

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ, ΧΩΡΟΤΑΞΙΑΣ ΚΑΙ ΔΗΜΟΣΙΩΝ ΕΡΓΩΝ
ΓΕΝΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΔΗΜΟΣΙΩΝ ΕΡΓΩΝ - ΤΜΗΜΑ ΕΡΓΩΝ ΕΚΤΡΟΠΗΣ ΑΧΕΛΩΟΥ

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΤΟΜΕΑΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ, ΥΔΡΑΥΛΙΚΩΝ ΚΑΙ ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ ΕΡΓΩΝ

MINISTRY OF ENVIRONMENT, PLANNING AND PUBLIC WORKS

GEN. SECR. OF PUBLIC WORKS - DIVISION OF ACHELOOS DIVERSION WORKS

NATIONAL TECHNICAL UNIVERSITY OF ATHENS

DIVISION OF WATER RESOURCES, HYDRAULIC AND MARITIME ENGINEERING

ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΕΡΓΟ:

ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ

ΥΔΑΤΙΚΟΥ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΟΣ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

RESEARCH PROJECT:

HYDROLOGICAL INVESTIGATION

OF THE THESSALIA WATER BASIN

ΤΕΥΧΟΣ 4

ΠΛΗΜΜΥΡΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

VOLUME 4

DESIGN FLOODS

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ : ΘΕΜ. ΞΑΝΘΟΠΟΥΛΟΣ

ΚΥΡΙΟΙ ΕΡΕΥΝΗΤΕΣ: ΔΗΜ. ΚΟΥΤΣΟΓΙΑΝΝΗΣ, ΣΟΦ. ΡΩΤΗ, ΙΩΑΝ. ΤΖΕΡΑΝΗΣ

ΑΘΗΝΑ ΙΟΥΝΙΟΣ 1988 - ATHENS JUNE 1988

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

	σελίδα
0. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	3
0.1 - Ιστορικό	3
0.2 - Αντικείμενο	3
0.3 - Διαφύρωση της Έκθεσης	4
1. ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΟΥ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΥ "ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗ - ΠΛΗΜΜΥΡΙΚΗ ΑΠΟΡΡΟΗ" - ΒΑΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	6
1.1 - Γενικά	6
1.2 - Προύποθεσεις Εφαρμογης του Μοναδιαίου Υδρογραφηματος	7
1.3 - Προύποθεσεις για την Καταρτιση του Μοναδιαίου Υδρογραφηματος	8
1.4 - Επιλογη Λεκανων Απορροης της Θεσσαλιας	10
2. ΚΑΤΑΡΤΙΣΗ ΜΟΝΑΔΙΑΙΩΝ ΥΔΡΟΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ	16
2.1 - Γενικά	16
2.2 - Γενικη Μεθοδολογια	16
2.2.1 Ορισμοι και Βασικες Σχεσεις	16
2.2.2 Κλασικη Μεθοδολογια Καταρτισης Μοναδιαίου Υδρογραφηματος	18
2.2.3 Καταρτιση Στιγμιαίου Μοναδιαίου Υδρογραφηματος των Ροπων του	20
2.3 - Προκαταρτικη Επεξεργασια των Καταγραμμενων Πλημμυρικων Γεγονοτων	25
2.3.1 Γενικα	25
2.3.2 Διαχωρισμος Βασικης Ροης	25
2.3.3 Καταρτιση Ολικου Επιφανειακου Υετογραφηματος	25
2.3.4 Καταρτιση Καθαρου Επιφανειακου Υετογραφηματος	26
2.4 - Εφαρμογη στη Λεκανη Πηνειου Αναντη της Γεφυρας Σαρακινας	28
2.5 - Εφαρμογη στη Λεκανη Πλιουρη Αναντη του Σταθμου Μουζαικου	29
2.6 - Μεταφορα Μοναδιαιων Υδρογραφηματων σε αλλες Λεκανες Απορροης	31
3. ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΚΑΤΑΙΓΙΔΩΝ ΚΑΙ ΠΛΗΜΜΥΡΩΝ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ	34
3.1 - Γενικα	34
3.2 - Ομβριες Καρπυλες	34
3.3 - Μοναδιαία Υδρογραφηματα	35
3.4 - Περιοδοι Επαναφορας Μελετης	35
3.5 - Διαρκειες Καταιγιδων Σχεδιασμου	36
3.6 - Χρονικη Κατανομη της Βροχης	36
3.7 - Απωλειες - Οφελιμη Βροχη	38
3.8 - Βασικη Ροη	38
4. ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΤΗ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΠΑΛΙΟΔΕΡΑΙ	40
4.1 - Η Λεκανη Απορροης	40
4.2 - Ομβριες Καρπυλες	40
4.3 - Μοναδιαίο Υδρογραφημα	41
4.4 - Πλημμυρα Μελετης Υπερχειλιστη	44
4.5 - Διοδευση της Πλημμυρας Μελετης	45
4.5.1 Χαρακτηριστικα Υπερχειλιστη - Καρπυλη Σταθμης Παροχης	45
4.4.2 Καρπυλες Σταθμης - Ογκου και Σταθμης - Επιφανειας Ταμιευτηρα	45
4.5.3 Μεθοδοι Διοδευσης	46
4.5.4 Υπολογισμοι - Αποτελεσματα	47
4.6 - Συγκριση με τη Μελετη ELECTROWATT [1970 β]	48
4.7 - Πλημμυρα Συχνοτητας 1:20	48

5.	ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΤΗ ΦΡΑΓΜΑΤΩΝ ΜΟΥΖΑΚΙΟΥ ΚΑΙ ΠΥΛΗΣ	50
5.1	- Οι Λεκανες Απορροης	50
5.2	- Ομβριες Καρπυλες	50
5.3	- Μοναδιαία Υδρογραφήματα	52
5.4	- Πλημμυρες Σχεδιασμου Υπερχειλιστη	54
5.5	- Διοδευση των Πλημμυρων Μελετης	55
5.6	- Συγκριση με τη Μελετη ΔΕΗ [1980]	55
5.7	- Πλημμυρες Συχνοτητας 1:20	55
6.	ΤΕΛΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΣΥΓΚΡΙΣΕΙΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	57
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	59

0. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

0.1 - ΙΣΤΟΡΙΚΟ

Το Υπουργείο Περιβάλλοντος Χωροταξίας και Δημόσιων Εργών ανέθεσε στον Τομέα Υδατικών Πόρων - Υδραυλικών και Θαλάσσιων Εργών του ΕΜΠ με Επιστημονικό Υπεύθυνο τον καθηγητή Θ. Ξανθόπουλο το Ερευνητικό Έργο με τίτλο "Υδρολογική Διερεύνηση του Υδατικού Διαμερίσματος Θεσσαλίας". Το έργο αυτό εντάσσεται στο γενικότερο πρόγραμμα ανάπτυξης της θεσσαλικής πεδιάδας, σε συνδυασμό με τα έργα εκτροπής Αχελώου. Η ανάθεση έγινε το Β' εξάμηνο του 1986 και η εκπόνηση του προγράμματος (Α' και Β' μέρους) κατά τη διάρκεια του 1987 και το Α' εξάμηνο του 1988.

0.2 - ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ

Η έκθεση αυτή καλύπτει τα ακόλουθα σημεία που περιγράφονται στο παράρτημα της απόφασης ανάθεσης του ερευνητικού προγράμματος:

- 1) Παράγραφος Β.3: Ανάλυση βροχής απορροής - Σύνταξη μοναδιαίων υδρογραφημάτων και ειδικότερα:
 - Εδάφιο Β.3.3.: Ανάλυση βροχής - πλημμυρικής απορροής
 - Παραγωγή μοναδιαίων υδρογραφημάτων.
 - Εδάφιο Β.3.4.: Συσχέτιση μοναδιαίων υδρογραφημάτων μεταξύ τους - Σύγκριση με συνθετικά υδρογραφήματα βάσει των χαρακτηριστικών των λεκανών απορροής.
- 2) Παράγραφος Β.5: Καταιγίδες και πλημμύρες σχεδιασμού και πιο συγκεκριμένα:
 - Εδάφιο Β.5.1.: Γενικά κριτήρια καταιγίδων σχεδιασμού - Εκτίμηση υδρολογικών απωλειών - Παραγωγή υετογραμμάτων καταιγίδων σχεδιασμού.
 - Εδάφιο Β.5.2.: Γενικά κριτήρια πλημμυρών σχεδιασμού - Εκτίμηση πλημμυρών με βάση τα ιστορικά δείγματα μεγίστων παροχών - Παραγωγή πλημμυρικών υδρογραφημάτων από τις καταιγίδες σχεδιασμού - Συγκρίσεις με τις πλημμύρες σχεδιασμού έργων σε άλλες περιοχές της Ελλάδας.
- 3) Παράγραφος Β.6: Διοδεύσεις πλημμυρών - Εικόνα πλημμυρικής διαίτας μετά την οριστικοποίηση της μορφής και της θέσης

των προς κατασκευή έργων.

Η ανάλυση των πλημμυρών και η διατύπωση των κριτηρίων υδρολογικού σχεδιασμού αφορά κατ' αρχήν το σύνολο της λεκάνης απορροής του Πηνειού. Δυστυχώς όμως λόγω των ελλείψεων και της κακής ποιότητας των δεδομένων, η ανάλυση στηρίχτηκε σε δεδομένα περιορισμένων θέσεων, δίνεται όμως και η μεθοδολογία για τη μεταφορά των σχετικών συμπερασμάτων σε άλλες θέσεις της ευρύτερης λεκάνης.

Ιδιαίτερη έμφαση στην έκθεση αυτή δίνεται στην πλημμύρα σχεδιασμού του φράγματος Παλιοδερλί, που είναι το μόνο από τα τέσσερα κύρια έργα της Θεσσαλίας χωρίς πλήρη υδρολογική μελέτη. Τα άλλα τρία κύρια έργα, που καθορίζονται με το έγγραφο ΥΠΕΧΩΔΕ αριθμός ΒΜ7/ΟΙΚ/225/5-11-87 είναι τα φράγματα Σμοκόβου, Πύλης και Μουζακίου, για τα οποία έχουν εκπονηθεί πρόσφατα υδρολογικές μελέτες από τη ΔΕΗ και ήδη βρίσκονται στο στάδιο της κατασκευής ή δημοπρατήσεως. Δευτερευόντως εξετάζονται στη παρούσα έκθεση και τα φράγματα Πύλης και Μουζακίου.

0.3 - ΔΙΑΡΘΡΩΣΗ ΤΗΣ ΕΚΘΕΣΗΣ

Η έκθεση αυτή διαιρείται σε 6 κεφάλαια με τα ακόλουθα συγκεκριμένα αντικείμενα:

- Στο Κεφάλαιο 1 διατυπώνονται τα γενικά κριτήρια για την διερεύνηση του μετασχηματισμού "Βροχόπτωση - Πλημμυρική Απορροή" και αξιολογούνται βάσει αυτών των κριτηρίων τα διαθέσιμα υδρομετρικά δεδομένα. Με βάση αυτή την αξιολόγηση επιλέγονται τα τελικά ιστορικά πλημμυρογραφήματα για την σχετική διερεύνηση.
- Στο Κεφάλαιο 2 γίνεται η παραγωγή μοναδιαίων υδρογραφημάτων και η κατάστρωση ενός τελικού τυπικού στιγμιαίου μοναδιαίου υδρογραφήματος το οποίο μπορεί να μεταφέρεται εύκολα σε οποιαδήποτε θέση χρειάζεται.
- Στο Κεφάλαιο 3 διατυπώνονται γενικά κριτήρια για την κατάρτιση καταιγίδων και πλημμυρών σχεδιασμού.
- Το Κεφάλαιο 4 αφιερώνεται στον υδρολογικό σχεδιασμό του φράγματος Παλιοδερλί και ιδιαίτερα στη διόδευση των πλημμυρών μέσω του υπερχειλιστή

- Το Κεφάλαιο 5 αφιερώνεται στον υδρολογικό σχεδιασμό των φραγμάτων Πύλης και Μουζακίου.
- Τέλος στο 6ο Κεφάλαιο εξάγονται τελικά συμπεράσματα και γίνονται συγκρίσεις των πλημμυρών σχεδιασμού διαφόρων έργων.

1. ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΟΥ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΥ "ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗ - ΠΛΗΜΜΥΡΙΚΗ ΑΠΟΡΡΟΗ" - ΒΑΣΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ.

1.1 - Γενικά

Η κλασική μέθοδος περιγραφής του μετασχηματισμού "Βροχόπτωση - Πλημμυρική Απορροή" είναι η μέθοδος του μοναδιαίου υδρογραφήματος. Αυτή επιτρέπει την πρόγνωση της χρονικής εξέλιξης των πλημμυρών όταν είναι γνωστή η χρονική εξέλιξη της έντασης βροχής, πράγμα που ενδιαφέρει κυρίως στην κατάρτιση των πλημμυρών σχεδιασμού διαφόρων έργων (αντιπλημμυρικών, φραγμάτων κ.λ.π.). Προϋπόθεση για την καταλληλότητα της μεθόδου αυτής είναι η γραμμική συμπεριφορά της λεκάνης απορροής πράγμα που σημαίνει ότι η μαθηματική σχέση μεταξύ της εισόδου στη λεκάνη (στη συγκεκριμένη περίπτωση της βροχόπτωσης) και της εξόδου (στη συγκεκριμένη περίπτωση της παροχής στην έξοδο της λεκάνης) περιγράφεται από μια γραμμική διαφορική εξίσωση με σταθερούς συντελεστές.

Βεβαίως η εφαρμογή της μεθόδου απαιτεί να είναι διαθέσιμα επαρκή υδρομετρικά και βροχομετρικά στοιχεία στη λεκάνη απορροής. Η έννοια της επάρκειας των στοιχείων θα αναλυθεί παρακάτω. Το σημαντικό όμως πλεονέκτημα της μεθόδου είναι ότι μπορεί να επεκταθεί και σε λεκάνες που δεν έχουν υδρομετρικό εξοπλισμό. Η επέκταση αυτή μπορεί να γίνει είτε με "μεταφορά" μοναδιαίου υδρογραφήματος από μια λεκάνη σε μια άλλη, με παρόμοια συμπεριφορά, είτε με απευθείας "σύνθεση" του μοναδιαίου υδρογραφήματος, βάσει τοπογραφικών και υδροκλιματικών χαρακτηριστικών της λεκάνης απορροής.

Για το υδατικό διαμέρισμα θεσσαλίας αναμένεται ότι η μέθοδος του μοναδιαίου υδρογραφήματος είναι κατάλληλη για τις ορεινές και ημιορεινές λεκάνες απορροής. Όμως δεν θα πρέπει να είναι κατάλληλη για το σύνολο της λεκάνης του Πηνειού, δεδομένου ότι οι πλημμύρες στην πεδινή κοίτη του Πηνειού εμφανίζουν πολύπλοκη συμπεριφορά (κατακλύσεις εκτάσεων έξω από την κοίτη του ποταμού κλπ), η οποία δεν μπορεί να αποδοθεί με το γραμμικό μοντέλο. Η αντιμετώπιση τέτοιων θεμάτων απαιτεί άλλου τύπου μαθηματικά μοντέλα (π.χ. Saint Venant), τα οποία προϋποθέτουν την πλήρη και ακριβή περιγραφή της κοίτης του ποταμού και των παρόχθιων εκτάσεων που κατακλύζονται (γεωμετρία, τραχύτητα κλπ). Το θέμα αυτό είναι έξω από το αντικείμενο της παρούσας μελέτης, όπου

ενδιαφέρουν οι λεκάνες απορροής στις περιοχές των μελετωμένων φραγμάτων, οι οποίες γενικά καλύπτονται από το μοντέλο του μοναδιαίου υδρογραφήματος.

1.2 - Προϋποθέσεις Εφαρμογής του Μοναδιαίου Υδρογραφήματος

Οπως αναφέρθηκε και προηγούμενα, η βασική προϋπόθεση για την εφαρμογή της μεθόδου του μοναδιαίου υδρογραφήματος είναι η γραμμικότητα της λεκάνης απορροής. Οπως έδειξε η εμπειρία, αυτή η βασική προϋπόθεση ισχύει με ανεκτή προσέγγιση μόνο εφόσον η λεκάνη απορροής και η βροχόπτωση πληρούν τις ακόλουθες προϋποθέσεις (βλ. Ξανθόπουλος [1984], USBR [1977]).

- 1) Η λεκάνη απορροής είναι ομογενής ως προς την απορροή, δηλαδή η απάντηση της στη συνολική βροχόπτωση είναι επίσης συνολική, ποιοτικά ομογενής και ενιαία. Η ύπαρξη χαμηλών περιοχών που κατακλύζονται και απορρέουν σε άλλη χρονική κλίμακα, ή τοπικών διαπερατών περιοχών σε ένα αδιαπέρατο σύνολο λεκάνης αποκλείει την εφαρμογή του μοναδιαίου υδρογραφήματος.
- 2) Οι καταιγίδες πρέπει να είναι χωρικά ομοιόμορφες και να προκαλούν ταυτόχρονα απορροή από όλη τη λεκάνη.
- 3) Οι βροχοπτώσεις πρέπει να είναι σύντομες και να εμφανίζουν την ίδια χρονική κατανομή σε όλη τη λεκάνη.
- 4) Στην επιφανειακή απορροή δεν πρέπει να περιέχονται σημαντικές ποσότητες απορροής από τήξη χιονιού.

Από τις παραπάνω προϋποθέσεις, η πρώτη αναφέρεται σε χαρακτηριστικά της λεκάνης απορροής, ενώ οι υπόλοιπες αναφέρονται σε χαρακτηριστικά της βροχόπτωσης ή του συνδυασμού της με άλλους κλιματικούς παράγοντες. Κατά συνέπεια μόνο η πρώτη προϋπόθεση μπορεί να είναι απογορευτική για τη χρήση του μοναδιαίου υδρογραφήματος σε μια συγκεκριμένη λεκάνη, ενώ οι άλλες αποτελούν κριτήρια επιλογής των κατάλληλων βροχοπτώσεων, που μπορούν να συνδυαστούν με το μοντέλο του μοναδιαίου υδρογραφήματος.

Στην πραγματικότητα όμως και η δεύτερη παραδοχή δημιουργεί απαγορευτικές συνθήκες για την εφαρμοσιμότητα της μεθόδου. Πράγματι, στις λεκάνες με πολύ μεγάλο εμβαδό σπάνια η βροχόπτωση έχει χωρική ομοιόμορφία και αυτό περιορίζει την εφαρμογή του μοναδιαίου υδρογραφήματος σε μικρές λεκάνες απορροής. Βεβαίως το "απαγορευ-

τικό όριο" για το εμβαδό της λεκάνης απορροής δεν είναι μονοσήμαντα καθορισμένο, αφού εξαρτάται από τη γενικότερη κλιματολογία της περιοχής. Στη βιβλιογραφία αναφέρονται τιμές από 500 km^2 (Sutcliffe [1978]) μέχρι 5000 km^2 (Linsley [1975]). Πιο αναλυτικά ο Sutcliffe (του Βρετανικού Ινστιτούτου Υδρολογίας) αναφέρει ότι το όριο των 500 km^2 πρέκυψε από τις απαιτήσεις για την ανάλυση ιστορικών πλημμυρών (για την παραγωγή του μοναδιαίου υδρογραφήματος), αλλά για την παραγωγή πλημμυρών σχεδιασμού είναι απολύτως λογικό να θεωρηθεί χωρικά ομοιόμορφη βροχόπτωση σε εκτάσεις πολύ μεγαλύτερες των 500 km^2 . Ετσι θεωρείται ότι η μέθοδος μπορεί να εφαρμοστεί σε λεκάνες με εμβαδό της τάξης των 1000 km^2 , ενώ για ακόμη μεγαλύτερες συνιστάται η υποδιαιρεση της λεκάνης σε επιμέρους υπολεκάνες.

Η τρίτη από τις παραπάνω προϋποθέσεις στην ουσία προκύπτει από τις απαιτήσεις για την ανάλυση των ιστορικών πλημμυρών και δεν αποτελεί θεωρητικό περιορισμό της μεθόδου του μοναδιαίου υδρογραφήματος. Γι'αυτό και στις εφαρμογές το μαναδιαίο υδρογράφημα χρησιμοποιείται για την παραγωγή πλημμυρών σχεδιασμού που προκαλούνται από πολύ μεγάλης διάρκειας (24ωρες, 48ωρες ή/και ακόμα μεγαλύτερες) βροχοπτώσεις.

Τέλος, η τέταρτη προϋπόθεση είναι ουσιαστική αφού το μοναδιαίο υδρογράφημα δεν μπορεί να περιγράφει την διαδικασία της τήξης του χιονιού. Σε περιπτώσεις που η άμεση απορροή συνδυάζεται με απορροή από τήξη χιονιού, η ποσοτική εκτίμηση της δεύτερης γίνεται με διαφορετικές μεθόδους και στη συνέχεια γίνεται επαλληλία των δύο αντίστοιχων υδρογραφημάτων.

1.3 Προϋποθέσεις για την Κατάρτιση του Μοναδιαίου Υδρογραφήματος

Θα αναφερθούμε στις προϋποθέσεις για την σύνταξη ενός πραγματικού μοναδιαίου υδρογραφήματος βάσει καταγραμμένων πλημμυρογραφημάτων και όχι για την έμμεση "σύνθεση" του από τοπογραφικά και άλλα χαρακτηριστικά της λεκάνης απορροής. Οι προϋποθέσεις αυτές κωδικοποιούνται στα ακόλουθα:

(1) Προϋποθέσεις Μετρητικού Εξοπλισμού της Λεκάνης

Προφανώς η λεκάνη θα πρέπει να είναι εξοπλισμένη με πλήρη υδρομετρικό σταθμό στην εξοδό της, ο οποίος πρέπει να περι-

λαμβάνει και σταθμηγράφο, ώστε να μπορεί να γίνει η αναγωγή της στάθμης σε παροχής σε συνεχή χρονική βάση. Εξάλλου είναι απαραίτητο να υπάρχουν ορισμένοι βροχογραφικοί σταθμοί, ομοιόμορφα κατανεμημένοι στη λεκάνη απορροής, ώστε να μπορεί να διαπιστωθεί η χωρική ομογένεια ή όχι της κάθε βροχόπτωσης και να προσδιοριστεί η χρονική της κατανομή. Στη χειρότερη περίπτωση θα πρέπει να υπάρχει ένας τουλάχιστον βροχογράφος και παράλληλα ένας επαρκής (ανάλογα με την έκταση της λεκάνης) αριθμός βροχομέτρων.

(2) Φυσικές Προϋποθέσεις

Σύμφωνα με όσα αναφέρθηκαν στην προηγούμενη παράγραφο η λεκάνη απορροής θα πρέπει να πληρεί ορισμένους όρους φυσικής διαμόρφωσης (βλ. προϋπόθεση (1) παραγράφου 1.3.) και να έχει εμβαδό μικρότερο από ένα όριο π.χ. 500 km². Στην παρούσα μελέτη έγινε δυνατό, με μια ειδική μεθοδολογία που ακολουθήθηκε, να αυξηθεί το όριο σε περίπου 1000 km², ενώ εξετάστηκαν κατ' αρχήν και λεκάνες απορροής με ακόμη μεγαλύτερο εμβαδό (περίπου 1500 km²).

(3) Αξιοπιστία Δεδομένων

Η προϋπόθεση αυτή είναι καθοριστικής σημασίας ιδιαίτερα για τον ελληνικό χώρο, μια που αποτελεί το συνηθέστερο λόγο που καθιστά αδύνατη την σύνταξη μοναδιαίου υδρογραφήματος, ενώ δεν είναι απαγορευτικές οι άλλες προϋποθέσεις. Ο όρος "αξιοπιστία των δεδομένων" είναι η συνισταμένη πολλών προϋποθέσεων που αφορούν τη λειτουργία του μετρητικού εξοπλισμού, που ξεκινούν από την καταλληλότητα της θέσης του σταθμού μέχρι την επαρκή παρακολούθηση και συντήρηση των οργάνων. Ιδιαίτερη σημασία έχει η αξιοπιστία των καμπυλών στάθμης παροχής στην περιοχή των υψηλών παροχών. Ακόμη τονίζεται ιδιαίτερα, ότι στην κατάρτιση του μοναδιαίου υδρογραφήματος, εκτός από την ποσοτική καταγραφή των μεγεθών που ενδιαφέρουν (βροχή, στάθμη) έχει σημασία η σωστή χρονική τοποθέτηση των τιμών σε πραγματικό χρόνο και επομένως είναι αποφασιστικής σημασίας η σωστή λειτουργία και ρύθμιση των ωρολογιακών μηχανισμών των οργάνων και η αντιστοίχηση με τις ώρες που αναγράφονται στις ταινίες καταγραφής. Επισημαίνεται ότι στο σημείο αυτό πολλές φορές δεν έχει δοθεί η δέουσα προσοχή από

τις ελληνικές υπηρεσίες.

(4) Περίοδος Παρατηρήσεων – Αριθμός και Χαρακτηριστικά Καταγραμμένων Πλημμυρογραφημάτων.

Σύμφωνα με την υπάρχουσα εμπειρία, η εξαγωγή ενός αξιόπιστου μοναδιαίου υδρογραφήματος προϋποθέτει να υπάρχουν τουλάχιστον πέντε καταγραμμένα κατάλληλα πλημμυρογραφήματα, μαζί με τα αντίστοιχα βροχογραφήματα. Αυτό προϋποθέτει ένα επαρκή χρονικό ορίζοντα παρατηρήσεων, αφού δεν είναι όλα τα καταγραμμένα πλημμυρογραφήματα κατάλληλα για να χρησιμοποιηθούν για την κατάρτιση μοναδιαίου υδρογραφήματος. Οι προϋποθέσεις αυτής της καταλληλότητας είναι (σύμφωνα με όλα τα παραπάνω - βλ. και USBR [1977]):

- * αξιοπιστία των καταγραμμένων πλημμυρογραφημάτων και βροχογραφημάτων (ως προς το μέγεθος των τιμών και το χρόνο)
- * ομοιόμορφη επιφανειακή διανομή της βροχόπτωσης
- * βροχόπτωση με μικρή διάρκεια και σχετικά ομοιόμορφη ένταση, και σε επαρκή χρονική απόσταση από προηγούμενα και επόμενα επεισόδια βροχής
- * μεγάλος όγκος βροχόπτωσης / επιφανειακής απορροής σε συνδυασμό με μηδενικό ή πολύ μικρό όγκο από τήξη χιονιού
- * αντίστοιχία των χρονικών διακύμανσεων της βροχόπτωσης και της παροχής (π.χ. να μην εμφανίζεται μείωση της παροχής ενώ η βροχόπτωση συνεχίζει με ίδια ένταση κλπ).

1.4 – Επιλογή Λεκανών Απορροής της Θεσσαλίας

Κατ' αρχήν στην παρούσα μελέτη εξετάστηκαν οι ακόλουθες λεκάνες απορροής που πληρούν τα κριτήρια (1) και (2) της προηγούμενης παραγράφου:

- (1) Λεκάνη Πλιούρη ανάτη ουδομετρικού σταθμού Μουζακίου
- (2) Λεκάνη Πορταΐκού ανάτη του σταθμού Πύλης
- (3) Λεκάνη Σοφαδίτη ανάτη των σταθμών Λουτροπηγής & Κέδρου
- (4) Λεκάνη Νεοχωρίτη ανάτη του σταθμού Κλοκωτού

- (5) Λεκάνη Ενιπέα ανάντη του σταθμού Αμπελιάς
- (6) Λεκάνη Τιταρήσιου ανάντη του σταθμού Μεσοχωρίου (Μυλόγουστας) (αν και υπερβαίνει το όριο ασφαλείας των 500-1000 km² - εμβαδό 1517 km²)
- (7) Λεκάνη Πηνειού (Μουργκάνι) ανάντη του σταθμού Γάβρου
- (8) Λεκάνη Πηνειού ανάντη του σταθμού Σαρακίνας (εμβαδό στο όριο ασφαλείας, 1061 km²).

Δυστυχώς στις περισσότερες από αυτές τις λεκάνες στάθηκε αδύνατη η εκπλήρωση των προϋποθέσεων για την παραγωγή μοναδιαίων υδρογραφημάτων, όπως αναλυτικά περιγράφεται παρακάτω:

(1) Λεκάνη Πλιούρη ανάντη υδρομετρικού σταθμού Μουζακίου

Οπως επισημαίνεται στην πρόσφατη μελέτη της ΔΕΗ [1986] ο σταθμός παρουσιάζει προβλήματα, που κυρίως εντοπίζονται στην αδυναμία παραγωγής κανονικής σχέσης στάθμης - παροχής. Παρ' όλα αυτά, χρησιμοποιώντας μία υδραυλικού τύπου σχέση στάθμης - παροχής καταρτίστηκε στην εν λόγω μελέτη ένα μοναδιαίο υδρογράφημα. Το υδρογράφημα αυτό επαληθεύθηκε με τρία ιστορικά πλημμυρογραφήματα της λεκάνης, με ικανοποιητικά αποτελέσματα.

Αν και υπάρχουν μερικά αρνητικά σημεία στην κατάρτιση του μοναδιαίου υδρογραφήματος αυτού (αξιοπιστία καμπύλης στάθμης-παροχής, επαλήθευση με τρία αντί πέντε ιστορικά πλημμυρογραφήματα), υιοθετήθηκε και στην παρούσα μελέτη, με ελαφρές τροποποιήσεις (βλέπε επόμενο κεφάλαιο), αφού κρίθηκε σαν λογικό σε σχέση με την τοπογραφία της λεκάνης. Άλλωστε η αξιοπιστία των δεδομένων δεν είναι βέβαια δυνατό να βελτιωθεί, ούτε και έχουν προκύψει νεότερα δεδομένα μεγαλύτερης αξιοπιστίας.

(2) Λεκάνη Πορταΐκού ανάντη του σταθμού Πύλης

Οπως χαρακτηριστικά αναφέρεται στην έκθεση της ΔΕΗ [1986] οι σταθμηγραφικές παρατηρήσεις του σταθμού Πύλης είναι πρακτικά ανύπαρκτες, αφού ο σταθμηγράφος δεν λειτούργησε παρά μόνο ελάχιστους μήνες. Βεβαίως με αυτή την κατάσταση δεν είναι δυνατό να παραχθεί μοναδιαίο υδρογράφημα.

(3) Λεκάνη Σοφαδίτη ανάντη των σταθμών Λουτροπηγής & Κέδρου

Οπως χαρακτηριστικά επισημαίνεται στην μελέτη ΥΔΡΟΜΕΤ κλπ.

[1983] αλλά και σε παλιότερες μελέτες οι σταθμηγράφοι των δύο σταθμών δεν έχουν καταγράψει ούτε ένα σταθμηγράφημα πλημμύρας. Στην παρούσα μελέτη θεωρήθηκε άσκοπο να εξεταστούν τυχόν νεότερα αξιόπιστα στοιχεία, δεδομένου ότι το φράγμα του Σοφαδίτη είναι ήδη υπό κατασκευή.

(4) Λεκάνη Νεοχωρίτη ανάντη του σταθμού Κλοκωτού

Η λειτουργία του σταθμηγράφου είναι γενικά προβληματική. Στις μηνιαίες ταινίες δεν σημειώνεται καθόλου η χρονική κλίμακα και έτσι υπάρχει μεγάλη αβεβαιότητα στον προσδιορισμό του χρόνου. Προβλήματα υπάρχουν και στην αναγνώση της στάθμης, αφού δεν σημειώνεται το μηδέν της κλίμακας. Εξάλλου στη λεκάνη δεν υπάρχει κανένας βροχογραφικός σταθμός ενώ προβληματική είναι η λειτουργία και των αμέσως γειτονικών βροχογραφικών σταθμών Αγριελιάς, Κονισκού και Λιόπρασου, των οποίων η περίοδος ικανοποιητικής λειτουργίας είναι ελάχιστη. Με τη σχετική διερεύνηση εντοπίστηκαν κατ' αρχήν τρία κατάλληλα καταγραμμένα πλημμυρογραφήματα, που αντιστοιχούν στις ημερομηνίες 2/3-12-83, 7/8-4-84 και 9/10-1-85. Δυστυχώς όμως δεν υπάρχουν αντίστοιχα βροχογραφήματα. Ετσι στον Κονισκό δεν έχουμε βροχογράφημα σε κανένα από τα τρία επεισόδια, στην Αγριελιά έχουμε μόνο για το πρώτο επεισόδιο, το οποίο όμως δεν δείχνει καμιά βροχόπτωση και τέλος στο Λιόπρασο έχουμε για το πρώτο και το τρίτο, στο τρίτο όμως δείχνει μηδενική βροχόπτωση. Με αυτά τα δεδομένα είναι αδύνατη η άμεση κατάρτιση μοναδιαίου υδρογραφήματος.

(5) Λεκάνη Ενιπέα ανάντη του σταθμού Αμπελιάς

Ο σταθμηγράφος εγκαταστάθηκε τον Δεκέμβριο 1981 αλλά λειτούργησε με πολύ κακή παρακολούθηση, παρουσιάζοντας σημαντικές ελλείψεις (π.χ. πλήρη έλλειψη καταγραφών την περίοδο 1983-85) και αβεβαιότητα ως προς την ορθότητα των καταγραφών. Εχουν καταγραφεί μόνο 2 πλημμυρογραφήματα (τον Μάιο 1982 και το Νοέμβριο 1985), αλλά και αυτά με ανεπάρκεια λόγω βλάβης του ωρολογιακού μηχανισμού που σημειώνεται από τον παρατηρητή.

Κατά συνέπεια είναι αδύνατη η κατάρτιση μοναδιαίου υδρογραφήματος για το σταθμό αυτό. Σημειώνεται ότι το μοναδιαίο υδρογράφημα αυτού του σταθμού θα ήταν πολύτιμο για

τη μελέτη του φράγματος Παλιοδερλί. Βεβαίως, όπως, θα φανεί παρακάτω, καταρτίστηκε το μοναδιαίο υδρογράφημα του Ενιπέα, στη θέση του φράγματος, αλλά με έμμεση μεθοδολογία.

(6) Λεκάνη Τιταρήσιου ανάντη του σταθμού Μεσοχωρίου

Ο σταθμηγράφος εγκαταστάθηκε το Νοέμβριο 1981 αρχικά με εβδομαδιαίες ταινίες και κατόπιν σε μηνιαίες. Λειτούργησε μέχρι τον Ιούλιο 1983, οπότε σταμάτησε η λειτουργία του. Ξαναμπήκε σε λειτουργία τον Ιανουάριο 1986. Οι μεταβαλλόμενες κλίμακες υψών και χρόνου, οι συχνές βλάβες και η κακή παρακολούθηση του δεν επέτρεψε την αποκωδικοποίηση σταθμηγραφημάτων, παρά μόνο ενός (1/2-12-82). Εξάλλου η ασταθής κοίτη του Τιταρήσιου και το μεγάλο πλάτος της στην περιοχή του υδρομετρικού σταθμού, δεν επέτρεψε την αξιόπιστη κατάρτιση καμπυλών στάθμης-παροχής, ιδίως μετά τον Αύγουστο 1981. Συμπεραίνουμε λοιπόν ότι τα υπάρχοντα δεδομένα είναι ανεπαρκέστατα για την κατάρτιση μοναδιαίου υδρογραφήματος.

(7) Λεκάνη Πηνειού (Μουργκάνι) ανάντη του σταθμού Γάβρου

Η λειτουργία του σταθμηγράφου είναι γενικά προβληματική, και με συχνές βλάβες. Στις μηνιαίες ταινίες δεν σημειώνεται η χρονική κλίμακα και έτσι υπάρχει μεγάλη αβεβαιότητα στον προσδιορισμό του χρόνου. Προβλήματα υπάρχουν και στην ανάγνωση της στάθμης, αφού δεν σημειώνεται ούτε προκύπτει εύκολα το μηδέν της κλίμακας.

Μέσα στη λεκάνη απορροής υπάρχει ένας βροχογραφικός σταθμός, ο Κονισκός, που η λειτουργία του είναι προβληματική. Υπάρχουν και 2 γειτονικοί βροχογραφικοί σταθμοί, η Μεγάλη Κερασιά και η Δεσκάτη, σε μεγάλες σχετικά αποστάσεις από τη λεκάνη. Από τα δεδομένα του σταθμηγράφου εντοπίστηκαν 5 κατ' αρχήν κατάλληλα για επεξεργασία πλημμυρογραφήματα που αντιστοιχούν στις ημερομηνίες 14-10-72, 2/3/4-2-76, 5/6-12-76, 27/28-10-81 και 25/26-2-82. Δυστυχώς σε κανένα από αυτά δεν υπάρχουν αντίστοιχα βροχογραφήματα στον Κονισκό (σημειώνεται έλλειψη ταινίας ή πρόβλημα στη λειτουργία). Τα βροχογραφήματα των γειτονικών σταθμών (Μεγάλη Κερασιά και Δεσκάτη), γενικά, δεν εμφανίζουν αντίστοιχια με τα πλημμυρογραφήματα (δείχνουν μηδενική βροχόπτωση ή δείχνουν συνέχιση της βροχής, ενώ μειώνεται η στάθμη του ποταμού κλπ), με

εξαίρεση ένα πλημμυρικό επεισόδιο, της 5/6-12/76. Αυτό όμως, σύμφωνα με όσα αναφέρθηκαν προηγούμενα, δεν είναι επαρκές για την κατάρτιση μοναδιαίου υδρογραφήματος.

(8) **Λεκάνη Πηνειού ανάντη του σταθμού Σαρακίνας.**

Η λειτουργία του σταθμού ξενίνησε το 1951 αλλά συστηματικές μετρήσεις παροχής υπάρχουν μετά το 1960. Η λειτουργία του σταθμηγράφου είναι ικανοποιητική μέχρι και το έτος 1968. Στην περίοδο 1969-72 η λειτουργία του είναι προβληματική (ασυμφωνία με ενδείξεις σταθμημέτρου). Μετά το 1972 έχουμε συστηματικές ελλείψεις ταινιών. Κατά συνέπεια μόνο τα δεδομένα της περιόδου 1960-68 προσφέρονται για την κατάρτιση μοναδιαίου υδρογραφήματος.

Μέσα στη λεκάνη απορροής υπάρχουν οι βροχογραφικοί σταθμοί Παλιοχωρίου και Μεγάλης Κερασιάς, ενώ γειτονικοί σταθμοί με βροχογράφο είναι των Τρικάλων και της Δεσκάτης. Από αυτούς μόνο οι σταθμοί Παλιοχωρίου και Τρικάλων λειτούργησαν χωρίς συστηματικές ελλείψεις την περίοδο πριν το 1968. Κατά συνέπεια αυτοί οι δύο σταθμοί μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν βάση για την παραγωγή του μοναδιαίου υδρογραφήματος. Παράλληλα μπορούν να χρησιμοποιηθούν και οι ακόλουθοι σταθμοί που βρίσκονται μέσα ή κοντά στη λεκάνη και που λειτούργησαν μόνο ως βροχόμετρα για την υπόψη περίοδο: Αγιόφυλλο, Μαλακάσι, Μετέωρα, Χρυσομηλιά, Βερδικούσα, Δεσκάτη.

Μετά από έρευνα των καταγραμμένων πλημμυρογραφημάτων εντοπίστηκαν 6 τέτοια πλημμυρογραφήματα, στα οποία τηρούνται σε κάποιο βαθμό τα κριτήρια καταλληλότητας (παραγ. 1.3., εδάφιο 4). Βεβαίως η τήρηση αυτών των κριτηρίων δεν είναι πλήρης, αφού σε μια τόσο μεγάλης έκτασης λεκάνη (1061km^2) δεν είναι δυνατό να εντοπιστούν επεισόδια βροχής μικρής διάρκειας και ταυτόχρονα ομοιόμορφη επιφανειακή διανομή της βροχής.

Πιο συγκεκριμένα τα 6 σχετικά κατάλληλα πλημμυρικά επεισόδια αναφέρονται στις ακόλουθες ημερομηνίες:

Επεισόδιο 1 :	15/16-05-1960
" 2 :	13/14-04-1965
" 3 :	7-12-1966
" 4 :	14/15-12-1966

" 5 : 11/12/13-11-1967

" 6 : 13/14-11-1968

Ας σημειωθεί ότι στη μελέτη της ELECTROWATT [1970] είχε ήδη καταρτιστεί μοναδιαίο υδρογράφημα για τη λεκάνη ανάντη της Σαρακίνας, αλλά όπως φάνηκε από προκαταρτικές παρατηρήσεις, το υδρογράφημα αυτό εμφανίζει δυσανάλογα μεγάλη αιχμή και εξάλλου η αξιοπιστία του είναι αμφισβητήσιμη, αφού για την κατάρτιση του χρησιμοποιήθηκαν κατ' αρχήν 3 μόνο πλημμυρικά επεισόδια, ενώ τελικά η σύγκριση γίνεται με ένα μόνο από αυτά (15/16-5-60, δηλαδή το επεισόδιο 1). Για τους λόγους αυτούς στην παρούσα μελέτη το μοναδιαίο υδρογράφημα της ELECTROWATT δεν έγινε δεκτό και η όλη εργασία έγινε απ' την αρχή, με τη μεθοδολογία που περιγράφεται στο επόμενο κεφάλαιο.

2. ΚΑΤΑΡΤΙΣΗ ΜΟΝΑΔΙΑΙΩΝ ΥΔΡΟΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ

2.1 - Γενικά

Σύμφωνα με όσα αναφέρθηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο, τα διαθέσιμα στοιχεία επιτρέπουν την άμεση κατάρτιση μοναδιαίων υδρογραφημάτων σε δύο μόνο από τις θέσεις που εξατάστηκαν, δηλαδή στις θέσεις των υδρομετρικών σταθμών Μουζακίου και Γέφυρας Σαρκίνας. Και στις δύο αυτές θέσεις έχουν καταρτιστεί σε προγενέστερες μελέτες (ΔΕΗ [1986] και ELECTROWATT [1970a] μοναδιαία υδρογραφήματα. Το δεύτερο από αυτά φάνηκε να είναι μειωμένης αξιοπιστίας και για το λόγο αυτό αποφασίστηκε η κατάρτιση του να γίνει εξ αρχής. Αντίθετα το πρώτο υιοθετήθηκε και στην παρούσα μελέτη με μικρές μόνο τροποποιήσεις.

2.2 - Γενική Μεθοδολογία

2.2.1 Ορισμοί και Βασικές Σχέσεις¹

Εστω $U_d(t)$ είναι το μοναδιαίο υδρογράφημα μιας λεκάνης απορροής για διάρκεια βροχής d . Ουσιαστικά η συνάρτηση $U_d(t)$ δίνει την παροχή στην έξοδο της λεκάνης στο χρόνο (t), μετά από καθαρή βροχόπτωση διάρκειας d και ύψους 10mm, (έντασης $10/d$), ομοιόμορφα κατανεμημένης στο χρόνο και το χώρο. Θεωρητικά μπορεί να οριστεί το μοναδιαίο υδρογραφήματα και για μηδενική διάρκεια βροχής $\{d=0 \div U_o(t)\}$ το οποίο λέγεται στιγμιαίο μοναδιαίο υδρογράφημα. Τέλος ορίζεται η καμπύλη $S_d(t)$, η οποία είναι το υδρογράφημα για άπειρη διάρκεια βροχής, με σταθερή ένταση $i=10/d$. Η συνάρτηση $S_d(t)$ συνδέεται με το μοναδικό υδρογράφημα $U_d(t)$ με τη σχέση :

$$U_d(t) = S_d(t) - S_d(t-d) \quad (2.1)$$

και με το στιγμιαίο μοναδιαίο υδρογράφημα $U_o(t)$ με τη σχέση:

$$S_d(t) = \frac{1}{d} \int_0^t U_o(\tau) d\tau \quad (2.2)$$

Τα εμβαδά που περικλείονται κάτω από τις καμπύλες $U_d(t)$ και $U_o(t)$ είναι ίσα μεταξύ τους (ανεξάρτητα του d), παριστάνουν τον

1. Βλ. Ξανθόπουλος [1984], Nash [1959], Raudkivi [1979]

όγκο της πλημμύρας και δίνονται από τον προφανή σχέση:

$$V_o = \int_0^{\infty} U_d(t) dt = \int_0^{\infty} U_o(t) dt = h \cdot F \quad (2.3)$$

όπου: $h = 10\text{mm}$ το καθαρό ύψος βροχής του ορισμού του μοναδιαίου υδρογραφήματος και F είναι το εμβαδό της λεκάνης απορροής.

Συνέπεια των (2.2) και (2.3) είναι ότι η οριακή τιμή της καμπύλης $S_d(t)$, για μεγάλες τιμές του χρόνου t , (θεωρητικά όταν το t τείνει στο άπειρο), είναι:

$$Q_o = \max S_d = \frac{h}{d} \cdot F \quad (2.4)$$

Η σχέση (2.4), παίρνει την ακόλουθη έκφραση για τις συνήθως χρησιμοποιούμενες μονάδες (F σε km^2 , d σε hr , $h = 10\text{mm}$):

$$Q_o = \max S_d [\text{m}^3/\text{sec}] = \frac{F [\text{km}^2]}{0.36 \cdot d [\text{hr}]} \quad (2.5)$$

Μια αδιαστατοποιημένη μορφή του μοναδιαίου υδρογραφήματος προκύπτει όταν οι τεταγμένες του διαιρεθούν με την παροχή Q_o :

$$u_d(t) = \frac{U_d(t)}{Q_o} \quad (2.6)$$

$$u_o(t) = \frac{U_o(t)}{Q_o} \quad (2.7)$$

Για τις συναρτήσεις $u_d(t)$ και $u_o(t)$ ισχύει:

$$\int_0^{\infty} u_d(t) dt = \int_0^{\infty} u_o(t) dt = 1 \quad (2.8)$$

Η πλήρης αδιαστατοποιημένη μορφή του μοναδιαίου υδρογραφήματος προκύπτει με την αδιαστατοποίηση και του χρόνου, με διαίρεση του

με τη χρονική σταθερά μ :

$$t^* = t/\mu \quad (2.9)$$

$$u_d^*(t^*) = \mu \cdot u_d(t) = \frac{\mu}{Q_0} U_d(t) \quad (2.10)$$

$$u_o^*(t^*) = \mu \cdot u_o(t) = \frac{\mu}{Q_0} U_o(t) \quad (2.11)$$

όπου η χρονική σταθερά μ λαμβάνεται συνήθως ίση με το χρόνο που αντιστοιχεί στο κέντρο βάρους του στιγμιαίου υδρογραφήματος, ήτοι

$$\mu = \int_0^\infty t u_o(t) dt \quad (2.12)$$

Με συνδυασμό των σχέσεων (2.6) και (2.7) με τις (2.9) έως (2.11) προκύπτουν οι ακόλουθες:

$$\int_0^\infty u_d^*(t^*) dt^* = 1 \quad (2.13)$$

$$\int_0^\infty u_o^*(t^*) dt^* = 1 \quad (2.14)$$

2.2.2 Κλασική μεθοδολογία κατάρτισης μοναδιαίου υδρογραφήματος

Εστω $Q(t)$ η παροχή που οφείλεται στην επιφανειακή απορροή μιας λεκάνης με μοναδιαίο υδρογράφημα $U_d(t)$, μετά από βροχόπτωση με ωφέλιμο υετόγραμμα $I(t)$. Θεωρούμε ότι η βροχόπτωση εμφανίζει ομοιόμορφη ένταση I_j σε κάθε επιμέρους χρονικό διάστημα:

$$\Delta t_j = (t_j - t_{j-1})$$

όπου

$$t_j - t_{j-1} = d$$

και κατά συνέπεια το ύψος βροχής σε κάθε επιμέρους χρονικό διάστημα Δt_j είναι:

$$H_j = d \cdot I_j$$

Σύμφωνα με τη θεωρία του μοναδιαίου υδρογραφήματος η παροχή στο χρόνο t_j δίνεται από τη σχέση:

$$Q(t_j) = \sum_{k=m}^n U_d(t_{j+1-k}) \cdot H_k / 10, \quad (j=1, 2, \dots, N_u + N_h - 1) \quad (2.15)$$

$$\text{όπου: } m = \max (1, i+1-N_u) \quad (2.16)$$

$$n = \min (i, N_h) \quad (2.17)$$

$$N_u = \frac{t_u}{d} - 1 = \text{αριθμός τεταγμένων μοναδιαίου υδρογραφήματος ανά χρονικά διαστήματα μήκους } d$$

$$N_h = \frac{t_h}{d} = \text{αριθμός χρονικών διαστημάτων μήκους } d \text{ στο καθαρό υετόγραμμα}$$

$$t_u = \text{ολική διάρκεια μοναδιαίου υδρογραφήματος}$$

$$t_h = \text{ολική διάρκεια καθαρής βροχόπτωσης}$$

Ο παρανομαστής 10 (mm) στη σχέση (2.15) μπαίνει επειδή το μοναδιαίο υδρογράφημα αναφέρεται σε βροχόπτωση ύψους 10 mm. Η εξισωση (2.15) χρησιμοποιείται είτε για τον προσδιορισμό του υδρογραφήματος $Q(t)$ όταν είναι γνωστό το μοναδιαίο υδρογράφημα $U_d(t)$ και το υετόγραμμα $I(t)$, είτε για τον προσδιορισμό του μοναδιαίου υδρογραφήματος $U_d(t)$ όταν είναι γνωστά τα $Q(t)$ και $I(t)$. Στην τελευταία περίπτωση, που μας απασχολεί εδώ, η σχέση (2.15) εφαρμοζόμενη για $j=1$ μέχρι $N_u + N_h - 1$ δίνει $N_u + N_h - 1$ γραμμικές εξισώσεις, με άγνωστες τις N_u τεταγμένες του μοναδιαίου υδρογραφήματος. Για $N_h > 1$ το εν λόγω γραμμικό σύστημα έχει περισσότερες εξισώσεις από τον αριθμό των αγνώστων και η επίλυση του συνισταται στην εύρεση της βέλτιστης λύσης, δηλαδή της λύσης που δίνει το μικρότερο σφάλμα στην προσαρμογή με τις εξισώσεις. Οι σχετικές μεθοδολογίες που χρησιμοποιούνται (βλ. Raudkivi [1979]) στηρίζονται είτε στη γραμμική άλγεβρα είτε στις σειρές Fourier.

Βεβαίως η απόκριση της λεκάνης δεν είναι πάντα η ίδια σε κάθε

καταιγίδα, γι' αυτό και το μοναδιαίο υδρογράφημα που προκύπτει από κάθε πλημμυρικό επεισόδιο είναι διαφορετικό από τα άλλα. Αυτός είναι και ο λόγος που θα πρέπει να διατίθενται τουλάχιστον 5 καταγραμμένα πλημμυρικά επεισόδια, ώστε να είναι δυνατό να εξαχθεί ένα αντιπροσωπευτικό "μέσο" μοναδιαίο υδρογράφημα της λεκάνης. Οι σχετικές τεχνικές είναι συνήθως εμπειρικές ή γραφικές (βλ. Ζανθόπουλος [1984]).

Στην παρούσα μελέτη από προκαταρκτικές διερευνήσεις φάνηκε ότι η πιο πάνω κλασική μέθοδος δεν μπορεί να εφαρμοστεί στην λεκάνη του Πηνειού ανάντη της Σαρακίνας επειδή οι τεταγμένες που προκύπτουν από κάθε πλημμυρικό επεισόδιο παρουσιάζουν έντονες διαφορές μεταξύ τους. Άλλωστε αυτό αναμενόταν, λόγω του μεγάλου εμβαδού της λεκάνης (1061 km^2), που είναι υπερδιπλάσιο από το σύνηθες όριο για την εφαρμογή της μεθόδου (500 km^2). Μια διαφορετική μέθοδος που περιγράφεται πιο κάτω έδωσε καλύτερα αποτελέσματα στην υπό μελέτη λεκάνη.

2.2.3 Κατάρτιση Στιγμιαίων Μοναδιαίων Υδρογραφήματος Βάσει των Ροπών του.

Ο Nash [1959] απέδειξε ότι οι ροπές οποιασδήποτε τάξης του στιγμιαίου μοναδιαίου υδρογραφήματος συνδέονται άμεσα και με απλές σχέσεις με τις αντίστοιχες ροπές του καθαρού υετογράμματος και του καθαρού πλημμυρογραφήματος. Πιο συγκεκριμένα έστω ότι $I(t)$ είναι το καθαρό υετόγραμμα, συνολικού ύψους h και $Q(t)$ το αντίστοιχο καθαρό πλημμυρογράφημα, συνολικού όγκου V . Ακόμη έστω οι αντίστοιχες αδιαστατοποιημένες συναρτήσεις:

$$i(t) = I(t)/h \quad (2.18)$$

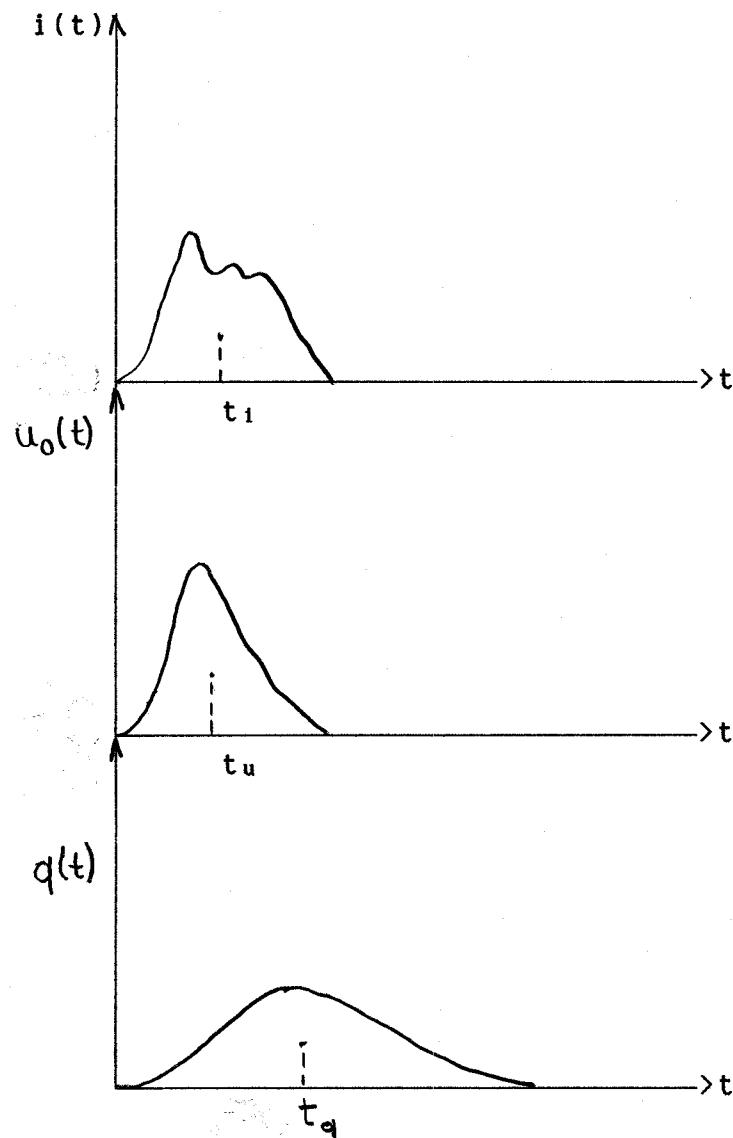
$$q(t) = Q(t)/V \quad (2.19)$$

όπου προφανώς ισχύει:

$$\int_0^T i(t) dt = \int_0^T q(t) dt = 1 \quad (2.20)$$

και T είναι μια πολύ μεγάλη χρονική διάρκεια (θεωρητικά $T=\infty$). Με βάση τη θεωρία του μοναδιαίου υδρογραφήματος η συνάρτηση $q(t)$ είναι η συνέλιξη της συνάρτησης $i(t)$ με το στιγμιαίο μοναδιαίο υδρογράφημα $u_0(t)$, δηλαδή:

$$q(t) = \int_0^T i(t) u_0(t-\tau) d\tau \quad (2.21)$$



Αν συμβολίσουμε με t_i , t_u και t_q τα κέντρα βάρους των σχημάτων $i(t)$, $u_0(t)$ και $q(t)$ αντίστοιχα και I_n , U_n και Q_n , τις κεντροβαριές ροπές, η τάξης των σχημάτων αυτών, ο Nash [1959] στηριζόμενς στη σχέση (2.20) απέδειξε ότι:

$$t_q = t_1 + t_u \quad (2.22)$$

$$Q_2 = I_2 + U_2 \quad (2.23)$$

$$Q_3 = I_3 + U_3 \quad (2.24)$$

$$Q_4 = I_4 + U_4 + 6I_2Q_2 \quad (2.25)$$

ενώ παρόμοιες σχέσεις ισχύουν και για μεγαλύτερης τάξης ροπές.

Σε ένα καταγραμμένο πλημμυρικό επεισόδιο είναι δυνατό να υπολογιστούν αριθμητικά οι ροπές I_n και Q_n , οπότε από τις παραπάνω σχέσεις υπολογίζονται οι ροπές του στιγμιαίου μοναδιαίου υδρογραφήματος U_n .

Η αναλυτική έκφραση του $u_o(t)$ θεωρητικά μπορεί να προσδιοριστεί όταν είναι γνωστές όλες οι ροπές U_n (για $n=2, \dots, \infty$). Στην πράξη όμως αρκούν οι 2 ή 3 πρώτες ροπές. Μάλιστα η σχέση (2.20) δείχνει την μαθηματική ομοιότητα της συνάρτησης $u_o(t)$ με τις χρησιμοποιούμενες στη θεωρία πιθανοτήτων συναρτήσεις πυκνότητας πιθανότητας. Ο Nash [1959] μελέτησε τις συναρτήσεις πυκνότητας πιθανότητας των κατανομών γάμα και λογαριθμοκανονικής. Ο πλήρης καθορισμός των εν λόγω συναρτήσεων μπορεί να γίνει μόνο από τα μεγέθη t_u και U_2 .

Στην παρούσα μελέτη, εξετάστηκαν οι δύο παραπάνω συναρτήσεις και φάνηκε ότι η λογαριθμοκανονική, όταν οι παράμετροι της υπολογίζονται από τις ροπές t_u και U_2 , δίνει καλύτερη προσαρμογή της θεωρητικής με την υπολογιστική τιμή της τρίτης ροπής U_3 , και στις δύο θέσεις που εξετάστηκαν (Γεφ. Σαρακίνας, Μουζακίου), και εν πάση περιπτώσει δίνει δυσμενέστερες παροχές αιχμής. Για το λόγο αυτό παρακάτω θα εξεταστεί μόνο η λογαριθμοκανονική συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας.

Η εξίσωση της εν λόγω συνάρτησης, προσαρμοσμένη στην εξεταζόμενη μεταβλητή, είναι:

$$u_o(t) = \frac{1}{t\sqrt{\pi h}} \exp \left[-\frac{(\ln t - g)^2}{h} \right] \quad (2.26)$$

όπου: g και h παράμετροι και $t > 0$.

Η τετμημένη του κέντρου βάρους (μέση τιμή) είναι:

$$\mu_u = \exp(g + h/4) \quad (2.27)$$

και γενικότερα οι ροπές τάξης n ως προς την αρχή είναι:

$$U'_n = \exp\left[\frac{h n^2}{4} + ng\right] \quad (2.28)$$

Από τις (2.27) και (2.28) προκύπτουν οι κεντρικές ροπές, U_n , που είναι:

$$\begin{aligned} U_2 &= \exp(h+2g) - \exp(h/2 + 2g) = \\ &= \exp(h/2 + 2g) \cdot \left[\exp(h/2) - 1 \right] \end{aligned} \quad (2.29)$$

$$\begin{aligned} U_3 &= \exp(9h/4 + 3g) - 3\exp(h/4 + g) \cdot \\ &\quad \cdot \left[\exp(h+2g) - \exp(h/2+2g) \right] - \exp(3h/4 + 3g) \end{aligned} \quad (2.30)$$

Οι συντελεστές διασποράς C_v είναι:

$$C_v = \frac{\sqrt{V_2}}{\mu_u} = \sqrt{\exp(h/2) - 1} \quad (2.31)$$

και ο συντελεστής ασυμμετρίας C_s :

$$C_s = C^3 v + 3C_v \quad (2.32)$$

Από τις σχέσεις (2.27) και (2.29), μπορούν να υπολογιστούν οι παράμετροι g και h συναρτήσει των μ_u και U_2 :

$$h = 2\ln\left[1 + \frac{U_2}{\mu^2 u}\right] = 2\ln(1 + C^2 v) \quad (2.33)$$

$$g = \ln \frac{\mu_u}{\left[1 + \frac{U_2}{\mu^2 u}\right]^{1/2}} = \ln \mu_u - h/4 \quad (2.34)$$

Τέλος η αδιάστατη μορφή $u^*(t^*)$ του στιγμιαίου μοναδιαίου υδρογραφήματος προκύπτει εύκολα από τη σχέση (2.11) και είναι:

$$u^*(t^*) = \frac{I}{t^* \sqrt{\pi h}} \exp\left[-\frac{(lnt^* + h/4)^2}{h}\right] \quad (2.35)$$

Παρατηρούμε ότι το αδιάστατο στιγμιαίο μοναδιαίο υδρογράφημα εξαρτάται μόνο από την παράμετρο h , που και αυτή με τη σειρά της εξαρτάται μόνο από το συντελεστή διασποράς C_v .

Σύμφωνα με την παραπάνω ανάλυση, η διαδικασία για την κατάρτιση του μοναδιαίου υδρογραφήματος είναι αρκετά απλή:

- Σε κάθε καταγραμμένο πλημμυρικό επεισόδιο υπολογίζονται οι τετμημένες των κέντρων βάρους και οι πρώτες (2 ή 3) κεντρικές ροπές του καθαρού υετογράμματος και του καθαρού πλημμυρογραφήματος
- Από τις σχέσεις (2.22) έως (2.25) υπολογίζονται οι αντίστοιχες ροπές του στιγμιαίου μοναδιαίου υδρογραφήματος
- Συνδυάζοντας τις διάφορες ομάδες τιμών των ροπών του στιγμιαίου μοναδιαίου υδρογραφήματος, υπολογισμένες από τα διάφορα επιλεγμένα πλημμυρικά επεισόδια, υπολογίζονται οι τελικές αντιπροσωπευτικές τιμές των εν λόγω ροπών. Θεωρούμε ότι οι τιμές αυτές είναι σκόπιμο να υπολογίζονται ως οι μέσοι όροι όλων των υπολογισμένων τιμών, αλλά όμως κατά την εφαρμογή στις πλημμύρες σχεδιασμού είναι δυνατό να τροποποιηθούν οι τιμές αυτές προς το δυσμενέστερο.
- Επιλέγεται η μαθηματική έκφραση του στιγμιαίου μοναδιαίου υδρογραφήματος (στην προκειμένη περίπτωση έχει επιλεγεί η εξίσωση της λογαριθμοκανονικής συνάρτησης πυκνότητας πιθανότητας) και υπολογίζονται οι παράμετροι της έκφρασης αυτής από τις αντίστοιχες ροπές.
- Περαιτέρω είναι απλό να προσδιοριστεί οποιοδήποτε μοναδιαίο υδρογράφημα, για οποιαδήποτε διάρκεια βροχής d : Από τη σχέση (2.2) υπολογίζεται (συνήθως με αριθμητική ολοκλήρωση) η καμπύλη $S_d(t)$ και στη συνέχεια από τη σχέση (2.1) υπολογίζεται το ζητούμενο μοναδιαίο υδρογράφημα $U_d(t)$.

Ας σημειωθεί ότι παρόλο που η μέθοδος χρησιμοποιεί περιορισμένο αριθμό ροπών και στηρίζεται σε μια κάπως αυθαίρετα επιλεγμένη μαθηματική καμπύλη, ο βαθμός ακρίβειας της είναι ικανοποιητικός. Συνήθως οι διάφορες της απόκρισης της λεκάνης στα διάφορα πλημμυ-

μυρικά επεισόδια είναι μεγαλύτερης τάξης μεγέθους από την εισαγόμενη ανακρίβεια λόγω των παραπάνω μειονεκτημάτων της μεθόδου.

2.3 - Προκαταρκτική Επεξεργασία των Καταγραμμένων πλημμυρικών γεγονότων

2.3.1 Γενικά

Ανεξάρτητα από το ποιά από τις δύο παραπάνω μεθόδους κατάρτισης μοναδιαίου υδρογραφήματος, επιλέγεται και χρησιμοποιείται, τα αρχικά δεδομένα παροχής και βροχόπτωσης χρειάζονται κάποια αρχική επεξεργασία. Αυτή συνίσταται (α) στον διαχωρισμό της "καθαρής" ή επιφανειακής απορροής από τη βασική ροή, (β) στην κατάρτιση ενός ολικού επιφανειακού υετογράμματος της καταγραμμένης καταιγίδας και (γ) στον διαχωρισμό των υδρολογικών απωλειών στο παραπάνω υετόγραμμα και στην παραγωγή του "καθαρού" ή ωφέλιμου υετογράμματος. Τα σημεία αυτά εξετάζονται αναλυτικά παρακάτω.

2.3.2 Διαχωρισμός Βασικής Ροής

Συνήθως θεωρείται μια γραμμική μεταβολή της βασικής ροής συναρτήσει του χρόνου. Η τιμή της βασικής ροής είναι γνωστή κατά τον χρόνο έναρξης του πλημμυρικού επεισοδίου, οπότε απομένει να προσδιοριστεί ένα ακόμα σημείο της γραμμικής συνάρτησης. Το σημείο που προσδιορίζεται αντιστοιχεί στο χρόνο τερματισμού της επιφανειακής απορροής. Η μεθοδολογία που χρησιμοποιείται συνήθως είναι γραφική:

Σχεδιάζεται σε λογαριθμική κλίμακα παροχής ο καθοδικός κλάδος του καταγραμμένου υδρογραφήματος. Στο διάγραμμα αυτό εμφανίζονται δύο διακεκριμένες ευθείες, από τις οποίες η πρώτη αντιστοιχεί στην εκθετική μείωση της επιφανειακής απορροής και η δεύτερη στην επίσης εκθετική, αλλά με σαφώς μικρότερο ρυθμό, μείωση της βασικής ροής. Κατά τον τρόπο αυτό προσδιορίζεται πλήρως το υδρογράφημα της βασικής ροής. Με αφαίρεση του τελευταίου από το συνολικό πλημμυρογράφημα προκύπτει το πλημμυρογράφημα επιφανειακής απορροής.

2.3.3 Κατάρτιση Ολικού Επιφανειακού Υετογράμματος

Συνήθως για τον προσδιορισμό του επιφανειακού υετογράμματος χρησιμοποιείται η μέθοδος των πολυγώνων Thiessen ή η ακριβέστερη αλλά πολυπλοκότερη μέθοδος των ισούετιων.

Στην υπό μελέτη λεκάνη ανάτη της γέφυρας Σαρακίνας η πολύ αραιή πυκνότητα βροχογραφικών σταθμών στη λεκάνη (1 σταθμός μέσα στη λεκάνη και 1 γειτονικός) δεν επιτρέπει τον ακριβή προσδιορισμό του επιφανειακού υετογράμματος. Για βελτίωση της ακριβείας χρησιμοποιήθηκε η ακόλουθη εμπειρική μέθοδος που αξιοποιεί και τις μετρήσεις των βροχομέτρων της λεκάνης.

- A. Υπολογίζεται με τη μέθοδο Thiessen το αρχικό υετόγραμμα βασισμένο στα διαθέσιμα ωριαία ύψη βροχής (Παλιοχώρι-Τρίκαλα).
- B. Υπολογίζεται από το σύνολο των βροχομέτρων της λεκάνης (Αγιόφυλλο - Μαλακάσι - Μετέωρα - Χρυσομηλιά - Βερδικούσα - Δεσκάτη) το 24ωρο (ή 48ωρο για μεγάλες διάρκειες βροχής) ύψος βροχής της λεκάνης, Η_λ
- Γ. Υπολογίζεται το αντίστοιχο 24ωρο (ή 48ωρο) ύψος βροχής, Η_β, με χρησιμοποίηση μόνο των σταθμών βάσης (Παλιοχώρι - Τρίκαλα).
- Δ. Πολλαπλασιάζεται το αρχικό υετόγραμμα (εδάφιο A) με το λόγο $\lambda = \frac{\eta_{\beta}}{\eta_{\alpha}}$ και έτσι προκύπτει το τελικό υετόγραμμα της λεκάνης.

2.3.4 Κατάρτιση Καθαρού Επιφανειακού Υετογράμματος

Για το διαχωρισμό υδρολογικών απωλειών και καθαρού υετογράμματος στο ολικό υετόγραμμα χρησιμοποιήθηκε η ακόλουθη εμπειρική σχέση του U.S. Soil Conservation Service (S.C.S.) (βλ. USBR [1977]).

$$H = \begin{cases} 0 & H_o \leq 0.2 \cdot S \\ \frac{(H_o - 0.2 \cdot S)^2}{H_o + 0.8 \cdot S} & H_o > 0.2 \cdot S \end{cases} \quad (2.36)$$

όπου: Η_ο το ολικό ύψος βροχής σε mm

Η το καθαρό (ωφέλιμο) ύψος βροχής σε mm (=Ho - Ηαπώλ) S παράμετρος (σε mm) που περιγράφει το μέγιστο δυνατό ύψος απωλειών που μπορεί να προγματοποιηθεί κατά τη διάρκεια του φαινομένου της απορροής.

Η παραπάνω σχέση αναπαριστά το φαινόμενο της μετατροπής της βροχής σε απορροή, με μεγαλύτερη ακρίβεια από ότι οι μέθοδοι που στηρίζονται σε δείκτες απωλειών, σταθερούς στο χρόνο (δείκτης Φ) ή μεταβλητούς (π.χ. εκθετικής μείωσης). Η σχέση εφαρμόζεται και για το τελικό ύψος βροχής της καταιγίδας αλλά και για ενδιάμεσες τιμές του, και έτσι προκύπτει η χρονική εξέλιξη του φαινομένου.

Στο μοντέλο που αντιπροσωπεύει η παραπάνω σχέση θεωρείται ότι ένα αρχικό ύψος βροχής, ίσο με $0.2 \cdot S$, μετατρέπεται άμεσα σε απώλειες (κατακράτηση). Στην επόμενη διάρκεια που εξελίσσεται η καταιγίδα το μοντέλο θεωρεί ότι μπορεί να μετατραπεί σε απώλειες μια πρόσθετη ποσότητα βροχής, το πολύ ίση με S. Κατά συνέπεια το συνολικό ύψος απωλειών μπορεί να φτάσει μέχρι $1.2 \cdot S$.

Η παράμετρος S συνδέεται με μια άλλη χαρακτηριστική παράμετρο, την CN (Curve Number - Αριθμός καμπύλης) με τη σχέση:

$$S[\text{mm}] = 25.4 \cdot \left[\frac{1000}{\text{CN}} - 10 \right] \quad (2.37)$$

Η παράμετρος CN παίρνει τιμές από 0 μέχρι 100, και επηρεάζεται από τις συνθήκες γεωλογίας, εδαφολογίας και φυτοκάλυψης στη λεκάνη απορροής καθώς και από τη χρονική απόσταση της υπό μελέτη καταιγίδας από προηγούμενες.

Στην προκειμένη περίπτωση το τελικό καθαρό ύψος βροχής και οι τελικές απώλειες, στο τέλος της καταιγίδας μπορούν να υπολογιστούν άμεσα από τον όγκο του καθαρού πλημμυρογραφήματος, δεδομένου ότι ισχύει:

$$V_{\text{επιφ.απορ.}} = H_{\text{τελ}} \cdot F_{\text{λεκ}}$$

Κατά συνέπεια ισχύει:

$$H_{\text{τελ}} = \frac{(H_0, \text{τελ} - 0.2 \cdot S)^2}{H_0, \text{τελ} + 0.8 \cdot S}$$

και έτσι από την παραπάνω σχέση μπορεί να υπολογιστεί η παράμετρος S που θα είναι:

$$S = 10 \cdot H_{\text{tel}} + 5 \cdot H_0, \text{tel} - 5 \sqrt{4 \cdot H^2_{\text{tel}} + 5H_{\text{tel}} \cdot H_0, \text{tel}} \quad (2.38)$$

2.4 - Εφαρμογή στη Λεκάνη Πηνειού Ανάντη της Γέφυρας Σαρακίνας

Όλα τα παραπάνω εφαρμόστηκαν για τα 6 χαρακτηριστικά πλημμυρογραφήματα της Σαρακίνας (βλ. παράγραφο 2.4 - εδάφιο (8)). Οι αριθμητικές τιμές των διαφόρων παραμέτρων φαίνονται στον πίνακα 1. Παρατηρείται ότι οι ροπές εμφανίζουν μεγάλες αποκλίσεις από επεισόδιο σε επεισόδιο γεγονός που μάλλον οφείλεται στην διαφορετική επιφανειακή διανομή των βροχοπτώσεων στη μεγάλης έκτασης εξεταζόμενη λεκάνη απορροής. Ετσι μια καταιγίδα που επικεντρώνεται κοντά στην έξοδο της λεκάνης δίνει μικρή τιμή της τετυμένης του κ.β του στιγμιαίου μοναδιαίου υδρογραφήματος και αντίστοιχα μικρές τιμές των κεντρικών ροπών, ενώ μια καταιγίδα που επικεντρώνεται στο ανάντη όριο της λεκάνης απορροής δίνει τα αντίθετα αποτελέσματα.

Οι μέσες τιμές των ροπών που υπολογίστηκαν από τα 6 επεισόδια είναι:

$$\mu_v = 6,84 \text{ h}$$

$$U_2 = 14,78 \text{ h}^2$$

$$U_3 = 31,66 \text{ h}^3$$

από τις οποίες προκύπτουν οι συντελεστές:

$$\text{διασποράς : } C_v = 0,562$$

$$\text{ασυμμετρίας : } C_s = 0,557$$

Οι παράμετροι της λογαριθμοκανονικής εξίσωσης του στιγμιαίου μοναδιαίου υδρογραφήματος προέκυψαν:

$$h = 0,55 \text{ και } g = 1,79$$

Το στιγμιαίο μοναδιαίο υδρογράφημα φαίνεται πινακοποιημένο σε αδιάστατη μορφή στον πίνακα 2 και σε κανονική μορφή στον πίνακα 3 η παροχή αιχμής που φτάνει τα $432 \text{ m}^3/\text{sec}$ για $t = 4,5 \text{ h}$. Ακόμα στον πίνακα 3 έχει υπολογιστεί και το μοναδιαίο υδρογράφημα της ίδιας λεκάνης για διάρκεια βροχής 1 ώρα που η αιχμή του φτάνει τα $427 \text{ m}^3/\text{sec}$ (για $t = 5 \text{ h}$).

Τα παραπάνω μοναδιαία υδρογραφήματα (στιγμιαίο και 1 ώρας) φαίνονται στα σχήματα 1 (στιγμιαίο σε αδιάστατη μορφή) και 2 (1ώρας). Ακόμα στο σχήμα 2 έχει χαρακτεί και το μοναδιαίο υδρογράφημα της ELECTROWATT για τη θέση φράγματος Κρύας Βρύσης (λίγο κατάντη της γέφυρας Σαρακίνας). Παρατηρείται μεγάλη απόκλιση των δύο υδρογραφημάτων, αφού οι αιχμές τους είναι 700 m^3/sec έναντι 427 m^3/sec . Η απόκλιση αυτή οφείλεται στο γεγονός ότι η ELECTROWATT ουσιαστικά χρησιμοποίησε μόνο 1 καταγραμμένο πλημμυρογράφημα για την παραγωγή του μοναδιαίου υδρογραφήματος το υπ' αριθμόν 1 (15/16-5-1960). Το πλημμυρογράφημα αυτό, παρόλη τη σχετικά υψηλή αιχμή του, σε απόλυτα μεγέθη είναι το πιο μικρό, αφού έχει τη μικρότερη παροχή αιχμής από όλα τα υπόλοιπα ($133 m^3/sec$) και τον μικρότερο πλημμυρικό όγκο ($2.105 \cdot 10^6 m^3$ που αντιστοιχεί σε καθαρό ύψος βροχής $1.98 mm$ - βλ. πίνακα 1). Κατά την άποψη μας η συγκεκριμένη πλημμύρα δεν κάλυψε το σύνολο της λεκάνης απορροής, αλλά περιορισμένη έκταση της. Για τους παραπάνω λόγους θεωρούμε ότι το πλημμυρογράφημα αυτό κακώς έχει ληφθεί ως βάση για το μοναδιαίο υδρογράφημα της λεκάνης. Το συμπέρασμα μας επιβεβαιώνεται παρακάτω και από τα άλλα πλημμυρογραφήματα της ίδιας λεκάνης απορροής, αλλά και από τη σύγκριση με το μοναδιαίο υδρογράφημα στο Μουζάκι.

Μετά την εξαγωγή του μοναδιαίου υδρογραφήματος της 1 ώρας, όπως περιγράφηκε παραπάνω, πραγματοποιήθηκε η αντίστροφη διαδικασία, δηλαδή υπολογίστηκαν τα τελικά πλημμυρογραφήματα με βάση τις αντίστοιχες καταιγίδες και το μοναδιαίο υδρογράφημα. Η σύγκριση αυτών των υπολογιστικών πλημμυρογραφημάτων με τα πραγματικά (καταγραμμένα) γίνεται στα σχήματα 4.1 έως 4.6. Παρατηρούμε ότι υπάρχει ικανοποιητική συμφωνία σε όλα σχεδόν τα πλημμυρικά επεισόδια. Μόνο στο επεισόδιο No 1 το υπολογιστικό πλημμυρογράφημα υπολείπεται του πραγματικού, γεγονός που έχει ήδη εξηγηθεί πιο πάνω. Στα επεισόδια No 2 και 4, έχουμε ταύτιση των δύο πλημμυρογραφημάτων. Στα επεισόδια No 3 και 6 εμφανίζεται χρονική απόκλιση των δύο καμπυλών, αλλά οι παροχές αιχμής είναι σχεδόν ίδιες (με ελαφρά μεγαλύτερες τις υπολογιστικές παροχές). Τέλος το πλημμυρογράφημα No 5 δίνει σαφώς μεγαλύτερη παροχή αιχμής σε σχέση με το πραγματικό.

2.5 - Εφαρμογή στη Λεκάνη Πλιούρη Ανάντη του Σταθμού Μουζακίου

Οπως αναφέρθηκε και προηγούμενα το μοναδιαίο υδρογράφημα στη θέση του σταθμού Μουζακίου έχει προσδιοριστεί με ικανοποιητική ακρίβεια στη μελέτη της ΔΕΗ [1986]. Το υδρογράφημα αυτό αναφέρεται σε διάρκεια βροχής 2h και φαίνεται στο σχήμα 3. Κατά συνέπεια είναι περιττός ο επαναπροσδιορισμός του στην παρούσα μελέτη. Αποφασίστηκε όμως να γίνει μια μικρή τροποποίηση του, βασισμένη στη μέθοδο των ροπών, για τους εξής δύο λόγους:

- (1) για να είναι άμεσα συγκρίσιμο με το υδρογράφημα της Σαρακίνας, και
- (2) για να είναι εύκολα μετατρέψιμο για οποιαδήποτε χρονική διάρκεια βροχής. Αυτό γιατί όπως διαπιστώθηκε οι τεταγμένες του παρουσιάζουν κάποια ανωμαλία και δεν δίνουν την τυπική μορφή της καμπύλης S, αλλά μια πριονωτής μορφής καμπύλη.

Η σχετική εργασία μπορεί να βασιστεί στο υπάρχον μοναδιαίο υδρογράφημα, χωρίς να είναι απαραίτητο να γίνει αναδρομή στα αρχικά καταγραμμένα πλημμυρογραφήματα. Οι ροπές του στιγμιαίου μοναδιαίου υδρογραφήματος μπορούν να προσδιοριστούν από τις ροπές του μοναδιαίου υδρογραφήματος των 2 ωρών και του αντίστοιχου ομοιόδορφου υετογράμματος διάρκειας 2 ωρών ($\mu_1 = 1h$, $I_2 = 0,5 \cdot (2^3 / 12) = 0,33h^2$, $I_3 = 0$).

Ετσι οι τελικές ροπές του στιγμιαίου μοναδιαίου υδρογραφήματος είναι:

$$\mu_v = 2,89 \text{ h}$$

$$U_2 = 5,69 \text{ h}^2$$

και ο αντίστοιχος συντελεστής διασποράς:

$$C_v = 0,83$$

Οι παράμετροι της λογαριθμοκανονικής εξίσωσης είναι:

$$h = 1,04 \text{ και } g = 0,80$$

Το στιγμιαίο μοναδιαίο υδρογράφημα φαίνεται πινακοποιημένο στους πίνακες 2 (σε αδιάστατη μορφή) και 4 (κανονική μορφή). Η παροχή αιχμής του φτάνει τα $125 \text{ m}^3/\text{sec}$ (για $t = 1,25 \text{ h}$). Στον πίνακα 3 έχει υπολογιστεί και το μοναδιαίο υδρογράφημα των 2 ωρών για την ίδια λεκάνη, το οποίο συντέθηκε από το στιγμιαίο. Η αιχμή του φτάνει τα $107 \text{ m}^3/\text{sec}$ (για $t = 2.75 \text{ h}$) που πλησιάζει πολύ την

αιχμή 112 m³/sec (για t = 2 h) του μοναδιαίου υδρογραφήματος της ΔΕΗ. Ας σημειωθεί ότι η εμφανιζόμενη χρονική απόσταση των δύο αιχμών (0.75 h) και η μικρή μείωση της αιχμής κατά 5 m³/sec δεν στοιχειοθετεί σφάλμα προσαρμογής της χρησιμοποιούμενης μεθόδου, αλλά είναι η αναγκαία βελτίωση για να προκύψει ομαλή μορφή της καμπύλης S. Πληρέστερη σύγκριση των δύο παραπάνω μοναδιαίων υδρογραφημάτων των 2 ωρών γίνεται και στο σχήμα 3. Τέλος σύγκριση του στιγμιαίου μοναδιαίου υδρογραφήματος του Μουζακίου, σε αδιάστατη μορφή, με το αντίστοιχο της Σαρακίνας, γίνεται στο σχήμα 1. Παρατηρούμε ότι το δεύτερο είναι ελαφρά δυσμενέστερο από το πρώτο, γεγονός που οφείλεται στο μικρότερο συντελεστή διασποράς του.

2.6 - Μεταφορά Μοναδιαίων Υδρογραφημάτων σε άλλες λεκάνες Απορροής

Τα δύο αδιάστατα στιγμιαία μοναδιαία υδρογραφήματα που έχουν καταρτιστεί για τις λεκάνες Σαρακίνας και Μουζακίου, μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως βάση για τη "σύνθεση" μοναδιαίων υδρογραφημάτων σε άλλες θέσεις, όπου δεν υπάρχουν τα απαιτούμενα δεδομένα για την άμεση παραγωγή. Πιο συγκεκριμένα θα χρησιμοποιήσουμε γενικά σαν βάση το υδρογράφημα της Σαρακίνας που είναι το δυσμενέστερο από τα δύο. Μόνο στη λεκάνη της Πύλης, που είναι γειτονική σε αυτή του Μουζακίου, έχοντας το ίδιο περίπου σχήμα και εμβαδό με αυτή, είναι σκόπιμο να χρησιμοποιηθεί σαν βάση το υδρογράφημα του Μουζακίου.

Εφόσον είναι γνωστή η αδιάστατη μορφή του στιγμιαίου μοναδιαίου υδρογραφήματος το μόνο που απομένει για τον πλήρη καθορισμό του είναι ο προσδιορισμός μιας χρονικής παραμέτρου, έστω της μ. Συνήθως ο προσδιορισμός αυτός στηρίζεται σε τοπογραφικά και άλλα χαρακτηριστικά της υπό εξέταση λεκάνης απορροής. Συγκεκριμένα δοκιμάστηκε με επιτυχία η μέθοδος του Βρετανικού Ινστιτούτου Υδρολογίας (βλ. Sutcliffe [1978]), κατάλληλα προσαρμοσμένη για το στιγμιαίο μοναδιαίο υδρογράφημα.

Η μέθοδος στην αυθεντική της μορφής δίνει το χρόνο ανόδου του μοναδιαίου υδρογραφήματος για διάρκεια 1 ώρας, με τη σχέση:

$$T_p = \frac{46,6 L^{0,14}}{S_{1085} \cdot (1+URBAN)^{1,99} RSMD^{0,4}} \quad (2.39)$$

1085

όπου: T_p = ο χρόνος ανόδου [h]
 L = το μήκος του κυρίου ρέματος [km]
 S_{1085} = η μέση κλιση του κυρίου ρέματος, [m/km] μετρημένη ανάμεσα στις θέσεις 10% και 85% του μήκους του, δηλαδή:

$$S_{1085} = \frac{H_{85\%} - H_{10\%}}{0,75 L}$$

$URBAN$ = η αναλογία εμβαδού των αστικών περιοχών μέσα στη λεκάνη απορροής, και

$RSMD$ = παράμετρος μεγέθους βροχοπτώσεων που πρακτικά για ορεινές/ημιορεινές λεκάνες απορροής είναι ίση με το ύψος 24ωρης βροχής για περίοδο επαφοράς 5 ετών [mm].

Για να εφαρμοστεί η μέθοδος σε συνδυασμό με το στιγμιαίο μοναδιαίο υδρογράφημα είναι σκόπιμο να τροποποιηθεί κατάλληλα ώστε να δίνει τον χρόνο t_v . Ο χρόνος ανόδου $T_{o,p}$ του στιγμιαίου υδρογραφήματος θα είναι κατά τα γνωστά:

$$T_{o,p} = T_p - 0,5 [h]$$

Εξάλλου από το αδιάστατο στιγμιαίο υδρογράφημα της Σαρακίνας προκύπτει:

$$T_{o,p} = 0,7 t_v$$

Συνδυάζοντας τις δύο παραπάνω εξισώσεις παίρνουμε:

$$t_v = \frac{T_p - 0,5[h]}{0,7} \quad (2.40)$$

Η εφαρμογή της μεθόδου στη λεκάνη Σαρακίνας δίνει τα ακόλουθα:

$$L = 62 \text{ km} \text{ (για τον κλάδο Πηνειός - Μουργάνι)}$$

$$S_{1085} = \frac{803 - 220}{0,75 * 62} = 12,54 \text{ m/km}$$

$RSMD = 86 \text{ mm}$ (από την αντίστοιχη όμβρια καμπύλη - βλ. τεύχος ομβρίων καμπυλών)

$URBAN = 0$ (μηδενική αστική ανάπτυξη)

Κατά συνέπεια:

$$t_p = \frac{46,6 * 62^{0,14}}{12,54^{0,38} * 86^{0,4}} = 5,35 \text{ h}$$

και

$$t_v = \frac{5,35 - 0,5}{0,70} = 6,93 \text{ h}$$

ενώ η πραγματική τιμή του t_v είναι 6,84 h, δηλαδή σχεδόν ταυτίζεται με την παραπάνω τιμή.

Αντίστοιχα στη λεκάνη Μουζακίου έχουμε:

$$L = 14 \text{ km}$$

$$S_{1085} = \frac{800 - 240}{0,75 * 14} = 47,1 \text{ m/km}$$

$$RSMD = 106 \text{ mm (από την αντίστοιχη όμβρια καμπύλη)}$$

$$URBAN = 0$$

Κατά συνέπεια:

$$t_p = \frac{46,6 * 14^{0,14}}{47,1^{0,38} * 106^{0,4}} = 2,42 \text{ h}$$

και

$$t_v = \frac{2,42 - 0,5}{0,7} = 2,75 \text{ h}$$

ενώ η πραγματική τιμή του t_v είναι 2,89 h. Και πάλι η προσέγγιση είναι απόλυτα ικανοποιητική.

Μετά τα παραπάνω συμπεραίνουμε ότι η προτεινόμενη μέθοδος μεταφοράς του στιγμιαίου μοναδιαίου υδρογραφήματος σε άλλες θέσεις της ευρύτερης λεκάνης του Πηνειού είναι ικανοποιητικής ακρίβειας.

3. ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΚΑΤΑΙΓΙΔΩΝ ΚΑΙ ΠΛΗΜΜΥΡΩΝ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

3.1 - Γενικά

Η κατάρτιση καταιγίδων και πλημμυρών σχεδιασμού για τις ορεινές και ημιορεινές λεκάνες απορροής της ευρύτερης λεκάνης Πηνειού, είναι πλέον εύκολη υπόθεση. Για το σκοπό αυτό διατίθενται ένα ευρύ φάσμα ομβρίων καμπύλων σε σημειακή βάση (στους κυριότερους βροχομετρικούς και βροχογραφικούς σταθμούς της Θεσσαλίας) αλλά και σε επιφανειακή βάση (8 κύριες υπολεκάνες). Οι όμβριες καμπύλες αυτές περιέχονται σε ειδικό τέυχος. Εξάλλου με βάση τη μεθοδολογία που διατυπώθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο είναι δυνατό να συντεθεί το μοναδιαίο υδρογράφημα σε οποιαδήποτε θέση, με τικανοποιητικό βαθμό ακρίβειας.

Απομένουν να καθοριστούν μερικές βασικές ή δευτερεύουσες παράμετροι που υπεισέρχονται στην κατάρτιση των καταιγίδων και πλημμυρών σχεδιασμού, πράγμα που θα γίνει στις επόμενες παραγράφους.

Θα πρέπει να τονιστεί ότι σύμφωνα με την επικρατούσα άποψη στην υδρολογία, η πλημμύρα σχεδιασμού ενός σοβαρού έργου είναι επιβεβλημένο να βασίζεται στην καταιγίδα σχεδιασμού, ακόμα και όταν υπάρχουν αρκετά δεδομένα άμεσων μετρήσεων πλημμυρών.

Η μέθοδος αυτή γενικά δίνει δυσμενέστερα αποτελέσματα από μια μέθοδο που θα στηριζόταν αποκλειστικά σε στατιστική ανάλυση των διαθέσιμων δεδομένων παροχής. Για το λόγο αυτό (αλλά και εξαιτίας της ανεπάρκειας των πρωτογενών δεδομένων παροχής) περιοριστήκαμε αποκλειστικά στην προσέγγιση των πλημμυρών σχεδιασμού μόνο μέσω καταιγίδων σχεδιασμού.

3.2 - Ομβριες Καμπύλες

Οπως προαναφέρθηκε διατίθεται ευρύ φάσμα ομβρίων καμπυλών, μετά από ανάλυση βροχομετρικών και βροχογραφικών δεδομένων, σε σημειακή και επιφανειακή βάση, που ισχύουν για διάρκειες από 1 έως 48 ώρες ή και περισσότερο. Για τις κύριες υπολεκάνες που αναφέρονται στις προβλεπόμενες θέσεις φραγμάτων της ELECTROWATT [1968] υπάρχουν έτοιμες καμπύλες που αναφέρονται στην επιφανειακή βροχόπτωση. Για άλλες δευτερεύουσες λεκάνες οι επιφανειακές

καμπύλες μπορούν να βασιστούν στις σημειακές των σταθμών που βρίσκονται μέσα σε αυτές ή/και των γειτονικών, ενώ οι σχετικοί μειωτικοί συντελεστές επιφανειακής αναγωγής μπορούν να ληφθούν από διαγράμματα της βιβλιογραφίας.

3.3 - Μοναδιαία Υδρογραφήματα

Το αδιάστατο στιγμιαίο μοναδιαίο υδρογράφημα της Σαρακίνας, που είναι το δυσμενέστερο από τα δύο υδρογραφήματα που προσδιορίστηκαν από άμεσες μετρήσεις, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως βάση για οποιαδήποτε υπολεκάνη της ευρύτερης λεκάνης του Πηνειού, εκτός από τις πεδινές λεκάνες. Ο χρόνος απάντησης t_u (δηλαδή ο χρόνος μέχρι το κ.β. του στιγμιαίου μοναδιαίου υδρογραφήματος) μπορεί να υπολογίζεται από τα τοπογραφικά και άλλα στοιχεία της λεκάνης απορροής με τις σχέσεις (2.39) και (2.40).

Βεβαίως το στιγμιαίο υδρογράφημα που προκύπτει κατά τον τρόπο αυτό αντιπροσωπεύει το μέσο όρο της απόκρισης της λεκάνης. Είναι αποραίτητο στις πλημμύρες σχεδιασμού πρωτευόντων έργων να λαμβάνεται ένα υδρογράφημα δυσμενέστερο από αυτό. Για αυτό θα πρέπει να μειώνεται ο χρόνος απόκρισης t_u , πράγμα που έχει συνέπεια την αύξηση της αντίστοιχης παροχής αιχμής. Θεωρούμε ότι η μείωση του t_u στο 80% παρέχει ικανοποιητική ασφάλεια. Πάντως στη βιβλιογραφία συνιστώνται και πιο δραστικές μειώσεις, π.χ. το Βρετανικό Ινστιτούτο Υδρολογίας συνιστά να γίνεται μείωση του χρόνου αυτού στα 2/3 για την εκτίμηση της μέγιστης πιθανής πλημύρας.

Μετά τον προσδιορισμό του αδιάστατου στιγμιαίου μοναδιαίου υδρογραφήματος $u^*(t^*)$, με την παραπάνω μέθοδο και του μη αδιάστατου $U_o(t)$ με τη χρήση των εξισώσεων (2.9), (2.11) και (2.7), μπορεί να προσδιοριστεί το μοναδιαίο υδρογράφημα της επιθυμητής διάρκειας με τις εξισώσεις (2.2) και (2.1). Στην εξισώση (2.2) μπορεί να χρησιμοποιηθεί η αναλυτική έκφραση του $U_o(t)$ βάσει της σχέσης (2.35), αλλά η ολοκλήρωση θα είναι κατ' ανάγκην αριθμητική.

3.4 - Περίοδοι Επαναφοράς Μελέτης

Για την κατάρτιση των πλημμυρών σχεδιασμού των υπερχειλιστών των

υπό μελέτη φραγμάτων θεωρούμε ότι είναι επιβεβλημένη η περίοδος επαναφοράς $T=10.000$. Σύμφωνα με τις νεότερες έρευνες η πλημμύρα αυτής της περιόδου επαναφοράς είναι μάλλον ισοδύναμη με την μέγιστη πιθανή πλημμύρα. Σημειώνουμε ότι η τιμή αυτή της περιόδου επαναφοράς αναφέρεται και στην καταιγίδα και στην πλημμύρα, δεδομένου ότι για τόσο σπάνια γεγονότα οι αντίστοιχες περίοδοι επαναφοράς θεωρούνται ότι συμπίπτουν.

Για τη μελέτη μικρότερης σημασίας έργων (π.χ. σηράγγων εκτροπής) βεβαίως θα χρησιμοποιηθούν μικρότερες περίοδοι επαναφοράς. Ο προσδιορισμός της περιόδου επαναφοράς σε αυτές τις περιπτώσεις δεν είναι αντικείμενο της υδρολογικής μελέτης, αλλά απαιτείται ο συνδυασμός της υδρολογικής και τεχνοοικονομικής μελέτης των έργων.

Για ενδεικτικούς και μόνο λόγους, στα παρακάτω κεφάλαια αυτής της μελέτης έχουν προσδιοριστεί και ορισμένες πλημμύρες για περίοδο επεναφοράς $T=20$. Η περίοδος αυτή αναφέρεται στη βροχόπτωση, ενώ η αντίστοιχη περίοδος για την πλημμύρα είναι μικρότερη (βλ. Sutcliffe [1978]).

3.5 - Διάρκειες Καταιγίδων σχεδιασμού

Δεν υπάρχει μονοσήμαντος τρόπος για τον καθορισμό της διάρκειας της καταιγίδας σχεδιασμού. Θεωρητικά η διάρκεια πρέπει να είναι η μεγαλύτερη δυνατή, στην πράξη όμως λαμβάνεται πολλαπλάσια του χρόνου απάντησης της λεκάνης και πάντως μεγαλύτερη της διάρκειας του μοναδιαίου υδρογραφήματος. Κανονικά στην περίπτωση του σχεδιασμού έργων που προκαλούν ανάσχεση πλημμύρας, στο χρόνο απάντησης της λεκάνης πρέπει να συνυπολογίζεται και ο χρόνος απάντησης του ταμιευτήρα κατά τη διόδευση. Αυτό συνεπάγεται μια ακόμα μεγαλύτερη διάρκεια της καταιγίδας σχεδιασμού.

Από την εμπειρία μας σε παρόμοια έργα, και παίρνοντας υπόψη ότι στις λεκάνες των υπό μελέτη φραγμάτων οι χρόνοι απάντησης τυκμαίνονται από 3-6 ώρες, θεωρούμε ικανοποιητική μια 24ωρη διάρκεια καταιγίδας.

3.6 - Χρονική Κατανομή της Βροχής

Βεβαίως μια βροχόπτωση 24ωρης διάρκειας δεν μπορεί ποτέ να έχει

ομοιόμορφη ένταση, και άλλωστε μια τέτοια παραδοχή θα υποεκτιμούσε σαφώς την πλημμυρική αιχμή.

Συνήθως για την κατανομή του συνολικού ύψους βροχής στο χρόνο χρησιμοποιούνται δύο ειδών μέθοδοι:

(α) Η μέθοδος της αδιάστατης χρονικής κατανομής

Ο επιμερισμός του ύψους βροχής στο χρόνο γίνεται σύμφωνα με μια προκαθορισμένη αδιάστατη κατανομή της μορφής ($H/H_{\text{τελ}}$) = συνάρτηση (t/D), όπου D η ολική διάρκεια της καταιγίδας, $t \leq D$ ο χρόνος H το ύψος βροχής στο χρόνο t , και $H_{\text{τελ}}$ το τελικό (συνολικό) ύψος της καταιγίδας. Η μορφή της παραπάνω συνάρτησης θεωρείται ανεξάρτητη της διάρκειας D και του ύψους $H_{\text{τελ}}$ και συνήθως προσδιορίζεται βάσει διαγραμμάτων της βιβλιογραφίας. Μια τέτοια μέθοδος συνιστάται και από το Βρετανικό Ινστιτούτο Υδρολογίας, το οποίο δίνει και ορισμένες καμπύλες αδιάστατων κατανομών.

(β) Η μέθοδος του δυσμενέστερου συνδυασμού των τμηματικών υψών βροχής.

Με τη μέθοδο αυτή 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 προτείνεται από το USBR[1977].

Παρόλο που θεωρητικά η δεύτερη μέθοδος βασίζεται στο δυσμενέστερο συνδυασμό των επιμέρους υψών βροχής, είναι δυνατό να δίνει μικρότερες πλημμύρες αιχμής από την πρώτη μέθοδο. Αυτό εξηγείται από το γεγονός ότι η πρώτη μέθοδος είναι δυνατό να δώσει μεγαλύτερα σε μέγεθος τμηματικά ύψη από τη δεύτερη, δεδομένου ότι δεν παίρνει υπόψη την όμβρια καμπύλη για τις ενδιάμεσες διάρκειες.

Θεωρούμε ότι πιο κατάλληλη μέθοδος για την παρούσα μελέτη είναι η δεύτερη, που έχει το πλεονέκτημα ότι βασίζεται αποκλειστικά σε δεδομένα που έχουν μετρηθεί στην περιοχή μελέτης και όχι σε

διαγράμματα της βιβλιογραφίας.

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. 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 υετόγραμμα. Η τεχνική αυτή υπακούει βέβαια σε κάποια λογική και αποδεικνύεται θεωρητικά ότι πράγματι δίνει τη μέγιστη παροχή αιχμής όταν συνδυαστεί με το μοναδιαίο υδρογράφημα.

3.7 - Απώλειες - Ωφέλιμη Βροχή

Θεωρούμε ότι η κατάλληλη μέθοδος για τον υπολογισμό των υδρολογικών απωλειών και κατά συνέπεια του καθαρού (ωφέλιμου) υετογράμματος, είναι η μέθοδος του S.C.S., η οποία άλλωστε χρησιμοποιήθηκε και στη φάση της κατάρτισης του μοναδιαίου υδρογραφήματος (βλ. παράγραφο 2.3.4).

Η τιμή της παραμέτρου $CN = 85$ θεωρείται ενδεδειγμένη για τις καταγίδες σχεδιασμού των υπερχειλιστών. Με την τιμή αυτή το ποσοστό των υδρολογικών απωλειών στη συνολική βροχόπτωση κυμαίνεται από 15% μέχρι 20% και οι τιμές αυτές θεωρούνται εύλογες. Εξάλλου οι προκύπτουσα τιμή της παραμέτρου S , που συμβολίζει το μέγιστο δυνατό ύψος απωλειών κατά τη διάρκεια της πλημμύρας, είναι 45 mm, τιμή που είναι αρκετά μικρότερη των αντίστοιχων που υπολογίστηκαν κατά τη διαδικασία κατάρτισης του μοναδιαίου υδρογραφήματος στη γεφύρα Σαρακίνας.

Για τις καταγίδες με μικρότερη περίοδο επαναφοράς θεωρείται σκόπιμο να ληφθεί η μειωμένη τιμή του $CN = 80$ mm.

3.8 - Βασική Ροή

Ο προσδιορισμός της βασικής ροής δεν είναι δυνατό να γίνει με την

ίδια ακρίβεια, όπως ο προσδιορισμός της επιφανειακής απορροής, αλλά αυτό δεν έχει τόσο μεγάλη σημασία, δεδομένου ότι η βασική ροή είναι μικρό ποσοστό της αιχμής της επιφανειακής απορροής.

Είναι σκόπιμο να συμπεριλάβουμε στη βασική ροή και την απορροή από την τήξη του χιονιού, δεδομένου ότι και αυτή παρουσιάζει παρόμοια εικόνα μεταβολής στο χρόνο, χωρίς έντονες διακυμάνσεις.

Με βάση και τα αποτελέσματα που προέκυψαν κατά την ανάλυση των πλημμυρών της Σαρακίνας, όπου η βασική ροή (μαζί και με την παροχή από την τήξη χιονιού) έφθασε κατά μέγιστο τα $170 \text{ m}^3/\text{sec}$ ή $0,16 \text{ m}^3/\text{sec/km}^2$, υιοθετήσαμε μια σταθερή τιμή της βασικής ροής ίση με $0,20 \text{ m}^3/\text{sec/km}^2$ για περίοδο επαναφοράς $T=10.000$ που μειώνεται σταδιακά μέχρι $0,10 \text{ m}^3/\text{sec/km}^2$ για περίοδο επαναφοράς $T=10÷20$ έτη.

4. ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΤΗ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΠΑΛΙΟΔΕΡΛΙ

4.1 - Η Λεκάνη Απορροής

Ο ποταμός Ενιπέας, πάνω στον οποίο προβλέπεται να κατασκευαστεί το φράγμα Παλιοδερλί, είναι ένας από τους κύριους παραποτάμους του Πηνειού. Η λεκάνη απορροής του εντοπίζεται στο Νοτιοανατολικό τμήμα της ευρύτερης λεκάνης του Πηνειού.

Ο Ενιπέας πηγάζει από το ορεινό συγκρότημα της Οθρυος. Αφού διασχίσει το ορεινό τμήμα της λεκάνης απορροής του, που φθάνει περίπου μέχρι τη θέση του προβλεπόμενου φράγματος, εισέρχεται στη Θεσσαλική πεδιάδα, την οποία διασχίζει με κατέυθυνση βορειοδυτική και στη συνέχεια ενώνεται με τον ποταμό Σοφαδίτη, που προέρχεται επίσης από τη νότια οροσειρά της Θεσσαλίας.

Στην ορεινή κοίτη του ποταμού σχηματίζονται διάφορα περίπου παράλληλα ρέματα, με κατεύθυνση βόρεια, που εκβάλουν σε αυτόν. Τα κυριότερα από τα οποία είναι της Ανάβρας, το Φυλιαδόρεμα, το Μπαρμπάρι, το Κληματόρεμα και το Ζαπαντόρεμα. Οι μηκοτομές όλων αυτών των ρεμάτων, καθώς και του κυρίου κλάδου του Ενιπέα ανάντη της γέφυρας Αμπελιάς, φαίνονται στο σχέδιο 9.3.

Η θέση του φράγματος Παλιοδερλί, όπως προτάθηκε από την ELECTROWATT [1970 β] βρίσκεται 6 χλμ. περίπου κατάντη της συμβολής του ρέματος Ανάβρας, στο όριο της ορεινής ζώνης και της Θεσσαλικής πεδιάδας.

Η λεκάνη απορροής ανάντη της θέσης φράγματος έχει εμβαδό 439,2 km² και μέσο υψόμετρο 662 m, ενώ η υψηλότερη κορυφή της βρίσκεται σε υψόμετρο 1694 m. Το σχήμα της λεκάνης είναι περίπου τετράγωνο με πλευρά 20 km. Το μήκος του κυρίου ρέματος ανάντη του φράγματος είναι 37 km.

4.2 - Ομβριες Καμπύλες

Οι όμβριες καμπύλες σε επιφανειακή βάση για το σύνολο της λεκάνης απορροής ανάντη του φράγματος (λεκάνη 3) έχουν υπολογιστεί και δίνονται αναλυτικά στο τεύχος ομβρίων καμπυλών. Πρόκειται για σχέσεις της μορφής :

$$h = at^b$$

όπου: τα a και b δίνονται για χαρακτηριστικές περιόδους επαναφοράς στον ακόλουθο πίνακα. Στον ίδιο πίνακα δίνονται και τα ύψη 24ωρης και 48ωρης για τις ίδιες περιόδους επαναφοράς.

**ΟΜΒΡΙΕΣ ΚΑΜΠΥΛΕΣ ΚΑΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΥΨΗ ΒΡΟΧΗΣ
ΛΕΚΑΝΗΣ 3 ΑΝΑΝΤΗ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΠΑΛΙΟΔΕΡΑΙ**

		$h=at^b$	(h σε mm - t σε h)		
		Σταθερές a και b	Υψη βροχής		
		a	b	24ωρης	48ωρης
T=	2	8,65	0,5172	45	64
T=	5	13,49	0,4882	64	89
T=	10	16,82	0,4803	77	108
T=	20	19,98	0,4754	91	126
T=	50	23,10	0,4831	107	150
T=	100	25,65	0,4827	119	166
T=	200	26,54	0,5012	131	185
T=	500	31,23	0,4874	147	206
T=	1000	32,90	0,4948	159	223
T=	2000	35,95	0,4911	171	241
T=	5000	38,48	0,4966	186	263
T=	10000	42,31	0,4874	199	279

4.3 - Μοναδιαίο Υδρογράφημα

Οπως ήδη έχει εξηγηθεί στην παράγραφο 1.4 (εδάφιο (5)) είναι αδύνατη η άμεση παραγωγή μοναδιαίου υδρογραφήματος του Ενιπέα από τα στοιχεία του σταθμού Αμπελιάς. Για το λόγο αυτό θα καταφύγουμε στην έμμεση μέθοδο σύνθεσης του μοναδιαίου υδρογραφήματος βάσει του αδιάστατου στιγμιαίου μοναδιαίου υδρογραφήματος της Γέφυρας Σαρακίνας, με τη μεθοδολογία που περιγράφηκε στην παράγραφο 2.6.

Το πρώτο βήμα για τη σύνθεση είναι ο καθορισμός του χρόνου

απόκρισης τυ. Η εφαρμογή της τροποποιημένης μεθόδου του Βρετανικού Ινστιτούτου Υδρολογίας δίνει τα ακόλουθα:

$$L = 37 \text{ km} \quad (\text{από τη μηκοτομή})$$

$$S_{1085} = \frac{715-318}{0,75*37} = 14,3 \text{ m/km} \quad (\text{από τη μηκοτομή})$$

$$RSMD = 64 \text{ mm} \quad (\text{από την όμβρια καμπύλη})$$

$$\text{URBAN} = 0$$

Κατά συνέπεια:

$$t_p = \frac{46,6*37^{0,14}}{14,3^{0,38}*64^{0,4}} = 5,33 \text{ h}$$

και

$$t_u = \frac{5,33 - 0,5}{0,7} = 6,89 \text{ h}$$

Την παραπάνω τιμή του χρόνου ανόδου t_p μπορούμε να ελέγξουμε, για λόγους σύγκρισης, και με άλλες ανάλογες μεθόδους, που χρησιμοποιούνται ευρύτατα. Η μέθοδος Snyder δίνει το χρόνο t_p (σε ώρες) από τη σχέση:

$$t_p = C_t (LL_c)^{0,3} \quad (4.1)$$

όπου L : το ολικό μήκος του κυρίου κλάδου του υδατορεύματος [km]

L_c : το μήκος του κυρίου κλάδου του υδατορεύματος, από την προβολή του κέντρου βάρους της λεκάνης μέχρι τη διατομή εξόδου [km]

C_t : συντελεστής που εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά της λεκάνης και στην Αμερική βρέθηκε να έχει από 1.8 μέχρι 2.0, στο αγγλοσαξωνικό σύστημα μονάδων, ή 1,35 μέχρι 1,5 στο μετρικό σύστημα. Στην Ελλάδα είναι πιθανότερη η τιμή 1.0, στο αγγλοσαξωνικό σύστημα ή 0,75 στο μετρικό σύστημα, που άλλωστε υιοθετήθηκε από τον ίδιο τον Snyder, σε μια μελέτη του για τον Αραχθό.

Κατά συνέπεια για την υπό εξέταση λεκάνη, στην οποία είναι $L = 37 \text{ km}$ και $L_c = 20 \text{ km}$ έχουμε :

$$t_p = 0,75 * (37 * 20)^{0,3} = 5,44 \text{ h}$$

Κατά τον Snyder η τιμή αυτή αντιστοιχεί σε βροχόπτωση διάρκειας $t_p/5.5 = 5,44/5,5 \approx 1\text{h}$. Κατά τον τρόπο βρίκαμε να επαληθεύεται η παραπάνω τιμή του χρόνου ανόδου (άρα και του χρόνου απάντησης) και από τη σχέση Snyder ($5,44 \approx 5,33$).

Τέλος θα χρησιμοποιήσουμε και τη σχέση Giandotti, που έχει δοκιμαστεί ευρύτατα στον Ελληνικό χώρο. Η σχέση αυτή δίνει το χρόνο συρροής της λεκάνης, t_o (σε ώρες) και είναι:

$$t_o = \frac{4\sqrt{A} + 1,5 L}{0,8 \sqrt{Z_M - Z_E}}$$

όπου A : έκταση της λεκάνης $[\text{km}^2]$

L : ολικό μήκος του κυρίου κλάδου του υδατορεύματος $[\text{km}]$

Z_M : μέσο υψόμετρο της λεκάνης $[\text{m}]$

Z_E : υψόμετρο διατομής εξόδου $[\text{m}]$

Σύμφωνα με το USBR [1977] ο χρόνος ανόδου του μοναδιαίου υδρογραφήματος δίνεται συναρτήσει του χρόνου συρροής t_o από τη σχέση:

$$t_p = 0,6 t_o + D/2$$

όπου D η διάρκεια βροχής

Ετοι στην υπό μελέτη λεκάνη έχουμε:

$$A = 439,2 \text{ km}^2$$

$$L = 37 \text{ km}$$

$$Z_M = 662 \text{ m}$$

$$Z_E = 290 \text{ m}$$

οπότε ο χρόνος συρροής προκύπτει:

$$t_o = \frac{4\sqrt{439,2} + 1.5 * 37}{0.8 * \sqrt{662 - 290}} = 9,03 \text{ h}$$

και ο χρόνος ανόδου θα είναι:

$$t_p = 0,6 * 9,03 + 0.5 = 5,91 \text{ h}$$

δηλαδή με την τελευταία μεθοδολογία ο χρόνος ανόδου (και κατά συνέπεια και ο χρόνος απάντησης) προκύπτει ελαφρά μεγαλύτερος σε σχέση με την τιμή που δίνει η μέθοδος του Βρετανικού Ινστιτούτου Υδρολογίας.

Μπορούμε λοιπόν να υιοθετήσουμε για το μέσο στιγμιαίο υδρογράφημα την τιμή $t_u = 6,89$ h. Σύμφωνα με όσα αναφέρθηκαν στην παράγραφο 3.3, προκειμένου να υπολογιστεί η πλημμύρα μελέτης των πρωτευόντων έργων είναι σκόπιμο να μειωθεί η τιμή αυτή στο 80%, οπότε η τελική τιμή του κρίσιμου στιγμιαίου μοναδιαίου υδρογραφήματος θα είναι:

$$t_u = 0,8 * 6,89 = 5,51 \text{ h}$$

Η παροχή Q_o που απαιτείται για τον προσδιορισμό του τελικού μοναδιαίου υδρογραφήματος διάρκειας 1 ώρας, από το αντίστοιχο στιγμιαίο αδιάστατο υπολογίζεται από τη σχέση (2.5), και είναι:

$$Q_o = \frac{439,2}{0,36} = 1220 \text{ m}^3/\text{sec}$$

Με βάση τα παραπάνω έγινε αριθμητικός υπολογισμός του μοναδιαίου υδρογραφήματος στη θέση φράγματος Παλιοδερλί, στον πίνακα 5. Το μοναδιαίο υδρογράφημα αυτό φαίνεται και στο σχήμα 5. Παρατηρείται πολύ μεγάλη απόκλιση από το αντίστοιχο μοναδιαίο υδρογράφημα της ELECTROWATT [1970 β], αφού αυτό της παρούσας μελέτης έχει αιχμή 216 m^3/sec , ενώ της ELECTROWATT 450 m^3/sec , δηλαδή υπερδιπλάσια.

4.4 - Πλημμύρα Μελέτης Υπερχειλιστή

Οπως αναφέρθηκε στην παράγραφο 3.4 η περίοδος επαναφοράς μελέτης του υπερχειλιστή καθορίζεται ίση με 10.000 έτη. Σύμφωνα με τα κριτήρια και τη μεθοδολογία που αναπτύχθηκαν στις παραγράφους 3.5 μέχρι 3.8 υπολογίστηκε στο πίνακα 6 το πλημμυρογράφημα μελέτης του υπερχειλιστή, που φαίνεται και στο σχήμα 6. Ειδικά η βασική ροή τέθηκε ίση με 150 m^3/sec , τιμή που είχε προσδιοριστεί στη μελέτη της ELECTROWATT [1970 β]. Συνοπτικά τα κύρια χαρακτηριστικά της καταγίδας και πλημμύρας μελέτης είναι τα ακόλουθα:

Μέγεθος		Τιμή Παρούσας Μελέτης	Τιμή Μελέτης ELECTROWATT
Διάρκεια βροχής	[h]	24	24
Ολικό ύψος βροχής	[mm]	199,1	100
Ωφέλιμο ύψος βροχής	[mm]	153,9	60
Απώλειες	[%]	22,7	40
Παροχή αιχμής	[m³/sec]	2015	2400
Συνολικός όγκος πλημμύρας	[m³ * 10⁶]	95,65	33,10

4.5 - Διόδευση της Πλημμύρας Μελέτης

4.5.1 Χαρακτηριστικά Υπερχειλιστή - Καμπύλη Στάθμης - Παροχής

Βεβαίως ο τύπος και τα χαρακτηριστικά του υπερχειλιστή δεν είναι θέματα της υδρολογικής μελέτης. Εξάλλου αυτά δεν έχουν ακόμα καθοριστεί πλήρως από τον μελετητή του φράγματος. Εποι δεν είναι δυνατό να συντεθεί μια ακριβής καμπύλη στάθμης - παροχής υπερχειλιστή, στην παρούσα φάση της μελέτης.

Για ενδεικτικούς όμως λόγους θεωρήθηκε ένας υπερχειλιστής πλάτους 69 μ. με στέψη στα +349,00 m (όπως προβλέπονται στη μελέτη της ELECTROWATT), και με την εξής απλοποιημένη σχέση στάθμης - παροχής:

$$Q = cLH^{3/2}$$

όπου Q: παροχή [m³/sec]

H: ολικό ύψος ενέργειας [m] = στάθμη ταμιευτήρα, μετρούμενη από τη στέψη του υπερχειλιστή

L: πλάτος υπερχειλιστή

c: συντελεστής ίσος με 2,0 για το μετρικό σύστημα μονάδων.

4.5.2 Καμπύλες Στάθμης - Ογκου και Στάθμης-Επιφάνειας Ταμιευτήρα

Οι καμπύλες αυτές, που είναι απαραίτητες για την διόδευση της πλημμύρας, δεν έχουν καθοριστεί σε τελική μορφή από τον μελετητή του φράγματος. Εδώ χρησιμοποιήθηκαν οι καμπύλες της μελέτης της ELECTROWATT [1971], από τις οποίες προέκυψαν οι ακόλουθες τιμές:

Στάθμη	Επιφάνεια Ταμιευτήρα (km ²)	Ογκος Ταμιευτήρα (m ³ *10 ⁶)
345	4,6	94
349	5,0	115
355	6,6	160

4.5.3 - Μέθοδος διόδευσης

Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε για τη διόδευση βασίζεται στην εξίσωση συνέχειας και την καμπύλη στάθμης - παροχής του υπερχειλιστή.

Η εξίσωση συνέχειας για τον ταμιευτήρα γράφεται:

$$\frac{dv}{dt} + Q = I$$

όπου $V = V(z, t)$ = ογκος ταμιευτήρα

$Q = Q(z, t)$ = παροχή εκροής υπερχειλιστή

$I = I(t)$ = παροχή εισροής στον ταμιευτήρα

z = στάθμη ταμιεύτηρα = $z_{\Sigma} + H$

z_{Σ} = στέψη υπερχειλιστή

t = χρόνος

Η παραπάνω διαφορική εξίσωση μπορεί να γραφεί υπό μορφή πεπερασμένων διαφορών. Αν θεωρήσουμε το χρονικό διάστημα $\Delta t_n = t_{n+1} - t_n$ θά έχουμε:

$$I = \frac{I_n + I_{n+1}}{2}$$

$$Q = \frac{Q_n + Q_{n+1}}{2}$$

$$\frac{dV}{dt} = \frac{V_{n+1} - V_n}{\Delta t_n}$$

όποτε:

$$\frac{V_{n+1} - V_n}{\Delta t_n} = \frac{I_n + I_{n+1}}{2} - \frac{Q_n + Q_{n+1}}{2}$$

Όταν η ολοκλήρωση προχωρεί από το χρόνο t_n στο χρόνο t_{n+1} , οι άγνωστοι στην πιο πάνω εξίσωση είναι τα V_{n+1} και Q_{n+1} . Και οι δύο άγνωστοι μπορούν να εκφραστούν ως συναρτήσεις της στάθμης z_{n+1} (μέσω της καμπύλης στάθμης - όγκου και της καμπύλης στάθμης - παροχής, αντίστοιχα). Κατά συνέπεια σε κάθε βήμα να προσδιορίζεται με κάποια κατάλληλη αριθμητική μέθοδο η στάθμη z_{n+1} , από την παραπάνω εξίσωση διαφορών, και στη συνέχεια τα V_{n+1} και Q_{n+1} .

4.5.4 - Υπολογισμοί - Αποτελέσματα

Οι υπολογισμοί διόδευσης, στηριγμένοι στα παραπάνω έγιναν με πρόγραμμα ηλεκτρονικού υπολογιστή (γλώσσα Pascal). Τα αποτελέσματα συνοψίζονται στον ακόλουθο πίνακα, ενώ αναλυτικά οι υπολογισμοί φαίνονται στον πίνακα 7 και σχηματικά τα υδρογραφήματα εισροής και εκροής φαίνονται στο σχήμα 7.

Μέγεθος	Τιμή Παρούσας Μελέτης	Τιμή Μελέτης ELECTROWATT
Παροχή αιχμής εισροής [m ³ /sec]	2015	2400/1700(*)
Παροχή αιχμής εκροής [m ³ /sec]	13523	630/670(*)
Μέγιστο όγκος ανάσχεσης [m ³ /sec]	33,68	
Μέγιστη στάθμη Ταμιευτήρα [m]	353,58	351,90/352(*)

(*) : Αναφέρονται στην πλημμύρα που προκαλείται από 48ωρη

βροχόπτωση.

4.6 - Σύγκριση με τη Μελέτη ELECTROWATT [1970 β]

Οπως φάνηκε από τις συγκρίσεις που έγιναν στις προηγούμενες παραγράφους υπάρχει μεγάλη απόκλιση στις παραμέτρους σχεδιασμού που προτείνονται σε αυτή τη μελέτη και στις αντίστοιχες παραμέτρους της μελέτης ELECTROWATT. Πιο συγκεκριμένα:

- Η αιχμή του μοναδιαίου υδρογραφήματος στην παρούσα μελέτη είναι $216 \text{ m}^3/\text{sec}$ ενώ στη μελέτη ELECTROWATT είναι $450 \text{ m}^3/\text{sec}$
- Το ύψος της 24ωρης καταιγίδας σχεδιασμού στην παρούσα μελέτη υπολογίζεται για περιόδο επαναφοράς $T=10.000$ και είναι 199 mm, ενώ στη μελέτη ELECTROWATT υπολογίζεται σαν το ύψος της μέγιστης πιθανής κατακρήμνισης και είναι μόνο 100 mm. Ακόμα μεγαλύτερη απόκλιση υπάρχει στα καθαρά ύψη βροχής (154 mm έναντι 60 mm)
- Οι παροχές αιχμής των πλημμυρών (εισροής) σχεδιασμού πλησιάζουν αρκετά, λόγω αλληλοαναίρεσης των παραπάνω διαφορών. Ετσι στην παρούσα μελέτη η αιχμή είναι $2015 \text{ m}^3/\text{sec}$, ενώ στη μελέτη ELECTROWATT είναι $2400 \text{ m}^3/\text{sec}$.
- Μεγάλη απόκλιση εμφανίζεται στους πλημμυρικούς όγκους. Ετσι στην παρούσα μελέτη ο συνολικός όγκος της πλημμύρας σχεδιασμού είναι $96 \times 10^6 \text{ m}^3$, ενώ στη μελέτη ELECTROWATT μόνο $33 \times 10^6 \text{ m}^3$.
- Σαν συνέπεια της απόκλισης των πλημμυρικών όγκων εμφανίζεται μεγάλη απόκλιση και στις παροχές αιχμής εκροής. Ετσι στην παρούσα μελέτη η αιχμή εκροής είναι $1350 \text{ m}^3/\text{sec}$, ενώ στη μελέτη ELECTROWATT $630 \text{ m}^3/\text{sec}$.

Θεωρούμε ότι οι παράμετροι που προτείνονται στη παρούσα μελέτη είναι πιο κοντά στην (ελληνική) πραγματικότητα και ως εκ τούτου θα πρέπει να αναθεωρηθεί η διαστασιολόγηση του υπερχειλιστή, με αύξηση των διαστάσεων του, οι οποίες κρίνονται σαφώς ανεπαρκείς.

4.7 - Πλημμύρα Συχνότητας 1:20

Για λόγους σύγκρισης υπολογίστηκε και διοδεύτηκε από τον

υπερχειλιστή και μια πλημμύρα σχετικά χαμηλής συχνότητας και συγκεκριμένα αυτή που αντιστοιχεί σε περίοδο επαναφοράς $T=20$ έτη. Οι υπολογισμοί είναι πανομοιότυποι και φαίνονται στους πίνακες 8 και 9. Η βασική ροή θεωρήθηκε ίση με $0,10 * 439,2 \approx 45$ m^3/sec . Η παράμετρος CN για τον καθορισμό των απωλειών βροχής θεωρήθηκε ίση με 80. Συνοπτικά τα αποτελέσματα των υπολογισμών είναι τα ακόλουθα:

Μέγεθος		Τιμή
Διάρκεια βροχής	[h]	24
Ολικό ύψος βροχής	[mm]	90,5
Ωφέλιμο ύψος βροχής	[mm]	42,9
Απώλειες	[%]	52,7
Παροχή αιχμής εισροής	[m^3/sec]	665,3
Ολικός όγκος πλημμύρας	[$m^3 * 10^6$]	27,24
Παροχή αιχμής εκροής	[m^3/sec]	354,0
Μέγιστος όγκος ανάσχεσης	[m^3/sec]	12,91
Μέγιστη στάθμη Ταμιευτήρα	[m]	350,87

**5. ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΤΗ ΦΡΑΓΜΑΤΩΝ
MOYZAKIOU ΚΑΙ ΠΥΛΗΣ**

5.1 - Οι Λεκάνες Απορροής

Τα φράγματα Μουζακίου και Πύλης προβλέπεται να κατασκευαστούν στους ποταμούς Πλιούρη και Πορταϊκό αντίστοιχα. Οι δύο γειτονικές λεκάνες απορροής εντοπίζονται στο νοτιοδυτικό τμήμα της ευρύτερης λεκάνης του Πηνειού.

Οι δύο ποταμοί πηγάζουν από το ορεινό συγκρότημα της Πίνδου και ακολουθούν παράλληλες πορείες με βορειοανατολική κατεύθυνση. Η ορεινή κοίτη τους τερματίζεται περίπου στις θέσεις των προβλεπομένων φραγμάτων και στη συνέχεια εισέρχονται στην Θεσσαλική πεδιάδα, πριν συμβάλλουν με τον Πηνειό. Ειδικά η κοίτη του Πλιούρη έχει συντομευθεί με την κατασκευή νέας κοίτης εκτροπής, πριν την συμβολή με τον Πηνειό.

Οι θέσεις των προβλεπομένων φραγμάτων εντοπίζονται στο όριο των ορεινών ζωνών των δύο λεκανών και της Θεσσαλικής πεδιάδας. Οι θέσεις αυτές φαίνονται στο σχέδιο 3.

Τα δύο φράγματα θα κατασκευαστούν σε κοντινή απόσταση περίπου 8 km σε ευθεία γραμμή. Ο ταμιευτήρας Πύλης δεν θα έχει σημαντική χωρητικότητα και γι' αυτό τα δύο έργα θα συνδέονται με σήραγγα, ώστε τμήμα της απορροής της λεκάνης Πύλης να οδηγείται στον ταμιευτήρα Μουζακίου. Εξάλλου ο ταμιευτήρας Μουζακίου είναι ο αποδέκτης της εκτροπής του Αχελώου, αφού προβλέπεται να συνδεθεί και με τον ταμιευτήρα Συκιάς μέσω σήραγγας.

Οι λεκάνες απορροής των ποταμών Πλιούρη και Παμίσου ανάντη των θέσεων φραγμάτων Μουζακίου και Πύλης έχουν εμβαδό 142 και 131 km² αντίστοιχα και μέσα υψόμετρα 838 m και 966 m αντίστοιχα. Τα μέγιστα και ελάχιστα υψόμετρα είναι 1971 m και 205 m για τη λεκάνη Μουζακίου και 1736 m και 264 m για τη λεκάνη Πύλης. Γενικά οι δύο λεκάνες απορροής παρουσιάζουν παρόμοια φυσιογραφικά και κλιματικά χαρακτηριστικά.

5.2 - Οι Βριες Καμπύλες

Οι όμβριες καμπύλες σε επιφανειακή βάση για το σύνολο των δύο λεκανών απορροής ανάντη των φραγμάτων (λεκάνες 7 και 8) έχουν υπολογιστεί και δίνονται αναλυτικά στο τεύχος ομβρίων καμπυλών. Πρόκειται για σχέσεις της μορφής:

$$h=at^b$$

όπου τα a και b δίνονται για χαρακτηριστικές περιόδους επαναφοράς στον ακόλουθο πίνακα. Στον ίδιο πίνακα δίνονται και τα ύψη 24ωρης και 48ωρης για τις ίδιες περιόδους επαναφοράς.

ΟΜΒΡΙΕΣ ΚΑΜΠΥΛΕΣ ΚΑΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΛΕΚΑΝΗΣ 7
ΥΨΗ ΒΡΟΧΗΣ ΑΝΑΝΤΗ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΠΥΛΗΣ

	$h=at^b$	(h σε mm - t σε h)		Υψη βροχής	
		a	b	24ωρης	48ωρης
	2	11,64	0,6308	86	134
T=	5	14,63	0,6464	114	179
T=	10	16,67	0,6548	134	210
T=	20	18,65	0,6613	153	241
T=	50	21,01	0,6681	176	279
T=	100	22,90	0,6723	194	309
T=	200	24,69	0,6759	211	338
T=	500	27,06	0,6797	235	376
T=	1000	28,83	0,6823	252	405
T=	2000	30,68	0,6844	270	434
T=	5000	33,04	0,6870	293	472
T=	10000	34,80	0,6887	311	501

ΟΜΒΡΙΕΣ ΚΑΜΠΥΛΕΣ ΚΑΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΔΕΚΑΝΗΣ 8
ΥΨΗ ΒΡΟΧΗΣ ΑΝΑΝΤΗ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΜΟΥΖΑΚΙΟΥ

$h=at^b$ (h σε mm - t σε h)

	Σταθερές α και β	Υψη βροχής			
		α	β	24ωρης	48ωρης
T= 2	16,37	0,4806		75	105
T= 5	19,50	0,4933		93	132
T= 10	21,51	0,5028		106	151
T= 20	23,43	0,5110		119	169
T= 50	25,62	0,5204		134	192
T= 100	27,41	0,5263		146	210
T= 200	29,06	0,5317		157	228
T= 500	31,25	0,5377		173	251
T= 1000	32,88	0,5418		184	268
T= 2000	34,59	0,5454		196	286
T= 5000	36,78	0,5496		211	309
T= 10000	38,40	0,5524		222	326

5.3 - Μοναδιαία υδρογραφήματα

Το μοναδιαίο υδρογράφημα στη θέση του σταθμού Μουζακίου, στιγμιαίο και για διάρκεια βροχής 2 ωρών, έχει παραχθεί στην παράγραφο 2.5. Η μεταφορά στη θέση του φράγματος δεν προϋποθέτει αλλαγή του χρόνου t_u , αλλά μόνο της παραμέτρου Q_o , που σύμφωνα με τη σχέση 2.5 θά είναι:

$$Q_o = \frac{142}{0,36} = 394,4 \text{ m}^3/\text{sec}$$

Βεβαίως για τους λόγους που εξηγήθηκαν στην παράγραφο 3.3 απαιτείται να ληφθεί για τους υπολογισμούς ένα δυσμενέστερο μοναδιαίο υδρογράφημα, στο οποίο θα είναι:

$$t_v = 0,80 * 2,89 = 2,31 \text{ h}$$

Οι τεταγμένες αυτού του μοναδιαίου υδρογραφήματος για διάρκεια βροχής 1h, υπολογίστηκαν με τη μεθοδολογία που αναλύθηκε προηγούμενα και φαίνονται στον πίνακα 10. Σημειώνεται ότι η αιχμή του αυξήθηκε σε $138,5 \text{ m}^3/\text{sec}$.

Το μοναδιαίο υδρογράφημα στη θέση φράγματος Πύλης συντέθηκε με τη μεθοδολογία της παραγράφου 2.6. Ο χρόνος απόκρισης t_v υπολογίζεται με βάση τα ακόλουθα στοιχεία:

$$L = 12,5 \text{ km}$$

$$S_{1085} = \frac{650-240}{0,75*12,5} = 43,7 \text{ m/km}$$

$$RSMD = 134 \text{ mm} \quad (\text{από την όμβρια καμπύλη για } T=5)$$

$$\text{URBAN} = 0$$

Άρα:

$$t_p = \frac{46,6*12,5^{0,14}}{43,7^{0,38}*131^{0,4}} = 2,24 \text{ h}$$

και

$$t_v = \frac{2,24 - 0,5}{0,7} = 2,49 \text{ h}$$

Για τους γνωστούς λόγους λαμβάνεται τελικά:

$$t_v = 0,80*2,49 = 1,99 \text{ h}$$

Σαν βάση για τη σύνθεση του μοναδιαίου υδρογραφήματος της Πύλης χρησιμοποιείται το αδιάστατο στιγμιαίο μοναδιαίο υδρογράφημα του Μουζακίου. Η παράμετρος Q_0 που χρειάζεται για την αναγωγή από την αδιάστατη μορφή σε κανονική είναι:

$$Q_0 = \frac{131}{0,36} = 363,8 \text{ m}^3/\text{sec}$$

Οι τεταγμένες του μοναδιαίου υδρογραφήματος αυτού, για διάρκεια βροχής 1 h, υπολογίστηκαν με τη μεθοδολογία που αναπτύχθηκε προηγούμενα και φαίνονται στον πίνακα 12. Η αιχμή του φτάνει τα $133,4 \text{ m}^3/\text{sec}$.

5.4 - Πλημμύρες Σχεδιασμού υπερχειλιστών

Η περίοδος επαναφοράς της πλημμύρας σχεδιασμού των υπερχειλιστών, καθορίζεται ίση με $T=10.000$ έτη. Σύμφωνα με τα κριτήρια και τη μεθοδολογία που αναπτύχθηκαν στις παραγράφους 3.5 μέχρι 3.8 υπολογίστηκαν στους πίνακες 10 και 12 τα πλημμυρογραφήματα σχεδιασμού των υπερχειλιστών των δύο φραγμάτων, που φαίνονται και στα σχήματα 8 και 9. Οι βασικές ροές εκτιμήθηκαν ως εξής:

- Για τη λεκάνη Μουζακίου

$$0,20 * 142 = 28 \text{ m}^3/\text{sec}$$

- Για τη λεκάνη Πύλης

$$0,20 * 131 = 26 \text{ m}^3/\text{sec}$$

Η παράμετρος CN για τον καθορισμό των απωλειών βροχής θεωρήθηκε ίση με 85.

Συνοπτικά τα κύρια χαρακτηριστικά των καταιγίδων και πλημμυρών σχεδιασμού είναι τα ακόλουθα:

ΦΡΑΓΜΑ ΠΥΛΗΣ

Μέγεθος		Τιμή Παρούσας Μελέτης	Τιμή Μελέτης ΔΕΗ
Διάρκεια βροχής	[h]	24	24
Ολικό ύψος βροχής	[mm]	310,5	416,5
Ωφέλιμο ύψος βροχής	[mm]	262,6	370,7
Απώλειες	[%]	15,5	11,0
Παροχή αιχμής	[m ³ /sec]	900,3	1199,0
Συνολικός όγκος πλημμύρας	[m ³ *10 ⁶]	38,34	50,11

ΦΡΑΓΜΑ MOYZAKIOΥ

Μέγεθος		Τιμή Παρούσας Μελέτης	Τιμή Μελέτης ΔΕΗ
Διάρκεια βροχής	[h]	24	24
Ολικό ύψος βροχής	[mm]	222,2	255,3
Ωφέλιμο ύψος βροχής	[mm]	176,2	227,3
Απώλειες	[%]	20,7	11,0
Παροχή αιχμής	[m ³ /sec]	882,0	798,0
Συνολικός όγκος πλημμύρας	[m ³ *10 ⁶]	29,25	33,83

5.5 - Διόδευση των Πλημμυρών Μελέτης

Για τον υπερχειλιστή του φράγματος Πύλης μπορεί να υποτεθεί ότι η πλημμύρα εκροής είναι περίπου ίση με την πλημμύρα εισροής (αιχμή 900 m^3/sec), δεδομένου ότι ο μικρός όγκος ταμιευτήρα δεν αναμένεται να προκαλέσει σοβαρή μείωση του πλημμυρογραφήματος μελέτης.

Αντίθετα για τον υπερχειλιστή του φράγματος Μουζακίου, όπου ο όγκος ταμιευτήρα είναι σημαντικός θα έχουμε μείωση της παροχής αιχμής. Όμως στην παρούσα φάση δεν είναι δυνατό να προσδιοριστεί το πλημμυρογράφημα εκροής, δεδομένου ότι δεν έχουν καθοριστεί τα χαρακτηριστικά του υπερχειλιστή και κατά συνέπεια δεν είναι δεδομένη η καμπύλη στάθμης-παροχής του.

5.6 - Σύγκριση με τη Μελέτη ΔΕΗ [1986]

Η σύγκριση των αριθμητικών τιμών των διαφόρων παραμέτρων σχεδιασμού μπορεί να γίνει με βάση τον πίνακα της παραγράφου 5.4. Για το φράγμα Μουζακίου παρατηρείται προσέγγιση των τιμών της παρούσας μελέτης με αυτές της ΔΕΗ. Στο φράγμα Πύλης παρατηρείται κάποια απόκλιση, η οποία ξεκινά από την μεγάλη διαφορά στα ύψη βροχής (ΔΕΗ 417,0 mm, παρούσα μελέτη 311 mm).

Στην παρούσα μελέτη οι καταιγίδες και πλημμύρες σχεδιασμού των δύο φραγμάτων έχουν παρόμοια μεγέθη (π.χ. αιχμές εισροής 880 m^3/sec στο φράγμα Μουζακίου και 900 m^3/sec στο φράγμα Πύλης). Στη μελέτη ΔΕΗ τα αντίστοιχα μεγέθη εμφανίζουν σοβαρή απόκλιση (π.χ. αιχμές εισροής 800 m^3/sec στο φράγμα Μουζακίου και 1200 m^3/sec στο φράγμα Πύλης). Θεωρούμε ότι οι αποκλίσεις που εμφανίζουν οι τιμές των υδρογραφημάτων της ΔΕΗ στις δύο υπολεκάνες είναι δύσκολο να εξηγηθούν, δεδομένου ότι οι δύο λεκάνες εμφανίζουν παρόμοια χαρακτηριστικά.

5.7 - Πλημμύρες συχνότητας 1:20

Οπως και στο φράγμα Παλιοδερλί (παράγ. 4.7) υπολογίστηκαν και για τα φράγματα Πύλης και Μουζακίου οι πλημμύρες για περίοδο επαναφοράς $T=20$ έτη. Οι υπολογισμοί φαίνονται στους πίνακες 11 και 13. Οι βασικές ροές εκτιμήθηκαν ως εξής:

■ **Φράγμα Μουζακίου**

$$0,10 \times 142 = 14 \text{ m}^3/\text{sec}$$

■ **Φράγμα Πύλης**

$$0,10 \times 131 = 13 \text{ m}^3/\text{sec}$$

Η παράμετρος CN για τον καθορισμό των απώλειών βροχής θεωρήθηκε ίση με 80.

Συνοπτικά τα αποτελέσματα των υπολογισμών είναι τα ακόλουθα:

ΦΡΑΓΜΑ ΠΥΛΗΣ			
Μέγεθος	Τιμή Παρούσας Μελέτης T=20	Τιμή Μελέτης ΔΕΗ T=50	
Διάρκεια βροχής	[h]	24	24
Ολικό ύψος βροχής	[mm]	152,6	204,3
Ωφέλιμο ύψος βροχής	[mm]	96,2	136,9
Απώλειες	[‰]	37,0	33,0
Παροχή αιχμής	[m³/sec]	420,4	469,00
Συνολικός όγκος πλημμύρας	[m³ * 10⁶]	14,57	18,40

ΦΡΑΓΜΑ ΜΟΥΖΑΚΙΟΥ			
Μέγεθος	Τιμή Παρούσας Μελέτης T=20	Τιμή Μελέτης ΔΕΗ T=50	
Διάρκεια βροχής	[h]	24	24
Ολικό ύψος βροχής	[mm]	118,9	137,5
Ωφέλιμο ύψος βροχής	[mm]	66,4	92,1
Απώλειες	[‰]	44,1	33,0
Παροχή αιχμής	[m³/sec]	434,1	339,0
Συνολικός όγκος πλημμύρας	[m³ * 10⁶]	11,55	13,77

Παρατηρούμε ότι οι τιμές της παρούσας μελέτης είναι στα ίδια επίπεδα με τις αντίστοιχες τιμές της ΔΕΗ.

6. ΤΕΛΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΣΥΓΚΡΙΣΕΙΣ

- (1) Μετά από διεξοδική ανάλυση των διαθέσιμων υδρομετρικών και βροχογραφικών δεδομένων, έγινε δυνατή η κατάρτιση μοναδιαίων υδρογραφημάτων μόνο στις λεκάνες Πηνειού ανάντη της γέφυρας Σαρακίνας και Πλιούρη ανάντι του σταθμού Μουζακίου. Στις υπόλοιπες λεκάνες που εξετάστηκαν διάφορες συνθήκες ελλιπούς αξιοπιστίας των δεδομένων δεν επέτρεψαν την παραγωγή μοναδιαίων υδρογραφημάτων.
- (2) Με βάση τα παραπάνω μοναδιαία υδρογραφήματα, σε αδιάστατη μορφή και τη βασική σχέση σύνθεσης μοναδιαίου υδρογραφήματος από μορφοκλιματικά στοιχεία της λεκάνης του Βρετανικού Ινστιτούτου Υδρολογίας, αναπτύχθηκε μια τεχνική για την έμμεση παραγωγή μοναδιαίου υδρογραφήματος σε οποιαδήποτε υπολεκάνη, με μεταφορά των άμεσα υπολογισμένων μοναδιαίων υδρογραφημάτων.
- (3) Καθορίστηκαν τα κριτήρια και οι μεθοδολογίες για την κατάρτιση των πλημμυρών σχεδιασμού των πρωτευόντων έργων.
- (4) Υπολογίστηκαν τα υδρογραφήματα σχεδιασμού των υπερχειλιστών των φραγμάτων Παλιοδερλί, Μουζακίου και Πύλης.
- (5) Οι αιχμές των πλημμυρών σχεδιασμού των παραπάνω υπερχειλιστών φαίνονται συνοπτικά στον ακόλουθο πίνακα. Στον ίδιο πίνακα φαίνονται και αιχμές των πλημμυρών σχεδιασμού των αντίστοιχων έργων του Αράχθου.

ΛΕΚΑΝΗ	ΕΚΤΑΣΗ F (km ²)	ΤΡΟΠΟΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡ. ΠΛΗΜΜΥΡ.ΜΕΛΕΤΗΣ	ΠΑΡΟΧΗ ΑΙΧΜΗΣ Q [m ³ /sec]	ΑΝΗΓΜ.ΠΑΡΟΧΗ ΑΙΧΜΗΣ q [m ³ /sec/km ²]
ΕΝΙΠΕΑΣ ΠΑΛΙΟΔΕΡΛΙ	439	Μέγιστη πιθανή πλημμύρα	2015	4.59
ΠΛΙΟΥΡΗΣ ΜΟΥΖΑΚΙ	142	T=10.000	880	6.20
ΠΟΡΤΑΙΚΟΣ ΠΥΛΗ	131	T=10.000	900	6.87
ΑΡΑΧΘΟΣ-ΠΟΥΡΝΑΡΙ	1814	T=10.000	8560	4.72
" ΑΓ. ΝΙΚΟΛΑΟΣ	1118	T=10.000	5740	5.13
" ΣΤΕΝΟ	618	T=10.000	3250	5.26
" ΚΑΛΑΡΙΤΙΚΟΣ	217	T=10.000	1635	7.53

Η σύγκριση των παραπάνω τιμών γίνεται σαφέστερη στο σχήμα 10. Παρατηρείται ότι οι πλημμύρες στον Πηνειό είναι μικρότερες από τις αντίστοιχες του Αράχθου, πράγμα που είναι αναμενόμενο λόγω των ισχυρότερων βροχοπτώσεων της υδρολογικής λεκάνης του Αράχθου.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Θ. Σανθόπουλος [1984]: Εισαγωγή στην Τεχνική Υδρολογία, ΕΜΠ, Αθήνα
2. R. K. Linsley, M.A. Kohler, J.L.H. Paulus [1975]: Hydrology for Engineers, Mc Graw Hill, Tokyo, Japan.
3. J. E. Nash [1959]: "Systematic Determination of Unit Hydrograph Parameters", Journal of Geophysical Research, Vol 64, No 1.
4. J.V. Sutcliffe [1978]: Methods for flood Estimation, A' Guide to Flood Studies Report, Report No 49, Institute of Hydrology, U.K.
5. A.J.Raudkivi [1979] : Hydrology , An Advanced Introduction to Hydrological Processes and Modelling Pergamon Press, Oxford, U.K.
6. USBR [1977] : Desing of Arch Dams, US Goverment Printing Office, Denver, U.S.A.

ΠΑΛΙΟΤΕΡΕΣ ΜΕΛΕΤΕΣ ΠΟΥ ΠΑΡΕΗΚΑΝ ΥΠΟΨΗ

1. ELECTROWATT [1968] --Αξιοποίησις Πεδιάδος Θεσσαλίας - Προκαταρκτική Μελέτη και Εκθεσις Οικονομικής Σκοπιμότητος, ΥΠΔΕ.
2. ELECTROWATT [1970 α] --Αξιοποίησις Πεδιάδος Θεσσαλίας - Προμελέτη φράγματος Κρύας Βρύσης, ΥΠΔΕ.
3. ELECTROWATT [1970 β] --Αξιοποίησις πεδιάδος Θεσσαλίας - Προμελέτη Φράγματος Παλιοδερλί, ΥΠΔΕ.
4. ELECTROWATT [1971] -- Αξιοποίησις πεδιάδος Θεσσαλίας Οριστική Μελέτη Φράγματος Παλιοδερλί, ΥΠΔΕ.
5. ΥΔΡΟΜΕΤ- ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΗ - ΤΕΤΡΑΚΤΥΣ [1983] --Οριστική Μελέτη Αρδευτικού Έργου Σοφαδίτη (Σμοκόβου) - Πρώτο Τμήμα

Αρδευτικής Περιμέτρου - Υδρολογική Μελέτη, ΥΠΔΕ.

6. ΔΕΗ [1986] -- Μελέτη Υδρολογικού Σχεδιασμού στους Ποταμούς Πορταϊκό (Θέση Πύλης) και Πλιούρη (Θέση Μουζάκι) της Θεσσαλίας.

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 1

ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΩΝ ΠΛΗΜΜΥΡΟΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ ΠΟΤΑΜΟΥ ΠΗΝΕΙΟΥ

ΣΤΑΘΜΟΣ: ΓΕΦΥΡΑ ΣΑΡΑΚΙΝΑΣ (ΕΜΒΑΔ. ΛΕΚΑΝΗΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ 1061 km²)

ΕΝΔΕΙΞΗ / ΠΛΗΜΜΥΡΑ ΑΡ:	1	2	3	4	5	6
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ :	15/16-5-60	13/14-4-65	7-12-66	14/15-12-66	11/13-11-67	13-11-68
ΟΛΙΚΗ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗ						
Ωρα έναρξης	17.00(15-5)	1.00(13-4)	8.00(6-12)	1.00(14-12)	14.00(11-11)	18.00(12-11)
Ωρα λήξης	21.00(15-5)	16.00(13-4)	16.00(7-12)	18.00(14-12)	7.00(12-11)	13.00(13-11)
Διάρκεια (h)	4	15	8	17	17	19
Υψος (mm)	6.8	30.6	66.8	38.7	44.5	45.3
ΚΑΘΑΡΗ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗ						
Ωρα έναρξης	19.00(15-5)	10.00(13-4)	10.00(7-12)	9.00(14-12)	18.00(11-11)	0.00(13-11)
Ωρα λήξης	21.00(15-5)	16.00(13-4)	16.00(7-12)	18.00(14-12)	7.00(12-11)	13.00(13-11)
Διάρκεια (h)	2	6	6	9	13	13
Υψος (mm)	1.98	3.92	4.12	3.73	8.76	6.06
Παράμετρος S	(mm)	8.19	63.58	185.24	86.50	72.49
ΠΛΗΜΜΥΡΑ						
Ωρα έναρξης	20.00(15-5)	12.00(13-4)	8.00(7-12)	10.00(14-12)	20.00(11-11)	0.00(13-11)
Ωρα λήξης	16.00(16-5)	8.00(14-4)	2.00(8-12)	10.00(15-12)	5.00(13-11)	22.00(13-11)
Διάρκεια (h)	20	20	16	24	33	22
Αιχμή πλημμύρας (m ³ /sec)	133.10	197.96	314.99	200.58	177.14	168.67
Ωρα εμφάνισης (h)	0.00(16-5)	18.00(13-4)	15.00(8-12)	18.00(14-12)	4.00(12-11)	6.00(13-11)
Καθ. πλημμυρ. όγκος (m ³ *10 ⁶)	2.105	4.160	4.374	3.953	9.375	6.428
ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΕΣ ΡΟΠΕΣ						
Καθ. Υετόγραμμα - τετρ.κ.β. (h)	0.58	3.25	3.15	3.81	3.71	5.36
" β' κεντρ.ροπή (h ²)	0.08	1.57	1.15	2.96	9.26	10.35
" γ' κεντρ.ροπή (h ³)	0.07	-0.66	-0.08	2.01	33.68	1.76
Καθ. Πλημμυρογρ. - τετρ.κ.β. (h)	7.46	9.28	8.65	10.50	11.47	8.53
" β' κεντρ.ροπή (h ²)	14.00	14.51	10.31	20.90	33.68	20.67
" γ' κεντρ.ροπή (h ³)	48.02	20.50	6.27	44.04	61.34	46.59
Διαφορά Ροπών - τετρ.κ.β. (h)	7.87	8.03	3.50	7.69	9.75	4.17
" β' τάξης (h ²)	13.92	12.94	9.15	17.93	24.42	10.31
" γ' τάξης (h ³)	47.95	21.17	6.34	42.03	27.66	44.83

ΜΕΣΕΣ ΤΙΜΕΣ ΡΟΠΩΝ ΣΤΙΓΜΙΑΙΟΥ ΜΟΝΑΔΙΑΙΟΥ ΥΔΡΟΓΡΑΦΗΜΑΤΟΣ

$$\text{τετρ.κ.β.:} \mu_0 = 6.84 \text{ h}$$

$$\beta' \text{κεντ:} U_2 = 14.78 \text{ h}^2$$

$$\gamma' \text{ " :} U_3 = 31.66 \text{ h}^3$$

ΠΙΝΑΚΑΣ 2
ΑΔΙΑΣΤΑΤΑ ΣΤΙΓΜΙΑΙΑ ΜΟΝΑΔΙΑΙΑ ΥΔΡΟΓΡΑΦΗΜΑΤΑ

ΠΗΝΕΙΟΣ - ΣΑΡΑΚΙΝΑ

Παράμετροι:

$$\begin{aligned}\sigma^2 &= 14.78 \text{ h} = 0.55 \\ \mu &= 6.84 \text{ g} = 1.79 \\ 1+\sigma^2/\mu^2 &= 1.32 \quad 00 = 2947.22\end{aligned}$$

ΠΛΙΟΥΡΗΣ - ΜΟΥΖΑΚΙ

Παράμετροι:

$$\begin{aligned}\sigma^2 &= 5.69 \text{ h} = 1.04 \\ \mu &= 2.89 \text{ g} = 0.80 \\ 1+\sigma^2/\mu^2 &= 1.68 \quad 00 = 390.28\end{aligned}$$

ΑΔΙΑΣΤ. ΧΡΟΝΟΣ	ΑΔΙΑΣΤ. ΧΡΟΝΟΣ	ΣΤΙΓΜΙΑΙΟ ΜΟΝ. ΥΔΡ. [m ³ /sec]	ΣΤΙΓΜΙΑΙΟ ΜΟΝ. ΥΔΡ. [m ³ /sec]	ΑΔΙΑΣΤ. ΧΡΟΝΟΣ	ΑΔΙΑΣΤ. ΣΤΙΓΜΙΑΙΟ ΜΟΝ. ΥΔΡ. [m ³ /sec]
0.0	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000
0.1	0.68	0.001	0.64	0.29	0.100
0.2	1.37	0.074	31.67	0.58	0.479
0.3	2.05	0.319	137.66	0.87	0.782
0.4	2.74	0.630	271.57	1.16	0.914
0.5	3.42	0.867	373.75	1.45	0.924
0.6	4.10	0.984	424.07	1.73	0.868
0.7	4.79	0.996	429.34	2.02	0.784
0.8	5.47	0.939	404.62	2.31	0.691
0.9	6.16	0.844	363.85	2.60	0.601
1.0	6.84	0.736	317.01	2.89	0.519
1.1	7.52	0.627	270.27	3.18	0.446
1.2	8.21	0.527	226.99	3.47	0.382
1.3	8.89	0.438	188.67	3.76	0.327
1.4	9.58	0.361	155.71	4.05	0.281
1.5	10.26	0.297	127.91	4.34	0.241
1.6	10.94	0.243	104.75	4.62	0.207
1.7	11.63	0.199	85.64	4.91	0.178
1.8	12.31	0.162	69.97	5.20	0.154
1.9	13.00	0.133	57.16	5.49	0.133
2.0	13.68	0.108	46.72	5.78	0.115
2.1	14.36	0.089	38.22	6.07	0.100
2.2	15.05	0.073	31.31	6.36	0.087
2.3	15.73	0.060	25.69	6.65	0.076
2.4	16.42	0.049	21.11	6.94	0.067
2.5	17.10	0.040	17.38	7.23	0.058
2.6	17.78	0.033	14.34	7.51	0.051
2.7	18.47	0.027	11.85	7.80	0.045
2.8	19.15	0.023	9.81	8.09	0.040
2.9	19.84	0.019	8.14	8.38	0.035
3.0	20.52	0.016	6.77	8.67	0.031
3.1	21.20	0.013	5.64	8.96	0.028
3.2	21.89	0.011	4.71	9.25	0.025
3.3	22.57	0.009	3.94	9.54	0.022
3.4	23.26	0.008	3.31	9.83	0.020
3.5	23.94	0.006	2.78	10.12	0.017
3.6	24.62	0.005	2.34	10.40	0.016
3.7	25.31	0.005	1.97	10.69	0.014
3.8	25.99	0.004	1.67	10.98	0.013
3.9	26.68	0.003	1.41	11.27	0.011

ΠΙΝΑΚΑΣ 2 (συνέχεια)
ΑΔΙΑΣΤΑΤΑ ΣΤΙΓΜΙΑΙΑ ΜΟΝΑΔΙΑΙΑ ΥΔΡΟΓΡΑΦΗΜΑΤΑ

ΠΗΝΕΙΟΣ - ΣΑΡΑΚΙΝΑ				ΠΛΙΟΥΡΗΣ - ΜΟΥΖΑΚΙ			
ΑΔΙΑΣΤ.	ΑΔΙΑΣΤ.	ΣΤΙΓΜΙΑΙΟ		ΑΔΙΑΣΤ.	ΣΤΙΓΜΙΑΙΟ		
ΧΡΟΝΟΣ	ΧΡΟΝΟΣ	ΣΤΙΓΜΙΑΙΟ ΜΟΝ. ΥΔΡ.	[m ³ /sec]	ΧΡΟΝΟΣ	ΣΤΙΓΜΙΑΙΟ ΜΟΝ. ΥΔΡ.	[m ³ /sec]	
4.0	27.36	0.003	1.20	11.56	0.010	1.38	
4.1	28.04	0.002	1.02	11.85	0.009	1.24	
4.2	28.73	0.002	0.87	12.14	0.008	1.12	
4.3	29.41	0.002	0.74	12.43	0.008	1.01	
4.4	30.10	0.001	0.63	12.72	0.007	0.92	
4.5	30.78	0.001	0.54	13.01	0.006	0.83	
4.6	31.46	0.001	0.46	13.29	0.006	0.75	
4.7	32.15	0.001	0.40	13.58	0.005	0.69	
4.8	32.83	0.001	0.34	13.87	0.005	0.62	
4.9	33.52	0.001	0.29	14.16	0.004	0.57	
5.0	34.20	0.001	0.25	14.45	0.004	0.52	

ΠΙΝΑΚΑΣ 3
ΜΟΝΑΔΙΑΙΟ ΥΔΡΟΓΡΑΦΗΜΑ ΣΤΑΘΜΟΥ ΓΕΦ. ΣΑΡΑΚΙΝΑΣ ΠΗΝΕΙΟΥ
ΓΙΑ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΒΡΟΧΗΣ 1 ΉΡΑ

ΧΡΟΝΟΣ [h]	ΑΔΙΑΣΤ. ΧΡΟΝΟΣ	ΑΔΙΑΣΤ. ΣΤΙΓΜΙΑΙΟ ΜΟΝ. ΥΔΡ.	ΣΤΙΓΜΙΑΙΟ ΚΑΜΠΥΛΗ ΜΟΝ. ΥΔΡ. [m3/sec]	ΜΟΝ. ΥΔΡ. Σ 1 ΉΡΑΣ [m3/sec]	ΜΟΝ. ΥΔΡ. ELECTROWATT [m3/sec]
0.0	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00
0.5	0.07	0.000	0.06	0.016	0.02
1.0	0.15	0.016	6.75	1.718	1.72
1.5	0.22	0.108	46.61	15.058	15.04
2.0	0.29	0.296	127.68	58.630	56.91
2.5	0.37	0.526	226.70	147.225	132.17
3.0	0.44	0.735	316.73	283.082	224.45
3.5	0.51	0.887	382.34	457.849	310.62
4.0	0.58	0.974	419.66	658.350	375.27
4.5	0.66	1.002	431.68	871.186	413.34
5.0	0.73	0.984	424.16	1085.147	426.80
5.5	0.80	0.936	403.19	1291.985	420.80
6.0	0.88	0.868	373.98	1486.276	401.13
6.5	0.95	0.790	340.59	1664.918	372.93
7.0	1.02	0.710	305.90	1826.540	340.26
7.5	1.10	0.631	271.86	1970.982	306.06
8.0	1.17	0.556	239.67	2098.865	272.32
8.5	1.24	0.487	209.98	2211.277	240.30
9.0	1.32	0.425	183.11	2309.551	210.69
9.5	1.39	0.369	159.11	2395.108	183.83
10.0	1.46	0.320	137.90	2469.361	159.81
10.5	1.54	0.277	119.28	2533.656	138.55
11.0	1.61	0.239	103.04	2589.238	119.88
11.5	1.68	0.206	88.94	2637.233	103.58
12.0	1.75	0.178	76.73	2678.649	89.41
12.5	1.83	0.154	66.18	2714.376	77.14
13.0	1.90	0.132	57.09	2745.194	66.55
13.5	1.97	0.114	49.26	2771.782	57.41
14.0	2.05	0.099	42.53	2794.729	49.53
14.5	2.12	0.085	36.73	2814.544	42.76
15.0	2.19	0.074	31.75	2831.665	36.94
15.5	2.27	0.064	27.47	2846.470	31.93
16.0	2.34	0.055	23.78	2859.282	27.62
16.5	2.41	0.048	20.61	2870.381	23.91
17.0	2.49	0.041	17.88	2880.003	20.72
17.5	2.56	0.036	15.53	2888.355	17.97
18.0	2.63	0.031	13.50	2895.610	15.61
18.5	2.70	0.027	11.74	2901.920	13.57
19.0	2.78	0.024	10.23	2907.414	11.80
19.5	2.85	0.021	8.92	2912.202	10.28
20.0	2.92	0.018	7.79	2916.380	8.97
20.5	3.00	0.016	6.81	2920.030	7.83
21.0	3.07	0.014	5.96	2923.221	6.84
21.5	3.14	0.012	5.22	2926.015	5.99
22.0	3.22	0.011	4.58	2928.464	5.24
22.5	3.29	0.009	4.02	2930.612	4.60
23.0	3.36	0.008	3.53	2932.499	4.03
23.5	3.44	0.007	3.11	2934.158	3.55
24.0	3.51	0.006	2.74	2935.618	3.12
24.5	3.58	0.006	2.41	2936.905	2.75
25.0	3.65	0.005	2.13	2938.039	2.42

ΠΙΝΑΚΑΣ 3 (συνέχεια)
 ΜΟΝΑΔΙΑΙΟ ΥΔΡΟΓΡΑΦΗΜΑ ΣΤΑΘΜΟΥ ΓΕΦ. ΣΑΡΑΚΙΝΑΣ ΠΗΝΕΙΟΥ
 ΓΙΑ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΒΡΟΧΗΣ 1 ΧΡΑ

ΧΡΟΝΟΣ [h]	ΑΔΙΑΣΤ. ΧΡΟΝΟΣ	ΑΔΙΑΣΤ. ΣΤΙΓΜΙΑΙΟ ΜΟΝ. ΥΔΡ.	ΣΤΙΓΜΙΑΙΟ ΚΑΜΠΥΛΗ Σ	ΜΟΝ. ΥΔΡ. 1 ωΡΑΣ	ΜΟΝ. ΥΔΡ. ELECTROWATT
		[m3/sec]	[m3/sec]	[m3/sec]	[m3/sec]
25.5	3.73	0.004	1.88 2939.042	2.14	
26.0	3.80	0.004	1.66 2939.927	1.89	
26.5	3.87	0.003	1.47 2940.711	1.67	
27.0	3.95	0.003	1.30 2941.405	1.48	
27.5	4.02	0.003	1.16 2942.020	1.31	
28.0	4.09	0.002	1.03 2942.566	1.16	
28.5	4.17	0.002	0.91 2943.051	1.03	
29.0	4.24	0.002	0.81 2943.483	0.92	
29.5	4.31	0.002	0.72 2943.866	0.82	
30.0	4.39	0.001	0.64 2944.208	0.73	
30.5	4.46	0.001	0.57 2944.513	0.65	
31.0	4.53	0.001	0.51 2944.785	0.58	
31.5	4.61	0.001	0.46 2945.028	0.51	
32.0	4.68	0.001	0.41 2945.245	0.46	
32.5	4.75	0.001	0.37 2945.439	0.41	
33.0	4.82	0.001	0.33 2945.613	0.37	
33.5	4.90	0.001	0.29 2945.769	0.33	
34.0	4.97	0.001	0.26 2945.909	0.30	
34.5	5.04	0.001	0.24 2946.035	0.27	
35.0	5.12	0.000	0.21 2946.147	0.24	
35.5	5.19	0.000	0.19 2946.249	0.21	
36.0	5.26	0.000	0.17 2946.340	0.19	
36.5	5.34	0.000	0.16 2946.422	0.17	
37.0	5.41	0.000	0.14 2946.496	0.16	
37.5	5.48	0.000	0.13 2946.563	0.14	
38.0	5.56	0.000	0.11 2946.623	0.13	
38.5	5.63	0.000	0.10 2946.677	0.11	
39.0	5.70	0.000	0.09 2946.727	0.10	
39.5	5.77	0.000	0.08 2946.771	0.09	
40.0	5.85	0.000	0.08 2946.811	0.08	

ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΤΕΤΑΓΜ. 5893.66 5893.58
 ΠΛΗΜΜΥΡΙΚΟΣ ΟΓΚΟΣ (m3) 10608589 10608589

ΠΙΝΑΚΑΣ 4
ΜΟΝΑΔΙΑΙΟ ΥΔΡΟΓΡΑΦΗΜΑ ΣΤΑΒΜΟΥ ΜΟΥΖΑΚΙΟΥ ΠΟΤ. ΠΛΙΟΥΡΗ
ΓΙΑ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΒΡΟΧΗΣ 2 ΗΡΕΣ

ΧΡΟΝΟΣ [h]	ΑΔΙΑΣΤ. ΧΡΟΝΟΣ	ΑΔΙΑΣΤ. ΣΤΙΓΜΙΑΙΟ ΜΟΝ. ΥΔΡ.	ΣΤΙΓΜΙΑΙΟ ΚΑΜΠΥΛΗ MON. ΥΔΡ. [m3/sec]	S	ΜΟΝ. ΥΔΡ. 2 ΉΡΩΝ [m3/sec]	ΜΟΝ. ΥΔΡ. ΔΕΗ (2 ΉΡ.) [m3/sec]
0.00	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.00
0.25	0.09	0.064	8.63	1.079	0.54	7.63
0.50	0.17	0.373	50.33	8.449	4.22	15.25
0.75	0.26	0.681	91.96	26.235	13.12	22.88
1.00	0.35	0.862	116.41	52.281	26.14	30.50
1.25	0.43	0.927	125.25	82.488	41.24	50.88
1.50	0.52	0.917	123.83	113.623	56.81	71.25
1.75	0.61	0.864	116.68	143.686	71.84	91.63
2.00	0.69	0.791	106.79	171.620	85.81	112.00
2.25	0.78	0.711	96.00	196.968	97.94	105.28
2.50	0.87	0.632	85.31	219.632	105.59	98.55
2.75	0.95	0.557	75.28	239.707	106.74	91.83
3.00	1.04	0.490	66.14	257.384	102.55	85.10
3.25	1.12	0.429	57.96	272.896	95.20	76.85
3.50	1.21	0.376	50.73	286.483	86.43	68.60
3.75	1.30	0.329	44.39	298.373	77.34	60.35
4.00	1.38	0.288	38.86	308.780	68.58	52.10
4.25	1.47	0.252	34.04	317.891	60.46	47.48
4.50	1.56	0.221	29.85	325.877	53.12	42.85
4.75	1.64	0.194	26.21	332.885	46.59	38.23
5.00	1.73	0.171	23.05	339.043	40.83	33.60
5.25	1.82	0.150	20.30	344.461	35.78	31.20
5.50	1.90	0.133	17.91	349.238	31.38	28.80
5.75	1.99	0.117	15.83	353.455	27.54	26.40
6.00	2.08	0.104	14.01	357.185	24.20	24.00
6.25	2.16	0.092	12.42	360.489	21.30	22.25
6.50	2.25	0.082	11.03	363.421	18.77	20.50
6.75	2.34	0.073	9.82	366.028	16.57	18.75
7.00	2.42	0.065	8.75	368.349	14.65	17.00
7.25	2.51	0.058	7.81	370.419	12.98	16.00
7.50	2.60	0.052	6.98	372.268	11.51	15.00
7.75	2.68	0.046	6.25	373.922	10.23	14.00
8.00	2.77	0.042	5.61	375.405	9.11	13.00
8.25	2.85	0.037	5.04	376.735	8.12	12.13
8.50	2.94	0.034	4.53	377.931	7.25	11.25
8.75	3.03	0.030	4.08	379.008	6.49	10.38
9.00	3.11	0.027	3.68	379.978	5.81	9.50
9.25	3.20	0.025	3.33	380.854	5.22	8.83
9.50	3.29	0.022	3.01	381.645	4.69	8.15
9.75	3.37	0.020	2.72	382.362	4.22	7.48
10.00	3.46	0.018	2.47	383.011	3.80	6.80
10.25	3.55	0.017	2.24	383.600	3.43	6.25
10.50	3.63	0.015	2.04	384.135	3.10	5.70
10.75	3.72	0.014	1.86	384.622	2.81	5.15
11.00	3.81	0.013	1.69	385.065	2.54	4.60
11.25	3.89	0.011	1.54	385.469	2.31	4.20
11.50	3.98	0.010	1.41	385.838	2.10	3.80
11.75	4.07	0.010	1.29	386.174	1.91	3.40
12.00	4.15	0.009	1.18	386.482	1.74	3.00
12.25	4.24	0.008	1.08	386.764	1.58	2.70
12.50	4.33	0.007	0.99	387.023	1.44	2.40

ΠΙΝΑΚΑΣ 4 (συνέχεια)

ΜΟΝΑΔΙΑΙΟ ΥΔΡΟΓΡΑΦΗΜΑ ΣΤΑΒΜΟΥ ΜΟΥΖΑΚΙΟΥ ΠΟΤ. ΠΛΙΟΥΡΗ
ΓΙΑ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΒΡΟΧΗΣ 2 ΗΡΕΣ

ΧΡΟΝΟΣ [h]	ΑΔΙΑΣΤ. ΧΡΟΝΟΣ MON. ΥΔΡ.	ΑΔΙΑΣΤ. ΣΤΙΓΜΙΑΙΟ MON. ΥΔΡ.	ΣΤΙΓΜΙΑΙΟ ΚΑΜΠΥΛΗ S	ΜΟΝ. ΥΔΡ. 2 ΉΡΩΝ	ΜΟΝ. ΥΔΡ. ΔΕΗ (2 ΉΡ.)
			[m ³ /sec]	[m ³ /sec]	[m ³ /sec]
12.75	4.41	0.007	0.91	387.260	1.32
13.00	4.50	0.006	0.83	387.477	1.21
13.25	4.58	0.006	0.77	387.677	1.10
13.50	4.67	0.005	0.70	387.861	1.01
13.75	4.76	0.005	0.65	388.030	0.93
14.00	4.84	0.004	0.60	388.186	0.85
14.25	4.93	0.004	0.55	388.330	0.78
14.50	5.02	0.004	0.51	388.463	0.72
14.75	5.10	0.003	0.47	388.585	0.66
15.00	5.19	0.003	0.44	388.699	0.61
15.25	5.28	0.003	0.40	388.804	0.56
15.50	5.36	0.003	0.37	388.901	0.52
15.75	5.45	0.003	0.35	388.991	0.48
16.00	5.54	0.002	0.32	389.074	0.44
16.25	5.62	0.002	0.30	389.151	0.41
16.50	5.71	0.002	0.28	389.223	0.38
16.75	5.80	0.002	0.26	389.290	0.35
17.00	5.88	0.002	0.24	389.352	0.33
17.25	5.97	0.002	0.22	389.410	0.30
17.50	6.06	0.002	0.21	389.463	0.28
17.75	6.14	0.001	0.19	389.513	0.26
18.00	6.23	0.001	0.18	389.560	0.24
18.25	6.31	0.001	0.17	389.604	0.23
18.50	6.40	0.001	0.16	389.644	0.21
18.75	6.49	0.001	0.15	389.682	0.20
19.00	6.57	0.001	0.14	389.718	0.18
19.25	6.66	0.001	0.13	389.751	0.17
19.50	6.75	0.001	0.12	389.782	0.16
19.75	6.83	0.001	0.11	389.811	0.15
20.00	6.92	0.001	0.10	389.838	0.14

ΑΒΡΟΙΣΜΑ ΤΕΤΑΓΜ. 1559.40 1558.91
ΠΛΗΜΜΥΡΙΚΟΣ ΟΓΚΟΣ (m³) 1403462 1403462

ΠΙΝΑΚΑΣ 5

ΜΟΝΑΔΙΑΙΟ ΥΔΡΟΓΡΑΦΗΜΑ ΠΟΤΑΜΟΥ ΕΝΙΠΕΑ ΣΤΗ ΘΕΣΗ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΠΑΛΙΟΔΕΡΑΙ
ΓΙΑ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΒΡΟΧΗΣ 1 ΉΡΑ

Παράμετροι:	$\sigma^2 =$	9.72	$h =$	0.56
	$\mu =$	5.51	$g =$	1.57
	$1 + \sigma^2/\mu^2 = 1.32$		$Q_0 =$	1220.00

ΧΡΟΝΟΣ [h]	ΑΔΙΑΣΤ. ΧΡΟΝΟΣ	ΑΔΙΑΣΤ. ΜΟΝ. ΥΔΡ.	ΣΤΙΓΜΙΑΙΟ ΣΤΙΓΜΙΑΙΟ ΜΟΝ. ΥΔΡ.	ΚΑΜΠΥΛΗ MON. YΔΡ. S	ΜΟΝ. ΥΔΡ. 1 ΉΡΑΣ	ΜΟΝ. ΥΔΡ. ELECTROWATT
0.0	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.00
0.5	0.09	0.001	0.19	0.046	0.05	4.00
1.0	0.18	0.050	11.02	2.848	2.85	8.00
1.5	0.27	0.244	53.97	19.097	19.05	18.00
2.0	0.36	0.526	116.34	61.676	58.83	28.00
2.5	0.45	0.777	171.90	133.737	114.64	239.00
3.0	0.54	0.935	207.02	228.467	166.79	450.00
3.5	0.63	0.997	220.64	335.382	201.65	332.50
4.0	0.73	0.983	217.58	444.937	216.47	215.00
4.5	0.82	0.921	203.76	550.272	214.89	175.00
5.0	0.91	0.832	184.17	647.255	202.32	135.00
5.5	1.00	0.734	162.39	733.897	183.63	112.50
6.0	1.09	0.636	140.69	809.668	162.41	90.00
6.5	1.18	0.544	120.36	874.931	141.03	75.00
7.0	1.27	0.461	102.05	930.533	120.86	60.00
7.5	1.36	0.388	85.97	977.537	102.61	50.00
8.0	1.45	0.326	72.10	1017.055	86.52	40.00
8.5	1.54	0.272	60.29	1050.153	72.62	38.00
9.0	1.63	0.227	50.32	1077.806	60.75	36.00
9.5	1.72	0.190	41.95	1100.874	50.72	28.00
10.0	1.81	0.158	34.96	1120.103	42.30	20.00
10.5	1.90	0.132	29.14	1136.129	35.25	18.00
11.0	2.00	0.110	24.30	1149.489	29.39	16.00
11.5	2.09	0.092	20.28	1160.634	24.51	13.00
12.0	2.18	0.077	16.94	1169.939	20.45	10.00
12.5	2.27	0.064	14.17	1177.717	17.08	8.50
13.0	2.36	0.054	11.87	1184.227	14.29	7.00
13.5	2.45	0.045	9.95	1189.682	11.97	5.50
14.0	2.54	0.038	8.36	1194.262	10.04	4.00
14.5	2.63	0.032	7.04	1198.112	8.43	3.00
15.0	2.72	0.027	5.93	1201.353	7.09	2.00
15.5	2.81	0.023	5.01	1204.088	5.98	1.50
16.0	2.90	0.019	4.23	1206.398	5.04	1.00
16.5	2.99	0.016	3.59	1208.353	4.26	0.50
17.0	3.08	0.014	3.04	1210.010	3.61	
17.5	3.17	0.012	2.59	1211.417	3.06	
18.0	3.27	0.010	2.20	1212.614	2.60	
18.5	3.36	0.008	1.88	1213.634	2.22	
19.0	3.45	0.007	1.60	1214.504	1.89	
19.5	3.54	0.006	1.37	1215.249	1.61	
20.0	3.63	0.005	1.18	1215.886	1.38	

ΠΙΝΑΚΑΣ 5 (συνέχεια)

ΜΟΝΑΔΙΑΙΟ ΥΔΡΟΓΡΑΦΗΜΑ ΠΟΤΑΜΟΥ ΕΝΙΠΕΑ ΣΤΗ ΒΕΣΗ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΠΑΛΙΟΔΕΡΑΙ
ΓΙΑ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΒΡΟΧΗΣ 1 ΉΡΑ

ΧΡΟΝΟΣ [h]	ΑΔΙΑΣΤ. ΧΡΟΝΟΣ	ΑΔΙΑΣΤ. ΣΤΙΓΜΙΑΙΟ ΜΟΝ. ΥΔΡ.	ΣΤΙΓΜΙΑΙΟ ΚΑΜΠΥΛΗ MON. ΥΔΡ. S	ΜΟΝ. ΥΔΡ. 1 ΉΡΑΣ ELECTROWATT [m ³ /sec]	ΜΟΝ. ΥΔΡ. [m ³ /sec]
20.5	3.72	0.005	1.01	1216.432	1.18
21.0	3.81	0.004	0.87	1216.901	1.02
21.5	3.90	0.003	0.75	1217.305	0.87
22.0	3.99	0.003	0.64	1217.653	0.75
22.5	4.08	0.003	0.56	1217.953	0.65
23.0	4.17	0.002	0.48	1218.212	0.56
23.5	4.26	0.002	0.42	1218.437	0.48
24.0	4.35	0.002	0.36	1218.632	0.42
24.5	4.44	0.001	0.31	1218.800	0.36
25.0	4.54	0.001	0.27	1218.947	0.32
25.5	4.63	0.001	0.24	1219.075	0.27
26.0	4.72	0.001	0.21	1219.186	0.24
26.5	4.81	0.001	0.18	1219.283	0.21
27.0	4.90	0.001	0.16	1219.368	0.18
27.5	4.99	0.001	0.14	1219.442	0.16
28.0	5.08	0.001	0.12	1219.507	0.14
28.5	5.17	0.000	0.11	1219.564	0.12
29.0	5.26	0.000	0.09	1219.614	0.11
29.5	5.35	0.000	0.08	1219.658	0.09
30.0	5.44	0.000	0.07	1219.697	0.08
30.5	5.53	0.000	0.06	1219.731	0.07
31.0	5.62	0.000	0.06	1219.761	0.06
31.5	5.71	0.000	0.05	1219.788	0.06
32.0	5.81	0.000	0.04	1219.811	0.05
32.5	5.90	0.000	0.04	1219.832	0.04
33.0	5.99	0.000	0.03	1219.850	0.04
33.5	6.08	0.000	0.03	1219.867	0.03
34.0	6.17	0.000	0.03	1219.881	0.03
34.5	6.26	0.000	0.02	1219.894	0.03
35.0	6.35	0.000	0.02	1219.905	0.02
35.5	6.44	0.000	0.02	1219.916	0.02
36.0	6.53	0.000	0.02	1219.925	0.02
36.5	6.62	0.000	0.02	1219.933	0.02
37.0	6.71	0.000	0.01	1219.940	0.02
37.5	6.80	0.000	0.01	1219.946	0.01
38.0	6.89	0.000	0.01	1219.952	0.01
38.5	6.98	0.000	0.01	1219.957	0.01
39.0	7.08	0.000	0.01	1219.962	0.01
39.5	7.17	0.000	0.01	1219.966	0.01
40.0	7.26	0.000	0.01	1219.970	0.01

ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΤΕΤΑΓΜ. 2439.94 2439.94
ΠΛΗΜΜΥΡΙΚΟΣ ΟΓΚΟΣ (m³) 4391897 4391897

ΠΙΝΑΚΑΣ 6

ΥΔΡΟΓΡΑΦΗΜΑ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ ΣΤΗ ΘΕΣΗ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΠΑΛΙΟΔΕΡΛΙ - ΣΥΧΝ. 1:10.000

Α. ΥΕΤΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΛΕΤΗΣ

ΒΑΣΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ

Μέθοδος κατάρτισης υετογράμματος:

Με τη δυσμενέστερη διάταξη των επιμέρους υψών βροχής
 Διάρκεια βροχής, D (h) : 24.00
 Αριθμός καμπύλης απωθετών (Curve Number/SCS), CN : 85.0
 Παράμετρος S = 25.4 * (1000/CN - 10) (mm) : 44.8
 Ολικό ύψος βροχής, H (mm) : 199.1
 Ρεέλιμο ύψος βροχής, H* (mm) : 153.9
 Απώλειες (%) : 22.7

Χρόνος	Κρίσιμο ύψος βροχής	Ολικό υετόγραμμα		Ρεέλιμο υετόγραμμα	
		Αθροιστ.	Μερικό h(t)[mm]	Αθροιστ.	Αθροιστ.
t [h]	Δh(t)[mm]	Δh[mm]	h [mm]	h* [mm]	Δh* [mm]
1.00	42.3	42.3	4.1	4.1	0.0
2.00	59.3	17.0	4.2	8.3	0.0
3.00	72.3	13.0	4.3	12.5	0.3
4.00	83.2	10.9	4.4	16.9	0.9
5.00	92.7	9.6	4.5	21.4	2.7
6.00	101.3	8.6	4.6	26.1	4.7
7.00	109.2	7.9	4.8	30.8	7.2
8.00	116.6	7.3	5.1	35.9	10.1
9.00	123.5	6.9	5.2	41.1	13.4
10.00	130.0	6.5	5.4	46.5	17.1
11.00	136.2	6.2	5.7	52.2	21.2
12.00	142.0	5.9	5.9	58.1	25.7
13.00	147.7	5.7	6.2	64.3	30.5
14.00	153.1	5.4	6.5	70.8	35.8
15.00	158.4	5.2	6.9	77.7	41.6
16.00	163.4	5.1	7.9	85.6	48.3
17.00	168.3	4.9	8.6	94.2	55.8
18.00	173.1	4.8	9.6	103.7	64.3
19.00	177.7	4.6	10.9	114.6	74.2
20.00	182.2	4.5	17.0	131.6	89.8
21.00	186.6	4.4	42.3	173.9	129.7
22.00	190.9	4.3	13.0	186.9	142.1
23.00	195.1	4.2	7.3	194.2	149.2
24.00	199.1	4.1	4.9	199.1	153.9

ΠΙΝΑΚΑΣ 6 (συνέχεια)

ΥΔΡΟΓΡΑΦΗΜΑ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ ΣΤΗ ΘΕΣΗ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΠΑΛΙΟΔΕΡΛΙ - ΣΥΧΝ. 1:10.000

Β. ΠΛΗΜΜΥΡΟΓΡΑΦΗΜΑ ΜΕΛΕΤΗΣ

Χρόνος t [h]	Ρημάτιμο Δh* [mm]	Μοναδιαίο Υδρογρά- νετό- υδρογρά- γραμμα φημα απορροής	Βασική φημα επιφ. ροή	Συνοδικό υδρογρά- φημα	
		U[m ³ /sec]	E[m ³ /sec]	B[m ³ /sec]	I[m ³ /sec]
1.00	0.0	2.8	0.0	150.0	150.0
2.00	0.0	58.8	0.0	150.0	150.0
3.00	0.3	166.8	0.1	150.0	150.1
4.00	0.9	216.5	1.8	150.0	151.8
5.00	1.5	202.3	10.4	150.0	160.4
6.00	2.0	162.4	30.8	150.0	180.8
7.00	2.4	120.9	63.3	150.0	213.3
8.00	2.9	86.5	104.6	150.0	254.6
9.00	3.3	60.7	151.3	150.0	301.3
10.00	3.7	42.3	201.1	150.0	351.1
11.00	4.1	29.4	252.0	150.0	402.0
12.00	4.5	20.4	302.4	150.0	452.4
13.00	4.9	14.3	352.0	150.0	502.0
14.00	5.3	10.0	400.7	150.0	550.7
15.00	5.7	7.1	449.1	150.0	599.1
16.00	6.8	5.0	498.1	150.0	648.1
17.00	7.5	3.6	551.6	150.0	701.6
18.00	8.5	2.6	614.2	150.0	764.2
19.00	9.8	1.9	687.2	150.0	837.2
20.00	15.6	1.4	774.0	150.0	924.0
21.00	39.9	1.0	907.7	150.0	1057.7
22.00	12.4	0.8	1225.0	150.0	1375.0
23.00	7.1	0.6	1661.3	150.0	1811.3
24.00	4.7	0.4	1865.4	150.0	2015.4
25.00		0.3	1788.7	150.0	1938.7
26.00		0.2	1540.7	150.0	1690.7
27.00		0.2	1218.7	150.0	1368.7
28.00		0.1	908.3	150.0	1058.3
29.00		0.1	653.4	150.0	803.4
30.00			461.3	150.0	611.3
31.00			322.9	150.0	472.9
32.00			225.5	150.0	375.5
33.00			157.8	150.0	307.8
34.00			110.9	150.0	260.9
35.00			78.3	150.0	228.3
36.00			55.6	150.0	205.6
37.00			39.7	150.0	189.7
38.00			28.6	150.0	178.6
39.00			20.7	150.0	170.7
40.00			15.1	150.0	165.1
41.00			11.1	150.0	161.1
42.00			8.1	150.0	158.1
43.00			6.0	150.0	156.0
44.00			4.5	150.0	154.5
45.00			3.3	150.0	153.3

ΠΙΝΑΚΑΣ 6 (συνέχεια)

ΥΔΡΟΓΡΑΦΗΜΑ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ ΣΤΗ ΘΕΣΗ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΠΑΛΙΟΔΕΡΛΙ - ΣΥΧΝ. 1:10.000

Β. ΠΛΗΜΜΥΡΟΓΡΑΦΗΜΑ ΜΕΛΕΤΗΣ

Χρόνος Ρεφέλιμο Μοναδιαίο Υδρογρά-	Βασική Συνοδικό				
νετό-	υδρογρά- φημα επιφ. ροή	υδρογρά-			
γραμμα φημα απορροής	φημα				
t [h]	Δh* [mm]	U[m3/sec]	E[m3/sec]	B[m3/sec]	I[m3/sec]
46.00		2.4	150.0	152.4	
47.00		1.8	150.0	151.8	
48.00		1.3	150.0	151.3	
49.00		0.9	150.0	150.9	
50.00		0.3	150.0	150.3	
51.00		0.1	150.0	150.1	
52.00		0.1	150.0	150.1	
53.00		0.0	150.0	150.0	

Γ. ΣΥΝΟΠΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ

Διάρκεια βροχής, D (h) :	24.00
Ωθικό ύψος βροχής, H (mm) :	199.1
Ρεφέλιμο ύψος βροχής, H* (mm) :	153.9
Απύθετες (%) :	22.7
Παροχή αιχμής (m3/sec) :	2015.4
Χρόνος πραγματοποίησης αιχμής (h) :	24.00
Καθαρός όγκος πλημμύρας (εκατομ. m3) :	67.57
Συνοδικός όγκος πλημμύρας (εκατομ. m3) :	95.65

DINAKAS 7

ΔΙΟΔΕΥΣΗ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΤΗ ΦΡ. ΠΑΛΙΟΔΕΡΑΙ
(ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ 1:10.000)

Xρόνος	Υδρογράφ. Εισροής	Υδρογράφ. Εκροής Ταμιευτήρα	Στάθμη Επιφάνεια Ταμιευτήρα	Έγκαστη Ταμιευτήρα	
(h)	(m³/sec)	(m³/sec)	(m)	(km²)	(m³X10^6)
1.0	150.0	150.0	350.06	5.260	122.157
2.0	150.0	150.0	350.06	5.260	122.157
3.0	150.1	150.0	350.06	5.260	122.157
4.0	151.8	150.1	350.06	5.260	122.161
5.0	160.4	150.7	350.06	5.261	122.181
6.0	180.8	152.8	350.07	5.264	122.249
7.0	213.3	157.5	350.09	5.269	122.400
8.0	254.6	165.7	350.13	5.279	122.660
9.0	301.3	177.9	350.18	5.292	123.042
10.0	351.1	194.5	350.26	5.311	123.546
11.0	402.0	215.4	350.35	5.333	124.164
12.0	452.4	240.4	350.45	5.359	124.881
13.0	502.0	269.2	350.56	5.388	125.682
14.0	550.7	301.5	350.68	5.419	126.549
15.0	599.1	336.9	350.81	5.452	127.470
16.0	648.1	375.1	350.95	5.487	128.433
17.0	701.6	416.2	351.09	5.523	129.438
18.0	764.2	460.7	351.23	5.561	130.499
19.0	837.2	509.8	351.39	5.601	131.634
20.0	924.0	564.7	351.56	5.646	132.870
21.0	1057.7	629.4	351.75	5.696	134.288
22.0	1375.0	721.2	352.01	5.766	136.236
23.0	1811.3	862.7	352.39	5.868	139.120
24.0	2015.4	1040.3	352.84	5.991	142.583
25.0	1938.7	1204.4	353.24	6.099	145.660
26.0	1690.7	1313.8	353.49	6.169	147.660
27.0	1368.7	1352.9	353.58	6.194	148.367
28.0	1058.3	1327.6	353.52	6.178	147.910
29.0	803.4	1256.1	353.36	6.132	146.610
30.0	611.3	1158.6	353.13	6.069	144.810
31.0	472.9	1050.9	352.87	5.998	142.785
32.0	375.5	943.9	352.60	5.925	140.721
33.0	307.8	843.4	352.34	5.854	138.734
34.0	260.9	752.5	352.10	5.789	136.885
35.0	228.3	672.1	351.87	5.729	135.201
36.0	205.6	601.8	351.67	5.675	133.689
37.0	189.7	541.1	351.49	5.627	132.344
38.0	178.6	488.8	351.32	5.584	131.153
39.0	170.7	443.9	351.18	5.547	130.102
40.0	165.1	405.4	351.05	5.513	129.178
41.0	161.1	372.4	350.94	5.484	128.365
42.0	158.1	344.0	350.84	5.459	127.650
43.0	156.0	319.5	350.75	5.436	127.022
44.0	154.5	298.4	350.67	5.416	126.468

ΠΙΝΑΚΑΣ 7 (συνέχεια)
ΔΙΟΔΕΥΣΗ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΤΗ ΦΡ. ΠΑΛΙΟΔΕΡΑΙ
(ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ 1:10.000)

Χρόνος	Υδρογράφ.	Υδρογράφ.	Στάθμη	Επιφάνεια	'Ογκος
	Εισροής	Έκροής	Ταμιευτήρα	Ταμιευτήρα	Ταμιευτήρα
(h)	(m³/sec)	(m³/sec)	(m)	(km²)	(m³×10⁶)
45.0	153.3	280.2	350.60	5.398	125.981
46.0	152.4	264.4	350.54	5.383	125.551
47.0	151.8	250.7	350.49	5.369	125.171
48.0	151.3	238.8	350.44	5.357	124.835
49.0	150.9	228.3	350.40	5.346	124.539
50.0	150.3	219.2	350.36	5.337	124.275
51.0	150.1	211.2	350.33	5.328	124.041
52.0	150.1	204.1	350.30	5.321	123.834
53.0	150.0	198.0	350.27	5.314	123.650
54.0	150.0	192.6	350.25	5.308	123.488
55.0	150.0	187.8	350.23	5.303	123.343
56.0	150.0	183.6	350.21	5.299	123.215
57.0	150.0	179.8	350.19	5.294	123.100
58.0	150.0	176.6	350.18	5.291	122.999
59.0	150.0	173.6	350.17	5.288	122.908
60.0	150.0	171.1	350.15	5.285	122.828
61.0	150.0	168.8	350.14	5.282	122.756
62.0	150.0	166.7	350.13	5.280	122.692
63.0	150.0	164.9	350.13	5.278	122.635
64.0	150.0	163.3	350.12	5.276	122.585
65.0	150.0	161.9	350.11	5.274	122.539
66.0	150.0	160.6	350.11	5.273	122.499
67.0	150.0	159.5	350.10	5.271	122.462
68.0	150.0	158.5	350.10	5.270	122.430

ΣΥΝΟΠΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΔΙΟΔΕΥΣΗΣ

ΕΙΣΡΟΗ

Παροχή αιχμής I (m³/sec) : 2015.4
 Χρόνος πραγματοποίησης αιχμής t1 (h) : 24.0
 Συνοδικός όγκος εισροής Vi (m³×10⁶) : 95.653
 Σημείωση : Ο όγκος Vi αναφέρεται στο διάστημα μεταξύ των ωρών 1.0 και 53.0.

ΕΚΡΟΗ

Παροχή αιχμής Q (m³/sec) : 1352.9
 Χρόνος πραγματοποίησης αιχμής t2 (h) : 27.0
 Μέγιστος όγκος στον ταμιευτήρα Vmax (m³×10⁶) : 148.367
 Μέγιστος όγκος ανάσχεσης V = Vmax - VO (m³×10⁶) : 33.367
 Μέγιστη στάθμη ταμιευτήρα zmax (m) : 353.58

ΠΙΝΑΚΑΣ 8

ΥΔΡΟΓΡΑΦΗΜΑ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ ΣΤΗ ΘΕΣΗ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΠΑΛΙΟΔΕΡΑΙ - ΣΥΧΝ. 1:20

A. ΥΕΤΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΛΕΤΗΣ

ΒΑΣΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ

Μέθοδος κατάρτισης υετογράμματος:

Με τη δυσμενέστερη διάταξη των επιμέρους υψών βροχής
 Διάρκεια βροχής, D (h) : 24.00
 Αριθμός καμπύλης απωθετών (Curve Number/SCS), CN : 80.0
 Παράμετρος S = $25.4 * (1000/CN - 10)$ (mm) : 63.5
 Ολικό ύψος βροχής, H (mm) : 90.5
 Ρεέλιμο ύψος βροχής, H* (mm) : 42.9
 Απύθετες (%) : 52.7

Χρόνος	Κρίσιμο ύψος βροχής	Ολικό υετόγραμμα		Ρεέλιμο υετόγραμμα	
		Αθροιστ.	Μερικό	Αθροιστ.	Αθροιστ.
t [h]	h(t) [mm]	Δh(t) [mm]	Δh [mm]	h [mm]	h* [mm]
1.00	20.0	20.0	1.8	1.8	0.0
2.00	27.8	7.8	1.9	3.7	0.0
3.00	33.7	5.9	1.9	5.6	0.0
4.00	38.6	4.9	1.9	7.5	0.0
5.00	42.9	4.3	2.0	9.5	0.0
6.00	46.8	3.9	2.1	11.6	0.0
7.00	50.4	3.6	2.1	13.7	0.0
8.00	53.7	3.3	2.3	15.9	0.2
9.00	56.8	3.1	2.3	18.3	0.5
10.00	59.7	2.9	2.4	20.7	0.9
11.00	62.5	2.8	2.5	23.2	1.5
12.00	65.1	2.6	2.6	25.9	2.3
13.00	67.6	2.5	2.8	28.6	3.2
14.00	70.1	2.4	2.9	31.6	4.3
15.00	72.4	2.3	3.1	34.6	5.6
16.00	74.7	2.3	3.6	38.2	7.3
17.00	76.8	2.2	3.9	42.1	9.3
18.00	78.9	2.1	4.3	46.4	11.7
19.00	81.0	2.1	4.9	51.4	14.6
20.00	83.0	2.0	7.8	59.1	19.6
21.00	85.0	1.9	20.0	79.1	34.0
22.00	86.9	1.9	5.9	85.0	38.5
23.00	88.7	1.9	3.3	88.3	41.1
24.00	90.5	1.8	2.2	90.5	42.9

ΥΔΡΟΓΡΑΦΗΜΑ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ ΣΤΗ ΘΕΣΗ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΠΑΛΙΟΔΕΡΛΙ - ΣΥΧΝ. 1:20

Β.ΠΛΗΜΜΥΡΟΓΡΑΦΗΜΑ ΜΕΛΕΤΗΣ

Χρόνος t [h]	Δέθιμο υετό-	Μοναδιαίο γραμμα	Υδρογρά- φημα	Βασική απορροής	Συνολικό υδρογρά- φημα
	Δt* [mm]	U[m3/sec]	E[m3/sec]	B[m3/sec]	I[m3/sec]
1.00	0.0	2.8	0.0	45.0	45.0
2.00	0.0	58.8	0.0	45.0	45.0
3.00	0.0	166.8	0.0	45.0	45.0
4.00	0.0	216.5	0.0	45.0	45.0
5.00	0.0	202.3	0.0	45.0	45.0
6.00	0.0	162.4	0.0	45.0	45.0
7.00	0.0	120.9	0.0	45.0	45.0
8.00	0.1	86.5	0.1	45.0	45.1
9.00	0.3	60.7	1.2	45.0	46.2
10.00	0.4	42.3	4.6	45.0	49.6
11.00	0.6	29.4	11.1	45.0	56.1
12.00	0.8	20.4	20.7	45.0	65.7
13.00	0.9	14.3	32.9	45.0	77.9
14.00	1.1	10.0	47.2	45.0	92.2
15.00	1.3	7.1	63.4	45.0	108.4
16.00	1.7	5.0	81.2	45.0	126.2
17.00	2.0	3.6	101.5	45.0	146.5
18.00	2.4	2.6	125.5	45.0	170.5
19.00	2.9	1.9	153.9	45.0	198.9
20.00	5.0	1.4	187.9	45.0	232.9
21.00	14.3	1.0	239.5	45.0	284.5
22.00	4.6	0.8	360.2	45.0	405.2
23.00	2.6	0.6	530.3	45.0	575.3
24.00	1.7	0.4	620.3	45.0	665.3
25.00		0.3	607.9	45.0	652.9
26.00		0.2	530.3	45.0	575.3
27.00		0.2	422.4	45.0	467.4
28.00		0.1	315.9	45.0	360.9
29.00		0.1	227.6	45.0	272.6
30.00			160.7	45.0	205.7
31.00			112.5	45.0	157.5
32.00			78.5	45.0	123.5
33.00			54.9	45.0	99.9
34.00			38.5	45.0	83.5
35.00			27.2	45.0	72.2
36.00			19.3	45.0	64.3
37.00			13.8	45.0	58.8
38.00			9.9	45.0	54.9
39.00			7.2	45.0	52.2
40.00			5.2	45.0	50.2
41.00			3.8	45.0	48.8
42.00			2.8	45.0	47.8
43.00			2.1	45.0	47.1
44.00			1.5	45.0	46.5
45.00			1.2	45.0	46.2

ΠΙΝΑΚΑΣ 8 (συνέχεια)

ΥΔΡΟΓΡΑΦΗΜΑ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ ΣΤΗ ΘΕΣΗ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΠΑΛΙΟΔΕΡΛΙ - ΣΥΧΝ. 1:20

Β. ΠΛΗΜΜΥΡΟΓΡΑΦΗΜΑ ΜΕΛΕΤΗΣ

Χρόνος	Ωφέλιμο Μοναδιαίο Ύδρογρά- νετό-	Βασική	Συνοθικό υδρογρά- γραμμα		
t [h]	Δh* [mm]	U[m3/sec]	E[m3/sec]	B[m3/sec]	I[m3/sec]
46.00		0.9	45.0	45.9	
47.00		0.6	45.0	45.6	
48.00		0.5	45.0	45.5	
49.00		0.3	45.0	45.3	
50.00		0.1	45.0	45.1	
51.00		0.1	45.0	45.1	
52.00		0.0	45.0	45.0	
53.00		0.0	45.0	45.0	

Γ. ΣΥΝΟΠΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ

Διάρκεια βροχής, D (h) :	24.00
Ολικό ύψος βροχής, H (mm) :	90.5
Ωφέλιμο ύψος βροχής, H* (mm) :	42.9
Απύθετες (%) :	52.7
Παροχή αιχμής (m3/sec) :	665.3
Χρόνος πραγματοποίησης αιχμής (h) :	24.00
Καθαρός όγκος πλημμύρας (εκατομ. m3) :	18.82
Συνοθικός όγκος πλημμύρας (εκατομ. m3) :	27.24

ΠΙΝΑΚΑΣ 9

ΔΙΟΔΕΥΣΗ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ 1:20 ΑΠΟ ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΤΗ ΦΡ. ΠΑΛΙΟΑΕΡΩΙ

Xρόνος	Υδρογράφ. Εισροής	Υδρογράφ. Εκροής Ταμιευτήρα	Στάθμη Επιφάνεια	Όγκος Ταμιευτήρα	
(h)	(m3/sec)	(m3/sec)	(m)	(km2)	(m3X10^6)
1.0	45.0	45.0	349.47	5.116	118.169
2.0	45.0	45.0	349.47	5.116	118.169
3.0	45.0	45.0	349.47	5.116	118.169
4.0	45.0	45.0	349.47	5.116	118.169
5.0	45.0	45.0	349.47	5.116	118.169
6.0	45.0	45.0	349.47	5.116	118.169
7.0	45.0	45.0	349.47	5.116	118.169
8.0	45.1	45.0	349.47	5.116	118.169
9.0	46.2	45.1	349.47	5.116	118.172
10.0	49.6	45.3	349.48	5.116	118.181
11.0	56.1	45.8	349.48	5.117	118.208
12.0	65.7	46.9	349.49	5.119	118.260
13.0	77.9	48.8	349.50	5.122	118.346
14.0	92.2	51.5	349.52	5.127	118.472
15.0	108.4	55.3	349.54	5.133	118.641
16.0	126.2	60.2	349.58	5.141	118.855
17.0	146.5	66.4	349.61	5.150	119.118
18.0	170.5	74.1	349.66	5.162	119.436
19.0	198.9	83.7	349.72	5.175	119.817
20.0	232.9	95.6	349.78	5.192	120.271
21.0	284.5	111.0	349.86	5.212	120.831
22.0	405.2	134.1	349.98	5.241	121.631
23.0	575.3	171.6	350.16	5.285	122.846
24.0	665.3	222.4	350.37	5.340	124.369
25.0	652.9	275.3	350.58	5.394	125.846
26.0	575.3	318.3	350.75	5.435	126.989
27.0	467.4	344.8	350.84	5.459	127.672
28.0	360.9	354.0	350.87	5.468	127.905
29.0	272.6	349.1	350.86	5.463	127.780
30.0	205.7	334.6	350.80	5.450	127.410
31.0	157.5	314.7	350.73	5.431	126.895
32.0	123.5	292.4	350.65	5.410	126.308
33.0	99.9	269.8	350.56	5.388	125.698
34.0	83.5	248.0	350.48	5.367	125.096
35.0	72.2	227.7	350.40	5.346	124.520
36.0	64.3	209.1	350.32	5.326	123.980
37.0	58.8	192.3	350.25	5.308	123.479
38.0	54.9	177.2	350.18	5.292	123.019
39.0	52.2	163.7	350.12	5.276	122.598
40.0	50.2	151.8	350.07	5.262	122.214
41.0	48.8	141.1	350.01	5.250	121.865
42.0	47.8	131.6	349.97	5.238	121.548
43.0	47.1	123.2	349.93	5.228	121.260
44.0	46.5	115.7	349.89	5.218	120.999

ΠΙΝΑΚΑΣ 9 (συνέχεια)
ΔΙΟΔΕΥΣΗ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ 1:20 ΑΠΟ ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΤΗ ΦΡ. ΠΑΛΙΟΔΕΡΑΙ

Χρόνος	Υδρογράφ. Εισροής	Υδρογράφ. Εκροής	Στάθμη Ταμιευτήρα	Επιφάνεια Ταμιευτήρα	Όγκος Ταμιευτήρα
(h)	(m3/sec)	(m3/sec)	(m)	(km2)	(m3X10^6)
45.0	46.2	109.0	349.85	5.210	120.761
46.0	45.9	103.0	349.82	5.202	120.545
47.0	45.6	97.7	349.79	5.195	120.349
48.0	45.5	92.9	349.77	5.188	120.169
49.0	45.3	88.6	349.74	5.182	120.006
50.0	45.1	84.7	349.72	5.177	119.857
51.0	45.1	81.2	349.70	5.172	119.721
52.0	45.0	78.1	349.68	5.167	119.596
53.0	45.0	75.2	349.67	5.163	119.482
54.0	45.0	72.7	349.65	5.160	119.378
55.0	45.0	70.3	349.64	5.156	119.282
56.0	45.0	68.2	349.63	5.153	119.195
57.0	45.0	66.3	349.61	5.150	119.115
58.0	45.0	64.5	349.60	5.147	119.041
59.0	45.0	63.0	349.59	5.145	118.974
60.0	45.0	61.5	349.58	5.143	118.912
61.0	45.0	60.2	349.58	5.141	118.855
62.0	45.0	59.0	349.57	5.139	118.802
63.0	45.0	57.9	349.56	5.137	118.754
64.0	45.0	56.8	349.55	5.135	118.709
65.0	45.0	55.9	349.55	5.134	118.668
66.0	45.0	55.1	349.54	5.132	118.631
67.0	45.0	54.3	349.54	5.131	118.596
68.0	45.0	53.6	349.53	5.130	118.564
69.0	45.0	52.9	349.53	5.129	118.534
70.0	45.0	52.3	349.52	5.128	118.507
71.0	45.0	51.7	349.52	5.127	118.481
72.0	45.0	51.2	349.52	5.126	118.458

ΣΥΝΟΠΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΔΙΟΔΕΥΣΗΣ

ΕΙΣΡΟΗ

Παροχή αιχμής I (m3/sec) : 665.3
 Χρόνος πραγματοποίησης αιχμής t1 (h) : 24.0
 Συνολικός όγκος εισροής Vi (m3*10^6) : 27.242
 Σημείωση : Ο όγκος Vi αναφέρεται στο διάστημα μεταξύ των ωρών 1.0 και 53.0.

ΕΚΡΟΗ

Παροχή αιχμής Q (m3/sec) : 354.0
 Χρόνος πραγματοποίησης αιχμής t2 (h) : 28.0
 Μέγιστος όγκος στον ταμιευτήρα Vmax (m3*10^6) : 127.905
 Μέγιστος όγκος ανάσχεσης V = Vmax - V0 (m3*10^6) : 12.905
 Μέγιστη στάθμη ταμιευτήρα zmax (m) : 350.87

ΠΙΝΑΚΑΣ 10

ΥΔΡΟΓΡΑΦΗΜΑ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ ΣΤΗ ΘΕΣΗ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΜΟΥΖΑΚΙΟΥ - ΣΥΧΝ. 1:10.000

Α. ΥΕΤΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΛΕΤΗΣ

ΒΑΣΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ

Μέθοδος κατάρτισης υετογράμματος:

Με τη δυναμενέστερη διάταξη των επιμέρους υψών βροχής
 Διάρκεια βροχής, D (h) : 24.00
 Αριθμός καμπύλης απωθετών (Curve Number/SCS), CN : 85.0
 Παράμετρος S = 25.4 * (1000/CN - 10) (mm) : 44.8
 Ολικό ύψος βροχής, H (mm) : 222.2
 Ρηθίμο ύψος βροχής, H* (mm) : 176.2
 Απώθετες (%) : 20.7

Χρόνος	Κρίσιμο	Ολικό	Ρηθίμο			
	ύψος βροχής	υετόγραμμα	υετόγραμμα			
t [h]	h(t)[mm]	Δh(t)[mm]	Δh[mm]	h [mm]	h* [mm]	Δh* [mm]
1.00	38.4	38.4	5.2	5.2	0.0	0.0
2.00	56.3	17.9	5.3	10.4	0.0	0.0
3.00	70.5	14.1	5.4	15.8	0.9	0.9
4.00	82.6	12.1	5.5	21.3	2.7	1.8
5.00	93.4	10.8	5.6	26.9	5.1	2.5
6.00	103.3	9.9	5.7	32.6	8.2	3.1
7.00	112.5	9.2	5.9	38.5	11.8	3.6
8.00	121.1	8.6	6.0	44.6	15.8	4.0
9.00	129.3	8.1	6.2	50.8	20.2	4.4
10.00	137.0	7.7	6.4	57.2	25.0	4.8
11.00	144.4	7.4	6.6	63.8	30.2	5.2
12.00	151.5	7.1	6.8	70.7	35.8	5.6
13.00	158.4	6.8	7.1	77.8	41.7	5.9
14.00	165.0	6.6	7.4	85.2	48.0	6.3
15.00	171.4	6.4	7.7	93.0	54.8	6.7
16.00	177.6	6.2	8.1	101.1	62.0	7.2
17.00	183.7	6.0	8.6	109.7	69.7	7.7
18.00	189.6	5.9	9.2	118.9	78.1	8.4
19.00	195.3	5.7	9.9	128.8	87.2	9.1
20.00	200.9	5.6	10.8	139.6	97.3	10.1
21.00	206.4	5.5	12.1	151.8	108.7	11.4
22.00	211.8	5.4	14.1	165.9	122.1	13.4
23.00	217.0	5.3	38.4	204.3	158.9	36.8
24.00	222.2	5.2	17.9	222.2	176.2	17.3

ΠΙΝΑΚΑΣ 10 (συνέχεια)

ΥΔΡΟΓΡΑΦΗΜΑ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ ΣΤΗ ΘΕΣΗ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΜΟΥΖΑΚΙΟΥ - ΣΥΧΝ. 1:10.000

Β.ΠΛΗΜΜΥΡΟΓΡΑΦΗΜΑ ΜΕΛΕΤΗΣ

Χρόνος	Ρήθελιμο	Μοναδιαίο Ύδρογρά-	Βασική	Συνοδικό	
t [h]	Δt* [mm]	υετό-	υδρογρά-	φημα επιφ. ροή	υδρογρά-
		γραμμα	φημα	απορροής	φημα
1.00	0.0	83.4	0.0	28.0	28.0
2.00	0.0	138.5	0.4	28.0	28.4
3.00	0.9	79.7	7.8	28.0	35.8
4.00	1.8	41.2	26.9	28.0	54.9
5.00	2.5	21.7	51.9	28.0	79.9
6.00	3.1	11.9	77.3	28.0	105.3
7.00	3.6	6.8	101.0	28.0	129.0
8.00	4.0	4.0	122.4	28.0	150.4
9.00	4.4	2.5	141.7	28.0	169.7
10.00	4.8	1.6	159.3	28.0	187.3
11.00	5.2	1.0	175.7	28.0	203.7
12.00	5.6	0.7	191.3	28.0	219.3
13.00	5.9	0.5	206.5	28.0	234.5
14.00	6.3	0.3	221.8	28.0	249.8
15.00	6.7	0.2	237.4	28.0	265.4
16.00	7.2	0.2	253.9	28.0	281.9
17.00	7.7	0.1	271.8	28.0	299.8
18.00	8.4	0.1	291.7	28.0	319.7
19.00	9.1	0.1	314.9	28.0	342.9
20.00	10.1		342.7	28.0	370.7
21.00	11.4		378.0	28.0	406.0
22.00	13.4		426.3	28.0	454.3
23.00	36.8		666.8	28.0	694.8
24.00	17.3		854.0	28.0	882.0
25.00			639.8	28.0	667.8
26.00			348.1	28.0	376.1
27.00			184.7	28.0	212.7
28.00			101.4	28.0	129.4
29.00			58.0	28.0	86.0
30.00			34.5	28.0	62.5
31.00			21.2	28.0	49.2
32.00			13.4	28.0	41.4
33.00			8.7	28.0	36.7
34.00			5.8	28.0	33.8
35.00			3.9	28.0	31.9
36.00			2.6	28.0	30.6
37.00			1.8	28.0	29.8
38.00			1.3	28.0	29.3
39.00			0.9	28.0	28.9
40.00			0.6	28.0	28.6
41.00			0.4	28.0	28.4
42.00			0.1	28.0	28.1
43.00			0.0	28.0	28.0

ΠΙΝΑΚΑΣ 10 (συνέχεια)

ΥΔΡΟΓΡΑΦΗΜΑ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ ΣΤΗ ΘΕΣΗ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΜΟΥΖΑΚΙΟΥ - ΣΥΧΝ. 1:10.000

Γ. ΣΥΝΟΠΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ

Διάρκεια βροχής, Δ (h) :	24.00
Ωθικό ύψος βροχής, H (mm) :	222.2
Ωφέλιμο ύψος βροχής, H* (mm) :	176.2
Απύθετες (%) :	20.7
Παροχή αιχμής (m ³ /sec) :	882.0
Χρόνος πραγματοποίησης αιχμής (h) :	24.00
Καθαρός όγκος πλημμύρας (εκατομ. m ³) :	25.01
Συνολικός όγκος πλημμύρας (εκατομ. m ³) :	29.25

ΠΙΝΑΚΑΣ 11

ΥΔΡΟΓΡΑΦΗΜΑ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ ΣΤΗ ΘΕΣΗ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΜΟΥΖΑΚΙΟΥ - ΣΥΧΝ. 1:20

Α. 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 :	80.0
Παράμετρος S = 25.4 * (1000/CN - 10) (mm) :	63.5
Ολικό ύψος βροχής, H (mm) :	118.9
Ωφέλιμο ύψος βροχής, H* (mm) :	66.4
Απύρετες (%) :	44.1

Χρόνος Κρίσιμο ύψος βροχής	Ολικό υετόγραμμα		Ωφέλιμο υετόγραμμα		
	Αθροιστ.	Μερικό	Αθροιστ.	Μερικό	
t [h]	h(t)[mm]	Δh(t)[mm]	h [mm]	h* [mm]	Δh* [mm]
1.00	23.4	23.4	2.6	2.6	0.0
2.00	33.4	10.0	2.6	5.2	0.0
3.00	41.1	7.7	2.7	7.8	0.0
4.00	47.6	6.5	2.7	10.6	0.0
5.00	53.3	5.7	2.8	13.4	0.0
6.00	58.5	5.2	2.9	16.3	0.2
7.00	63.3	4.8	3.0	19.2	0.6
8.00	67.8	4.5	3.0	22.2	0.6
9.00	72.0	4.2	3.1	25.4	0.9
10.00	76.0	4.0	3.2	28.6	1.1
11.00	79.8	3.8	3.4	32.0	1.3
12.00	83.4	3.6	3.5	35.5	1.5
13.00	86.9	3.5	3.6	39.1	1.7
14.00	90.2	3.4	3.8	42.9	2.0
15.00	93.5	3.2	4.0	46.9	2.2
16.00	96.6	3.1	4.2	51.1	2.5
17.00	99.7	3.0	4.5	55.5	2.8
18.00	102.6	3.0	4.8	60.3	3.2
19.00	105.5	2.9	5.2	65.5	3.6
20.00	108.3	2.8	5.7	71.3	4.1
21.00	111.0	2.7	6.5	77.8	4.8
22.00	113.7	2.7	7.7	85.5	5.9
23.00	116.3	2.6	23.4	108.9	58.0
24.00	118.9	2.6	10.0	118.9	66.4

ΠΙΝΑΚΑΣ 1.1 (συνέχεια)

ΥΔΡΟΓΡΑΦΗΜΑ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ ΣΤΗ ΘΕΣΗ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΜΟΥΖΑΚΙΟΥ - ΣΥΧΝ. 1:20

Β.ΠΛΗΜΜΥΡΟΓΡΑΦΗΜΑ ΜΕΛΕΤΗΣ

Χρόνος	Ρέθελιμο	Μοναδιαίο Ύδρογρά-	Βασική	Συνοδικό
	υετό-	υδρογρά-	φημα επιφ. ροή	υδρογρά-
	γραμμα	φημα	απορροής	φημα
t [h]	Δh* [mm]	U[m ³ /sec]	E[m ³ /sec]	B[m ³ /sec]
1.00	0.0	83.4	0.0	14.0
2.00	0.0	138.5	0.0	14.0
3.00	0.0	79.7	0.0	14.0
4.00	0.0	41.2	0.0	14.0
5.00	0.0	21.7	0.1	14.0
6.00	0.2	11.9	1.6	14.0
7.00	0.4	6.8	6.0	14.0
8.00	0.6	4.0	12.6	14.0
9.00	0.9	2.5	20.2	14.0
10.00	1.1	1.6	28.2	14.0
11.00	1.3	1.0	36.4	14.0
12.00	1.5	0.7	44.8	14.0
13.00	1.7	0.5	53.3	14.0
14.00	2.0	0.3	62.0	14.0
15.00	2.2	0.2	71.1	14.0
16.00	2.5	0.2	80.8	14.0
17.00	2.8	0.1	91.2	14.0
18.00	3.2	0.1	102.8	14.0
19.00	3.6	0.1	115.9	14.0
20.00	4.1		131.6	14.0
21.00	4.8		151.2	14.0
22.00	5.9		177.7	14.0
23.00	19.1		312.3	14.0
24.00	8.5		420.1	14.0
25.00			314.7	14.0
26.00			170.8	14.0
27.00			90.4	14.0
28.00			49.5	14.0
29.00			28.2	14.0
30.00			16.7	14.0
31.00			10.3	14.0
32.00			6.5	14.0
33.00			4.2	14.0
34.00			2.8	14.0
35.00			1.9	14.0
36.00			1.3	14.0
37.00			0.9	14.0
38.00			0.6	14.0
39.00			0.4	14.0
40.00			0.3	14.0
41.00			0.2	14.0
42.00			0.1	14.0
43.00			0.0	14.0

ΠΙΝΑΚΑΣ 1.1(συνέχεια)

ΥΔΡΟΓΡΑΦΗΜΑ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ ΣΤΗ ΘΕΣΗ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΜΟΥΖΑΚΙΟΥ - ΣΥΧΝ. 1:20

Γ. ΣΥΝΟΠΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ

Διάρκεια βροχής, Δ (h) :	24.00
Ολικό ύψος βροχής, H (mm) :	118.9
Υφέλιμο ύψος βροχής, H* (mm) :	66.4
Απύθετες (%) :	44.1
Παροχή αιχμής (m3/sec) :	434.1
Χρόνος πραγματοποίησης αιχμής (h) :	24.00
Καθαρός όγκος πλημμύρας (εκατομ. m3) :	9.43
Συνολικός όγκος πλημμύρας (εκατομ. m3) :	11.55

ΠΙΝΑΚΑΣ 12

ΥΔΡΟΓΡΑΦΗΜΑ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ ΣΤΗ ΘΕΣΗ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΠΥΔΗΣ - ΣΥΧΝ. 1:10.000

Α. 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 : 85.0
 Παράμετρος S = 25.4 * (1000/CN - 10) (mm) : 44.8
 Ολικό ύψος βροχής, H (mm) : 310.5
 Υφεστιμού ύψος βροχής, H* (mm) : 262.6
 Απώλειες (%) : 15.5

Χρόνος	Κρίσιμο		Ολικό		Υφεστιμού
	ύψος βροχής		υετόγραμμα		υετόγραμμα
t [h]	Aθροιστ. h(t)[mm]	Μερικό Δh(t)[mm]	Aθροιστ. h [mm]	Aθροιστ. h*[mm]	Μερικό Δh*[mm]
1.00	34.8	34.8	9.0	9.0	0.0
2.00	56.1	21.3	9.1	18.1	1.5
3.00	74.2	18.1	9.2	27.3	5.3
4.00	90.4	16.2	9.4	36.6	10.6
5.00	105.4	15.0	9.5	46.2	16.9
6.00	119.5	14.1	9.7	55.8	23.9
7.00	132.9	13.4	9.8	65.6	31.7
8.00	145.7	12.8	10.0	75.7	39.9
9.00	158.0	12.3	10.2	85.9	48.6
10.00	169.9	11.9	10.4	96.3	57.7
11.00	181.5	11.5	10.7	107.0	67.2
12.00	192.7	11.2	10.9	117.9	77.2
13.00	203.6	10.9	11.2	129.1	87.5
14.00	214.2	10.7	11.5	140.6	98.2
15.00	224.7	10.4	11.9	152.5	109.4
16.00	234.9	10.2	12.3	164.8	121.0
17.00	244.9	10.0	12.8	177.6	133.2
18.00	254.7	9.8	13.4	191.0	146.1
19.00	264.4	9.7	14.1	205.1	159.7
20.00	273.9	9.5	15.0	220.1	174.2
21.00	283.3	9.4	16.2	236.4	190.0
22.00	292.5	9.2	18.1	254.5	207.6
23.00	301.6	9.1	34.8	289.3	241.6
24.00	310.5	9.0	21.3	310.5	262.6

ΠΙΝΑΚΑΣ 12 (συνέχεια)

ΥΔΡΟΓΡΑΦΗΜΑ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ ΣΤΗ ΘΕΣΗ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΛΥΔΗΣ - ΣΥΧΝ. 1:10.000

Β.ΠΛΗΜΜΥΡΟΓΡΑΦΗΜΑ ΜΕΛΕΤΗΣ

Χρόνος	Δρέπανο	Μοναδιαίο Ύδρογρά-	Βασική	Συνολικό
	νετό-	υδρογρά-	φημα επιφ. ροή	υδρογρά-
	γραμμα	φημα	απορροής	φημα
t [h]	Δt* [mm]	U[m ³ /sec]	E[m ³ /sec]	B[m ³ /sec]
I [m ³ /sec]				
1.00	0.0	100.3	0.0	26.0
2.00	1.5	133.4	15.4	26.0
3.00	3.8	66.0	58.4	26.0
4.00	5.3	30.8	113.2	26.0
5.00	6.3	15.1	162.9	26.0
6.00	7.1	7.8	203.6	26.0
7.00	7.7	4.3	236.4	26.0
8.00	8.2	2.4	263.1	26.0
9.00	8.7	1.4	285.4	26.0
10.00	9.1	0.9	304.7	26.0
11.00	9.5	0.5	321.9	26.0
12.00	9.9	0.4	337.8	26.0
13.00	10.3	0.2	353.0	26.0
14.00	10.7	0.2	368.1	26.0
15.00	11.2	0.1	383.5	26.0
16.00	11.7	0.1	399.7	26.0
17.00	12.2	0.0	417.3	26.0
18.00	12.8	0.0	436.9	26.0
19.00	13.6	0.0	459.4	26.0
20.00	14.5		486.2	26.0
21.00	15.8		520.0	26.0
22.00	17.6		565.4	26.0
23.00	34.1		768.1	26.0
24.00	20.9		874.3	26.0
25.00			606.5	26.0
26.00			296.0	26.0
27.00			144.7	26.0
28.00			74.7	26.0
29.00			40.6	26.0
30.00			23.2	26.0
31.00			13.8	26.0
32.00			8.5	26.0
33.00			5.4	26.0
34.00			3.5	26.0
35.00			2.3	26.0
36.00			1.5	26.0
37.00			1.0	26.0
38.00			0.7	26.0
39.00			0.5	26.0
40.00			0.3	26.0
41.00			0.2	26.0
42.00			0.1	26.0
43.00			0.0	26.0

ΠΙΝΑΚΑΣ 12 (συνέχεια)

ΥΔΡΟΓΡΑΦΗΜΑ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ ΣΤΗ ΘΕΣΗ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΗΥΔΗΣ - ΣΥΧΝ. 1:10.000

Γ. ΣΥΝΟΠΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ

Διάρκεια βροχής, D (h) :	24.00
Ωδικό ύψος βροχής, H (mm) :	310.5
Υφέλιμο ύψος βροχής, H* (mm) :	262.6
Απύθετες (%) :	15.5
Παροχή αιχμής (m ³ /sec) :	900.3
Χρόνος πραγματοποίησης αιχμής (h) :	24.00
Καθαρός όγκος πλημμύρας (εκατομ. m ³) :	34.41
Συνολικός όγκος πλημμύρας (εκατομ. m ³) :	38.34

ΠΙΝΑΚΑΣ 13

ΥΔΡΟΓΡΑΦΗΜΑ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ ΣΤΗ ΘΕΣΗ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΠΥΔΗΣ - ΣΥΧΝ. 1:20

Α. ΥΕΤΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΛΕΤΗΣ

ΒΑΣΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ

Μέθοδος κατάρτισης υετογράμματος:

Με τη δυσμενέστερη διάταξη των επιμέρους υψών βροχής
 Διάρκεια βροχής, D (h) : 24.00
 Αριθμός καμπύλης απωθείων (Curve Number/SCS), CN : 80.0
 Παράμετρος S = 25.4 * (1000/CN - 10) (mm) : 63.5
 Ολικό ύψος βροχής, H (mm) : 152.6
 Υφέλιμο ύψος βροχής, H* (mm) : 96.2
 Απώθετες (%) : 37.0

Χρόνος Κρίσιμο ύψος βροχής	Ολικό υετόγραμμα	Υφέλιμο υετόγραμμα
Aθροιστ. Μερικό t [h] h(t)[mm] Δh(t)[mm]	Mερικό Δh[mm]	Aθροιστ. Μερικό h [mm] h* [mm] Δh* [mm]
1.00	18.6	18.6
2.00	29.5	10.8
3.00	38.6	9.1
4.00	46.6	8.1
5.00	54.1	7.4
6.00	61.0	6.9
7.00	67.5	6.5
8.00	73.8	6.2
9.00	79.7	6.0
10.00	85.5	5.8
11.00	91.1	5.6
12.00	96.5	5.4
13.00	101.7	5.2
14.00	106.8	5.1
15.00	111.8	5.0
16.00	116.7	4.9
17.00	121.4	4.8
18.00	126.1	4.7
19.00	130.7	4.6
20.00	135.2	4.5
21.00	139.7	4.4
22.00	144.0	4.4
23.00	148.3	4.3
24.00	152.6	4.2
		10.8
		152.6
		96.2
		9.7

Β.ΠΛΗΜΜΥΡΟΓΡΑΦΗΜΑ ΜΕΛΕΤΗΣ

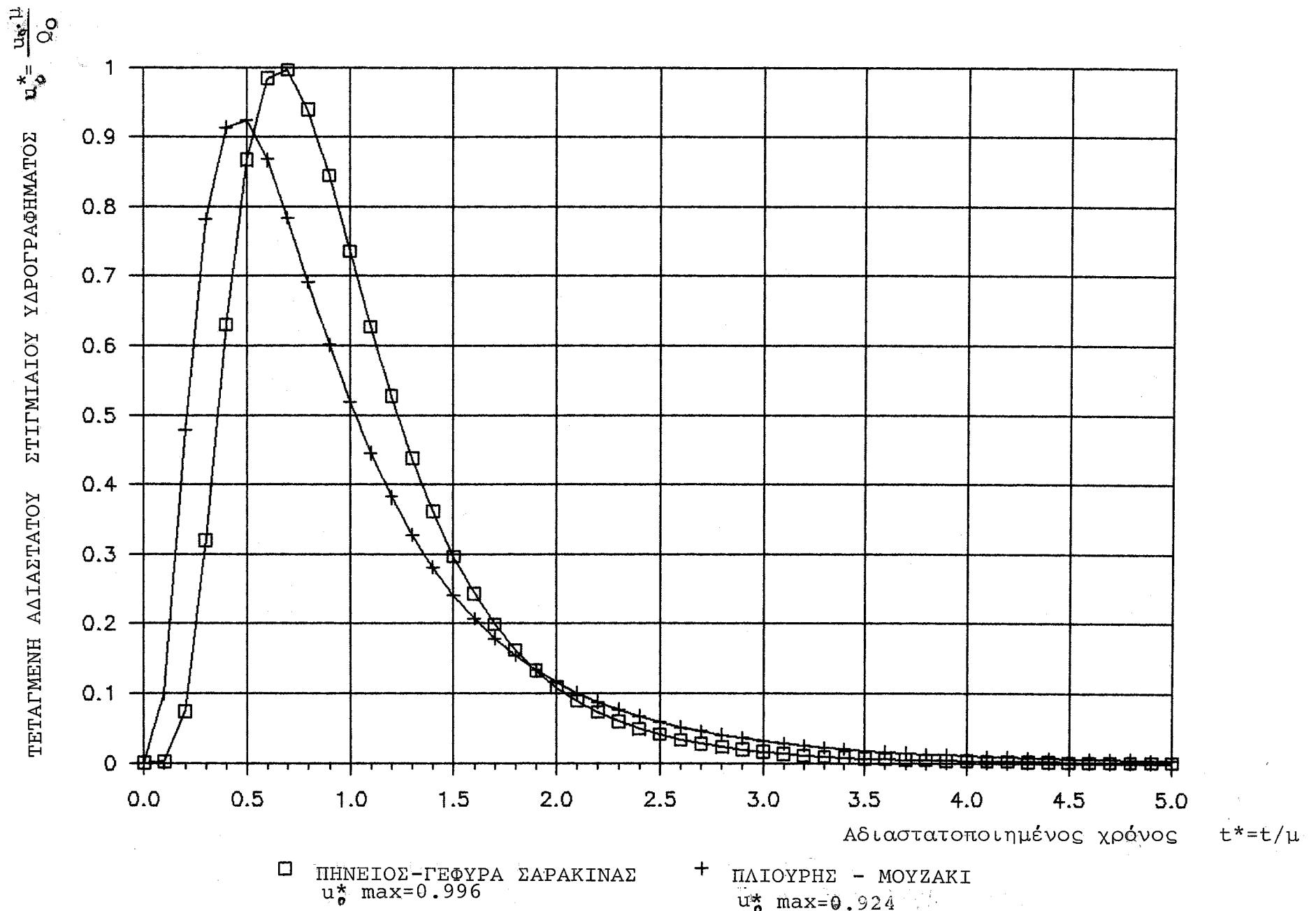
Χρόνος t [h]	Ωφέλιμο νετό- γραμμα Δh* [mm]	Μοναδιαίο υδρογρά- φημα U[m3/sec]	Υδρογρά- φημα E[m3/sec]	Βασική απορροής V[m3/sec]	Συνολικό υδρογρά- φημα I[m3/sec]
1.00	0.0	100.3	0.0	13.0	13.0
2.00	0.0	133.4	0.0	13.0	13.0
3.00	0.0	66.0	0.0	13.0	13.0
4.00	0.3	30.8	3.2	13.0	16.2
5.00	0.8	15.1	12.6	13.0	25.6
6.00	1.3	7.8	26.2	13.0	39.2
7.00	1.7	4.3	40.7	13.0	53.7
8.00	2.1	2.4	54.9	13.0	67.9
9.00	2.4	1.4	68.2	13.0	81.2
10.00	2.7	0.9	80.8	13.0	93.8
11.00	3.0	0.5	92.5	13.0	105.5
12.00	3.3	0.4	103.7	13.0	116.7
13.00	3.6	0.2	114.5	13.0	127.5
14.00	3.9	0.2	125.1	13.0	138.1
15.00	4.2	0.1	135.7	13.0	148.7
16.00	4.5	0.1	146.5	13.0	159.5
17.00	4.8	0.0	157.9	13.0	170.9
18.00	5.2	0.0	170.0	13.0	183.0
19.00	5.6	0.0	183.5	13.0	196.5
20.00	6.1		199.0	13.0	212.0
21.00	6.8		217.9	13.0	230.9
22.00	7.8		242.7	13.0	255.7
23.00	16.4		349.5	13.0	362.5
24.00	9.7		407.4	13.0	420.4
25.00			282.5	13.0	295.5
26.00			137.6	13.0	150.6
27.00			67.2	13.0	80.2
28.00			34.6	13.0	47.6
29.00			18.8	13.0	31.8
30.00			10.7	13.0	23.7
31.00			6.3	13.0	19.3
32.00			3.9	13.0	16.9
33.00			2.5	13.0	15.5
34.00			1.6	13.0	14.6
35.00			1.1	13.0	14.1
36.00			0.7	13.0	13.7
37.00			0.5	13.0	13.5
38.00			0.3	13.0	13.3
39.00			0.2	13.0	13.2
40.00			0.1	13.0	13.1
41.00			0.1	13.0	13.1
42.00			0.0	13.0	13.0
43.00			0.0	13.0	13.0

ΠΙΝΑΚΑΣ 13 (συνέχεια)

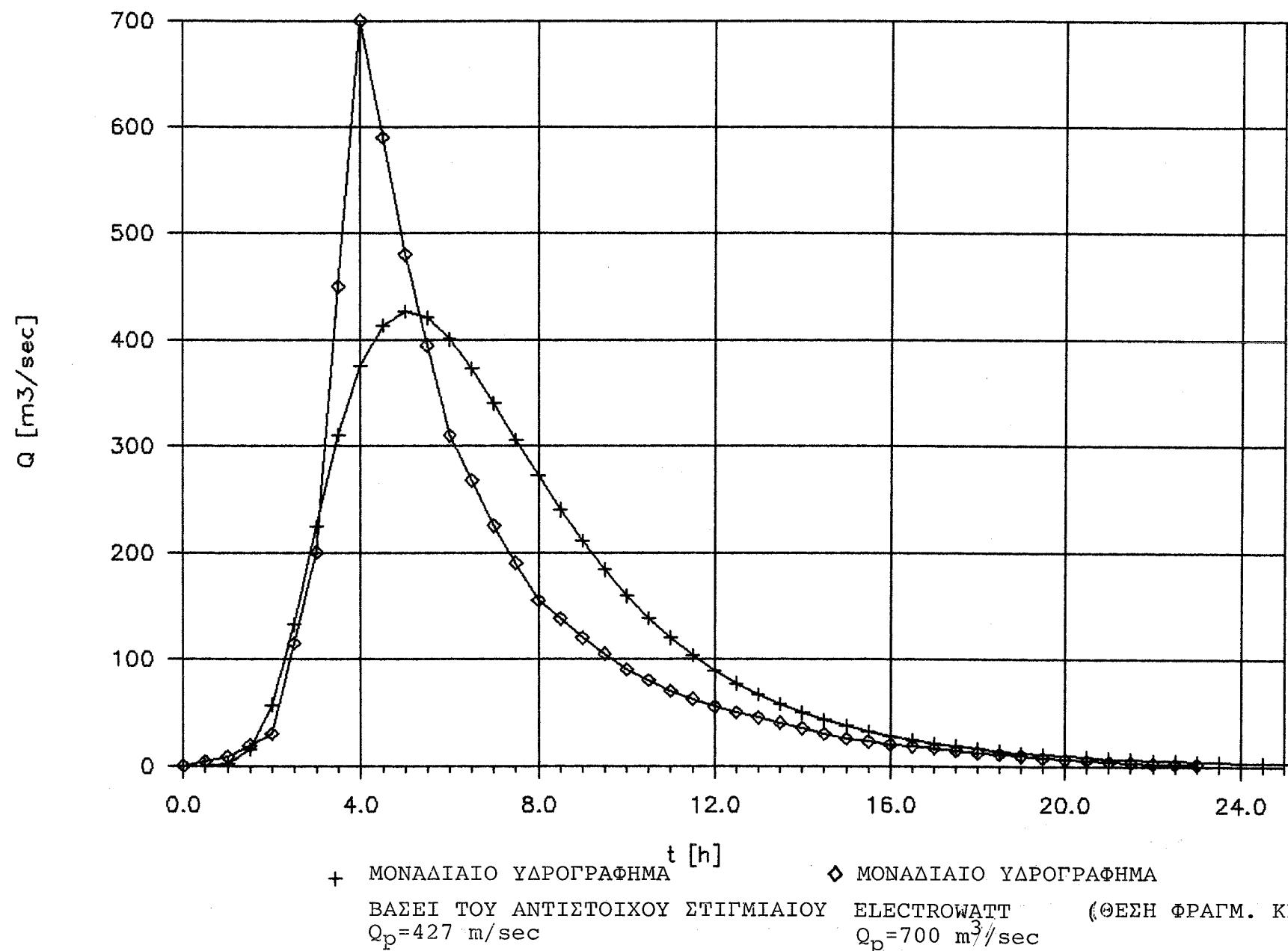
ΥΔΡΟΓΡΑΦΗΜΑ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ ΣΤΗ ΘΕΣΗ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΠΥΔΗΣ - ΣΥΧΝ. 1:20

Γ. ΣΥΝΟΠΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ

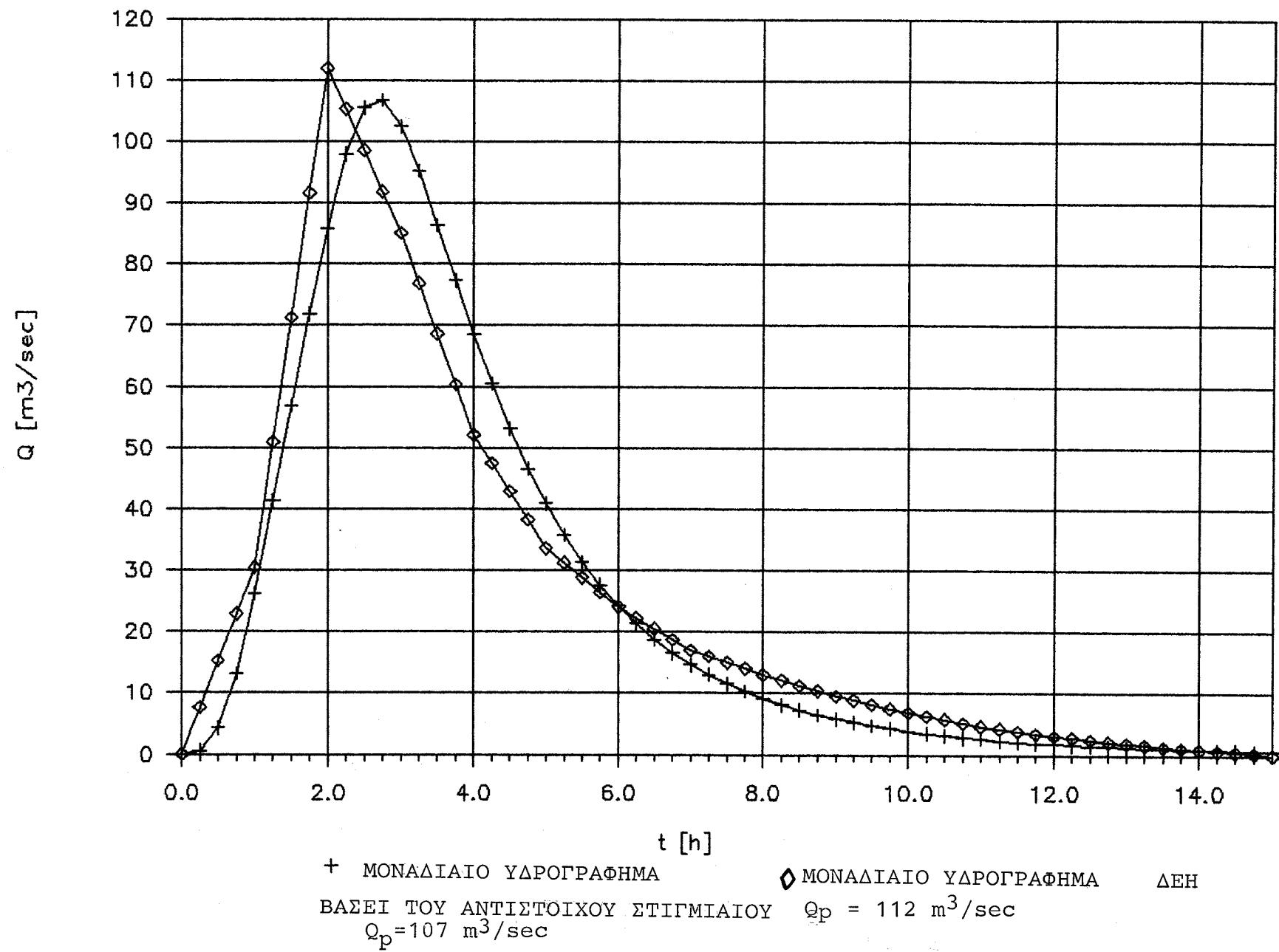
Διάρκεια βροχής, Δ (h) :	24.00
Ολικό ύψος βροχής, H (mm) :	152.6
Υφέθιμο ύψος βροχής, H* (mm) :	96.2
Απώλειες (%) :	37.0
Παροχή αιχμής (m ³ /sec) :	420.4
Χρόνος πραγματοποίησης αιχμής (h) :	24.00
Καθαρός όγκος πλημμύρας (εκατομ. m ³) :	12.60
Συνολικός όγκος πλημμύρας (εκατομ. m ³) :	14.57

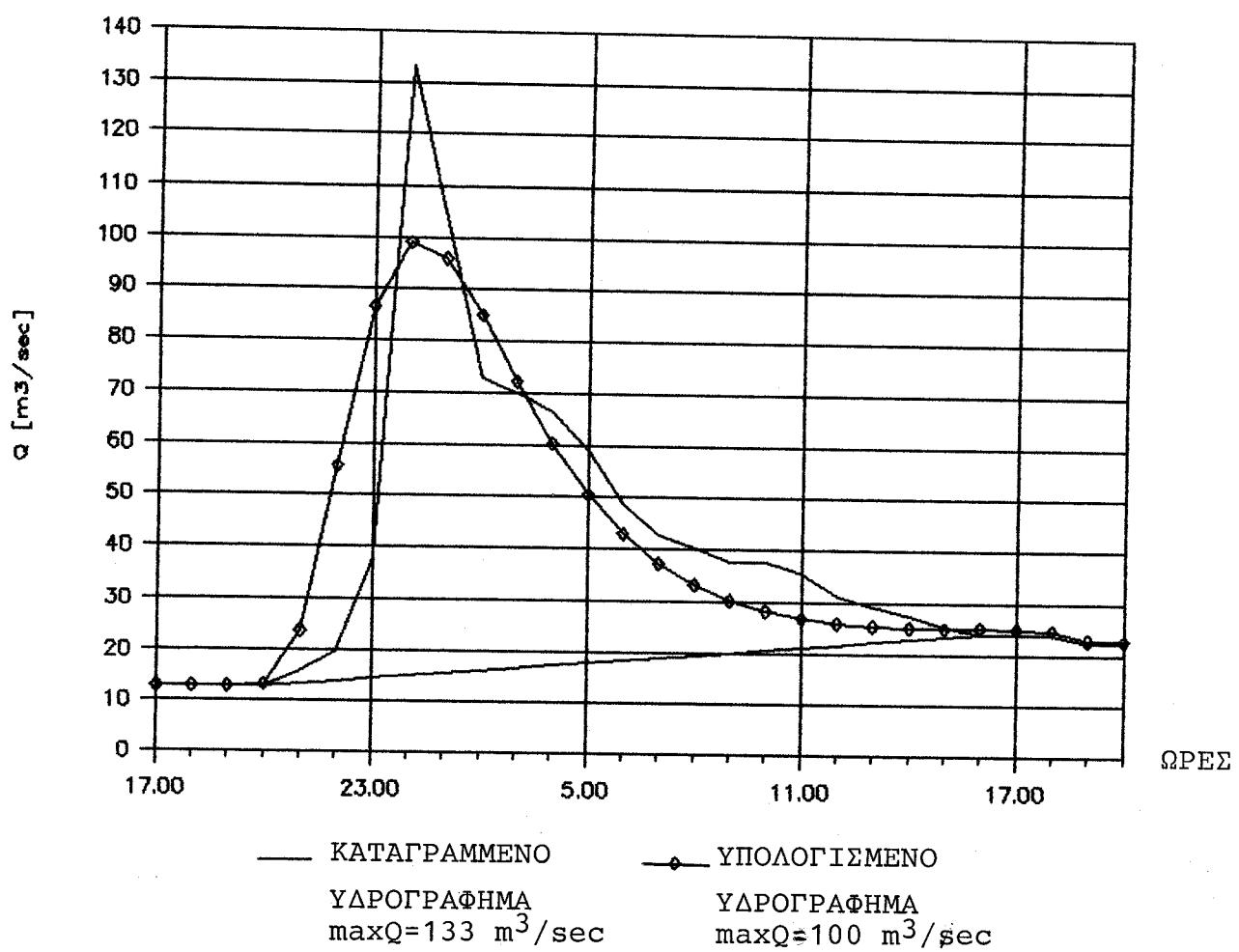
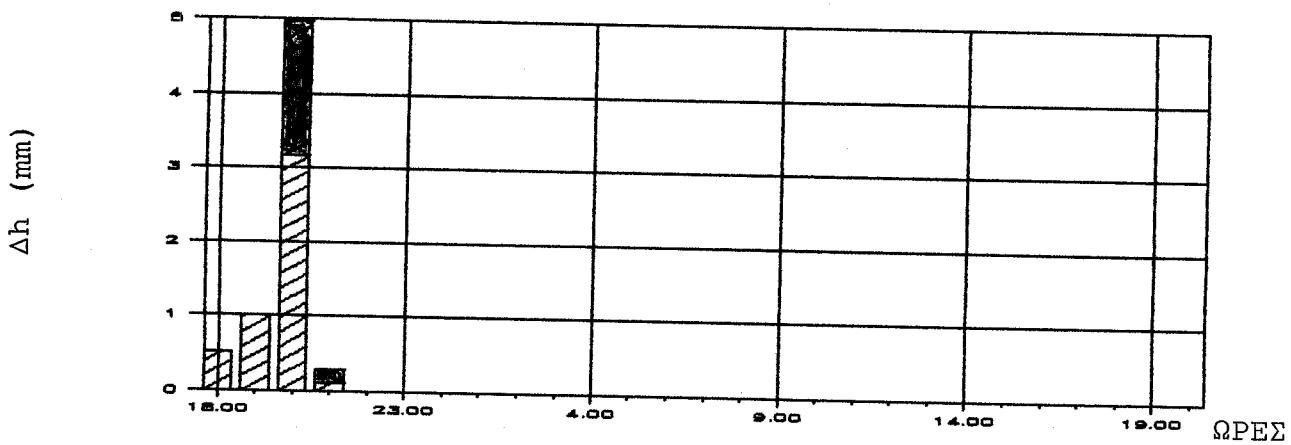


ΣΧΗΜΑ 1: ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΣΤΙΓΜΙΑΙΩΝ ΜΟΝΑΔΙΑΙΩΝ ΥΔΡΟΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ ΓΕΦΥΡΑΣ ΣΑΡΑΚΙΝΑΣ ΚΑΙ ΜΟΥΖΑΚΙΟΥ



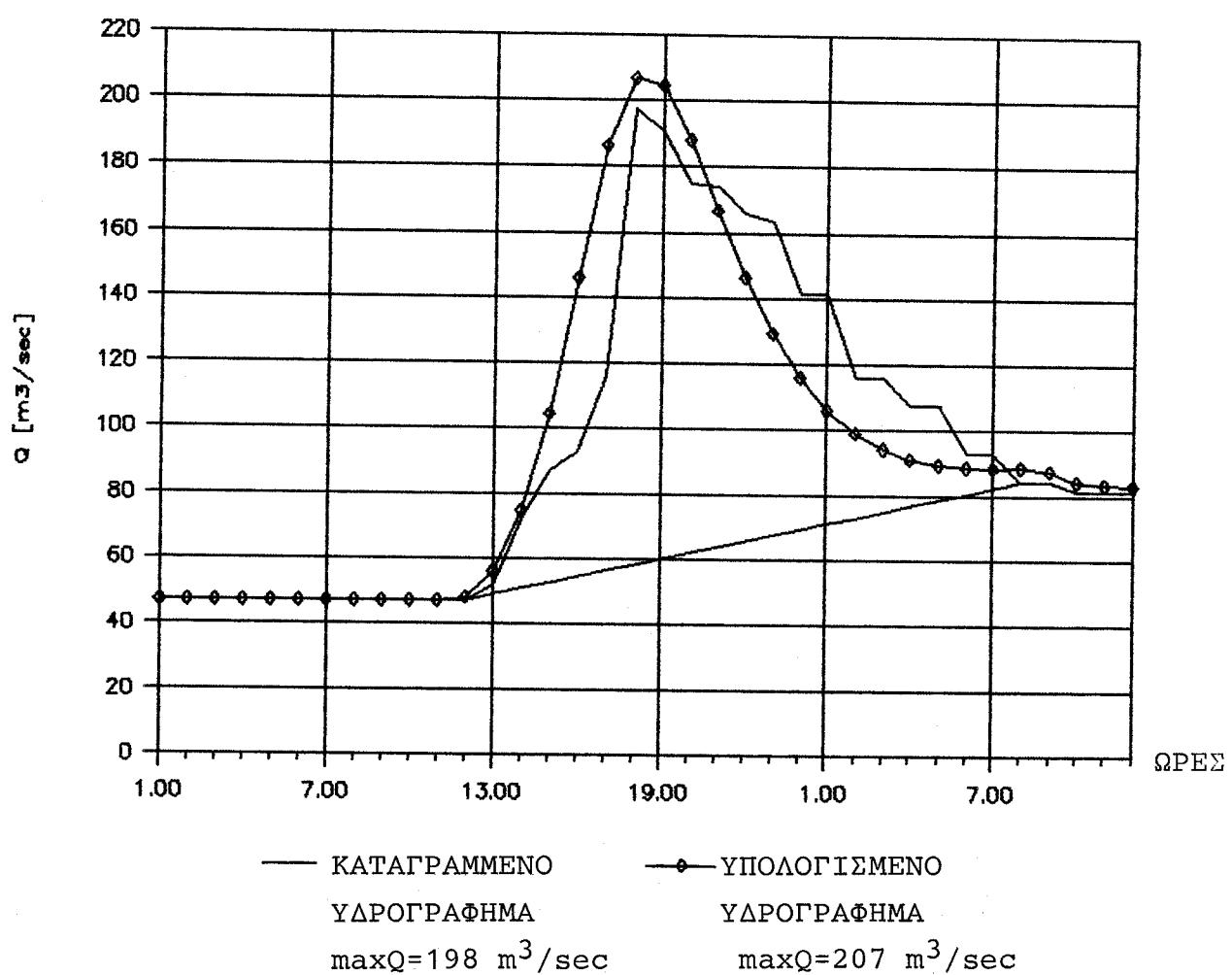
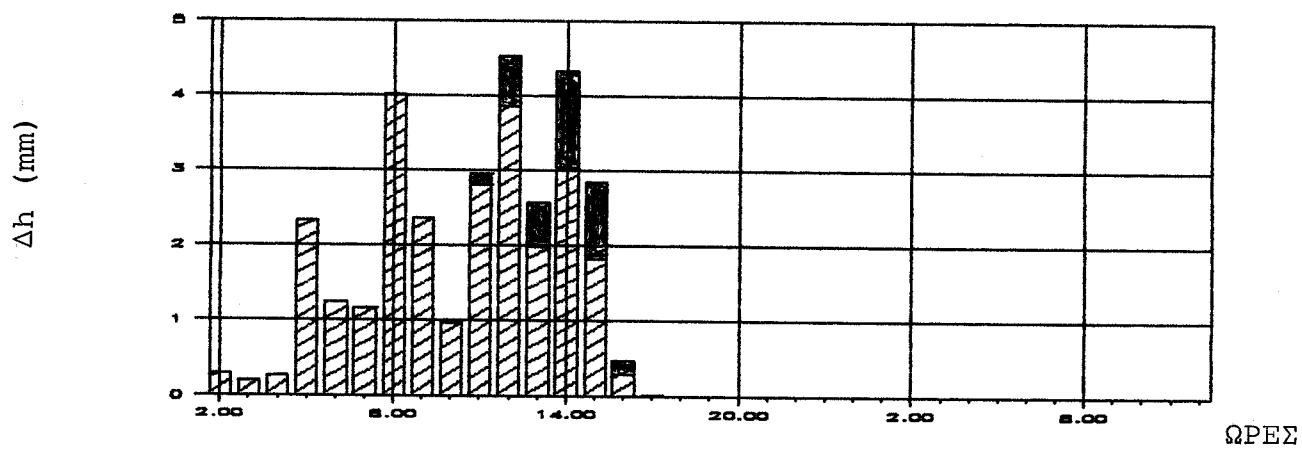
ΣΧΗΜΑ 2 • ΜΟΝΑΔΙΑΙΟ ΥΔΡΟΓΡΑΦΗΜΑ ΠΙΝΕΤΟΥ ΕΤΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΕΛΑΣΚΙΝΑΣ ΠΑΙΑΝΙΩΝ 1





ΣΧΗΜΑ 4.1.

ΥΔΡΟΜΕΤΡΙΚΟΣ ΣΤΑΘΜΟΣ ΓΕΦΥΡΑΣ ΣΑΡΑΚΙΝΑΣ ΠΟΤΑΜΟΥ ΠΗΝΕΙΟΥ
 ΠΛΗΜΜΥΡΑ 15/16-5-1960
 ΚΑΘΑΡΟΣ ΠΛΗΜΜΥΡΙΚΟΣ ΟΓΚΟΣ $2,105 * 10^6 \text{ m}^3$

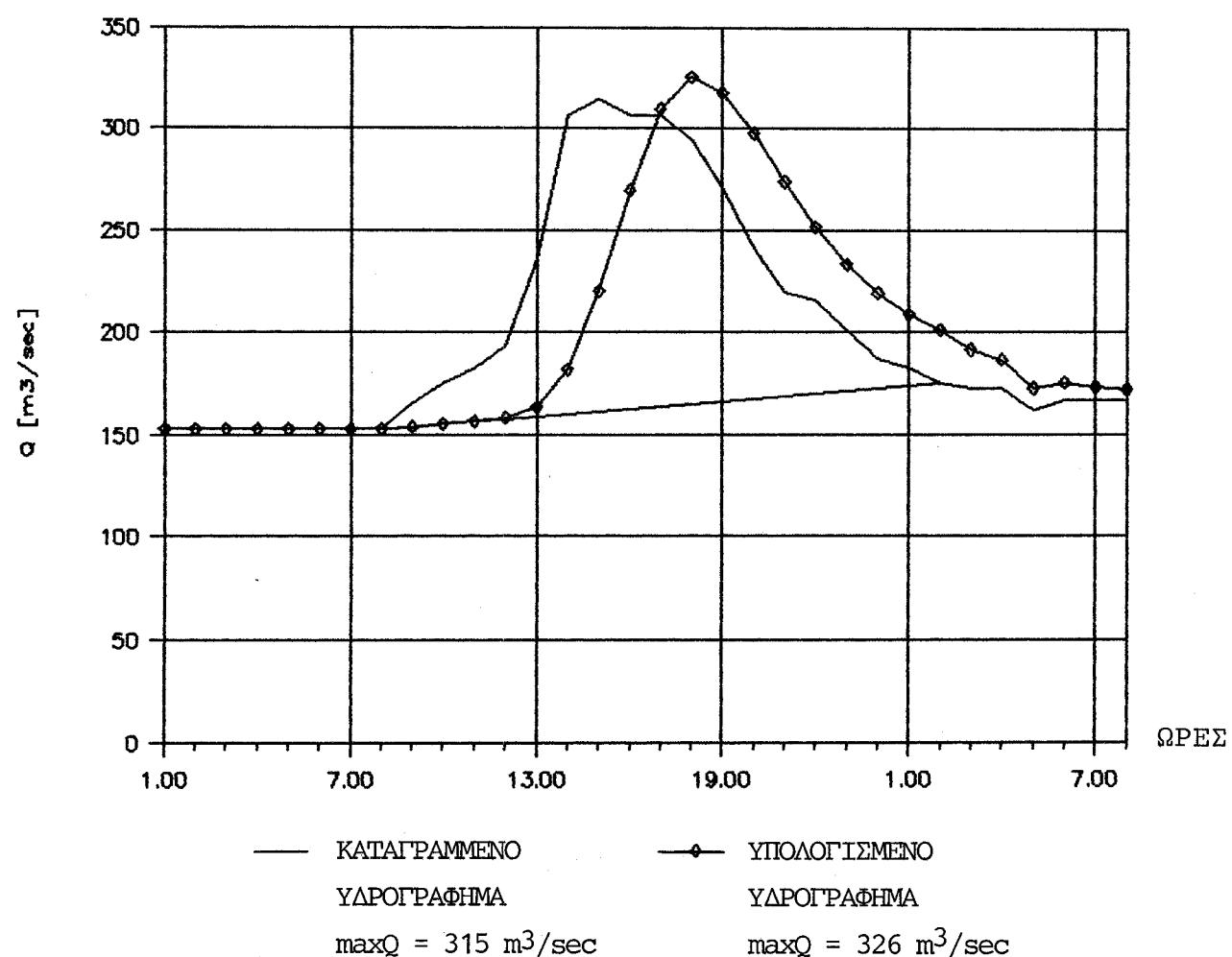
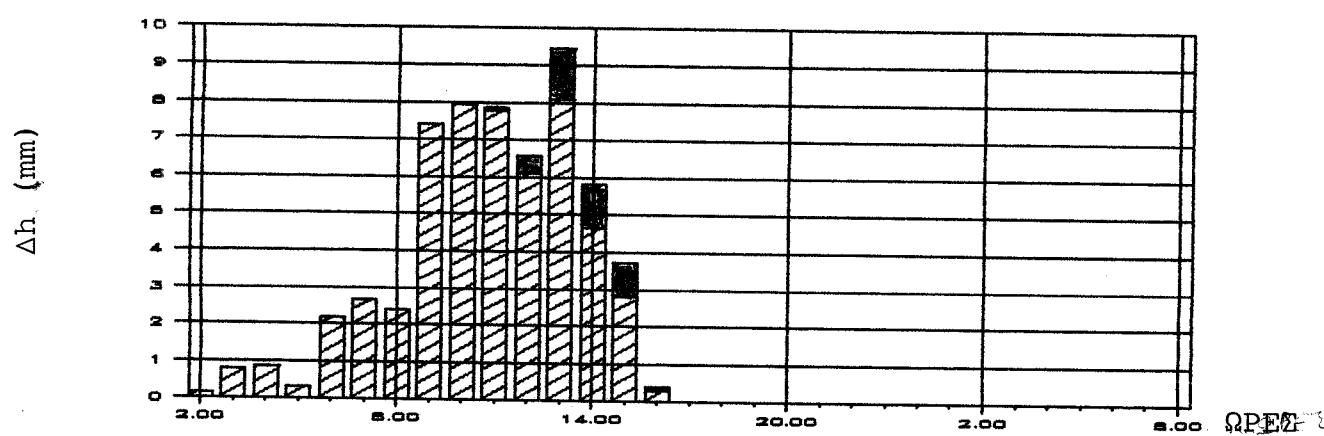


ΣΧΗΜΑ 4.2.

ΥΔΡΟΜΕΤΡΙΚΟΣ ΣΤΑΘΜΟΣ ΓΕΦΥΡΑΣ ΣΑΡΑΚΙΝΑΣ ΠΟΤΑΜΟΥ ΠΗΝΕΙΟΥ

ΠΛΗΜΜΥΡΑ 13/14-4-1965

ΚΑΘΑΡΟΣ ΠΛΗΜΜΥΡΙΚΟΣ ΟΓΚΟΣ $4,16 \times 10^6 \text{ m}^3$

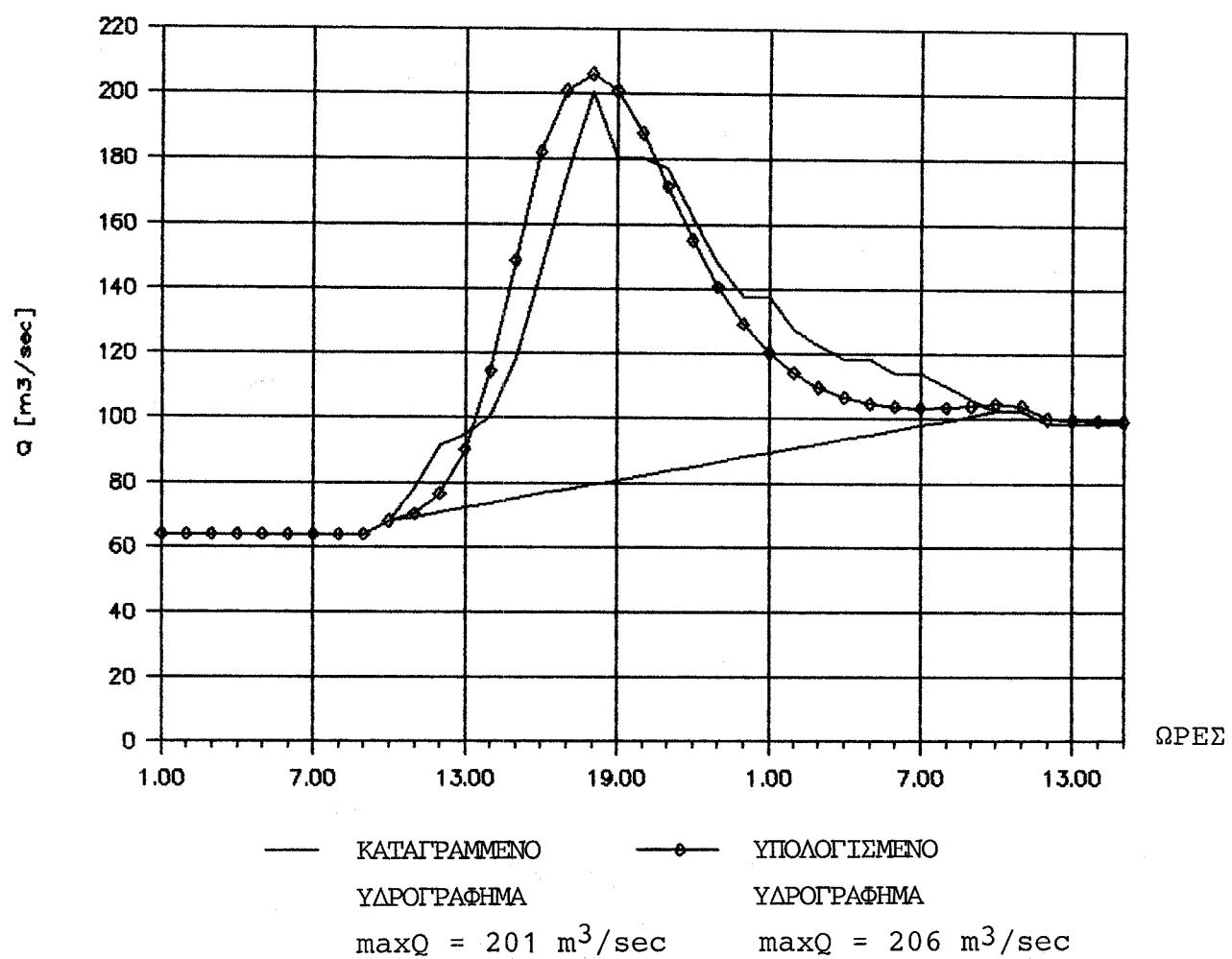
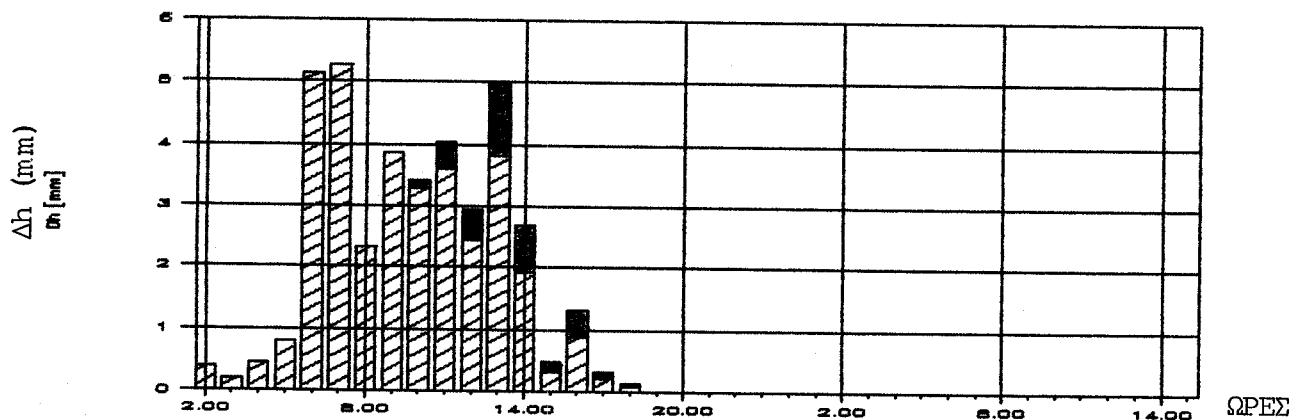


ΣΧΗΜΑ 4.3.

ΥΔΡΟΜΕΤΡΙΚΟΣ ΣΤΑΘΜΟΣ ΓΕΦΥΡΑΣ ΣΑΡΑΚΙΝΑΣ ΠΟΤΑΜΟΥ ΠΗΝΕΙΟΥ

ΠΛΗΜΜΥΡΑ 7-12-1966

ΚΑΘΑΡΟΣ ΠΛΗΜΜΥΡΙΚΟΣ ΟΓΚΟΣ $4,374 \times 10^6$ m³

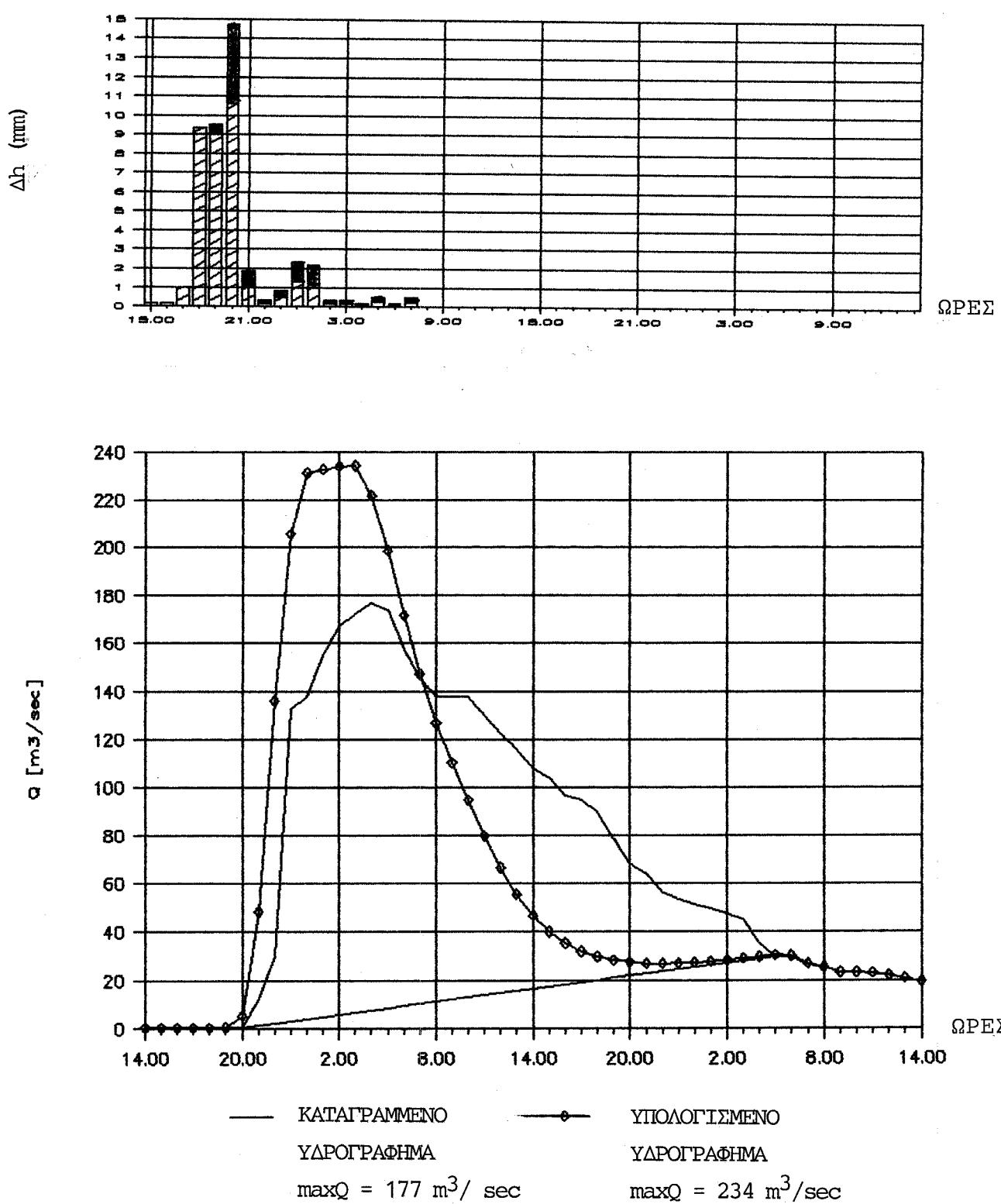


ΣΧΗΜΑ 4.4.

ΥΔΡΟΜΕΤΡΙΚΟΣ ΣΤΑΘΜΟΣ ΓΕΦΥΡΑΣ ΣΑΡΑΚΙΝΑΣ ΠΟΤΑΜΟΥ ΠΗΝΕΙΟΥ

ΠΛΗΜΜΥΡΑ 14/15-12-66

ΚΑΘΑΡΟΣ ΠΛΗΜΜΥΡΙΚΟΣ ΟΓΚΟΣ $3,953 \times 10^6 \text{ m}^3$

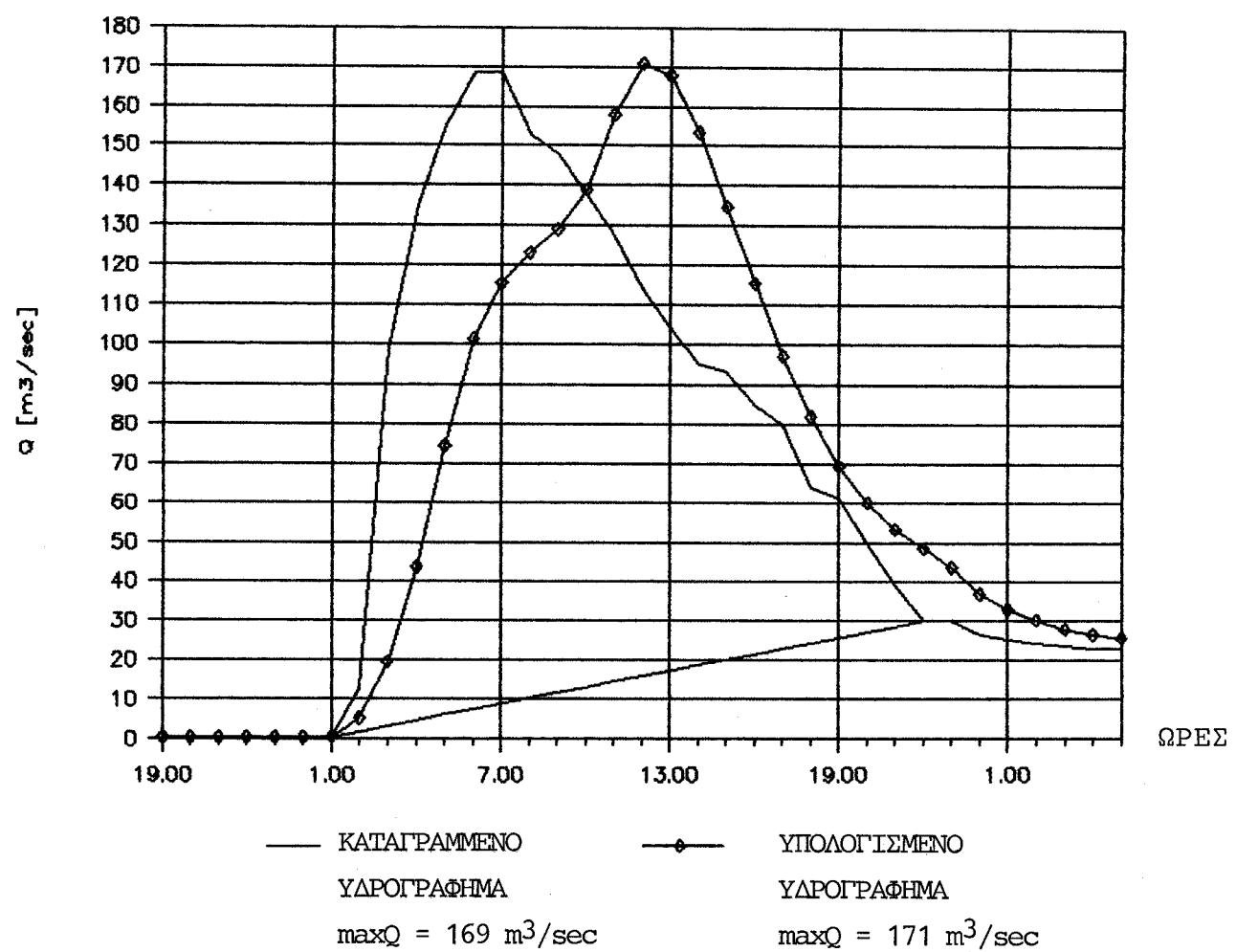
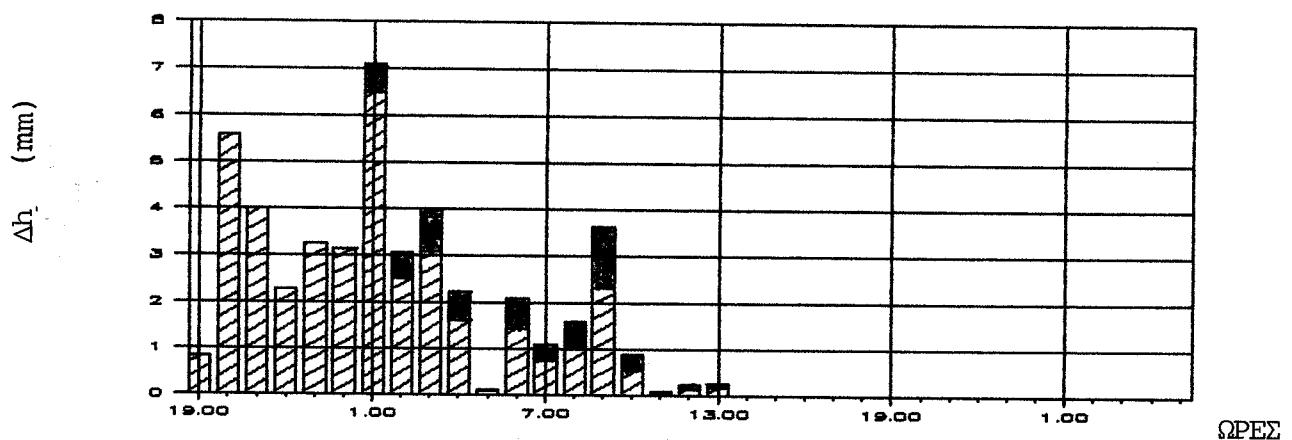


ΣΧΗΜΑ 4.5.

ΥΔΡΟΜΕΤΡΙΚΟΣ ΣΤΑΘΜΟΣ ΓΕΦΥΡΑΣ ΣΑΡΑΚΙΝΑΣ ΠΟΤΑΜΟΥ ΠΗΝΕΙΟΥ

ΠΛΗΜΜΥΡΑ 11/12/13-11-1967

ΚΑΘΑΡΟΣ ΠΛΗΜΜΥΡΙΚΟΣ ΟΓΚΟΣ $9,375 \times 10^6 \text{ m}^3$

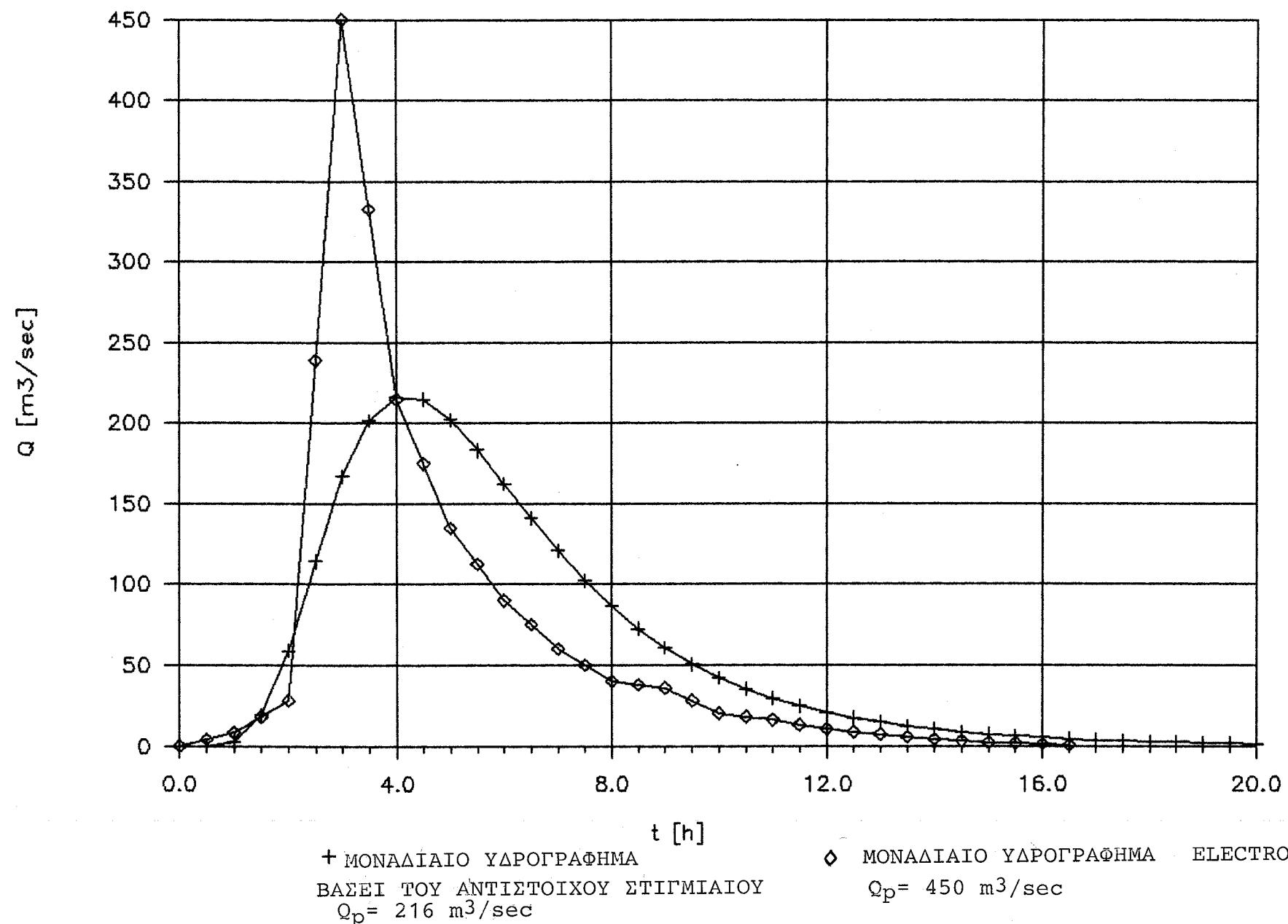


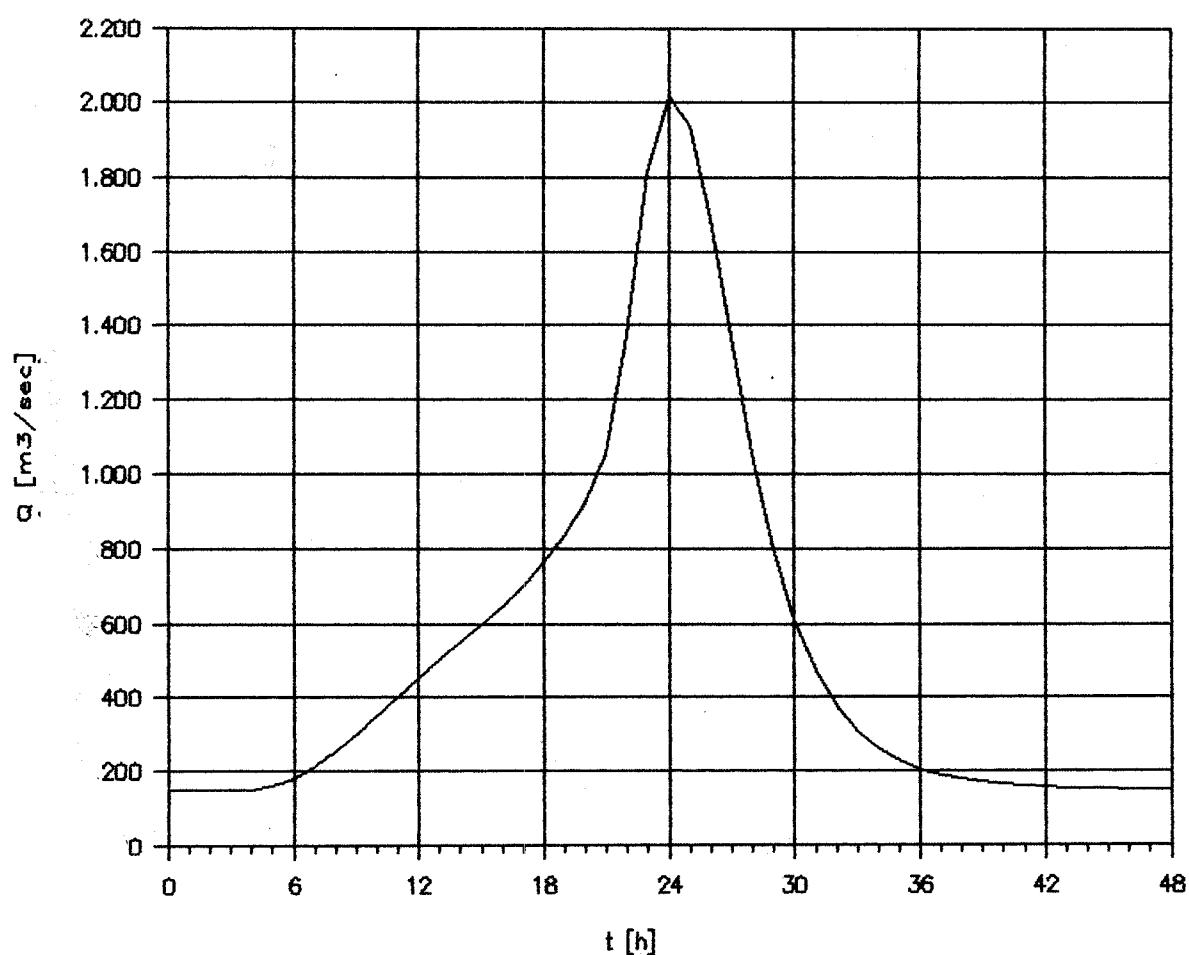
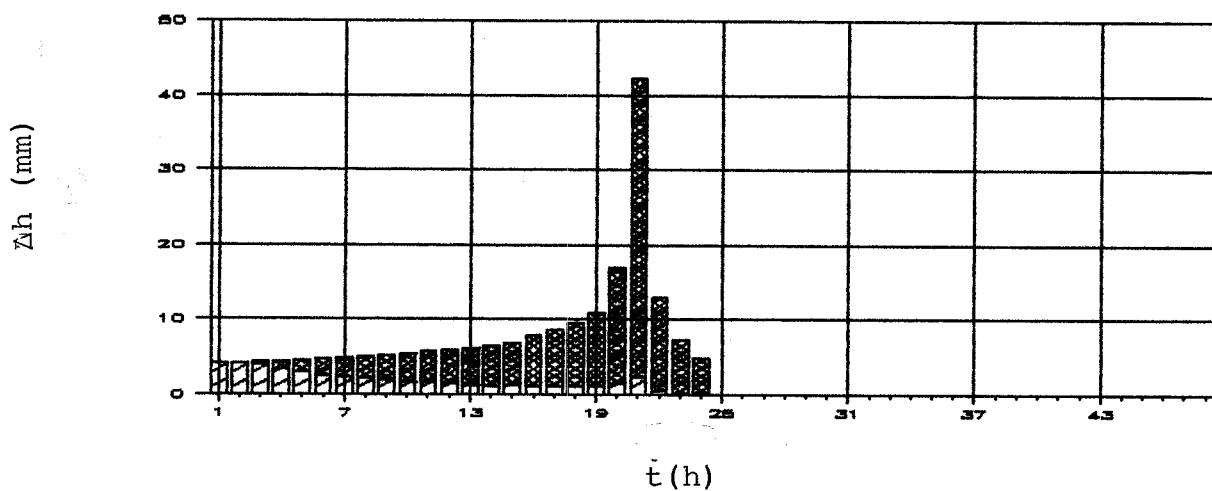
ΣΧΗΜΑ 4.6.

ΥΔΡΟΜΕΤΡΙΚΟΣ ΣΤΑΘΜΟΣ ΓΕΦΥΡΑΣ ΣΑΡΑΚΙΝΑΣ ΠΟΤΑΜΟΥ ΙΩΝΕΙΟΥ

ΠΛΗΜΜΥΡΑ 13-11-1968

ΚΑΘΑΡΟΣ ΠΛΗΜΜΥΡΙΚΟΣ ΟΓΚΟΣ $6,428 \times 10^6 \text{ m}^3$





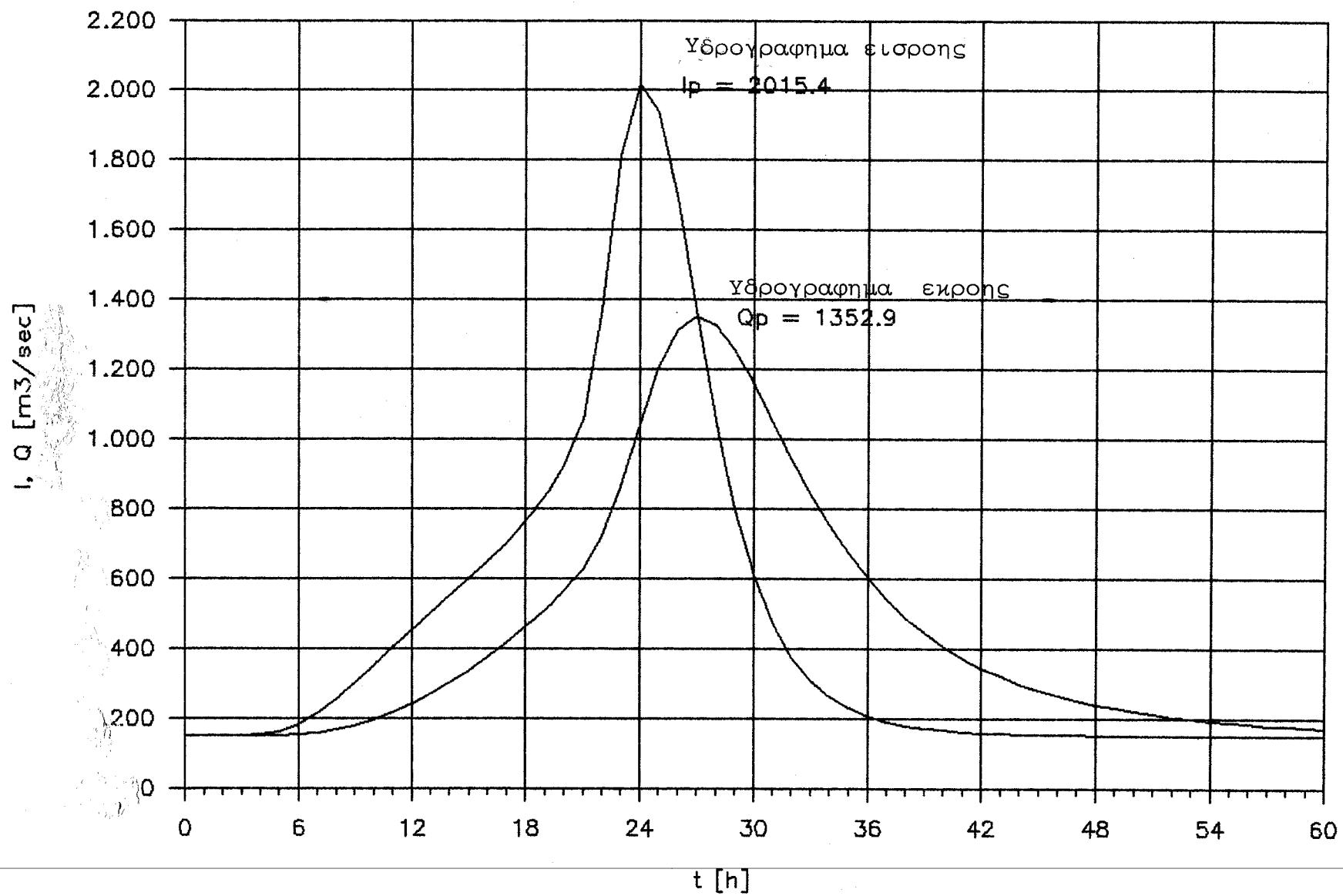
ΣΧΗΜΑ 6 :

ΥΔΡΟΓΡΑΦΗΜΑ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΣΤΗ ΘΕΣΗ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΠΑΛΙΟΔΕΡΑΙ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ 1:10.000

ΟΛΙΚΟ ΥΨΟΣ ΒΡΟΧΗΣ 199mm

ΠΑΡΟΧΗ ΑΙΧΜΗΣ 2015 m^3/sec

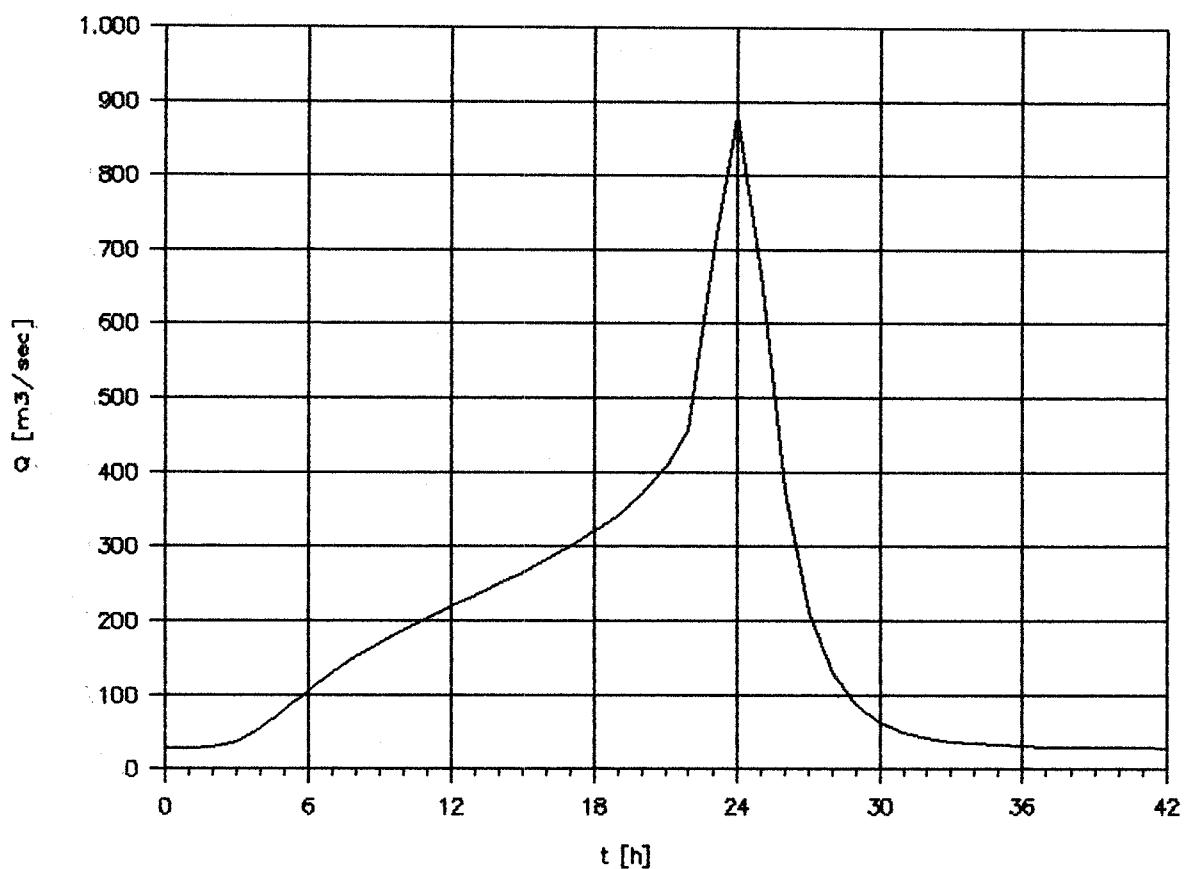
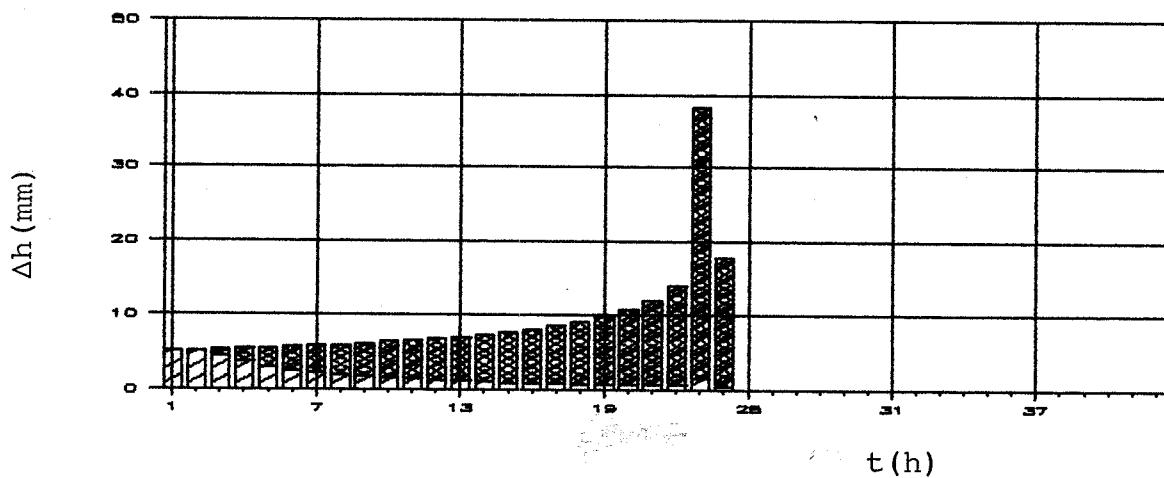
ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΟΓΚΟΣ $95,65 \cdot 10^6 m^3$



ΣΧΗΜΑ 7 : ΠΛΗΜΜΥΡΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΤΗ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΠΑΛΙΟΔΕΡΛΙ

ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ 1:10.000

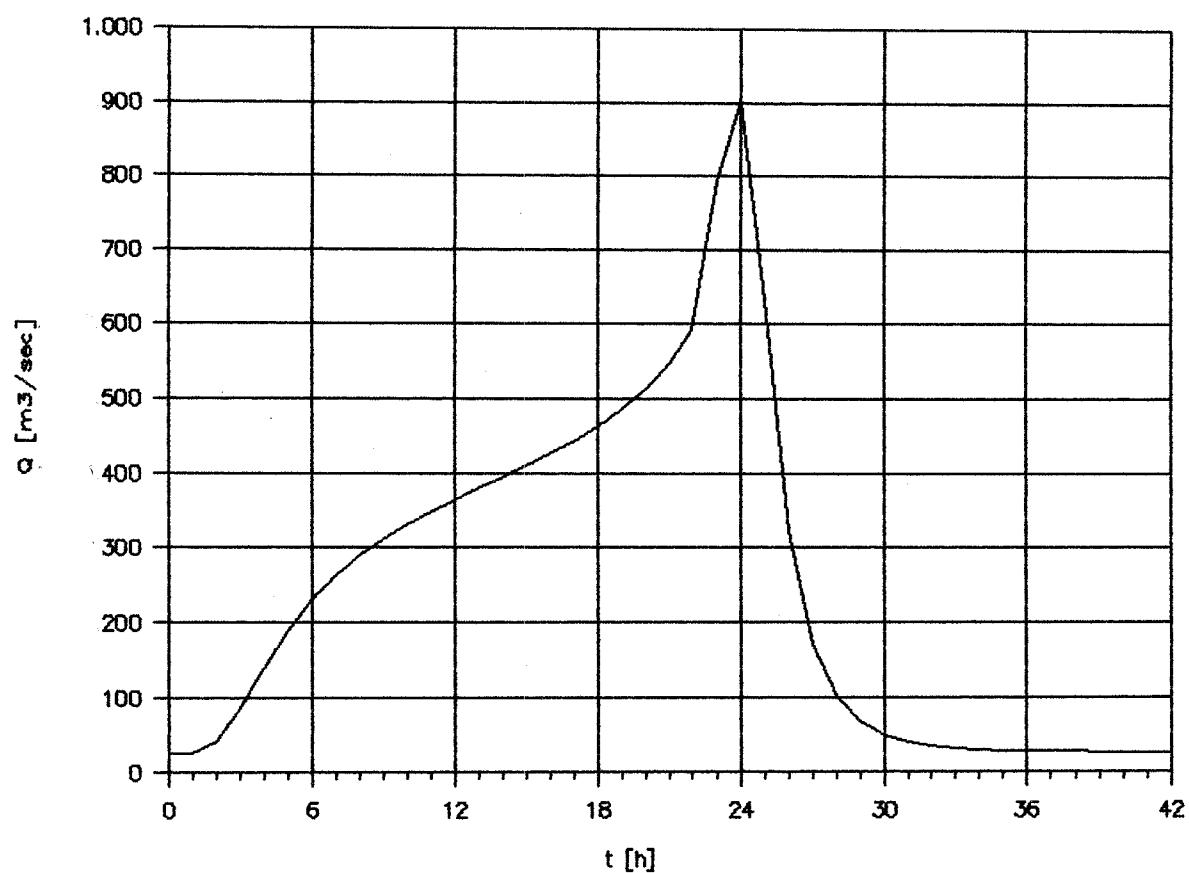
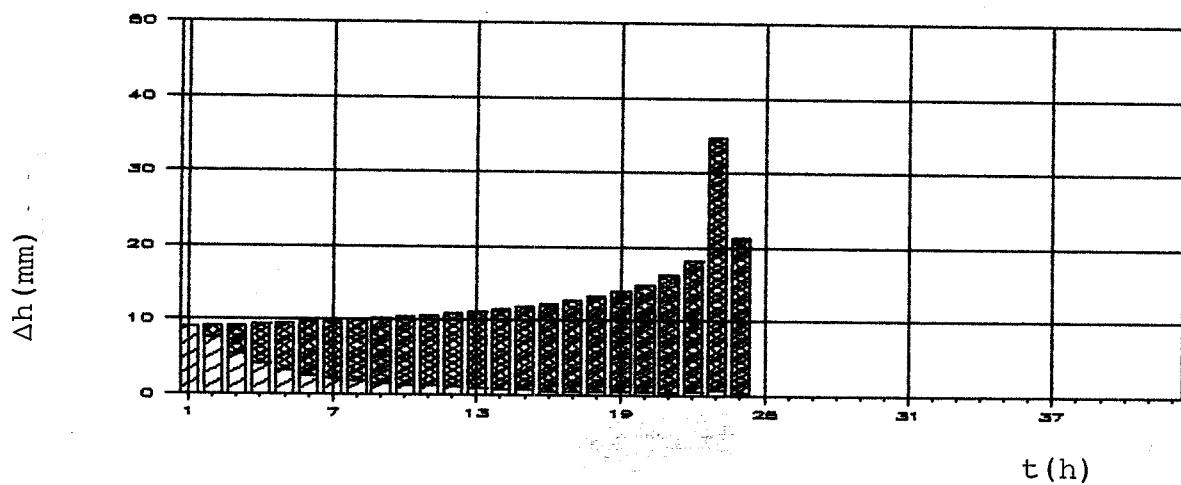
ΣΤΕΨΗ ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΤΗ +349m



ΣΧΗΜΑ 8

ΥΔΡΟΓΡΑΦΗΜΑ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΣΤΗ ΘΕΣΗ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ
ΜΟΥΖΑΚΙΟΥ

ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ 1:10.000
ΟΛΙΚΟ ΥΨΟΣ ΒΡΟΧΗΣ 222 mm
ΠΑΡΟΧΗ ΑΙΧΜΗΣ 882 m³/sec
ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΟΓΚΟΣ 29.25×10^6 m³



ΣΧΗΜΑ 9

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΑ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΣΤΗ ΘΕΣΗ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΠΥΔΗΣ

ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ 1:10.000

ΟΛΙΚΟ ΥΨΟΣ ΒΡΟΧΗΣ 310 mm

ΠΑΡΟΧΗ ΑΙΧΜΗΣ 900 m³/sec

ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΟΓΚΟΣ 38.34*10⁶ m³

