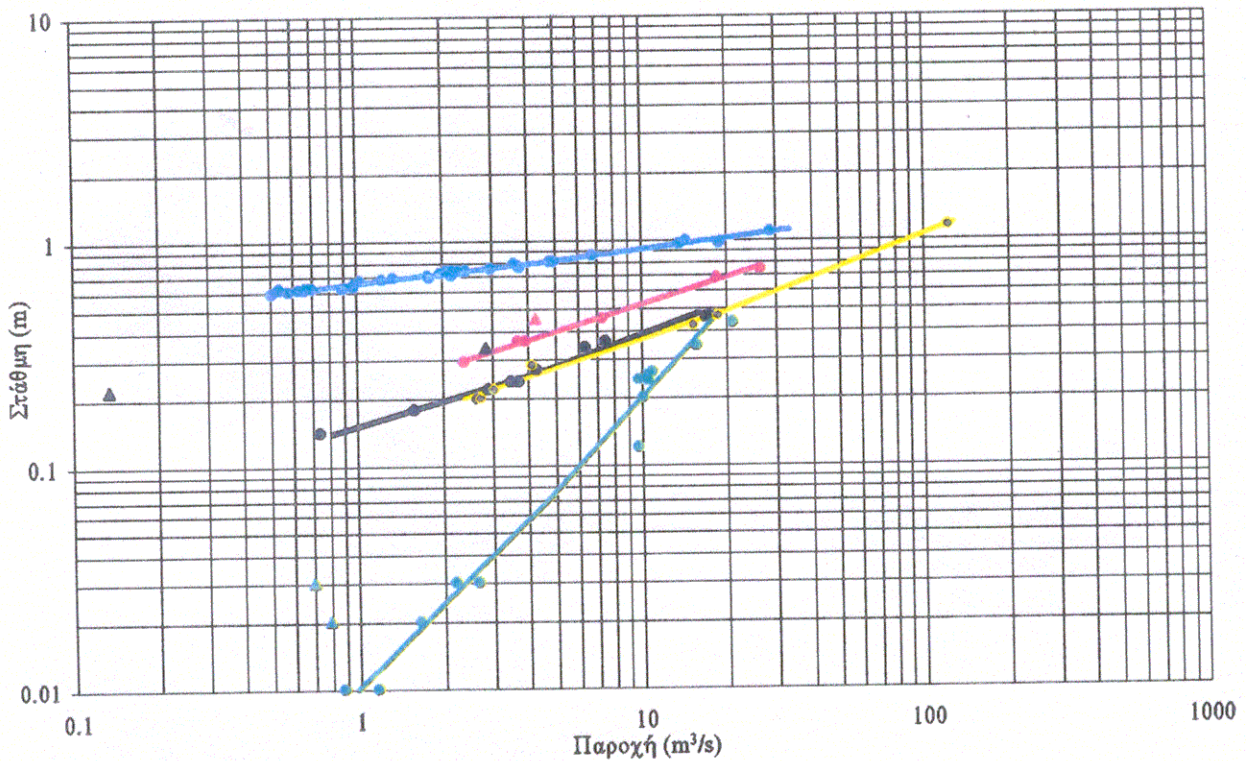


ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ,
ΥΔΡΑΥΛΙΚΩΝ & ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ ΕΡΓΩΝ

ΚΑΤΑΡΤΙΣΗ ΚΑΜΠΥΛΩΝ ΣΤΑΘΜΗΣ-ΠΑΡΟΧΗΣ ΜΕ ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΕΧΝΗΤΗΣ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗΣ ΡΙΝΑΧ

Διπλωματική εργασία ΕΙΡΗΝΗΣ Ν. ΜΟΥΖΑΚΗ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΚΟΥΤΣΟΓΙΑΝΝΗΣ ΔΗΜ., ΕΠΙΚ. ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ



ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 1996
ΑΘΗΝΑ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	Σελίδα
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	4
ΚΕΦ. 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	5
ΚΕΦ. 2. ΚΛΑΣΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΚΑΤΑΡΤΙΣΗΣ ΚΑΜΠΥΛΩΝ	7
2.1. Γενικά	7
2.2. Διαδικασία μέτρησης υδρομετρικών δεδομένων	7
2.2.1. Μέτρηση στάθμης	7
2.2.2. Μέτρηση παροχής	8
2.2.3. Μεθοδολογία εκτίμησης της παροχής σε μια συγκεκριμένη θέση.	10
2.3. Συμβατική (κλασική) μεθοδολογία κατάρτισης καμπυλών στάθμης-παροχής.	11
ΚΕΦ. 3. ΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ PINAX	14
3.1. Γενικά	14
3.2. Ορισμός του προβλήματος	15
3.3. Συνάρτηση προσδιορισμού της ομογένειας.	17
3.3.1. Ποσοτικοποίηση του στόχου 1.	17
3.3.2. Ποσοτικοποίηση του στόχου 2.	22
3.3.3. Συνδυασμός των στόχων 1 και 2.	23
3.3.4. Τελική αντικειμενική συνάρτηση.	23
3.4. Ο αλγόριθμος PINAX	24
ΚΕΦ. 4. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΥΔΡΟΣΚΟΠΙΟΥ	28
ΚΕΦ. 5. ΕΦΑΡΜΟΓΗ-ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ	30
5.1. Γενικά	30
5.2. Παραδείγματα	30
5.2.1. Σταθμός Καστρί, ποταμός Σπερχειός	30
5.2.2. Σταθμός Κομποτάδες, ποταμός Σπερχειός	35
5.3. Παράμετρος μορφή καμπύλης	40
5.3.1. Παραδείγματα b-line (Για σταθερή τιμή b-line)	40
5.3.2. Παραδείγματα β-line (Μεταβλητή τιμή b-line)	43
ΚΕΦ. 6. ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΚΑΜΠΥΛΩΝ ΣΤΑΘΜΗΣ-ΠΑΡΟΧΗΣ	64
6.1. Γενικά	64

6.2. Σύγκριση καμπυλών διερευνητικής μεθόδου- μεθόδου PINAX	64
6.2.1. Θέση Κομποτάδες, ποταμού Σπερχειού	65
6.2.2. Θέση Πόρος Ρηγανίου, ποταμού Ευήνου	65
ΚΕΦ. 7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	68
ΑΝΑΦΟΡΕΣ	69
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α(Καμπύλες στάθμης-Παροχής)	
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β (Δεδομένα Υδρομέτρησεων)	

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ευχαριστώ ιδιαίτερα τον Επίκουρο Καθηγητή του Ε.Μ.Π. κύριο **Δημήτρη Κουτσογιάννη** για την ανάθεση και επίβλεψη του θέματος. Ιδιαίτερη αναφορά θα ήθελα να κάνω στον κύριο **Νίκο Μαμάση** για το ενδιαφέρον, τις πολύτιμες συμβουλές και υποδείξεις του, από την αρχή έως και το πέρας της εργασίας μου. Ακόμη θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κύριο Γιώργο Τσακαλία για την εισαγωγή στο σύστημα PINAX, το οποίο ο ίδιος ανέπτυξε. Επιπλέον θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κύριο Αντώνη Χριστοφίδη για την εισαγωγή στο σύστημα του Υδροσκοπίου και τους Αλέξανδρο Μανέτα, Αναστάσιο Καζάκο, και Φανή Κρεμιζή για την βοήθεια τους σε διάφορα θέματα. Τέλος ευχαριστώ τον Τομέα Υδατικών Πόρων και Θαλασσιών Έργων του Ε.Μ.Π. για τη διάθεση του απαραίτητου υλικοτεχνικού εξοπλισμού.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα εργασία εξετάζεται το πρόβλημα κατάρτισης καμπυλών στάθμης-παροχής με τη χρήση σύγχρονων μεθόδων πληροφορικής. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκε το σύστημα PINAX, το οποίο έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του ερευνητικού προγράμματος ΥΔΡΟΣΚΟΠΙΟ και χρησιμοποιεί τεχνικές τεχνητής νοημοσύνης. Η μέθοδος PINAX βασίζεται στην έρευνα της ομογένειας συνόλων υδρολογικών δεδομένων και δίνει λύσεις που εξαρτώνται από στατιστικά κριτήρια.

Με τη μέθοδο αυτή καταρτίστηκαν καμπύλες στάθμης-παροχής σε επιλεγμένες θέσεις ποταμών της Στερεάς Ελλάδας, σε σύντομο χρονικό διάστημα. Στις θέσεις αυτές υπήρχαν έτοιμες καμπύλες κατασκευασμένες από ειδικούς με την κλασική εμπειρική μέθοδο (με το χέρι), πράγμα που επέτρεψε τη σύγκριση των καμπυλών που υπολογίστηκαν αυτόματα με το σύστημα PINAX, με τις προϋπάρχουσες καμπύλες της εμπειρικής μεθόδου.

Η μέθοδος PINAX, σε σχέση με την κλασική μέθοδο, πλεονεκτεί σε ότι αφορά το χρόνο επεξεργασίας και την ευκολία εξέτασης πολλών δεδομένων, αλλά πάντως θα πρέπει να εφαρμόζεται από ειδικούς, γιατί προϋποθέτει τον καθορισμό διαφόρων παραμέτρων και την εκ των υστέρων εμπειρική αξιολόγηση ή και τροποποίηση των λύσεων.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η μελέτη και μοντελοποίηση της επιφανειακής απορροής είναι πολύ σημαντική για την εκτίμηση και διαχείριση των υδατικών πόρων καθώς και για την αντιμετώπιση των πλημμυρών. Η παροχή των υδατορευμάτων αποτελεί την πρωτεύουσα υδρολογική πληροφορία, εφόσον εάν υπήρχαν μεγάλες ιστορικές χρονοσειρές θα αντιμετωπίζονταν τα περισσότερα υδρολογικά προβλήματα χωρίς τη χρήση των χρονοσειρών των υπολοίπων υδρολογικών μεταβλητών (βροχή, θερμοκρασία). Η μέτρηση της παροχής των υδατορευμάτων επιτυγχάνεται με μια ποικιλία από μεθόδους, οι περισσότερες από τις οποίες χρησιμοποιούν τις αρχές της κλασικής υδραυλικής. Η δυσκολία εφαρμογής των μεθόδων αυτών δεν επιτρέπει την συνεχή μέτρηση της παροχής, η οποία και μετριέται σποραδικά σε συγκεκριμένες χρονικές στιγμές. Η εκτίμηση της συνολικής παροχής για μεγαλύτερα χρονικά διαστήματα γίνεται με τη συσχέτιση της παροχής με τη στάθμη του υδατορεύματος. Αυτή μετριέται περιοδικά (π.χ. κάθε ημέρα) με τη χρήση σταθμημέτρου ή και συνεχώς με τη χρήση του σταθμηγράφου. Έτσι, έχοντας ορίσει και ρυθμίσει μία σχέση μεταξύ της παροχής και της στάθμης συγκεκριμένου υδατορεύματος, μπορούν να υπολογιστούν οι παροχές για οποιαδήποτε χρονική περίοδο με βάση τις αντίστοιχες στάθμες. Η σχέση αυτή εξαρτάται από τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του υδατορεύματος, όπως είναι το σχήμα της διατομής και η κλίση του, καθώς και τα υδραυλικά χαρακτηριστικά, όπως το βάθος ροής και η τραχύτητα. Η μεταβολή των χαρακτηριστικών αυτών, όπως για παράδειγμα η πρόσχωση της διατομής, έχει σαν αποτέλεσμα την διαφοροποίηση της σχέσης που συνδέει την παροχή με τη στάθμη. Οι μεταβολές αυτές στα χαρακτηριστικά παρατηρούνται κυρίως σε υδατορεύματα με διαλείπουσα και χειμαρρώδη ροή, αν και μπορούν να πραγματοποιηθούν και από άλλους παράγοντες, όπως τεχνικά έργα στη διατομή ή στο ανάντη τμήμα του υδατορεύματος.

Η διαλείπουσα και χειμαρρώδης ροή των υδατορευμάτων συνήθως οφείλεται στα κλιματικά, γεωγραφικά και γεωλογικά χαρακτηριστικά της περιοχής. Στον Ελληνικό χώρο με το μεσογειακό κλίμα (υγρός χειμώνας - άνυδρος καλοκαίρι), το έντονο ανάγλυφο, τις πολλές και μικρές λεκάνες

απορροής, τα περισσότερα υδατορεύματα έχουν αυτή τη δίαιτα ροής. Έτσι, οι σχέσεις μεταξύ παροχής και στάθμης, διαφοροποιούνται συναρτήσει του χρόνου, δεδομένου ότι μεταβάλλονται τα χαρακτηριστικά του υδατορεύματος. Τελικά, η αντιστοιχία μεταξύ παροχής και στάθμης ενός συγκεκριμένου υδατορεύματος απεικονίζεται από μια οικογένεια καμπυλών (στάθμης-παροχής), η κάθε μία από τις οποίες έχει ισχύ για ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. Οι καμπύλες αυτές κατασκευάζονται με βάση τις μετρήσεις παροχής που έχουν πραγματοποιηθεί και η εκπόνηση τους απαιτεί μεγάλη εμπειρία, ιδιαίτερα όσον αφορά στον εντοπισμό των χρονικών στιγμών όπου τα χαρακτηριστικά του ποταμού έχουν μεταβληθεί και άρα η σχέση στάθμης και παροχής έχει αλλάξει. Σε μία προσπάθεια για την αυτοματοποίηση της όλης διαδικασίας κατάρτισης καμπυλών στάθμης-παροχής, για την υποβοήθηση των εμπειρών επιστημόνων, οι Tsakalias and Koutsogiannis [1995] ανέπτυξαν ένα υπολογιστικό σύστημα βασισμένο σε τεχνικές τεχνητής νοημοσύνης (σύστημα PINAX). Με το σύστημα αυτό εντοπίζονται οι χρονικές στιγμές αλλαγής της σχέσης στάθμης και παροχής, απομονώνονται οι αναξιόπιστες ή ασύμβατες μετρήσεις και τέλος κατασκευάζεται για κάθε χρονική περίοδο η αντίστοιχη καμπύλη. Στην παρούσα διπλωματική εργασία έγινε η ρύθμιση και η βελτιστοποίηση των παραμέτρων για την εφαρμογή του υπολογιστικού συστήματος σε μια σειρά από θέσεις μέτρησης παροχής σε διάφορα ποτάμια της Στερεάς Ελλάδας. Ακόμη, έγινε η αξιολόγηση των καμπυλών που εκπονήθηκαν αυτόματα από το σύστημα, συγκρίνοντάς τις με τις καμπύλες που είχαν κατασκευαστεί με την κλασική διερευνητική μεθοδολογία.

Στο Κεφάλαιο 2 γίνεται η λεπτομερής περιγραφή της μέτρησης των υδρομετρικών δεδομένων και της κατάρτισης καμπυλών στάθμης-παροχής με τις κλασικές εμπειρικές μεθόδους. Στο Κεφάλαιο 3 παρουσιάζεται η θεωρητική βάση του προγράμματος PINAX που λειτουργεί σε σύστημα UNIX. Στο Κεφάλαιο 4 περιγράφεται η λειτουργία του προγράμματος στον υπολογιστή μέσα από συγκεκριμένο παράδειγμα. Στο Κεφάλαιο 5 περιγράφεται η διαδικασία βελτιστοποίησης των παραμέτρων, ενώ στο Κεφάλαιο 6 γίνεται η σύγκριση των καμπυλών με άλλες της ίδιας θέσης μέτρησης, οι οποίες έχουν εκπονηθεί εμπειρικά. Τέλος στο Κεφάλαιο 7 παρουσιάζονται τα τελικά συμπεράσματα.

2. ΚΛΑΣΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΚΑΤΑΡΤΙΣΗΣ ΚΑΜΠΥΛΩΝ

2.1. ΓΕΝΙΚΑ

Για τον υπολογισμό των παροχών σε μία θέση ποταμού είναι απαραίτητες οι συστηματικές (περιοδικές ή συνεχείς) μετρήσεις στάθμης ή και οι ταυτόχρονες, σποραδικές μετρήσεις στάθμης και παροχής. Από τις τελευταίες υπολογίζονται οι καμπύλες στάθμης-παροχής και με βάση αυτές εκτιμάται για κάθε διαθέσιμη στάθμη η αντίστοιχη παροχή. Στις επόμενες παραγράφους περιγράφεται η διαδικασία των μετρήσεων, η κλασική διαδικασία κατάρτισης καμπυλών και τα διάφορα προβλήματα που παρουσιάζονται στην εφαρμογή των μεθόδων αυτών.

2.2. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΥΔΡΟΜΕΤΡΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

2.2.1. Μέτρηση στάθμης

Η μέτρηση της στάθμης των επιφανειακών (ή και υπόγειων) υδάτων, γίνεται κατά περιοδικό ή συνεχή τρόπο, σε επιλεγμένες θέσεις υδατορευμάτων, κ.λ.π. Η στάθμη μετριέται είτε με *σταθμήμετρα* (ή σταθμημετρικές κλίμακες) και *σταθμηγράφους* (αυτόματη καταγραφή στάθμης) [Ξανθόπουλος 1990].

Η επιλεγείσα θέση εγκαταστάσεώς τους πρέπει να εξασφαλίζει στον καλύτερο δυνατό βαθμό την πλήρωση των ακόλουθων κριτηρίων:

- *Σταθερότητα* στη σχέση στάθμης-παροχής.
- *Εναισθησία* στη μεταβολή της παροχής για όλες τις μεταβολές στάθμης.
- *Εύκολη πρόσβαση* των συνεργείων εγκαταστάσεως, συντηρήσεως και λειτουργίας.
- *Οικονομικότητα*, (συγκριτικά με άλλες θέσεις), εγκαταστάσεως και δαπανών συντηρήσεως.

Η σταθμημετρική κλίμακα εξαρτάται υψομετρικά από κάποιο σταθερό υψόμετρο αναφοράς [Ξανθόπουλος 1990].

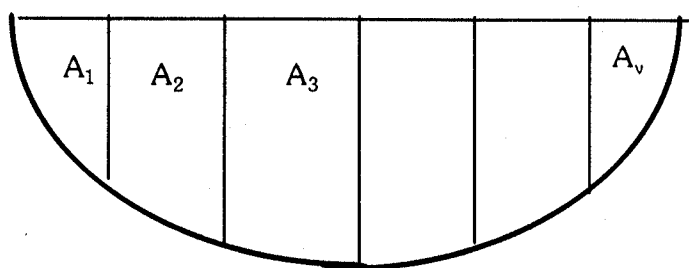
2.2.2. Μέτρηση παροχής

Η μέτρηση της παροχής γίνεται άμεσα με παρεμβολή μετρητών. Δηλαδή στη διατομή του υδατορεύματος τοποθετούνται προρυθμισμένα όργανα που δημιουργούν ασυνέχεια στη ροή (π.χ. ανύψωση ή πτώση) και εξασφαλίζουν μία αμφιμονοσήμαντη σχέση μεταξύ της στάθμης και της παροχής, ανεξάρτητα από τις κατάντη συνθήκες ροής. Εφαρμόζονται κυρίως σε τεχνητές διώρυγες με μικρές σχετικά παροχές [Ξανθόπουλος, 1990].

Η μέτρηση της παροχής γίνεται έμμεσα με τις ακόλουθες μεθόδους:

α. Μυλίσκος

Πρόκειται για μετρήσεις ταχύτητας σε χαρακτηριστικές θέσεις της υγρής διατομής. Είναι μία από τις επικρατέστερες μεθόδους εύρεσης της παροχής. Σύμφωνα με τη μέθοδο αυτή χωρίζεται η θεωρούμενη διατομή σε A_n επιμέρους επιφάνειες, με A_{n-1} νοητές κατακόρυφες ευθείες (Σχήμα 2.1). Σε κάθε μία από τις επιφάνειες αυτές, τοποθετείται ο μυλίσκος (συνήθως κρεμάται ο μυλίσκος από μία γέφυρα ή από μία εγκατάσταση καλωδίωσης που είναι παράλληλη της θεωρούμενης διατομής, ενώ ο ίδιος είναι μέσα στο νερό σε γνωστές αποστάσεις από τον πυθμένα) και ανάλογα με τη ροή του νερού περιστρέφεται η έλικα του μυλίσκου με η στροφές/sec. Η ζητούμενη ταχύτητα ροής στο σημείο A_{vi} , δίνεται από τη σχέση $V_i = a \cdot \eta + b$, όπου a, b σταθερές του οργάνου. Στη συνέχεια εμβαδομετρούνται οι επιμέρους επιφάνειες και από τη σχέση $Q = A_1 V_1 + A_2 V_2 + \dots + A_n V_n$, βρίσκεται η ζητούμενη παροχή [Ξανθόπουλος 1990].



Σχήμα 2.1. Μέτρηση της θεωρούμενης διατομής με μιλίσκο.

β. Πλωτήρες

Η μέτρηση της ταχύτητας V_s στη ελεύθερη επιφάνεια ροής γίνεται με παρακολούθηση της κίνησης των πλωτήρων. Η μέθοδος αν και είναι "χονδροειδώς προσεγγιστική", δίνει μία ένδειξη για τη μέση ταχύτητα της ροής άρα και για την παροχή [Ξανθόπουλος 1990].

γ. Δείκτες

Στηρίζεται στη διάχυση ενός εύκολα ανιχνεύσιμου δείκτη στη κατερχόμενη μάζα του υδατορεύματος. Εφαρμόζεται συνήθως σε υπερκρίσιμη διάταξη, με μεγάλες ταχύτητες ροής όπου η ανάμιξη του δείκτη είναι πολύ καλύτερη και ταχύτερη. Χρησιμοποιείται σε περιπτώσεις όπου δεν εφαρμόζονται εύκολα οι κλασικές μέθοδοι, όπως π.χ. ο μιλίσκος, λόγω των μεγάλων ταχυτήτων [Ξανθόπουλος 1990].

δ. Εμπειρικές σχέσεις

Οι εμπειρικές σχέσεις χρησιμοποιούνται όταν δεν υπάρχουν καλύτεροι τρόποι εύρεσης της παροχής (π.χ. Manning-Strickler, $Q=(1/n)A \cdot R^{2/3} \cdot i^{1/2}$) [Ξανθόπουλος 1990].

Στην Ελλάδα χρησιμοποιείται μόνο η μέθοδος του μιλίσκου για τη μέτρηση της παροχής, αν και σε μεγάλες ταχύτητες ροής δεν μπορεί να πραγματοποιηθεί η μέτρηση.

2.2.3. Μεθοδολογία εκτίμησης της παροχής σε μία συγκεκριμένη θέση.

Στάθμη ενός ποταμού σ'ένα συγκεκριμένο σταθμό ονομάζεται το υψόμετρο της επιφάνειας του νερού πάνω από ένα αυθαίρετο επίπεδο αναφοράς, όπως ένα σημείο λίγο πιο κάτω από το σημείο μηδενικής ροής στο ποτάμι [Μιμίκου 1994].

Η μέτρηση της στάθμης είναι ευκολότερη της παροχής, οπότε γίνεται σε συχνά χρονικά διαστήματα (π.χ. κάθε μέρα) με σταθμήμετρο ή συνεχώς με σταθμηγράφο. Για την εργασία αυτή, απαιτείται ένας παρατηρητής που να έχει εύκολη πρόσβαση στο σταθμό έτσι ώστε να πραγματοποιεί τις ημερήσιες μετρήσεις και να συντηρεί τα μετρητικά όργανα. Η διαδικασία μέτρησης της παροχής είναι χρονοβόρα και απαιτεί ένα εξειδικευμένο συνεργείο παρατηρητών. Οι μετρήσεις παροχής γίνονται σποραδικά, συνήθως ανά μία έως τέσσερις εβδομάδες ανάλογα με τη σπουδαιότητα του σταθμού, τα προγραμματιζόμενα σχετικά έργα, αλλά και την οργανωτική δομή της υπηρεσίας που έχει εγκαταστήσει και λειτουργεί τον σταθμό. Κάθε φορά που γίνεται μέτρηση παροχής γίνεται και ταυτόχρονη μέτρηση στάθμης και με βάση αυτά τα ζεύγη μετρήσεων εκπονούνται οι καμπύλες στάθμης-παροχής.

Ένα βασικό πρόβλημα που αντιμετωπίζει η διαδικασία υδρομετρήσεων είναι η άτακτη χρονικά κατανομή τους. Σε πολλούς σταθμούς οι μετρήσεις διακόπτονται για περιόδους από έξι μήνες μέχρι και μερικά χρόνια. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η θέση Αυλάκι στον Αχελώο. Εκεί υπάρχουν σειρές καθημερινών υδρομετρήσεων για 30 με 40 ημέρες, μετά διακόπτονται για δύο έως τρεις μήνες, και συνεχίζουν για άλλες 30 με 40 ημέρες. Κατά τη διάρκεια των 30 με 40 ημερών που γίνονται οι μετρήσεις, η στάθμη και η παροχή του ποταμού παραμένουν σταθερές (μικρή διακύμανση) και πάντα πολύ μικρές. Αυτό σημαίνει ότι οι αποστολές για υδρομέτρηση γίνονται κυρίως όταν έχει καλό καιρό και όχι μετά από κάποια πλημμύρα, όπως θα έπρεπε να γίνει.

Στην Ελλάδα οι μετρήσεις συνήθως γίνονται με τη χρήση του μιλίσκου και αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να μην είναι εύκολη η πραγματοποίηση της υδρομέτρησης σε περιπτώσεις μεγάλων πλημμυρών. Πράγματι η τοποθέτηση του μιλίσκου στο ποτάμι για την μέτρηση της ταχύτητας έχει σαν αποτέλεσμα να παρασυρθεί ο μιλίσκος όταν η παροχή είναι αρκετά μεγάλη. Έτσι τα συνεργεία αποφεύγουν τη μέτρηση σε πολύ μεγάλες πλημμύρες με

αποτέλεσμα οι καμπύλες στάθμης-παροχής να εκπονούνται μέχρι κάποια στάθμη. Η προέκταση τους γίνεται συνήθως με υδραυλικούς υπολογισμούς.

Είναι φανερό ότι η αποσπασματική πολιτική υδρομετρήσεων δυσκολεύει σε μεγάλο βαθμό την κατάρτιση αντιπροσωπευτικών καμπυλών στάθμης-παροχής. Σωστότερη πολιτική των υδρομετρήσεων θα ήταν η πραγματοποίησή τους σε τακτική βάση κάθε δύο με τέσσερις εβδομάδες και κυρίως η έκτακτη πραγματοποίησή τους σε περιπτώσεις πλημμυρών [Τσακαλίας και Κουτσογιάννης 1995].

2.3. ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ (ΚΛΑΣΙΚΗ) ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΚΑΤΑΡΤΙΣΗΣ ΚΑΜΠΥΛΩΝ ΣΤΑΘΜΗΣ-ΠΑΡΟΧΗΣ.

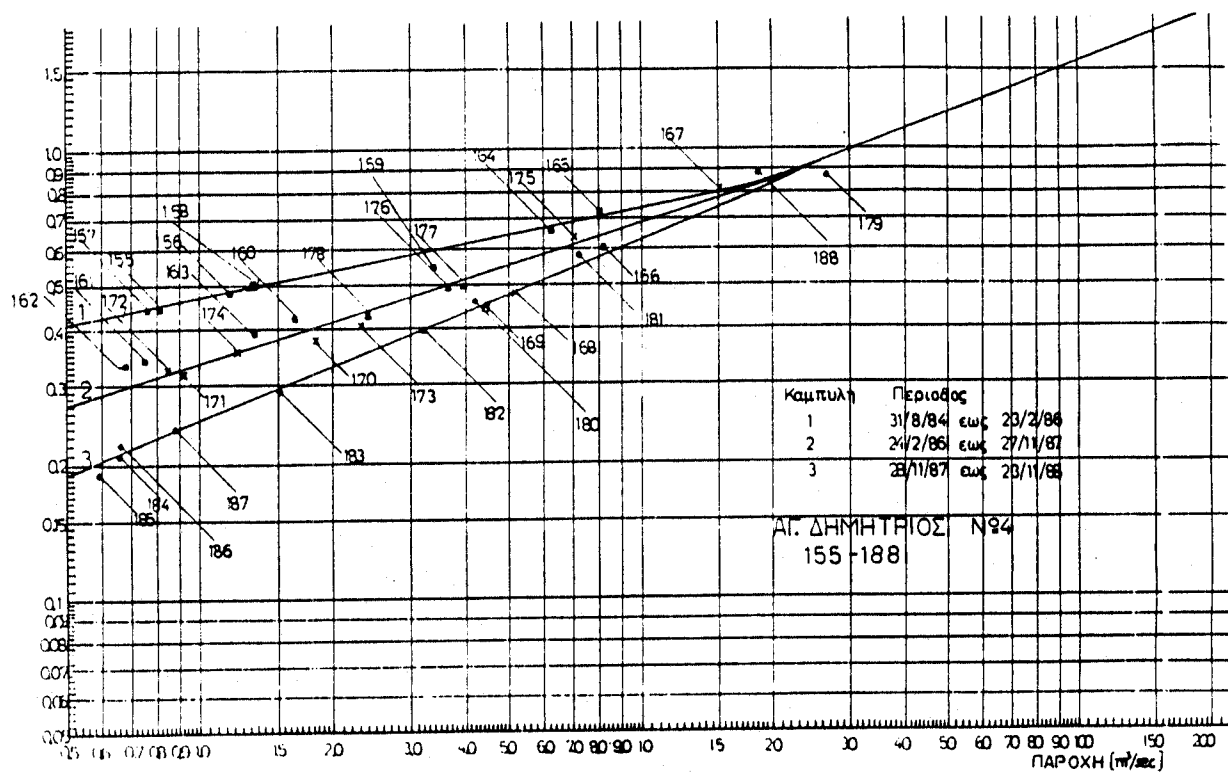
Στη κλασική μεθοδολογία, η κατάρτιση των καμπυλών γίνεται με τη σχεδίαση της παρατηρημένης στάθμης και παροχής των υδρομετρήσεων μιας ορισμένης θέσης, σε διάγραμμα που στον άξονα των τεταγμένων παρίσταται η στάθμη και στον άξονα των τετμημένων η παροχή. Δεδομένου ότι η σχέση μεταξύ στάθμης και παροχής συνήθως είναι της μορφής $Q = a \cdot H^b$ η σχεδίαση γίνεται σε διπλό λογαριθμικό χαρτί έτσι ώστε να ευθειοποιείται η καμπύλη που αντιστοιχεί στη σχέση αυτή. Ο μελετητής σχεδιάζει τα σημεία που προκύπτουν από τα ζεύγη της στάθμης και παροχής ακολουθώντας τη **χρονική σειρά** των μετρήσεων. Η σχεδίαση συνεχίζεται όσο τα σημεία κατανέμονται γύρω από κάποια ευθεία ή καμπύλη, αποτελώντας μια οικογένεια σημείων στα οποία η σχέση στάθμης και παροχής ακολουθεί τον νόμο δύναμης ή κάποιο άλλο νόμο. Όταν κάποιο σημείο απέχει σημαντικά από τη υπόλοιπη οικογένεια τότε ο μελετητής έχει δύο εκδοχές. Στην πρώτη το σημείο προέρχεται από αναξιόπιστη μέτρηση, οπότε απορρίπτεται και τα σημεία των παρατηρήσεων που έπονται χρονικά συνεχίζουν να ακολουθούν την προηγούμενη οικογένεια. Σημειώνεται ότι μπορούν να υπάρχουν περισσότερες από μία συνεχόμενες αναξιόπιστες παρατηρήσεις. Στη δεύτερη εκδοχή το σημείο αυτό σηματοδοτεί την χρονική αρχή επιρροής μιας άλλης σχέσης στάθμης και παροχής, η οποία επιβεβαιώνεται και από τις επόμενες μετρήσεις. Έτσι, εφόσον ο μελετητής διαπιστώσει την ύπαρξη καινούριας οικογένειας σημείων με διαφορετική σχέση μεταξύ στάθμης και παροχής, ξεκινά την σχεδίαση των σημείων αυτών σε διαφορετικό χαρτί.

Η χάραξη των καμπυλών που εκφράζουν τη σχέση στάθμης και παροχής μιας οικογένειας σημείων γίνεται με γραφικές ή αναλυτικές

μεθόδους. Στην πρώτη περίπτωση ο μελετητής χαράσσει μία καμπύλη η οποία αντιστοιχεί στα σημεία της οικογένειας προσέχοντας να προσαρμόζεται καλά στα σημεία που αντιστοιχούν στις μεγάλες παροχές. Στην περίπτωση των αναλυτικών μεθόδων συνήθως χρησιμοποιείται η μέθοδος της παλινδρόμησης (γραμμική ή άλλη) στους λογαρίθμους των ζευγών στάθμης-παροχής. Το τμήμα της καμπύλης μετά την υψηλότερη υδρομέτρησης εκτιμάται με υδραυλικούς υπολογισμούς που γίνονται με βάση τα γεωμετρικά και υδραυλικά στοιχεία της διατομής. Συνήθως για την εργασία αυτή χρησιμοποιούνται οι σχέσεις του Manning και του Chezy.

Η περίοδος ισχύος μιάς καμπύλης εξαρτάται από τις ημερομηνίες πραγματοποίησης της οικογένειας των υδρομετρήσεων με βάση τις οποίες εκτιμήθηκε. Έτσι η καμπύλη ισχύει για το χρονικό διάστημα που μεσολαβεί από τη πρώτη μέχρι την τελευταία χρονικά έγκυρη υδρομέτρηση της οικογένειας αυτής. Δεδομένης της χρονικής απόστασης μεταξύ δύο διαδοχικών υδρομετρήσεων οι καμπύλες που προκύπτουν δεν καλύπτουν τη χρονική περίοδο μεταξύ της ημερομηνίας της τελευταίας υδρομέτρησης της πρώτης χρονικά καμπύλης και της πρώτης υδρομέτρησης της επόμενης χρονικά καμπύλης. Για να υπάρχει συνέχεια στη χρονική περίοδο ισχύος μεταξύ των διαδοχικών καμπυλών εκτιμάται με βάση το αρχείο της ημερήσιας ή ωριαίας στάθμης η χρονική στιγμή που πραγματοποιήθηκε η αλλαγή στα χαρακτηριστικά της διατομής και κατ' επέκταση η αλλαγή στην καμπύλη. Συνήθως αυτή η χρονική στιγμή αντιστοιχεί στην ημέρα ή ώρα που παρατηρείται η υψηλότερη στάθμη και οι δύο καμπύλες επεκτείνονται χρονικά μέχρι την στιγμή αυτή.

Στο Σχήμα 2.2. φαίνονται οι καμπύλες που εκπονήθηκαν με τη διερευνητική μέθοδο για τη θέση Αγ. Δημήτριος στο ποταμό Εύηνο.



Σχήμα 2.2. Καμπύλες στάθμης-παροχής στη θέση Αγ. Δημήτριος στο ποταμό Εύηνο με αντιστοιχία:

Καμπύλη 1 για περίοδο από 31/8/84 έως 23/2/86

Καμπύλη 2 για περίοδο από 24/2/86 έως 27/11/87

Καμπύλη 3 για περίοδο από 28/11/87 έως 23/11/88

3. ΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ PINAX

3.1. ΓΕΝΙΚΑ

Στα πλαίσια του προγράμματος ΥΔΡΟΣΚΟΠΙΟ - Δημιουργία Εθνικής Τράπεζας Υδρολογικής και Μετεωρολογικής Πληροφορίας [Τολίκας κ.ά., 1993, Parakostas et al., 1994] αναπτύχθηκε μία βάση υδρολογικών και μετεωρολογικών δεδομένων. Η βάση είναι σχεσιακή, δηλαδή είναι δομημένη με τη μορφή δισδιάστατων πινάκων. Ακόμη είναι κατανεμημένη, δηλαδή αποτελεί τη λογική ένωση τοπικών βάσεων δεδομένων σε 13 κόμβους (υπηρεσίες, υπουργεία, πανεπιστήμια), και πολυεπίπεδη, δηλαδή τα δεδομένα αποθηκεύονται σε πολλά επίπεδα τόσο ως προς το βαθμό επεξεργασίας τους όσο και ως προς τη χρονικό βήμα της παρατήρησης. Η βάση έχει δομηθεί έτσι ώστε να γίνεται η αποθήκευση και επεξεργασία των δεδομένων του συνόλου των υδρομετεωρολογικών μεταβλητών σε οποιοδήποτε χρονικό βήμα και επίπεδο επεξεργασίας. Ακόμη είναι δυνατή η αποθήκευση των λειτουργικών δεδομένων των σταθμών μέτρησης, καθώς και των δεδομένων που έχουν σχέση με τη λειτουργία της βάσης και τη διακίνηση των υδρομετεωρολογικών δεδομένων μεταξύ των κόμβων [Παπακώστας, 1993]. Στη βάση έχουν αναπτυχθεί μια σειρά από εφαρμογές με τις οποίες γίνεται η διαχείριση και επεξεργασία των υδρολογικών δεδομένων, όπως για παράδειγμα ο υπολογισμός της εξάτμισης με τη μέθοδο Penman ή η εκπόνηση των καμπυλών στάθμης-παροχής των υδατορευμάτων με το σύστημα PINAX.

Το πρόγραμμα PINAX αντιμετωπίζει το πρόβλημα της δημιουργίας καμπυλών στάθμης-παροχής θεωρώντας το σαν ένα πρόβλημα διερεύνησης της ομογένειας, και για να το λύσει χρησιμοποιεί τεχνικές όπως η στατιστική ανάλυση. Τα μόνα δεδομένα που απαιτούνται, είναι μια σειρά από υδρομετρήσεις (ταυτόχρονες μετρήσεις στάθμης και παροχής), σε μία συγκεκριμένη θέση του ποταμού. Το πρόγραμμα δεν χρησιμοποιεί καμία πρόσθετη πληροφορία σχετικά με τις όχθες του ποταμού, τις συνθήκες ροής, τις μετεωρολογικές συνθήκες ή οποιαδήποτε άλλη παράμετρο. Το PINAX είναι ένα γενικό εργαλείο ικανό να αντιμετωπίζει οποιοδήποτε πρόβλημα, που αφορά την έρευνα της ομογένειας των υδρολογικών δεδομένων.

Υπάρχουν δύο στόχοι για την διερεύνηση της ομογένειας: (α) η αναγνώριση των εξωκείμενων σημείων από ένα σύνολο δεδομένων σημείων.

Σημειώνεται ότι εξωκείμενα σημεία είναι εκείνα τα σημεία που διαφέρουν πολύ από ένα συγκεκριμένο νόμο στάθμης-παροχής [Tsakalias and Koutsoyiannis, 1995] και (β) ο διαχωρισμός των σημείων σε ομογενείς υποπεριόδους. Η ανάπτυξη του συστήματος περιλαμβάνει τρία μέρη: α) Τη γενική μαθηματική παρουσίαση της διερεύνησης της ομογένειας και τον ορισμό του πεδίου όλων των δυνατών καταστάσεων του προβλήματος. β) Την κατασκευή μιας συνάρτησης, η οποία αντιπροσωπεύει το μέτρο της ομογένειας (ή βαθμό ομογένειας) των δεδομένων, συνδυάζοντας πολλές στατιστικές δοκιμές και γ) Τη κατασκευή του αλγορίθμου, ο οποίος βρίσκει κατά το δυνατό μια βέλτιστη λύση για την έρευνα της ομογένειας. Αυτός ο αλγόριθμος προσομοιώνει τις λύσεις που δίνουν οι άνθρωποι-ειδικοί πάνω στο πρόβλημα χάραξης των καμπυλών στάθμης-παροχής. Στη συνέχεια δίνεται η περιγραφή της δομής του PINAX με περισσότερη έμφαση στα χαρακτηριστικά εκείνα που αφορούν την ανάλυση του προβλήματος των καμπυλών στάθμης-παροχής.

3.2. ΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ

Ας υποθεθεί ότι το A είναι ένα σύνολο δεδομένων που πρέπει να ερευνηθεί. Κάθε στοιχείο του A είναι ένα διάνυσμα πραγματικών αριθμών, που περιλαμβάνει τις διάφορες συνιστώσες της κάθε υδρολογικής μέτρησης σε ένα ή περισσότερα σημεία. Στη περίπτωση της στάθμης-παροχής κάθε στοιχείο a είναι ένα διάνυσμα (t, x, y) όπου το t ορίζει το χρόνο της μέτρησης, το x την τιμή της στάθμης και το y την τιμή της παροχής.

Ο πρώτος σκοπός κατά τη διερεύνηση της ομογένειας είναι να εξεταστεί εάν το σύνολο των στοιχείων είναι ομογενές. Στη περίπτωση που δεν είναι ομογενές (περίπτωση η οποία εμφανίζεται αρκετά συχνά), η ανάλυση συνεχίζει με τα παρακάτω στάδια : α) αναγνώριση εξωκείμενων ή απομακρυσμένων σημείων, δηλαδή σημείων που είναι υπεύθυνα για την μη ομογένεια μιας περιόδου και β) διαχωρισμός των δεδομένων στοιχείων σε ομογενείς υποπεριόδους. Έτσι, η λύση του προβλήματος είναι ο προσδιορισμός ενός συνόλου με εξωκείμενα σημεία $Q \subseteq A$ και ο σχηματισμός ενός συνόλου Δ από απομένοντα στοιχεία (μη εξωκείμενα) σε ομογενή διαστήματα. Το σύνολο Δ αποτελείται από ομογενή τμήματα δ_i , του συνόλου: $\Delta = A - Q$ δηλαδή $\Delta = \{\delta_1, \delta_2, \dots, \delta_{N_\Delta}\}$, όπου N_Δ είναι ο αριθμός των υποσυνόλων (το

πλήθος των υποπεριόδων). Εάν όλο το σύνολο A είναι ομογενές τότε η λύση είναι $Q=\emptyset$ και $\Delta=\{A\}$. Η αντίθετη περίπτωση όπου το πρόβλημα δεν έχει λύση αντιστοιχεί σε $Q=\{A\}$ και $\Delta=\emptyset$.

Για να χωριστεί το σύνολο σε ομογενή υποσύνολα και για να αναγνωριστούν τα εξωκείμενα σημεία πρέπει πρώτα να οριστεί η ομογένεια. Τα υδρολογικά δείγματα θεωρούνται ομογενή στη περίπτωση που είναι ισόνομα, δηλαδή προέρχονται από το ίδιο φυσικό φαινόμενο, εκφράζοντας τον ίδιο πληθυσμό, δίνοντας χωρίς παρεμβολές άλλων φαινομένων, τις διάφορες τιμές της ίδιας μετρικής ιδιότητας [Ξανθόπουλος, 1994].

Στην περίπτωση των καμπυλών στάθμης-παροχής μπορεί να αναφερθεί ότι ένα σύνολο στοιχείων είναι ομογενές, εάν ικανοποιείται ένας παραμετρικός νόμος της μορφής $y=g(x)$. Πολύ συχνά αυτός ο νόμος είναι:

$$y=g(x)=c*x^d.$$

Οι παράμετροι c, d του τελευταίου νόμου υπολογίζονται από τις τιμές των σημείων της χρονικής περιόδου. Ο βαθμός προσαρμογής (ο βαθμός ομογένειας ενός συνόλου) υπολογίζεται με τη βοήθεια της στατιστικής ανάλυσης. Αν και τα εξωκείμενα σημεία αναγνωρίζονται με ειδικές δοκιμές, είναι δυνατόν να προσδιοριστούν και έμμεσα, αφού ένα εξωκείμενο σημείο δεν μπορεί να ανήκει σε ομογενές σύνολο.

Είναι φανερό ότι ο μηχανικός δεν μπορεί να δώσει την τελική λύση, για ένα σύνολο στοιχείων με τη πρώτη προσέγγιση. Πρέπει να ελέγξει πολλές καταστάσεις του προβλήματος μέχρι να φτάσει σε μία καλή λύση, δηλαδή μία λύση με τα λιγότερα εξωκείμενα σημεία και με υποσύνολα με υψηλό βαθμό ομογένειας. Κάθε δοκιμή του προβλήματος βασίζεται σε ένα ζευγάρι συνόλων (Q, Δ) . Αφού κάθε μέλος του A μπορεί να είναι ένα εξωκείμενο σημείο ή μπορεί να χωρίσει ένα σύνολο σε δύο υποσύνολα, αντιλαμβάνεται κανείς ότι ο αριθμός των δυνατών βημάτων είναι τεράστιος. Αυτός ο αριθμός είναι $(1+3^{N_A})/2$ όπου N_A είναι ο αριθμός στοιχείων του συνόλου A [Tsakalias and Koutsoyiannis, 1995]. Για $N_A=100$ ο αριθμός των δυνατών βημάτων φτάνει το 10^{47} .

Αν και ο τεράστιος αριθμός των πιθανών λύσεων είναι πρακτικώς αδύνατο να ελεγχθεί, οι επιστήμονες είναι ικανοί να βρουν μια αποδεκτή λύση σε λογικό χρόνο. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί μόνο από ειδικούς με τη βοήθεια της στατιστικής και της διαίσθησης, όπως επίσης χρησιμοποιώντας την

επιστημονική τους γνώση και εμπειρία. Ο αλγόριθμος PINAX, προσπαθεί να συστηματοποιήσει την πορεία επίλυσης του προβλήματος που ακολουθεί ένας ειδικός όπως θα δούμε στα επόμενα κεφάλαια.

3.3. ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΤΗΣ ΟΜΟΓΕΝΕΙΑΣ

Στην διερεύνηση που γίνεται για την καλύτερη λύση (Δ, Q) του προβλήματος της έρευνας της ομογένειας οι κυριότεροι στόχοι είναι:

1. Πρέπει να υπάρχουν στατιστικές αποδείξεις (ενάργεια) ώστε κάθε υποσύνολο δ_i του Δ να είναι ομογενές.
2. Πρέπει να υπάρχει ένα μέτρο της ομογένειας των στοιχείων (βαθμός ομογένειας), σχετικά με το σύνολο Δ που να είναι βασισμένο σε στατιστικά κριτήρια. Όσο πιο μεγάλη είναι η ομογένεια, τόσο καλύτερη είναι η λύση του προβλήματος.
3. Ο αριθμός των εξωκείμενων N_Q πρέπει να είναι όσο πιο μικρός γίνεται, δεδομένου ότι πρέπει να περιληφθούν στη λύση όσο περισσότερα στοιχεία είναι δυνατό.
4. Ο αριθμός των ομογενών περιόδων N_Δ πρέπει να είναι ο ελάχιστος δυνατός, δεδομένου ότι η καλύτερη λύση θέλει όλα τα στοιχεία σε μία ομογενή περίοδο, εάν αυτό είναι δυνατό.

3.3.1. Ποσοτικοποίηση του στόχου 1.

Για να ποσοτικοποιηθεί ο στόχος 1, αξίζει να εισαχθεί μία δίτιμη συνάρτηση h_e η οποία δρα σ'ένα υποσύνολο δ_i του Δ και επιστρέφει *μηδέν*, εάν το υποσύνολο είναι μη ομογενές (για παράδειγμα εάν υπάρχει ένα εξωκείμενο στο δ_i) και *ένα* στην αντίθετη περίπτωση. Η στατιστική απόδειξη της ομογένειας παρέχεται από την εκτέλεση κατάλληλων στατιστικών δοκιμών με μηδενική υπόθεση που συνηγορεί υπέρ της ομογένειας. Εάν καμιά υπόθεση δεν απορρίπτεται τότε $h_e(\delta_i)=1$. Εάν μία απορρίπτεται, τότε $h_e(\delta_i)=0$. Ο συνδυασμός των ποικίλων $h_e(\delta_i)$ για όλα τα i , πολλαπλασιάζονται δίνοντας μία συνάρτηση εφαρμοζόμενη στο Δ τέτοια ώστε: $H_e(\Delta)=\prod_{\delta_i \in \Delta} h_e(\delta_i)$.

Έτσι, $H_e(\Delta)=1$ εάν η υπόθεση ομογένειας σε όλα τα υποσύνολα δ_i του Δ είναι δεκτή, αλλιώς $H_e(\Delta)=0$. Οι συναρτήσεις h_e και H_e ονομάζονται μερική συνάρτηση ενάργειας ομογένειας και ολική ομογένεια συνάρτηση ενάργειας ομογένειας, αντίστοιχα.

Ειδικά οι στατιστικές δοκιμές που συνδυάζονται για να δημιουργήσουν τις συναρτήσεις ενάργεια ως προς την ομογένεια σχετίζονται με τις επόμενες υποθέσεις:

Στατιστικές δοκιμές

Παραθέτονται σε αυτό το υποκεφάλαιο μία σειρά στατιστικών δοκιμών στις οποίες υποβάλλεται κάθε καμπύλη στάθμης-παροχής που καταρτίζεται από το σύστημα PINAX. Για να γίνει δεκτή μία καμπύλη πρέπει να περνάει με επιτυχία όλες τις δοκιμές.

α. Συντελεστής προσδιορισμού. Έστω e_j η απόκλιση του δεδομένου d_j , από μία συγκεκριμένη δοκιμαζόμενη καμπύλη στάθμης-παροχής που ορίζεται από τις μετρήσεις που βρίσκονται μέσα στο χρονικό διάστημα δ (εναλλακτικά ονομάζεται μια καμπύλη σαν αυτή, ως καμπύλη του δ), δηλαδή $e_j = y_j - \hat{y}_j$ όπου y_j είναι η μετρημένη παροχή και \hat{y}_j είναι η υπολογιζόμενη από την καμπύλη του δ παροχή αντίστοιχα. Ο συντελεστής προσδιορισμού είναι

$$r^2 = 1 - \frac{\sigma_e^2}{\sigma_y^2} \quad (3.1)$$

όπου σ_e^2 και σ_y^2 είναι οι διασπορές των e και y αντίστοιχα, εκτιμημένες από όλες τις μετρήσεις που ανήκουν στο χρονικό διάστημα δ . Θεωρείται ρ^2 η αντίστοιχη παράμετρος του πληθυσμού και ρ_0^2 μία τιμή αναφοράς μεγαλύτερη του μηδενός για παράδειγμα $\rho_0^2 = 0.9$. Ελέγχεται η μηδενική υπόθεση H_0 σε αντιπαράθεση με την εναλλακτική υπόθεση H_1 σε ένα επίπεδο σημαντικότητας α_1 , έστω $\alpha_1 = 0.05$, όπου

$$H_0: \rho^2 = \rho_0^2 \quad H_1: \rho^2 < \rho_0^2$$

Εάν η μηδενική υπόθεση απορριφθεί, τότε η καμπύλη του δ απορρίπτεται επομένως ο αλγόριθμος προχωρά στη δοκιμή άλλης καμπύλης. Η μηδενική υπόθεση δεν απορρίπτεται όταν ισχύει:

$$\alpha(r^2) \geq \alpha_1 \quad \text{ή} \quad r^2 \geq \rho_0^2$$

όπου με $\alpha(r^2)$ δηλώνεται το επιτευχθέν επίπεδο σημαντικότητας για το παρατηρημένο r^2 , που δίνεται από τη σχέση:

$$\alpha(r^2) = F_G \left(\frac{\zeta(r) - \zeta(\rho_0)}{\sigma_\zeta} \right) - F_G \left(\frac{-\zeta(r) - \zeta(\rho_0)}{\sigma_\zeta} \right) \quad (3.2)$$

Στην τελευταία εξίσωση τα r και ρ_0 είναι οι θετικές τετραγωνικές ρίζες των r^2 και ρ_0^2 αντίστοιχα, ενώ με ζ συμβολίζεται ο μετασχηματισμός Fisher, δηλαδή, $\zeta(x) = (1/2) \ln [(1+x) / (1-x)]$. Πέραν αυτού, το F_G δηλώνει την τυποποιημένη συνάρτηση κανονικής κατανομής και το σ_ζ^2 είναι η διασπορά που δίνεται από τη σχέση:

$$\sigma_\zeta^2 = \frac{1}{N_\delta - \nu - 1} \quad (3.3)$$

όπου το N_δ είναι το πλήθος των μετρήσεων που περιέχονται στο διάστημα δ και το ν είναι οι βαθμοί ελευθερίας (για μία εκθετική καμπύλη με δύο παραμέτρους όπως συμβαίνει στις περισσότερες καμπύλες είναι, $\nu=2$). Παρατηρείται ότι σε αυτή τη δοκιμή, δύο παράμετροι πρέπει να επιλεγούν από το χρήστη του αλγορίθμου PINAX: η τιμή αναφοράς ρ_0 και το επίπεδο σημαντικότητας α_1 .

β. Τυποποιημένο υπόλοιπο. Η επόμενη δοκιμή την οποία πρέπει επιτυχώς να περνάει κάθε καταρτιζόμενη καμπύλη, αναφέρεται σε ασυνήθιστες, και υπερβολικά μεγάλες, αποκλίσεις της μετρημένης παροχής από την παροχή που δίνεται από τη δοκιμαζόμενη καμπύλη στάθμης-παροχής ενός διαστήματος δ . Η επιτυχία ή αποτυχία της δοκιμής κρίνεται από το απόλυτο μέγιστο υπόλοιπο e_j τυποποιημένο από το τυπικό σφάλμα σ_e . Μια καμπύλη απορρίπτεται αν:

$$\left(\exists j \mid j=1, \dots, N_\delta \right) \left[\frac{|y_j - \hat{y}_j|}{\sigma_e} > b_2 \right] \quad (3.4)$$

όπου y_j και \hat{y}_j είναι η μετρημένη παροχή και η υπολογιζόμενη από την καμπύλη του δ παροχή αντίστοιχα, το N_δ είναι το πλήθος των μετρήσεων που περιέχονται στο διάστημα δ και το b_2 είναι ένα αποδεκτό κατώφλι που αντιστοιχεί σε ένα επίπεδο σημαντικότητας α_2 . Αν για παράδειγμα, τα υπόλοιπα είναι κανονικά κατανεμημένα μπορεί να θεωρηθεί η τιμή $b_2 = 2.58$

για να χαρακτηρίσουν ως υπερβολικά αποκλίνουσες από την καμπύλη το 1% των μετρήσεων. Εναλλακτικά μπορεί να χρησιμοποιηθεί η εμπειρική σχέση

$$(\exists j | j = 1, \dots, N_8) \left[|y_j - \hat{y}_j| > b'_2 \right] \quad (3.5)$$

όπου το b'_2 ορίζεται από το χρήστη αυθαίρετα χωρίς να έχει στατιστικό νόημα.

γ. Τυπική απόκλιση των υπολοίπων. Συχνά, είναι επιθυμητό να κρατείται η τυπική απόκλιση των υπολοίπων κάτω από ένα συγκεκριμένο επίπεδο σ_0 . Έτσι καταλήγει κανείς στη μονόπλευρη δοκιμή της υπόθεσης $H_0: \sigma_e = \sigma_0$ σε αντιπαράθεση με την υπόθεση $H_1: \sigma_e > \sigma_0$. Έτσι, απορρίπτεται μία δοκιμαζόμενη καμπύλη αν

$$\sigma_e > b_3$$

όπου

$$b_3 = \sigma_0 \sqrt{\frac{\chi^2_{1-\alpha_3}(N_8-1)}{N_8-1}} \quad (3.6)$$

όπου το α_3 ορίζει ένα αποδεκτό επίπεδο σημαντικότητας για τη συγκεκριμένη δοκιμή, και ο αριθμητής κάτω από το υπόριζο της τελευταίας εξίσωσης δηλώνει το $(1 - \alpha_3)$ -ποσοστημόριο της κατανομής χ^2 για (N_8-1) βαθμούς ελευθερίας.

δ. Αλληλουχίες. Με τη συγκεκριμένη δοκιμή, ερευνάται η ύπαρξη ασυνήθιστων αλληλουχιών μέσα στις μετρήσεις μιας καμπύλης ενός διαστήματος δ . Μία ασυνήθιστη αλληλουχία ορίζεται από μία υποδιαίρεση δ_p του χρόνου δ . Στην αλληλουχία αυτή περιέχεται ένας σημαντικός αριθμός γειτονικών σημείων των οποίων τα υπόλοιπα (δηλαδή οι αποκλίσεις από την καμπύλη) είναι ομόσημα (όλα αρνητικά ή όλα θετικά). Η ύπαρξη μίας τέτοιας αλληλουχίας μέσα στο χρονικό διάστημα δ μπορεί να σημαίνει ότι στο υπο-διάστημα δ_p ισχύει διαφορετική σχέση στάθμης-παροχής απ' ό,τι στο διάστημα δ και επομένως, θα έπρεπε να καταρτιστεί μία ξεχωριστή καμπύλη. Μία καμπύλη ενός διαστήματος δ , η οποία περιλαμβάνει ένα υπο-διάστημα δ_p που περιέχει μετρήσεις με ομόσημα υπόλοιπα απορρίπτεται από τον αλγόριθμο αν

$$N_{\delta_p} \geq b_4$$

όπου το N_δ είναι ο αριθμός των μετρήσεων που περιέχονται στο διάστημα δ και το b_4 είναι μία κρίσιμη τιμή. Χρησιμοποιώντας τη θεωρία των αλληλουχιών [Hald, 1965, pp. 342-353] οι Tsakalias and Koutsoyiannis [1995] βρήκαν ότι

$$b_4 \approx \beta \ln N_\delta + \gamma$$

όπου

$$\beta = \frac{11}{\ln(-2^{13} \ln(1-\alpha_4))}, \quad \gamma = 1 \quad \text{αν } N_\delta < -2^{13} \ln(1-\alpha_4),$$

$$\beta = \frac{1}{\ln 2}, \quad \gamma = \frac{-\ln(-2 \ln(1-\alpha_4))}{\ln 2} \quad \text{αλλιως}$$

όπου το α_4 είναι το επίπεδο εμπιστοσύνης της σχετικής στατιστικής δοκιμής. Η κρίσιμη τιμή που υπολογίζεται από τις πιο πάνω εξισώσεις για $\alpha = 0.05$ και $N_\delta = 10, 30$ και 100 είναι $5, 7$ και 9 αντίστοιχα.

ε. Περιθώρια εξωκείμενα στοιχεία. Η δοκιμή αυτή ασχολείται με τα περιθώρια εξωκείμενα στοιχεία, λαμβάνοντας όμως υπόψη μόνο την παροχή ή μόνο τη στάθμη ξεχωριστά. Μία δοκιμαζόμενη καμπύλη απορρίπτεται εφόσον

$$\exists j=1, \dots, N_\delta \left[\frac{|y_j - \bar{y}|}{\sigma_y} > b_5, \quad \eta \quad \frac{|x_j - \bar{x}|}{\sigma_x} > b_5 \right] \quad (3.7)$$

όπου τα y_j και x_j είναι οι μετρήσεις της παροχής και της στάθμης αντίστοιχα, το N_δ είναι το πλήθος των μετρήσεων που περιέχονται στο διάστημα δ , και το b_5 είναι μία κρίσιμη τιμή που αντιστοιχεί σε ένα επίπεδο σημαντικότητας α_5 . Στην τελευταία εξίσωση \bar{y} και σ_y είναι η μέση τιμή και η τυπική απόκλιση των μετρημένων τιμών παροχής αντίστοιχα, ενώ \bar{x} και σ_x είναι η μέση τιμή και η τυπική απόκλιση των μετρημένων τιμών στάθμης. Σημειώνεται ότι αυτή η δοκιμή, πέρα από τα περιθώρια δράσης της σε κάθε μεταβλητή χωριστά, είναι επίσης σημαντική για τις δοκιμές που εξετάζουν την καταλληλότητα της προσαρμογής στο νόμο $y=g(x)$. Για να γίνει αυτό κατανοητό, θεωρούμε ότι το δ περιλαμβάνει μερικές τιμές, που σχηματίζουν μία άτακτα συγκεντρωμένη

ομάδα σημείων (x, y) με ένα ακόμα σημείο το (x_r, y_r) το οποίο είναι εξωκείμενο στα x και y αντίστοιχα. Είναι πιθανό ότι το απομονωμένο σημείο μπορεί να οδηγήσει στη λάθος υπόθεση, ότι υπάρχει ένας νόμος $y=g(x)$ που ικανοποιείται στη προηγούμενη ομάδα, παρά το γεγονός ότι τα σημεία είναι ακανόνιστα διασκορπισμένα. Η συγκεκριμένη παράμετρος θα αντιληφθεί το πρόβλημα και έτσι θα απορρίψει την καμπύλη.

ζ. Πληθυκότητα μετρήσεων καμπύλης. Η δοκιμή αυτή απαιτεί κάθε καμπύλη στάθμης-παροχής που καταρτίζεται να περιέχει έναν ελάχιστο αριθμό έγκυρων μετρήσεων. Έτσι, μια δοκιμαζόμενη καμπύλη απορρίπτεται εάν

$$N_s < b_6$$

όπου το b_6 είναι μία κρίσιμη τιμή καθοριζόμενη από το χρήστη.

3.3.2. Ποσοτικοποίηση του στόχου 2

Ο στόχος 2 μπορεί να ποσοτικοποιηθεί με όμοιο τρόπο. Σε κάθε διάστημα δ_i του Δ εισάγεται ένας πραγματικός θετικός αριθμός $h_m(\delta_i)$ ο οποίος εκφράζει κάποιο μέτρο του βαθμού ομογένειας του διαστήματος των στοιχείων. Η συνάρτηση $h_m(\delta_i)$ ονομάζεται μερικό μέτρο ομογένειας. Συνδυάζοντας τα μερικά μέτρα $h_m(\delta_i)$ για όλα τα διαστήματα πολλαπλασιάζοντάς τα, το αποτέλεσμα είναι το ολικό μέτρο ομογένειας του Δ δηλαδή :

$$H_m(\Delta) = \prod_{\delta_i \in \Delta} h_m(\delta_i). \quad (3.8)$$

Για να είναι θεμιτός ο πολλαπλασιασμός των επιμέρους μέτρων $h_m(\delta_i)$, ώστε να ισχύει η (3.8), θα πρέπει τα $h_m(\delta_i)$ να συμβολίζουν πιθανότητες ορισμένων στατιστικά ανεξάρτητων γεγονότων, στην οποία περίπτωση:

$$0 \leq h_m(\delta_i), H_m(\Delta) \leq 1 \quad (3.9)$$

Ειδικά ορίζεται:

$$h_m(\delta_i) = \Pr(R_i^2 < r_i^2) = \alpha(r_i^2) \quad (3.10)$$

όπου το R_i^2 είναι η τυχαία μεταβλητή που αντιπροσωπεύει τον συντελεστή προσδιορισμού με θεώρηση του υιοθετημένου νόμου για τα στοιχεία του διαστήματος δ_i , r_i^2 είναι η εκτιμημένη τιμή, $\alpha(r_i^2)$ είναι το επιτευχθέν επιπέδο σημαντικότητας από τις σχετικές δοκιμές (έχουν περιγραφεί προηγουμένως, στο εδάφιο 3.3.1.), και $\Pr(\)$ δηλώνει την πιθανότητα. Προφανώς, όσο ψηλότερη είναι η τιμή της r_i^2 , τόσο μεγαλύτερο είναι το μέτρο ομογένειας λόγω της (3.10). Για ένα φανερά ομογενές σύνολο δεδομένων, τα r_i^2 και $h_m(\delta_i)$

θα είναι κοντά στη μονάδα, ενώ για ένα μη ομογενές σύνολο δεδομένων θα είναι κοντά στο μηδέν. Αφού τα δεδομένα του κάθε διαστήματος (υποσυνόλου) λαμβάνονται υπόψη χωριστά, τα γεγονότα $\{R_i^2 < r_i^2\}$ των διαφορετικών διαστημάτων είναι ανεξάρτητα και έτσι μπορούν να πολλαπλασιαστούν οι πιθανότητες τους για να δοθεί τελικά το ολικό μέτρο της ομογένειας, όπως δίνεται στην (3.8). Σημειώνεται ότι για το μέτρο της ομογένειας είναι δύσκολο να συνδυαστούν πολλοί στατιστικοί δείκτες (όπως έγινε για τη συνάρτηση ενάργεια της ομογένειας), επειδή οι διάφορες στατιστικές συναρτήσεις που συνδέονται με την ομογένεια είναι φανερά εξαρτημένες μεταξύ τους.

3.3.3. Συνδυασμός των στόχων 1 και 2.

Η συνάρτηση ενάργεια και το μέτρο ομογένειας, μπορούν να συνδυαστούν ώστε να προκύψουν δύο ενιαίες συναρτήσεις, οι οποίες αναφέρονται στις συναρτήσεις βαθμού ομογένειας (μερικού και ολικού, αντίστοιχα):

$$h(\delta) = h_e(\delta) * h_m(\delta), \quad H(\Delta) = H_e(\Delta) * H_m(\Delta). \quad (3.11)$$

3.3.4. Τελική αντικειμενική συνάρτηση.

Παρατηρείται ότι οι στόχοι που τέθηκαν στην αρχή της ενότητας είναι γενικά ανταγωνιστικοί, οπότε το πρόβλημα της διερεύνησης ομογένειας, είναι ένα πολυστοχικό πρόβλημα βελτιστοποίησης. Παρόλα αυτά, μπορεί να γίνει κάποια απλοποίηση έτσι ώστε να οδηγηθούμε σε μονοστοχικό πρόβλημα βελτιστοποίησης. Για αυτό το σκοπό, αγνοεί κανείς τον τέταρτο στόχο παρατηρώντας ότι μερικά συμβαδίζει με το δεύτερο: σαν αποτέλεσμα του ορισμού του H_m στο (3.8), γινόμενο όρων h_m οι οποίοι είναι γενικά μικρότεροι από την μονάδα, όσο μικρότερος είναι ο αριθμός των υποσυνόλων d_i , τόσο μεγαλύτερη είναι η τιμή της $H_m(\Delta)$. Στους απομένοντες τρεις στόχους δίνονται προτεραιότητες ως εξής: Πρώτη προτεραιότητα δίνεται στο αν είναι ομογενή τα δεδομένα, δεύτερη στον αριθμό των εξωκείμενων δεδομένων και τρίτη στο βαθμό ομογένειας των δεδομένων. Παρατηρώντας ότι η πρώτη προτεραιότητα περιγράφεται από μία δίτιμη συνάρτηση (0,1), η δεύτερη από έναν ακέραιο αριθμό και η τρίτη από ένα πραγματικό αριθμό μεταξύ 0 και 1, σχηματίζεται η τελική αντικειμενική συνάρτηση σαν:

$$f(\Delta, Q) = H_e(\Delta) [N_{A-Q} + H_m(\Delta)]. \quad (3.12)$$

όπου N_{A-Q} είναι ο αριθμός των δεδομένων που συμμετέχουν στην τελική λύση (υπενθυμίζεται ότι A είναι το αρχικό σύνολο δεδομένων και Q είναι το σύνολο των εξωκείμενων δεδομένων που απομονώνονται). Εύκολα μπορεί κανείς να διαπιστώσει ότι η παραπάνω συνάρτηση είναι συμβιβαστή με τις προτεραιότητες που έχουν οριστεί. (Για παράδειγμα, μεταξύ δύο λύσεων με $H_e(\Delta) \neq 0$ η λύση με τα λιγότερα εξωκείμενα έχει πάντα μεγαλύτερη τιμή $f(\Delta, Q)$, ανεξάρτητα από την τιμή του $H_m(\Delta)$).

3.4. Ο ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΣ PINAX

Για να γίνει ο αλγόριθμος PINAX πιο κατανοητός, θα παρουσιαστεί ένα παράδειγμα, που φαίνεται στο σχήμα 3.1. Στο σχήμα 3.1, η πρώτη γραμμή δείχνει την αρχική κατάσταση του προβλήματος, ενώ οι επόμενες γραμμές παρουσιάζουν την κατάσταση σε 5 διαδοχικά στάδια για την ανεύρεση της καλύτερης λύσης. Η λύση που ακολουθεί πραγματοποιείται με τον αλγόριθμο PINAX στην προσπάθεια του να προσομοιώσει την πορεία επίλυσης του προβλήματος από ένα μηχανικό που αντιμετωπίζει τέτοια προβλήματα. Ακολουθώντας τα επόμενα βήματα του αλγορίθμου θα γίνει πιο κατανοητή η μέθοδος PINAX.

Στη γραφική παράσταση του σχήματος 3.1 οι κύκλοι και τα αστεράκια αντιστοιχούν στις μετρήσεις στάθμης-παροχής ταξινομημένες χρονικά (από αριστερά προς τα δεξιά). Ένα σημείο που αντιπροσωπεύεται από ένα άστρο και συμβολίζεται α^k (όπου το k ορίζει το στάδιο) είναι ένα απομονωμένο στοιχείο (ένα εξωκείμενο). Ένα γκριζό ορθογώνιο (συμβολισμένο ως π^k) δείχνει ένα ομογενές διάστημα, ένα διάστημα του οποίου η συνάρτηση εκτίμησης ομογένειας έχει μία τιμή μεγαλύτερη από το μηδέν ($h(\pi^k) > 0$). Ένα άσπρο ορθογώνιο (συμβολίζεται ως φ^k) παρουσιάζει ένα διάστημα, το οποίο είτε είναι μη ομογενές είτε δεν έχει ελεχθεί ακόμα από τον αλγόριθμο.

Η έρευνα της ομογένειας που διεξάγει ο αλγόριθμος, μπορεί να θεωρηθεί ως ένας συνεχής μετασχηματισμός από την κατάσταση (S^k) σε μία νέα κατάσταση (S^{k+1}) . Αυτή η βήμα προς βήμα πορεία μετασχηματισμών είναι φανερό ότι δεν είναι εξονυχιστική αφού δεν αξιολογούνται όλες οι δυνατές καταστάσεις. Ο αλγόριθμος συνεχώς επιλέγει τις πιο "πολλά υποσχόμενες" νέες καταστάσεις S^{k+1} , έτσι η κατάληξη της έρευνας είναι κατά το δυνατόν

βέλτιστη λύση. Αυτός ο τύπος πορείας είναι γνωστός ως hill-climbing [Pearl, 1992, p.123]

Θα περιγραφούν τώρα οι 5 διαδοχικές καταστάσεις του σχήματος 3.1. και θα προσδιοριστούν οι πράξεις (μετασχηματισμοί) που γίνονται από τον αλγόριθμο. Έχει υποθεθεί ότι η έρευνα ξεκίνησε μερικά βήματα πριν, στο βήμα S^1 (όπου υπήρχε η μη ελεγμένη κατάσταση φ_1^1) ενώ τώρα η έρευνα είναι στο στάδιο S^1 .

Στην κατάσταση S^1 περιλαμβάνεται το μη ελεγμένο διάστημα (φ_1^1), τρία ομογενή διαστήματα (π_1^1 , π_2^1 και π_3^1) και ένα εξωκείμενο (σ_1^1). Ο αλγόριθμος έλεγξε το φ_1^1 και βρήκε ότι είναι μη ομογενές ($h(\varphi_1^1) \neq 0$). Έτσι ανοίγει ένα παραθύρο σαρώσεως και τελικά βρίσκει ότι το π_1^1 είναι ένα ομογενές διάστημα. Οπότε, συνοπτικά περιγράφεται αυτός ο μετασχηματισμός ως: $\varphi_1^1 \rightarrow (\varphi_1^2, \pi_1^2, \varphi_2^2)$. Αυτού του είδους ο μετασχηματισμός θα ονομάζεται άνοιγμα παραθύρων (opening windows).

Στην ίδια κατάσταση S^2 , ο αλγόριθμος ελέγχει εάν το π_1^1 και π_2^1 μπορεί να ενωθεί σ'ένα ομογενές διάστημα. Έτσι, ελέγχει εάν η ένωση των π_1^1 και π_2^1 είναι ομογενές διάστημα. Με την υπόθεση ότι η συνάρτηση εκτίμησης ομογένειας της ένωσης των δύο διαστημάτων έχει μεγαλύτερη τιμή από ότι στα δύο διαστήματα χωριστά, δηλαδή: $h(\pi_1^1 \cup \pi_2^1) > h(\pi_1^1) * h(\pi_2^1)$, ο αλγόριθμος μετασχηματίζει την τρέχουσα κατάσταση $(\pi_1^1, \pi_2^1) \rightarrow (\pi_2^2)$, όπου $\pi_2^2 = \pi_1^1 \cup \pi_2^1$.

Ονομάζουμε αυτό το μετασχηματισμό ένωση γειτονικών ομογενών διαστημάτων (merging of adjacent homogeneous intervals). Σημειώνεται ότι αυτός ο μετασχηματισμός όπως και οι άλλοι οδηγούν στην αύξηση της τιμής της συνάρτησης (3.12).

Πηγαίνοντας τώρα από την κατάσταση S^2 στην S^3 , ο αλγόριθμος "σημειώνει" ότι το π_2^2 μπορεί να προεκταθεί στα αριστερά, επειδή η ένωση του π_2^2 και των δύο προηγούμενων μετρήσεων αποτελεί ομογενές διάστημα. Αυτός ο μετασχηματισμός ονομάζεται επέκταση ομογενούς διαστήματος (expansion of a homogeneous interval) και συμβολικά περιγράφεται σαν $(\varphi_2^2, \pi_2^2) \rightarrow (\varphi_2^3, \pi_2^3)$.

Σε κάποιες περιπτώσεις η επέκταση ομογενούς διαστήματος ή το άνοιγμα παραθύρων δεν είναι δυνατό να γίνει. Έτσι, υπάρχει ένας μετασχηματισμός που απομονώνει ένα διάστημα φ^* , το οποίο δε μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε άλλη κατάσταση. Αυτή είναι η περίπτωση για το φ_1^2 που

μετατρέπεται στο φ_1^3 το οποίο περιλαμβάνει μόνο απομονωμένα στοιχεία. Αυτός ο μετασχηματισμός ονομάζεται απομόνωση των στοιχείων (isolation of elements) και αντιπροσωπεύεται σαν $(\varphi_1^2) \rightarrow (\varphi_1^3)$.

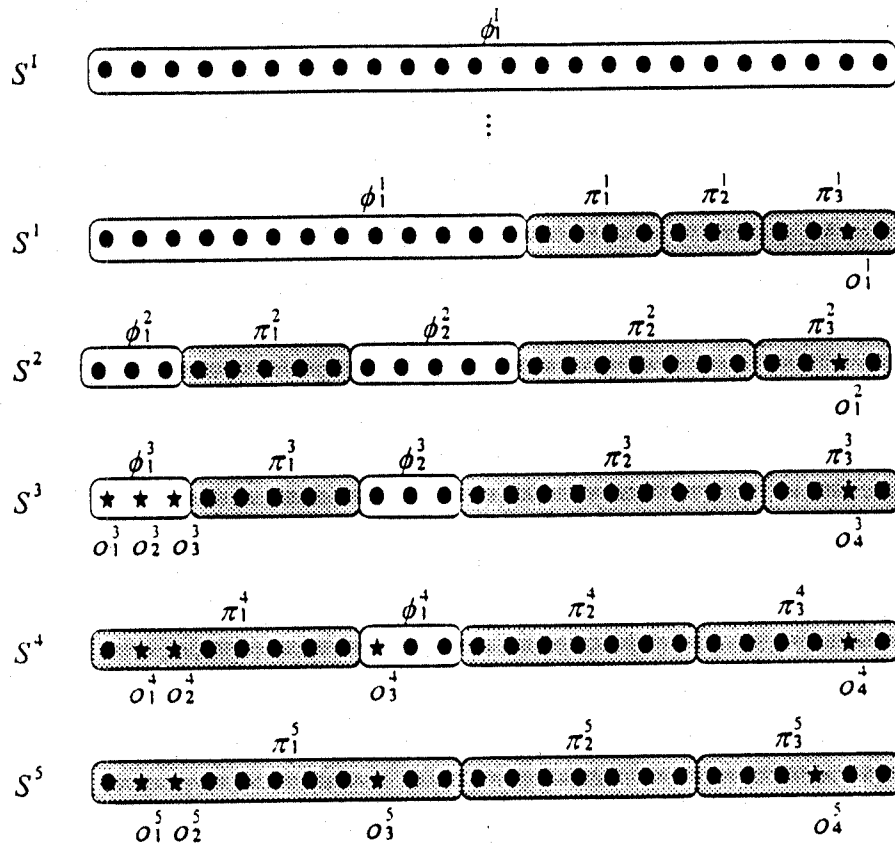
Πηγαίνοντας από την S^3 στην S^4 ο αλγόριθμος επιβεβαιώνει ότι το απομονωμένο στοιχείο φ_1^3 μπορεί να προστεθεί σ'ένα κοντινό ομογενές διάστημα το π_1^3 . Αυτού του είδους η πράξη ονομάζεται επαναολοκλήρωση των στοιχείων (re-integration of elements). Σημειώνεται ότι στην περίπτωση των απομονωμένων στοιχείων $(\varphi_1^2) \rightarrow (\varphi_1^3)$ μπορεί να υπάρχει μόνο ένα εξωκείμενο και έτσι, η απομόνωση του διαστήματος που περιλαμβάνει περισσότερα δεδομένα μπορεί να μην είναι πολύ εύστοχη πράξη.

Ο αλγόριθμος, πάει από την S^3 στην S^4 απομονώνοντας μόνο ένα στοιχείο του φ_2^3 . Μπορεί κανείς να θεωρήσει ότι αυτό το σημείο δημιουργεί ένα εμπόδιο στη συνέχιση του ελέγχου. Εάν αυτό το συγκεκριμένο εξωκείμενο είναι το εμπόδιο στο οποίο οφείλεται ότι το διάστημα π_1^3 δε μεγενθύνεται στα δεξιά, τότε στο επόμενο βήμα του αλγορίθμου πιθανόν ο αλγόριθμος να κάνει την επιθυμητή προέκταση και οι μετρήσεις του διαστήματος φ_2^3 να χρησιμοποιηθούν. Αυτό πραγματικά γίνεται στο S^5 όπου υλοποιείται ο μετασχηματισμός $(\pi_1^4, \varphi_1^4) \rightarrow (\pi_1^5)$ αποδεικνύοντας ότι το στοιχείο φ_2^3 ήταν πράγματι ένα εμπόδιο. Μετασχηματισμοί σαν αυτόν που περιγράφηκε $(\varphi_2^3) \rightarrow (\varphi_1^4)$ κατηγοροποιούνται ως ένας άλλος τύπος που ονομάζεται απομόνωση στοιχείου (isolation of elements). Πηγαίνοντας από την S^3 στην S^4 , μπορεί επίσης να σημειωθεί ότι τα π_2^3 και π_3^3 μεταφέρονται ως π_2^4 και π_3^4 . Αυτό έγινε μεταφέροντας το σύνορο ανάμεσα στα δύο ομογενή διαστήματα. Αυτή η πράξη εκτελέστηκε γιατί η εκτίμηση ομογένειας των τελικών διαστημάτων ήταν μεγαλύτερης τιμής απ'ότι των αρχικών. Αυτή η πράξη ονομάζεται μετακίνηση των συνόρων (shifting of boundaries).

Υπάρχει μια μικρή διαφορά ανάμεσα στο π_3^4 και π_3^5 . Ένα στοιχείο αντικαταστάθηκε από ένα εξωκείμενο. Το καινούριο διάστημα έχει μεγαλύτερο βαθμό ομογένειας και έτσι η μετατροπή έγινε με επιτυχία. Αυτός ο τύπος μετασχηματισμού ονομάζεται αντικατάσταση στοιχείων (replacement of elements).

Παρατηρείται στο παράδειγμα ότι ο αλγόριθμος PINAX χρησιμοποιεί μόνο ένα στατιστικό εργαλείο, τη συνάρτηση $h(\cdot)$ που υπολογίζει το βαθμό

ομογένειας του διαστήματος. Σημειώνεται επίσης ότι ο αλγόριθμος εκτελεί κάθε πράξη χωρίς να γνωρίζει ποιά θα είναι η επόμενη.



Σχήμα 3.1. Σχηματική παρουσίαση των πέντε συνεχόμενων βημάτων της πορείας έρευνας του αλγορίθμου PINAX. Οι κύκλοι και τα αστεράκια παρουσιάζουν μετρήσεις που ακολουθούν μια χρονική σειρά μετρήσεων (από αριστερά προς τα δεξιά). Ένα σημείο που παρουσιάζεται ως αστεράκι (και συμβολίζεται από ένα o_i^k) είναι ένα εξωκείμενο σημείο. Ένα γκρι ορθογώνιο (που συμβολίζεται ως π_i^k) παρουσιάζει ένα ομογενές σύνολο ενώ ένα άσπρο ορθογώνιο (που συμβολίζεται ως ϕ_i^k) παρουσιάζει ένα διάστημα που είτε δεν είναι ομογενές, είτε δεν έχει ελεγχθεί ακόμα από τον αλγόριθμο.

4. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΥΔΡΟΣΚΟΠΙΟΥ

Στο κεφάλαιο αυτό θα δοθεί ένα παράδειγμα, για το πως κατασκευάζονται οι καμπύλες στάθμης-παροχής, χρησιμοποιώντας την εφαρμογή του Υδροσκοπίου, για το σταθμό *Αγραφιώτη* του ποταμού *Αχελώου*.

Ανοίγοντας τον υπολογιστή ο χρήστης συνδέεται με το πρόγραμμα Υδροσκόπιο επιλέγοντας το μενού *Κύρια εφαρμογή*. Στη συνέχεια εμφανίζεται στην οθόνη ένα παράθυρο με το σήμα του Υδροσκοπίου που έχει τίτλο *Υδροσκόπιο, Σύνδεση*. Έπειτα διαλέγοντας *Επιλογές, Κωδικοί*, γράφει ο χρήστης τα στοιχεία του στις αντίστοιχες θέσεις. Το παράθυρο εξαφανίζεται επιλέγοντας *Σύνδεση*.

Στη συνέχεια εμφανίζεται ένα καινούριο παράθυρο που ονομάζεται *Βασικός πίνακας επιλογών ή Υδροσκόπιο-Επιφανειακή Υδρολογία*. Από αυτόν επιλέγεται η *Στάθμη-Παροχή* και με την εντολή *Εκκίνηση*, εμφανίζεται ένα ακόμα παράθυρο που δίνει στο χρήστη το περιθώριο να επιλέξει όργανο μέτρησης, ομάδα επεξεργασίας και τέλος το σταθμό που επιθυμεί, το παράθυρο αυτό ονομάζεται *Επιλογή οργάνου, Ομάδες σταθμού*.

Στο παράδειγμα που ακολουθεί επιλέγεται το όργανο *Σταθμήμετρο*, η ομάδα *Αχελώος*, και ο σταθμός *Αγραφιώτης*. Με την επιλογή *Αντικείμενο, Αποστολή* στέλνεται η ομάδα που επιλέχθηκε στο σύστημα γραφικής απεικόνισης και επεξεργασίας χρονοσειρών *OP SIS* για να δημιουργηθούν μέσω αυτού οι καμπύλες στάθμης-παροχής.

Το επόμενο βήμα στέλνει το χρήστη σ'ένα προηγούμενο παράθυρο το *Υδροσκόπιο-Επιφανειακή Υδρολογία*, απ'όπου κανείς καλεί το *OP SIS*, με την εντολή *Εκκίνηση*. Στο παράθυρο *OP SIS* διαλέγοντας ο χρήστης *Λειτουργίες, Αντικείμενο, Εισαγωγή* έρχεται στο παράθυρο του *OP SIS* ο σταθμός *Αγραφιώτης*. Ανοίγοντας το παράθυρο του σταθμού αυτού και επιλέγοντας *Λειτουργίες, Επανασύνδεση όλων και Αφαίρεση των σημείων θλάσεως* έρχονται όλες οι μετρήσεις του σταθμού στη διάθεση του χρήστη ώστε να δημιουργήσει τις καμπύλες στάθμης-παροχής.

Επιστρέφοντας στο παράθυρο του *OP SIS* και επιλέγοντας *Διαδικασία, Εξειδικευμένοι υπολογισμοί, Ομογενοποίηση Pinax, παραγωγή*, εμφανίζεται το παράθυρο του *Pinax* το οποίο ρυθμίζει τις παραμέτρους για να προκύψουν οι ζητούμενες καμπύλες.

Έστω ότι δίνονται οι εξής παράμετροι:

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ	
Συντελ. προσδιορισμού	$\rho_0^2=0.9, \alpha_1=0.05$
Τυποποιημένο υπόλοιπο	$b_2=2.2,$
Μη τυποποιημένο υπόλοιπο	$b_2'=0.3$
Τυπική απόκλιση υπολοίπων	$\sigma_0=0.15, \alpha_3=0.05$
Αλληλουχίες	$\alpha_4=0.001$
Περιθώρια εξωκείμενα σημεία	-
Πληθυκότητα	$b_6=8$

Οι λύσεις για τις παραπάνω παραμέτρους είναι:

ΛΥΣΕΙΣ	
Συνδεδεμένα δεδομένα	$N_{A-Q}=144$
Απομονωμένα δεδομένα	$N_Q=99$
Αριθμός λύσεων	$N_{\Delta}=11$
Βαθμός ομογένειας	$H(\Delta)=0.923935$

Για να εμφανιστεί το παράθυρο όπου θα φαίνονται οι καμπύλες και τα σημεία πρέπει να επιλεγεί από το μενού *Λειτουργίες, Διαγράμματα*.

Στο επόμενο βήμα για να χωριστούν οι μετρήσεις, ο χρήστης διαλέγει *Διαδικασία, Διαχείριση, Διάσπαση*, αφού όμως προηγουμένως τοποθετηθεί η αρχική ομάδα, δηλαδή του *Αγραφιότη*, στην ομάδα επεξεργασίας. Τότε με την εντολή *Παραγωγή* γίνεται η διάσπαση της αρχικής ομάδας σε επιμέρους περιόδους, όπου κάθε μία από αυτές αντιστοιχεί σε μία καμπύλη με ομογενή στοιχεία.

Για να εμφανιστούν οι καμπύλες δίνονται οι εντολές: *Λειτουργίες, Μακροεντολή, Τεθλασμένη ελ. τετραγώνων σε λογαρίθμους*.

Τέλος, ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να βλέπει τα σημεία της κάθε περιόδου με την αντίστοιχη καμπύλη τους, εάν επιλέξει την αντίστοιχη θέση, από το εικονοζόμενο παράθυρο.

Στο συγκεκριμένο παράδειγμα όλες οι αντιστοιχίες σημείων-καμπυλών είναι πολύ καλές.

5. ΕΦΑΡΜΟΓΗ - ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ

5.1. ΓΕΝΙΚΑ

Για να δημιουργηθούν οι καμπύλες στάθμης-παροχής με τη μέθοδο PINAX πρέπει γενικά να ισχύει:

- i) Οι δεδομένες μετρήσεις να έχουν χωριστεί σε ομογενείς περιόδους με βάση τη χρονική σειρά τους.
- ii) Να έχουν αφαιρεθεί τα εξωκείμενα σημεία και
- iii) Ο βαθμός ομογένειας των καμπυλών να είναι κοντά στη μονάδα.

Αντικείμενο αυτού του κεφαλαίου είναι η διερεύνηση των διαφόρων στατιστικών ελέγχων ως προς τη δυνατότητα τους να οδηγήσουν στην κατασκευή καμπυλών στάθμης-παροχής. Πιο συγκεκριμένα απομονώνουμε καθέναν από τους στατιστικούς ελέγχους και τον εφαρμόζουμε ξεχωριστά, απενεργοποιώντας παράλληλα όλους τους υπόλοιπους στατιστικούς ελέγχους. Στη διαδικασία της διερεύνησης εξετάζουμε πολλές δοκιμαστικές τιμές της παραμέτρου του συγκεκριμένου στατιστικού ελέγχου ώστε να δούμε την επίδραση της τιμής της παραμέτρου στις καμπύλες που τελικά παράγονται και ειδικότερα στον αριθμό των λύσεων και τον αριθμό των απομονωμένων σημείων (εξωκειμένων σημείων). Εξετάζουμε ως παραδείγματα δύο υδρομετρικούς σταθμούς τον σταθμό Καστρί του ποταμού Σπερχειού και τον σταθμό Κομποτάδες του ποταμού Σπερχειού.

5.2. ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ

5.2.1. Σταθμός Καστρί, ποταμός Σπερχειός.

Για να γίνει πιο κατανοητός ο ρόλος των παραμέτρων δίνεται ένα παράδειγμα. Η εργασία ξεκινάει με δεδομένο τις μετρήσεις στο σταθμό *Καστρί* του ποταμού *Σπερχειού* με αξιόπιστες μετρήσεις 87. Η καμπύλη που προσαρμόζεται είναι τύπου δύναμης ($Q=a \cdot H^b$) η οποία σε διπλό λογαριθμικό χαρτί παριστάνεται ως ευθεία. Στους πίνακες 5.1 έως 5.6 παρουσιάζονται τα κριτήρια που χρησιμοποιήθηκαν για το παραπάνω παράδειγμα. Σημειώνεται ότι η βέλτιστη λύση χρησιμοποιώντας ταυτόχρονα όλα τα κριτήρια αξιολόγησης και όλες τις αντίστοιχες παραμέτρους (με τη μέθοδο PINAX) για το συγκεκριμένο σταθμό έδωσε 6 καμπύλες με αριθμό απομονωμένων σημείων 12.

Πίνακας 5.1. Αποτέλεσμα με βάση το κριτήριο του μη τυποποιημένου υπόλοιπου.

b_2'	απομονωμένα N_Q	αριθμός λύσεων N_Δ
0.20	65	2
0.30	21	6
0.40	13	6
0.50	15	5
0.60	7	5
0.70	1	5

Παρατηρείται ότι η λύση με μη τυποποιημένο υπόλοιπο 0.40 έδωσε λύση κοντά στη βέλτιστη. Το γεγονός αυτό είναι τυχαίο.

Πίνακας 5.2. Αποτελέσματα με βάση το κριτήριο των αλληλουχιών.

a_4	απομονωμένα N_Q	αριθμός λύσεων N_Δ
0.99	13	3
0.90	6	4
0.80	6	4
0.70	5	4
0.60	8	2
0.50	8	2
0.40	0	3
0.30	4	2
0.25	4	2
0.001	0	1

Καμία από τις λύσεις δεν πλησιάζει την βέλτιστη.

Πίνακας 5.3. Αποτελέσματα με βάση το κριτήριο του συντελεστή προσδιορισμού ρ_o^2 για $\alpha_1=0.05$.

ρ_o^2	απομονωμένα N_Q	αριθμός λύσεων N_Δ
0.70	0	1
0.80	0	1
0.85	0	2
0.90	0	2
0.92	0	2
0.93	0	4
0.95	0	4
1.00	87	0

Καμία από τις λύσεις δεν πλησιάζει την βέλτιστη. Οι μεγαλύτερες τιμές δίνουν περισσότερους αριθμούς λύσεων.

Πίνακας 5.4. Αποτελέσματα με βάση το κριτήριο της τυπικής απόκλισης υπολοίπων.

σ_0	απομονωμένα N_Q	αριθμός λύσεων N_Δ
0.05	87	0
0.07	87	0
0.09	87	0
0.10	87	0
0.20	58	3
0.30	17	4
0.40	4	5
0.50	5	4
0.60	11	3
0.70	0	1
1.00	0	1
10.00	0	1
20.00	0	1
30.00	0	1
60.00	0	1
90.00	0	1
150.00	0	1

Η διασπορά πρέπει να έχει μικρές τιμές, όχι όμως και τις μικρότερες του πίνακα για να δίνει λύσεις το κριτήριο. Καμία λύση δεν πλησιάζει τη βέλτιστη.

Πίνακας 5.5. Αποτελέσματα με βάση το κριτήριο του τυποποιημένου υπόλοιπου.

b_2	απομονωμένα N_Q	αριθμός λύσεων N_Δ
0.50	87	0
0.80	87	0
1.00	87	0
1.30	87	0
1.40	63	2
1.50	23	6
1.60	11	5
1.70	15	5
1.80	4	5
1.90	4	4
2.00	0	4

Όσο πιο μικρές είναι οι τιμές της παραμέτρου τόσο πιο κρίσιμο γίνεται το κριτήριο. Επίσης καμιά από τις λύσεις δεν πλησιάζει τη βέλτιστη.

Πίνακας 5.6. Αποτελέσματα με βάση το κριτήριο της πληθυκότητας.

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ	
Συντελ. προσδιορισμού	$\rho_0^2=0.9, \alpha_1=0.05$
Τυποποιημένο υπόλοιπο	$b_2=2.0$
Μη τυποποιημένο υπόλοιπο	$b_2'=0.7$
Τυπική απόκλιση υπολοίπων	$\sigma_0=1.0, \alpha_3=0.05$
Αλληλουχίες	$\alpha_4=0.001$
Περιθώρια εξωκείμενα σημεία	-

Για το κριτήριο της πληθυκότητας ισχύει:

b_6	απομονωμένα N_Q	αριθμός λύσεων N_Δ
2	0	13
3	1	8
4	1	8
5	3	7
6	3	7
7	7	5
8	7	5
9	15	4
10	15	4
11	15	4
12	15	4
13	23	1
14	23	1
15	23	1
16	23	1
17	87	0
18	87	0
19	87	0

Η τελευταία παράμετρος καθορίζει το ελάχιστο πλήθος στοιχείων που μπορεί να έχει μία καμπύλη. Αρκετά καλό διάστημα τιμών είναι από 6 έως 10 στοιχεία σε μία καμπύλη. Καμία λύση όμως δεν πλησιάζει τη βέλτιστη.

5.2.2. Σταθμός Κομποτάδες, ποταμός Σπερχειός.

Ακολουθεί νέο παράδειγμα για το σταθμό *Κομποτάδες* του ποταμού *Σπερχειού* με αξιόπιστες μετρήσεις 139. Για πληθυκότητα μετρήσεων καμπύλης 7 στους πίνακες 5.7 έως 5.13 παρουσιάζονται τα κριτήρια που χρησιμοποιήθηκαν για το παραπάνω παράδειγμα. Σημειώνεται ότι η βέλτιστη λύση χρησιμοποιώντας ταυτόχρονα όλα τα κριτήρια αξιολόγησης και όλες τις αντίστοιχες παραμέτρους (με τη μέθοδο PINAX) δίνει αριθμό καμπυλών 4 και αριθμό απομονωμένων δεδομένων 9 (Παράρτημα Α).

Πίνακας 5.7. Αποτελέσματα με βάση το κριτήριο του μη τυποποιημένου υπόλοιπου.

b_2'	απομονωμένα N_Q	αριθμός λύσεων N_Δ
0.1	139	0
0.2	139	0
0.3	127	1
0.4	105	1
0.8	95	1
0.9	74	4

Καμία λύση δεν πλησιάζει τη βέλτιστη.

Πίνακας 5.8. Αποτελέσματα με βάση το κριτήριο των αλληλουχιών.

α_4	απομονωμένα N_Q	αριθμός λύσεων N_Δ
0.9995	13	3
0.9990	13	3
0.9950	13	3
0.9900	13	3
0.9800	13	3
0.9600	11	3
0.9500	11	3
0.9000	6	4
0.8000	6	4
0.7000	5	4
0.6000	8	2
0.5000	8	2
0.4000	0	3
0.3000	4	2
0.2000	2	3
0.1000	2	2
0.0010	0	1

Επίσης καμία λύση δεν πλησιάζει τη βέλτιστη.

Πίνακας 5.9. Αποτελέσματα με βάση το κριτήριο του συντελεστή προσδιορισμού.

ρ_0^2	απομονωμένα N_Q	αριθμός λύσεων N_Δ
0.10	0	1
0.20	0	1
0.30	0	1
0.40	0	1
0.50	0	1
0.60	0	1
0.70	0	1
0.80	0	1
0.87	0	1
0.90	0	1
1.10	139	0

Το κριτήριο δεν λειτουργεί για τιμές μικρότερες του 1.10.

Πίνακας 5.10. Αποτελέσματα με βάση το κριτήριο της τυπικής απόκλισης υπολοίπων.

σ_0	απομονωμένα N_Q	αριθμός λύσεων N_Δ
0.01	139	0
0.02	139	0
0.03	119	2
0.04	51	3
0.05	50	4
0.06	34	3
0.07	31	2
0.10	3	2
0.20	0	1
0.30	0	1
0.40	0	1

Για σχετικά μεγάλες τιμές το κριτήριο δεν απομονώνει κανένα δεδομένο. Καμία από τις λύσεις δεν πλησιάζει τη βέλτιστη.

Πίνακας 5.11. Με βάση το κριτήριο του Τυποποιημένου υπόλοιπου.

b_2	απομονωμένα N_Q	αριθμός λύσεων N_Δ
1.00	139	0
1.20	122	2
1.30	95	4
1.40	59	7
1.50	30	9
1.60	28	8
1.70	20	7
1.80	13	8
1.90	13	8
2.00	2	6
2.10	2	6
2.20	0	5

Για μικρές τιμές το κριτήριο είναι κρίσιμο, αντίθετα για μεγάλες τιμές δεν είναι. Καμία λύση δεν πλησιάζει τη βέλτιστη.

Πίνακας 5.12. Αποτελέσματα με βάση το κριτήριο περιθώρια εξωκείμενα σημεία (λόγω παροχής).

b_5	απομονωμένα N_Q	αριθμός λύσεων N_Δ
50.0	139	0
60.0	114	2
70.0	92	3
80.0	47	7
90.0	16	5
99.9	0	1

Για μικρές τιμές το κριτήριο είναι κρίσιμο. Καμία λύση δεν πλησιάζει τη βέλτιστη.

Πίνακας 5.13. Αποτελέσματα με βάση το κριτήριο περιθώρια εξωκείμενα σημεία (λόγω στάθμης).

b_s	απομονωμένα N_Q	αριθμός λύσεων N_Δ
99.95	4	3
99.99	0	4

Δεν δίνει λύση για νούμερα μεγαλύτερα του 99.9.

5.3. ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ ΜΟΡΦΗ ΚΑΜΠΥΛΗΣ.

Μέχρι τώρα δεν αναφέρθηκε κάποια παράμετρος που να ελέγχει τι είδους σχήμα θα έχει η καμπύλη στάθμης-παροχής. Δηλαδή εάν θα είναι ευθεία σε διπλό λογαριθμικό χαρτί ή καμπύλη, ή τεθλασμένη με πολλές ή λίγες αλλαγές κλίσεων. Η παράμετρος μορφή καμπύλης, αντίθετα από τις άλλες παραμέτρους δίνει τη δυνατότητα καθορισμού του σχήματος. Έτσι προσφέρει τη δυνατότητα καθορισμού είτε ευθύγραμμης (σε διπλό λογαριθμικό χαρτί) σχέσης ή τεθλασμένης η οποία έχει καθιερωθεί με το όνομα **b-line**. Στην τελευταία περίπτωση προσφέρονται οι επιλογές των υποπαραμέτρων **Τάση καμπύλης** και **Διαστήματα καμπύλης**

Αναλυτικότερα, η *Τάση καμπύλης* δείχνει πόσο ευθυγραμμισμένη είναι η τεθλασμένη, ενώ το *Διάστημα καμπύλης* δείχνει πόσες αλλαγές κλίσεως θα κάνει. Ακόμα υπάρχει η δυνατότητα της απογόρευσης αρνητικών κλίσεων σε τμήματα της τεθλασμένης τα οποία βεβαίως δεν έχουν φυσικό νόημα (αφού η παροχή δεν μπορεί να μειώνεται με την αύξηση της στάθμης) είναι όμως δυνατό από καθαρώς μαθηματική άποψη να εμφανιστεί τέτοια περίπτωση. Για την απαγόρευση των αρνητικών κλίσεων γίνεται η επιλογή των κατάλληλων παραμέτρων από το μενού του προγράμματος.

5.3.1. Παραδείγματα b-line (Για σταθερή τιμή b-line)

Έλεγχος για το ποιές παράμετροι δίνουν λύσεις για τη θέση Βίνιανη Ταυρωπού.

Παράδειγμα 1.

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ	
Συντελ. προσδιορισμού	$\rho_0^2=0.9, \alpha_1=0.05$
Τυποποιημένο υπόλοιπο	$b_2=2.0,$
Μη τυποποιημένο υπόλοιπο	$b_2'=0.3$
Τυπική απόκλιση υπολοίπων	$\sigma_0=0.15, \alpha_3=0.05$
Αλληλουχίες	$\alpha_4=0.1$
Περιθώρια εξωκείμενα σημεία	-
Πληθυκότητα	$b_6=6$
Τάση καμπύλης	-1
Διαστήματα καμπύλης	10

Οι λύσεις για τις παραπάνω παραμέτρους είναι:

ΛΥΣΕΙΣ	
Συνδεδεμένα δεδομένα	$N_{A-Q}=339$
Απομονωμένα δεδομένα	$N_Q=39$
Αριθμός λύσεων	$N_\Delta=25$
Βαθμός ομογένειας	$H(\Delta)=0.0471843$

Παράδειγμα 2.

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ	
Συντελ. προσδιορισμού	$\rho_0^2=0.9, \alpha_1=0.05$
Τυποποιημένο υπόλοιπο	$b_2=2.2,$
Μη τυποποιημένο υπόλοιπο	$b_2'=0.35$
Τυπική απόκλιση υπολοίπων	$\sigma_0=0.15, \alpha_3=0.05$
Αλληλουχίες	$\alpha_4=0.001$
Περιθώρια εξωκείμενα σημεία	-
Πληθυκότητα	$b_6=6$
Τάση καμπύλης	-1
Διαστήματα καμπύλης	10

Οι λύσεις για τις παραπάνω παραμέτρους είναι:

ΛΥΣΕΙΣ	
Συνδεδεμένα δεδομένα	$N_{A-Q}=350$
Απομονωμένα δεδομένα	$N_Q=28$
Αριθμός λύσεων	$N_{\Delta}=23$
Βαθμός ομογένειας	$H(\Delta)=0.05$

Παράδειγμα 3.

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ	
Συντελ. προσδιορισμού	$\rho_o^2=0.9, \alpha_1=0.05$
Τυποποιημένο υπόλοιπο	$b_2=2.2,$
Μη τυποποιημένο υπόλοιπο	$b_2'=0.3$
Τυπική απόκλιση υπολοίπων	$\sigma_0=0.15, \alpha_3=0.05$
Αλληλουχίες	$\alpha_4=0.1$
Περιθώρια εξωκείμενα σημεία	-
Πληθυκότητα	$b_6=6$
Τάση καμπύλης	-1
Διαστήματα καμπύλης	10

Οι λύσεις για τις παραπάνω παραμέτρους είναι:

ΛΥΣΕΙΣ	
Συνδεδεμένα δεδομένα	$N_{A-Q}=332$
Απομονωμένα δεδομένα	$N_Q=46$
Αριθμός λύσεων	$N_{\Delta}=22$
Βαθμός ομογένειας	$H(\Delta)=0.1785$

Παράδειγμα 4.

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ	
Συντελ. προσδιορισμού	$\rho_0^2=0.9, \alpha_1=0.05$
Τυποποιημένο υπόλοιπο	$b_2=2.2,$
Μη τυποποιημένο υπόλοιπο	$b_2'=0.3$
Τυπική απόκλιση υπολοίπων	$\sigma_0=0.15, \alpha_3=0.05$
Αλληλουχίες	$\alpha_4=0.001$
Περιθώρια εξωκείμενα σημεία	-
Πληθυσκότητα	$b_6=6$
Τάση καμπύλης	-1
Διαστήματα καμπύλης	10

Οι λύσεις για τις παραπάνω παραμέτρους είναι:

ΛΥΣΕΙΣ	
Συνδεδεμένα δεδομένα	$N_{A-Q}=346$
Απομονωμένα δεδομένα	$N_Q=32$
Αριθμός λύσεων	$N_\Delta=22$
Βαθμός ομογένειας	$H(\Delta)=0.0703$

5.3.2. Παραδείγματα bline (Για μεταβλητό bline)

Για σταθερές όλες τις παραμέτρους, με διαστήματα καμπύλης 10 και μεταβλητή η παράμετρος τάση καμπύλης δίνονται τα παραδείγματα 5 έως 13.

Παράδειγμα 5.

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ	
Συντελ. προσδιορισμού	$\rho_0^2=0.9, \alpha_1=0.05$
Τυποποιημένο υπόλοιπο	$b_2=2.2,$
Μη τυποποιημένο υπόλοιπο	$b_2'=0.3$
Τυπική απόκλιση υπολοίπων	$\sigma_0=0.15, \alpha_3=0.05$
Αλληλουχίες	$\alpha_4=0.001$
Περιθώρια εξωκείμενα σημεία	-
Πληθυσκότητα	$b_6=6$
Τάση καμπύλης	-1
Διαστήματα καμπύλης	10

Οι λύσεις για τις παραπάνω παραμέτρους είναι:

ΛΥΣΕΙΣ	
Συνδεδεμένα δεδομένα	$N_{A-Q}=346$
Απομονωμένα δεδομένα	$N_Q=32$
Αριθμός λύσεων	$N_{\Delta}=22$
Βαθμός ομογένειας	$H(\Delta)=0.0703$

Παράδειγμα 6.

ΜΟΡΦΗ ΚΑΜΠΥΛΗΣ	
Τάση καμπύλης	0
Διαστήματα καμπύλης	10

Οι λύσεις για τις παραπάνω παραμέτρους είναι:

ΛΥΣΕΙΣ	
Συνδεδεμένα δεδομένα	$N_{A-Q}=363$
Απομονωμένα δεδομένα	$N_Q=15$
Αριθμός λύσεων	$N_{\Delta}=20$
Βαθμός ομογένειας	$H(\Delta)=0.5254$

Οι καμπύλες με τις παραπάνω παραμέτρους είναι αρκετά καλές.

Παράδειγμα 7.

ΜΟΡΦΗ ΚΑΜΠΥΛΗΣ	
Τάση καμπύλης	1
Διαστήματα καμπύλης	10

Οι λύσεις για τις παραπάνω παραμέτρους είναι:

ΛΥΣΕΙΣ	
Συνδεδεμένα δεδομένα	$N_{A-Q}=359$
Απομονωμένα δεδομένα	$N_Q=19$
Αριθμός λύσεων	$N_{\Delta}=20$
Βαθμός ομογένειας	$H(\Delta)=0.15956$

Παράδειγμα 8.

ΜΟΡΦΗ ΚΑΜΠΥΛΗΣ	
Τάση καμπύλης	-2
Διαστήματα καμπύλης	10

Οι λύσεις για τις παραπάνω παραμέτρους είναι:

ΛΥΣΕΙΣ	
Συνδεδεμένα δεδομένα	$N_{A-Q}=339$
Απομονωμένα δεδομένα	$N_Q=39$
Αριθμός λύσεων	$N_{\Delta}=22$
Βαθμός ομογένειας	$H(\Delta)=0.0011093$

Παράδειγμα 9.

ΜΟΡΦΗ ΚΑΜΠΥΛΗΣ	
Τάση καμπύλης	-3
Διαστήματα καμπύλης	10

Οι λύσεις για τις παραπάνω παραμέτρους είναι:

ΛΥΣΕΙΣ	
Συνδεδεμένα δεδομένα	$N_{A-Q}=308$
Απομονωμένα δεδομένα	$N_Q=70$
Αριθμός λύσεων	$N_{\Delta}=23$
Βαθμός ομογένειας	$H(\Delta)=0.065$

Οι καμπύλες έχουν πολλές αλλαγές κλίσεων.

Παράδειγμα 10.

ΜΟΡΦΗ ΚΑΜΠΥΛΗΣ	
Τάση καμπύλης	-4
Διαστήματα καμπύλης	10

Οι λύσεις για τις παραπάνω παραμέτρους είναι:

ΛΥΣΕΙΣ	
Συνδεδεμένα δεδομένα	$N_{A-Q}=191$
Απομονωμένα δεδομένα	$N_Q=187$
Αριθμός λύσεων	$N_{\Delta}=17$
Βαθμός ομογένειας	$H(\Delta)=0.002$

Γενικά καλές οι καμπύλες αν και υπάρχουν μεγάλες αποστάσεις μεταξύ των σημείων.

Παράδειγμα 11.

ΜΟΡΦΗ ΚΑΜΠΥΛΗΣ	
Τάση καμπύλης	2
Διαστήματα καμπύλης	10

Οι λύσεις για τις παραπάνω παραμέτρους είναι:

ΛΥΣΕΙΣ	
Συνδεδεμένα δεδομένα	$N_{A-Q}=359$
Απομονωμένα δεδομένα	$N_Q=19$
Αριθμός λύσεων	$N_{\Delta}=18$
Βαθμός ομογένειας	$H(\Delta)=0.598$

Τα σημεία απέχουν μεγάλες αποστάσεις από την καμπύλη. Οι καμπύλες ευθειοποιούνται σε διπλό λογαριθμικό χαρτί.

Παράδειγμα 12.

ΜΟΡΦΗ ΚΑΜΠΥΛΗΣ	
Τάση καμπύλης	3
Διαστήματα καμπύλης	10

Οι λύσεις για τις παραπάνω παραμέτρους είναι:

ΛΥΣΕΙΣ	
Συνδεδεμένα δεδομένα	$N_{A-Q}=360$
Απομονωμένα δεδομένα	$N_Q=18$
Αριθμός λύσεων	$N_{\Delta}=18$
Βαθμός ομογένειας	$H(\Delta)=0.558$

Η καμπύλωση των ευθειών είναι πάρα πολύ μικρή.

Παράδειγμα 13.

ΜΟΡΦΗ ΚΑΜΠΥΛΗΣ	
Τάση καμπύλης	4
Διαστήματα καμπύλης	10

Οι λύσεις για τις παραπάνω παραμέτρους είναι:

ΛΥΣΕΙΣ	
Συνδεδεμένα δεδομένα	$N_{A-Q}=360$
Απομονωμένα δεδομένα	$N_Q=18$
Αριθμός λύσεων	$N_{\Delta}=18$
Βαθμός ομογένειας	$H(\Delta)=0.5598$

Οι καμπύλες ευθυγραμμίζονται σε διπλό λογαριθμικό χαρτί.

- Για τα παραδείγματα 14 έως 20 όλες οι παράμετροι είναι σταθερές, με διαστήματα καμπύλης 2 και μεταβλητή η παράμετρος τάση καμπύλης.

Παράδειγμα 14.

ΜΟΡΦΗ ΚΑΜΠΥΛΗΣ	
Τάση καμπύλης	-4
Διαστήματα καμπύλης	2

Οι λύσεις για τις παραπάνω παραμέτρους είναι:

ΛΥΣΕΙΣ	
Συνδεδεμένα δεδομένα	$N_{A-Q}=356$
Απομονωμένα δεδομένα	$N_Q=22$
Αριθμός λύσεων	$N_{\Delta}=18$
Βαθμός ομογένειας	$H(\Delta)=0.63$

Οι καμπύλες είναι ευθυγραμμισμένες σε διπλό λογαριθμικό χαρτί με μεγάλες αλλαγές κλίσεων.

Παράδειγμα 15.

ΜΟΡΦΗ ΚΑΜΠΥΛΗΣ	
Τάση καμπύλης	-3
Διαστήματα καμπύλης	2

Οι λύσεις για τις παραπάνω παραμέτρους είναι:

ΛΥΣΕΙΣ	
Συνδεδεμένα δεδομένα	$N_{A-Q}=356$
Απομονωμένα δεδομένα	$N_Q=22$
Αριθμός λύσεων	$N_{\Delta}=18$
Βαθμός ομογένειας	$H(\Delta)=0.64$

Οι καμπύλες είναι ευθυγραμμισμένες με μεγάλες αλλαγές κλίσεων.

Παράδειγμα 16.

ΜΟΡΦΗ ΚΑΜΠΥΛΗΣ	
Τάση καμπύλης	-2
Διαστήματα καμπύλης	2

Οι λύσεις για τις παραπάνω παραμέτρους είναι:

ΛΥΣΕΙΣ	
Συνδεδεμένα δεδομένα	$N_{A-Q}=350$
Απομονωμένα δεδομένα	$N_Q=28$
Αριθμός λύσεων	$N_{\Delta}=18$
Βαθμός ομογένειας	$H(\Delta)=0.59$

Καλή αντιστοιχία σημείων και καμπύλης.

Παράδειγμα 17.

ΜΟΡΦΗ ΚΑΜΠΥΛΗΣ	
Τάση καμπύλης	-1
Διαστήματα καμπύλης	2

Οι λύσεις για τις παραπάνω παραμέτρους είναι:

ΛΥΣΕΙΣ	
Συνδεδεμένα δεδομένα	$N_{A-Q}=352$
Απομονωμένα δεδομένα	$N_Q=26$
Αριθμός λύσεων	$N_{\Delta}=17$
Βαθμός ομογένειας	$H(\Delta)=0.58$

Οι καμπύλες τείνουν να ευθειοποιηθούν σε διπλό λογαριθμικό χαρτί.

Παράδειγμα 18.

ΜΟΡΦΗ ΚΑΜΠΥΛΗΣ	
Τάση καμπύλης	1
Διαστήματα καμπύλης	2

Οι λύσεις για τις παραπάνω παραμέτρους είναι:

ΛΥΣΕΙΣ	
Συνδεδεμένα δεδομένα	$N_{A-Q}=351$
Απομονωμένα δεδομένα	$N_Q=27$
Αριθμός λύσεων	$N_{\Delta}=18$
Βαθμός ομογένειας	$H(\Delta)=0.32$

Δεν είναι καλή η αντιστοιχία σημείων και καμπύλης.

Παράδειγμα 19.

ΜΟΡΦΗ ΚΑΜΠΥΛΗΣ	
Τάση καμπύλης	2
Διαστήματα καμπύλης	2

Οι λύσεις για τις παραπάνω παραμέτρους είναι:

ΛΥΣΕΙΣ	
Συνδεδεμένα δεδομένα	$N_{A-Q}=351$
Απομονωμένα δεδομένα	$N_Q=27$
Αριθμός λύσεων	$N_{\Delta}=18$
Βαθμός ομογένειας	$H(\Delta)=0.325$

Διάσπαρτα τα σημεία σε σχέση με τις καμπύλες οι οποίες τείνουν να ευθυγραμμιστούν σε διπλό λογαριθμικό χαρτί.

Παράδειγμα 20.

ΜΟΡΦΗ ΚΑΜΠΥΛΗΣ	
Τάση καμπύλης	3
Διαστήματα καμπύλης	2

Οι λύσεις για τις παραπάνω παραμέτρους είναι:

ΛΥΣΕΙΣ	
Συνδεδεμένα δεδομένα	$N_{A-Q}=356$
Απομονωμένα δεδομένα	$N_Q=22$
Αριθμός λύσεων	$N_{\Delta}=20$
Βαθμός ομογένειας	$H(\Delta)=0.076$

Καθόλου καλή αντιστοιχία σημείων-καμπύλης. Οι καμπύλες είναι ευθυγραμμισμένες σε διπλό λογαριθμικό χαρτί.

- Για σταθερές όλες τις παραμέτρους, με διαστήματα καμπύλης 3 και μεταβλητή τη παράμετρο τάση καμπύλης, δίνονται τα παραδείγματα από 21 έως 28.

Παράδειγμα 21.

ΜΟΡΦΗ ΚΑΜΠΥΛΗΣ	
Τάση καμπύλης	-4
Διαστήματα καμπύλης	3

Οι λύσεις για τις παραπάνω παραμέτρους είναι:

ΛΥΣΕΙΣ	
Συνδεδεμένα δεδομένα	$N_{A-Q}=324$
Απομονωμένα δεδομένα	$N_Q=54$
Αριθμός λύσεων	$N_\Delta=17$
Βαθμός ομογένειας	$H(\Delta)=0.304$

Οι διασπορά των σημείων είναι πολύ μεγάλη και οι καμπύλες έχουν μεγάλες αλλαγές κλίσεων.

Παράδειγμα 22.

ΜΟΡΦΗ ΚΑΜΠΥΛΗΣ	
Τάση καμπύλης	-3
Διαστήματα καμπύλης	3

Οι λύσεις για τις παραπάνω παραμέτρους είναι:

ΛΥΣΕΙΣ	
Συνδεδεμένα δεδομένα	$N_{A-Q}=336$
Απομονωμένα δεδομένα	$N_Q=42$
Αριθμός λύσεων	$N_\Delta=20$
Βαθμός ομογένειας	$H(\Delta)=0.2625$

Μεγάλη διασπορά των σημείων.

Παράδειγμα 23.

ΜΟΡΦΗ ΚΑΜΠΥΛΗΣ	
Τάση καμπύλης	-2
Διαστήματα καμπύλης	3

Οι λύσεις για τις παραπάνω παραμέτρους είναι:

ΛΥΣΕΙΣ	
Συνδεδεμένα δεδομένα	$N_{A-Q}=355$
Απομονωμένα δεδομένα	$N_Q=23$
Αριθμός λύσεων	$N_{\Delta}=17$
Βαθμός ομογένειας	$H(\Delta)=0.5004$

Μεγάλη διασπορά των σημείων, οι καμπύλες στάθμης-παροχής είναι καλές.

Παράδειγμα 24.

ΜΟΡΦΗ ΚΑΜΠΥΛΗΣ	
Τάση καμπύλης	-1
Διαστήματα καμπύλης	3

Οι λύσεις για τις παραπάνω παραμέτρους είναι:

ΛΥΣΕΙΣ	
Συνδεδεμένα δεδομένα	$N_{A-Q}=360$
Απομονωμένα δεδομένα	$N_Q=18$
Αριθμός λύσεων	$N_{\Delta}=20$
Βαθμός ομογένειας	$H(\Delta)=0.26$

Μεγάλη διασπορά των σημείων, οι καμπύλες είναι ευθυγραμμισμένες σε διπλό λογαριθμικό χαρτί.

Παράδειγμα 25.

ΜΟΡΦΗ ΚΑΜΠΥΛΗΣ	
Τάση καμπύλης	0
Διαστήματα καμπύλης	3

Οι λύσεις για τις παραπάνω παραμέτρους είναι:

ΛΥΣΕΙΣ	
Συνδεδεμένα δεδομένα	$N_{A-Q}=353$
Απομονωμένα δεδομένα	$N_Q=25$
Αριθμός λύσεων	$N_{\Delta}=18$
Βαθμός ομογένειας	$H(\Delta)=0.643$

Οι καμπύλες είναι ευθυγραμμισμένες, με μικρές αλλαγές κλίσεων.

Παράδειγμα 26.

ΜΟΡΦΗ ΚΑΜΠΥΛΗΣ	
Τάση καμπύλης	1
Διαστήματα καμπύλης	3

Οι λύσεις για τις παραπάνω παραμέτρους είναι:

ΛΥΣΕΙΣ	
Συνδεδεμένα δεδομένα	$N_{A-Q}=360$
Απομονωμένα δεδομένα	$N_Q=18$
Αριθμός λύσεων	$N_{\Delta}=18$
Βαθμός ομογένειας	$H(\Delta)=0.515$

Μεγάλη διασπορά σημείων (πολύ μεγάλη η απόσταση των σημείων από την καμπύλη).

Παράδειγμα 27.

ΜΟΡΦΗ ΚΑΜΠΥΛΗΣ	
Τάση καμπύλης	2
Διαστήματα καμπύλης	3

Οι λύσεις για τις παραπάνω παραμέτρους είναι:

ΛΥΣΕΙΣ	
Συνδεδεμένα δεδομένα	$N_{A-Q}=359$
Απομονωμένα δεδομένα	$N_Q=19$
Αριθμός λύσεων	$N_{\Delta}=18$
Βαθμός ομογένειας	$H(\Delta)=0.606$

Μεγάλη διασπορά σημείων.

Παράδειγμα 28.

ΜΟΡΦΗ ΚΑΜΠΥΛΗΣ	
Τάση καμπύλης	3
Διαστήματα καμπύλης	3

Οι λύσεις για τις παραπάνω παραμέτρους είναι:

ΛΥΣΕΙΣ	
Συνδεδεμένα δεδομένα	$N_{A-Q}=360$
Απομονωμένα δεδομένα	$N_Q=18$
Αριθμός λύσεων	$N_{\Delta}=18$
Βαθμός ομογένειας	$H(\Delta)=0.5594$

Μεγάλη διασπορά σημείων.

- Για τα παραδείγματα 29 έως 36 όλες οι παράμετροι είναι σταθερές, με διαστήματα καμπύλης 4 και μεταβλητή τη παράμετρο τάση καμπύλης.

Παράδειγμα 29.

ΜΟΡΦΗ ΚΑΜΠΥΛΗΣ	
Τάση καμπύλης	-3
Διαστήματα καμπύλης	4

Οι λύσεις για τις παραπάνω παραμέτρους είναι:

ΛΥΣΕΙΣ	
Συνδεδεμένα δεδομένα	$N_{A-Q}=332$
Απομονωμένα δεδομένα	$N_Q=46$
Αριθμός λύσεων	$N_{\Delta}=20$
Βαθμός ομογένειας	$H(\Delta)=0.096$

Οι καμπύλες στάθμης-παροχής έχουν μεγάλες καμπυλώσεις.

Παράδειγμα 30.

ΜΟΡΦΗ ΚΑΜΠΥΛΗΣ	
Τάση καμπύλης	-2
Διαστήματα καμπύλης	4

Οι λύσεις για τις παραπάνω παραμέτρους είναι:

ΛΥΣΕΙΣ	
Συνδεδεμένα δεδομένα	$N_{A-Q}=344$
Απομονωμένα δεδομένα	$N_Q=34$
Αριθμός λύσεων	$N_{\Delta}=21$
Βαθμός ομογένειας	$H(\Delta)=0.5429$

Τα σημεία παρουσιάζουν μεγάλη διασπορά.

Παράδειγμα 31.

ΜΟΡΦΗ ΚΑΜΠΥΛΗΣ	
Τάση καμπύλης	-1
Διαστήματα καμπύλης	4

Οι λύσεις για τις παραπάνω παραμέτρους είναι:

ΛΥΣΕΙΣ	
Συνδεδεμένα δεδομένα	$N_{A-Q}=357$
Απομονωμένα δεδομένα	$N_Q=21$
Αριθμός λύσεων	$N_{\Delta}=20$
Βαθμός ομογένειας	$H(\Delta)=0.2438$

Τα σημεία παρουσιάζουν μεγάλη διασπορά.

Παράδειγμα 32.

ΜΟΡΦΗ ΚΑΜΠΥΛΗΣ	
Τάση καμπύλης	0
Διαστήματα καμπύλης	4

Οι λύσεις για τις παραπάνω παραμέτρους είναι:

ΛΥΣΕΙΣ	
Συνδεδεμένα δεδομένα	$N_{A-Q}=360$
Απομονωμένα δεδομένα	$N_Q=18$
Αριθμός λύσεων	$N_{\Delta}=19$
Βαθμός ομογένειας	$H(\Delta)=0.6316$

Στην αρχή η διασπορά είναι μεγάλη. Επίσης οι καμπύλες δεν έχουν πολλές αλλαγές κλίσεων.

Παράδειγμα 33.

ΜΟΡΦΗ ΚΑΜΠΥΛΗΣ	
Τάση καμπύλης	1
Διαστήματα καμπύλης	4

Οι λύσεις για τις παραπάνω παραμέτρους είναι:

ΛΥΣΕΙΣ	
Συνδεδεμένα δεδομένα	$N_{A-Q}=360$
Απομονωμένα δεδομένα	$N_Q=18$
Αριθμός λύσεων	$N_{\Delta}=18$
Βαθμός ομογένειας	$H(\Delta)=0.507$

Η διασπορά είναι μεγάλη, όπως και στο προηγούμενο παράδειγμα, όμως οι καμπύλες δεν έχουν πολλές αλλαγές κλίσεως.

Παράδειγμα 34.

ΜΟΡΦΗ ΚΑΜΠΥΛΗΣ	
Τάση καμπύλης	2
Διαστήματα καμπύλης	4

Οι λύσεις για τις παραπάνω παραμέτρους είναι:

ΛΥΣΕΙΣ	
Συνδεδεμένα δεδομένα	$N_{A-Q}=360$
Απομονωμένα δεδομένα	$N_Q=18$
Αριθμός λύσεων	$N_{\Delta}=18$
Βαθμός ομογένειας	$H(\Delta)=0.5518$

Η διασπορά είναι μεγάλη, όπως και στο προηγούμενο παράδειγμα. Οι καμπύλες είναι σχεδόν ευθυγραμμισμένες.

Παράδειγμα 35.

ΜΟΡΦΗ ΚΑΜΠΥΛΗΣ	
Τάση καμπύλης	3
Διαστήματα καμπύλης	4

Οι λύσεις για τις παραπάνω παραμέτρους είναι:

ΛΥΣΕΙΣ	
Συνδεδεμένα δεδομένα	$N_{A-Q}=360$
Απομονωμένα δεδομένα	$N_Q=18$
Αριθμός λύσεων	$N_{\Delta}=18$
Βαθμός ομογένειας	$H(\Delta)=0.559$

Η διασπορά είναι μεγάλη, όπως και στο προηγούμενο παράδειγμα. Οι καμπύλες είναι σχεδόν ευθυγραμμισμένες σε διπλό λογαριθμικό χαρτί.

- Για σταθερές όλες τις παραμέτρους και με τάση καμπύλης -5 και διαστήματα καμπύλης 8 δίνεται το παράδειγμα 36.

Παράδειγμα 36.

ΜΟΡΦΗ ΚΑΜΠΥΛΗΣ	
Τάση καμπύλης	-5
Διαστήματα καμπύλης	8

Οι λύσεις για τις παραπάνω παραμέτρους είναι:

ΛΥΣΕΙΣ	
Συνδεδεμένα δεδομένα	$N_{A-Q}=235$
Απομονωμένα δεδομένα	$N_Q=143$
Αριθμός λύσεων	$N_{\Delta}=19$
Βαθμός ομογένειας	$H(\Delta)=0.0025$

Καμπύλες με πολλές αλλαγές κλίσεων.

- Στα παραδείγματα από 37 έως 42 όλες οι παράμετροι είναι σταθερές, με πληθυκότητα 10 και μεταβλητές τις παραμέτρους διαστήματος καμπύλης και τάση καμπύλης.

Παράδειγμα 37.

ΜΟΡΦΗ ΚΑΜΠΥΛΗΣ	
Τάση καμπύλης	0
Διαστήματα καμπύλης	4

Οι λύσεις για τις παραπάνω παραμέτρους είναι:

ΛΥΣΕΙΣ	
Συνδεδεμένα δεδομένα	$N_{A-Q}=347$
Απομονωμένα δεδομένα	$N_Q=31$
Αριθμός λύσεων	$N_{\Delta}=13$
Βαθμός ομογένειας	$H(\Delta)=0.982$

Μεγάλη διασπορά των σημείων.

Παράδειγμα 38.

ΜΟΡΦΗ ΚΑΜΠΥΛΗΣ	
Τάση καμπύλης	-2
Διαστήματα καμπύλης	2

Οι λύσεις για τις παραπάνω παραμέτρους είναι:

ΛΥΣΕΙΣ	
Συνδεδεμένα δεδομένα	$N_{A-Q}=337$
Απομονωμένα δεδομένα	$N_Q=41$
Αριθμός λύσεων	$N_{\Delta}=16$
Βαθμός ομογένειας	$H(\Delta)=0.8307$

Καλή αντιστοιχία σημείων-καμπύλης.

Παράδειγμα 39.

ΜΟΡΦΗ ΚΑΜΠΥΛΗΣ	
Τάση καμπύλης	-2
Διαστήματα καμπύλης	3

Οι λύσεις για τις παραπάνω παραμέτρους είναι:

ΛΥΣΕΙΣ	
Συνδεδεμένα δεδομένα	$N_{A-Q}=331$
Απομονωμένα δεδομένα	$N_Q=47$
Αριθμός λύσεων	$N_{\Delta}=16$
Βαθμός ομογένειας	$H(\Delta)=0.743332$

Καλή αντιστοιχία σημείων-καμπύλης, εκτός από μία καμπύλη που έχει μεγάλη διασπορά.

Παράδειγμα 40.

ΜΟΡΦΗ ΚΑΜΠΥΛΗΣ	
Τάση καμπύλης	-1
Διαστήματα καμπύλης	3

Οι λύσεις για τις παραπάνω παραμέτρους είναι:

ΛΥΣΕΙΣ	
Συνδεδεμένα δεδομένα	$N_{A-Q}=340$
Απομονωμένα δεδομένα	$N_Q=38$
Αριθμός λύσεων	$N_{\Delta}=14$
Βαθμός ομογένειας	$H(\Delta)=0.95084$

Καλή αντιστοιχία σημείων-καμπύλης, αν και υπάρχει μεγάλη διασπορά σημείων σε περισσότερες από μία καμπύλες.

Παράδειγμα 41.

ΜΟΡΦΗ ΚΑΜΠΥΛΗΣ	
Τάση καμπύλης	-2
Διαστήματα καμπύλης	4

Οι λύσεις για τις παραπάνω παραμέτρους είναι:

ΛΥΣΕΙΣ	
Συνδεδεμένα δεδομένα	$N_{A-Q}=324$
Απομονωμένα δεδομένα	$N_Q=54$
Αριθμός λύσεων	$N_{\Delta}=16$
Βαθμός ομογένειας	$H(\Delta)=0.829628$

Μεγάλη διασπορά σημείων σε περισσότερες από μία καμπύλες.
Οι καμπύλες στάθμης-παροχής έχουν κάποιες καμπυλώσεις.

Παράδειγμα 42.

ΜΟΡΦΗ ΚΑΜΠΥΛΗΣ	
Τάση καμπύλης	-1
Διαστήματα καμπύλης	2

Οι λύσεις για τις παραπάνω παραμέτρους είναι:

ΛΥΣΕΙΣ	
Συνδεδεμένα δεδομένα	$N_{A-Q}=346$
Απομονωμένα δεδομένα	$N_Q=32$
Αριθμός λύσεων	$N_{\Delta}=15$
Βαθμός ομογένειας	$H(\Delta)=0.640993$

Μεγάλη διασπορά σημείων. Καμπύλες σχεδόν ευθυγραμμισμένες σε διπλό λογαριθμικό χαρτί.

Για το παράδειγμα 43 η πληθυκότητα είναι 8 και αλλάζουν μόνο οι παράμετροι τάση καμπύλης και διαστήματα καμπύλης.

Παράδειγμα 43.

ΜΟΡΦΗ ΚΑΜΠΥΛΗΣ	
Τάση καμπύλης	-2
Διαστήματα καμπύλης	2

Οι λύσεις για τις παραπάνω παραμέτρους είναι:

ΛΥΣΕΙΣ	
Συνδεδεμένα δεδομένα	$N_{A-Q}=344$
Απομονωμένα δεδομένα	$N_Q=34$
Αριθμός λύσεων	$N_{\Delta}=17$
Βαθμός ομογένειας	$H(\Delta)=0.82937$

Μεγάλη διασπορά των σημείων.

- Για τα παραδείγματα 44 και 45 η πληθυκότητα είναι 12 και αλλάζουν μόνο οι παράμετροι τάση καμπύλης και διαστήματα καμπύλης

Παράδειγμα 44.

ΜΟΡΦΗ ΚΑΜΠΥΛΗΣ	
Τάση καμπύλης	-2
Διαστήματα καμπύλης	2

Οι λύσεις για τις παραπάνω παραμέτρους είναι:

ΛΥΣΕΙΣ	
Συνδεδεμένα δεδομένα	$N_{A-Q}=331$
Απομονωμένα δεδομένα	$N_Q=47$
Αριθμός λύσεων	$N_{\Delta}=13$
Βαθμός ομογένειας	$H(\Delta)=0.9161$

Μεγάλη διασπορά των σημείων.

Παράδειγμα 45.

ΜΟΡΦΗ ΚΑΜΠΥΛΗΣ	
Τάση καμπύλης	-2
Διαστήματα καμπύλης	3

Οι λύσεις για τις παραπάνω παραμέτρους είναι:

ΛΥΣΕΙΣ	
Συνδεδεμένα δεδομένα	$N_{A-Q}=308$
Απομονωμένα δεδομένα	$N_Q=70$
Αριθμός λύσεων	$N_{\Delta}=13$
Βαθμός ομογένειας	$H(\Delta)=0.856452$

Μεγάλη διασπορά σημείων, αν και οι καμπύλες με τα σημεία αντιστοιχίζονται πολύ καλά.

6. ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΚΑΜΠΥΛΩΝ ΣΤΑΘΜΗΣ-ΠΑΡΟΧΗΣ.

6.1. ΓΕΝΙΚΑ

Στην ενότητα αυτή θα συγκριθούν οι καμπύλες που δημιουργήθηκαν από το PINAX του Υδροσκοπίου με αυτές που έφτιαξαν οι ειδικοί με τη κλασική διερευνητική μέθοδο. Δηλαδή έχοντας τις καμπύλες έτοιμες από τους ειδικούς χρησιμοποιούμε το σύστημα PINAX με τέτοιες παραμέτρους ώστε να εξαχθούν οι ίδιες καμπύλες. Έτσι, θα γίνει η σύγκριση των παραμέτρων, και του βαθμού ομογένειας που αντιστοιχούν αφενός στη λύση της κλασικής εμπειρικής μεθόδου και αφετέρου στη λύση που προκύπτει ως βέλτιστη από το σύστημα, για να οδηγηθεί κανείς τελικά σε μία σωστή αξιολόγηση των δύο μεθόδων.

6.2. ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΚΑΜΠΥΛΩΝ ΔΙΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ-ΜΕΘΟΔΟΥ PINAX.

Η μέχρι τώρα εμπειρία των ειδικών πάνω στη χάραξη των καμπυλών στάθμης-παροχής με την διερευνητική μέθοδο, δείχνει ότι η εργασία αυτή είναι χρονοβόρα. Πράγματι, για να μελετηθούν πλήρως οι δεδομένες υδρομετρήσεις ενός ποταμού και να χαραχτούν οι καμπύλες, χρειάζεται ένα μεγάλο χρονικό διάστημα απασχόλησης (μία εβδομάδα ή και περισσότερο). Αντίθετα, με τη μέθοδο PINAX του Υδροσκοπίου, οι καμπύλες στάθμης-παροχής εκπονούνται σε διάστημα της τάξης των δύο ωρών. Επιπλέον η μέθοδος PINAX κάνει εύκολη τη δοκιμή πολλών λύσεων αφού αφενός δίνει σε σύντομο χρονικό διάστημα μια σειρά λύσεων, και αφετέρου παρέχει στο χρήστη την ευκολία να αλλάζει τις παραμέτρους και να προσαρμόζει το σύστημα στις απαιτήσεις του. Αξίζει επίσης να αναφερθεί ότι η μέθοδος PINAX παρέχει βαθμολόγηση των καμπυλών που χαράζει, σε αντίθεση με τη διερευνητική μέθοδο που δεν έχει αυτή τη δυνατότητα. Με τη μέθοδο PINAX δηλαδή, αξιολογούνται οι καμπύλες ανάλογα με το βαθμό ομογένειας τους και όσο πιο κοντά στη μονάδα είναι η συνολική βαθμολόγηση των στατιστικών δοκιμών μιας καμπύλης, τόσο πιο ομογενής είναι. Στη συνέχεια δίνονται μερικά παραδείγματα για να συγκριθούν οι καμπύλες που παρέχει η κάθε μέθοδος.

6.2.1. Θέση Κομποτάδες, ποταμού Σπερχειού

Παρακάτω φαίνεται με ποιές παραμέτρους του PINAX δίνονται οι καμπύλες 17 έως 22 που κατασκευάστηκαν με τη διερευνητική μέθοδο και παραθέτονται στο παράρτημα Α. Επίσης στο παράρτημα Α δίνονται οι καμπύλες 24 έως 27 που προέκυψαν με τη μέθοδο PINAX.

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ	
Συντελ. προσδιορισμού	$\rho_0^2=0.9, \alpha_1=0.05$
Τυποποιημένο υπόλοιπο	$b_2=3.25,$
Μη τυποποιημένο υπόλοιπο	$b_2'=0.3$
Τυπική απόκλιση υπολοίπων	$\sigma_0=0.15, \alpha_3=0.05$
Αλληλουχίες	$\alpha_4=0.1$
Περιθώρια εξωκείμενα σημεία	-
Πληθυκότητα	$b_6=5$

Τελικά το σύνολο των δεδομένων είναι 113 με 4 απομονωμένα στοιχεία, πλήθος καμπυλών 7 και βαθμό ομογένειας 0.967574. Αν και ο βαθμός ομογένειας είναι κοντά στη μονάδα, η μέθοδος PINAX δίνει λύση με μικρότερο αριθμό της παραμέτρου (Τυποποιημένο υπόλοιπο ≤ 2.70), μικρότερο αριθμό καμπυλών 4 και ικανοποιητικό βαθμό ομογένειας [$H(\Delta)=0.99223$].

6.2.2. Θέση Πόρος Ρηγανίου, ποταμού Ευήνου

Σ' αυτό το παράδειγμα οι καμπύλες που έφτιαξαν οι ειδικοί με τη διερευνητική μέθοδο, καμπύλες 1 έως 16 του παραρτήματος Α, από τα 356 σημεία σύνολο, τα 4 είναι εξωκείμενα και το πλήθος των καμπυλών είναι 16. Για τα ίδια σημεία και τις παρακάτω παραμέτρους το PINAX δίνει λύση:

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ	
Συντελ. προσδιορισμού	$\rho_0^2=0.9, \alpha_1=0.05$
Τυποποιημένο υπόλοιπο	$b_2=2.7,$
Μη τυποποιημένο υπόλοιπο	$b_2'=0.6$
Τυπική απόκλιση υπολοίπων	$\sigma_0=0.3, \alpha_3=0.05$
Αλληλουχίες	$\alpha_4=0.001$
Περιθώρια εξωκείμενα σημεία	-
Πληθυκότητα	$b_6=4$

Οι λύσεις για τις παραπάνω παραμέτρους είναι:

ΛΥΣΕΙΣ	
Συνδεδεμένα δεδομένα	$N_{A-Q}=354$
Απομονωμένα δεδομένα	$N_Q=2$
Αριθμός λύσεων	$N_\Delta=11$
Βαθμός ομογένειας	$H(\Delta)=0.097860$

Στο τελευταίο παράδειγμα για τη θέση του Πόρου Ρηγανίου, η μέθοδος PINAX ήταν αδύνατο να δώσει λύσεις με τα ίδια εξωκείμενα σημεία και ίσο αριθμό καμπυλών με τις λύσεις της διερευνητικής μεθόδου. Μία λύση του PINAX αρκετά κοντά στη λύση της διερευνητικής μεθόδου φαίνεται παραπάνω. Η λύση όμως αυτή δεν είναι η βέλτιστη, γιατί ο βαθμός ομογένειας της είναι πολύ μικρότερος της μονάδας. Πράγματι, στο παράρτημα Α δίνεται μία πολύ καλύτερη [$H(\Delta)=0.99$] για το σταθμό Πόρο Ρηγανίου, στα σχήματα 28 έως 48. Επίσης, στα σχήματα 49, 50, 51, και για συνολική περίοδο μετρήσεων από 28/4/61 έως και 25/2/71, αντιστοιχίζονται για την ίδια περίοδο μετρήσεων δύο καμπύλες στάθμης-παροχής, μία της μεθόδου PINAX και μία της συμβατικής μεθόδου.

Από τα διαγράμματα 49,50,51, παρατηρεί κανείς ότι:

Ειδικά στο σχήμα 49 η μέθοδος PINAX θεώρησε τα σημεία 15/7/61 και 11/9/61 ως εξωκείμενα και δεν τα έλαβε υπ' όψη στη κατασκευή της καμπύλης στάθμης-παροχής. Αντίθετα, στη διερευνητική μέθοδο ο ειδικός τα θεώρησε έγκυρα και κυρίως λόγω αυτών, κατασκεύασε μία καμπύλη που αντιστοιχεί στην υποπερίοδο 28/4/61 έως 19/6/62. Στο συγκεκριμένο παράδειγμα βλέπει κανείς πόσο δύσκολο είναι να οριστεί πλήρως μια κατάσταση, αφού το

PINAX θεώρησε τις μετρήσεις λανθασμένες επειδή ήταν λίγο πιο μακριά από τα άλλα σημεία, ενώ ο ειδικός τις θεώρησε εξαιρετικά σημαντικές.

Στο σχήμα 50 δεν υπάρχουν μεγάλες διαφορές στις δύο μεθόδους. Αντίθετα, στο σχήμα 51, παρατηρείται κάποια διαφορά. Συγκεκριμένα στο διάγραμμα της μεθόδου PINAX υπάρχει μια απότομη αλλαγή στη κλίση του, ενώ στο διάγραμμα της διερευνητικής μεθόδου η καμπύλη είναι πιο ευθυγραμμισμένη.

Στο συγκεκριμένο παράδειγμα οι δύο μέθοδοι αν και ελέγχουν ένα μικρό διάστημα, μόνο 10 χρόνων, παρουσιάζουν σημαντικές διαφορές.

7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η εκπόνηση της παρούσας διπλωματικής εργασίας, οδήγησε σε μια σειρά από συμπεράσματα σχετικά με τη μέθοδο κατάρτισης, καμπυλών στάθμης-παροχής, με τη σύγχρονη μέθοδο πληροφορικής, δηλαδή τη μέθοδο PINAX του ΥΔΡΟΣΚΟΠΙΟΥ, τα οποία παρουσιάζονται στη συνέχεια.

α. Η δημιουργία των καμπυλών στάθμης-παροχής με τη μέθοδο PINAX, πραγματοποιείται σχετικά γρήγορα, δεδομένης της ευκολίας του συστήματος διαχείρισης και επεξεργασίας των υδρομετρικών δεδομένων. Αντίθετα η κλασική διερευνητική μέθοδος είναι χρονοβόρα και εξαρτάται από την εμπειρία και τις αποφάσεις του ειδικού που κατασκευάζει τις καμπύλες.

β. Με τη βοήθεια της μεθόδου PINAX είναι συχνά δυνατό να αξιολογηθούν και να βαθμολογηθούν οι καμπύλες που έχουν καταρτιστεί με τη διερευνητική μέθοδο. Γίνεται δηλαδή εκ των υστέρων μέτρηση του βαθμού συνέπειας των καμπυλών που κατασκευάστηκαν με την κλασική μέθοδο, οπότε με το σύστημα του ΥΔΡΟΣΚΟΠΙΟΥ μπορούν να ελεγχθούν όσες καμπύλες έχουν ήδη καταρτιστεί.

γ. Η μέθοδος PINAX δίνει την ευκαιρία στον ειδικό να ελέγξει πολλές εναλλακτικές καμπύλες που προκύπτουν από μία οικογένεια σημείων. Αυτό οφείλεται στην δυναμική τροποποίηση των στατιστικών παραμέτρων και τη γρήγορη κατάρτιση, τροποποίηση και σχεδίαση των καμπυλών στάθμης-παροχής, με τελικό αποτέλεσμα την καλύτερη κατά το δυνατό λύση.

δ. Το πρόγραμμα PINAX είναι δύσκολο να χρησιμοποιηθεί αποτελεσματικά, εάν ο χρήστης δεν είναι έμπειρος, δεδομένου ότι σημαντικό ρόλο στην τελική λύση, παίζει η επιλογή της ομάδας των παραμέτρων.

ε. Η ανάλυση έδειξε ότι οι περισσότερες από τις καμπύλες που είχαν κατασκευαστεί με την κλασική μέθοδο ήταν εξίσου καλές με αυτές που εκπονήθηκαν με το PINAX, γεγονός που επιβεβαιώνεται από την υψηλή βαθμολογία που το ίδιο το PINAX έδωσε σ' αυτές.

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

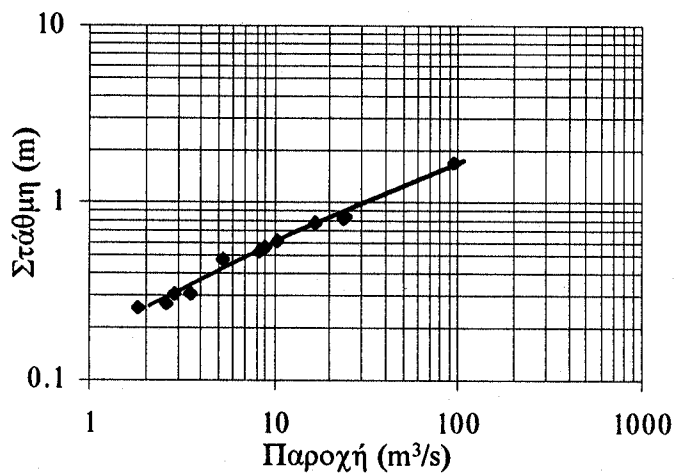
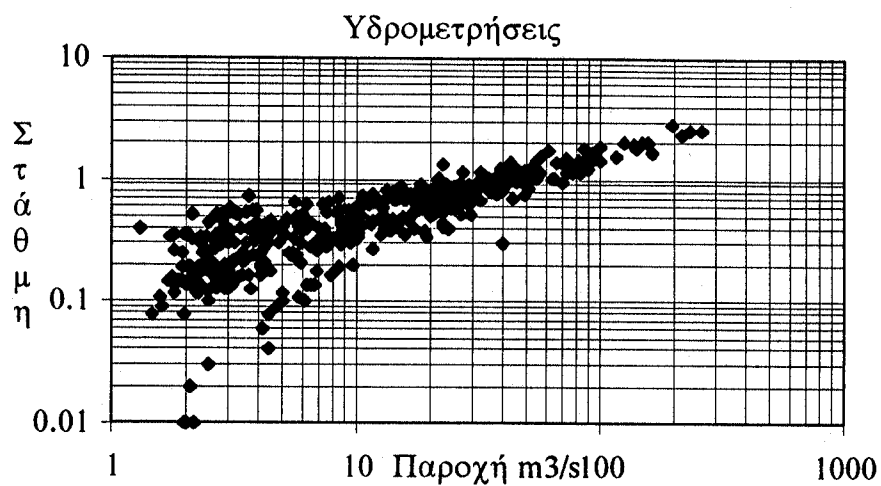
- Κ. Αλεξοπούλου, Π. Αναστασοπούλου, Δ. Μπώκου, Ν. Σταυρίδης και Ν. Μαμάσης**, Βροχομετρικοί και Υδρολογικοί Σταθμοί και Δεδομένα, Τεύχος 2, *Εκτίμηση και Διαχείριση των Υδατικών Πόρων της Στερεάς Ελλάδας*, Ε.Μ.Π., Αθήνα 1992.
- Μιμίκου, Μ. Α.**, *Τεχνολογία Υδατικών Πόρων*, Αθήνα 1994.
- Ξανθόπουλος, Θ.**, *Εισαγωγή στην Τεχνική Υδρολογία*, Ε.Μ.Π., Αθήνα 1993.
- Παπακόστας, Ν.**, Σχεδιασμός σχήματος βάσης δεδομένων, *Πρόγραμμα Υδροσκόπιο*, Ε.Μ.Π., 1993.
- Τολίκας, Δ., Δ. Κουτσογιάννης και Θ. Ξανθόπουλος**, ΥΔΡΟΣΚΟΠΙΟ: Ένα σύστημα πληροφοριών για τη μελέτη των υδροκλιματικών φαινομένων στην Ελλάδα, *Πρακτικά του 8ου σεμιναρίου για την προστασία του περιβάλλοντος*, 36-44, Θεσσαλονίκη 1993. Ερευνητικό
- Τσακαλίας Γ., Κουτσογιάννης Δ.**, Καμπύλες Στάθμης-Παροχής Και Εξαγωγή Παροχών, Τεύχος 19, *Εκτίμηση και Διαχείριση Των Υδατικών Πόρων Της Στερεάς Ελλάδας*, Ε.Μ.Π., Αθήνα, 1992.
- Hald, A.**, *Statistical theory with engineering applications*, John Wiley and Sons, New York, 6th ed., 1965.
- G.Tsakalia and D.Koutsoyiannis**, *A Comprehensive System For The Exploration of Hydrologic Data Homogeneity*, unpublished report, 1995.
- Papakostas, N. I. Nalbantis, and D. Koytsoyiannis**, Modern computer technologies in hydrologic data management, *2nd European Conference on Advances in Water Resources Technology and Management*, Lisbon, 14-18 June 1994.

Pearl, J., *Heuristics: Intelligent Search Strategies for Computer Problem Solving*, Addison-Wesley 1992.

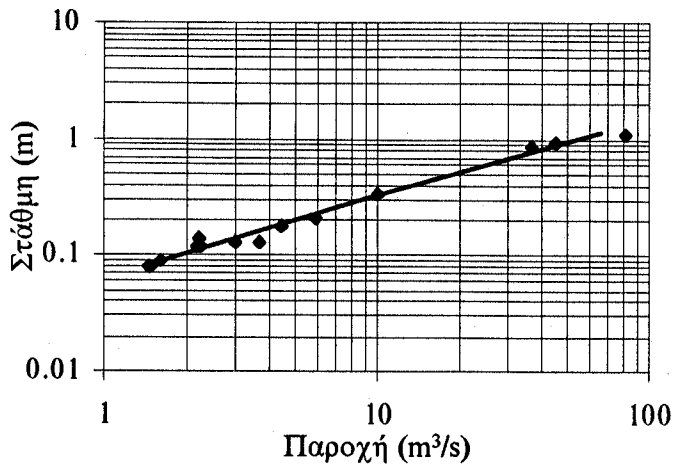
S. Simonovic, D. Koutsoyiannis, G. Tsakalias, *Use of artificial intelligence in stage-discharge analysis*, unpublished report, 1995.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α (ΚΑΜΠΥΛΕΣ ΣΤΑΘΜΗΣ-ΠΑΡΟΧΗΣ)

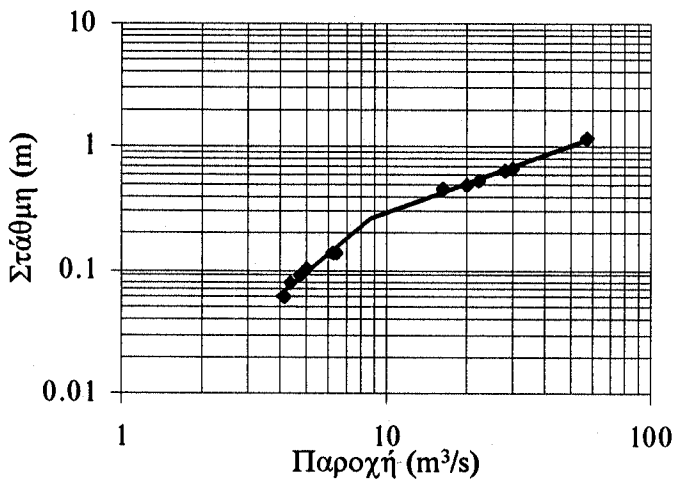
- Α1. Ποταμός: Εύηνος, Θέση: Πόρος Ρηγανίου (Μέθοδος PINAX)



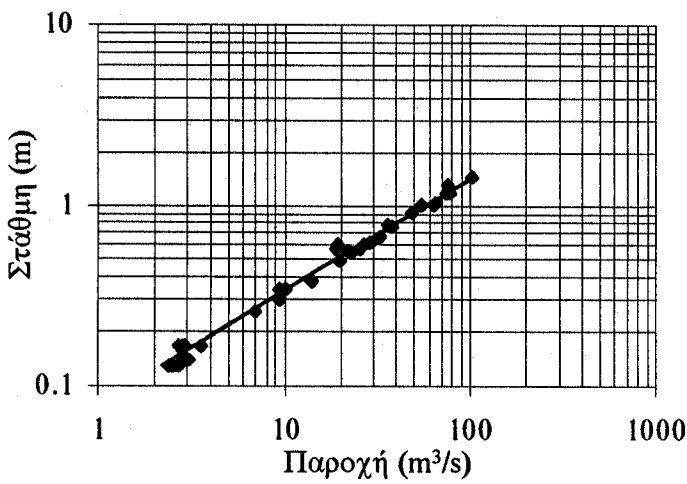
Σχήμα 28. Καμπύλη με περίοδο ισχύος από 28/4/1961 έως 4/12/1963.



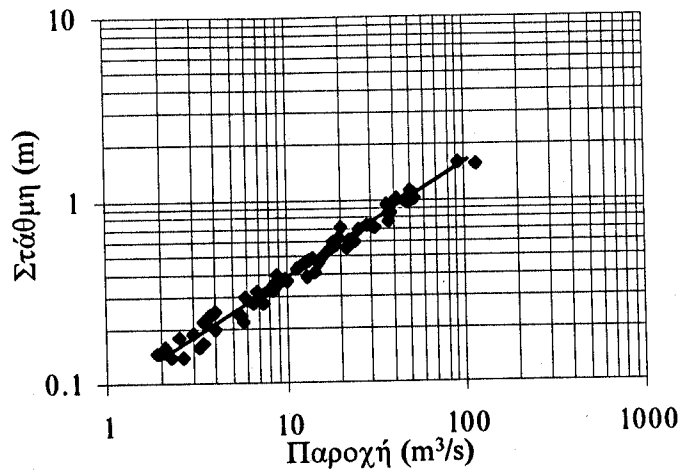
Σχήμα 29. Καμπύλη με περίοδο ισχύος από 14/10/1968 έως 5/9/1970.



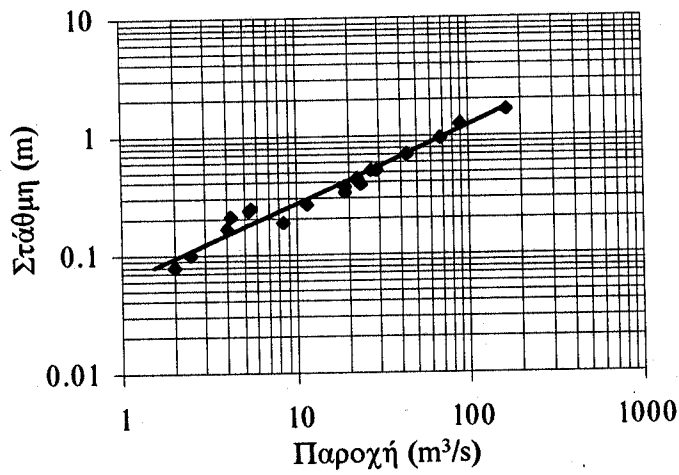
Σχήμα 30. Καμπύλη με περίοδο ισχύος από 5/10/1970 έως 25/2/1971.



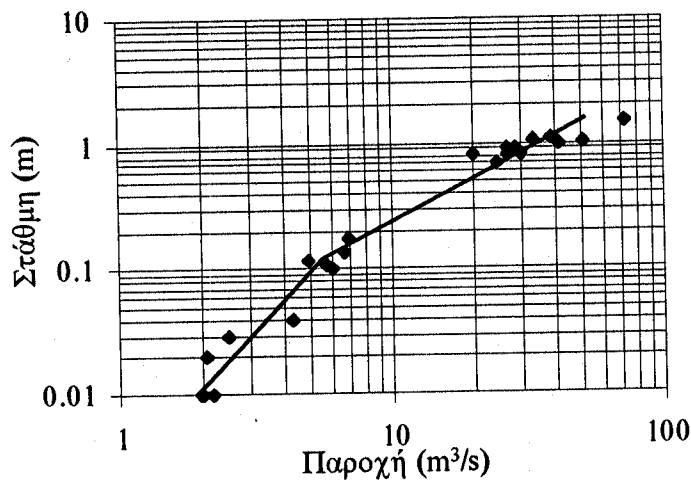
Σχήμα 31. Καμπύλη με περίοδο ισχύος από 17/3/1971 έως 13/6/1972.



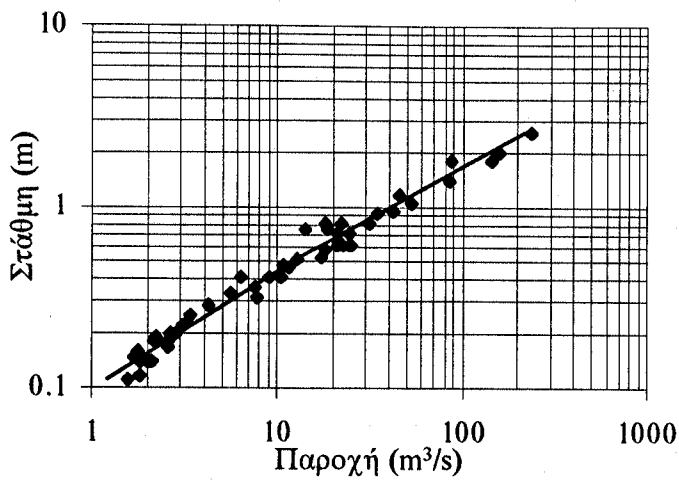
Σχήμα 32. Καμπύλη με περίοδο ισχύος από 20/6/1972 έως 15/7/1975.



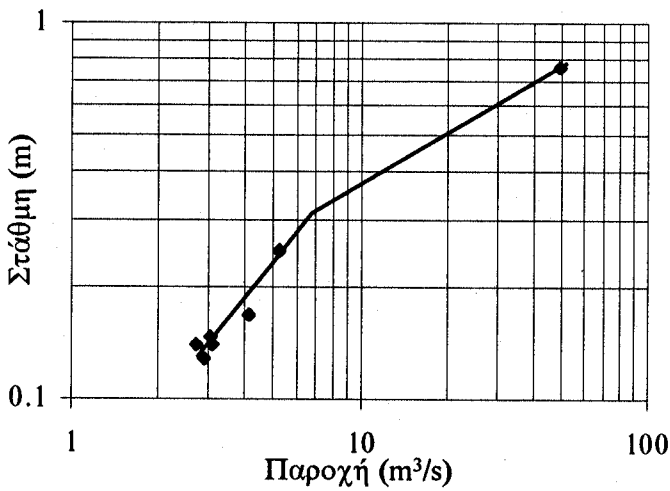
Σχήμα 33. Καμπύλη με περίοδο ισχύος από 29/7/1975 έως 18/6/1976.



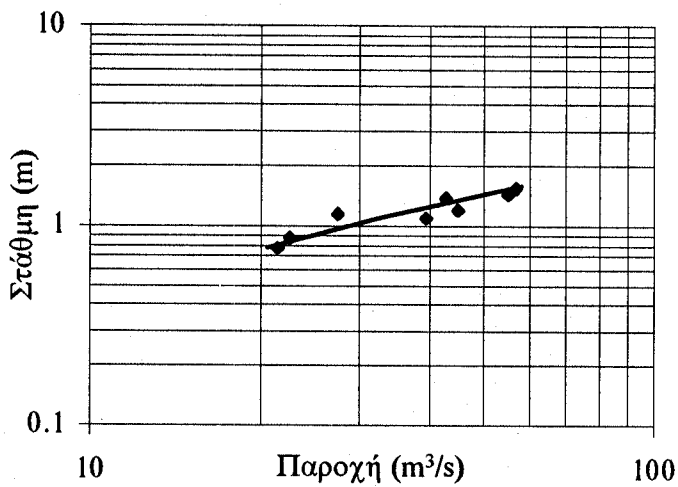
Σχήμα 34. Καμπύλη με περίοδο ισχύος από 1/7/1976 έως 1/3/1977.



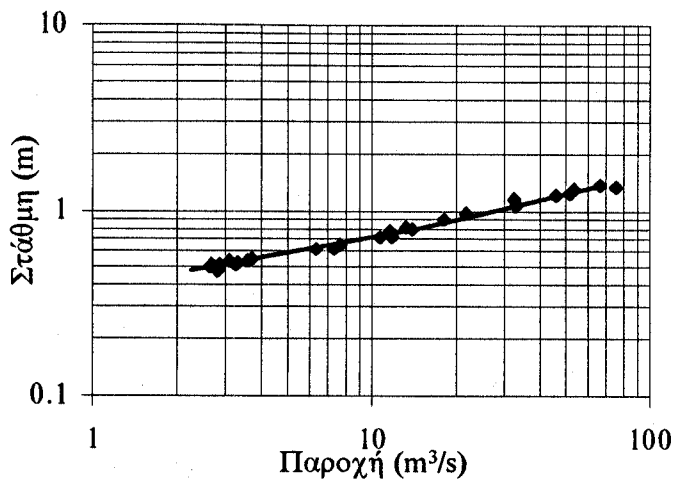
Σχήμα 35. Καμπύλη με περίοδο ισχύος από 14/3/1977 έως 28/6/1979.



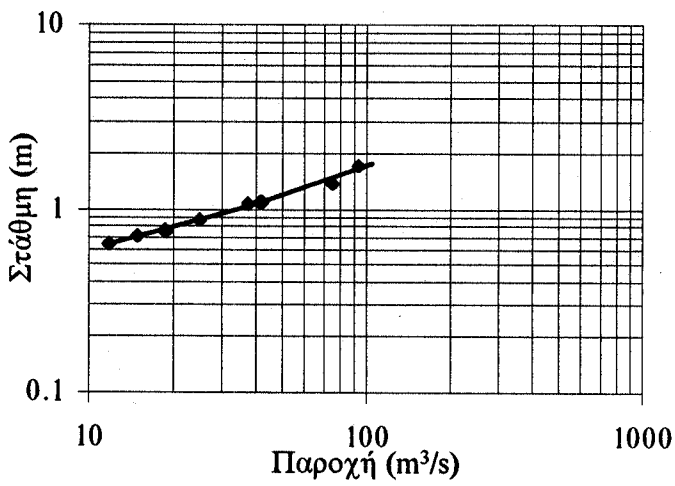
Σχήμα 36. Καμπύλη με περίοδο ισχύος από 12/7/1979 έως 22/11/1979.



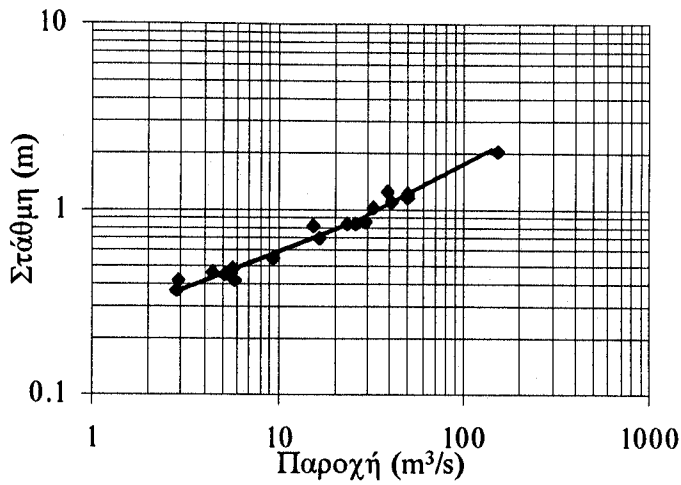
Σχήμα 37. Καμπύλη με περίοδο ισχύος από 14/12/1979 έως 24/4/1980.



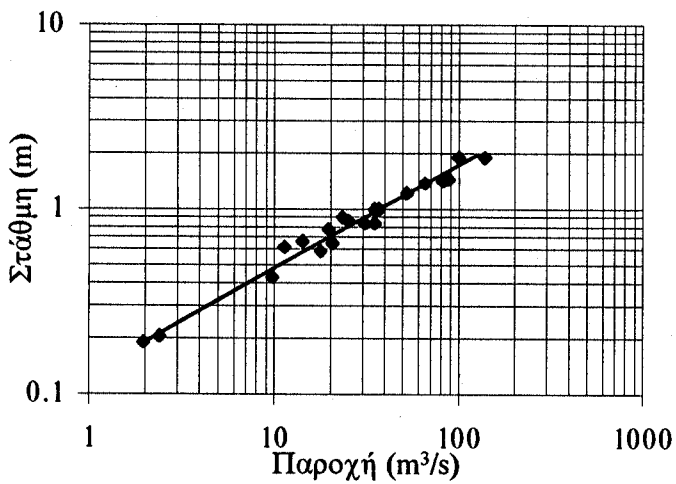
Σχήμα 38. Καμπύλη με περίοδο ισχύος από 10/5/1980 έως 14/12/1981.



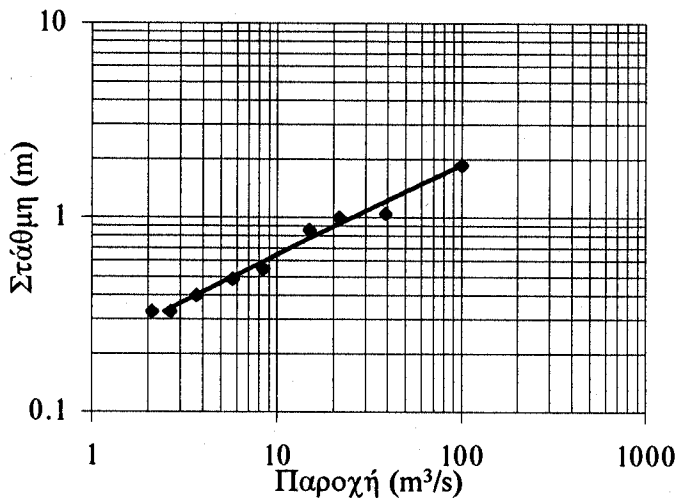
Σχήμα 39. Καμπύλη ισχύος από 28/12/1981 έως 1/4/1982.



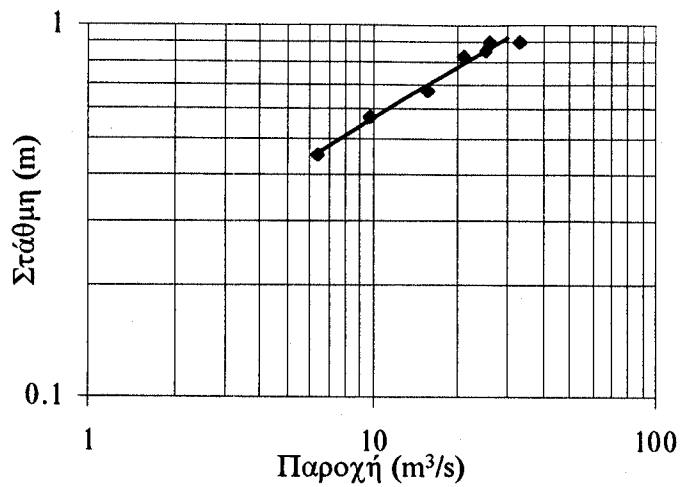
Σχήμα 40. Καμπύλη ισχύος από 4/5/1982 έως 29/2/1984.



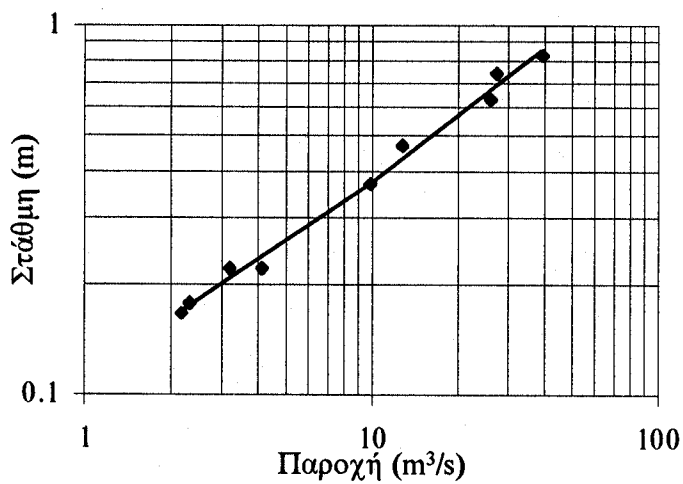
Σχήμα 41. Καμπύλη με περίοδο ισχύος από 7/3/1984 έως 9/5/1986.



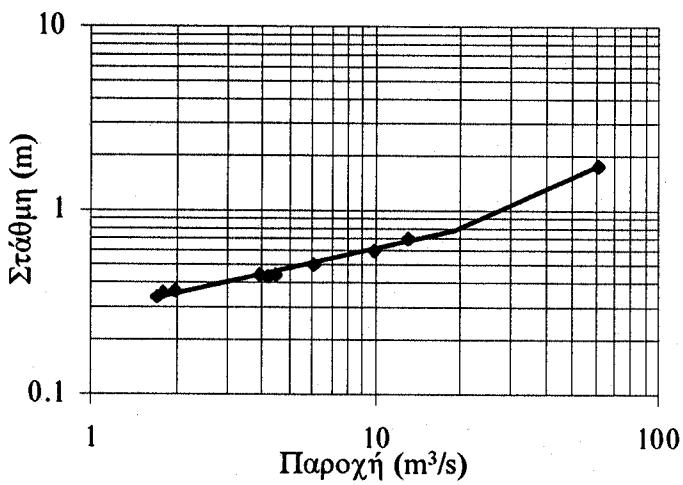
Σχήμα 42. Καμπύλη με περίοδο ισχύος από 18/6/1986 έως 18/5/87.



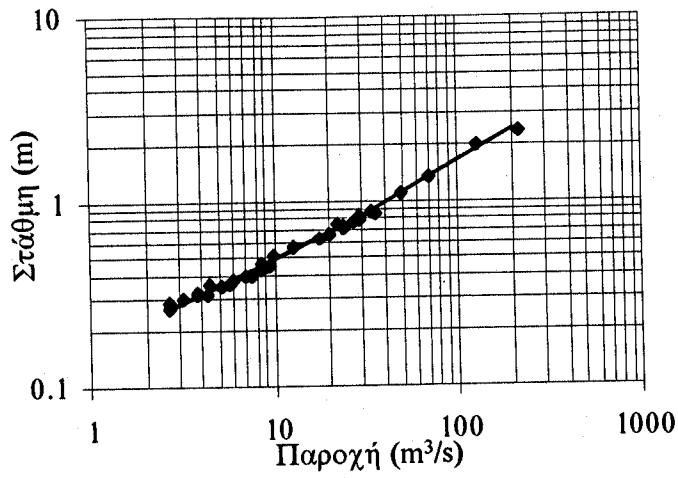
Σχήμα 43. Καμπύλη με περίοδο ισχύος από 22/7/1987 έως 15/11/1988.



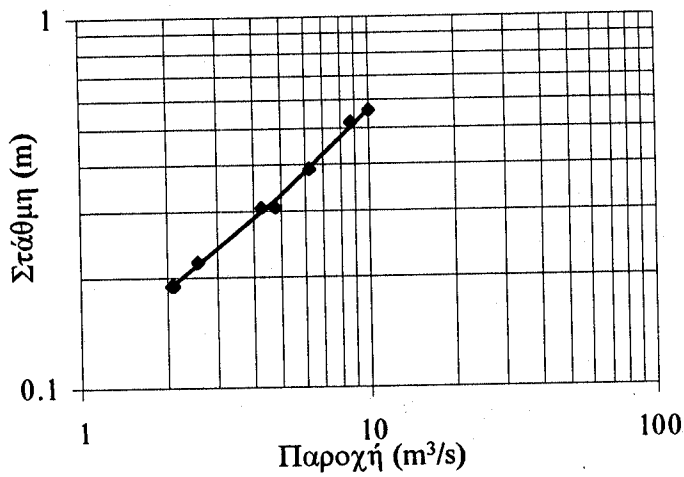
Σχήμα 44. Καμπύλη με περίοδο ισχύος από 5/1/1989 έως 4/1/1990.



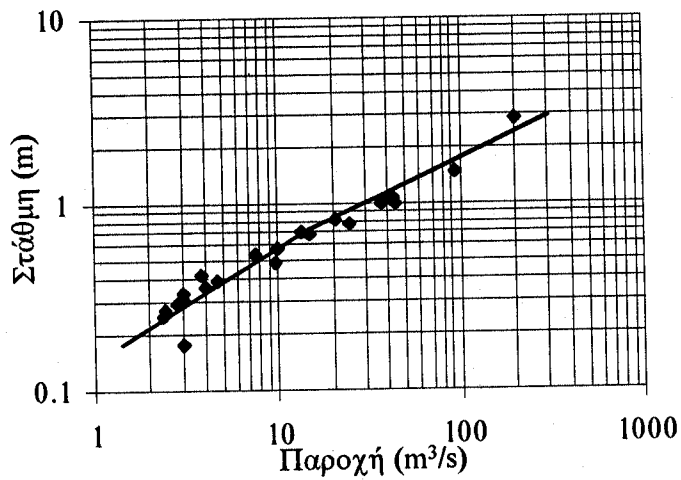
Σχήμα 45. Καμπύλη με περίοδο ισχύος από 8/1/1990 έως 1/12/1990.



Σχήμα 46. Καμπύλη με περίοδο ισχύος από 13/12/1990 έως 18/5/1992.

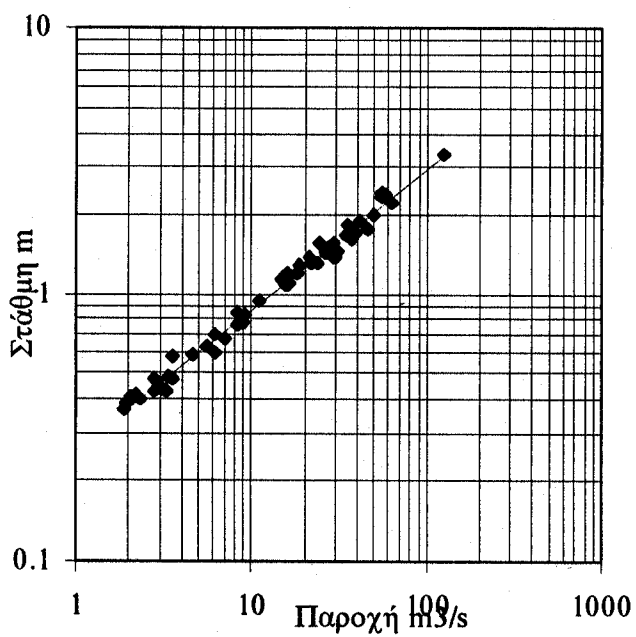
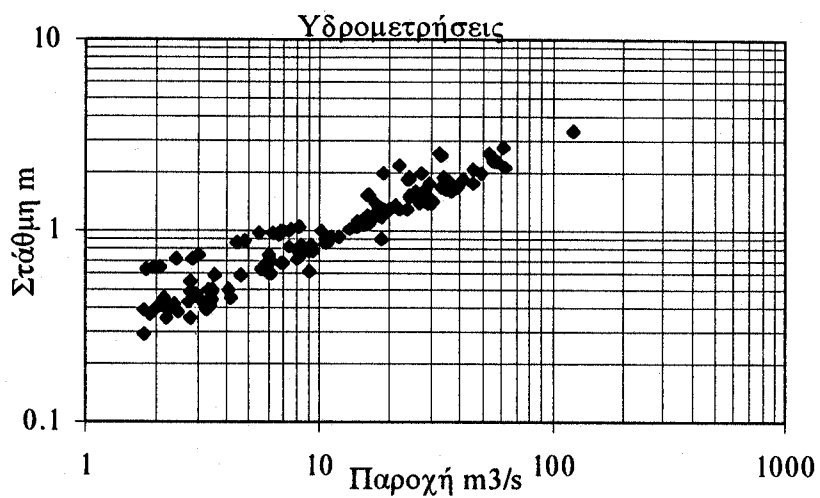


Σχήμα 47. Καμπύλη με περίοδο ισχύος από 3/6/1992 έως 9/11/1992.

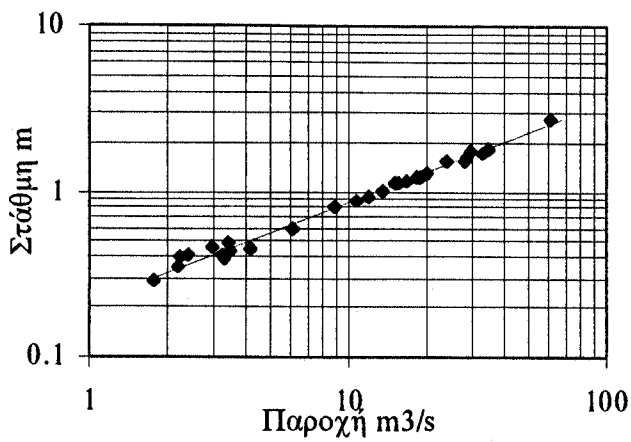


Σχήμα 48. Καμπύλη με περίοδο ισχύος από 1/12/1992 έως 10/9/1994.

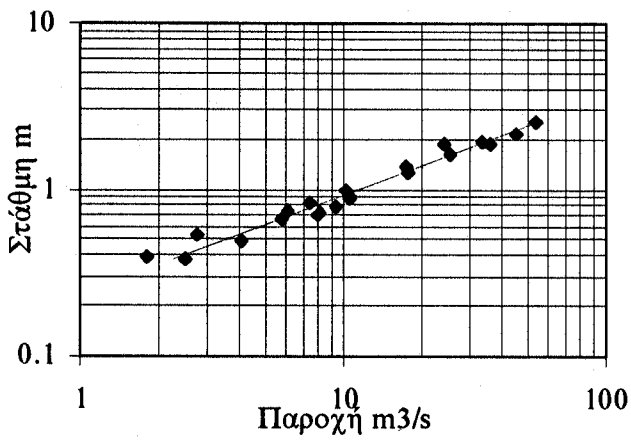
- Α2. Ποταμός: Σπερχειός, Θέση: Κομποτάδες (Μέθοδος PINAX).



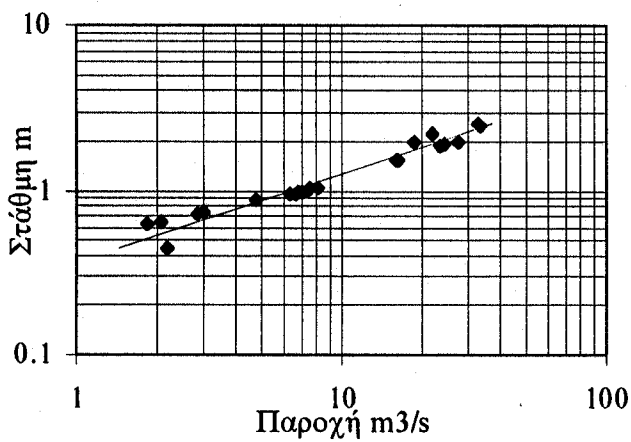
Σχήμα 24. Καμπύλη με περίοδο ισχύος από 24/8/1949 έως 27/7/1964.



Σχήμα 25. Καμπύλη με περίοδο ισχύος από 22/10/1964 έως 5/7/1968.

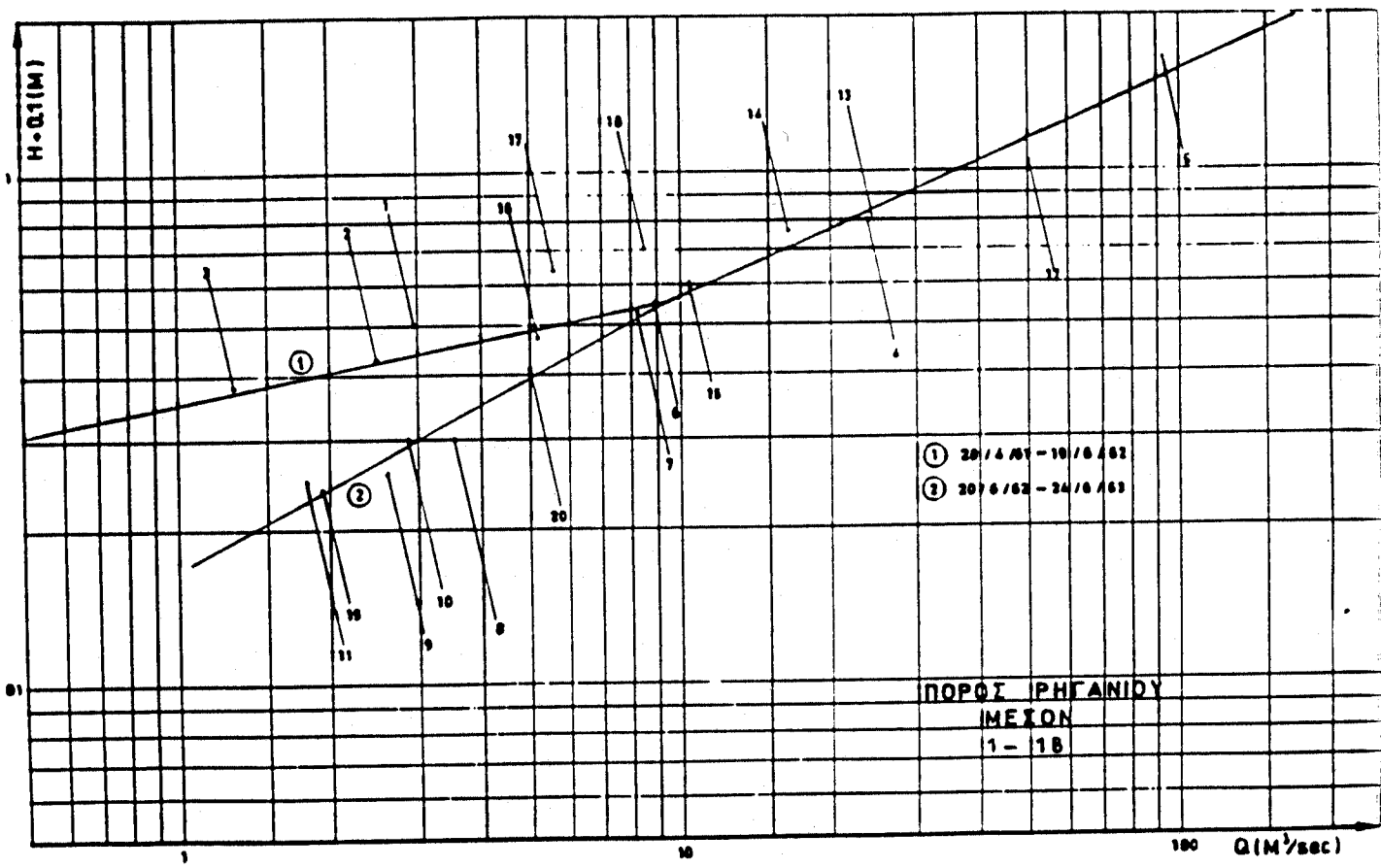


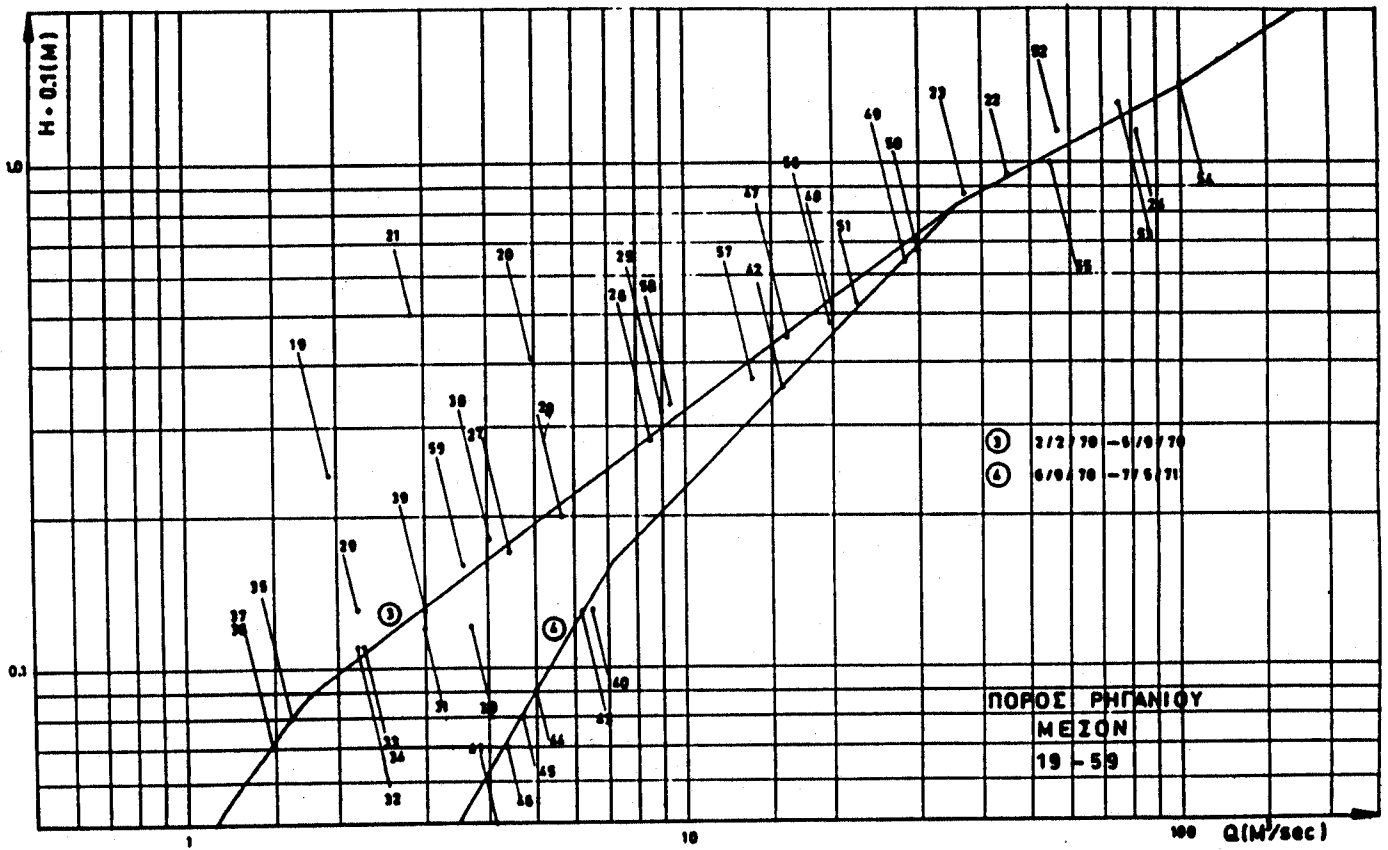
Σχήμα 26. Καμπύλη με περίοδο ισχύος από 25/9/1968 έως 19/12/1972.

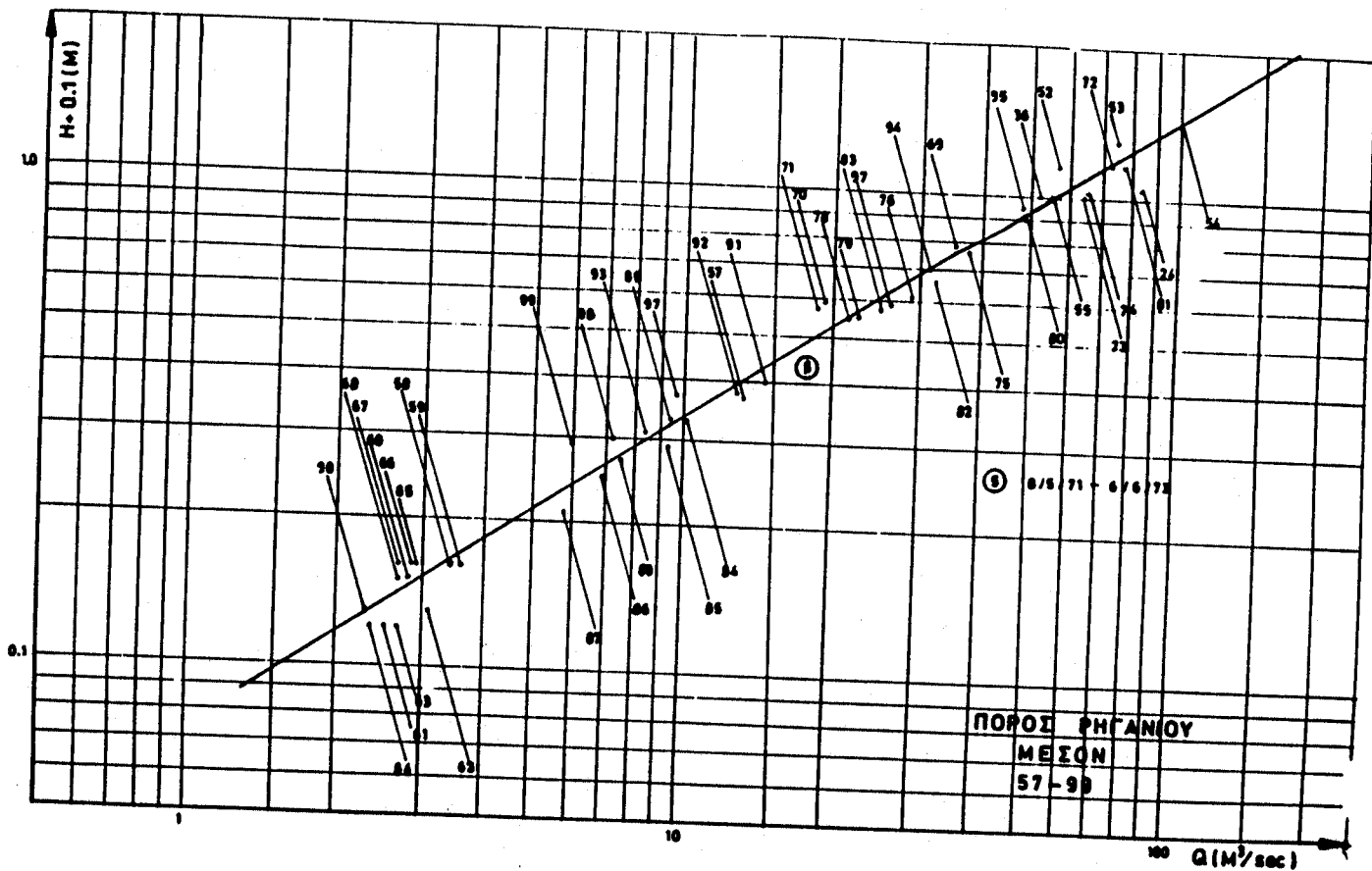


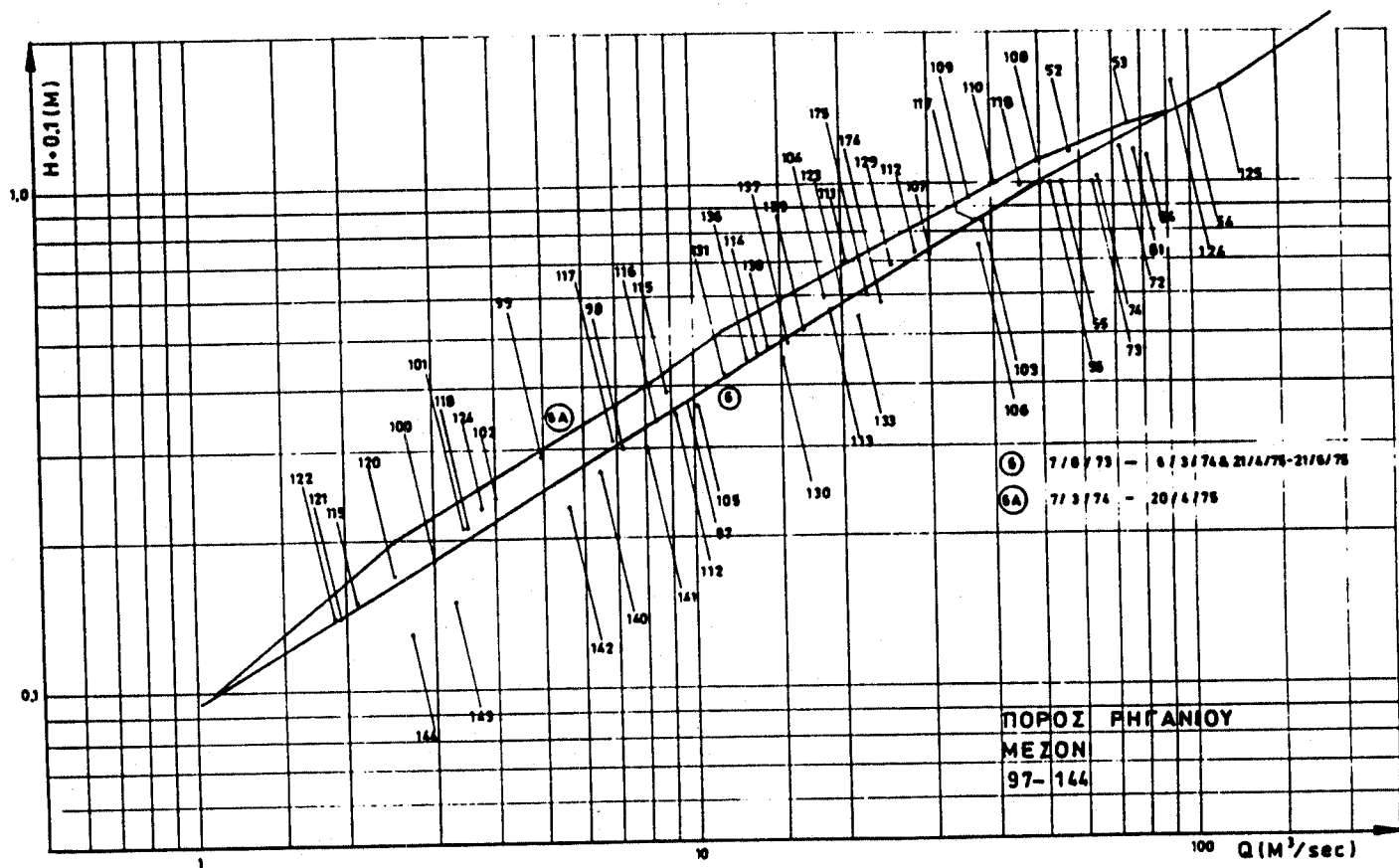
Σχήμα 27. Καμπύλη με περίοδο ισχύος από 21/2/1973 έως 13/5/1980.

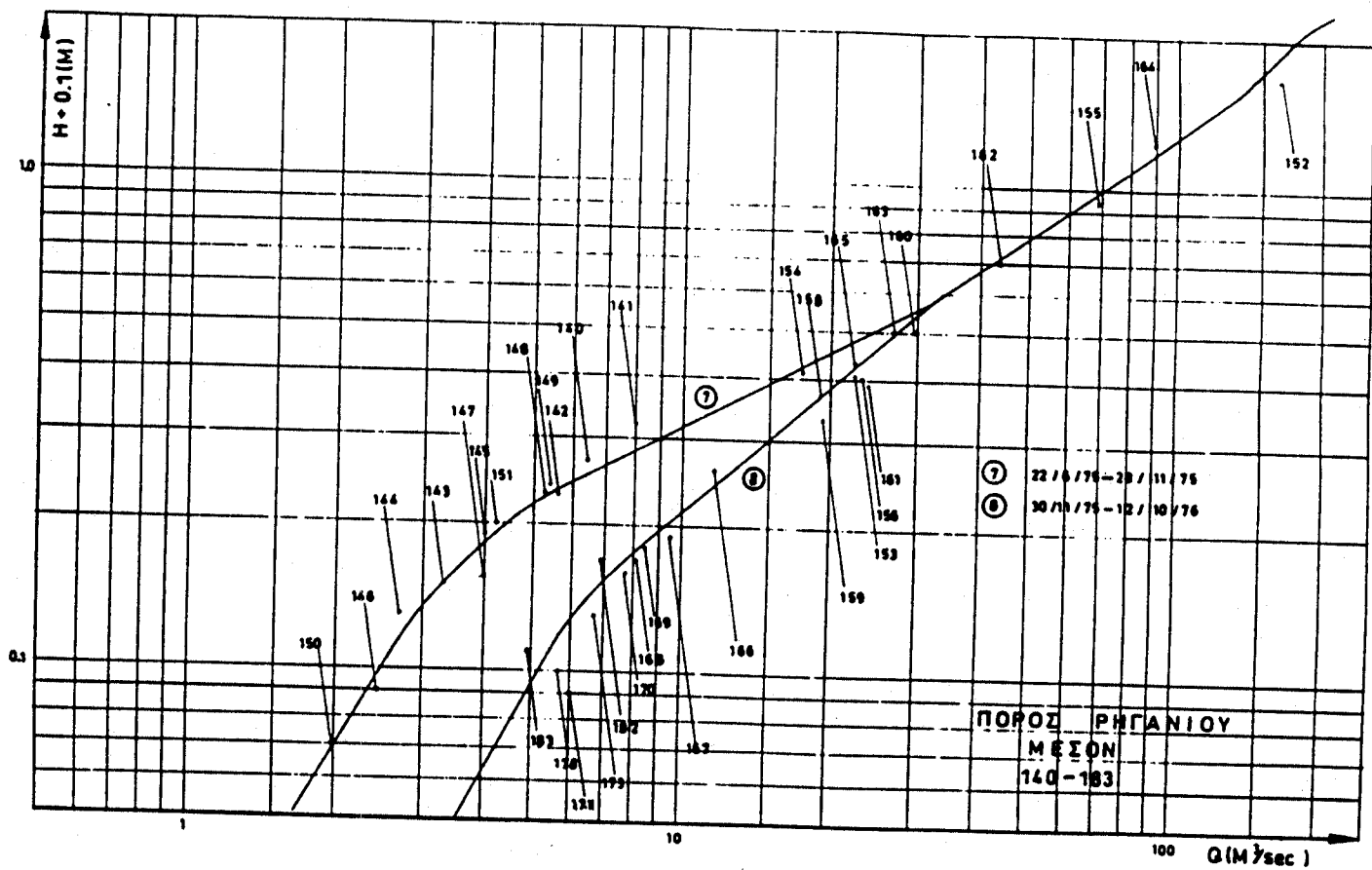
• Α3. Ποταμός: Εύηνος Θέση: Πόρος Ρηγανίου (Κλασική μέθοδος)

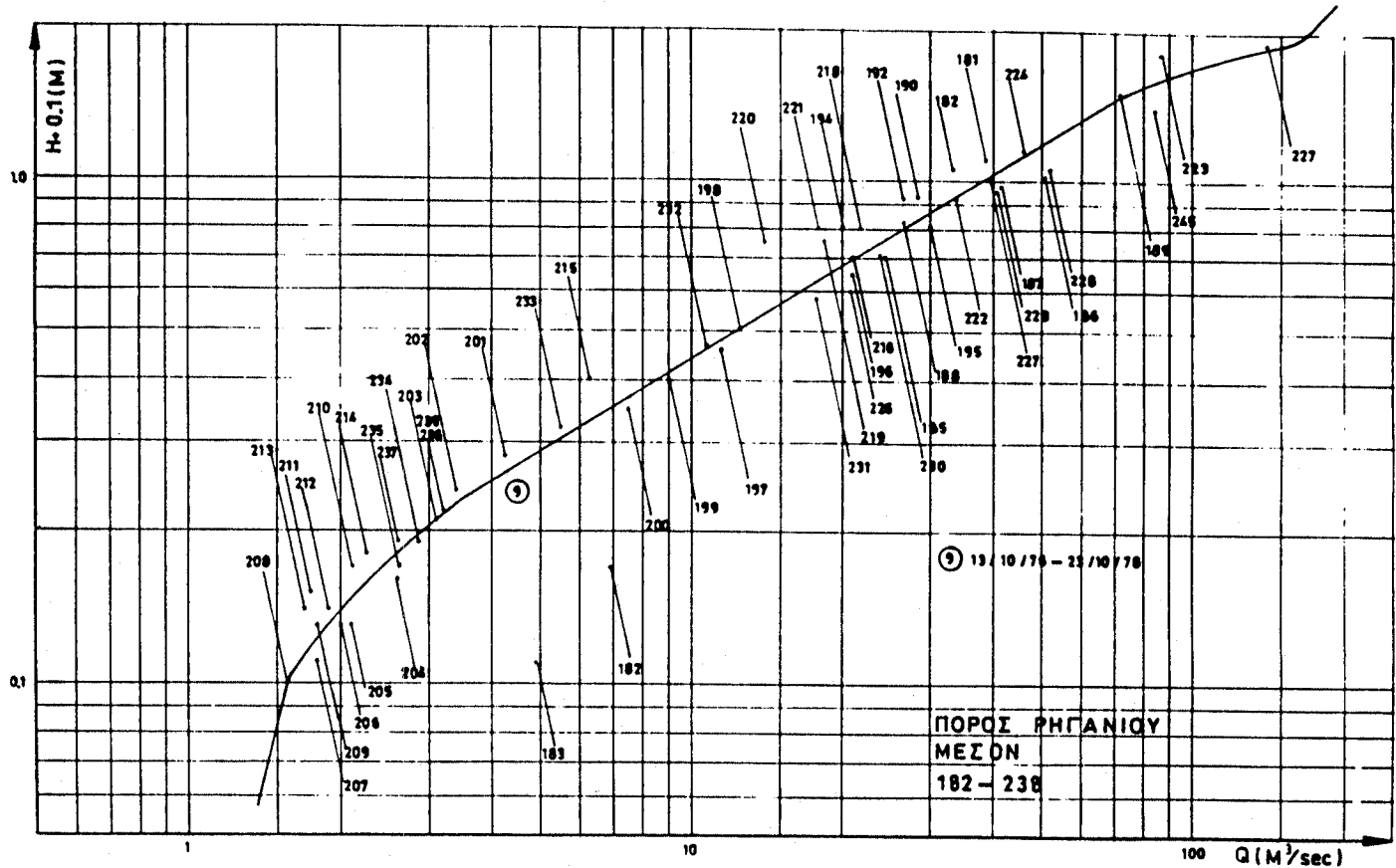


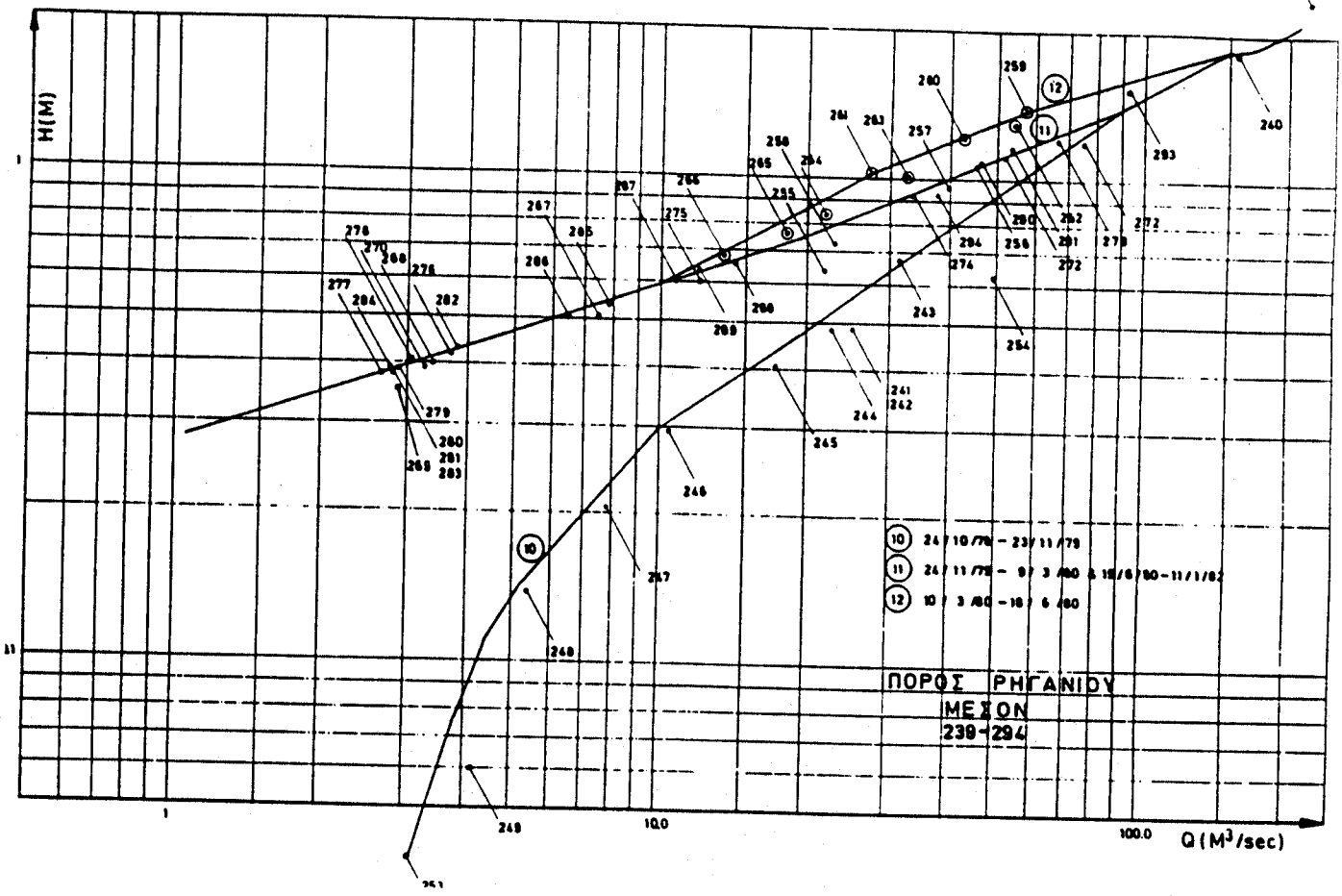


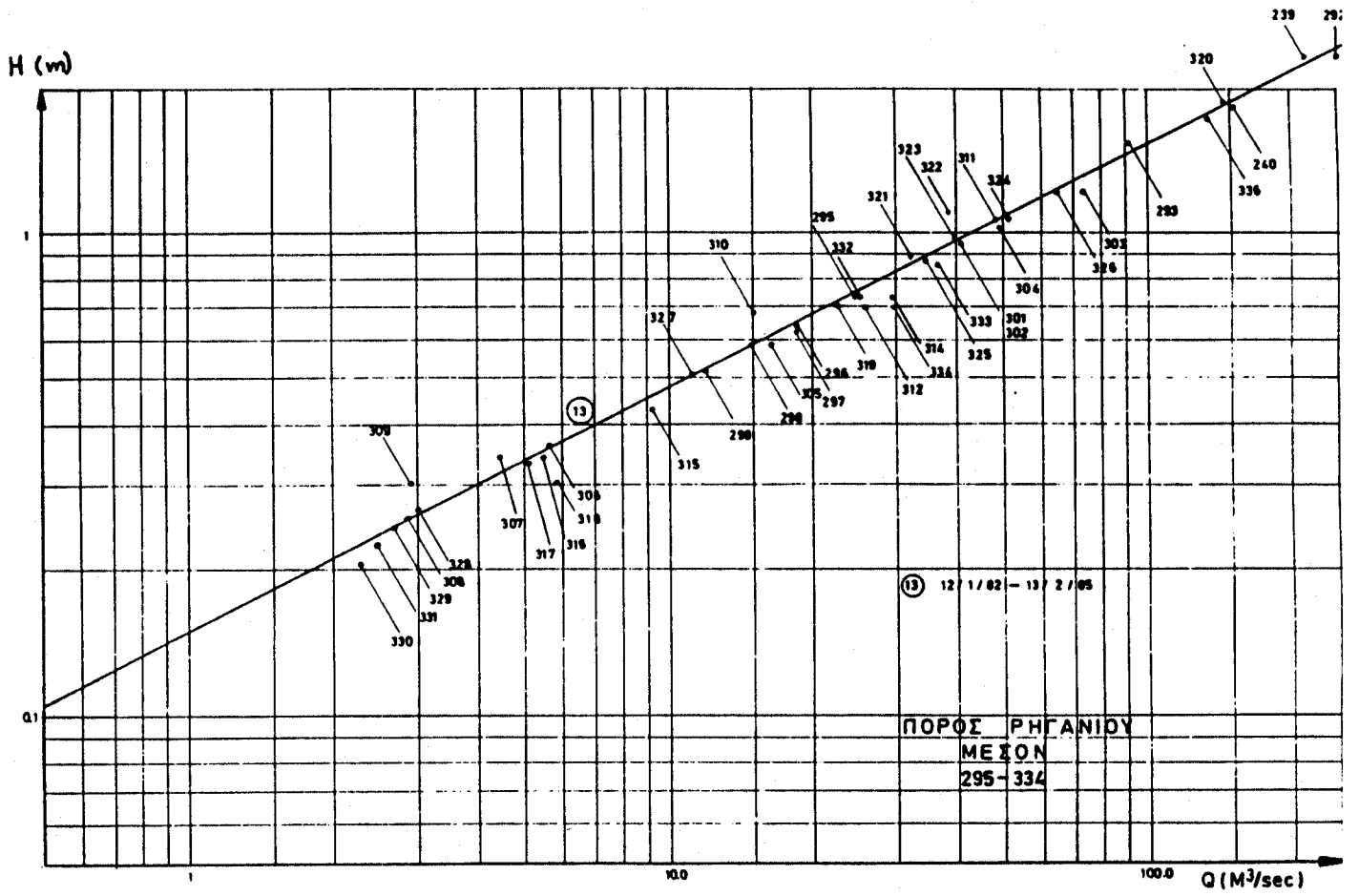




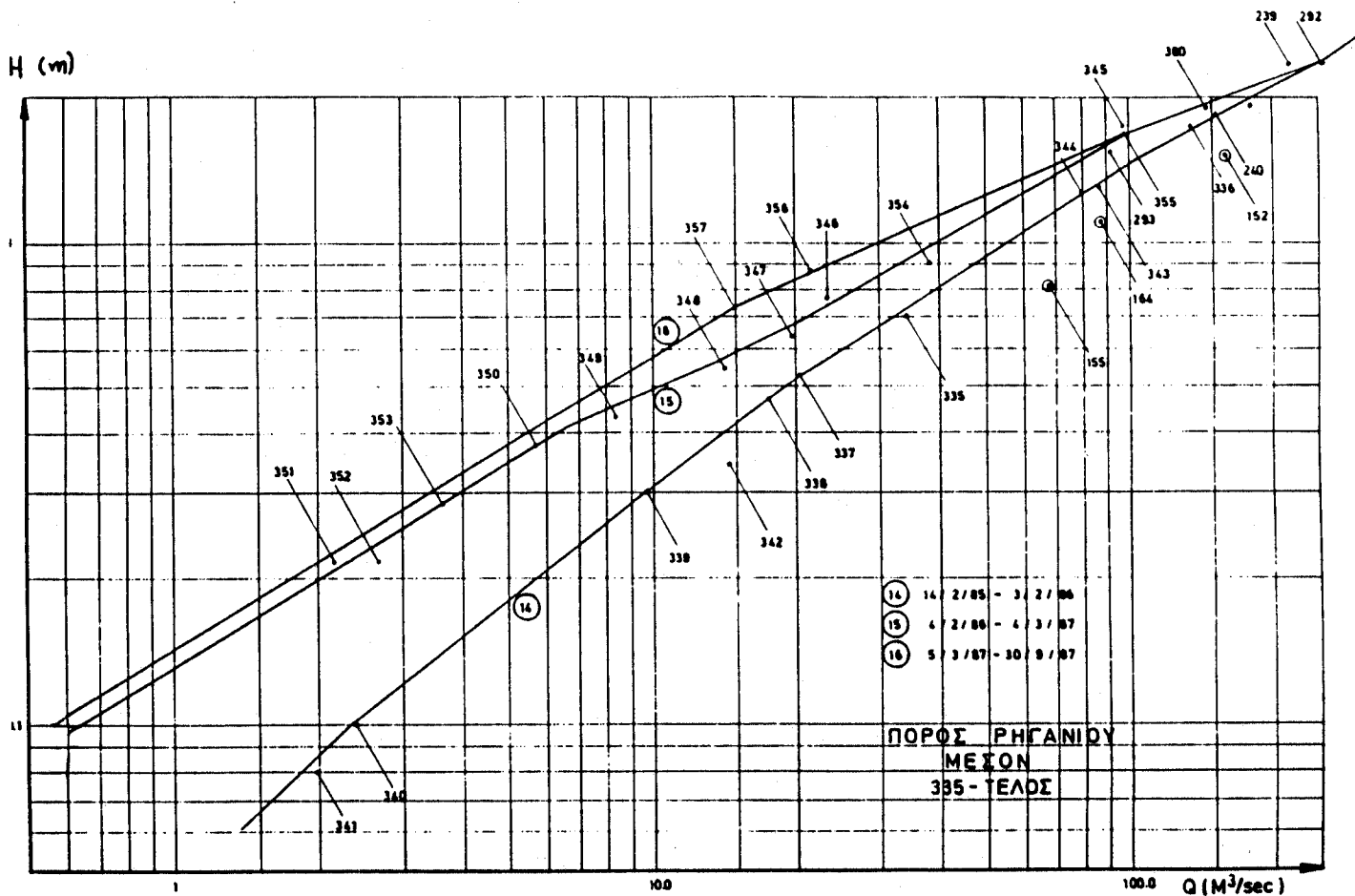








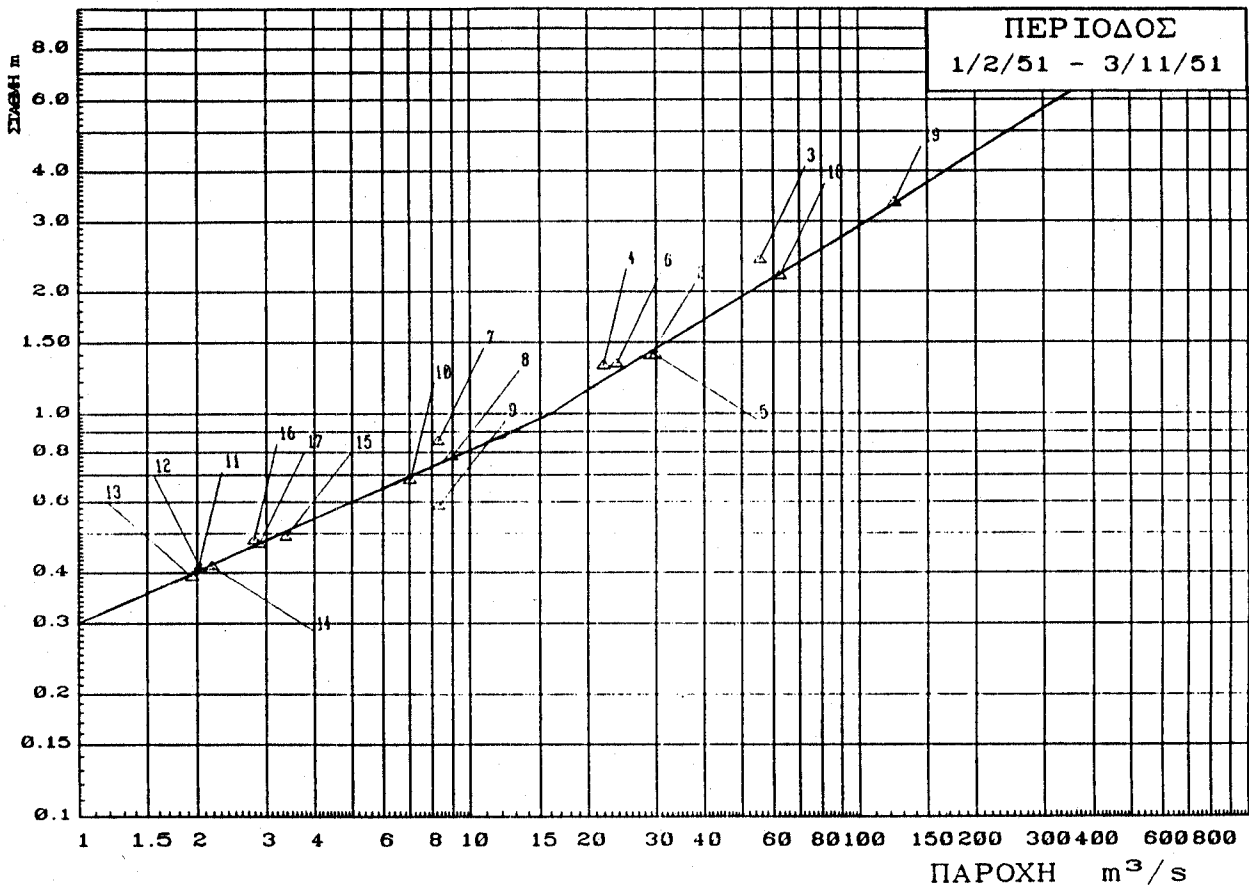
H (m)



ΣΧΗΜΑ 4.19

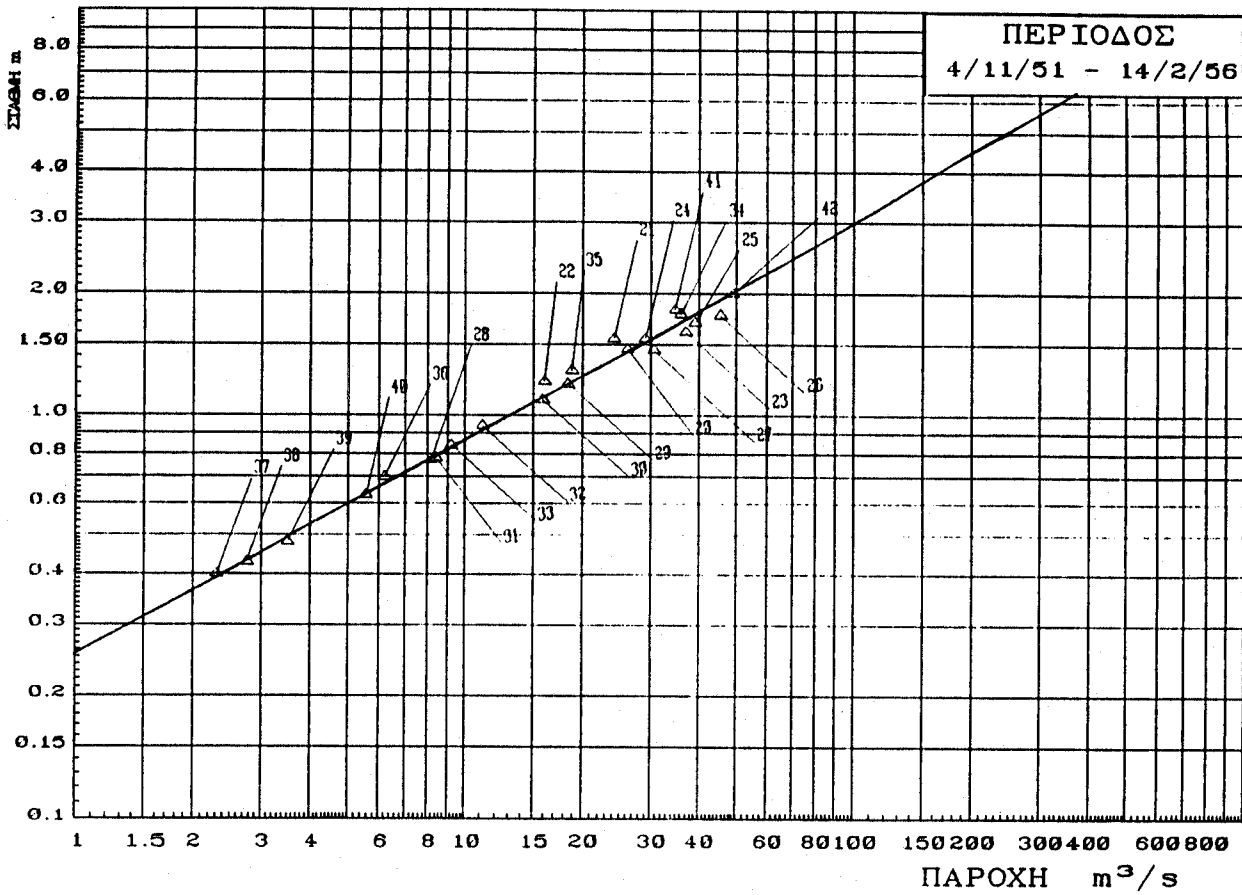
- Α4. Ποταμός: Σπερχειός, Θέση: Κομποτάδες (Κλασική μέθοδος)

ΚΑΜΠΥΛΕΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΓΕΦ. ΚΟΜΠΟΤΑΔΩΝ ΣΠΕΡΧΕΙΟΥ



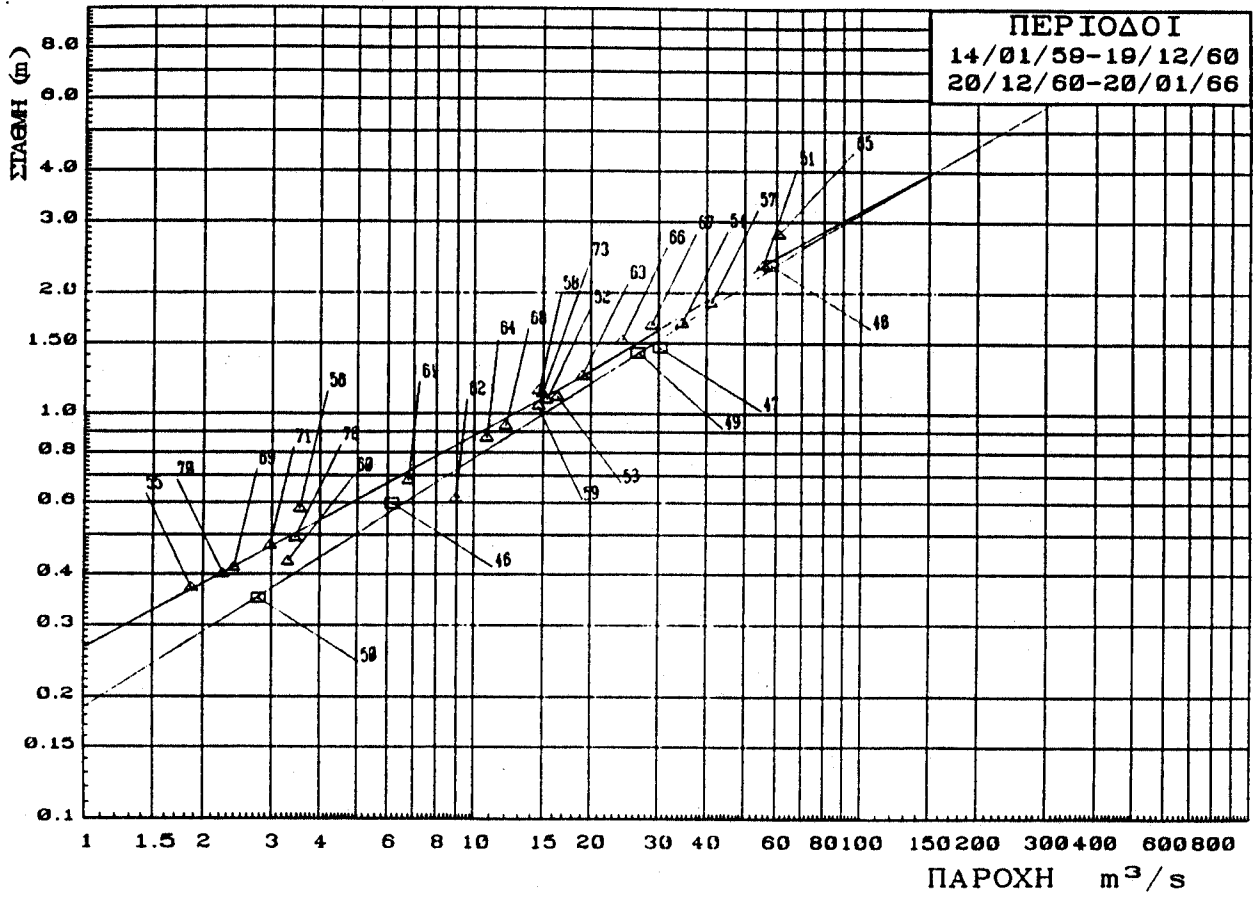
Σχήμα 17

ΚΑΜΠΥΛΕΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΓΕΦ. ΚΟΜΠΟΤΑΔΩΝ ΣΠΕΡΧΕΙΟΥ



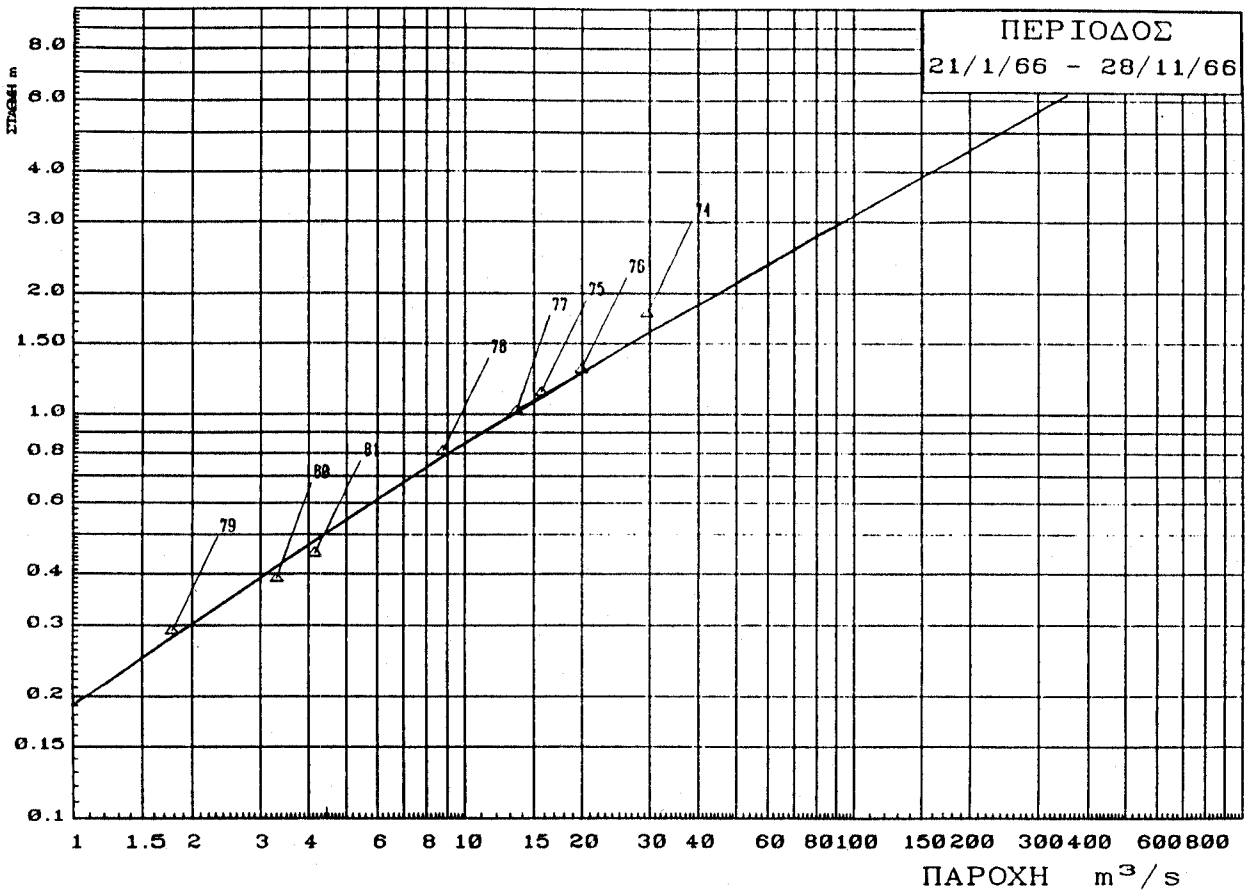
Σχήμα 18

ΚΑΜΠΥΛΕΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΓΕΦ. ΚΟΜΠΟΤΑΔΩΝ ΣΠΕΡΧΕΙΟΥ



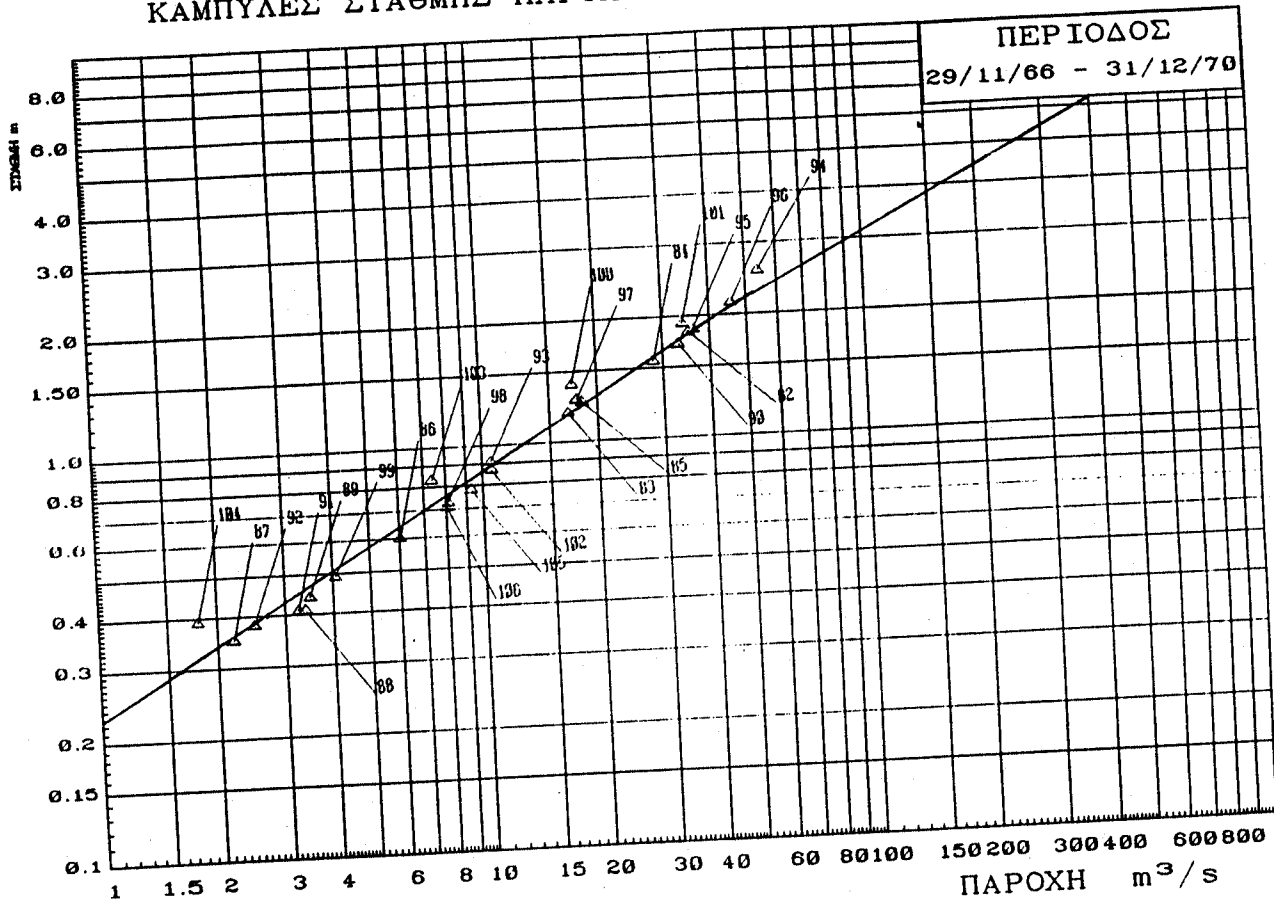
Σχήμα 19

ΚΑΜΠΥΛΕΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΓΕΦ. ΚΟΜΠΟΤΑΔΩΝ ΣΠΕΡΧΕΙΟΥ



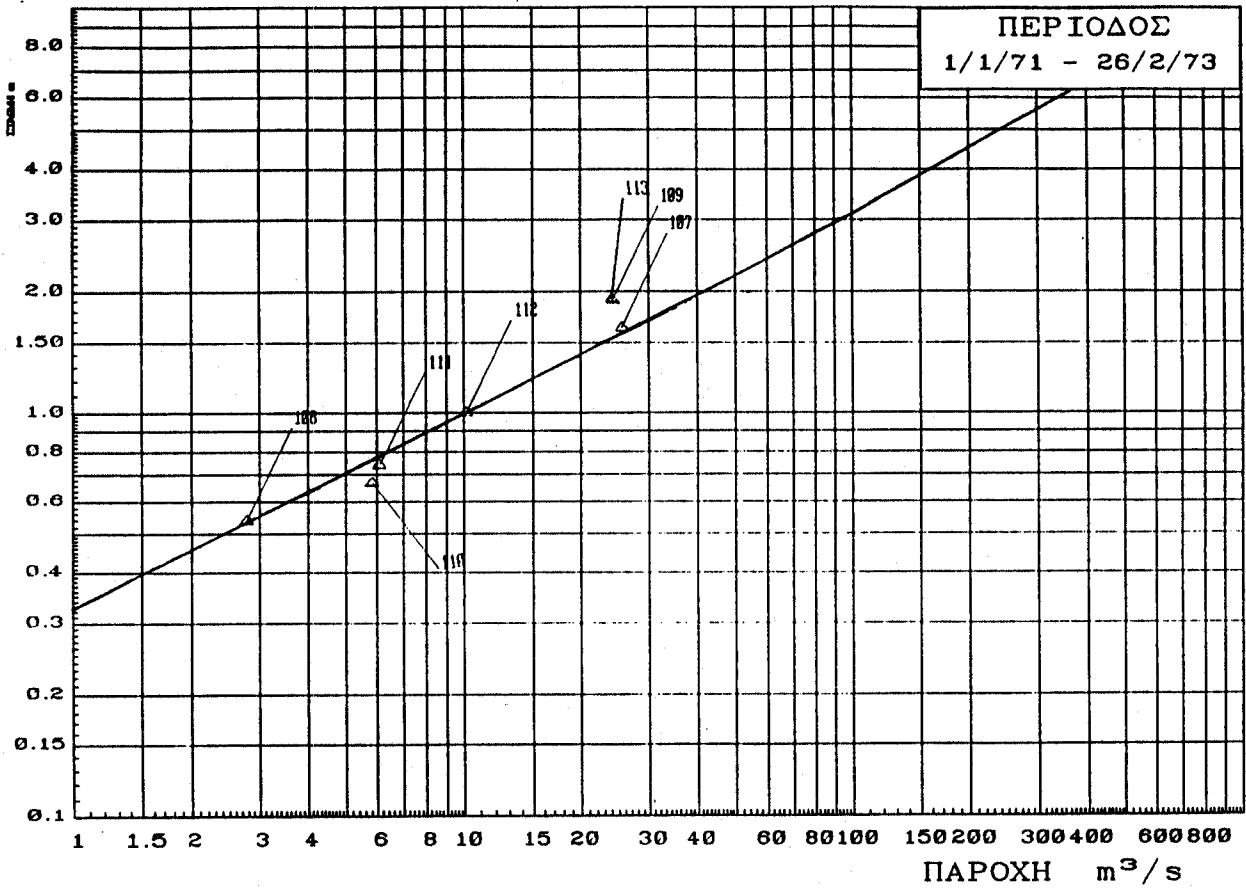
Σχήμα 20

ΚΑΜΠΥΛΕΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΓΕΦ. ΚΟΜΠΟΤΑΔΩΝ ΣΠΕΡΧΕΙΟΥ



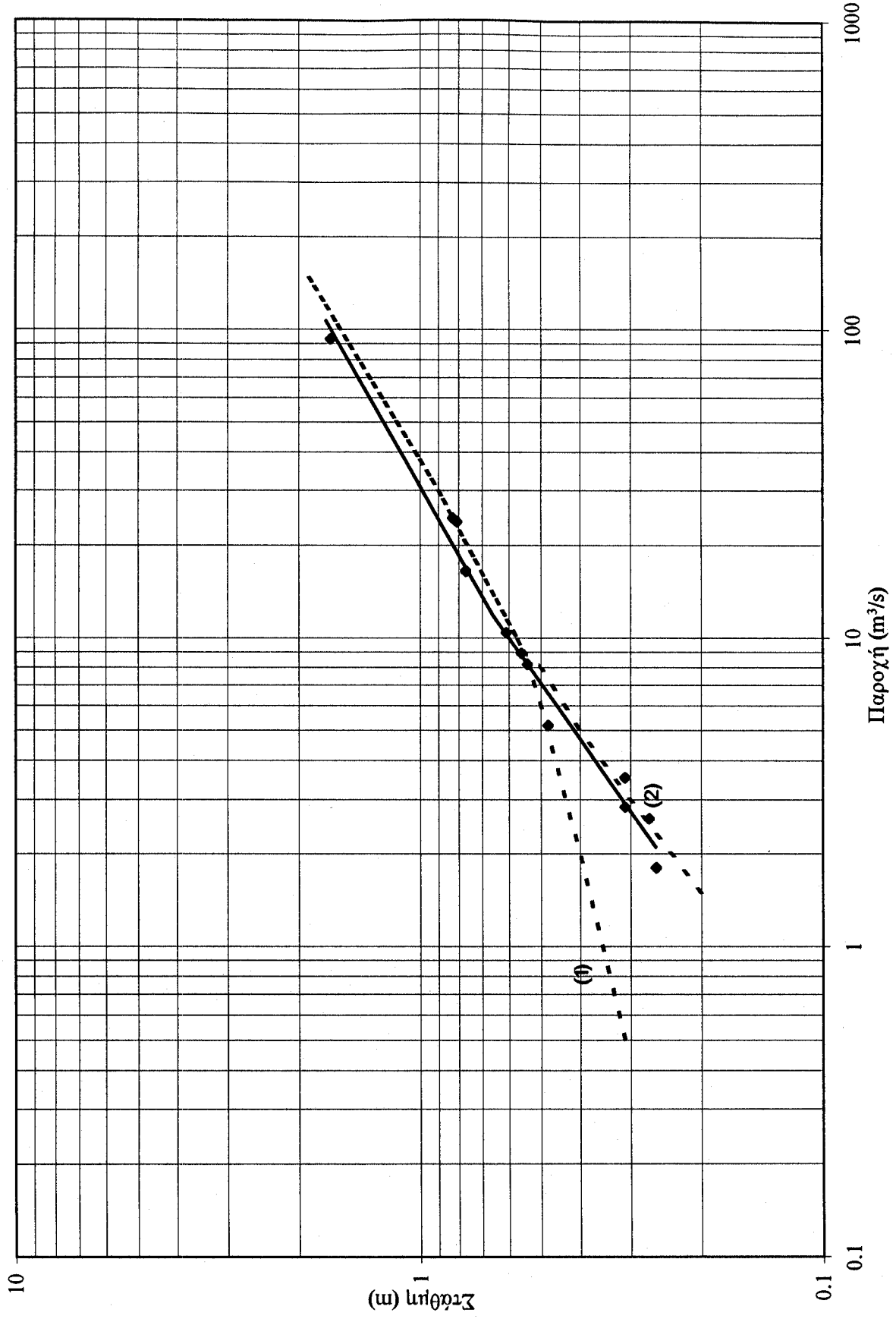
Σχήμα 21

ΚΑΜΠΥΛΕΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΓΕΦ. ΚΟΜΠΟΤΑΔΩΝ ΣΠΕΡΧΕΙΟΥ



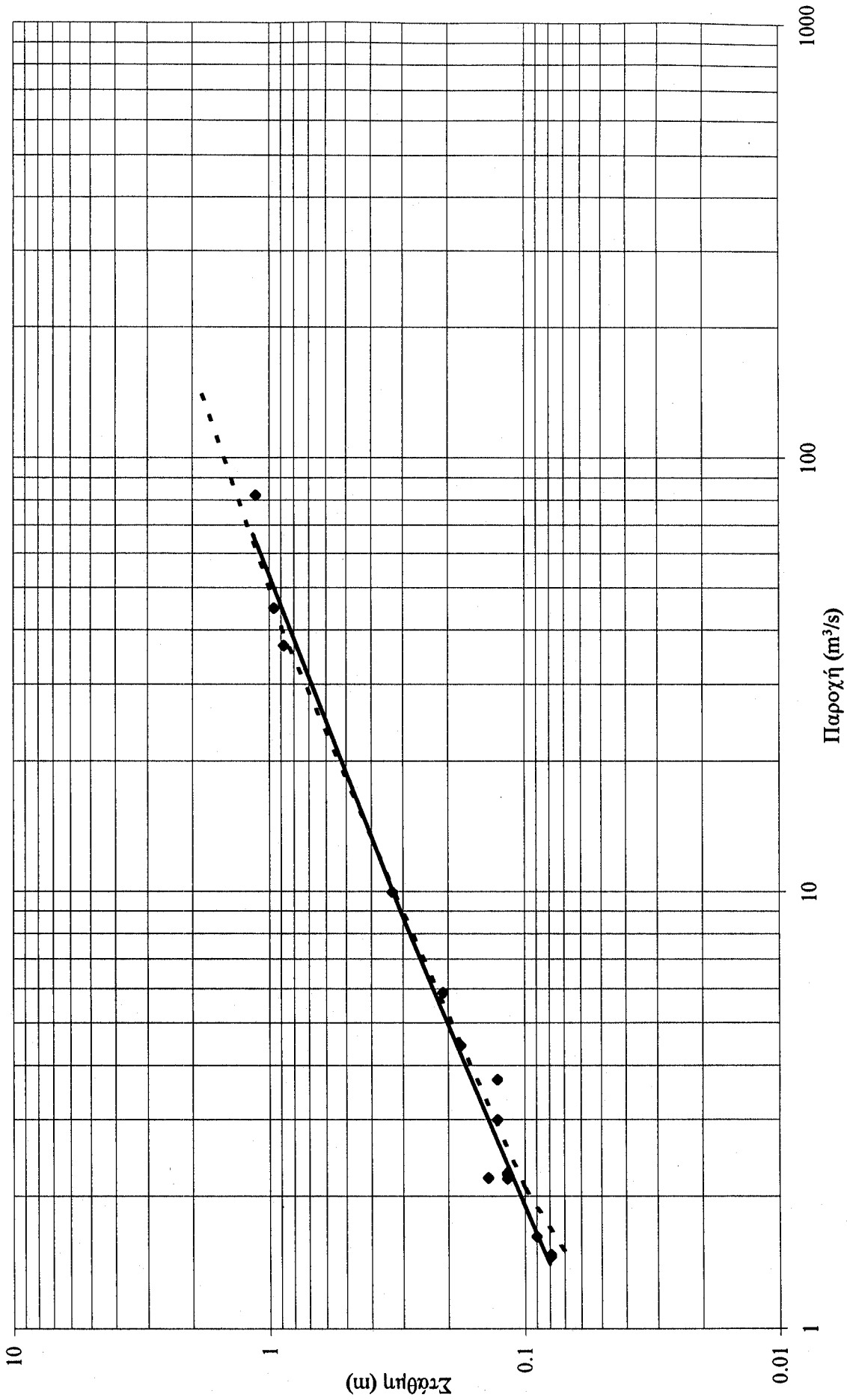
Σχήμα 22

ΠΟΡΟΣ ΡΗΓΑΝΙΟΥ
 ΣΥΝΕΧΟΜΕΝΗ ΚΑΜΠΥΛΗ (ΜΕΘ. ΡΙΝΑΧ) 28/4/61-4/12/63
 ΔΙΑΚΕΚΟΜΜΕΝΗ ΚΑΜΠΥΛΗ (ΚΛΑΣΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΣ) (1). 28/4/61-19/6/62 ΚΑΙ (2). 20/6/62-24/6/63



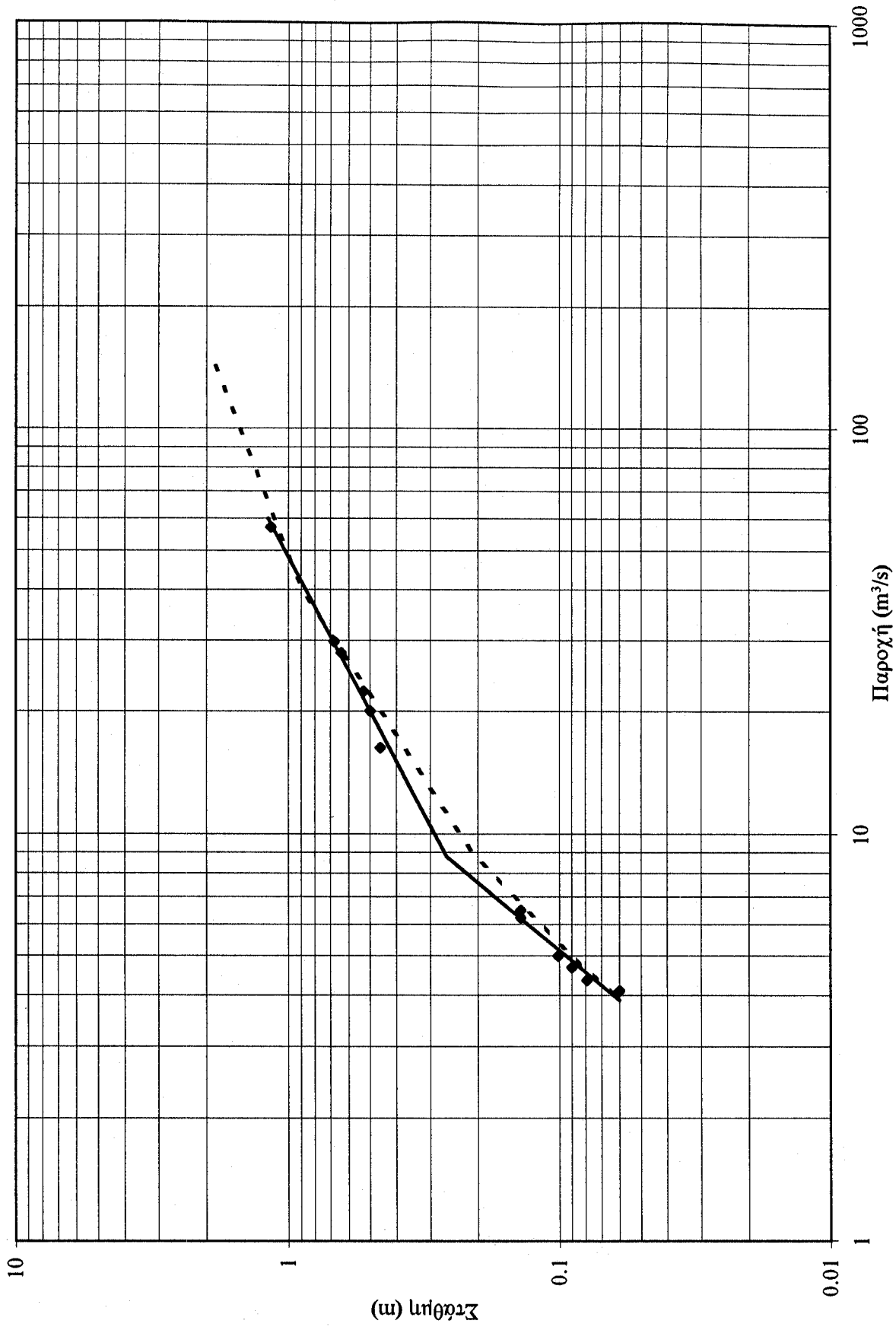
ΣΧΗΜΑ 49

ΠΟΡΟΣ ΡΗΓΑΝΙΟΥ
ΣΥΝΕΧΟΜΕΝΗ ΚΑΜΠΥΛΗ (ΜΕΘ.ΡΙΝΑΧ)14/10/68-5/9/70
ΔΙΑΚΕΚΟΜΜΕΝΗ (ΚΛΑΣ.ΜΕΘΟΔΟΣ)2/2/70-5/9/70



ΣΧΗΜΑ 50

ΠΟΡΟΣ ΡΗΓΑΝΙΟΥ
 ΣΥΝΕΧΟΜΕΝΗ ΚΑΜΠΥΛΗ (ΜΕΘ.ΡΙΝΑΧ) 5/10/70-25/2/71
 ΔΙΑΚΕΚΟΜΜΕΝΗ ΚΑΜΠΥΛΗ (ΚΛΑΣΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΣ) 6/9/70-7/5/71



ΣΧΗΜΑ 51

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β.

Υδρομετρικά δεδομένα

- Ποταμός: Εύηνος, Θέση: Πόρος Ρηγανίου

Δεδομένα	Παροχή m ³ /s	Στάθμη m
28/04/1961 08:00	16.59	0.769
15/07/1961 08:00	2.481	0.44
11/09/1961 08:00	1.298	0.39
27/11/1961 08:00	16.508	0.769
17/03/1962 08:00	93.278	1.67
29/05/1962 08:00	8.932	0.56
11/06/1962 08:00	8.207	0.54
14/07/1962 08:00	3.537	0.31
01/08/1962 08:00	2.607	0.27
04/09/1962 08:00	2.841	0.31
20/09/1962 08:00	1.807	0.259
17/01/1963 08:00	8.503	0.71
04/03/1963 08:00	50.61	0.86
25/04/1963 08:00	24.56	0.83
04/05/1963 08:00	23.88	0.81
24/06/1963 08:00	10.44	0.61
16/11/1963 08:00	5.19	0.48
04/12/1963 08:00	5.6	0.649
14/10/1968 08:00	1.922	0.25
01/11/1968 08:00	4.96	0.42
17/07/1969 08:00	2.913	0.51
02/02/1970 08:00	44.947	0.96
13/02/1970 08:00	36.938	0.879
23/03/1970 08:00	82.162	1.13
15/05/1970 08:00	9.965	0.33
29/06/1970 08:00	4.44	0.178
02/07/1970 08:00	5.878	0.209
08/07/1970 08:00	2.206	0.139
17/07/1970 08:00	3.71	0.128
21/07/1970 08:00	3.001	0.128
24/07/1970 08:00	2.191	0.117
29/07/1970 08:00	2.247	0.117
31/07/1970 08:00	2.264	0.117
21/08/1970 08:00	1.617	0.09
26/08/1970 08:00	1.47	0.079
29/08/1970 08:00	1.456	0.079
02/09/1970 08:00	4.059	0.19
05/09/1970 08:00	3.015	0.139
05/10/1970 08:00	6.504	0.139
03/11/1970 08:00	4.119	0.06
18/11/1970 08:00	15.703	0.36
04/12/1970 08:00	6.226	0.139
10/12/1970 08:00	5.005	0.101
14/12/1970 08:00	4.696	0.09
18/12/1970 08:00	4.363	0.079
20/01/1971 08:00	16.28	0.459
23/01/1971 08:00	20.03	0.5

30/01/1971 08:00	27.98	0.639
04/02/1971 08:00	29.85	0.68
08/02/1971 08:00	22.437	0.53
25/02/1971 08:00	57.175	1.16
17/03/1971 08:00	75.762	1.31
31/03/1971 08:00	100.75	1.439
08/04/1971 08:00	54.95	1.009
07/05/1971 08:00	19.952	0.49
18/05/1971 08:00	13.797	0.38
02/06/1971 08:00	9.385	0.34
12/07/1971 08:00	3.581	0.168
17/07/1971 08:00	2.856	0.147
20/07/1971 08:00	2.524	0.128
27/07/1971 08:00	3.079	0.139
04/08/1971 08:00	2.688	0.128
19/08/1971 08:00	2.362	0.128
25/10/1971 08:00	2.915	0.168
05/11/1971 08:00	2.827	0.168
08/11/1971 08:00	2.682	0.168
13/11/1971 08:00	2.673	0.168
13/12/1971 08:00	35.715	0.789
17/01/1972 08:00	19.392	0.6
29/01/1972 08:00	18.688	0.58
08/03/1972 08:00	73.123	1.17
11/03/1972 08:00	63.4	1.009
14/03/1972 08:00	64.602	1.029
18/03/1972 08:00	37.467	0.769
24/03/1972 08:00	28.868	0.62
28/03/1972 08:00	26.329	0.6
01/04/1972 08:00	21.683	0.56
03/04/1972 08:00	22.79	0.55
22/04/1972 08:00	48.84	0.909
04/05/1972 08:00	77.285	1.17
09/05/1972 08:00	32.204	0.669
13/05/1972 08:00	25.202	0.58
31/05/1972 08:00	10.184	0.34
03/06/1972 08:00	9.361	0.3
13/06/1972 08:00	6.871	0.259
20/06/1972 08:00	5.789	0.219
12/07/1972 08:00	3.413	0.168
25/07/1972 08:00	7.506	0.28
29/09/1972 08:00	2.294	0.139
22/11/1972 08:00	14.6	0.41
05/12/1972 08:00	12.933	0.39
14/12/1972 08:00	8.439	0.32
20/01/1973 08:00	31.334	0.71
27/03/1973 08:00	47.711	0.96
12/04/1973 08:00	52.112	1.009
01/06/1973 08:00	9.725	0.38
13/06/1973 08:00	7.242	0.31
26/06/1973 08:00	5.951	0.3
25/09/1973 08:00	2.991	0.19
13/10/1973 08:00	3.442	0.219
03/11/1973 08:00	4.041	0.25
06/12/1973 08:00	38.512	0.85

12/01/1974 08:00	18.403	0.6
02/02/1974 08:00	10.164	0.37
14/02/1974 08:00	37.546	0.759
26/02/1974 08:00	30.026	0.73
08/03/1974 08:00	49.411	1.11
13/03/1974 08:00	2.519	0.178
15/03/1974 08:00	36.118	0.95
20/03/1974 08:00	40.948	1.009
05/04/1974 08:00	20.348	0.71
10/05/1974 08:00	28.328	0.73
21/05/1974 08:00	18.823	0.57
29/05/1974 08:00	13.41	0.47
07/06/1974 08:00	8.899	0.399
13/06/1974 08:00	8.426	0.35
24/06/1974 08:00	6.876	0.32
17/07/1974 08:00	3.493	0.219
03/09/1974 08:00	2.123	0.159
17/09/1974 08:00	1.947	0.147
18/09/1974 08:00	1.9	0.147
27/09/1974 08:00	19.728	0.62
16/10/1974 08:00	3.743	0.24
23/10/1974 08:00	115.443	1.56
09/11/1974 08:00	92.705	1.61
30/11/1974 08:00	36.96	0.85
16/12/1974 08:00	45.582	0.99
09/01/1975 08:00	25.392	0.69
22/01/1975 08:00	15.182	0.459
31/01/1975 08:00	11.5	0.43
10/02/1975 08:00	9.184	0.36
08/03/1975 08:00	21.784	0.55
21/03/1975 08:00	24.096	0.59
08/04/1975 08:00	22.53	0.61
22/04/1975 08:00	12.729	0.459
08/05/1975 08:00	15.412	0.49
22/05/1975 08:00	14.105	0.48
23/05/1975 08:00	16.702	0.519
04/06/1975 08:00	6.455	0.28
10/06/1975 08:00	8.032	0.33
28/06/1975 08:00	5.628	0.24
09/07/1975 08:00	3.297	0.159
11/07/1975 08:00	2.682	0.139
15/07/1975 08:00	4.046	0.199
29/07/1975 08:00	2.455	0.101
04/08/1975 08:00	4.013	0.168
08/08/1975 08:00	5.327	0.24
11/08/1975 08:00	5.434	0.25
17/09/1975 08:00	1.985	0.079
13/10/1975 08:00	4.228	0.209
20/12/1975 08:00	162.813	1.68
26/01/1976 08:00	22.525	0.42
12/02/1976 08:00	19.09	0.37
18/02/1976 08:00	69.213	0.95
27/02/1976 08:00	23.012	0.41
18/03/1976 08:00	19.04	0.38
24/03/1976 08:00	19.3	0.34

29/03/1976 08:00	29.428	0.51
01/04/1976 08:00	23.91	0.399
12/04/1976 08:00	43.564	0.71
17/04/1976 08:00	26.856	0.51
22/04/1976 08:00	89.348	1.25
05/05/1976 08:00	22.68	0.44
15/05/1976 08:00	11.667	0.27
31/05/1976 08:00	9.54	0.199
01/06/1976 08:00	8.153	0.178
12/06/1976 08:00	8.373	0.19
18/06/1976 08:00	7.776	0.168
01/07/1976 08:00	6.068	0.101
12/07/1976 08:00	5.735	0.11
16/07/1976 08:00	6.71	0.139
02/08/1976 08:00	4.322	0.04
17/08/1976 08:00	2.491	0.03
24/08/1976 08:00	2.491	0.03
01/09/1976 08:00	2.077	0.02
10/09/1976 08:00	2.182	0.01
16/09/1976 08:00	1.968	0.01
22/09/1976 08:00	1.993	0.01
11/10/1976 08:00	2.008	0.01
15/10/1976 08:00	6.898	0.178
26/10/1976 08:00	4.943	0.117
10/11/1976 08:00	24.454	0.71
15/11/1976 08:00	51.008	1.029
27/11/1976 08:00	41.418	0.98
01/12/1976 08:00	26.714	0.83
11/12/1976 08:00	72.07	1.51
05/01/1977 08:00	28.528	0.93
20/01/1977 08:00	38.754	1.11
27/01/1977 08:00	33.474	1.06
01/02/1977 08:00	26.599	0.93
12/02/1977 08:00	20.095	0.82
01/03/1977 08:00	30.145	0.82
14/03/1977 08:00	21.215	0.659
29/03/1977 08:00	11.523	0.47
25/04/1977 08:00	12.685	0.519
30/04/1977 08:00	8.978	0.41
17/05/1977 08:00	7.54	0.36
01/06/1977 08:00	4.268	0.289
15/06/1977 08:00	3.396	0.25
18/06/1977 08:00	3.105	0.219
25/06/1977 08:00	2.589	0.168
13/07/1977 08:00	2.097	0.139
27/07/1977 08:00	2.008	0.139
03/08/1977 08:00	1.801	0.117
31/08/1977 08:00	1.577	0.11
20/09/1977 08:00	1.797	0.139
01/10/1977 08:00	2.165	0.178
14/10/1977 08:00	1.761	0.159
18/10/1977 08:00	1.877	0.147
29/10/1977 08:00	1.699	0.147
03/11/1977 08:00	2.245	0.19
16/11/1977 08:00	6.291	0.41

01/12/1977 08:00	21.071	0.71
12/12/1977 08:00	39.482	0.31
16/12/1977 08:00	21.82	0.81
19/12/1977 08:00	18.645	0.759
28/12/1977 08:00	14.07	0.759
07/01/1978 08:00	18.006	0.81
16/01/1978 08:00	34.097	0.93
30/01/1978 08:00	86.544	1.81
10/02/1978 08:00	45.752	1.16
18/02/1978 08:00	83.78	1.39
20/03/1978 08:00	20.988	0.61
03/04/1978 08:00	141.47	1.81
10/04/1978 08:00	52.235	1.06
25/04/1978 08:00	41.606	0.96
10/05/1978 08:00	24.286	0.72
20/05/1978 08:00	17.881	0.59
30/05/1978 08:00	17.183	0.53
02/06/1978 08:00	10.715	0.48
21/06/1978 08:00	5.537	0.33
25/07/1978 08:00	2.872	0.199
03/08/1978 08:00	2.57	0.178
29/09/1978 08:00	3.208	0.227
12/10/1978 08:00	2.616	0.199
23/10/1978 08:00	3.199	0.227
13/01/1979 08:00	232.99	2.56
17/01/1979 08:00	24.756	0.61
30/01/1979 08:00	156.01	2.008
31/03/1979 08:00	24.639	0.61
28/04/1979 08:00	31.046	0.81
08/05/1979 08:00	22.31	0.61
22/06/1979 08:00	10.423	0.41
28/06/1979 08:00	7.656	0.32
12/07/1979 08:00	5.263	0.25
09/08/1979 08:00	4.074	0.168
17/08/1979 08:00	3.067	0.139
03/09/1979 08:00	2.687	0.139
02/10/1979 08:00	2.866	0.128
11/10/1979 08:00	3.012	0.147
22/11/1979 08:00	49.076	0.759
14/12/1979 08:00	21.388	0.769
30/01/1980 08:00	44.674	1.209
13/02/1980 08:00	39.427	1.1
23/02/1980 08:00	22.5	0.86
27/03/1980 08:00	56.828	1.54
02/04/1980 08:00	42.494	1.37
16/04/1980 08:00	27.425	1.16
24/04/1980 08:00	54.938	1.459
10/05/1980 08:00	32.424	1.15
29/05/1980 08:00	21.645	0.97
10/06/1980 08:00	18.146	0.899
18/06/1980 08:00	13.238	0.81
11/07/1980 08:00	7.302	0.629
11/08/1980 08:00	3.292	0.519
16/09/1980 08:00	2.8	0.47
14/10/1980 08:00	3.236	0.51

12/11/1980 08:00	51.67	1.26
11/12/1980 08:00	75.273	1.35
20/01/1981 08:00	66.57	1.37
02/04/1981 08:00	33.02	1.07
12/06/1981 08:00	11.83	0.73
29/07/1981 08:00	3.57	0.54
11/08/1981 08:00	2.608	0.5
08/09/1981 08:00	3.096	0.53
17/09/1981 08:00	2.841	0.51
25/09/1981 08:00	2.755	0.5
29/09/1981 08:00	2.746	0.5
05/10/1981 08:00	3.714	0.55
13/10/1981 08:00	2.693	0.5
20/10/1981 08:00	2.67	0.51
27/10/1981 08:00	7.648	0.659
03/11/1981 08:00	6.284	0.629
11/11/1981 08:00	10.623	0.72
20/11/1981 08:00	14.015	0.789
26/11/1981 08:00	11.619	0.769
01/12/1981 08:00	45.578	1.229
07/12/1981 08:00	53.089	1.31
14/12/1981 08:00	260.389	2.57
28/12/1981 08:00	93.22	1.709
07/01/1982 08:00	37.505	1.07
18/01/1982 08:00	25.001	0.87
25/01/1982 08:00	18.713	0.769
28/01/1982 08:00	18.731	0.749
04/02/1982 08:00	14.927	0.71
16/02/1982 08:00	11.85	0.639
24/02/1982 08:00	18.734	0.769
03/03/1982 08:00	41.533	1.09
09/03/1982 08:00	41.785	1.09
01/04/1982 08:00	75.635	1.37
04/05/1982 08:00	49.62	1.17
01/06/1982 08:00	16.55	0.71
01/07/1982 08:00	5.66	0.48
20/08/1982 08:00	4.464	0.459
03/09/1982 08:00	2.827	0.37
25/10/1982 08:00	2.901	0.42
24/11/1982 08:00	15.36	0.81
29/12/1982 08:00	48.978	1.209
07/01/1983 08:00	26.18	0.83
13/01/1983 08:00	22.57	1.33
02/02/1983 08:00	29.686	0.87
12/05/1983 08:00	9.28	0.55
29/06/1983 08:00	5.529	0.459
20/07/1983 08:00	5.108	0.45
19/08/1983 08:00	5.82	0.42
02/11/1983 08:00	23.24	0.84
29/11/1983 08:00	149.98	2.068
27/12/1983 08:00	32.381	1.029
30/01/1984 08:00	38.754	1.25
29/02/1984 08:00	40.679	1.11
07/03/1984 08:00	51.93	1.209
25/04/1984 08:00	34.917	1.009

02/05/1984 08:00	65.74	1.37
01/06/1984 08:00	11.22	0.629
24/07/1984 08:00	3.07	0.38
13/08/1984 08:00	2.683	0.36
17/09/1984 08:00	2.24	0.32
29/10/1984 08:00	2.424	0.34
27/12/1984 08:00	25.33	0.86
04/01/1985 08:00	36.87	0.99
04/02/1985 08:00	30.49	0.84
15/03/1985 08:00	34.52	0.84
19/03/1985 08:00	137.5	1.92
17/04/1985 08:00	20.457	0.649
02/05/1985 08:00	17.77	0.59
05/06/1985 08:00	9.718	0.43
20/08/1985 08:00	2.38	0.209
02/10/1985 08:00	1.953	0.19
22/11/1985 08:00	14.62	0.41
08/01/1986 08:00	88.15	1.459
27/01/1986 08:00	81.171	1.42
10/02/1986 08:00	99.185	1.91
24/03/1986 08:00	23.525	0.899
30/04/1986 08:00	19.875	0.769
09/05/1986 08:00	14.29	0.669
18/06/1986 08:00	8.36	0.55
14/07/1986 08:00	5.73	0.49
22/09/1986 08:00	2.141	0.33
03/10/1986 08:00	2.641	0.33
19/11/1986 08:00	3.63	0.399
20/01/1987 08:00	38.68	1.05
04/03/1987 08:00	99.99	1.86
22/04/1987 08:00	21.72	1.009
18/05/1987 08:00	15.08	0.87
22/07/1987 08:00	3.047	0.57
10/09/1987 08:00	2.144	0.519
20/10/1987 08:00	2.92	0.519
20/11/1987 08:00	3.625	0.73
23/12/1987 08:00	26.09	0.909
05/01/1988 08:00	21.1	0.83
05/02/1988 08:00	25.211	0.86
22/03/1988 08:00	33.1	0.909
22/04/1988 08:00	15.77	0.669
03/06/1988 08:00	6.418	0.45
01/07/1988 08:00	3.34	0.39
01/09/1988 08:00	2.06	0.35
21/10/1988 08:00	2.31	0.34
15/11/1988 08:00	9.734	0.57
05/01/1989 08:00	17.4	0.39
09/03/1989 08:00	26.032	0.629
07/04/1989 08:00	12.56	0.35
08/05/1989 08:00	27.32	0.74
02/06/1989 08:00	9.84	0.37
24/07/1989 08:00	3.19	0.219
18/08/1989 08:00	2.32	0.178
01/09/1989 08:00	2.154	0.168
30/10/1989 08:00	4.105	0.219

30/11/1989 08:00	12.66	0.47
04/01/1990 08:00	39.31	0.83
08/01/1990 08:00	9.974	0.61
19/02/1990 08:00	3.92	0.56
30/03/1990 08:00	3.916	0.45
10/04/1990 08:00	4.16	0.43
07/05/1990 08:00	6.05	0.51
28/05/1990 08:00	8.548	0.289
06/07/1990 08:00	1.987	0.36
17/08/1990 08:00	1.721	0.34
07/09/1990 08:00	1.788	0.35
29/10/1990 08:00	4.445	0.44
19/11/1990 08:00	13.16	0.71
01/12/1990 08:00	61.15	1.75
13/12/1990 08:00	215.04	2.38
10/01/1991 08:00	6.93	0.4
20/01/1991 08:00	5.72	0.36
06/02/1991 08:00	4.27	0.32
19/02/1991 08:00	70.55	1.35
21/02/1991 08:00	5.97	0.38
27/02/1991 08:00	35.02	0.85
04/03/1991 08:00	26.7	0.759
22/03/1991 08:00	33.97	0.87
01/04/1991 08:00	28.97	0.83
22/04/1991 08:00	19.97	0.659
03/05/1991 08:00	23.767	0.73
24/05/1991 08:00	23.82	0.72
04/06/1991 08:00	17.64	0.629
21/06/1991 08:00	9.26	0.45
02/07/1991 08:00	7.46	0.399
18/07/1991 08:00	5.086	0.35
26/08/1991 08:00	4.374	0.36
10/09/1991 08:00	3.14	0.3
16/09/1991 08:00	2.67	0.289
02/10/1991 08:00	2.64	0.27
22/10/1991 08:00	8.55	0.43
18/11/1991 08:00	126.38	2.01
04/12/1991 08:00	12.76	0.57
13/12/1991 08:00	8.56	0.47
04/03/1992 08:00	3.818	0.33
16/03/1992 08:00	3.82	0.32
01/04/1992 08:00	28.81	0.79
13/04/1992 08:00	48.64	1.1
29/04/1992 08:00	21.86	0.75
07/05/1992 08:00	17.79	0.72
18/05/1992 08:00	9.76	0.51
03/06/1992 08:00	8.79	0.52
22/06/1992 08:00	6.244	0.39
14/07/1992 08:00	4.24	0.31
28/07/1992 08:00	4.78	0.31
20/08/1992 08:00	2.1	0.19
21/09/1992 08:00	2.05	0.19
16/10/1992 08:00	10	0.56
09/11/1992 08:00	2.54	0.22
01/12/1992 08:00	9.79	0.49

05/01/1993 08:00	9.941	0.58
01/02/1993 08:00	7.53	0.53
02/03/1993 08:00	36.82	1.01
29/03/1993 08:00	43.06	1.09
03/05/1993 08:00	13.35	0.71
31/05/1993 08:00	14.98	0.69
05/07/1993 08:00	4.64	0.39
02/08/1993 08:00	2.78	0.29
06/09/1993 08:00	3.02	0.33
04/10/1993 08:00	2.39	0.27
01/11/1993 08:00	2.36	0.25
21/12/1993 08:00	24.47	0.77
10/01/1994 08:00	94.26	1.51
08/02/1994 08:00	43.44	1.01
05/03/1994 08:00	37.55	1.06
09/04/1994 08:00	197.89	2.83
14/05/1994 08:00	20.44	0.82
28/06/1994 08:00	3.806	0.42
09/07/1994 08:00	4.038	0.36
06/08/1994 08:00	3.015	0.31
10/09/1994 08:00	3	0.179

• Ποταμός: Σπερχειός, Θέση: Κομποτάδες

Δεδομένα	Παροχή m ³ /s	Στάθμη m
24/08/1949 08:00	3.1	0.44
01/02/1951 08:00	28.99	1.39
09/02/1951 08:00	55.62	2.4
21/02/1951 08:00	21.946	1.31
24/02/1951 08:00	29.936	1.39
28/02/1951 08:00	23.7	1.32
03/05/1951 08:00	8.282	0.85
22/05/1951 08:00	8.958	0.78
04/07/1951 08:00	7.021	0.68
17/07/1951 08:00	2.109	0.41
31/07/1951 08:00	2.045	0.41
17/08/1951 08:00	1.947	0.39
28/08/1951 08:00	2.186	0.415
14/09/1951 08:00	3.374	0.49
18/09/1951 08:00	2.793	0.48
28/09/1951 08:00	2.884	0.47
12/10/1951 08:00	62.568	2.19
27/10/1951 08:00	123.47	3.34
08/11/1951 08:00	26.113	1.46
23/11/1951 08:00	24.047	1.55
05/12/1951 08:00	16.049	1.21
04/01/1952 08:00	36.942	1.61
15/01/1952 08:00	29.011	1.55
30/01/1952 08:00	39.002	1.7

19/02/1952 08:00	45.475	1.77
05/04/1952 08:00	30.521	1.45
10/05/1952 08:00	8.137	0.77
20/06/1952 08:00	4.608	0.585
14/12/1952 08:00	18.34	1.195
27/02/1953 08:00	15.87	1.09
14/05/1953 08:00	8.41	0.78
07/06/1953 08:00	11.11	0.94
26/06/1953 08:00	9.197	0.84
25/03/1954 08:00	35.88	1.78
14/05/1954 08:00	18.818	1.29
06/06/1954 08:00	6.19	0.7
26/08/1954 08:00	2.312	0.4
16/09/1954 08:00	2.761	0.43
09/10/1954 08:00	3.51	0.48
28/11/1954 08:00	5.548	0.63
15/12/1954 08:00	34.684	1.825
18/12/1954 08:00	49.099	2
22/04/1956 08:00	18.44	0.9
21/05/1956 08:00	21.13	1.38
20/06/1956 08:00	5.5	0.97
16/09/1959 08:00	6.129	0.6
25/11/1959 08:00	30.202	1.46
22/03/1960 08:00	58.067	2.35
20/04/1960 08:00	26.492	1.42
29/08/1960 08:00	2.775	0.35
28/12/1960 08:00	55.606	2.34
25/01/1961 08:00	15.338	1.08
23/02/1961 08:00	16.318	1.1
07/03/1961 08:00	34.548	1.675
26/07/1962 08:00	1.875	0.37
06/09/1963 08:00	3.542	0.58
03/03/1964 08:00	41.043	1.88
24/04/1964 08:00	14.592	1.14
12/05/1964 08:00	14.563	1.04
27/07/1964 08:00	3.303	0.43
22/10/1964 08:00	6.756	0.68
26/11/1964 08:00	8.949	0.615
23/12/1964 08:00	19.004	1.24
15/01/1965 08:00	10.727	0.87
26/02/1965 08:00	60.849	2.79
23/03/1965 08:00	24.063	1.52
21/04/1965 08:00	28.614	1.65
27/05/1965 08:00	11.998	0.93
29/07/1965 08:00	2.398	0.415
24/08/1965 08:00	2.249	0.4
28/09/1965 08:00	2.976	0.47
10/11/1965 08:00	3.449	0.49
30/12/1965 08:00	14.951	1.12
02/02/1966 08:00	29.474	1.775
03/03/1966 08:00	15.702	1.13
29/03/1966 08:00	19.931	1.29
06/05/1966 08:00	13.483	1.02
24/05/1966 08:00	8.765	0.81
02/08/1966 08:00	1.779	0.29
21/09/1966 08:00	3.309	0.39

24/10/1966 08:00	4.146	0.45
16/12/1966 08:00	35.134	1.83
28/02/1967 08:00	16.8	1.18
30/03/1967 08:00	28.351	1.555
24/04/1967 08:00	18.256	1.25
31/05/1967 08:00	6.014	0.6
30/06/1967 08:00	2.203	0.35
29/08/1967 08:00	3.384	0.41
24/10/1967 08:00	3.492	0.44
26/03/1968 08:00	32.929	1.71
05/07/1968 08:00	3.25	0.41
25/09/1968 08:00	2.498	0.38
28/11/1968 08:00	10.505	0.91
21/01/1969 08:00	53.856	2.555
19/02/1969 08:00	36.166	1.85
18/03/1969 08:00	45.512	2.14
29/04/1969 08:00	17.668	1.27
29/05/1969 08:00	8.083	0.73
11/11/1969 08:00	4.065	0.49
27/01/1970 08:00	17.255	1.39
27/03/1970 08:00	33.926	1.92
29/04/1970 08:00	10.543	0.87
05/05/1970 08:00	7.361	0.83
26/08/1970 08:00	1.792	0.39
20/11/1970 08:00	9.291	0.78
30/12/1970 08:00	8.021	0.71
25/01/1971 08:00	25.589	1.63
24/08/1971 08:00	2.78	0.54
18/02/1972 08:00	24.265	1.9
27/02/1972 08:00	5.819	0.67
29/09/1972 08:00	6.082	0.74
19/12/1972 08:00	10.127	1
21/02/1973 08:00	24.15	1.92
27/03/1973 08:00	23.58	1.87
08/06/1973 08:00	3.027	0.75
31/08/1973 08:00	2.851	0.72
05/12/1973 08:00	32.64	2.56
22/03/1974 08:00	33.276	2.53
12/12/1974 08:00	6.698	0.96
30/12/1974 08:00	7.012	1
20/03/1975 08:00	16.128	1.54
29/05/1975 08:00	4.734	0.89
31/07/1975 08:00	6.306	0.97
18/09/1975 08:00	2.069	0.64
30/03/1976 08:00	27.328	2.02
10/08/1976 08:00	2.178	0.45
17/11/1976 08:00	8.157	1.05
19/01/1977 08:00	16.231	1.53
30/04/1977 08:00	7.404	1.01
04/07/1977 08:00	1.827	0.63
10/11/1977 08:00	2.459	0.71
25/05/1978 08:00	7.514	1.03
28/08/1978 08:00	1.962	0.64
06/03/1979 08:00	24.313	1.94
26/06/1979 08:00	6.808	1

12/09/1979 08:00	4.414	0.87
26/02/1980 08:00	22	2.24
13/05/1980 08:00	18.759	2