

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ  
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΕΡ. ΧΩΡ. ΚΑΙ ΔΗΜ. ΕΡΓΩΝ  
ΓΕΝ. ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΔΗΜ. ΕΡΓΩΝ  
ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΥΔΡΑΥΛΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ ΤΕΩΣ 1ης Π.Υ.Δ.Ε.

ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ (ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ)  
ΑΝΤΙΠΛΗΜΜΥΡΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ ΛΕΚΑΝΗΣ  
ΒΟΙΩΤΙΚΟΥ ΚΗΦΙΣΟΥ  
ΑΡ. ΜΕΛ. 8372705

ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ  
Ι. ΕΚΘΕΣΗ

ΕΚΘΕΣΗ 12<sup>η</sup>

ΜΕΛΕΤΗΤΗΣ  
ΔΗΜ. Θ. ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΙΔΗΣ  
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 1985

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ  
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΔΗΜΟΣΙΩΝ ΕΡΓΩΝ  
ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΥΔΡΑΥΛΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ  
ΤΕΩΣ 1<sup>ης</sup> Π.Υ.Δ.Ε.

ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ (ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ)  
ΑΝΤΙΠΛΗΜΜΥΡΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ ΛΕΚΑΝΗΣ  
ΒΟΙΩΤΙΚΟΥ ΚΗΦΙΣΟΥ

Υ Δ Ρ Ο Λ Ο Γ Ι Κ Η Μ Ε Λ Ε Τ Η

Ε Κ Θ Ε Σ Η

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

|                                                                      | Σελ. |
|----------------------------------------------------------------------|------|
| 1. ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ                                                       | 1    |
| 2. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΛΕΚΑΝΗΣ                                                 | 2    |
| 2.1 Μορφολογία                                                       | 2    |
| 2.2 Φυτοκάλυψη λεκάνης                                               | 16   |
| 3. ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΚΑΙ ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ<br>ΒΟΙΩΤΙΚΟΥ ΚΗΦΙΣΟΥ | 17   |
| 3.1 Γεωλογική δομή της περιοχής                                      | 17   |
| 3.1.1 Γενικότητες                                                    | 17   |
| 3.1.2 Στρωματογραφική διάρθρωση                                      | 17   |
| 3.1.3 Τεκτονική                                                      | 18   |
| 3.2 Ύδρογεωλογία                                                     | 20   |
| 3.2.1 Γενική περιγραφή                                               | 20   |
| 3.2.2 Ύδρولوجία - Βροχομετρία                                        | 20   |
| 3.2.3 Τό σύστημα αποστράγγισης της λεκάνης                           | 23   |
| 4. ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΑ - ΒΡΟΧΟΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ                             | 26   |
| 4.1 Μετεωρολογικοί Σταθμοί                                           | 26   |
| 4.2 Θερμοκρασίες                                                     | 29   |
| 4.3 Ύγρασιες                                                         | 30   |
| 4.4 Βροχοπτώσεις                                                     | 31   |
| 4.4.1 Ετήσιες βροχές                                                 | 31   |
| 4.4.2 Μηνιαία ύψη βροχής                                             | 36   |

|       |                                                                                                             |    |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 5.    | ΠΑΛΗΜΜΥΡΕΣ                                                                                                  | 40 |
| 5.1   | Άντικείμενο                                                                                                 | 40 |
| 5.2   | Παλαιότερες Μελέτες                                                                                         | 41 |
| 5.3   | Έντάσεις βροχών κατά την μέθοδο GIBRAT-GAUSS                                                                | 42 |
| 5.4   | Μέσες επιφανειακές έντάσεις βροχής-έπεξεργασία<br>μέ τη μέθοδο Gumlel                                       | 49 |
| 5.4.1 | Γενικά                                                                                                      | 49 |
| 5.4.2 | Σταθμοί και δεδομένα                                                                                        | 49 |
| 5.4.3 | Συμπλήρωση ελλείψεων - Έξαγωγή μεγίστων<br>έτησίων επιφανειακών ύψων βροχής                                 | 51 |
| 5.4.4 | Στατιστική έπεξεργασία έτησίων μεγίστων                                                                     | 53 |
| 5.4.5 | Καμπύλες ύψους-διάρκειας-περιόδου έπανα-<br>φορας και έντασης-διάρκειας-περιόδου<br>έπαναφοράς βροχοπτώσεων | 60 |
| 5.5   | Μοναδιαία υδρογραφήματα                                                                                     | 66 |
| 5.6   | Υδρογραφήματα πλημμύρας                                                                                     | 72 |
| 5.6.1 | Γενικά                                                                                                      | 72 |
| 5.6.2 | Χρονική κατανομή βροχοπτώσεων μελέτης                                                                       | 72 |
| 5.6.3 | Απώλειες - Ωφέλιμο ύψος βροχής                                                                              | 75 |
| 5.6.4 | Παραγωγή υδρογραφημάτων πλημμύρας                                                                           | 76 |
| 5.6.5 | Σύγκριση μέ την όρθολογική μέθοδο                                                                           | 81 |

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ  
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΔΗΜΟΣΙΩΝ ΕΡΓΩΝ  
ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΥΔΡΑΥΛΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ  
ΤΕΩΣ 1ης Π.Υ.Δ.Ε.

ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ (ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ)  
ΑΝΤΙΠΛΗΜΜΥΡΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ ΛΕΚΑΝΗΣ  
ΒΟΙΩΤΙΚΟΥ ΚΗΦΙΣΟΥ

Υ Δ Ρ Ο Λ Ο Γ Ι Κ Η Μ Ε Λ Ε Τ Η

Ε Κ Θ Ε Σ Η

1. ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ - ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ

Με την υπ'άρ. 3784/228/4.1.4/31-10-1983 Απόφαση της τ. 1ης Π.Υ.Δ.Ε. ανατέθηκε στο Γραφείο Δημ. Κωνσταντινίδη ή 'Οριστική Μελέτη των 'Αντιπλημμυρικών Έργων της Λεκάνης Βοιωτικού Κηφισού, ή δέ Σύμβαση πού διέπει την έκπόνησή της υπογράφηκε την 22 Νοεμβρίου 1983.

'Αναγκαία για την εκτίμηση των πλημμυρών, έφ' όσον δέν υπάρχουν καί υδρομετρικά στοιχεία, είναι ή έρευνα των διαφόρων μορφολογικών καί κλιματολογικών στοιχείων καί κυρίως των βροχοπτώσεων. Μέ την έρευνα αυτή θά μορφωθεί κατ' αρχήν μιá γενική εικόνα της υδρολογικής συμπεριφοράς της λεκάνης καί βέβαια θά προκύψουν τά μεγέθη εκείνα πού θά χρησιμεύσουν για τό είδικό αντικείμενο της μελέτης των πλημμυρών, μέσω των βροχών καί των λοιπών μετεωρολογικών παραγόντων.

Δεδομένου ότι τό αντικείμενο της Μελέτης όπως έχει ανατεθεί περιλαμβάνει αντιπλημμυρικά έργα χωρίς φράγματα άνασχέσεως καί χωρίς πρόβλεψη άρδευτικών έργων ή φραγμάτων, ή Μελέτη θά περιορισθεί στίς εκτιμήσεις των πλημμυρών μεγάλων σχετικά συχνοτήτων (1:50 έως 1:100 έτη), όμως για τόν καθορισμό τους είναι άπαραίτητη ή ύποδομή για προσδιορισμό παροχών όποιασδήποτε συχνότητας. 'Η έρευνα επίσης των βροχοπτώσεων καί της λοιπής δίαιτας των ύδατινων ρευμάτων θά έχει προωθήσει καί τό θέμα των άπορροών ώστε νά συμπληρωθεί τό κεφάλαιο όταν ζητηθεί ή έρευνά τους.

## 2. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΛΕΚΑΝΗΣ

### 2.1 Μορφολογία

Ο Βοιωτικός Κηφισός μήκους 100χμ. περίπου, με κατεύθυνση από Δυτικά - Βορειοδυτικά προς Ανατολικά, ελαφρώς Νοτιοανατολικά, διασχίζει τούς νομούς Φωκίδας, Φθιώτιδας και Βοιωτίας, εκβάλλοντας στην λίμνη Κωπαΐδας μέχρι πρό έκατό έτών περίπου και τώρα στην λίμνη Υλίκη.

Η λεκάνη άπορροής του, με χαρακτηριστικό επίμηκες σχήμα έχει κατεύθυνση από Δ - ΒΔ προς Α - ΝΑ. Τό μέγιστο μήκος της είναι 90χμ. και τό μέγιστο πλάτος της 30χμ, τό ελάχιστο 16χμ. ενώ τό μέσο πλάτος της είναι γύρω στά 22 χμ.

Η έκταση τής λεκάνης άπορροής του φθάνει τά 2010 χμ<sup>2</sup> και όρίζεται μεταξύ τών γεωγραφικών συντεταγμένων - 1<sup>ο</sup>.25' και - 0<sup>ο</sup>.25' Γεωγραφικού μήκους από Αθηνών (μεταξύ 23<sup>ο</sup> 17' και 24<sup>ο</sup> 17' Α.Γ. Πλάτους GREENWICH) και τών παραλλήλων 38<sup>ο</sup> 19' και 38<sup>ο</sup> 44' 30'' Βορείου Γεωγραφικού Πλάτους.

Τό Βορειοδυτικό τμήμα τής λεκάνης, έκτάσεως 279χμ<sup>2</sup> (14%) βρίσκεται στον νομό Φωκίδας, τό κεντρικό βόρειο τμήμα έκτάσεως 570χμ<sup>2</sup> (28,4%) στον νομό Φθιώτιδας και τό νότιο τμήμα της, έκτάσεως 1.152χμ<sup>2</sup> (57,6%) στον νομό Βοιωτίας.

Τά όρια τής λεκάνης, ό ύδροκρίτης, αρχίζοντας από τό άκραιο βορειοδυτικό σημείο κοντά στο χωριό Καλοσκοπή (ύψóm. +1020μ.) στο άκρο Ανατολικό τής Γκιώνας, βαίνει προς τά ανατολικά περνώντας μερικές κορυφές του νότιου όγκου τής Οίτης, περνάει τον αύχένα Οίτης - Καλλιδρόμου όπου ή σήραγγα Μπράλλου και ή παλαιά έθνική όδός Λεβάδειας - Λαμίας (ύψóm. +600μ.) ακολουθεϊ συνεχίζοντας προς τά ανατολικά τίς κορυφογραμμές του όρους Καλλιδρόμου (ύψ. +1372μ.) μέχρι τίς ανατολικώτερες άπολήξεις του προς τήν Δοκρίδα (κορυφές Παλιοηλιάς +925μ. και Βαρβάς +831μ.) έν συνεχεία περνάει τον αύχένα Αταλάντης (ύψóm.+270μ) μεταξύ Καλλιδρόμου και όρους Χλωμοϋ, προχωρεϊ ακόμη ανατολικώτερα ακολουθώντας τήν κορυφογραμμή του Χλωμοϋ (μέγ. ύψóm. +1081μ.) και φθάνει στο ανατολικώτερο άκρο τής λεκάνης, τίς κορυφογραμμές του Πτώου όρους (μεταξύ κόλπου Σκορπονεριού και Παραλίμνης μεγ. ύψóm. +724μ.), στη συνέχεια κατέρχεται προς Νοτιοδυτική κατεύθυνση περνώντας από τον χαμηλόν αύχένα μεταξύ λίμνης Υλίκης και τής πρώην λίμνης Κωπαΐδας (αύχένα Καρδίτσας, ύψóm. +116μ.) προχωρεϊ προς τό νοτιώτερο άκρο της, τήν κορυφογραμμή του Σφιγγίου όρους (+565μ.), άκο-

λουθεῖ ἐν συνεχείᾳ, Δυτικώτερα, τὴν κορυφογραμμὴ τοῦ ὄρους Ἑλικώ-  
να (κορυφές Μοτσάρα +1.526μ., Παλιοβούνα +1.748μ., Τσιβέρι +1.561μ.,  
Μεγάλη Λούτσα + 1.549μ., Κολιέδες +1.487μ.) στή συνέχεια βαίνει πρὸς  
Βορειοδυτικὰ, περνάει τὸν αὐχένα τοῦ Διστόμου (ὕψ. +470μ) καὶ μπαί-  
νει στὸν ὄρεινὸ ὄγκο τοῦ Παρνασσοῦ, περνώντας τὶς κορυφές Ξηροβούνι  
+1.561μ., Λιάκουρα +2.475μ., Τριγωνομ. +1.533μ., Γερολέκα +1.714μ.,  
ἐν συνεχείᾳ πάντοτε πρὸς τὰ ΒΔ, ἀκολουθεῖ τὸν αὐχένα ὅπου περνάει ὁ  
δρόμος Γραβιάς - Ἀμφισσας (ὕψ. +870μ.) καὶ μπαίνει στὰ ἀκράτᾳ ἀνα-  
τολικά ὄρια τῆς Γκιώνας (κορυφές +2.346μ. καὶ κορυφή +1.410μ.) μεταξὺ  
τῶν χωριῶν Πανουργιά καὶ Καλοσκοπῆς.

Ὁ Βοιωτικὸς Κηφισὸς βαίνοντας κατὰ τὸν μεγάλον ἄξονα τῆς κλειστῆς  
λεκάνης πού περιγράφηκε πρὶν πάνω κατέληγε στὸ νοτιοανατολικὸ ἄκρο  
τῆς, ὅπου μὴ βρίσκοντας διέξοδο ἐσχημάτισε τὴν λίμνη τῆς Κωπαΐδας,  
ἀβαθὴ μὲ χαμηλότερο ὑψόμετρο πυθμένα +84μ., μὲ ἀνωτάτη στάθμη +97,0μ.  
ἀλλὰ τὸ μεγαλύτερο τμῆμα τῆς μὲ ὑψόμετρο πυθμένα γύρω στὸ +92,0μ.  
Τὰ νερά μετὰ τὴν Α.Σ. +97,0μ. ἀποχετεύονταν μέσω καταβοθρῶν πού βρί-  
σκονται στὰ ἀνατολικά κρᾶσπεδα τῆς λίμνης, πρὸς τὸν Εὐβοϊκὸ κόλπο

Πρὶν ἀποξηρανθεῖ ἡ λίμνη τῆς Κωπαΐδας, ὁ ποταμὸς ἔφθανε μέχρι τὸ  
χωριὸ Ρωμέϊκο καὶ ἀπὸ ἐκεῖ ἓνα μέρος τοῦ ἐνωνόταν μὲ τὶς πηγές τοῦ  
Μέλανα καὶ τὸ ρεῦμα πού ἐσχηματιζόταν ἀπὸ αὐτές καὶ ὁδηγιόταν στὶς  
καταβόθρες, ἐνῶ τὸ ὑπόλοιπο ἐχυνόταν στὴν λίμνη.

Μετὰ τὴν ἀποξήρανση τῆς λίμνης, ὁ ποταμὸς ἀπὸ τὴ θέση τοῦ φράγματος  
BOOT (κοντὰ στὸ χωριὸ Ρωμέϊκο) καὶ κατάντη ἀκολουθεῖ κοίτη πού κατα-  
σκευάσθηκε πρὶν 98 χρόνια καὶ καταλήγει στὴν σήραγγα Καρδίτσας (ἢ  
Ἀκραιφνίου) μέσω τῆς ὁποίας ἐκβάλλει στὴν λίμνη Ὑλίκης (μέγιστο  
ὕψ. +80,0μ.).

Τὸ Βόρειο τμῆμα τῆς λεκάνης ἔχει σχετικὰ ἥπιες κλίσεις ἐνῶ τὸ δυτικὸ  
(πρὸς τὸν Παρνασσὸ καὶ τὴν Γκιώνα) ἀπότομες. Μορφολογικὰ καὶ σέ σχέ-  
ση πρὸς τὶς κλίσεις τῆς λεκάνης καὶ τὶς κατὰ μῆκος κλίσεις τῆς κύριας  
μισγάγκειας, μποροῦμε νὰ διακρίνουμε τρεῖς τμήματα τοῦ ποταμοῦ καὶ τῆς  
λεκάνης.

- Τὸν Ἄνω ροῦ, πού χαρακτηρίζεται καὶ ὡς λεκάνη Μπράλλου, πού φθά-  
νει μέχρι τὴν χαράδρα τῆς Ἀμφίκλειας (ὅπου προβλέπεται ἡ κατασκευὴ  
φράγματος ἀνασχέσεως ἐκτάσεως 444 χμ<sup>2</sup>).

- Τόν Μέσο ροῦ, δηλαδή τό τμήμα από τήν χαράδρα Ἀμφίκλειας μέχρι τή γέφυρα Κινέττας ἐκτάσεως  $427 \text{ χμ}^2$ .
- Τόν κάτω ροῦ από γέφυρα Κινέττας μέχρι τό φράγμα BOOT (ὅπου πρό 100 ἐτῶν ἄρχιζε ὁ Μέλας ποταμός καί ἡ λίμνη Κωπαΐδας) ἐκτάσεως  $302 \text{ χμ}^2$ .
- Τό διευθετημένο πεδινό τμήμα πού διασχίζει τήν τέως λίμνη Κωπαΐδας, ὀλικῆς λεκάνης ἀπορροῆς  $837 \text{ χμ}^2$  τό ὁποῖο ὑδρολογικά παρουσιάζει τελείως διαφορετική δίατα από τίς προηγούμενες λεκάνες.

Ὁ διαχωρισμός αὐτός δίνει μιὰ γενική ἰδέα τῆς πορείας τοῦ ποταμοῦ μέ τίς λεκάνες πού φέρει σέ μερικές κεντρικές θέσεις. Ἐνδιάμεσα βέβαια από τίς θέσεις αὐτές τροφοδοτεῖται μέ πλῆθος ρευμάτων καί χειμάρρων, οἱ ὁποῖοι ἔχουν ἐξετασθεῖ μεμονωμένα στό Εἰσαγωγικό μέρος.

Ἔτσι ὁ ἄνω ροῦς μπορεῖ νά χωρισθεῖ σέ μιὰ λεκάνη μέχρι τόν σιδηρ. σταθμό Λιλαίας ἐκτάσεως  $356 \text{ χμ}^2$  καί τήν λεκάνη τῶν ἐκατέρωθεν τῆς χαράδρας Ἀμφίκλειας κλιτύων, ἐκτάσεως  $88 \text{ χμ}^2$  (ἴδε σχέδιο 7.1 τοῦ Εἰσαγωγικοῦ Μέρους).

Ἡ λεκάνη τοῦ μέσου ροῦ συνίσταται από τίς ὑπολεκάνες τῆς Τιθορέας ( $E=148 \text{ χμ}^2$ ) πού καταλαμβάνει ὁλόκληρο τό δεξιό τοῦ ποταμοῦ τμήμα από φράγμα Ἀμφίκλειας μέχρι γέφυρα Κινέττας, καί τίς ὑπολεκάνες τῆς ἀριστερᾶς ὁχθῆς τοῦ ποταμοῦ: Μοδίου  $57,5 \text{ χμ}^2$ , Φελορέμματος Λευκοχωρίου - Κινέττας  $105,5 \text{ χμ}^2$  καί Μπογδανορέμματος  $116,3 \text{ χμ}^2$  ἢ συνολικά  $279,3 \text{ χμ}^2$ , (ἴδε σχέδια 6.1 καί 7.1).

Ἡ λεκάνη τοῦ Κάτω ροῦ από Κινέττας μέχρι φράγματος BOOT ἀποτελεῖται ἀφ' ἑνός από τίς λεκάνες τῶν συμβαλλόντων από τά δεξιὰ τοῦ ποταμοῦ, χειμάρρων Πλατανιᾶ καί Ἀγίου Βλάση ἐκτάσεως καί μικρῶν ρευμάτων Χαιρωνείας ἐκτάσεως  $26,25 \text{ χμ}^2$  καί ἀφ' ἑτέρου από τίς μικρολεκάνες τῶν συμβαλλόντων από τά ἀριστερά του, Καράμουζας καί Ἀκοντίου, ἐκτάσεως  $35,25 \text{ χμ}^2$ , ἥτοι συνολικά από  $302 \text{ χμ}^2$  (ἴδε σχέδιο 3.1).

Ἡ χαμηλή λεκάνη τοῦ διευθετημένου πεδινοῦ τμήματος εἶναι οὐσιαστικά ἡ ἄμεση λεκάνη ἀπορροῆς τῆς λίμνης Κωπαΐδας καί ἀποτελεῖται από τόν παλαιό καθρέπτη τῆς λίμνης κατ' ἀρχήν τήν κάτω τῆς ἰσοῦψους  $+100 \mu$ . πεδιάδα ἐκτάσεως  $206 \text{ χμ}^2$  τίς ἀριστερᾶ τοῦ ποταμοῦ καί βόρεια τῆς λίμνης προσβάσεως τοῦ χλωμοῦ καί τοῦ Πτώου ὅρους, ἐκτάσεως  $303 \text{ χμ}^2$  πού ἐτροφοδοτοῦσαν τήν λίμνη καί τόν Μέλανα ποταμό, καί από τά δεξιὰ τοῦ ποταμοῦ τό νότιο τμήμα τῆς λεκάνης ἐκτάσεως  $328 \text{ χμ}^2$

τό όποιο είναι καί τό πλέον πλούσιο σέ βροχές καί πλημμυρικές παροχές καί περιλαμβάνει τούς χειμάρρους Έρκυνα λεκάνης  $98 \text{ χμ}^2$  Πόντζα  $74 \text{ χμ}^2$  καί Λόφι  $84 \text{ χμ}^2$  καθώς καί λοιπές έκτάσεις μέ μικρολεκάνες,  $72 \text{ χμ}^2$ .

Τό όλικό μήκος τοῦ φυσικοῦ ρεύματος ανέρχεται σέ  $78,2 \text{ χμ}$ . από τό φρ. BOOT καί ανάντη μέχρι τό έσχατο άκρο τοῦ υδροκρίτη στό βορειοδυτικό άκρο τής λεκάνης καί τοῦ διευθετημένου (άπό τήν σήραγγα Καρδίτσας μέχρι τό φράγμα BOOT σέ  $36,63 \text{ χμ}$ . πού διακρίνονται σέ:

2,75 χμ. τής Συγκεντρωτικῆς Διώρυγας

10,40 χμ. τής Διώρυγας Τέλματος

23,48 χμ. τής Μεγάλης Διώρυγας μέχρι τό φράγμα BOOT.

Συνολικό δηλαδή μήκος τοῦ ύδαταγωγού είναι  $114,8 \text{ χμ}$ .

Στόν ακόλουθο πίνακα δίνονται οί έκτάσεις τής λεκάνης άπορροῆς σέ κάθε χιλιομετρική άπόσταση.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.1  
Χαρακτηριστικά λεκάνης καί ύπολεκανών Κηφισοῦ

| Ύπολε-<br>κάνη   | Θέση   | E ( $\text{χμ}^2$ ) | Hμ      |
|------------------|--------|---------------------|---------|
| άρχή             | 78,2   | 0                   | + 2.150 |
| S <sub>1</sub>   | 41,6   | 444                 | + 830   |
| S <sub>2</sub>   | 17,6   | 871                 | + 642   |
| S <sub>3</sub>   | 00,0   | 1.173               | + 609   |
| S <sub>4</sub>   | 36,8   | 2.010               | + 473   |
| S <sub>1-2</sub> | (24,0) | 427                 | + 448   |
| S <sub>2-3</sub> | (17,6) | 302                 | + 500   |
| S <sub>3-4</sub> | (36,8) | 837                 | + 290   |
| ΣL =             | 115,0  | 2.010               | + 473   |

Πολύ αναλυτικώτερα στοιχεία γιά τίς λεκάνες τών μεμονωμένων συμβαλλόντων τοῦ Κηφισοῦ έχουν δοθεῖ στό Είσαγωγικό Μέρος, σελ. 26-30 γιά τόν χ. Πόντζα, σελ. 144 έως 153 γιά τούς χειμάρρους Πλατανιά καί Αγίου Βλάση, σελίς 202 έως 218 γιά τίς ανάντη τοῦ φράγματος BOOT λεκάνες, σελ. 273 έως 276 γιά τίς λεκάνες Φελορέματος - Λευκοχωρίου καί 299 έως 303 περιοχῆς Κινέττας.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.1

Λεκάνη 'Απορροής στο ωράγιο 'Αμφίκλειας

| H (μ)     | 'Επάνω του<br>'Υψομέτρου<br>H <sub>i</sub> (χλμ <sup>2</sup> ) | ΔΕ <sub>i</sub> | $\frac{H_i + H_{i+1}}{2} \cdot \Delta E_i$ |
|-----------|----------------------------------------------------------------|-----------------|--------------------------------------------|
| 2.340     | 0,00                                                           | 0,25            | 580,00                                     |
| 2.300     | 0,25                                                           | 2,13            | 4.792,50                                   |
| 2.200     | 2,38                                                           | 2,87            | 6.170,50                                   |
| 2.100     | 5,25                                                           | 3,41            | 6.990,50                                   |
| 2.000     | 8,66                                                           | 3,84            | 7.488,00                                   |
| 1.900     | 12,50                                                          | 4,76            | 8.806,00                                   |
| 1.800     | 17,26                                                          | 5,59            | 9.782,50                                   |
| 1.700     | 22,85                                                          | 8,15            | 13.447,50                                  |
| 1.600     | 31,00                                                          | 7,76            | 12.028,00                                  |
| 1.500     | 38,76                                                          | 21,54           | 31.233,00                                  |
| 1.400     | 60,30                                                          | 13,45           | 18.157,50                                  |
| 1.300     | 73,75                                                          | 22,25           | 27.812,50                                  |
| 1.200     | 96,00                                                          | 32,00           | 36.800,00                                  |
| 1.100     | 128,00                                                         | 11,55           | 12.127,50                                  |
| 1.000     | 139,55                                                         | 27,08           | 25.726,00                                  |
| 900       | 166,63                                                         | 31,15           | 26.477,50                                  |
| 800       | 197,78                                                         | 33,35           | 25.012,50                                  |
| 700       | 231,13                                                         | 36,75           | 23.887,50                                  |
| 600       | 267,88                                                         | 33,12           | 18.216,00                                  |
| 500       | 301,00                                                         | 46,51           | 20.929,50                                  |
| 400       | 347,51                                                         | 71,99           | 25.196,50                                  |
| 300       | 419,50                                                         | 19,50           | 5.655,00                                   |
| 280       | 439,00                                                         | 5,38            | 1.345,00                                   |
| 220       | 444,38                                                         |                 |                                            |
| 'Αθροισμα |                                                                | 444,38          | 368.661,50                                 |

$$H_{\mu} = \frac{\sum \left( \frac{H_i + H_{i+1}}{2} \cdot \Delta E_i \right)}{\sum \Delta E_i} = \frac{368.661,50}{444,38} = 830\mu.$$

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.2  
Υπολεκάνη Μοδίου

| $H_i$    | Ένδειξη | Ε άνω του<br>Υψομέτρου $H_i$ | $\Delta E_i$ | $\frac{H_i + H_{i+1}}{2} \Delta E$ |
|----------|---------|------------------------------|--------------|------------------------------------|
| 850      | 0,0     | 0,00                         |              |                                    |
| 800      | 4,0     | 1,00                         | 1,00         | 825,0                              |
| 700      | 15,0    | 3,75                         | 2,75         | 2.062,5                            |
| 600      | 32,0    | 8,00                         | 4,25         | 2.762,5                            |
| 500      | 54,0    | 13,50                        | 5,50         | 3.025,0                            |
| 400      | 82,0    | 20,50                        | 7,00         | 3.150,0                            |
| 300      | 118,0   | 29,50                        | 9,00         | 3.150,0                            |
| 200      | 181,0   | 45,25                        | 15,75        | 3.937,5                            |
| 120      | 230,0   | 57,50                        | 12,25        | 1.960,0                            |
| Άθροισμα |         |                              | 57,50        | 2.0872,5                           |

$$H_{\mu} = \frac{2.0872,5}{57,50} = 363\mu.$$

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.3  
Υπολεκάνη Άνω Τιθορέας

| $H_i$ μ  | Ένδειξη | Έ άνω του<br>Ύψομέτρου $H_i$ | $\Delta E_i$ | $\frac{H_i + H_{i+1}}{2} \Delta E_i$ |
|----------|---------|------------------------------|--------------|--------------------------------------|
| 2320     | 0,00    | 0,00                         | 0,05         | 115,75                               |
| 2300     | 0,20    | 0,05                         | 0,95         | 2137,50                              |
| 2200     | 4,00    | 1,00                         | 2,50         | 5375,00                              |
| 2100     | 14,00   | 3,50                         | 2,00         | 4100,00                              |
| 2000     | 22,00   | 5,50                         | 2,75         | 5362,50                              |
| 1900     | 33,00   | 8,25                         | 4,00         | 7400,00                              |
| 1800     | 49,00   | 12,25                        | 3,25         | 5687,50                              |
| 1700     | 62,00   | 15,50                        | 2,50         | 4125,00                              |
| 1600     | 72,00   | 18,00                        | 4,00         | 6200,00                              |
| 1500     | 88,00   | 22,00                        | 2,63         | 3813,50                              |
| 1400     | 98,50   | 24,63                        | 2,75         | 3712,50                              |
| 1300     | 109,50  | 27,38                        | 2,87         | 3587,50                              |
| 1200     | 121,00  | 30,25                        | 3,63         | 4174,50                              |
| 1100     | 135,50  | 33,88                        | 3,87         | 4063,50                              |
| 1000     | 151,00  | 37,75                        | 3,88         | 3686,00                              |
| 900      | 166,50  | 41,63                        | 3,25         | 2762,50                              |
| 800      | 179,50  | 44,88                        | 3,37         | 2527,50                              |
| 700      | 193,00  | 48,25                        | 4,25         | 2762,50                              |
| 600      | 210,00  | 52,50                        | 6,75         | 3712,50                              |
| 500      | 237,00  | 59,25                        | 9,50         | 4275,00                              |
| 400      | 275,00  | 68,75                        | 17,50        | 6125,00                              |
| 300      | 345,00  | 86,25                        | 30,75        | 7687,50                              |
| 200      | 468,00  | 117,00                       | 31,00        | 4960,00                              |
| 120      | 592,00  | 148,00                       |              |                                      |
| Άθροισμα |         |                              | 148,00       | 98353,25                             |

$$H_{\mu} = \frac{98353,25}{148,00} = 665 \mu.$$

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.4  
Λεκάνη από ωράγιο Αμοικλείας μέχρι Κάτω Τιθορέας

| $H_i$    | Ένδειξη | Ε άνω του<br>Υψομέτρου $H_i$ | $\Delta E_i$ | $\frac{H_i + H_{i+1}}{2} \Delta E_i$ |
|----------|---------|------------------------------|--------------|--------------------------------------|
| 2320     | 0,0     | 0,00                         |              |                                      |
| 2300     | 0,2     | 0,05                         | 0,05         | 115,75                               |
| 2200     | 4,0     | 1,00                         | 0,95         | 2137,50                              |
| 2100     | 14,0    | 3,50                         | 2,50         | 5375,00                              |
| 2000     | 22,0    | 5,50                         | 2,00         | 4100,00                              |
| 1900     | 33,0    | 8,25                         | 2,75         | 5362,50                              |
| 1800     | 49,0    | 12,25                        | 4,00         | 7400,00                              |
| 1700     | 62,0    | 15,50                        | 3,25         | 5687,50                              |
| 1600     | 72,0    | 18,00                        | 2,50         | 4125,00                              |
| 1500     | 88,0    | 22,00                        | 4,00         | 6200,00                              |
| 1400     | 98,5    | 24,63                        | 2,63         | 3813,50                              |
| 1300     | 109,5   | 27,38                        | 2,75         | 3712,50                              |
| 1200     | 121,0   | 30,25                        | 2,87         | 3587,50                              |
| 1100     | 135,5   | 33,88                        | 3,63         | 4174,50                              |
| 1000     | 151,0   | 37,75                        | 3,87         | 4063,50                              |
| 900      | 166,5   | 41,43                        | 3,88         | 3686,00                              |
| 800      | 183,5   | 45,88                        | 4,25         | 3612,50                              |
| 700      | 208,0   | 52,00                        | 6,12         | 4590,00                              |
| 600      | 242,0   | 60,50                        | 8,50         | 5525,00                              |
| 500      | 291,0   | 72,75                        | 12,25        | 6737,50                              |
| 400      | 357,0   | 89,25                        | 16,50        | 7425,00                              |
| 300      | 463,0   | 115,75                       | 26,50        | 9275,00                              |
| 200      | 649,0   | 162,25                       | 46,50        | 11625,00                             |
| 120      | 822,0   | 205,50                       | 43,25        | 6920,00                              |
| Άθροισμα |         |                              | 205,50       | 119250,75                            |

$$H_{\mu} = \frac{119250,75}{205,50} = 580 \mu.$$

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.5

Ένιαία Δεκάνη άπορροής χειμάρρου Μπογδαναίου

| $H_i \mu$ | Έ άνω του<br>Ύψομέτρου $H_i$ | $\Delta E_i$ | $\frac{H_i + H_{i+1}}{2} \Delta E_i$ |
|-----------|------------------------------|--------------|--------------------------------------|
| 900       | 0,00                         |              |                                      |
| 800       | 2,70                         | 2,70         | 2295,00                              |
| 700       | 4,90                         | 2,20         | 1650,00                              |
| 600       | 7,43                         | 2,53         | 1644,50                              |
| 500       | 16,30                        | 8,87         | 4878,50                              |
| 400       | 33,13                        | 16,83        | 7573,50                              |
| 300       | 63,28                        | 30,15        | 10552,50                             |
| 200       | 92,02                        | 28,74        | 7185,00                              |
| 120       | 116,30                       | 24,28        | 3884,80                              |
| Άθροισμα  |                              | 116,30       | 39663,80                             |

$$H_{\mu} = \frac{39663,80}{116,30} = 341$$

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.6

Δεκάνες άπορροής Φολορρέματος, Λευκοχωρίου, Κινέτας  
καί χειμάρρου Μπογδαναίου

| $H_i \mu$ | Έ άνω του<br>Ύψομέτρου $H_i$ | $\Delta E_i$ | $\frac{H_i + H_{i+1}}{2} \Delta E_i$ |
|-----------|------------------------------|--------------|--------------------------------------|
| 900       | 0,00                         |              |                                      |
| 800       | 3,82                         | 3,82         | 3247,0                               |
| 700       | 7,35                         | 3,53         | 2647,5                               |
| 600       | 19,93                        | 12,58        | 8177,0                               |
| 500       | 37,20                        | 17,27        | 9498,5                               |
| 400       | 63,76                        | 26,56        | 11952,0                              |
| 300       | 85,51                        | 21,75        | 7612,5                               |
| 200       | 150,15                       | 64,64        | 16160,0                              |
| 120       | 221,68                       | 71,53        | 11444,8                              |
| Άθροισμα  |                              | 221,68       | 72124,10                             |

$$H_{\mu} = \frac{72124,10}{221,68} = 325 \mu.$$

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.7

Ολόκληρη Λεκάνη απορροής ανάντη γέφυρας Άνθοχωρίου

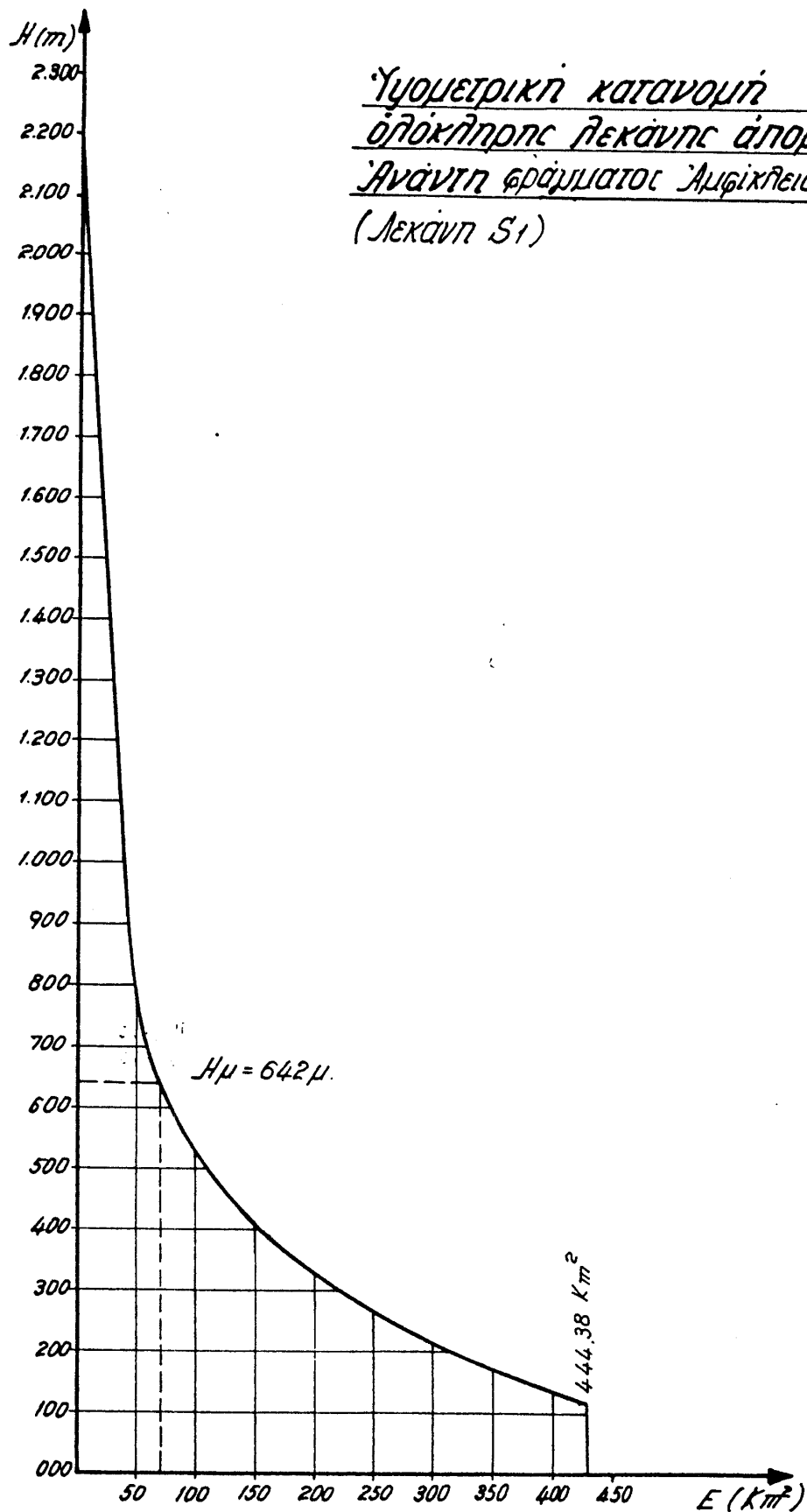
| $H_i (\mu)$ | Ε άνω του<br>Ύψομέτρου $H_i$ | Λεκάνη<br>Αμφίκλειας | Λοιπές<br>Λεκάνες | $\Delta E_i$ | $\frac{H_i + H_{i+1}}{2} \Delta E_i$ |
|-------------|------------------------------|----------------------|-------------------|--------------|--------------------------------------|
| 2320        | 0,00                         | 0,00                 | 0,00              | 0,30         | 694,5                                |
| 2300        | 0,05                         | 0,25                 | 0,30              | 3,08         | 6930,0                               |
| 2200        | 1,00                         | 2,38                 | 3,38              | 5,37         | 11545,5                              |
| 2100        | 3,50                         | 5,25                 | 8,75              | 5,41         | 11090,5                              |
| 2000        | 5,50                         | 8,66                 | 14,16             | 6,59         | 12850,5                              |
| 1900        | 8,25                         | 12,50                | 20,75             | 8,76         | 16206,0                              |
| 1800        | 12,25                        | 17,26                | 29,51             | 8,84         | 15470,0                              |
| 1700        | 15,50                        | 22,85                | 38,35             | 10,65        | 17572,5                              |
| 1600        | 18,00                        | 31,00                | 49,00             | 11,76        | 18228,0                              |
| 1500        | 22,00                        | 38,76                | 60,76             | 24,17        | 35046,5                              |
| 1400        | 24,63                        | 60,30                | 84,93             | 16,20        | 21870,0                              |
| 1300        | 27,38                        | 73,75                | 101,13            | 25,12        | 31400,0                              |
| 1200        | 30,25                        | 96,00                | 126,25            | 35,63        | 40974,5                              |
| 1100        | 33,88                        | 128,00               | 161,88            | 15,42        | 16191,0                              |
| 1000        | 37,75                        | 139,55               | 177,30            | 30,96        | 29412,0                              |
| 900         | 41,63                        | 166,63               | 208,26            | 34,22        | 29087,0                              |
| 800         | 48,70                        | 193,78               | 242,48            | 48,00        | 36000,0                              |
| 700         | 59,35                        | 231,13               | 290,48            | 57,83        | 37589,5                              |
| 600         | 80,43                        | 267,88               | 348,31            | 62,64        | 34452,0                              |
| 500         | 109,95                       | 301,00               | 410,95            | 89,57        | 40306,5                              |
| 400         | 153,01                       | 347,51               | 500,52            | 140,24       | 49084,0                              |
| 300         | 221,26                       | 419,50               | 640,76            | 116,02       | 29005,0                              |
| 200         | 312,40                       | 444,38               | 756,78            | 114,78       | 18364,8                              |
| 120         | 427,18                       | -                    | 871,56            | -            | -                                    |
| Σύνολο      |                              |                      |                   | 871,56       | 559370,3                             |

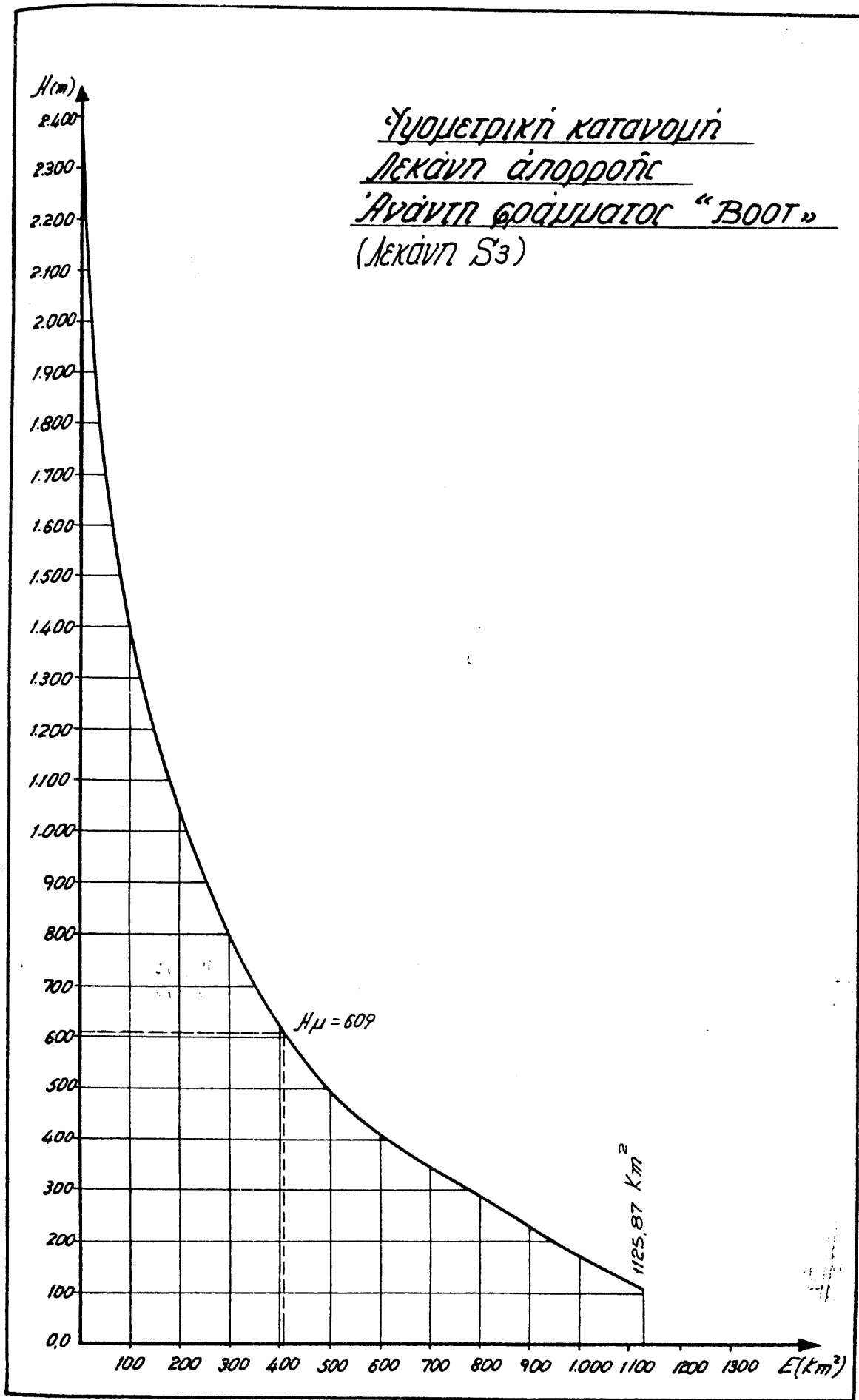
$$H_{\mu} = \frac{559370,3}{871,56} = 642 \mu.$$

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.8  
Δεκάνη απορροής ανάντη του φράγματος ΒΟΟΤ

| $H_i$ (μ) | Ε άνω του<br>Υψομέτρου $H_i$ | $\Delta E_i$ | $\frac{H_i + H_{i+1}}{2} \Delta E_i$ |
|-----------|------------------------------|--------------|--------------------------------------|
| 2320      | 0,00                         | 0,30         | 694,50                               |
| 2300      | 0,30                         | 3,21         | 7222,50                              |
| 2200      | 3,51                         | 5,87         | 12620,50                             |
| 2100      | 9,38                         | 5,91         | 12115,50                             |
| 2000      | 15,29                        | 7,34         | 14313,00                             |
| 1900      | 22,63                        | 10,26        | 18981,00                             |
| 1800      | 32,89                        | 11,71        | 20492,50                             |
| 1700      | 44,60                        | 12,45        | 20542,50                             |
| 1600      | 57,05                        | 13,71        | 21250,50                             |
| 1500      | 70,76                        | 26,92        | 39034,00                             |
| 1400      | 97,68                        | 19,08        | 25758,00                             |
| 1300      | 116,76                       | 29,49        | 36862,50                             |
| 1200      | 146,25                       | 41,14        | 47311,00                             |
| 1100      | 187,39                       | 22,79        | 23929,50                             |
| 1000      | 210,18                       | 37,59        | 35710,50                             |
| 900       | 247,77                       | 44,10        | 37485,00                             |
| 800       | 291,87                       | 56,24        | 42180,00                             |
| 700       | 348,11                       | 68,58        | 44577,00                             |
| 600       | 416,69                       | 78,51        | 43180,50                             |
| 500       | 495,20                       | 116,83       | 52573,50                             |
| 400       | 612,03                       | 173,37       | 60679,50                             |
| 300       | 785,40                       | 159,64       | 39910,00                             |
| 200       | 945,04                       | 160,83       | 25723,80                             |
| 120       | 1105,87                      | 20,00        | 2250,00                              |
| 105       | 1125,87                      |              |                                      |
| Σύνολο    |                              | 1125,87      | 685406,30                            |

$$H_{\mu} = \frac{685406,30}{1125,87} = 609 \mu.$$





## 2.2 Φυτοκάλυψη λεκάνης

Ἡ δασοκάλυψη τῆς λεκάνης εἶναι ἀραιή, λόγω πυρκαϊῶν ἢ ὑλοτομίας ἢ ἀποψιλώσεων γιὰ τή δημιουργία ἀγρῶν καί λιβαδιῶν, μέ ἀποτέλεσμα τήν ἀπόπλυση τοῦ ἑδαφικοῦ στρώματος καί τήν ἀπογύμνωση τοῦ βραχώδους σκελετοῦ ἀπό τήν εὐεργετική ἐπένδυσή του, τήν κατάκλυση τῶν πεδινῶν ἐκτάσεων καί τήν μεταφορά στερεοπαροχῆς.

- Στή λεκάνη τοῦ ἄνω ροῦ ὑπάρχουν μερικά δάση ἐλάτης στό τμήμα τῆς Γκιώνας. Ἐλάτη μέ πεύκη ὑπάρχει ἐπίσης στίς νότιες κλιτύες τοῦ Καλλιδρόμου, τό ἴδιο δέ παρατηρεῖται καί στό μικρό τμήμα, τίς ἀνατολικές πλαγιές, τοῦ Παρνασσοῦ. Τό ποσοστό δασοκαλύψεως τῆς λεκάνης τοῦ ἄνω ροῦ δέν ξεπερνάει τό 12% καί μάλιστα μέ μέση πυκνότητα δάσους 60%.

- Στή λεκάνη τοῦ μέσου ροῦ ἡ δασοκάλυψη εἶναι ἀκόμη πιό ἀραιή. Τό μέν Βόρειο τμήμα, οἱ πλαγιές δηλαδή τοῦ Καλλιδρόμου, εἶναι ἀποψιλωμένο μέ ἕνα ποσοστόν δάσους περί τό 5%, ἀπό ἀειθαλῆ πλατύφυλλα, ἐνῶ οἱ ΒΑ κλιτύες τοῦ Παρνασσοῦ ἔχουν περισσότερα δάση ἐλάτης καί ἀειθαλῶν πλατυφύλλων σέ ποσοστό 15%. Τό ὅλικό ποσοστό δάσους εἶναι περίπου 10% καί αὐτό μέ πυκνότητα 50 ἕως 60%.

- Ἡ λεκάνη τοῦ κάτω ροῦ παρουσιάζει ἀκόμη πιό μικρή δασοκάλυψη καί αὐτό ὄχι μόνον λόγω τῆς ἀραιῆς βλαστήσεως τῶν ἀνατολικῶν κλιτύων τοῦ Παρνασσοῦ καί τοῦ Ἑλικῶνα ἀλλά καί λόγω τοῦ ὅτι τό μέγιστο ποσοστό τῆς λεκάνης εἶναι οἱ πεδινές καί καλλιεργήσιμες ἐκτάσεις. Ἔτσι τό ποσοστό μέσης δασοκαλύψεως 8%, μέ μέση πυκνότητα 40% μπορεῖ νά θεωρηθεῖ ἐφάμιλλο τοῦ ποσοστοῦ τῶν ὑψηλοτέρων τμημάτων τῆς λεκάνης.

### 3. ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΚΑΙ ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ ΒΟΙΩΤΙΚΟΥ ΚΗΦΙΣΟΥ

#### 3.1. Γεωλογική δομή της περιοχής

##### 3.1.1 Γενικότητες

Τά ιζήματα δύο γεωτεκτονικών ζωνών, όπου ή μία, της 'Ανατ. 'Ελλάδος, είναι έπωθημένη επί της άλλης, της Παρνασσού - Γκιώνας, συμμετέχουν στη γεωλογική δομή της λεκάνης απορροής του Βοιωτικού Κηφισού ποταμού. Χαρακτηριστικό γνώρισμα της ζώνης 'Ανατολικής 'Ελλάδος είναι ή παρουσία του συμπλέγματος όφιολίθων - ραδιολαριτών καί από την ασύμφωνο απόθεση των ιζημάτων του 'Ανω Κρητιδικού. 'Η ζώνη Παρνασσού - Γκιώνας πού καταλαμβάνει ολόκληρο τό δυτικό τμήμα της λεκάνης χαρακτηρίζεται από την άπουσία μαγματικών πετρωμάτων, την καρστικοποίηση των άνθρακικών ιζημάτων καί τή βωξιτογένεση.

##### 3.1.2 Στρωματογραφική διάρθρωση

###### - Ζώνη Παρνασσού - Γκιώνας

Τό τριαδικό άντιπροσωπεύεται από λευκούς, τεφρούς έως σκοτεινότεφρους κρυσταλλικούς δολομίτες. 'Η ύφή των είναι λεπτοταινιακή πού όφείλεται στην έναλλαγή λεπτών στρώσεων άσβεστολιθικού καί δολομιτικού ύλικού. Έμφανίζεται νότια της Τιθορέας.

Κατά τό ίουρασικό αποτέθηκαν άσβεστόλιθοι συνήθως σκοτεινού χρώματος, βιτουμενιοϋχοι καί ωολιθικοί. 'Η μετάβαση προς τούς ύποκείμενους τριαδικούς δολομίτες είναι βαθμιαία καί πραγματοποιείται μέ δολομιτικές έναλλαγές. Έπάνω στους άσβεστολίθους αυτούς έχουν αποτεθεί οί βωξίτες του κατωτέρου όρίζοντα. Οί άνώτεροι άσβεστολιθικοί όρίζοντες είναι παχυστρωματώδεις στιφοί, σκοτεινού χρώματος επί των οποίων επικάθηνται οί βωξίτες του μεσαίου όρίζοντα. Οί άσβεστόλιθοι των δύο αύτών όριζόντων (άπαιτούνται στίς περιοχές Πύργου, 'Ανθοχωρίου, Μαυρονερίου, Μαυρομματίου κλπ., όπως καί στους πυρήνες μερικών άντικλίνων στά φύλλα Λεβαδειάς καί τό Λιβανίτες τό κρητιδικό άντιπροσωπεύεται μέσο στρωματώδεις έως λεπτοστρωματώδεις άσβεστολίθους πού χαρακτηρίζονται σάν "ένδιάμεσοι άσβεστόλιθοι" έπειδή παρεμβάλλονται μεταξύ δύο βωξιτοφόρων όριζόντων. Στά άνώτερα στρώματα του κρητιδικού έμφανίζονται ρουδιστοφόροι άσβεστόλιθοι πού είναι συνήθως μικροκρυσταλλικοί τεφροί έως μαύροι καί αποτελούν τήν όροφή του άνώτερου βωξιτοφόρου όρίζοντα. Όσο προχωρούμε σέ άνωτέρους όρίζοντες οί άσβεστόλιθοι έμφανίζονται λεπτοστρωματώδεις είναι στιφοί λευκόφαιοι έως έρυθροπράσινοι. Οί άσβεστόλιθοι του κρητιδικού άπαντούν Ν.Α της Λι-

λαίας και στίς περιοχές Διστόμου, Κερατοβουνίου, Σιρμινίτσας κλπ.

Τέλος τό παλαιογενές αντιπροσωπεύεται από τή διάπλαση τοῦ φλύσχη. Στή βάση τοῦ σχηματισμοῦ αὐτοῦ ἀναπτύσσεται μία Ἐρυθροβυσινόχρωμη ἀσβεστομαργαϊκή σειρά, πού δέν ἔχει τά τυπικά γνωρίσματα τοῦ φλύσχου καί ἀκολουθεῖ ὁ ψαμμιτοκλιτικός φλύσξης πού στά ἀνώτερα στρώματα ὑπάρχουν παρεμβολές κροκαλοπαγῶν στρωμάτων ἀρκετοῦ πάχους, ὀλισθοστρωματικῆς προελεύσεως.

#### - Ζῶνες Ἀν. Ἑλλάδος

Τό τριαδικό ἀντιπροσωπεύεται ἀπό ἐρυθρωπούς ἀσβεστολίθους πού παρουσιάζονται ὑπό μορφή τεμαχῶν.

Τό Ἰουρασικό ἀντιπροσωπεύεται ἀπό ἱζηματα μεταβάσεως πρὸς τή ζώνη Παρνασσοῦ - Γκιώνας πού εἶναι κυρίως σχιστοκερατόλιθοι στοὺς ὁποίους παρεμβάλλονται ἀσβεστόλιθοι. Κατά τήν περίοδο αὐτή λαμβάνουν χώρα ὀφιολιθικές ἐκχύσεις πού προέρχονται ἀπὸ τή διαφοροποίηση ἑνὸς βασικοῦ μάγματος. Στά ἀνώτερα στρώματα ἀναπτύσσονται ραδιολαρίτες πού στρωματογραφικῶς ἐπικεῖνται τῶν ὀφιολίθων. Στό κρητιδικό ἀναπτύσσονται ραδιολαριτικά στρώματα ἐπὶ τῶν ὁποίων ἔχουν ἀποτεθεῖ ἀσύμφωνα κροκαλολατυποπαγεῖς ὀρίζοντες ἀπὸ ραδιολαριτικές καί ὀφιολιθικές συνήθως κροκάλες. Τά ἀνώτερα στρώματα τοῦ κρητιδικοῦ ἀποτελοῦνται ἀπὸ ἀσβεστολίθους μέ παρεμβολές ραδιολαριτῶν καί πρασινοπετρωμάτων. Ἡ ἱζηματογένεση τῆς ζώνης αὐτῆς κλείνει μέ τήν ἐμφάνιση τοῦ φλύσχη.

- Τό τριτογενές ἀντιπροσωπεύεται ἀπὸ μάργες, μαργαϊκοὺς ἀσβεστολίθους, ψαμμίτες, κροκαλοπαγῇ κλπ.

Οἱ σχηματισμοὶ αὐτοὶ καλύπτουν ἀσυμφώνως τοὺς τριαδικούς ἀσβεστολίθους στό Νεοχώριο, τοὺς Ἰουρασικούς στό Μαυρομμάτι καί τοὺς κρητιδικούς στό Λεοντάρι. Ἀπὸ ἀπόψεως δομῆς οἱ σχηματισμοὶ αὐτοὶ ἀντικατοπτρίζουν τίς βαθεῖς ἀπὸ Β.Δ πρὸς Ν.Α κινήσεις ἀντίκλινο Βαῖων σύγκλινο λεκάνης Λιβανάτες.

- Τέλος ἓνα σημαντικό τμήμα τῆς λεκάνης ἀπορροῆς καταλαμβάνουν οἱ σχηματισμοὶ τοῦ τεταρτογενοῦς πού εἶναι:

Λατυποπαγεῖς ἀποθέσεις δυτικά τοῦ Κερατοβουνίου, ἐρυθρὲς ἀργίλου, ποτάμιες προσχώσεις καί πολυάριθμοι κῆνοι ἀποθέσεως.

#### 3.1.3 Τεκτονική

Τό σπουδαιότερο τεκτονικὸ γνῶρισμα εἶναι ἡ ἐπώθηση τῶν ἱζημάτων

Ἀνατ. Ἑλλάδος (ἀσβεστόλιθοι - σχιστοκερατόλιθοι) πάνω στό φλύσχη

της ζώνης Παρνασσού - Γκιώνας. Η έπώθηση αυτή είναι έμφανής σε πολλά σημεία της λεκάνης του Βοιωτικού Κηφισσοῦ. Έτσι έπώθηση ρουδιστοφόρων άσβεστολίθων επί του φλύσχου έμφανίζεται στην άνατ. πλευρά της λεκάνης στην περιοχή του Άκραιφνίου. Επίσης έπαφή της έπώθησης παρατηρείται άνατ. της διώρυγας της Καρδίτσας πλησίον της Μονής "Πελαγία". Στα έπωθημένα ιζήματα κατατάσσονται και οι όρεινές μάζες του Κερατοβουνίου και Άκοντίου.

Κατά τούς Τάταρη και Κούνη τά έφιππευτικά γεγονότα στην περιοχή Άκραιφνίου - Μονής Πελαγίας εξέλισσονται από Ν - Β ένω στίς περιοχές Κοκκινόβραχο, Άγ. Σώστη, Άγ. Έλεούσα, κλπ. από Α - Δ.

Έκτός της τεκτονικής τών έπωθήσεων, σημαντικό ρόλο στο σχηματισμό της τάφρου της Κωπαΐδας και της λεκάνης γενικά του Βοιωτικού Κηφισσοῦ έπαιξε ή επίδραση της ρηματογόνου τεκτονικής.

Η τεκτονική αυτή χαρακτηρίζεται από δύο συστήματα ρηγμάτων δ/νσεων ΔΒΔ - ΑΝΑ και ΑΒΑ - ΔΝΔ.

Στό πρώτο σύστημα τών ρηγμάτων αντιστοιχούν οι μεταπτώσεις στο "Άκόντιο" "Κερατοβούνι" και τά ρήγματα κατά μήκος της διαδρομής Θουρίου - Χαιρώνειας.

Στό δεύτερο σύστημα τών ρηγμάτων αντιστοιχεί ή μεγάλη μετάπτωση νότια του όρους "Πτώον" και τά βυθίσματα στην Τοπόλια και Λεβαδειάς - Πετρομαγούλα.

Τά μεγάλα ρήγματα και οι μεταπτώσεις της περιοχής άρχισαν κατά τό Πλειόκαινο άφοῦ τά βυθίσματα που έχουν δημιουργηθεῖ έχουν γεμίσει με πλειοκαινικά ιζήματα. Σε μεταπλειοκαινικά ρήγματα και μεταπτώσεις αποδίδεται και ο σχηματισμός της λίμνης Κωπαΐδας.

Κατά τό PHILIPPSON ή λεκάνη της Κωπαΐδας κατά την περίοδο του πλειοκαίνου ήτο τμήμα μιᾶς λίμνης που έξετείνετο προς δυσμάς μέχρι τή Λειβαδειά και προς νότο μέχρι τών Θηβών. Ένα νεώτερο σύστημα διαρρήξεων περιορίζει τήν παραπάνω λίμνη κατά τό τεταρτογενές.

Τό δυτικό τμήμα της λεκάνης του Βοιωτικού Κηφισσοῦ χαρακτηρίζεται από τήν τεκτονική της ζώνης Παρνασσού - Γκιώνας όπου έχουμε έπικράτηση τών μεταπτώσεων Δ/νσεων Β-Ν και Α-Δ. Έξαιτίας τών μεταπτώσεων αυτών είναι και ή άνώμαλη τεκτονική έπαφή που παρατηρείται μεταξύ άσβεστολίθων κρωτιδικού και Ίουρασικοῦ.

### 3.2 Ύδρογεωλογία

#### 3.2.1 Γενική Περιγραφή

Η λεκάνη απορροής του Βοιωτικού Κηφισού, ανάντη της λίμνης Υλίκης, έχει επιφάνεια  $2010 \text{ χμ}^2$  και μέσο υψόμετρο 456 μ., με φυσικό αποδέκτη των άπαρρεόντων και στραγγιζομένων νερών την λίμνη Υλίκης.

Ο ποταμός Βοιωτικός Κηφισός χωρίζεται σε τρία τμήματα: στον άνω ροή με έκταση  $450 \text{ χμ}^2$  και μέσο υψόμετρο 790μ., στο μέσο ροή με έκταση  $440 \text{ χμ}^2$  και μέσο υψόμετρο 463μ. και στον κάτω ροή με έκταση  $1120 \text{ χμ}^2$  και μέσο υψόμετρο 320μ. Οι αντίστοιχες προς τα τρία τμήματα της λεκάνης πεδινές εκτάσεις είναι: 80.000 στρ. του άνω ροή που ανήκουν στα χωριά Γραβιά, Λιλαία, Πολύδροσον, 100.000 στρ. μέσου ροή, των χωρίων Ελάτειας, Τιθορέας, Άνθοχωρίου (Κινέττας) και 289.000 στρ. καθαρής άρδεύσιμης γεωργικής γής στον κάτω ροή εκ των οποίων τα 182.500 στρ. είναι της Κωπαΐδας και τα 106.500 στρ. τα έξωκωπαϊδικά.

#### 3.2.2 Ύδρολογία - Βροχομετρία

Η λεκάνη Βοιωτικού Κηφισού δέχεται κάθε χρόνο ένα μέσο όγκο ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων  $1.484 \text{ εκατομ. μ}^3$  (μέσο ύψος 748,5 χλστ) που για κάθε τμήμα αυτής είναι:

- |    |       |                 |              |              |                |
|----|-------|-----------------|--------------|--------------|----------------|
| α) | 420   | εκατομ. $\mu^3$ | όγκον βροχής | (960,9 χλστ) | στον άνω ροή.  |
| β) | 298   | "               | "            | (699,4 χλστ) | στον μέσο ροή. |
| γ) | 766   | "               | "            | (684,3 χλστ) | στον κάτω ροή. |
|    | 1.484 |                 |              |              |                |

Εκ των  $1.484 \text{ εκατομ. μ}^3$ , μέσου ετήσιου όγκου βροχής, τα 443 εκατομ.  $\mu^3$  απορρέουν μέσω της συλλεκτηρίου διώρυγας Καρδίτσης προς την Υλίκη (συντελεστής απορροής 29,8%), με ελάχιστη παρατηρηθεΐσα απορροή 323 εκατομ. τό 1953 και μεγίστη 620 εκατομ.  $\mu^3$  τό 1968.

Εντός της λεκάνης του Βοιωτικού Κηφισού υπάρχουν πολλές πηγαίες αναβλύσεις μέσου συνολικού ετήσιου όγκου απορροής 283 εκατ.  $\mu^3$ , που προέρχονται κυρίως από υπερπλήρωση των υπόγειων καρστικών λεκανών στις περιοχές Λιλαίας, Αγ. Ελεούσης, Όρχομενών, Πολυγύρας Μαυρο- νερίου Λεβαδείας και λοιπών μικροπηγών και που αποτελούν τους κύριους υδατικούς πόρους για την αντιμετώπιση των ύδρευτικών και άρδευ- τικών αναγκών της περιοχής (θερινή παροχή κρίσιμου μήνα  $4,5 \mu^3 / \delta \lambda$ ).

στον άνω και μέσο ροϋ αποδέκτης τών όμβρίων και πηγαίων νερών είναι ή κοίτη τοϋ ποταμοϋ Βοιωτικοϋ Κηφισοϋ, ένω στον κάτω ροϋ ή συλλογή τών νερών γίνεται έκτός από τό Βοιωτικό Κηφισό και τό ποταμό Μέλανα και από πλήθος πρωτευσουσών και δευτερευσουσών τάφρων πού ήδη χρησιμοποιούνται για τήν άρδευση Κωπαΐδος, τέλος ή άπαγωγή όλων τών νερών της λεκάνης στην 'Υλίκη γίνεται μέ τήν νέα σήραγγα Καρδίτσας, μεγάλης παροχετευτικής ικανότητας (άνω τών  $480 \mu^3/\delta\lambda$ ).

Τό ύψος της έτήσιας έξάτμισης έχει εύρεθεϊ σύμφωνα μέ τή μέθοδο τοϋ Thornthwaite κατά μέσο όρον 580 χλστ. πλήν τών άρδευομένων πεδινών περιοχών όπου ή έξάτμιση είναι μεγαλύτερη λόγω τών άρδεύσεων.

Ίδιαίτερα στίς άρδευόμενες περιοχές της Κωπαΐδας ή έξάτμιση πλησιάζει τήν δυναμική έξατμισοδιαπνοή (Potentiel evapotranspiration) πού είναι για τά άρδευόμενα έδάφη 930 χλστ. Έάν όμως προστεθεϊ και ή επί πλέον της δυναμικής έξάτμισης ποσότητα νεροϋ πού έξατμίζεται στίς πολυπληθείς τάφρους πού κρατούνται συνεχώς γεμάτες μέ νερό τό καλοκαίρι, για άρδευτικούς σκοπούς, ή συνολική έξάτμιση στην Κωπαΐδα υπερβαίνει τή δυναμική κατά 100-120 χλστ. και διαμορφώνεται στο ύψος τών 1030-1050 χλστ. έτησίως. Η μεγάλη αύτή έξάτμιση πού συντελεΐται στη Κωπαΐδα, έκτός από τό ότι ύγραίνει υπέρμετρα τήν άτμόσφαιρα, αποτελεϊ ανασταλτικό παράγοντα ανάπτυξης τών άρδεύσεων στην περιοχή.

Και πράγματι αν κατασκευαστεϊ ένα σωστό άρδευτικό στραγγιστικό δίκτυο στη περιοχή Κωπαΐδας, θα ήταν δυνατόν νά άρδευθεϊ διπλάσια έκταση μέ τό ίδιο νερό πού χρησιμοποιεΐται σήμερα.

Η έξάτμιση στους άσβεστολίθους της λεκάνης τοϋ Βοιωτικοϋ Κηφισοϋ είναι περίπου 25% τών πιπτουσών βροχών, ήτοι περίπου 210 χλστ. και τοϋτο λόγω τοϋ μεγάλου βαθμοϋ κατείσδυσης, πού φθάνει τό 80% της βροχής. Τό ύδατικό ίσοζύγιο της λεκάνης τοϋ Βοιωτικοϋ Κηφισοϋ σύμφωνα μέ ύπολογισμούς επί τών υπάρχόντων στοιχείων και Μελετών διαμορφώνεται όπως κατωτέρω:

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.1

Όγκος σε  $10^6 \mu^3$

| Είσορές $\mu^3 \times 10^6$          | Έκροές $\mu^3 \times 10^6$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|--------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ατμοσφαιρικά<br>κατακρημνήσματα 1484 | <p>1. Έξατμιση</p> <p>α) από ασβεστόλιθους <math>850 \text{ χμ}^2 \times 0,21 = 178,5</math></p> <p>β) από μη άρδευόμενες<br/>επιφάνειες <math>754 \text{ " } \times 0,580 = 437</math></p> <p>γ) από Κωπαΐδα <math>180 \text{ " } \times 1,05 = 189</math></p> <p>δ) από ήμιαρδευόμενες<br/>έξωκωπαϊδικές έκτ. <math>200 \text{ " } \times 0,720 = 144</math></p> <p>ε) από ύδρευση και<br/>βιομηχανίες <math>= 20</math></p> <p>2. Επιφανειακή απορροή<br/>στην Ύλίκη <math>= 443</math></p> <p>3. Υπόγειες διαφυγές σε<br/>άλλες λεκάνες ή θάλασσα <math>= 72,5</math></p> |
| 1484                                 | 1.484                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

Η στράγγιση των υπόγειων νερών γίνεται με τη κοίτη του ποταμού Βοιωτικού Κηφισού και των παρακλάδων αυτού.

Οι καρστικοί υδροφόροι σχηματισμοί έκφορτίζονται υπό μορφή πηγών ή τυφλών έκροων σε ρυάκια ή ποταμούς συνεχούς ή διαλλείπουσας ροής και ακόμη σε έφαπτόμενους προσχωσιγενείς ή κροκαλοπαγείς σχηματισμούς και έν συνεχεία μέσω της κοίτης του Βοιωτικού Κηφισού στην Ύλίκη με τη διώρυγα Καρδίτσας.

Οι καρστικοί υδροφόροι σχηματισμοί τροφοδοτούν ή τροφοδοτούνται από τούς προσχωσιγενείς σχηματισμούς έφ' όσον έχουνε υψηλότερη ή χαμηλότερη πιεζομετρία σε σχέση με εκείνη των δευτέρων σχηματισμών.

Τά ίδια καρστικά υδροφόρα τροφοδοτούνται εκτός από τη βροχή και από υπόγειες απορροές της ανάντη αυτών λεκάνης και κυρίως από υπόγειες εισροές νερού προερχόμενες από κατεισδύσεις όμβρίων νερών στον υπόγειο αποθεματικό χώρο του όρεινου συγκροτήματος Παρνασσού. Τοῦτο βεβαιώνει την ανάγκη της διερεύνησης των υπογείων υδατικών αποθεμάτων στον εφύπερο χώρο της υδρογεωλογικής λεκάνης προκειμένου νά βγάλουμε σωστά συμπεράσματα για τό διαθέσιμο υδατικό δυναμικό και τίς δυνατότητες ανάπτυξής του, σε μία συγκεκριμένη ζώνη, όπως αυτή των πηγών Χαρίτων, Μέλανος, Πολυγύρας και Μαυρονερίου.

Ἡ κίνηση τοῦ νεροῦ πρὸς τοὺς φυσικοὺς ἀποδέκτες γίνεται γρήγορα στὸν ἄνω καὶ μέσο ροῦ, ἐνῶ ἀντίθετα στὸν κάτω ροῦ γίνεται πολὺ ἀργά με ἀποτέλεσμα νὰ πλημμυρίζουν συχνά τὰ ἐδάφη τοῦ Κωπαΐδικοῦ πεδίου. Σ' αὐτό συντελεῖ ἐκτός ἀπὸ τίς μικρές κλίσεις τῶν τάφρων καὶ τῆς κοίτης τοῦ ποταμοῦ στὴν περιοχή Κωπαΐδος, καὶ ὁ τύπος τῶν ἐδαφῶν της πού κρατοῦν περισσότερο νερό, λόγω τῆς ὑψηλῆς ὑδατοχωρητικότητάς των, καὶ τὸ ἀποδίδουν με βραδύ ρυθμὸ στίς παρακείμενες τάφρους, καθὼς καὶ ἡ ὑπαρξη πληθώρας τάφρων καὶ πολλῶν ὑδατοφρακτῶν κατὰ μῆκος τῶν τάφρων καὶ διωρύγων πού τοὺς ἔχουν βάλει γιὰ ἀρδευτικοὺς σκοποὺς.

### 3.2.3 Τὸ σύστημα ἀποστράγγισης τῆς λεκάνης

Ἡ ἀποστράγγιση τῆς λεκάνης εἶναι συνδεδεμένη με α) τὴν ἀνάπτυξη τῶν διαθεσίμων ὑδατικῶν πόρων τῆς περιοχῆς, β) τὰ ἔργα ἀξιοποίησης τοῦ ὑδατικοῦ δυναμικοῦ καὶ (γ) τὸ σύστημα τῆς Ὑλίκης, πού περιληπτικά περιγράφεται κατωτέρω:

- Γιὰ τὴν κάλυψη τῶν ὑδρευτικῶν καὶ ἀρδευτικῶν ἀναγκῶν τῆς περιοχῆς ἄνω, μέσου καὶ κάτω ροῦ τοῦ Βοιωτικοῦ Κηφισοῦ, εἶναι ἀνάγκη νὰ ἀναπτυχθοῦν οἱ ἤδη διαθέσιμοι ὑδατικοὶ πόροι πού σήμερα εἶναι ἀνεπαρκεῖς.

Ἡ ἀνάπτυξη αὐτὴ μπορεῖ νὰ γίνῃ στὴν περιοχή τοῦ ἄνω ροῦ καὶ κυρίως στὴν περιοχή Χαιρώνειας, Μαυρονερίου, Ἀκοντίου καὶ Πολυγύρας, με τὴν ἐκμετάλλευση τῶν ὑπογείων ὑδροφόρων ἀποθεμάτων με γεωτρήσεις, σὲ βαθμὸ τέτοιο πού νὰ ἀντλοῦνται συνολικά ὑπερδιπλάσιες ποσότητες νεροῦ ἀπὸ τὴν τωρινὴ παροχὴ τῶν πηγῶν στὸν μῆνα τῆς αἰχμῆς τῶν ἀρδευτικῶν ἀναγκῶν.

Στὴν ἀνωτέρω περίπτωσι παίρνουμε κατ' οὐσίαν νερό ἀπὸ τὴν ἀποστράγγιση καὶ τὸ δίνουμε στὴν ἐξάτμιση μέσω τῶν ἀρδεύσεων καὶ ὑδρεύσεων.

- Τὰ ἔργα ἀξιοποίησης τοῦ ὑδατικοῦ δυναμικοῦ (ἀρδευτικά-στραγγιστικά, ὑδρευτικά) θὰ ἐλαττώσουν τίς ἀπώλειες σὲ νερό, θὰ αὐξήσουν τίς ἀρδευόμενες ἐκτάσεις καὶ ἔτσι θὰ ἐλαττώσουν καὶ τίς στραγγιζόμενες, κατὰ τὴ διάρκεια τοῦ θέρους, ποσότητες πρὸς τὴν Ὑλίκη. Ἀπεναντίας τὰ ἀντιπλημμυρικά - ἀποστραγγιστικά ἔργα θὰ αὐξήσουν τίς ἀπορρέουσες ποσότητες νεροῦ πρὸς τὴν Ὑλίκη κατὰ τὴ διάρκεια τῆς χειμερινῆς περιόδου. Οἱ ἀπορροές αὐτές θὰ εἶναι ἀκόμη μεγαλύτερες ἂν δέν γίνουν ἔργα ἀνάπτυξης ὑπογείων ὑδάτων.

Ἡ λίμνη Ὑλίκης εἶναι ἕνας ὑδάτινος ταμιευτήρας πού ἐξυπηρετεῖ τίς ὑδρευτικές ἀνάγκες τῆς Πρωτεύουσας (ταμιευτήρας ἀσφαλείας), μέρος ἀρδευτικῶν ἀναγκῶν τῆς Κωπαΐδος καί μικροὑδρευτικές ἀνάγκες τῆς πλησίον τῆς περιοχῆς.

Ἡ λίμνη τροφοδοτεῖται μέ 443 ἑκατομ.  $\mu^3$  ἀπό τή λεκάνη Βοιωτικοῦ Κηφισοῦ, πλήν ὅμως ὑφίσταται μεγάλες ἀπώλειες, κυρίως λόγω ὑπόγειας ἔκροῆς πρὸς τὴν Παραλίμνη καί κατὰ δεύτερο λόγο ἀπὸ βαθειά διείσδυση τοῦ νεροῦ καί ἔκροῆς του πρὸς τὴν θάλασσα. Οἱ ἀπώλειες αὐτές φθάνουν κατὰ μέσον ὄρο στά 100 ἑκατομ.  $\mu^3$  νεροῦ ἐτησίως καί λαμβανομένων ὑπόψη τῶν ξηρῶν ἐτῶν, κατὰ τὰ ὁποῖα οἱ εἰσροές ἐλαττοῦνται σημαντικά, ἡ διαθέσιμη ποσότητα ἀπὸ τὴν Ὑλίκη, μετὰ τίς ἀπώλειες φθάνει σὲ ὄριο τῶν 220 ἑκατομ.  $\mu^3$  καί ἡ ὁποία θεωρεῖται ὀριακὴ ποσότητα ἀσφαλείας ὑδρευσης πρωτευούσας, μὴ δυνάμενη νὰ χρησιμοποιηθεῖ γιὰ ἄλλον σκοπό.

Ἐάν κατασκευαστοῦν ἀντιπλημμυρικά καί ἀποστραγγιστικά ἔργα, οἱ εἰσροές πρὸς τὴν Ὑλίκη, ὅπως ἐλέχθη, θὰ αὐξηθοῦν κατὰ τὴ διάρκεια τῆς βροχερῆς περιόδου πού συμπίπτει νὰ εἶναι ἐκτός τῆς ἀρδευτικῆς. Ἡ αὐξηση αὐτὴ θὰ προέλθει κυρίως ἀπὸ τίς ἀπορρέουσες ποσότητες στὴν περιοχή τοῦ ἄνω ροῦ καί μέσου ροῦ.

Στὴν περιοχή τοῦ κάτω ροῦ, μετὰ τὴν ὁλοκλήρωση τῆς κατασκευῆς τῶν γεωτρήσεων, στὴν ἀρχὴ τῆς βροχερῆς περιόδου θὰ ἔχουμε μιά ἀνάσχεση τῶν ἐπιφανειακῶν ἀπορροῶν λόγω ἐπαναπληρώσεως τῶν ἀντληθέντων ὑπόγειων ὑδροφόρων στρωμάτων καί πολὺ σύντομα, μετὰ τὴν ἐπαναπλήρωσή των, θὰ ἔχουμε σημαντικές ἐπιφανειακές ἀπορροές πού θὰ προέρχονται ἀπὸ ἀναβλύσεις πηγῶν καί τυφλές ἐκφορτίσεις τῶν ὑδροφόρων ἀποθεμάτων. Ἡ σύντομη αὐτὴ ἐπαναπλήρωση τῶν ὑπόγειων ὑδροφόρων ἀποθεμάτων θὰ πραγματοποιηθεῖ γιὰ τὸν λόγο ὅτι τὰ ὑδροφόρα αὐτὰ τροφοδοτοῦνται ὑπογείως ἀπὸ ὑπόγειους ὑδροφόρους ἀποθεματικούς χώρους τοῦ ὀρεινοῦ συγκροτήματος Παρνασσοῦ.

Ἐτσι ἡ μείωση τῶν εἰσροῶν πρὸς Ὑλίκη, πού θὰ γίνεῖ μέ τὰ ἔργα τῶν γεωτρήσεων, θὰ ἀντισταθμισθεῖ μέ τίς αὐξημένες ἐπιφανειακές ἀπορροές πρὸς Ὑλίκη πού θὰ προέλθουν μετὰ τὴν κατασκευὴ ἀντιπλημμυρικῶν ἀποστραγγιστικῶν ἔργων μέ τὰ ὁποῖα θὰ ἐλαττωθεῖ ἡ ἐξάτμιση ἀπὸ ἐλεύθερες λιμνάζουσες (σήμερα) ἐπιφάνειες νεροῦ στὴν Κωπαΐδα.

Γενικά ὑπολογίζεται ὅτι μέ τὴν κατασκευὴ τῶν ἀντιπλημμυρικῶν, ἀρδευτικῶν, ἀποστραγγιστικῶν ἔργων, ἡ ἐξάτμιση εἶναι δυνατόν νὰ ἐλαττωθεῖ κατὰ 100 ἑκατομ.  $\mu^3$  τὸ ἐλάχιστον, ἀπὸ τὰ ὁποῖα τὰ 70% θὰ διατεθοῦν γιὰ ἐπέκταση τῶν ἀρδεύσεων καί τὰ 30% ὡς αὐξηση τῶν ἀποθεμάτων Ὑλίκης.

Τήν περίπτωση τῆς μελέτης μας σ'αυτό τό στάδιο ἐνδιαφέρει ἡ ἐπιφάνεια τήν ὁποία κατέχουν αὐτοί οἱ γεωλογικοί σχηματισμοί.

Στόν ἀκόλουθο πίνακα δίνουμε τίς ἐπιφάνειες αὐτές τίς ὁποῖες προκύπτει ὅτι οἱ ἀσβεστόλιθοι πάσης φύσεως (σειρές 4,5,9,10,12,καί 13) καλύπτουν  $480,1\chi\mu^2$  ἤτοι τό 42,6% ἐνῶ ἂν περιληφθοῦν καί οἱ δολομιῖτες γίνονται 44,4%. Τά τεταρτογενῆ καλύπτουν μέ  $384,7\chi\mu^2$  τό 34,2%, ἀπό τά ὁποῖα στό ὑπόβαθρο βαθειά ὑπάρχουν πάλι ἀσβεστόλιθοι.

Οἱ φλύσχεις οἱ καθαρῶς ἀδιαπέρατοι σχηματισμοί, μόλις φθάνουν τά  $138,9\chi\mu^2$  ἤτοι τό 12,3% τῆς ὅλης λεκάνης.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.2  
Ἐπιφάνειες Γεωλογικῶν σχηματισμῶν

| α/α      | Ὄνομασία<br>Συμβολισμός                | Λεκάνη μέχρι<br>Ἀνθοχωρίου |       | Λεκάνη μέχρι<br>Ρουκράκη ΒΟΟΤ |       |
|----------|----------------------------------------|----------------------------|-------|-------------------------------|-------|
|          |                                        | $\chi\mu^2$                | %     | $\chi\mu^2$                   | %     |
| 1        | Ὀλόκαινον-Πλειστό-<br>καινον           | 318,2                      | 36,5  | 384,7                         | 34,17 |
| 2        | Πλειόκαινον-μειό-<br>καινον            | 48,6                       | 5,6   | 48,6                          | 4,32  |
| 3        | Φλύσχης Παρνασσῶ-<br>Γκιώνας           | 72,0                       | 8,4   | 138,9                         | 12,33 |
| 4        | Κρητιδικοί ἀσβεστ.<br>Παρνασσῶ-Γκιώνας | 127,8                      | 14,7  | 131,2                         | 11,65 |
| 5        | Κρητιδικοί ἀσβεστ.<br>ἐπικλύσεως       | 3,7                        | 0,4   | 3,7                           | 0,33  |
| 6        | Σχιστοκερατόλιθοι                      | 7,4                        | 0,8   | 9,1                           | 0,81  |
| 7        | " ἀργιλινοί                            | 36,6                       | 4,2   | 36,6                          | 3,25  |
| 8        | Περιδοτῖτες                            | 7,9                        | 0,9   | 8,4                           | 0,75  |
| 9        | Ἰουραστικοί ἀσβεστ.<br>Παρνασσῶ        | 126,7                      | 14,5  | 150,2                         | 13,34 |
| 10       | Ἰουραστικοί ἀσβεστ.<br>Ἀν. Ἑλλάδος     | 84,1                       | 9,6   | 84,1                          | 7,47  |
| 11       | Δολομιτικοί ἀσβεστ.<br>ἄνω τριάδ.      | 19,5                       | 2,2   | 19,5                          | 1,73  |
| 12       | Ἀνθρακικά ἀδιαίρετα<br>τριάδικά        | 19,1                       | 2,2   | 107,5                         | 9,55  |
| 13       | Λοιπά ἀνθρακικά πετρ.                  | -                          | -     | 3,4                           | 0,30  |
| Ἀθροισμα |                                        | 871,6                      | 100,0 | 1.125,9                       | 100,0 |

#### 4. ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΑ - ΒΡΟΧΟΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

##### 4.1 Μετεωρολογικοί Σταθμοί

Στή λεκάνη του Βοιωτικού Κηφισού έχουν λειτουργήσει 15 μετεωρολογικοί ή απλοϊ βροχομετρικοί σταθμοί. Η πυκνότητα του ενός σταθμού ανά  $135 \text{ χμ}^2$  είναι μικρή. Στόν χάρτη πού έδώσαμε (σχ. 2.1) φαίνεται ή κατανομή τών σταθμών αύτών.

Γιά σύγκριση αναφέρουμε ότι στην 'Ιταλία υπάρχει ένα βροχόμετρο ανά  $80 \text{ χμ}^2$ , στην Γαλλία ανά  $130 \text{ χμ}^2$ , στην 'Αγγλία ανά  $40 \text{ χμ}^2$ . 'Ο Fletcher σέ μιά έργασία του (A relation between Maximum observed point and areal rainfall value, Tr. Am. Ge. Un., 1950, σελ. 344-348) έχει εύρει τό τυπικό σφάλμα (σέ μιά λεκάνη  $20.000 \text{ χμ}^2$ ) 6% γιά ένα βροχόμετρο ανά  $518 \text{ χμ}^2$  καί 18% γιά ένα βροχόμετρο ανά  $2.590 \text{ χμ}^2$ .

Γιά έπιστημονική έρευνα στην λεκάνη του Montreux ο Lutschy έτοποθέτησε 60 βροχόμετρα σέ μιά έκταση  $14 \text{ χμ}^2$ , ενώ στό Massif Central της Γαλλίας γιά νά μελετήσουν τή σχέση βροχής - άπορροής έτοποθέτησαν 32 βροχόμετρα (έξ ών 8 βροχογράφοι) σέ έκταση  $2000 \text{ χμ}^2$  (πυκνότητα 1 ανά  $63 \text{ χμ}^2$ ).

Σημασία όμως στην πυκνότητα του δικτύου, έχει ή μορφολογία της λεκάνης. Σέ πεδινές λεκάνες οι άποστάσεις τών βροχομετρικών σταθμών μπορεί νά είναι μεγάλες, σέ περιοχές όμως μέ έντονο ανάγλυφο ή πυκνότητα του δικτύου πρέπει νά είναι μεγάλη. 'Ιδιαίτερα εάν πρόκειται νά υπολογισθούν βάσει τών βροχών οι άπορροές, ή τοποθέτηση τών όργάνων πρέπει νά γίνει σέ όμοιογενείς όρεογραφικά περιοχές καί όχι σέ κώνναβο γεωμετρικά όριζόμενο μέ κριτήριο τήν ίσαπόσταση. Μέ τόν τρόπο αύτόν έπιτυγχάνονται χρήσιμες πληροφορίες πάνω στή δίαιτα καί τή γενική μορφή τών υετογραφημάτων τών βροχών καί τών διαφόρων καταιγίδων στά διάφορα σημεία της λεκάνης, ανάλογα μέ τόν τύπο τών άτμοσφαιρικών διαταραχών πού τίς προκαλούν. Βέβαια στην τοποθέτηση τών όργάνων σημαντικό ρόλο έπαιζε καί ή ύπαρξη κατοικημένων τόπων γιά νά υπάρχει παρατηρητής καί, φυσικά, ή οίκονομία.

Σήμερα ο παράγων κατοικημένης περιοχής περιορίζεται μέ τά αύτογραφικά όργανα τά έφωδιασμένα μέ συστήματα τηλεμετάδοσης. Αύτά τά χρησιμώτατα όργανα δέν έχουν έγκατασταθεί ακόμη στή χώρα μας, αλλά θά τά περιγράψωμε καί θά τά προτείνωμε γιά τήν περιοχή της μελέτης μας. Η σοβαρή δαπάνη τους έπιβάλλει τή χρήση τους μέ φειδώ, σέ κρίσιμες περιοχές (κορυφές βουνών δυσπρόσιτων κλπ).

οι σταθμοί τῶν ὁποίων χρησιμοποιοῦμε τὰ στοιχεῖα εἶναι οἱ ἀκόλουθοι οἱ ὁποῖοι δίνονται καί στό διάγραμμα μέ τὰ χρόνια λειτουργίας της.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1  
Μετεωρολογικοί - Βροχομετρικοί Σταθμοί

| α/α | Βροχομετρικοί<br>Σταθμοί | Μηνιαία<br>Υψη βροχῆς | Μέγιστα<br>24/48ωρα |
|-----|--------------------------|-----------------------|---------------------|
| 1   | Καλοσκοπή                | 19-85                 | 24ωρα               |
| 2   | Καστέλλιο                | 72-85                 | 24/48               |
| 3   | Γραβιά                   | 55-85                 |                     |
| 4   | Ἄνω Μπράλλος             | 70-85                 | 24/48               |
| 5   | Λιλαία                   | 70-85                 | 24/48               |
| 6   | Ἐπτάλοφος                | 70-85                 | 24/48               |
| 7   | Ἄνω Σουβάλα              | 34-41 ἢ<br>64-69      |                     |
| 8   | Δρυμαία                  | 63-85                 | 24/48               |
| 9   | Κάτω Τιθορέα             | 63-85                 | 24/48               |
| 10  | Δαύλεια                  | 63/85                 | 24/48               |
| 11  | Ἐλάτεια                  | 63/85                 | 24/48               |
| 12  | Λειβαδιά                 | 54/85                 |                     |
| 13  | Ἀγία Τριάδα              | 63-85                 | 24/48               |
| 14  | Παῦλος                   | 63-85                 | 24/48               |
| 15  | Ἀλιάρτος                 | 65-83                 |                     |
| 16  | Ἄνω Ἀγόριανη             | 20-21<br>24-42        |                     |

Ἀπό προηγούμενο διάγραμμα φαίνεται ὅτι κοινά ἔτη παρατηρήσεων 30 χρόνων ὑπάρχουν μόνον σέ τρεῖς σταθμούς, Γραβιάς, Λειβαδιάς καί Ἀλιάρτου οἱ ὁποῖοι ἔχουν καί μιά κανονική κατανομή στό χῶρο.

Ἐπειτα, παρατηρήσεις 23 χρόνων ἔχουν δέκα σταθμοί, ἐνῶ 14 σταθμοί ἔχουν κοινές παρατηρήσεις 13 ἐτῶν (τῶν τελευταίων). Ἐξ ἄλλου ὁ σταθμός Ἄνω Σουβάλας εἶχε λειτουργήσει καί προπολεμικά ἐπὶ 7 ἔτη (1934-1941, ὅταν εἶχε ἀρχίσει συζήτηση γιά χρησιμοποίηση τῶν πηγῶν τῆς Σουβάλας πρὸς ὕδρευση τῆς Ἀθήνας) καί ὁ σταθμός Ἄνω Ἀγόριανης μέ λειτουργία ἀπὸ 1920 - 21 καί 1924 ἕως 1942.

Ἐκτοτε ἔπαψε ἡ λειτουργία τοῦ σταθμοῦ αὐτοῦ μολονότι θά ἦταν χρήσιμα τὰ στοιχεῖα του.

[illegible]

## 4.2 Θερμοκρασίες

Στήν λεκάνη έχουν λειτουργήσει σταθμοί με λήψη θερμοκρασιών στοιχείων μόνον στήν 'Αλίαρτο, σε ύψ. +105μ. ΝΔ άκρο της λεκάνης και στο Καστέλλι στο ΒΑ άκρο, σε ύψ. +426μ.

Λεπτομερειακά στοιχεία για τις θερμοκρασίες τους δίνονται στους πίνακες Ι.1 έως Ι.6 του Τεύχους Πινάκων.

Οι μέσες ετήσιες θερμοκρασίες των δύο σταθμών είναι οι εξής:

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.2  
Μέσες ετήσιες θερμοκρασίες (Κ)

| ΕΤΟΣ | 'Αλίαρτος Καστέλλι |      | ΔΤ  | ΕΤΟΣ | 'Αλίαρτος Καστέλλι |      | ΔΤ  |
|------|--------------------|------|-----|------|--------------------|------|-----|
| 1965 | 18,8               | -    | -   | 1975 | 15,5               | 13,5 | 2,0 |
| 1966 | 17,7               | -    | -   | 1976 | 16,1               | 11,9 | 4,2 |
| 1967 | 16,5               | -    | -   | 1977 | 17,5               | 13,3 | 4,2 |
| 1968 | 17,0               | -    | -   | 1978 | 16,7               | 13,9 | 2,8 |
| 1969 | 17,2               | -    | -   | 1979 | 16,9               | 12,2 | 4,7 |
| 1970 | 17,2               | -    | -   | 1980 | 16,4               | 11,7 | 4,7 |
| 1971 | 16,3               | -    | -   | 1981 | 16,9               | 12,6 | 4,3 |
| 1972 | 16,5               | -    | -   | 1982 | 16,9               | 12,5 | 4,3 |
| 1973 | 16,6               | 13,8 | 2,8 | 1983 | -                  | 12,3 | -   |
| 1974 | 16,4               | 13,8 | 2,6 | M.O  | 16,8               | 13,6 | 3,2 |

Η διαφορά των δύο παρατηρήσεων κυμαίνεται μεταξύ ελάχιστου 2,0° Κελσίου και 4,7°Κ, που σημαίνει υψοθερμικό συντελεστή (μέσον έτήσιο) κυμαινόμενο μεταξύ 0,625 και 1,47°Κ ανά 100μ. ύψους, με μέσον όρο (έτήσιο) 1,0°Κ ανά 100μ. ύψους.

Οι μηνιαίες θερμοκρασίες, (μέσες) των αντιστοίχων έτών που έχουν κοινές παρατηρήσεις δίνονται στον πίνακα που ακολουθεί:

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3

Μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες 'Αλιάρτου καί Καστελλίου  
καί ύποθερμικοί συντελεστές

| Μην.  | Ι    | Φ    | Μ    | Α    | Μ    | Ι    | Ι    | Α    | Σ    | Ο    | Ν    | Δ    |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 'Αλ.  | 6,5  | 8,3  | 10,9 | 14,9 | 20,3 | 23,5 | 27,2 | 25,6 | 22,3 | 17,5 | 11,9 | 9,1  |
| Καστ. | 4,3  | 5,2  | 7,3  | 10,6 | 15,7 | 20,2 | 22,2 | 20,9 | 17,9 | 13,6 | 9,0  | 6,3  |
| ΔΤ    | 2,2  | 3,1  | 3,6  | 4,3  | 4,6  | 3,3  | 5,0  | 4,7  | 4,4  | 3,9  | 2,9  | 2,8  |
| Κ     | 0,69 | 0,97 | 1,13 | 1,34 | 1,44 | 1,03 | 1,56 | 1,46 | 1,38 | 1,22 | 0,91 | 0,88 |

Μέ τούς συντελεστές αυτούς θά ἐργασθοῦμε ὅταν προκύψει ἀνάγκη καθορισμοῦ τῶν θερμοκρασιῶν στά ὑψόμετρα τῶν Ταμιευτήρων πού ἐνδέχεται νά μελετήσωμε.

#### 4.3 Ὑγρασίες

Διαθέτομε ὑγρασίες μόνον 10 ἐτῶν.

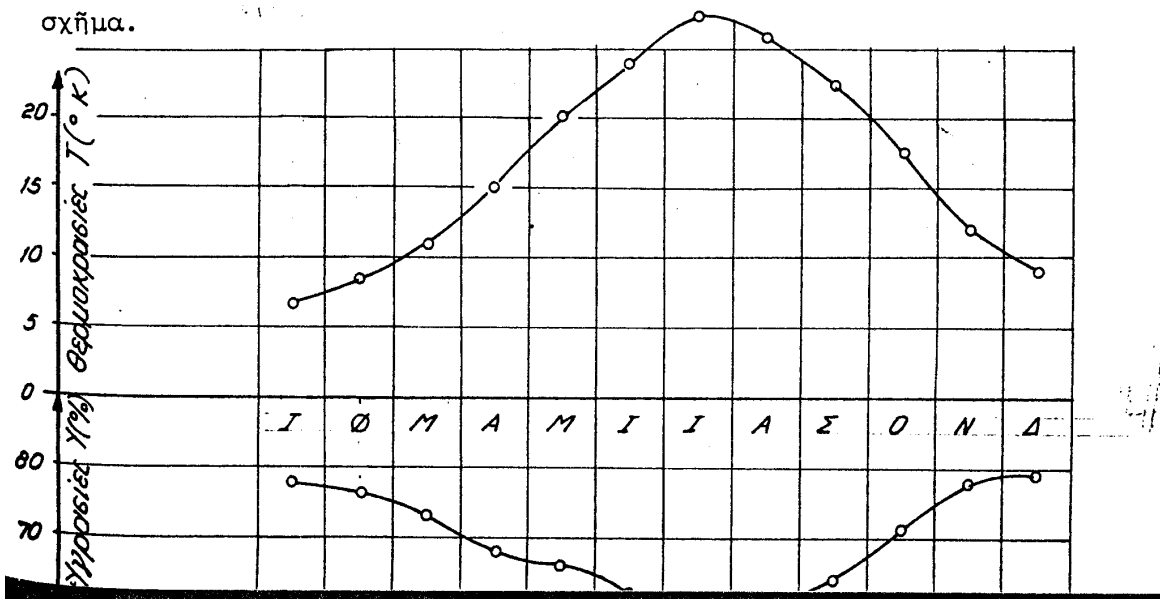
Οἱ μέσοι ὅροι τους δίνονται στὸν πίνακα πού ἀκολουθεῖ:

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.4

Μέσες μηνιαίες ὑγρασίες 'Αλιάρτου

| Ι  | Φ  | Μ  | Α  | Μ  | Ι  | Ι  | Α  | Σ  | Ο  | Ν  | Δ  |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 78 | 76 | 73 | 68 | 66 | 62 | 59 | 61 | 64 | 71 | 78 | 79 |

Ἡ πορεία τῆς σέ' σχέσης μέ τίς θερμοκρασίες δίνονται στό ἀκόλουθο σχῆμα.



#### 4.4 Βροχοπτώσεις

##### 4.4.1 Έτήσιες βροχές

Στους πίνακες του σχετικού τεύχους δίνονται αναλυτικά οι βροχοπτώσεις όλων των σταθμών. Έδω παραθέτομε τά συγκεντρωτικά έτήσια ύψη βροχής των διαφόρων ομάδων σταθμών πού έχουν κοινές περιόδους παρατηρήσεων.

Ο σταθμός της Αλιάρτου μέ την μακρότερη περίοδο λειτουργίας έμφανίζει για την περίοδο 1906-1907 έως 1952-53 ένα σοβαρό εύρος μεταβολής του ύψους βροχής, πού κυμαίνεται μεταξύ ελαχίστου 361 χστ. (1907-08) καί μεγίστου 1151 (1918-19), μέ μέσο έτήσιο 711,5 χστ. πού κατά περιόδους διαμορφώνεται ως εξής:

1907-08 έως 1924-25: Μέσον 716 χστ. Έλάχ. 361 χστ. Μέγ. 1.151χστ.  
1925-26 έως 1946-47: Μέσον 711 χστ. Έλάχ. 409 χστ. Μέγ. 1.078χστ.  
1947-48 έως 1953-54: Μέσον 702 χστ. Έλάχ. 556 χστ. Μέγ. 866χστ.

Από του 1954-55 μέχρι 1963-64 τά έτήσια ύψη βροχής των σταθμών Αλιάρτου, Λειβαδιᾶς καί Γραβιᾶς δίνονται στόν ακόλουθο πίνακα:

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.5  
Έτήσια ύψη βροχής

| Υδρολ. Έτος | Γραβιά | Λειβαδιά | Αλιάρτος |
|-------------|--------|----------|----------|
| 1954-55     | (890)  | (787)    | 716      |
| 1955-56     | 1.418  | 1.000    | 907      |
| 1956-57     | 781    | 487      | 411      |
| 1957-58     | 1.223  | 874      | 601      |
| 1958-59     | 1.126  | 753      | (669)    |
| 1959-60     | 1.020  | 780      | (701)    |
| 1960-61     | 882    | 839      | (710)    |
| 1961-62     | 666    | 561      | 583      |
| 1962-63     | 1.504  | 1.140    | 958      |
| 1963-64     | 1.077  | 788      | 670      |
| Άθροισμα    | 10.587 | 8.009    | 6.910    |
| Μ. Όροι     | 1.059  | 801      | 691      |

Από τη σύγκριση του μακροχρονίου ύψους βροχής της Αλιάρτου προς τό της δεκαετίας (711,5 χστ. έναντι 691 χστ) προκύπτει προσέγγιση σημαντική (97%).

#### Σταθμοί 20ετούς λειτουργίας

Από τόν πίνακα τών σταθμών πού έλειτουργήσαν, δέκα σταθμοί έχουν συνεχεῖς παρατηρήσεις από τό 1963-64 μέχρι σήμερα.

Στόν παρακάτω πίνακα δίνουμε τά αποτελέσματα τών μετρήσεων σ'αυτούς.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.6

Ετήσια ύψη βροχής σταθμών 20ετούς λειτουργίας

| Υδρολ.<br>έτος | Καλο-<br>σιοπή | Γραβιά   | Δου-<br>μαία | Κάτω<br>Τιθο-<br>ρέα | Δαύλεια  | Ελά-<br>τεια | Λειβα-<br>διά | Αγία<br>Τριάδα | Παῦλος | Αλιάρ-<br>τος |
|----------------|----------------|----------|--------------|----------------------|----------|--------------|---------------|----------------|--------|---------------|
| 1              | 2              | 3        | 4            | 5                    | 6        | 7            | 8             | 9              | 10     | 11            |
| 1963-64        | 1.148          | 1.077    | 735          | 880                  | 1.141    | (444)        | 788           | 1.214          | 512    | 670           |
| 1964-65        | 731            | 817      | 682          | 575                  | 653      | 460          | 573           | 769            | 467    | 632           |
| 1965-66        | 1.589          | 820      | 620          | 469                  | 897      | 382          | 648           | 611            | 355    | 507           |
| 1966-67        | 835            | 780      | 601          | 610                  | -        | 453          | 708           | (580)          | 494    | 581           |
| 1967-68        | 1.397          | 849      | 741          | 681                  | 1.026    | 593          | 926           | 1.030          | 641    | 674           |
| 1968-69        | 1.187          | 1.058    | 1030         | 792                  | 1.093    | 739          | 909           | 1.198          | 760    | 776           |
| 1969-70        | 1.225          | 857      | 673          | 656                  | 761      | 554          | 798           | 828            | 403    | 551           |
| 1970-71        | 1.651          | 1.024    | 785          | 665                  | 1.028    | 534          | 961           | 917            | 429    | 551           |
| 1971-72        | 1.348          | 976      | 809          | 959                  | 1.045    | 749          | 911           | 1.091          | 629    | 755           |
| 1972-73        | 1.084          | 812      | 752          | 528                  | 802      | 457          | 584           | 942            | 422    | 477           |
| 1973-74        | 1.301          | 899      | 759          | 667                  | 917      | 580          | 732           | 918            | 493    | 626           |
| 1974-75        | 1.232          | 755      | 589          | 613                  | 776      | 536          | 586           | 759            | 407    | 528           |
| 1975-76        | 952            | 867      | 722          | 752                  | 827      | 584          | 779           | 1.115          | 463    | 678           |
| 1976-77        | 723            | 519      | 369          | 339                  | 486      | 158          | 333           | 695            | 270    | 304           |
| 1977-78        | 1.201          | 951      | 759          | 614                  | 848      | 560          | 869           | 969            | 652    | 615           |
| 1978-79        | 1.030          | 948      | 661          | 701                  | 885      | 545          | 793           | 1.163          | 406    | 613           |
| 1979-80        | 1.647          | 1.140    | 1024         | 847                  | 1.172    | 681          | 956           | 1.371          | 687    | 844           |
| 1980-81        | 1.598          | 1.132    | 767          | 698                  | 948      | 657          | 604           | 1.129          | 593    | 660           |
| 1981-82        | 963            | 1.213    | 967          | 881                  | 1.069    | 826          | 979           | 1.361          | 589    | 740           |
| 1982-83        | 746            | 726      | 569          | (387)                | 676      | 445          | 694           | 953            | 210    | 506           |
| 1983-84        |                |          |              |                      |          |              |               |                |        |               |
| 1984-85        |                |          |              |                      |          |              |               |                |        |               |
| Σύνολο         | 23.588         | (17.143) | 14614        | 13314                | (17.050) | 10.937       | 15.131        | 19.133         | 9.882  | 12288         |
| Μ. Όροι        | 1.180          | 912      | 731          | 666                  | 898      | 547          | 757           | 1.002          | 494    | 614           |

Ἡ πορεία τῶν ὑψῶν βροχῆς ἔχει μία σχέση μέ τά ὑψόμετρα τοῦ σταθμοῦ, ἀλλά κυρίως μέ τόν ὀρεογραφικό τους προσανατολισμό. Εἶναι σαφές ἡ διαφορά ὑψους βροχῆς τῶν δεξιᾶ Βοιωτικοῦ Κηφισοῦ σταθμῶν πρός τοὺς ἀντιστοίχους - συμμετρικούς τους - τῶν ἀριστερῶν ἀντερείσμάτων, π.χ. Γραβιά μέ Δρυμαία, Δαύλεια μέ Ἑλάτεια, Λεβάδεια ἢ καί Ἀλῖαρτος ἀκόμη μέ Παῦλον, παρὰ τό ὅτι ἡ Ἀλῖαρτος εὐρίσκεται σέ ὑψόμ. +100μ. ἐνῶ ὁ Παῦλος στό +200μ.

Μιά πληρέστερη διερεύνηση τοῦ φαινομένου ἀπαιτεῖ πύκνωση τῶν σταθμῶν. Γιά νά ὀρίσωμε ἕναν ἀντιπροσωπευτικό σταθμό στίς διάφορες θέσεις πού ἐξετάζομε τόν Βοιωτικό Κηφισό (ἰδεατόν βέβαια), χρησιμοποιοῦμε τό διάγραμμα THIESSEN, τό ὁποῖο δίνει τά ἐξῆς στοιχεῖα:

- Στήν θέση φράγματος Ἀμφίκλειας (λεκάνη  $S_1$ ) συμβάλλουν οἱ σταθμοί Καλοσκοπῆς Καστελλίου, Γραβιάς καί Δρυμαίας μέ ποσοστά ἀντιστοίχως 26%, 44% καί 30%. Ἐμβαδόν λεκάνης  $S_1 = 444,38 \approx 444 \text{ χμ}^2$ .
- Στή θέση τῆς γέφυρας Ἀνθοχωρίου (λεκάνη  $S_2$ , ἐκτάσεως  $872 \text{ χμ}^2$ ) ἐκτός τῶν πῶ πάνω σταθμῶν, θά μετέχουν καί οἱ σταθμοί Κάτω Τιθορέας, Δαύλειας καί Ἑλάτειας. Τά ποσοστά συμμετοχῆς τους γίνονται (στήν νέα ἔκταση τῆς λεκάνης ἀπορροῆς τῶν  $872 \text{ χμ}^2$ ) κατά σειρά:  
Ὁ ἐνιαῖος σταθμός  $S_1$ : ( $F = 444 \text{ χμ}^2$ ) 50,0%, Κάτω Τιθορέας 21,0%, Ἑλάτεια 21,0% καί Δαύλεια 8,0%.
- Στή θέση τοῦ ρουφράκτη BOOT (λεκάνη  $S_3$  ἐκτάσεως  $1.126 \text{ χμ}^2$ ) μετέχουν ἐκτός τῶν σταθμῶν πού παράγουν τόν ἀντιπροσωπευτικό σταθμό τῆς Ἀμφίκλειας (θέσεως  $S_1 = 444 \text{ χμ}^2$  πού συμμετέχει κατά 39,4%) καί οἱ σταθμοί Κάτω Τιθορέας κατά 14,4%, Ἑλάτεια 14,4%, Δαύλειας 23,0% καί Λεβάδειας κατά 8,8% ἢ  $S_2$  73%, ἡ Δαύλεια μέ 18,2% καί ἡ Λεῖβαδιά μέ 8,8%.
- Στή θέση τέλος τῆς εἰσόδου τῆς σήραγγας καρδίτσας (λεκάνη  $S_4$  ἐκτάσεως  $2010 \text{ χμ}^2$ ) μετέχουν οἱ τοῦ ἀντιπροσωπευτικοῦ σταθμοῦ  $S_3$  κατά 56,0% καί οἱ τῆς Λεβάδειας κατά 8,8%, Ἀγία Τριάδας κατά 6,0%, Ἀλῖάρτου κατά 11,0% καί Παύλου κατά 17,6%.

Στόν ἀκόλουθο πίνακα δίνονται τά ἐτήσια ὕψη βροχῆς τῆς εἰκοσαετίας τῶν ἰδεατῶν ἀντιπροσωπευτικῶν σταθμῶν τῶν λεκανῶν τοῦ Βοιωτικοῦ Κηφισοῦ στίς διάφορες χαρακτηριστικές θέσεις,  $S_1, S_2, S_3$ , καί  $S_4$  ὅπου θά μᾶς ἐνδιαφέρουν πολλά ὑδρολογικά μεγέθη,

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.7

Ετήσια ύψη βροχής αντιπροσωπευτικοῦ σταθμοῦ λεκανῶν (χστ.)  
(ὠμοιομορφημένα)

| Υδρολ.<br>έτος | Λ ε κ ά ν η          |                  |                  |                  |
|----------------|----------------------|------------------|------------------|------------------|
|                | S <sub>1</sub> = 444 | S <sub>2</sub> = | S <sub>3</sub> = | S <sub>4</sub> = |
| 1              | 2                    | 3                | 4                | 5                |
| 1963-64        | 993                  | 864              | 908              | 820              |
| 1964-65        | 754                  | 645              | 640              | 610              |
| 1965-66        | 960                  | 728              | 752              | 638              |
| 1966-67        | 741                  | 591              | 494              | 527              |
| 1967-68        | 959                  | 828              | 873              | 824              |
| 1968-69        | 1.083                | 949              | 972              | 921              |
| 1969-70        | 897                  | 762              | 765              | 685              |
| 1970-71        | 1.115                | 889              | 921              | 797              |
| 1971-72        | 1.023                | 953              | 966              | 886              |
| 1972-73        | 865                  | 701              | 709              | 636              |
| 1973-74        | 962                  | 814              | 826              | 743              |
| 1974-75        | 829                  | 716              | 715              | 632              |
| 1975-76        | 846                  | 769              | 780              | 733              |
| 1976-77        | 527                  | 405              | 413              | 386              |
| 1977-78        | 958                  | 791              | 808              | 774              |
| 1978-79        | 883                  | 773              | 795              | 728              |
| 1979-80        | 1.237                | 1.031            | 1.050            | 974              |
| 1980-81        | 1.144                | 930              | 905              | 810              |
| 1981-82        | 1.074                | 980              | 996              | 917              |
| 1982-83        | 684                  | 569              | 599              | 550              |
| 1983-84        |                      |                  |                  |                  |
| 1984-85        |                      |                  |                  |                  |
| Άθροισμα       | 18.534               | 15.688           | 15.887           | 14.591           |
| M.O.           | 927                  | 784              | 794              | 730              |

Σταθμοί πού ἐλειτούργησαν τήν τελευταία δεκαετία

Οἱ ἐπί πλέον σταθμοί Καστελλίου, Ἄνω Μπράλου, Λιλαίας, Ἐπταλόφου, ἐλειτούργησαν ἀπό τό 1970 μέχρι σήμερα καί δημιουργοῦν μία πιά ἀνεκτὴ πυκνότητα βροχομετρικοῦ δικτύου. Δυστυχῶς, ὅπως φαίνεται καί στό σχε-  
τικό διάγραμμα, ἐνῶ μέ τούς νέους σταθμούς ἡ ἄνω λεκάνη, ἡ S<sub>1</sub>, ἐρευ-

νάται μεθοδικά, ή κεντρική καί ή κάτω λεκάνη μένουν μέ τό πολύ άραιό τους δίκτυο.

Τά έτήσια ύψη βροχής τών νέων σταθμών δίνονται στόν ακόλουθο πίνακα:

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.8

Έτήσια ύψη βροχής νεωτέρων σταθμών άνω λεκάνης

| α/α      | Υδρολ. Έτος | Καστέλλι<br>(+426) | Άνω<br>Μπράλος<br>(+600μ) | Λιλαία<br>+ 360μ | Επτάλο-<br>φος<br>+ 850μ. |
|----------|-------------|--------------------|---------------------------|------------------|---------------------------|
| 1        | 2           | 3                  | 4                         | 5                | 6                         |
| 1        | 1971-72     |                    | 838                       | 967              | 1.167                     |
| 2        | 1972-73     | 806                | 601                       | 844              | 1.288                     |
| 3        | 1973-74     | 737                | 982                       | 1.001            | 1.207                     |
| 4        | 1974-75     | 676                | 379                       | 854              | 1.044                     |
| 5        | 1975-76     | 652                | 442                       | 996              | 1.190                     |
| 6        | 1976-77     | 540                | 286                       | 559              | 786                       |
| 7        | 1977-78     | 677                | 968                       | 1.205            | 1.650                     |
| 8        | 1978-79     | 792                | 1.013                     | 1.107            | 1.386                     |
| 9        | 1979-80     | 968                | 1.001                     | 1.111            | 1.671                     |
| 10       | 1980-81     | 1.118              | 1.085                     | 1.281            | 1.481                     |
| 11       | 1981-82     | 757                | 826                       | 1.264            | 1.391                     |
| 12       | 1982-83     | 572                | 651                       | 836              | 1.060                     |
| 13       | 1983-84     |                    |                           |                  |                           |
| 14       | 1984-85     |                    |                           |                  |                           |
| Άθροισμα |             | 8.295              | 8.234                     | 11.058           | 14.154                    |
| Μ.Ο.     |             | 754                | 749                       | 1.005            | 1.287                     |

Σημ.\* Τά άθροίσματα καί οί μέσοι όροι άφοροϋν, γιά όλους τούς σταθμούς τήν 11ετία 1972-73 έως 1982-83.

Μέ τήν προσθήκη τών νέων αύτών παρατηρήσεων ό άντιπροσωπευτικός σταθμός τής Άνω λεκάνης δέν μεταβάλλεται έφ' όσον σεβασθοϋμε τά δεδομένα τών παρατηρήσεων. Διότι προστέθηκαν δύο σταθμοί στήν δεξιά όχθη τοϋ Βοιωτικού Κηφισοϋ (στίς βόρειες κλιτύες τοϋ Παρνασσοϋ) μέ μέσο έτήσιο ύψος 1.146 χστ. καί δύο σταθμοί πρός τήν Οίτη, μέ μέσο έτήσιο ύψος βροχής 752 χστ. Καί οί 4 σταθμοί καλύπτουν τήν έπιφάνεια πού κατά τό προηγούμενο διάγραμμα THIESSEN έκάλυπτε ή Γραβιά - καί έλάχιστα ή Δρυμαία. Τό μέσο ύψος βροχής τής Γραβιάς στήν 11ετία είναι 1.134 χστ.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.9

Μέσα μηνιαία ύψη βροχής λεκάνης Βοιωτικού Κηφισοῦ (χστ.)

| α/α      | Σταθμός      | Σ  | Ο   | Ν   | Δ   | Ι   | Φ   | Μ   | Α  | Μ  | Ι  | Ι  | Α  | Έτος  |
|----------|--------------|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|----|----|----|-------|
| 1        | 2            | 3  | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15    |
| 1        | Καλοσκοπή    | 53 | 149 | 152 | 192 | 168 | 144 | 133 | 58 | 68 | 47 | 16 | 25 | 1.205 |
| 2        | Καστέλλι     | 24 | 92  | 100 | 110 | 114 | 100 | 64  | 55 | 30 | 27 | 13 | 15 | 744   |
| 3        | Γραβιά       | 50 | 121 | 118 | 152 | 137 | 113 | 106 | 57 | 37 | 30 | 20 | 15 | 956   |
| 4        | Άνω Μπράλος  | 11 | 90  | 67  | 84  | 150 | 136 | 67  | 66 | 28 | 28 | 25 | 12 | 764   |
| 5        | Λιλαία       | 36 | 117 | 123 | 152 | 156 | 135 | 101 | 64 | 39 | 28 | 27 | 20 | 998   |
| 6        | Έπτάλοφος    | 43 | 139 | 155 | 203 | 195 | 189 | 126 | 82 | 50 | 37 | 30 | 20 | 1.269 |
| 7        | Άνω Σουβάλα  | 48 | 180 | 136 | 254 | 168 | 135 | 165 | 85 | 86 | 66 | 23 | 12 | 1.358 |
| 8        | Δρυμαία      | 29 | 100 | 83  | 102 | 108 | 86  | 82  | 40 | 38 | 25 | 20 | 19 | 732   |
| 9        | Κ. Τιθορέα   | 27 | 91  | 65  | 113 | 91  | 74  | 73  | 47 | 37 | 29 | 19 | 18 | 684   |
| 10       | Δαύλεια      | 21 | 109 | 94  | 151 | 127 | 111 | 98  | 53 | 40 | 33 | 23 | 21 | 881   |
| 11       | Έλάτεια      | 19 | 68  | 60  | 90  | 84  | 63  | 66  | 35 | 35 | 17 | 15 | 14 | 566   |
| 12       | Λειβαδιά     | 50 | 93  | 84  | 152 | 100 | 89  | 88  | 50 | 35 | 28 | 20 | 13 | 802   |
| 13       | Άγία Τριάδα  | 28 | 123 | 110 | 173 | 155 | 133 | 109 | 59 | 39 | 32 | 15 | 16 | 992   |
| 14       | Παῦλος       | 20 | 60  | 58  | 81  | 77  | 54  | 59  | 29 | 21 | 18 | 11 | 9  | 497   |
| 15       | Άλιάρτος     | 36 | 76  | 89  | 112 | 99  | 84  | 69  | 41 | 35 | 24 | 7  | 13 | 685   |
| 16       | Άνω Αγόριανη | 49 | 130 | 141 | 209 | 184 | 163 | 115 | 95 | 85 | 65 | 27 | 16 | 1.279 |
| Άθροισμα |              |    |     |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |       |
| Μ.Ο.     |              |    |     |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |       |

Ἡ πορεία τῶν μηνιαίων βροχῶν εἶναι σχεδόν ὁμοιόμορφη. Χαρακτηρίζεται πό τίς πλούσιες συγκεντρωμένες βροχοπτώσεις τῶν χειμερινῶν - καί γύρω πό τόν χειμῶνα - μηνῶν καί τίς μειωμένες σημαντικά θερινές καί τῶν γύ-ω ἀπό τό θέρος μηνῶν.

αραστατικός εἶναι ὁ πίνακας πού ἀκολουθεῖ ὁ ὁποῖος δίνει τήν ποσοστιαία ορεία τῶν βροχῶν κάθε μήνα καί ὁ ἐπόμενος πού δίνει τήν πορεία αὐτή σε οσοστά ἐπίσης, κατά ἐποχή.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.10

Σχέση μηνιαίων ύψων βροχής προς μέσο ετήσιο  
(Οι σταθμοί είναι οι ίδιοι με τόν προηγούμενο πίνακα)

| α/α | Σ   | Ο   | Ν   | Δ   | Ι   | Φ   | Μ   | Α   | Μ   | Ι   | Ι   | Α   | Έτος |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  | 11  | 12  | 13  | 14   |
| 1   | 0,5 | 1,5 | 1,5 | 1,9 | 1,7 | 1,4 | 1,3 | 0,6 | 0,7 | 0,5 | 0,2 | 0,2 | 12,0 |
| 2   | 0,5 | 1,5 | 1,6 | 1,8 | 1,8 | 1,6 | 1,0 | 0,9 | 0,5 | 0,4 | 0,2 | 0,2 | 12,0 |
| 3   | 0,6 | 1,5 | 1,5 | 1,9 | 1,7 | 1,5 | 1,3 | 0,7 | 0,5 | 0,4 | 0,2 | 0,2 | 12,0 |
| 4   | 0,2 | 1,4 | 1,1 | 1,3 | 2,3 | 2,1 | 1,1 | 1,0 | 0,5 | 0,4 | 0,4 | 0,2 | 12,0 |
| 5   | 0,4 | 1,4 | 1,5 | 1,8 | 1,9 | 1,6 | 1,2 | 0,8 | 0,5 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 12,0 |
| 6   | 0,4 | 1,3 | 1,4 | 1,9 | 1,9 | 1,8 | 1,2 | 0,8 | 0,5 | 0,3 | 0,3 | 0,2 | 12,0 |
| 7   | 0,4 | 1,6 | 1,2 | 2,2 | 1,5 | 1,2 | 1,4 | 0,8 | 0,8 | 0,6 | 0,2 | 0,1 | 12,0 |
| 8   | 0,5 | 1,6 | 1,4 | 1,7 | 1,8 | 1,4 | 1,3 | 0,7 | 0,6 | 0,4 | 0,3 | 0,3 | 12,0 |
| 9   | 0,5 | 1,6 | 1,1 | 2,0 | 1,6 | 1,3 | 1,3 | 0,8 | 0,7 | 0,5 | 0,3 | 0,3 | 12,0 |
| 10  | 0,3 | 1,5 | 1,3 | 2,0 | 1,7 | 1,5 | 1,3 | 0,7 | 0,5 | 0,5 | 0,3 | 0,3 | 12,0 |
| 11  | 0,4 | 1,5 | 1,3 | 1,9 | 1,8 | 1,3 | 1,4 | 0,7 | 0,7 | 0,4 | 0,3 | 0,3 | 12,0 |
| 12  | 0,8 | 1,4 | 1,3 | 2,3 | 1,5 | 1,3 | 1,3 | 0,7 | 0,5 | 0,4 | 0,3 | 0,2 | 12,0 |
| 13  | 0,3 | 1,5 | 1,3 | 2,1 | 1,9 | 1,6 | 1,3 | 0,7 | 0,5 | 0,4 | 0,2 | 0,2 | 12,0 |
| 14  | 0,5 | 1,4 | 1,4 | 2,0 | 1,9 | 1,3 | 1,4 | 0,7 | 0,5 | 0,4 | 0,3 | 0,2 | 12,0 |
| 15  | 0,6 | 1,4 | 1,6 | 2,0 | 1,7 | 1,5 | 1,2 | 0,7 | 0,6 | 0,4 | 0,1 | 0,2 | 12,0 |
| 16  | 0,5 | 1,2 | 1,3 | 2,0 | 1,7 | 1,5 | 1,1 | 0,9 | 0,8 | 0,6 | 0,2 | 0,2 | 12,0 |

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.11

Έποχιακά ύψη βροχής-ποσοστιαίες σχέσεις  
(Οι σταθμοί που αντιστοιχούν στον αύξοντα αριθμό είναι οι του προηγούμενου πίνακα)

| α/α | Φθινόπ. | Χειμώνας | Άνοιξη | Θέρος |
|-----|---------|----------|--------|-------|
| 1   | 0,28    | 0,42     | 0,22   | 0,08  |
| 2   | 0,30    | 0,43     | 0,20   | 0,07  |
| 3   | 0,30    | 0,43     | 0,21   | 0,06  |
| 4   | 0,22    | 0,48     | 0,22   | 0,08  |
| 5   | 0,28    | 0,44     | 0,21   | 0,07  |
| 6   | 0,26    | 0,47     | 0,21   | 0,06  |
| 7   | 0,27    | 0,41     | 0,25   | 0,07  |
| 8   | 0,29    | 0,41     | 0,22   | 0,08  |
| 9   | 0,27    | 0,41     | 0,23   | 0,09  |
| 10  | 0,26    | 0,43     | 0,22   | 0,09  |
| 11  | 0,27    | 0,42     | 0,23   | 0,08  |
| 12  | 0,29    | 0,43     | 0,21   | 0,07  |
| 13  | 0,26    | 0,47     | 0,21   | 0,06  |
| 14  | 0,28    | 0,43     | 0,22   | 0,07  |
| 15  | 0,30    | 0,43     | 0,21   | 0,06  |
| 16  | 0,25    | 0,43     | 0,23   | 0,09  |

## 5. ΠΛΗΜΜΥΡΕΣ

### 5.1 'Αντικείμενο

'Αντικείμενο του κεφαλαίου αυτού είναι ο καθορισμός των πλημμυρών μελέτης σέ διάφορες χαρακτηριστικές διατομές του Βοιωτικού Κηφισού γιά μικρές καί μέσες τιμές τής περιόδου έπαναφοράς δηλαδή τάξης μεγέθους μέχρι 100 χρόνια.

'Επειδή δέν υπάρχουν στόν Βοιωτικό Κηφισό μετρήσεις τής παροχής, ή μελέτη στηρίζεται αποκλειστικά σέ βροχομετρικά στοιχεία, τά όποία αναλύονται μέ στατιστικές μεθόδους. Λόγω τής μεγάλης έκτασης τής λεκάνης άπορροής καί τήν ύπολεκανών πού ένδιαφέρουν τή μελέτη, τό σημειακό ύψος βροχής δέν έπαρκει γιά τήν περιγραφή μιās ισχυρής βροχόπτωσης μελέτης, αλλά ή μελέτη άπαιτείται νά στηρίζεται στό μέσο έπιφανειακό ύψος βροχής. 'Αντί τής έφαρμογής των συνηθισμένων συντελεστών άναγωγής σημειακών ύψών σέ έπιφανειακά, προτιμήσαμε τήν άπευθείας παραγωγή των έπιφανειακών ύψών βροχής, στηριζόμενοι στην στατιστική άνάλυση ταυτόχρονων μετρήσεων του ύψους βροχής σέ διαφόρους σταθμούς τής λεκάνης. 'Επίσης γιά τούς ίδιους λόγους (μεγάλη έκταση ύπολεκανών) στη μελέτη αυτή δέν δόθηκε ιδιαίτερη σημασία στις βροχοπτώσεις μικρής διάρκειας αλλά ή άνάλυση στηρίχθηκε κύρια στις 24ωρες καί 48ωρες βροχοπτώσεις.

'Η μέθοδος πού έπιλέξαμε γιά τόν μετασχηματισμό τής βροχόπτωσης μελέτης σέ παροχή, είναι ή μέθοδος του μοναδιαίου ύδρογραφήματος, αλλά χρησιμοποιήθηκε ακόμα καί ή όρθολογική μέθοδος γιά λόγους σύγκρισης. 'Η κατάρτιση του μοναδιαίου ύδρογραφήματος γίνεται συνήθως μέ βάση παρατηρημένα πλημμυρογραφήματα στη διατομή έξόδου τής λεκάνης ή ύπολεκάνης άπορροής. Τέτοια πλημμυρογραφήματα όμως δέν υπάρχουν, άφοϋ ούτε καν σποραδικές μετρήσεις παροχής δέν έχουν γίνει κατά μήκος του Βοιωτικού Κηφισού.

"Ετσι τά μοναδικά ύδρογραφήματα πού καταρτίσθηκαν καί χρησιμοποιήθηκαν στη μελέτη αυτή είναι συνθετικά.

Βασική παραδοχή γιά τήν παραγωγή των πλημμυρογραφημάτων στο κεφάλαιο αυτό είναι ότι ή ροή του ποταμού γίνεται στην κοίτη άνεμπόδιστα πράγμα πού προϋποθέτει τά ακόλουθα:

- α) Δέν γίνονται τεχνητές άνασχέςσεις, όφειλόμενες σέ άντιπλημμυρικά έργα άνάσχεσης (ταμιευτήρες)
- β) 'Η ροή περιορίζεται μέσα στην κοίτη του ποταμού, χωρίς νά

κατακλύζει μεγάλες εκτάσεις έξω από την κοίτη. Έφ' όσον είναι από πρίν γνωστό ότι ή φυσική κοίτη δέν έπαρκει ύποτίθεται ότι θά μελετηθοϋν, άναχώματα κατάλληλων διαστάσεων, ώστε τελικά ή συνολική διατομή τοϋ ύδατορεύματος νά έπαρκει γιά τή διόδευση τής πλημμύρας. Βέβαια ή παραδοχή αύτή γιά περιόδους έπαναφορās μεγαλύτερες από τήν περίοδο έπαναφορās μελέτης τών άναχωμάτων, δέν ίσχύει.

## 5.2 Παλαιότερες Μελέτες

Άπό τίς παλιότερες ύδρολογικές μελέτες τής λεκάνης Βοιωτικοϋ Κηφισοϋ, μνημονεύουμε ιδιαίτερα τήν μελέτη τών κ.κ. Γκόφα, Σταθόπουλου καί Νοταρά, μέ άντικείμενο τόν έλεγχο τοϋ βαθμοϋ άντιπλημμυρικής προστασίας όλων τών πεδινών εκτάσεων τής λεκάνης τοϋ Βοιωτικοϋ Κηφισοϋ. Άπό τή μελέτη αύτή αξιοσημείωτη είναι ή άνάλυση μεγίστων βροχοπτώσεων τοϋ σταθμοϋ Γραβιάς, μέ βάση τά βροχογραφικά δεδομένα, από τήν όποία άντλοϋμε όρισμένα στοιχεΐα γιά τήν παρούσα μελέτη. Επίσης αξιοσημείωτο στή μελέτη αύτή είναι τό κεφάλαιο στό όποιο διερευνήθηκε ή διόδευση τής πλημμύρας στό τμήμα τοϋ Βοιωτικοϋ Κηφισοϋ μεταξύ Λιλαίας καί Κινέτας. Η διερεύνηση έγινε μέ βάση ένα μοντέλο ήλεκτρονικοϋ ύπολογιστή πού έπιλύει άριθμητικά τίς διαφορικές εξισώσεις Saint-Venant. Μέ βάση αυτό εκτιμήθηκαν οι κατακλυζόμενες εκτάσεις από διάφορες πλημμύρες πού μελετήθηκαν.

Σημειώνεται ότι ή λογική τοϋ κεφαλαίου αυτοϋ τής παρούσας μελέτης είναι τελείως διάφορη από αύτήν της μελέτης Γκόφα-Σταθόπουλου-Νοταρά, δεδομένου ότι έδω στηρίζόμαστε στήν ύπόθεση ύπαρξης άναχωμάτων πού περιορίζουν τή ροή μέσα στήν κοίτη καί άπαγορεύουν τήν κατάκλυση παρακείμενων εκτάσεων, όπως περιγράφηκε στήν προηγούμενη παράγραφο 5.1

### 5.3 Έντάσεις βροχών κατά την μέθοδο GIBRAT - GAUSS

Η μέθοδος GIBRAT ή μέθοδος των αναλόγων αποτελεσμάτων, μολονότι από τις πιο παλαιές μεθόδους στατιστικής έπεξεργασίας υδρολογικών φαινομένων (στοιχείων βροχών, παροχών κλπ) έχει δοκιμασθεί για την ικανοποιητική προσαρμογή της με την πραγματικότητα (R. GIBRAT: Aménagement hydroelectrique des cours d' eau. Statistique Mathématique et calcul des probabilités" στην "Γενική Έπιθεώρηση Ήλεκτρισμού" 15 καί 22 Οκτωβρίου 1932).

Η βασική σχέση του GAUSS δέν μπορεί νά έκφράσει παροχές καί ύψη βροχών διότι είναι συμμετρική. Στην σχέση  $\Phi(z) = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_{-\infty}^z e^{-z^2} dz$  ο Gibrat έθεσε  $z = a \log(x-x_0) + b$

Τό μέγα προσόν της μεθόδου είναι ότι μπορεί νά χρησιμοποιήσει ήμερησια ή έβδομαδιαία ή μηνιαία στοιχεΐα, όποτε αύξάνει τόν πληθυσμό των δεδομένων καί τά στοιχεΐα αυτά κατεσπαρμένα σέ διάφορες έποχές ενός έτους εισάγουν κάποια άλλη "λογική" στην παράθεση τυχαίων αριθμών. Μία λογική πού αναπαράγει κατά κάποιον τρόπο τό φαινόμενο υπό την έπιρροή των τόσων άγνώστων παραμέτρων πού τό προσδιορίζουν.

Κατά την μέθοδο αυτή προσδιορίζεται ή φαινομένη καμπύλη διαρκείας (ή συχνότητας) για την όποία θεωρεί ότι αποδίδεται από την σχέση  $\Phi(z) = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_{-\infty}^z e^{-z^2} dz$  Η τιμή της μεταβλητής  $X_1$  δίνει από την καμπύλη του GIBRAT ένα δεδομένο  $Z_1$  καί για τό όποιο αντιστοιχεί μία τιμή  $\Phi_{Z_1}$ . Η τιμή  $1 - \Phi(z)$  δείχνει πόσες φορές μπορεί νά συμβεί τό γεγονός με τιμή  $X_1$  ή μεγαλύτερη. Επί παραδείγματι για τόν Τίβερη, έξετάζοντας τις ήμερήσιες παροχές της δεκαετίας 1921-1930, δηλαδή 3.650 στοιχεΐα εύρηκε  $z = 1,72 \log(Q-90) - 3,31$ .

Η τιμή  $Q = 2000 \mu^3/\delta\lambda$  στην καμπύλη δίνει  $z = 2,33$  καί  $\Phi(z) = 0,9995$ . Τοϋτο σημαίνει ότι υπάρχουν  $1 - 0,9995 = 0,0005$  πιθανότητες νά περάσει παροχή μεγαλύτερη των  $2000 \mu^3/\delta\lambda$  ή 1 φορά στά 30 χρόνια περίπου.

Στην περίπτωση μας έγινε έπεξεργασία των 24ώρων καί 48ώρων ύψων βροχής όλων των σταθμών καί φαίνεται στους πίνακες VIII.1 έως VIII.26 του Τεύχους πινάκων καί στά διαγράμματα 53.1 έως 5.3 πού ακολουθούν.

Η έφαρμογή της μεθόδου για τις βροχοπτώσεις γίνεται ως έξης: Ταξινομούνται τά παρατηρημένα μέγιστα 24ωρα ή 48ωρα ύψη βροχής Η κατά διαστήματα ΔΗ π.χ. αριθμός βροχών ύψους από 0-9,9χστ., από 10-19,9χστ., από 20-29,9χστ., κ.ο.κ. καί όρίζεται ή φαινομένη συχνότητα των φαινομένων  $\frac{\Sigma n}{N}$  (όπου Σn ό όλικός αριθμός βροχών μικροτέρων της τιμής

Ην καί Ν ὁ συνολικός ἀριθμός τῶν μηνῶν πού διαθέτομε στοιχεῖα. Κάθε τέτοια φαινομένη συχνότητα  $\Phi_{(Z)}$  ἀντιστοιχεῖ σέ μία τιμή Ζ. Ἐχομε ἐπομένως γιά τόν προσδιορισμό τῆς καμπύλης Ζ ἀρκετά ζεύγη τιμῶν  $Z_1$  καί  $H_1$  καί συγκεκριμένα τά Ζ γιά  $H = 5\text{χστ.}$ ,  $H = 15\text{χστ.}$ ,  $H = 25\text{χστ.}$ ,  $35\text{χστ. κ.ο.κ.}$ , μέχρι τήν μέγιστη τιμή τοῦ παρατηρημένου ὕψους βροχῆς.

Τά σημεῖα τίθενται σέ ἡμιλογαριθμικό διάγραμμα καί μέ τήν θεωρία τῶν ἐλαχίστων τετραγώνων προσδιορίζεται ἡ καλύτερη προσαρμογή τῆς καμπύλης.

Οἱ τιμές τοῦ Ζ γιά συχνότητες 1:2, 1:5, 1:10, 1:25, 1:50, 1:100, 1:500, 1:1000 καί ἐν γένει γιά 1:N ἔτη βρίσκονται ἀπό τήν τιμή τῆς συνάρτησης  $\Phi_{(Z)}$  γιά  $1 - \frac{1}{12 \times 2}$ ,  $1 - \frac{1}{12 \times 50}$ ,  $1 - \frac{1}{12 \times 10}$ , .....  $1 - \frac{1}{12 N}$  δηλαδή γιά  $\Phi_Z = 0,95833 - 0,98333 - 0,99167$  κ.ο.κ. στά ὁποῖα ἀντιστοιχοῦν τιμές Ζ.

| 1:2   | 1:5   | 1:10  | 1:25  | 1:50  | 1:100 | 1:500 | 1:1000 |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| 1,225 | 1,504 | 1,692 | 1,918 | 2,075 | 2,217 | 2,530 | 2,675  |

Μέ τήν μέθοδο αὐτή ὁρίζονται οἱ ἀκραῖες τιμές τῶν 24ώρων καί 48ώρων ὕψων βροχῆς. Γιά τοὺς διάφορους σταθμούς εὐρήκαμε τά ἑξῆς μέγιστα 24ωρα ὕψη βροχῆς γιά διάφορες συχνότητες:

| α/α | Σταθμός      | Συχνότητα |       |       |      |      |
|-----|--------------|-----------|-------|-------|------|------|
|     |              | 1:1000    | 1:500 | 1:100 | 1:50 | 1:25 |
| 1   | Καλοσκοπή    | 315       | 285   | 208   | 183  | 160  |
| 2   | Καστέλλιο    | 193       | 172   | 139   |      |      |
| 3   | Γραβιά       | -         | -     | -     |      |      |
| 4   | Ἀνω Μπράλλος | 300       | 258   | 188   |      |      |
| 5   | Λιλαία       | 238       | 210   | 162   |      |      |
| 6   | Ἐπτάλοφος    | 253       | 223   | 175   |      |      |
| 7   | Ἀνω Σουβάλα  | -         | -     | -     |      |      |
| 8   | Δρυμαία      | 295       | 255   | 190   |      |      |
| 9   | Κάτω Τιθορέα | 192       | 170   | 135   | 114  | 98   |
| 10  | Δαύλεια      | 242       | 212   | 157   |      |      |
| 11  | Ἐλάτεια      | 180       | 158   | 123   | 107  | 92   |
| 12  | Λειβαδιά     | -         | -     | -     |      |      |
| 13  | Ἀγ. Τριάδα   | 295       | 258   | 193   |      |      |
| 14  | Παῦλος       | 173       | 152   | 115   |      |      |
| 15  | Ἀλῖαρτος     | -         | -     | -     |      |      |
| 16  | Ἀνω Ἀγόριανη | -         | -     | -     |      |      |

Μέ τόν καθορισμό τών 24ώρων καί 48ώρων ύψών βροχής γιά διάφορες συχνότητες δέν τελειώνει τό θέμα τών έντάσεων γιά οποιαδήποτε διάρκεια βροχής. Ἡ μέθοδος πού ἀκολουθοῦμε γι' αὐτές εἶναι ἡ ἐξῆς: Συγκεντρώνομε ὅλες τίς βροχές μέ τίς διάρκειές τους ἀπό τούς πίνακες τοῦ κεφαλαίου II, τῆς σειρᾶς N3 (ἤτοι τούς πίνακες 1.3, 2.3, 3.3, 4.3, 5.3 κλπ., τοῦ τεύχους πινάκων) καί φέρομε τίς παρατηρήσεις σέ λογαριθμικό διάγραμμα.

Ἀπό τό σημειοσύνοιο πού σχηματίζεται φέρομε τήν περιβάλλουσα ἡ ὁποία δίνει τήν κατε ὕψωση τῆς καμπύλης τών έντάσεων. Ἀπό τά σημεία τών έντάσεων τών μεγίστων 24ώρων βροχῶν κάθε συχνότητας φέρομε τίς παράλληλες πρὸς τήν περιβάλλουσα καί ὀρίζομε τήν καμπύλη έντάσεων βροχῶν κάθε σταθμοῦ γιά κάθε συχνότητα.

Ἡ μέθοδος εἶναι πολύ εὐχρηστη γιά τήν διερεύνηση τών μεμονωμένων σταθμῶν καί γενικά γιά μικρές λεκάνες στίς ὁποῖες ἀσκεῖται ἐπιρροή ἀπό λίγους σταθμούς. Καί τήν μέθοδο αὐτήν ἀκολουθήσαμε γιά τήν ὕδρολογική μελέτη τών λεκανῶν Πόντζα, Πλατανιά, Μπογδανορεύματος κλπ., καί θά ἀκολουθήσωμε καί σέ ἄλλες λεκάνες πού θά μᾶς παρουσιασθοῦν.

Γιά τήν μελέτη τοῦ κυρίου κορμοῦ τοῦ Βοιωτικοῦ Κηφισοῦ ἐθεωρήσαμε ὅτι σέ κάθε ὑπολεκάνη συνεισφέρουν στήν πλημμύρα οἱ σταθμοί πού βρίσκονται μέσα σ' αὐτήν καί ἀνάπτυξη αὐτῆς.

Ἀλλά γιά τήν εἰδική αὐτή περίπτωση ἀκολουθήσαμε τήν μέθοδο GUMBEL ἡ ὁποία ἔχει τό πλεονέκτημα νά μεταφέρεται εὐχερέστερα στίς έντάσεις εὐρυτέρων λεκανῶν μέ ἀποφυγή τών σημειακῶν μεγεθῶν. Διότι ὅπως εἶναι ἐμφανές μέ τήν μέθοδο GIBRAT - GAUSS μελετᾶμε τήν πιθανή ἐξέλιξη τοῦ φαινομένου τών έντάσεων μιᾶς βροχῆς σέ ἓνα σημείο τῆς λεκάνης, στόν σταθμό πού ἔχομε τίς παρατηρήσεις μας. Καί ἡ μελέτη γίνεται μέ τήν χρήση τών μεγίστων 24ώρων καί 48ώρων ύψών βροχῆς κάθε μηνός. Γιά τήν εὕρεση τοῦ βαθμοῦ ὁμοιομορφίας τῆς βροχῆς θά ἔπρεπε νά ἀνεύρωμε τίς βροχές ὅλων τών σταθμῶν τῆς λεκάνης κατά τήν ἡμέρα τοῦ μεγίστου 24ώρου τοῦ κάθε μηνός δηλαδή σέ 16 σταθμούς 12 παρατηρήσεις γιά κάθε ἔτος ἤτοι 192 παρατηρήσεις γιά τά μέγιστα 24ώρα ἐνός ἔτους, ἐνός σταθμοῦ. Θά εἴχαμε δηλαδή γιά 20 ἔτη, 3840 ὕψη βροχῆς γιά κάθε σταθμό.

Τό θέμα λύνεται μέ τόν καθορισμό τών βροχοπτώσεων τών διαφόρων σταθμῶν κατά τήν ἡμέρα τοῦ μεγίστου 24ώρου ὕψους βροχῆς τοῦ ἔτους. Αὐτή ἡ μέθοδος μᾶς δίνει ἓνα συντελεστή ἀνομοιομορφίας τόν ὁποῖον χρησιμοποιοῦμε κατά τόν ὑπολογισμό τῆς παροχῆς μέ τήν ὀρθολογική μέθοδο, ἐνσωματώνοντάς τον στήν ἔννοια τοῦ συντελεστή ἀπορροῆς.

Πάντως ἡ προεργασία τῆς συλλογῆς τῶν στοιχείων τῶν πινάκων II.1.3, II.2.3, II.2.3, II.3.3, II.4.3 κ.ο.κ. καί τῶν ὑπολογισμῶν τῶν φαινομένων συχνότητων τῶν μεγίστων μηνιαίων 24ώρων καί 48ώρων βροχῶν εἶναι σημαντικά στοιχεῖα ὑποδομῆς τόσο γιά τίς συγκρίσεις μέ τίς ἄλλες μεθόδους ὅσο καί - κυρίως - γιά τίς ὑδρολογικές μελέτες τῶν μεμονωμένων ὑπολεκτανῶν τοῦ Βοιωτικοῦ Κηφισοῦ.

#### 5.4 Μέσες επιφανειακές εντάσεις βροχής - έπεξεργασία με τη μέθοδο Gumbel

##### 5.4.1 Γενικά

Η αναγκαιότητα της εισαγωγής των μέσων επιφανειακών ύψων βροχής αντί των σημειακών προκύπτει από τη μεγάλη έκταση της λεκάνης και των υπό μελέτη υπολεκάνων. Έξ άλλου η εφαρμογή μειωτικών συντελεστών άναγωγής σημειακών ύψων σέ επιφανειακά, είναι μέθοδος μέ άνεπαρκή άξιοπιστία, άφοϋ και οι τιμές τοϋ συντελεστή άναγωγής είναι άβέβαιες, και η έπιλογή άντιπροσωπευτικοϋ σταθμοϋ της κάθε υπολεκάνης είναι άμφισβητήσιμη.

Κατ'άρχήν τη μελέτη ένδιαφέρουνοι ίσχυρές βροχοπτώσεις μέ διάρκειες από 5-6 ώρες μέχρι και 2-3 ήμέρες, και ιδιαίτερα οι βροχοπτώσεις διάρκειας 1-2 ήμερών. Για τη μελέτη των βροχοπτώσεων μέ διάρκεια μικρότερη των 24 ώρων είναι άπαραίτητη η ύπαρξη βροχογραφικών δεδομένων στό σύνολο της λεκάνης. Όπως όμως άναλυτικά περιγράφεται στην έπόμενη παράγραφο, ό όρος αυτός δέν έκπληρώνεται, και έτσι στη μελέτη μας περιοριστήκαμε στην μελέτη των βροχοπτώσεων διάρκειας 24 και 48 ώρων.

Έχουμε πάντως έξαγάγεισχέσεις πού ίσχύουν και για μικρότερες διάρκειες, αλλά μέ κάποια άβεβαιότητα, άφοϋ δέν προέρχονται από πρωτογενή δεδομένα.

##### 5.4.2 Σταθμοί και δεδομένα

Από τούς 15 βροχομετρικούς σταθμούς της λεκάνης τοϋ Βοιωτικοϋ Κηφισοϋ, οι 7 περιλαμβάνουν και βροχόμετρο, ένω οι υπόλοιποι 8 μόνο βροχογράφο, όπως φαίνεται στόν παρακάτω πίνακα.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.1  
Βροχογράφοι και βροχόμετρα της λεκάνης

| Βροχογράφοι |             |          | Βροχόμετρα |               |          |
|-------------|-------------|----------|------------|---------------|----------|
| α/α         | Σταθμός     | Ύψόμετρο | α/α        | Σταθμός       | Ύψόμετρο |
| 1           | Καλοσκοπή   | 1.100    | 1          | Άνω Μπράλος   | 600      |
| 2           | Καστέλλι    | 426      | 2          | Λιλαία        | 330      |
| 3           | Γραβιά      | 450      | 3          | Επτάλοφος     | 830      |
| 4           | Λειβαδιά    | 200      | 4          | Άνω Πολύδροσο | 720      |
| 5           | Άγία Τριάδα | 500      | 5          | Δρυμαία       | 580      |
| 6           | Πάυλος      | 200      | 6          | Κάτω Τιθορέα  | 170      |
| 7           | Άλίσαρτος   | 110      | 7          | Δαύλεια       | 380      |
|             |             |          | 8          | Ελάτεια       | 180      |

Πέρα από αυτούς λειτούργησαν κατά τό παρελθόν καί οἱ βροχομετρικοί σταθμοί Ἄνω Ἀγόριανη καί Ἄνω Σουβάλα.

Παρ' ὅλο πού ἡ κατανομή τοῦ συνόλου τῶν σταθμῶν στή λεκάνη εἶναι ἀρκετά ὁμοιόμορφη, ἀντίθετα ἡ κατανομή τῶν βροχογράφων εἶναι ἀνιση, δεδομένου ὅτι οἱ τρεῖς πρῶτοι εἶναι συγκεντρωμένοι στό δυτικό ἄκρο τῆς λεκάνης ἐνῶ οἱ ὑπόλοιποι τέσσερις βρίσκονται γύρω ἀπό τήν πρώτην λίμνη Κωπαῖδα. Ἐξ ἄλλου ὁσονάφορᾷ τήν ποιότητα τῶν μετρήσεων τῶν βροχογράφων (βλέπε μελέτη Γκόφα-Σταθόπουλου-Νοταρᾷ) παρατηροῦμε ὅτι οἱ σταθμοί Λειβαδιᾶς, Ἀγίας Τριάδας καί Παύλου διαθέτουν ταινίες κακῆς ἔως μέτριας ποιότητας, μέ ἀρκετές ἀνακρίβειες καί ἐλλείψεις. Ἐτσι τελικά καταλήγουμε ὅτι μόνο τό δυτικό ἄκρο τῆς λεκάνης, σέ μιά ἔκταση περίπου 300 χμ<sup>3</sup> καλύπτεται ἱκανοποιητικά ἀπό δίκτυο βροχογράφων (3 συνολικά).

Μέ βάση τά παραπάνω ἀρνητικά δεδομένα γιά τά βροχογραφικά στοιχεῖα ἀποφασίζουμε νά στηρίξουμε τήν ἀνάλυσή μας γιά τήν ἐπιφανειακή βροχόπτωση στά βροχομετρικά δεδομένα. Εἶναι βέβαια προφανές ὅτι ἔτσι δέν μποροῦμε νά μελετήσουμε ἄμεσα βροχοπτώσεις διάρκειας μικρότερης ἀπό 24 ὥρες ἀλλά αὐτή ἡ ἀδυναμία δέν εἶναι πολύ βασική, γιατί στήν οὐσία μᾶς ἐνδιαφέρουν βροχοπτώσεις μεγάλης διάρκειας.

Γιά τή μελέτη τῶν ἐπιφανειακῶν ἐτήσιων μέγιστων ὑψῶν βροχῆς ἐγινε ἐπιλογή καί ὀρισμένων ἀπό τό σύνολο τῶν βροχομετρικῶν σταθμῶν μέ κριτήρια:

- α) Τόν σχηματισμό δικτύου μέ ὁμοιόμορφη περίπου πυκνότητα σταθμῶν στό σύνολο λεκάνης καί
- β) τήν ὕπαρξη συνεχῶν καί ἀξιόπιστων μετρήσεων γιά ὅσο τό δυνατόν μεγαλύτερη χρονική περίοδο.

Ἐπιλέξαμε τελικά τούς ἀκόλουθους 10 σταθμούς:

- |                |            |               |
|----------------|------------|---------------|
| - Καλοσκοπή    | - Δαύλεια  | - Ἀγία Τριάδα |
| - Γραβιά       | - Ἐλάτεια  | - Παῦλος      |
| - Δρυμαία      | - Λειβαδιά | - Ἀλῖαρτος    |
| - Κάτω Τιθορέα |            |               |

Γιά καθένα ἀπό τούς σταθμούς αὐτούς βρέθηκε σέ κάθε ὑδρολογικό ἔτος σέ ποιές ἡμερομηνίες πραγματοποιήθηκαν τό ἐτήσιο μέγιστο ὕψος βροχῆς 24ωρης καί 48ωρης διάρκειας. Στή συνέχεια γιά ὅλες τίς ἡμερομηνίες αὐτές κάθε ὑδρολογικοῦ ἔτους, πού ἐν γένει εἶναι διαφορετικές γιά κάθε σταθμό, βρέθηκαν τά ἀντίστοιχα ὕψη βροχῆς. Αὐτή ἡ διαδικασία ἐξασφαλίζει τήν ἀξιόπιστη ἐξαγωγή τοῦ μέγιστου ἐτήσιου ὕψους βροχῆς, γιά

κάθε έτος καί γιά κάθε ύπολεκάνη, ένώ παράλληλα άποφεύγονται έτσι οί χρονοβόροι ύπολογισμοί έπιφανειακών ύψών γιά όλες τίς βροχερές ήμέρες τοϋ έτους. (Πίνακες ΙΙΙ.1 έως ΙΙΙ.6, Τεϋχος Πινάκων).

Ο πίνακας τιμών πού καταρτίστηκε μέ τόν τρόπο αυτό φαίνεται στό Τεϋχος Πινάκων (πίν.ΙV.1έωςΙV.42) καί καλύπτει μία περίοδο 22 έτών, από τό ύδρολογικό έτος 1962-63 μέχρι 1983-84.

#### 5.4.3 Συμπλήρωση έλλείψεων - Έξαγωγή μέγιστων έτησίων έπιφανειακών ύψών βροχής

Η συμπλήρωση τών έλλείψεων τοϋ πίνακα VI.1, πού πάντως ό άριθμός τους εΐναι περιορισμένος έγινε μέ βάση τίς μετρήσεις γειτονικών πρός τόν σταθμό πού έμφανίζει τήν έλλειψη μέτρησης σταθμών, μέ βάση τή σχέση.

$$h_E = \frac{\sum_{i=1}^N (h_i \frac{1}{d_i^2})}{\sum_{i=1}^N (\frac{1}{d_i^2})}$$

όπου  $h_E$  : ή έκτίμηση τοϋ ύψους βροχής πού λείπει (χστ.)

$N$  : πλήθος σταθμών πού χρησιμοποιούνται γιά τήν έκτίμηση  
( $N = 2$  μέχρι 4)

$i$  : δείκτης πού συμβολίζει τόν κάθε σταθμό

$h_i$  : ύψος βροχής στό σταθμό  $i$  (χστ)

$d_i$  : άπόσταση τοϋ υπό συμπλήρωση σταθμού από τό σταθμό

Αφοϋ συμπληρώθηκαν όλες οί έλλείψεις προέκυψε τελικά ό πίνακας VI.2.

Η έξαγωγή τών έπιφανειακών ύψών γιά κάθε ύπολεκάνη έγινε μέ βάση τή μέθοδο Thiessen. Οί έπιφάνειες έπιρροής τοϋ καθένα από τούς σταθμούς φαίνονται στό αντίστοιχο σχήμα ένώ τά έμβαδά τους φαίνονται στόν παρακάτω πίνακα 5.2.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.2

EMBADA POLYGNWN THIessen BROXOM. STATHMN THS LEKANHS [km<sup>2</sup>]

| YPO-<br>LEKANH | KALO-<br>SKOPH | GRA-<br>VIA | DRY-<br>MAIA | K.TI-<br>COREA | DAY-<br>LEIA | ELA-<br>TEIA | LEI-<br>BADIA | AGIA<br>TRIADA | PAY-<br>LOS | ALI-<br>ARTOS | SYNOLO |
|----------------|----------------|-------------|--------------|----------------|--------------|--------------|---------------|----------------|-------------|---------------|--------|
| 1 = S1         | 54             | 212         | 155          | 20             | 3            |              |               |                |             |               | 444    |
| 2              |                |             | 4            | 156            | 51           | 179          | 14            |                | 23          |               | 427    |
| S2             | 54             | 212         | 159          | 176            | 54           | 179          | 14            |                | 23          |               | 871    |
| 3              |                |             |              |                | 215          |              | 87            |                |             |               | 302    |
| S3             | 54             | 212         | 159          | 176            | 269          | 179          | 101           |                | 23          |               | 1173   |
| 4              |                |             |              |                |              |              | 166           | 115            | 340         | 216           | 837    |
| S4             | 54             | 212         | 159          | 176            | 269          | 179          | 267           | 115            | 363         | 216           | 2010   |

ORIA YPOLEKANWN

- 1 = S1 : ANANTH CESHS FRAGMATOS AMFIKLEIAS  
 2 : METAJY CESHS FRAGMATOS AMFIKLEIAS KAI STENDY KINETAS  
 3 : METAJY STENDY KINETAS KAI FRAGMATOS "BOOT"  
 4 : KATANTH FRAGMATOS "BOOT"  
 S2 : ANANTH STENDY KINETAS  
 S3 : ANANTH FRAGMATOS "BOOT"  
 S4 : SYNOLO LEKANHS BOIWTIKOY KHFISOY

Η σχέση πού χρησιμοποιείται για τήν έξαγωγή τών επιφανειακών ύψων βροχής είναι η ακόλουθη:

$$h_F = \frac{\sum_{i=1}^M (h_i F_i)}{\sum_{i=1}^M F_i}$$

όπου  $h_F$  : τό επιφανειακό ύψος βροχής (μμ)

$M$  : πλήθος σταθμών πού επηρεάζουν τήν υπολεκάνη πού μελετάται

$i$  : δείκτης πού συμβολίζει τόν κάθε σταθμό

$h_i$  : ύψος βροχής του σταθμού  $i$

$F_i$  : έμβαδόν της επιφάνειας επιρροής του σταθμού  $i$ .

Μέ βάση τήν παραπάνω σχέση υπολογίστηκαν καί φαίνονται στό παράρτημα VII (πίνακες VII.1 έως VII.7 ένας πίνακας για κάθε υπολεκάνη) οί τιμές του επιφανειακού ύψους βροχής για κάθε μία από τίς πιθανές ημέρες εμφάνισης ετήσιας μέγιστης τιμής (βλέπε προηγούμενη παράγραφο).

Τέλος από όλες τίς τιμές 24ωρης καί 48ωρης βροχόπτωσης κάθε έτους έξάγεται η ετήσια μέγιστη τιμή 24ωρης καί η ετήσια μέγιστη τιμή 48ωρης διάρκειας (σημειώνονται στους πίνακες μέ τό σύμβολο \*).

#### 5.4.4 Στατιστική επεξεργασία ετήσιων μεγίστων

Η στατιστική επεξεργασία των ετήσιων μεγίστων επιφανειακών ύψων βροχής, όπως προέκυψαν σύμφωνα με τη μεθοδολογία της προηγούμενης παραγράφου, γίνεται με βάση την κατανομή Gumbel.

Η συνάρτηση κατανομής Gumbel δίνεται από τη σχέση:

$$F_{(h)} = 1 - F_1(h) = 1 - \frac{1}{T} = \exp\left\{-\exp[-a \cdot (h - x_0)]\right\}$$

όπου  $h$  : η στοχαστική μεταβλητή, πού στην περίπτωση μας είναι τό έτήσιο μέγιστο επιφανειακό ύψος 24ωρης ή 48ωρης βροχής.

$F(h)$ : η συνάρτηση κατανομής

$F_1(h)$ : η πιθανότητα υπέρβασης

$T$  : η περίοδος επαναφοράς

$a$  και  $x_0$ : οι παράμετροι της κατανομής Gumbel.

Οι παράμετροι έκτιμούνται από τά έμπειρικά χαρακτηριστικά του δείγματος: τή μέση τιμή  $h$  και τήν τυπική απόκλιση  $\sigma$ . Η μέθοδος των ροπών δίνει τίς ακόλουθες έκτιμήσεις:

$$a = \frac{1}{0,78 \cdot \sigma} \quad \text{και} \quad x_0 = h - \frac{0,577}{a}$$

Έδω όμως χρησιμοποιήσαμε τίς ακόλουθες έμπειρικές σχέσεις πού δίνουν πιό συντηρητικές (μεγαλύτερες) τιμές του ύψους βροχής για μεγάλες περιόδους επαναφοράς:

$$a = \frac{S_N}{\sigma} \quad \text{και} \quad x_0 = h - \frac{Y_N}{a}$$

όπου  $Y_N$  και  $S_N$  παράμετροι πού εξαρτώνται από τό εύρος του δείγματος (στήν περίπτωση μας  $N = 22$ ) και δίνονται συναρτήσει αυτού από πίνακες (βλέπε NEMEC: ENGINEERING HYDROLOGY, σελ. 187).

Όπως προέκυψε από τήν έφαρμογή οι τελευταίοι τύποι προσαρμόζονται στά έμπειρικά δεδομένα καλύτερα από τούς πρώτους.

Οι σχετικοί υπολογισμοί, προσαρμογής της συνάρτησης Gumbel στά δείγματα για όλες τίς υπολεκάνες πού ένδιαφέρουν τή μελέτη (υπολεκάνες 1, 2, 3, 4, S2, S3 και S4 - βλέπε πίνακα 5.2 για τόν όρισμό των υπολεκανών) καθώς και για τό σταθμό Γραβιάς φαίνονται στό Τεϋχος Πινάκων (Πίνακες V.1 έως V.8 για ύψη 24ωρης βροχόπτωσης και V.9 έως V.16 για ύψη 48ωρης βροχόπτωσης).

Τά αποτελέσματα των υπολογισμών (έμπειρικά χαρακτηριστικά δειγμάτων - τιμές παραμέτρων συνάρτησης Gumbel - τιμές ύψους βροχής για

χαρακτηριστικές τιμές της περιόδου έπαναφοράς από  $T = 2$  μέχρι  $T = 10.000$  χρόνια) παρουσιάζονται στον πίνακα 5.3.

Οι γραφικές απεικονίσεις των συναρτήσεων κατανομής για όλες τις περιπτώσεις που υπολογίστηκαν και για διάρκεια βροχής 24 και 48 ωρών φαίνονται στα σχήματα 5.1 και 5.2 αντίστοιχα. Λόγω της είδικης κλίμακας των διαγραμμάτων αυτών οι συναρτήσεις Gumbel απεικονίζονται ως ευθείες.

Στά ίδια διαγράμματα έχουν απεικονιστεί και οι συναρτήσεις Gumbel της μελέτης Γκόφα - Σταθοπούλου - Νοταρά για τό σταθμό Γραβιάς, που είναι και ο μόνος σταθμός με τον οποίο ασχολήθηκε ουσιαστικά ή έν λόγω μελέτη, χρησιμοποιώντας βροχογραφικά δεδομένα.

Από τά διαγράμματα αυτά βγάζουμε τά ακόλουθα συμπεράσματα

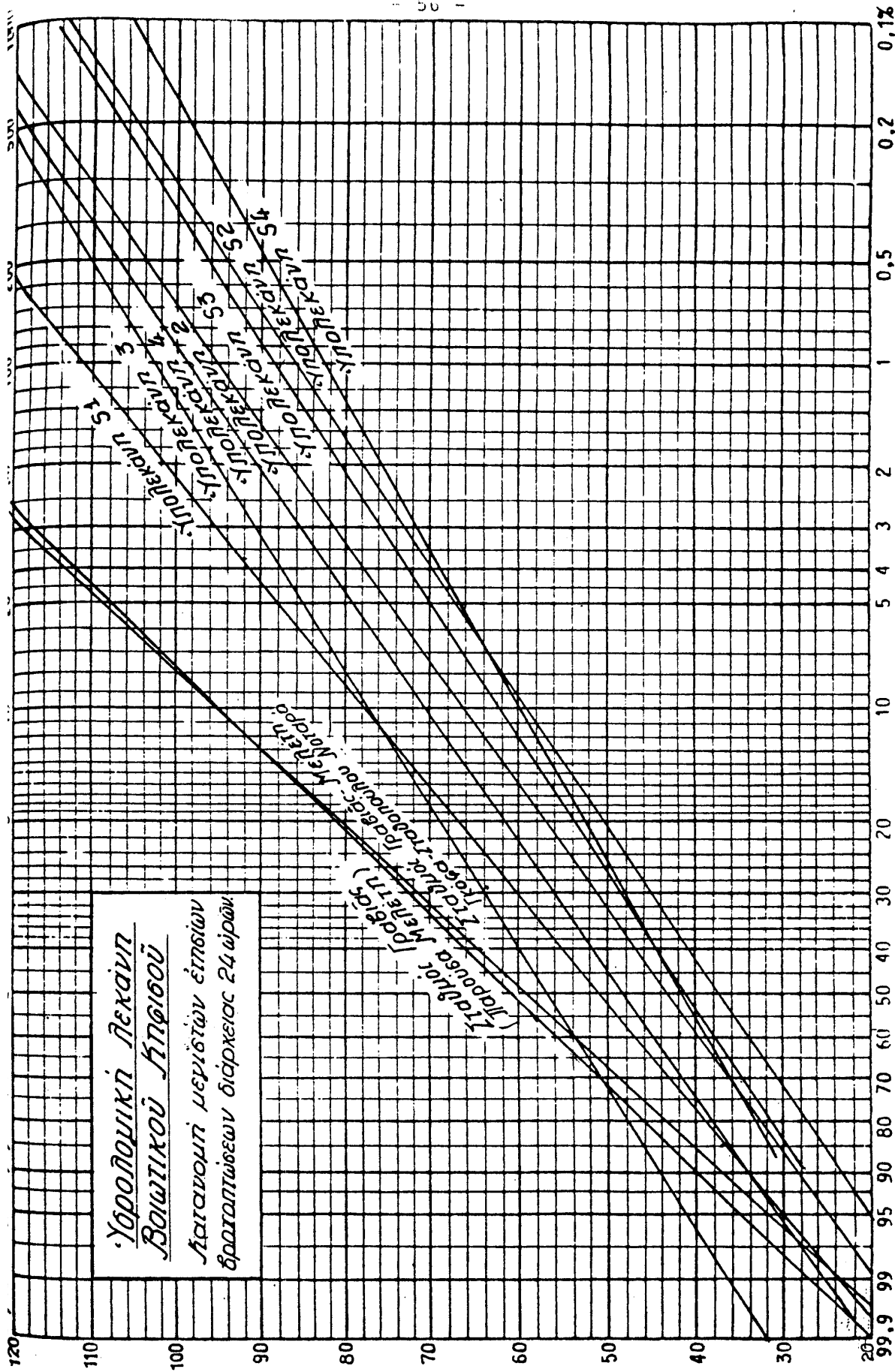
- (α) Υπάρχει πολύ καλή συμφωνία (σχεδόν ταύτιση) των συναρτήσεων της παρούσας μελέτης για τό σταθμό Γραβιάς, που έχουν παραχθεί από βροχομετρικά δεδομένα, μέ τις αντίστοιχες της μελέτης Γκόφα - Σταθοπούλου - Νοταρά που έχουν παραδοθεί από βροχογραφικά δεδομένα.
- (β) Παρατηρείται μεγάλη διαφορά των επιφανειακών ύψων βροχής σε σχέση μέ τά σημειακά  
Έτσι τό μέσο επιφανειακό ύψος του συνόλου της λεκάνης (S4) έκτάσεως 2010 km<sup>2</sup> είναι περίπου ίσο μέ τό 60% του σημειακού ύψους της Γραβιάς.
- (γ) Δέν υπάρχει μονοσήμαντη μεταβολή του ύψους βροχής μέ την μεταβολή του έμβαδου της υπολεκάνης. Παρατηρείται πάντως μιά πτωτική τάση του ύψους βροχής μέ την αύξηση του έμβαδου της υπολεκάνης
- (δ) Οι υπολεκάνες S2 και S3 εμφανίζουν συναρτήσεις κατανομής που βρίσκονται πολύ κοντά ή μία μέ την άλλη. Για τό λόγο αυτό θεωρήθηκε τελικά ότι και οι δύο περιγράφονται από την ίδια συνάρτηση κατανομής, της οποίας οι παράμετροι υπολογίστηκαν και φαίνονται στό πίνακα 5.3.

Τέλος στά σχήματα 5.3 και 5.4 έχουν χαραχτεί οι συναρτήσεις Gumbel των υπολεκανών S1 , S2, S3 και S2/S3 παράλληλα μέ τις αντίστοιχες έμπειρικές συναρτήσεις κατανομής, που προκύπτουν μέ έφαρμογή του τύπου:

$$f_i = \frac{v}{N+1}$$

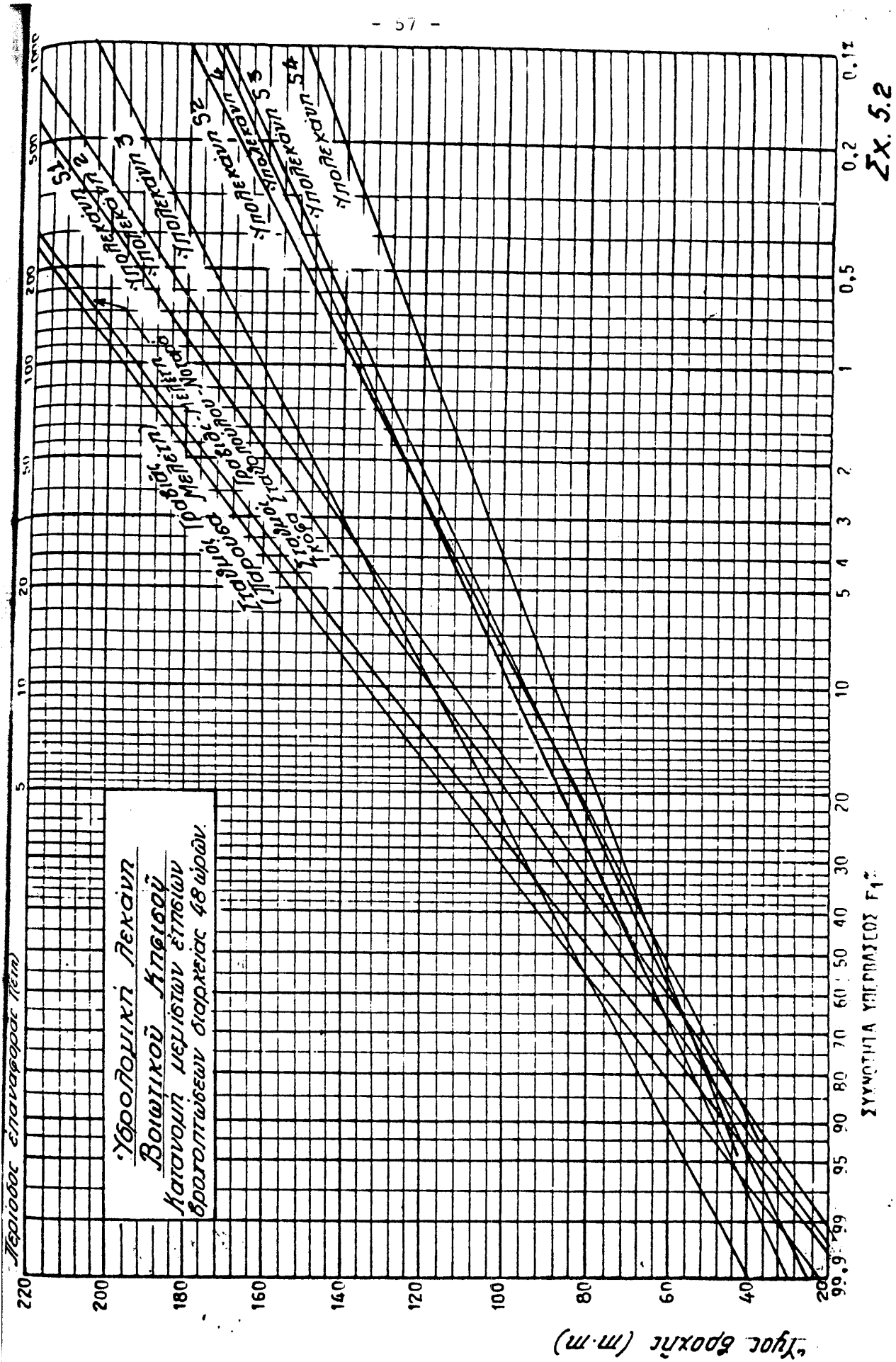


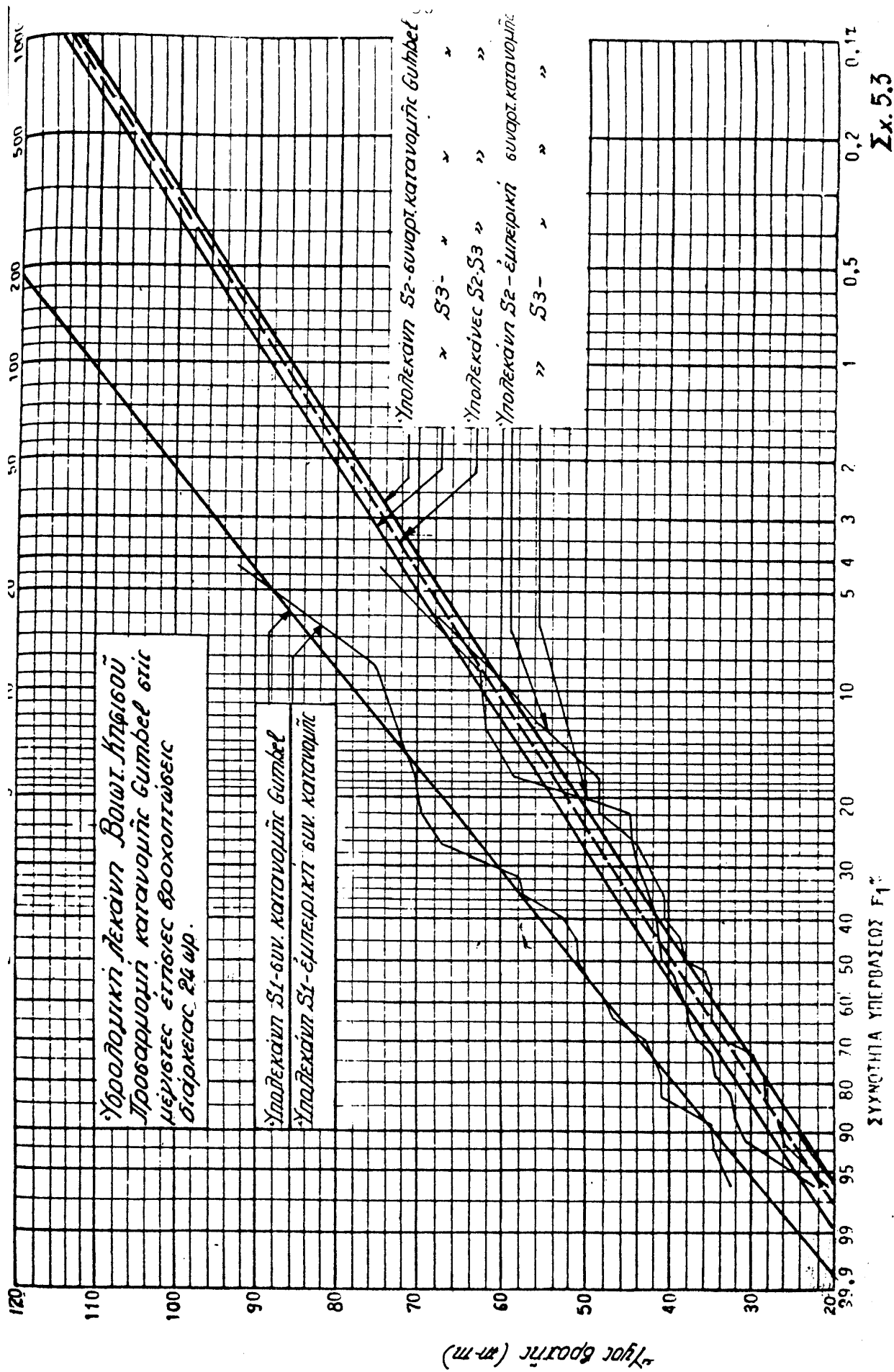
“Υψος θραύσης (m)”

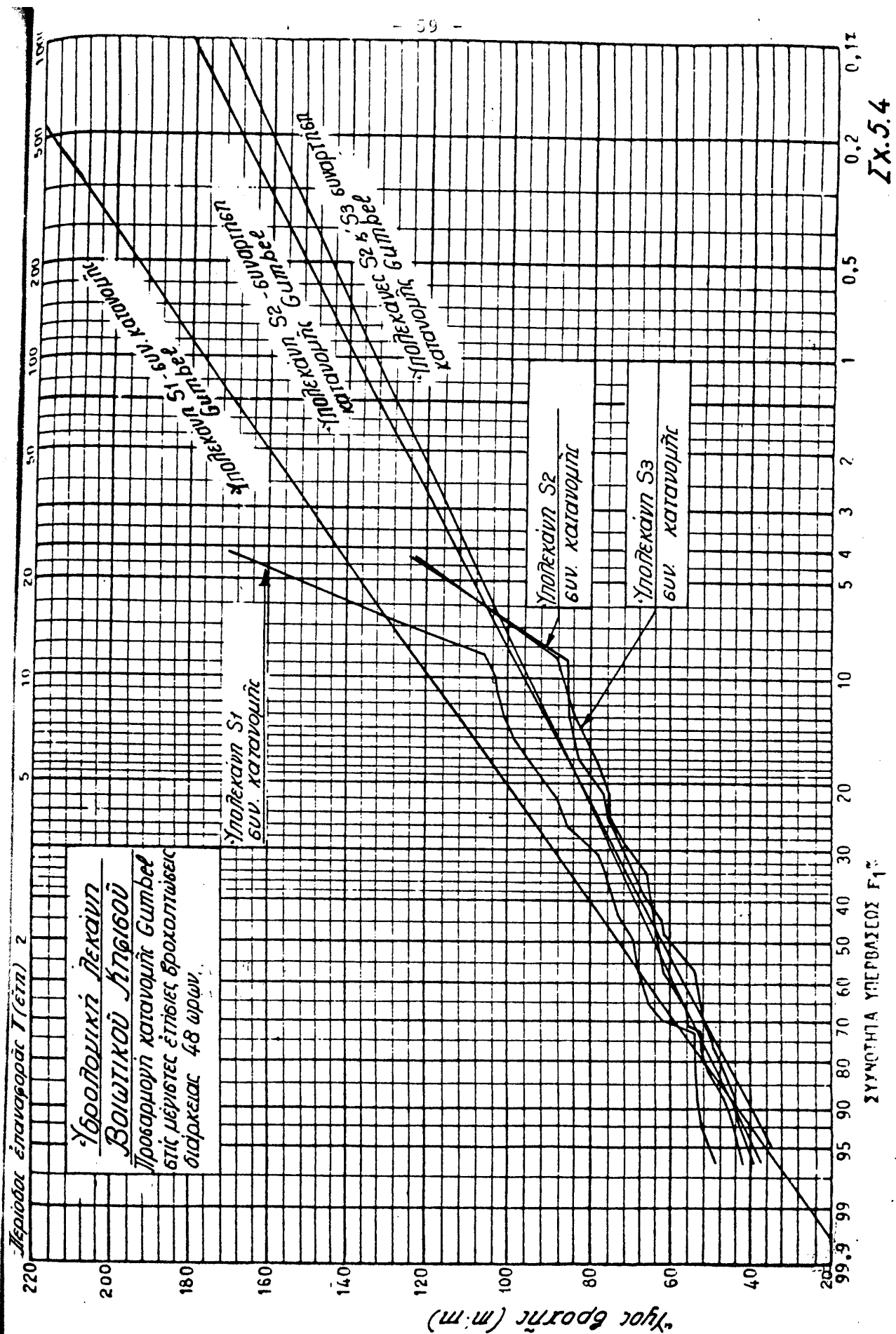


ΣΥΝΟΧΗΤΗ ΥΠΕΡΒΑΣΙΣ  $F_1\%$

ΣΧ. 5.1







- δπου  $F_1$ : η έμπειρική συχνότητα υπέρβασης  
 $N$ : ο αύξων αριθμός κάθε παρατηρημένης τιμής σέ φθίνουσα σειρά.  
 $N$ : τό εύρος τοῦ δείγματος (=22)

Στά έν λόγω σχήματα παρατηρείται ή πολύ καλή προσαρμογή τής συνάρτησης Gumbel στά έμπειρικά δεδομένα.

#### 5.4.5. Καμπύλες ύψους-διάρκειας - περιόδου έπαναφορᾶς καί έντασης-διάρκειας - περιόδου έπαναφορᾶς βροχοπτώσεων.

Όπως αναφέρθηκε καί αίτιολογήθηκε στίς παραγράφους 5.4.1 καί 5.4.2 δέν είναι δυνατή ή άμεση παραγωγή καμπυλών ύψους (ή έντασης) - διάρκειας - περιόδου έπαναφορᾶς βροχοπτώσεων, άφοῦ δέν έχουμε βροχογραφικά στοιχεία από δίκτυο σταθμών στή διάθεση μας. Επίσης θά πρέπει νά αποκλειστεῖ καί ή έμπειρική μεθοδολογία Gibrat, πού χρησιμοποιήθηκε στήν παράγραφο 5.3, γιατί αύτή άφορᾶ σαφῶς σημειακές βροχοπτώσεις, δεδομένου ὅτι χρησιμοποιεῖ τίς μέσες έντάσεις τῶν βροχοπτώσεων ὅπως προκύπτουν από τά ήμερήσια δελτία βροχομετρικῶν παρατηρήσεων (ή ἂν υπάρχει βροχογράφος από τά βροχογραφήματα).

Παρόλο ὅτι υπάρχει άδυναμία άμεσης καί ασφαλούς παραγωγής τῶν έν λόγω καμπυλών, έν τούτοις είναι δυνατή ή έμμεση παραγωγή τους, μέ βάση

- α. Τίς αντίστοιχες καμπύλες τῶν σημειακῶν ὑψῶν ή έντάσεων βροχῆς
- β. Τά τυπικά διαγράμματα συντελεστῶν άναγωγῆς σημειακῆς βροχόπτωσης σέ έπιφανειακή, καί
- γ. Τά συμπεράσματα τής στατικῆς ανάλυσης τῶν έτησίων μεγίστων έπιφανειακῶν ὑψῶν βροχῆς, πού προέκυψαν στήν προηγούμενη παράγραφο 5.4.4.

θά άσχοληθοῦμε αποκλειστικά μέ τίς ὑπολεκάνες S1, S2, καί S3 μέ έκτάσεις 444 χμ<sup>2</sup>, 871 χμ<sup>2</sup> καί 1.173 χμ<sup>2</sup> αντίστοιχα, πού ένδιαφέρουν κατά κύριο λόγο τή μελέτη μας. Στήν προηγούμενη παράγραφο διαπιστώθηκε ὅτι υπάρχει ταύτιση τῶν συναρτήσεων κατανομῆς Gumbel τῶν 24ῶρων καί 48ῶρων ὑψῶν βροχῆς γιά τίς ὑπολεκάνες S2 καί S3. Είναι λογικό έπομένως νά ὑποθέσουμε ὅτι οἱ καμπύλες ύψους-διάρκειας - περιόδου έπαναφορᾶς τῶν ὑπολεκανῶν S2 καί S3 ταυτίζονται επίσης.

θεωροῦμε ὅτι οἱ καμπύλες πού μάς ένδιαφέρουν περιγράφονται από τίς σχέσεις:

$$h = K \cdot T^a \cdot t^\lambda \text{ καί } J = K \cdot T^a / t^{1-\lambda}$$

όπου  $h$  : ύψος βροχής σε mm. (χστ.)

$i$  : ένταση βροχής σε mm./h

$t$  : διάρκεια βροχής σε h (ώρες)

$K, \alpha, \lambda$ : ομάδα σταθερών ( $0 < \alpha, \lambda < 1$  και  $K > 0$ )

Τό πρόβλημα πού αντιμετωπίζουμε έδω είναι ό καθορισμός τής ομάδας σταθερών  $K, \alpha$  και  $\lambda$  για κάθε ύπολεκάνη. Αυτό μπορεί νά γίνει και άμεσα μέ βάση τά άποτελέσματα τής στατιστικής άνάλυσης μέ τήν κατανομή Gumbel τών βροχοπτώσεων διάρκειας 24 και 48 ώρων, αλλά στήν περίπτωση αύτή κινδυνεύουμε νά έχουμε μεγάλα σφάλματα για μικρές διάρκειες. Έτσι καταλήγουμε νά προσδιορίσουμε τήν τιμή τής σταθεράς  $\lambda$ , πού περιγράφει τή μεταβολή τοϋ ύψους ή τής έντασης μέ τό χρόνο, έμμεσα, από τίσ αντίστοιχες καμπύλες τών σημειακών βροχοπτώσεων. Σημειώνεται μάλιστα ότι ή διακύμανση της  $\lambda$  για σημειακές βροχοπτώσεις είναι μικρή μέσα σε μία λεκάνη άπορροής.

Γιά τήν ύπολεκάνη S1 άντιπροσωπευτικός σταθμός μπορεί νά θεωρηθεί ό σταθμός τής Γραβιάς, για τόν όποιο έχουμε καμπύλες ύψους - διάρκειας περιόδου έπαναφοράς βασισμένους σε βροχογραφικά δεδομένα πού έχουν καταρτισθεί σε προγενέστερες μελέτες. Στίς καμπύλες αυτές ή σταθερά  $\lambda$  έχει τήν τιμή 0,45. Έτσι π.χ. για  $T = 100$  ή αντίστοιχη σχέση είναι

$$h = 32,4 \cdot t^{0,45}$$

Τό σημειακό και έπιφανειακό ύψος βροχής συνδέονται μέ τή σχέση

$$h_E = \mu \cdot h_\Sigma$$

όπου  $\mu$  συντελεστής άναγωγής ( $\mu < 1$ ) πού μεταβάλλεται μέ τήν έκταση τής λεκάνης και τή διάρκεια βροχής. Για δοσμένη έκταση λεκάνης ή μεταβολή τοϋ σε συνάρτηση μέ τή διάρκεια βροχής μπορεί νά περιγραφεί από μία σχέση τής μορφής

$$\mu = A \cdot t^\mu$$

όπου  $A$  και  $\mu$  σταθερές μέ  $0 < \mu < 1$

Σάν συνέπεια τών δύο παραπάνω σχέσεων προκύπτει ότι ό συντελεστής  $\lambda$  για τό έπιφανειακό ύψος βροχής είναι ίσος μέ τό άθροισμα τοϋ αντίστοιχου συντελεστή  $\lambda$  τοϋ σημειακοϋ ύψους βροχής και τοϋ συντελεστή  $\mu$ .

Γιά λεκάνη έκτασης  $444 \text{ km}^2$ , μέ χρήση τών διαγραμμάτων συντελεστών άναγωγής:

(α) τοῦ U.S Weather Bureau καί

(β) τοῦ Institute of Hydrology (Βρεταννικοῦ)

καί γιά διάρκειες ἀπό 3 μέχρι 24 ὥρες ὑπολογίσαμε τό συντελεστή  $\mu$  μέ τή μέθοδο ἐλαχίστων τετραγώνων καί προέκυψε

$$\mu = 0,06$$

Συνεπῶς ὁ συντελεστής  $\lambda$  γιά τήν ὑπολεκάνη S1 θά εἶναι

$$\lambda = 0,45 + 0,06 = 0,51$$

Γιά τίς ὑπολεκάνες S2 καί S3 θεωροῦμε σάν ἀντιπροσωπευτικούς τοὺς σταθμούς Γραβιάς καί Δαύλειας.

Γιά τόνδεύτερο ἡ μέθοδος Gibrat ἔδωσε γιά τήν σταθερά  $\lambda$  τήν τιμή  $\lambda = 0,42$ . π.χ. γιά  $T = 100$  ἔχουμε

$$h = 56 \cdot t^{0,42}$$

Θεωροῦμε λοιπόν σάν ἀντιπροσωπευτική τιμή τοῦ  $\lambda$  γιά τό σημειακό ὕψος βροχῆς τόν μέσο ὄρο τῶν δύο τιμῶν τῶν σταθμῶν Γραβιάς καί Δαύλειας, ἥτοι

$$\lambda_{\Sigma} = 1/2 (0,45 + 0,42) = 0,44$$

Ἀπό τά διαγράμματα μειωτικῶν συντελεστῶν πού προαναφέρθηκαν, γιά μιά λεκάνη μέ ἔκταση τῆς τάξης τῶν  $1000 \text{ χμ}^2$  προκύπτει ἡ τιμή τοῦ  $\mu$  ἴση μέ 0,07.

Συνεπῶς γιά τό ἐπιφανειακό ὕψος βροχῆς θά ἔχουμε

$$\lambda = 0,44 + 0,07 = 0,51$$

Ἀφοῦ καθορίσαμε μέ τόν παραπάνω τρόπο τήν τιμή τοῦ  $\lambda$ , πού τελικά εἶναι κοινή (0,51) γιά ὅλες τίς ὑπολεκάνες προχωροῦμε στόν καθορισμό τῶν ὑπολοίπων σταθερῶν τῶν σχέσεων ὕψους (ἢ ἔντασης) - διάρκειας - περιόδου ἐπαναφορᾶς βροχοπτώσεων, δηλαδή τῶν  $K$  καί  $\alpha$ .

Ἄν εἰσαγάγουμε τήν μεταβλητή  $h_1 = h/t^\lambda = h/t^{0,51}$  τότε ἡ σχέση ὕψους - διάρκειας - περιόδου ἐπαναφορᾶς γίνεται:

$$h_1 = K T^\alpha$$

Λογαριθμίζοντας τήν παραπάνω προκύπτει

$$\ln(h_1) = \ln(K) + \alpha \ln(T)$$

Ἐπομένως οἱ μεταβλητές  $Y = \ln(h_1)$  καί  $X = \ln(T)$  συνδέονται μέ γραμμική σχέση καί ἔτσι οἱ σταθερές  $\alpha$  καί  $K$  μπορεῖ νά ὑπολογιστοῦν μέ τή μέθοδο ἐλαχίστων τετραγώνων.

Οἱ σχετικοί ὑπολογισμοί γίνονται στό τεῦχος πινάκων (πίνακες VI.1 καί VI.2). Τελικά οἱ ζητούμενες σχέσεις διαμορφώνονται ὡς ἑξῆς:

- Υπολεκάνη S1  
 $h = 10,26 \cdot T^{0,169} \cdot t^{0,51}$   $h: \text{mm}, t: \text{ώρες}$   
 $i = 10,26 \cdot T^{0,169} / t^{0,49}$   $i: \text{mm/h}, t: \text{ώρες}$
- Υπολεκάνης S2 και S3  
 $h = 8,28 \cdot T^{0,161} \cdot t^{0,51}$   $h: \text{mm}, t: \text{ώρες}$   
 $i = 8,28 \cdot T^{0,161} \cdot t^{0,49}$   $i: \text{mm/h}, t: \text{ώρες}$

Χαρακτηριστικές τιμές του ύψους βροχής για διάφορες διάρκειες και για διάφορες περιόδους έπαναφοράς δίνονται στον πίνακα 5.4 που ακολουθεί.

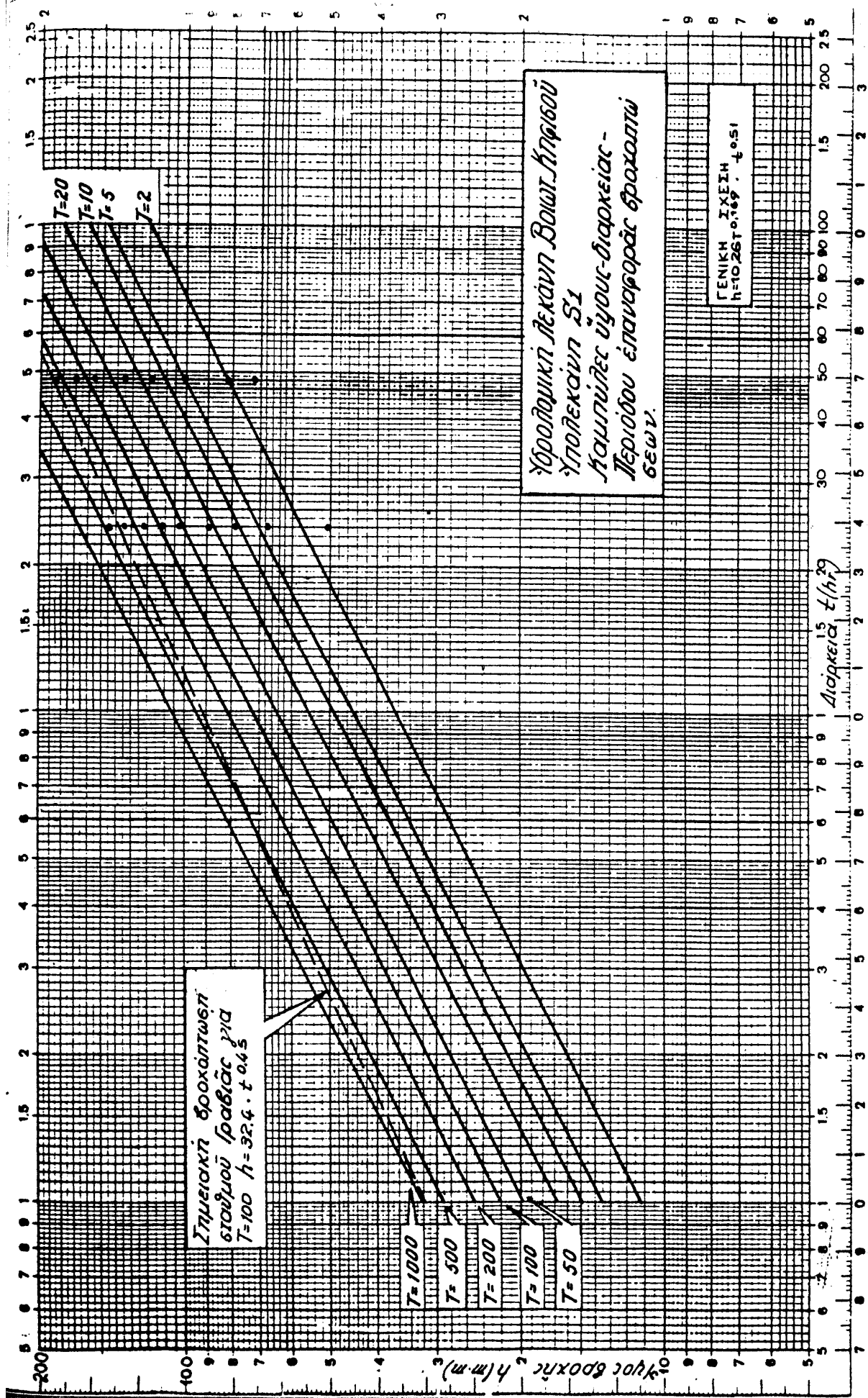
Οι γραφικές απεικονίσεις των σχέσεων φαίνονται στα σχήματα 5.5 και 5.6.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.4

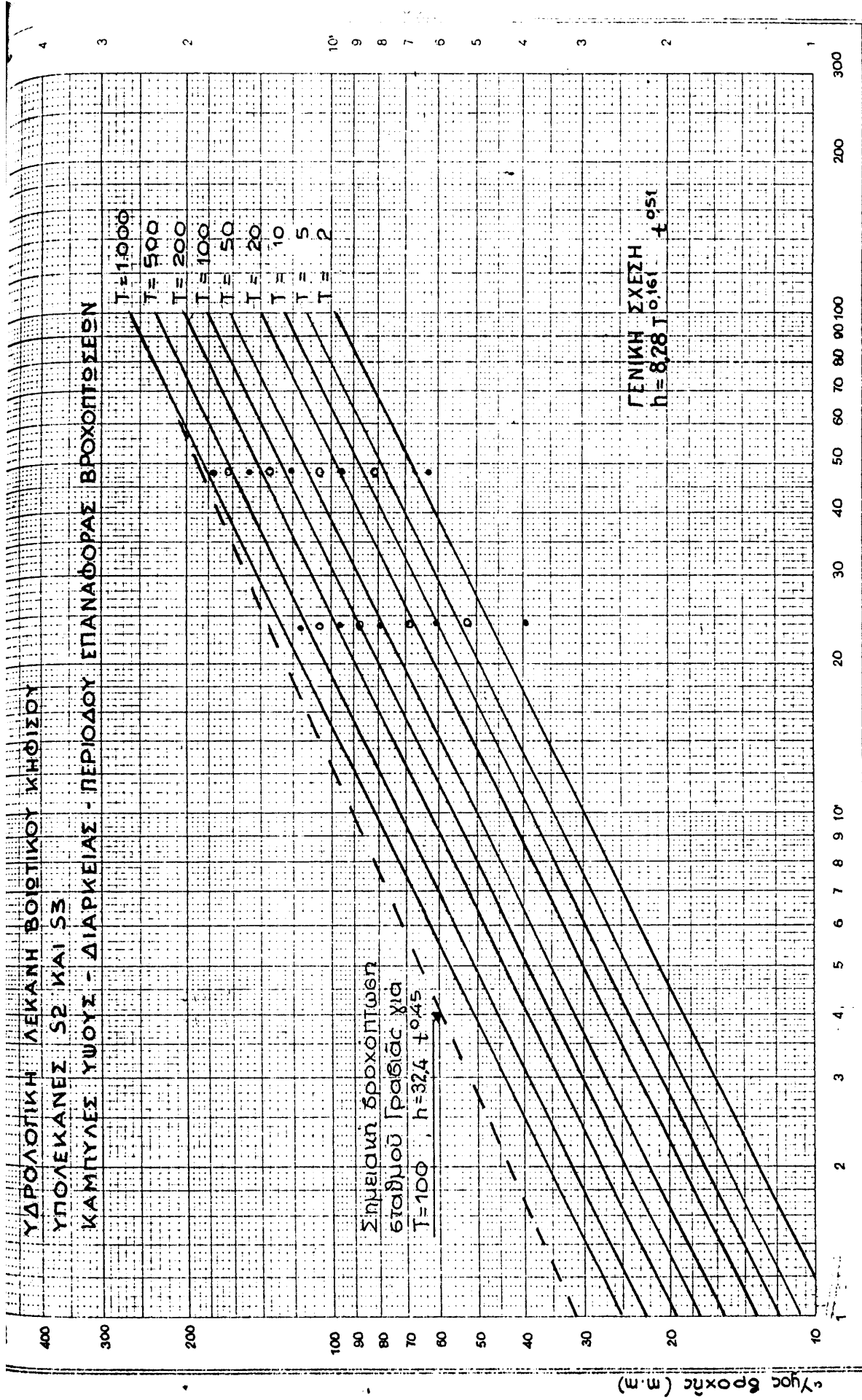
Τιμές του ύψους βροχής που προκύπτουν

Από τις σχέσεις ύψους - διάρκειας - περιόδου έπαναφοράς βροχοπτώσεων

| T<br>έτη             | Σχέσεις<br>h-t-T           | Ύψος βροχής h (mm) για διάρκεια t (h) |      |      |      |       |       |
|----------------------|----------------------------|---------------------------------------|------|------|------|-------|-------|
|                      |                            | 1                                     | 3    | 6    | 12   | 24    | 48    |
| ΥΠΟΛΕΚΑΝΗ S1         |                            |                                       |      |      |      |       |       |
| 2                    | $h = 11,54 \cdot t^{0,51}$ | 11,5                                  | 20,2 | 28,8 | 41,0 | 58,3  | 83,1  |
| 5                    | $h = 13,47 \cdot t^{0,51}$ | 13,5                                  | 23,6 | 33,6 | 47,8 | 68,1  | 97,0  |
| 10                   | $h = 15,14 \cdot t^{0,51}$ | 15,1                                  | 26,5 | 37,8 | 53,8 | 76,6  | 109,0 |
| 20                   | $h = 17,02 \cdot t^{0,51}$ | 17,0                                  | 29,8 | 42,5 | 60,5 | 86,1  | 122,6 |
| 50                   | $h = 19,87 \cdot t^{0,51}$ | 19,9                                  | 34,8 | 49,6 | 70,6 | 100,5 | 143,1 |
| 100                  | $h = 22,34 \cdot t^{0,51}$ | 22,3                                  | 39,1 | 55,7 | 79,3 | 113,0 | 160,9 |
| 200                  | $h = 22,34 \cdot t^{0,51}$ | 25,1                                  | 44,0 | 62,6 | 89,2 | 127,0 | 180,9 |
| ΥΠΟΛΕΚΑΝΕΣ S2 και S3 |                            |                                       |      |      |      |       |       |
| 2                    | $h = 9,26 \cdot t^{0,51}$  | 9,3                                   | 16,2 | 23,1 | 32,9 | 46,8  | 66,7  |
| 5                    | $h = 10,73 \cdot t^{0,51}$ | 10,7                                  | 18,8 | 26,8 | 38,1 | 54,3  | 77,3  |
| 10                   | $h = 12,00 \cdot t^{0,51}$ | 12,0                                  | 21,0 | 29,9 | 42,6 | 60,7  | 86,4  |
| 20                   | $h = 13,41 \cdot t^{0,51}$ | 13,4                                  | 23,5 | 33,4 | 47,6 | 67,8  | 96,6  |
| 50                   | $h = 15,54 \cdot t^{0,51}$ | 15,5                                  | 27,2 | 38,8 | 55,2 | 78,6  | 111,9 |
| 100                  | $h = 17,38 \cdot t^{0,51}$ | 17,4                                  | 30,4 | 43,3 | 61,7 | 87,9  | 125,2 |
| 200                  | $h = 19,43 \cdot t^{0,51}$ | 19,4                                  | 34,0 | 48,5 | 69,0 | 98,3  | 139,9 |



Σχ.5.5



Διάρκεια t (hr)

Σχ. 5.6

### 5.5 Μοναδιαία υδρογραφήματα

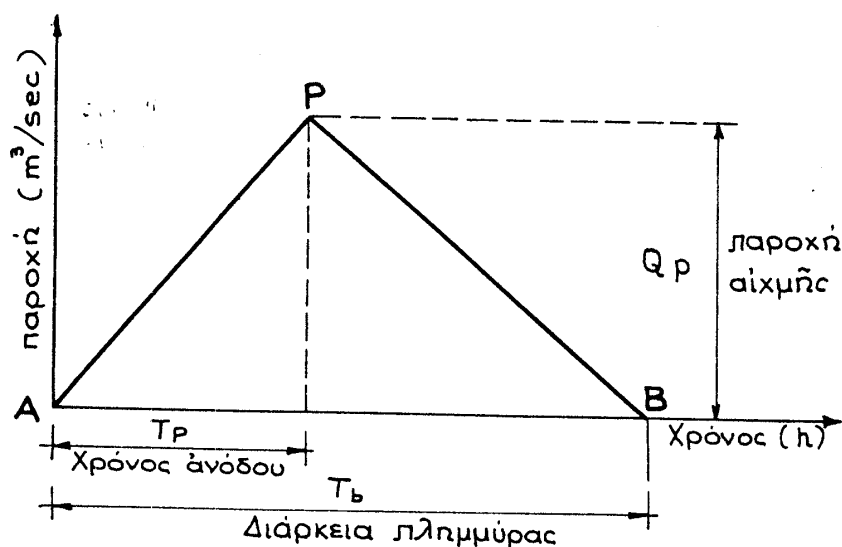
Όπως έχει αναφερθεί στην αρχή αυτού του κεφαλαίου τὰ πλημμυρογραφήματα μελέτης θά παραχθούν με τή μέθοδο του μοναδιαίου υδρογραφήματος. Ἡ μέθοδος προϋποθέτει τήν κατάρτιση μοναδιαίων υδρογραφημάτων στις διατομές ἐλέγχου, κατά μήκος του ποταμού.

Γιά νά ἔχωμε ἀξιόπιστα ἀποτελέσματα, ἡ κατάρτιση τῶν μοναδιαίων υδρογραφημάτων πρέπει νά βασίζεται σέ υδρομετρικά δεδομένα καί μάλιστα σέ καταγεγραμμένα πλημμυρογραφήματα στή διατομή ἐλέγχου. Τέτοια ὅμως δέν υπάρχουν, ἀφοῦ κατά μήκος του Βοιωτικοῦ Κηφισοῦ δέν υπάρχουν υδρομετρικοί σταθμοί ἐκτός ἀπό αὐτόν στή σήραγγα Καρδίτσας, πού ὅμως πάλι δέν εἶναι ἐφ' ἑδρασμένος μέ κατάλληλα ὄργανα γιά τό σκοπό αὐτό (π.χ. σταθμηγράφο).

Ἔτσι ἀναγκαστικά καταφεύγουμε σέ συνθετικά μοναδιαία υδρογραφήματα, δηλαδή συνθέτουμε τὰ μοναδιαία υδρογραφήματα μέ βάση ὁρισμένες φυσικές καί μετεωρολογικές παραμέτρους τῆς λεκάνης ἀπορροῆς.

Βασιζόμαστε κυρίως στή σχετική ἐργασία του Βρεταννικοῦ Ἰνστιτούτου Ὑδρολογίας (βλ. Institute of Hydrology: "A Guide to Flood Studies Report"), ἐνῶ παράλληλα γιά ἔλεγχο χρησιμοποιοῦμε καί τήν μέθοδο Snyder καθώς καί τόν τύπο του Giandotti, πού ἔχει εὐρεία χρήση στήν Ἑλλάδα.

Σύμφωνα μέ τό Βρεταννικό Ἰνστιτούτο Ὑδρολογίας τό μοναδιαῖο υδρογράφημα γιά διάρκεια βροχῆς 1 ὥρα μπορεῖ νά ὑποτεθεῖ ὅτι ἔχει τριγωνική μορφή, ὅπως στό σχῆμα 5.7.



**Σχήμα 5.7** Τριγωνικό μοναδιαῖο υδρογράφημα σύμφωνα μέ τό Βρεταννικό Ἰνστιτούτο Ὑδρολογίας (διάρκεια βροχῆς 1 ὥρα).

Γιά τόν προσδιορισμό του απαιτείται ο καθορισμός 3 παραμέτρων, δηλαδή των  $T_p$ ,  $T_b$  και  $Q_p$ .

Αυτός βασίζεται στα ακόλουθα χαρακτηριστικά της λεκάνης απορροής:

- Έκταση λεκάνης  $A$  ( $\chi\mu^2$ )
- Μήκος κύριου ρεύματος  $L$  ( $\chi\mu$ )
- Μέση κλίση κυρίου ρεύματος που εμφανίζεται ανάμεσα στα σημεία 10% και 85% του μήκους του  $S1085$  ( $\mu/\chi\mu$ )
- Μέγεθος αστικής ανάπτυξης URBAN
- Παράμετρος μεγέθους έντασης βροχοπτώσεων: RSMD  
( = ύψος βροχής 24ωρης βροχόπτωσης για περίοδο επαναφοράς 5 χρόνια μεϊον την τιμή του "ένεργου έλ- λείμματος έδαφικής ύγρασίας", που είναι περίπου 2χστ.για όρεινές λεκά- νες απορροής).

Οι ζητούμενες παράμετροι υπολογίζονται από τις σχέσεις

$$T_p = 46,6 \cdot L^{0,14} \cdot S1085^{-0,38} \cdot (1+URBAN)^{-1,99} \cdot RSMD^{-0,4}$$

(ώρες)

$$Q_p = 2,2 \cdot A/T_p$$

( $\mu^3/$ )

$$T_b = 2,52 \cdot T_p$$

(ώρες)

Γιά έπαλήθευση της τιμής του χρόνου ανόδου, όπως προαναφέρθηκε χρη- σιμοποιείται και η μέθοδος Snyder. Σύμφωνα με αυτήν υπολογίζεται κατ' αρχήν ο χρόνος.

$$t_{p1} = C_t (L \cdot L_c)^{0,3}$$

(ώρες)

όπου  $L$  : μήκος ύδατορεύματος (mi) = μίλια  
 $L_c$  : μήκος του ύδατορεύματος από την προβολή του κέντρου βάρους της λεκάνης μέχρι την υπό εξέταση διατομή (mi) = μίλια

$C_t$  : συντελεστής που εξαρτάται από χαρακτηριστικά της λε- νης και στην Αμερική βρέ- θηκε να έχει τιμές 1,8÷2,0 Στην Ελλάδα είναι πιθανό- τερη η τιμή  $C_t = 1,00$  που άλλωστε υιοθετήθηκε από τον ίδιο Snyder σε μία μελέτη του για τόν "Αραχθο.

Η τιμή  $t_{p1}$  είναι ο χρόνος ανόδου για διάρκεια βροχής ίση με

$$t_o = t_{p1} / 5.5$$

ενώ για διάρκεια βροχής  $t_1=1\omega\rho\alpha$ , ο αντίστοιχος χρόνος ανόδου προκύπτει από τη σχέση

$$t_p = t_{p1} + \frac{t_1 - t_o}{4}$$

Τέλος χρησιμοποιείται ακόμη για έπαλήθευση και η καθιερωμένη στην

Ελλάδα σχέση του Giandotti  $t_\sigma = \frac{4\sqrt{A} + 1.5L}{0.8\sqrt{Z_m - Z_E}}$

Η σχέση αυτή δίνει το χρόνο συρροής της λεκάνης, είναι

|     |                                                   |                    |
|-----|---------------------------------------------------|--------------------|
| A:  | Έκταση της λεκάνης                                | (Km <sup>2</sup> ) |
| L:  | μήκος υδατορεύματος                               | (Km )              |
| Zm: | μέσο ύψομετρο λεκάνης                             | ( m )              |
| ZE: | ύψομετρο του υδατορεύματος<br>στη διατομή ελέγχου | (cm )              |

Στή συνέχεια προκύπτει ο χρόνος ανόδου από τη σχέση

$$t_p = 0.6 \cdot t_\sigma + \frac{t_1}{2}$$

όπου  $t_1$  η διάρκεια βροχής (=1 ωρα.)

Όλα τα παραπάνω εφαρμόζονται στις τρεις υπολεκάνες που ενδιαφέρουν τη μελέτη.

- Υπολεκάνη S1 - ανάντη θέσης φράγματος Αμφίκλειας
- Υπολεκάνη S2 - ανάντη στενού Κινέτας
- Υπολεκάνη S3 - ανάντη φράγματος BOOT

Τά απαιτούμενα γεωμετρικά στοιχεία των υπολεκανών έχουν βρεθεί από τη μηκοτομή του σχήματος 5.8. Οι υπολογισμοί έχουν γίνει στον πίνακα 5.5. Παρατηρούμε ότι η μέθοδος του Βρεταννικού Ίνστιτούτου Ύδρολογίας δίνει κάπως μεγαλύτερες τιμές του χρόνου ανόδου από τις άλλες δύο (π.χ. για την υπολεκάνη S1 έχουμε τις εξής τιμές σε ώρες: Ίνστ. Ύρολ.: 5.4, Snyder: 4,6 Giandotti: 4,7) αλλά πάντως η παρατηρούμενη απόκλιση είναι αποδεκτή.

Τά μοναδιαία υδρογραφήματα των τριών υπολεκανών, που τελικά χρησιμοποιούνται είναι αυτά της μεθόδου του Βρετ. Ίνστιτούτου Ύδρολογίας και φαίνονται στο σχήμα 5,9.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.5

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΒΑΣΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ

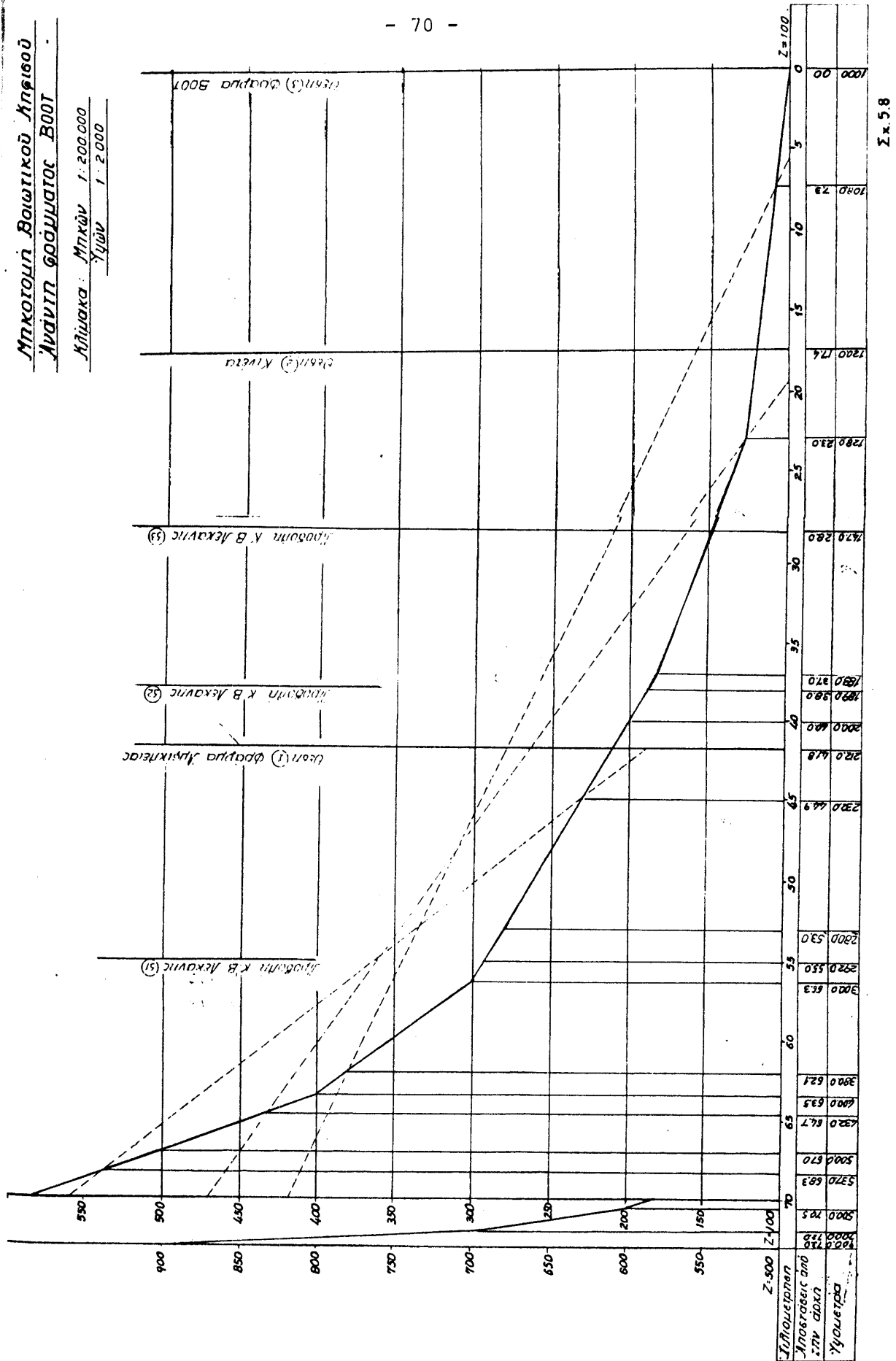
ΜΟΝΑΔΙΑΙΩΝ ΥΔΡΟΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ ΔΕΚΑΝΗΣ ΒΟΙΩΤ. ΚΗΦΙΣΟΥ

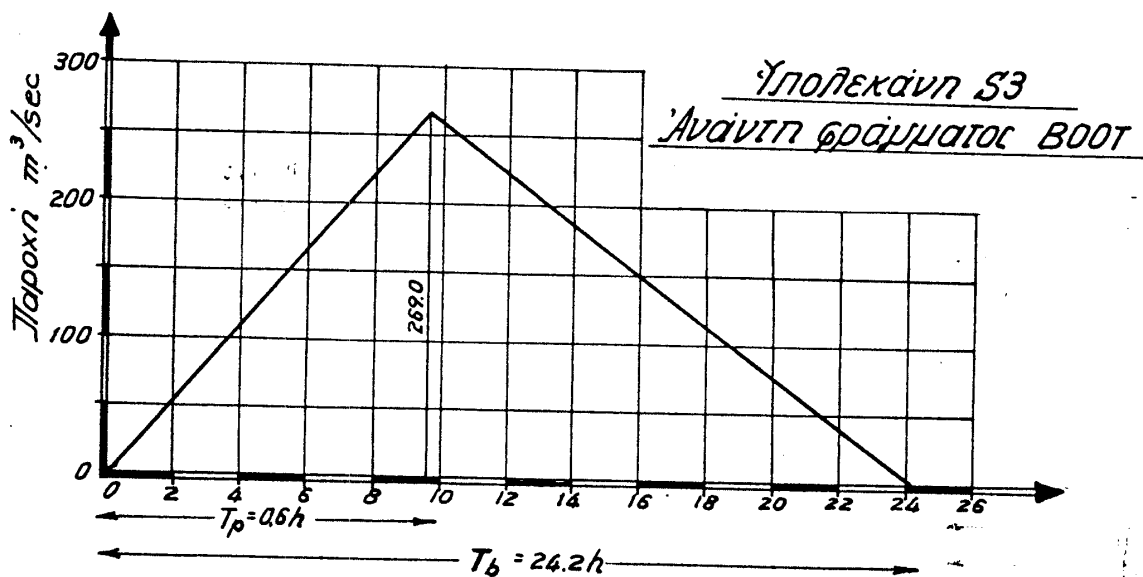
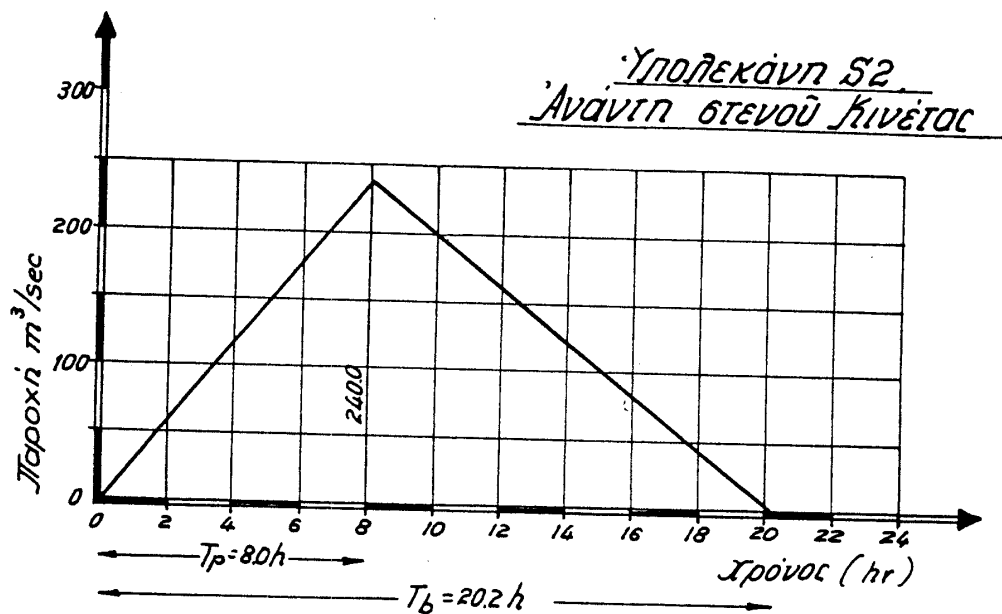
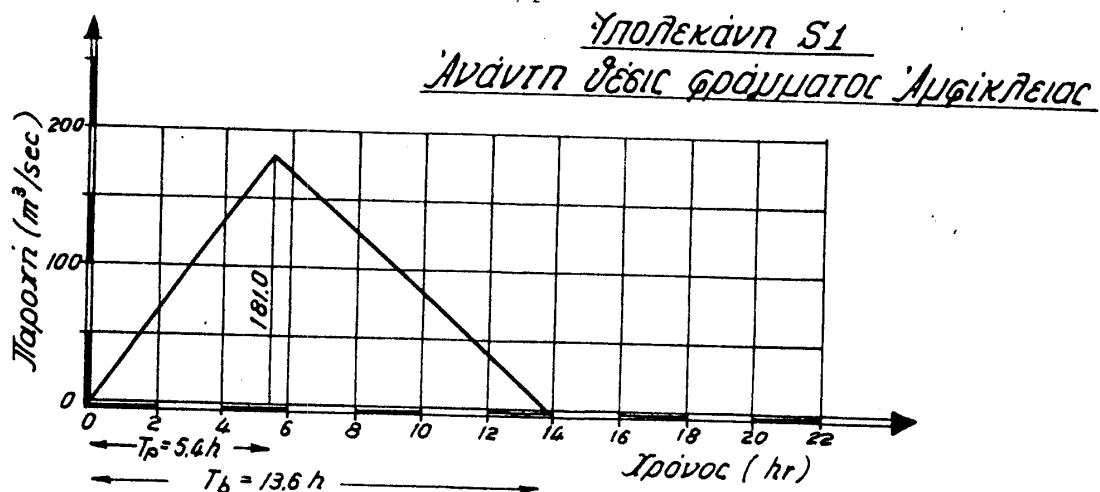
| ΥΠΟΔΕΚΑΝΗ                                                                                 |                                                                                | S1 - ΘΕΣΗ<br>ΦΡΑΓΜ. ΑΜΦΙΚΛΕΙΣΙΑΣ | S2 - ΣΤΕΝΟ<br>ΚΙΝΗΤΑΣ | S3<br>ΦΡΑΓΜΑ ΒΟΟΤ |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------|-------------------|
| Έκταση υποδεκάνης A (κμ <sup>2</sup> )                                                    |                                                                                | 444                              | 871                   | 1.173             |
| Χιλιομετρικές<br>θέσεις<br>(κμ)                                                           | Διατομή έξόδου                                                                 | 41,8                             | 17,4                  | 0,0               |
|                                                                                           | Ανάντη πέρατος                                                                 | 73,0                             | 73,0                  | 73,0              |
|                                                                                           | θέσης 10% L                                                                    | 44,9                             | 23,0                  | 7,3               |
|                                                                                           | θέσης 85% L                                                                    | 68,3                             | 64,7                  | 62,1              |
|                                                                                           | Προβολής κ.β.                                                                  | 55,0                             | 38,0                  | 28,0              |
| Μήκη<br>(κμ/μ)                                                                            | Ολικό                                                                          | 31,2/19,4                        | 55,6/34,6             | 73,0/45,4         |
|                                                                                           | Μέχρι προβολής κ.β.                                                            | 13,2/ 8,2                        | 20,6/12,8             | 28,0/17,4         |
| Ύψημετρα<br>(μ)                                                                           | Διατομής έξόδου (Z <sub>E</sub> )                                              | 212                              | 120                   | 100               |
|                                                                                           | Ανάντη πέρατος (Z <sub>A</sub> )                                               | 900                              | 900                   | 900               |
|                                                                                           | θέσης 10% L (Z <sub>10</sub> )                                                 | 232                              | 128                   | 108               |
|                                                                                           | θέσης 85% L (Z <sub>85</sub> )                                                 | 537                              | 432                   | 380               |
|                                                                                           | Μέσο λεκάνης (έκτιμ.) (Z <sub>M</sub> )                                        | 780                              | 640                   | 620               |
| Μέσες<br>κλίσεις<br>%                                                                     | Ολική S = (Z <sub>A</sub> -Z <sub>E</sub> )/L                                  | 22,1                             | 14,0                  | 11,0              |
|                                                                                           | S <sub>1085</sub> =(Z <sub>85</sub> -Z <sub>10</sub> )/ 0,75 L                 | 13,0                             | 7,3                   | 5,0               |
| Υπολογισμός παραμέτρων κ.υ.<br>1 άρας, σύμφωνα με το Βρετανικό<br>κό Institute of Hydrol. | Ποσοστό έκτασης αστικών<br>περιοχών (URBAN)                                    | = 0                              | = 0                   | = 0               |
|                                                                                           | Παράμετρος RSMD (μμ)                                                           | 67,4-2=65,4                      | 52,1-2=50,1           | 52,1-2=50,1       |
|                                                                                           | Χρόνος ανόδου (hr):                                                            |                                  |                       |                   |
|                                                                                           | $T_P = \frac{46,6 \cdot L^{0,14}}{0,38 \cdot S_{1085}^{0,4} \cdot RSMD^{0,4}}$ | 5,4                              | 8,0                   | 9,6               |
|                                                                                           | Παροχή αίχμης (μ <sup>3</sup> /δλ)                                             |                                  |                       |                   |
|                                                                                           | Q <sub>P</sub> = 2,2 A/T <sub>P</sub>                                          | 181                              | 240                   | 269               |
|                                                                                           | Διάσκεια πλημ. T <sub>1</sub> =2,52T <sub>P</sub>                              | 13.6                             | 20,2                  | 24,2              |
| Έλεγχος του<br>χρόνου ανόδου<br>με άλλες μεθό-<br>δους                                    | Giandotti:                                                                     |                                  |                       |                   |
|                                                                                           | Χρ. συρροής t <sub>σ</sub> = $\frac{4\sqrt{A+1,5L}}{0,8\sqrt{Z_M - Z_E}}$      | 6,9                              | 11,0                  | 13,5              |
|                                                                                           | Χρ. ανόδου T <sub>P</sub> = 0,6t <sub>σ</sub> + D                              | 12 4,6                           | 7,1                   | 8,6               |
|                                                                                           | Snyder                                                                         |                                  |                       |                   |
|                                                                                           | t 1,00 (LL <sub>C</sub> )                                                      | 4,6                              | 6,2                   | 7,4               |
|                                                                                           | t'                                                                             | 0,8                              | 1,1                   | 1,3               |

Μηκοτομή Βασιλικού Χηρίσου  
 Άντην Εορματός Β00Τ

Μήκος : Μήκων 1:200.000  
 Υψών 1:2.000

- 70 -





ΜΟΝΑΔΙΑΙΑ ΥΔΡΟΓΡΑΦΗΜΑΤΑ ΛΕΚΑΝΗΣ ΒΟΙΩΤ. ΚΗΦΙΣΟΥ  
Για διάρκεια βροχής 1 ώρ.

(Με τη μέθοδο του Βρετανικού Ύνστιτούτου Υδρολογίας)

## 5.6 Ύδρογραφήματα πλημμύρας

### 5.6.1 Γενικά

Όπως αναφέρθηκε και στην αρχή αυτού του κεφαλαίου βασική παραδοχή για την παραγωγή των υδρογραφημάτων πλημμύρας είναι ότι η ροή του ποταμού γίνεται μέσα στην κοίτη άνεμπόδιστα, πράγμα που προϋποθέτει τά ακόλουθα.

- α) Δεν πραγματοποιούνται ανασχέσεις, όφειλόμενες σε αντιπλημμυρικά έργα ανάσχεσης
- β) Έφ' όσον δεν έπαρκει η φυσική κοίτη για τή διόδευση της πλημμύρας, υποτίθεται ότι υπάρχουν (ή θά κατασκευαστούν) αναχώματα, ώστε η τελική διατομή νά έπαρκει για τή διόδευση.

Η παραγωγή των υδρογραφημάτων πλημμύρας γίνεται μέ συνδυασμό: α) του μοναδιαίου υδρογραφήματος κάθε υπολεκάνης και β) της βροχόπτωσης μελέτης.

Χρησιμοποιήθηκαν δύο τιμές της περιόδου έπαναφοράς της βροχόπτωσης μελέτης:  $T=50$  και  $T=100$  χρόνια. Η διάρκεια της βροχής μελέτης δεν θεωρήθηκε προκαθορισμένη αλλά ελέγχθηκαν δοκιμαστικά βροχές διάρκειας 24 και 48 ώρων, ώστε νά έπιλεγεί τελικά αυτή που δίνει τά δυσμενέστερα αποτελέσματα (τελικά αυτή είναι η 48ωρη). Σάν τιμή του συνολικού ύψους βροχής θεωρήθηκε αυτή που προκύπτει από τήν αντίστοιχη συνάρτηση Gumbel, και όχι από τίς σχέσεις ύψους - διάρκειας - περιόδου έπαναφοράς βροχοπτώσεων.

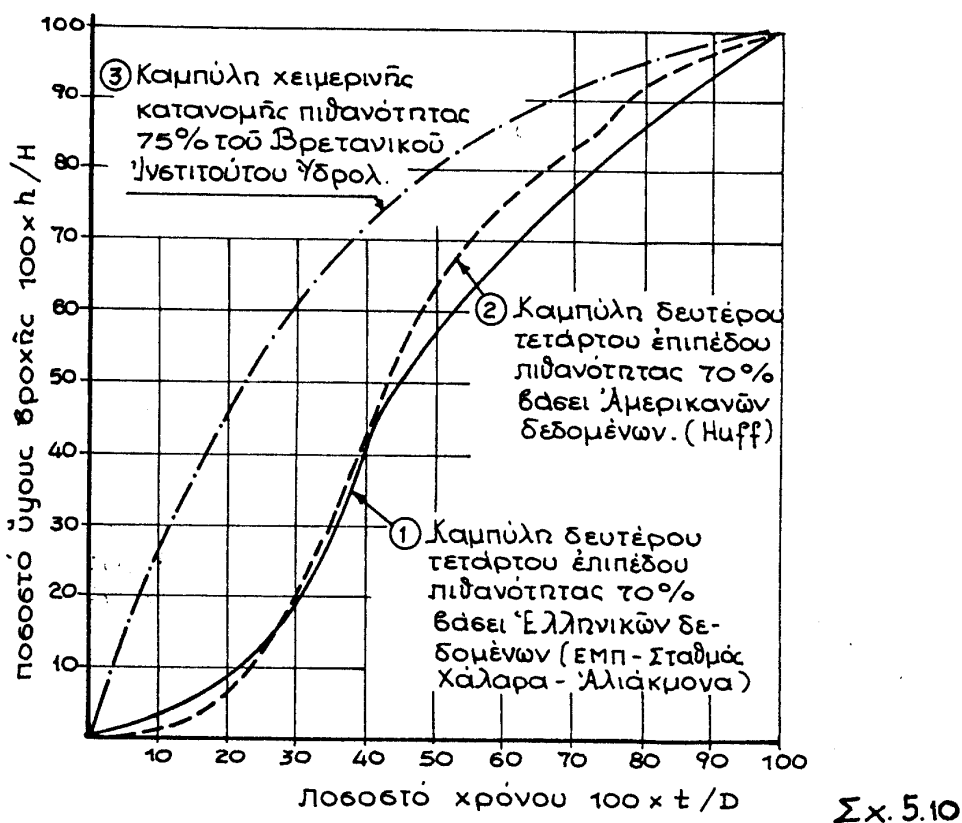
### 5.6.2. Χρονική κατανομή βροχοπτώσεων μελέτης

Γιά τήν κατανομή του συνολικού ύψους βροχής στό χρόνο χρησιμοποιούνται έν γένει δύο μέθοδοι:

- (α): Ο έπιμερισμός της συνολικής βροχόπτωσης σε έπιμέρους, μέ βάση τήν σχέση ύψους - διάρκειας για τή δοσμένη περίοδο έπαναφοράς και στή συνέχεια η κατάλληλη διάταξη των έπιμέρους τιμών στό χρόνο ώστε νά προκύπτει ο δυσμενέστερος συνδυασμός και
- (β): Ο έπιμερισμός στό χρόνο σύμφωνα μέ μιά προκαθορισμένη άδίστατη κατανομή της μορφής :  $h/H = \text{συνάρτηση}(t/D)$ , όπου  $h$  τό ύψος βροχής στό χρόνο  $t$ ,  $H$  τό συνολικό ύψος και  $D$  η διάρκεια βροχής.

Έδω χρησιμοποιήθηκε η δεύτερη μέθοδος, αλλά έγινε προσπάθεια να μην υπάρχει μεγάλη απόκλιση από την πρώτη.

Η μορφή της αδιάστατης κατανομής δυστυχώς δεν μπορεί να καθορισθεί με ακριβείς μεθόδους, αφού άλλωστε στίς πραγματικές βροχοπτώσεις υπάρχει τεράστια ποικιλία, όσον αφορά την κατανομή του ύψους στο χρόνο. Έχουν γίνει προσπάθειες για την ταξινόμηση των διαφόρων κατανομών και οι σημαντικότερες οφείλονται στον Αμερικανό Μηχανικό Huff (βλ. Viessman: "Engineering Hydrology"). Τελικά έχει καθιερωθεί οι βροχοπτώσεις να κατατάσσονται σε τέσσερις γενικές κατηγορίες, ανάλογα με το τέταρτο της συνολικής διάρκειας στο οποίο πραγματοποιείται



ή μεγαλύτερη ένταση. Έτσι στο σχήμα 5.10 οι καμπύλες 1 και 2 αναφέρονται σε βροχοπτώσεις δευτέρου τετάρτου ενώ η 3 σε βροχόπτωση πρώτου τετάρτου. Για κάθε μία κατηγορία

δίνεται στη βιβλιογραφία μία ομάδα καμπυλών, που αντιστοιχοῦν σέ διάφορα επίπεδα πιθανότητας. Έτσι π.χ. στό ίδιο σχήμα ή καμπύλη 1 αντιστοιχεῖ σέ επίπεδο πιθανότητας 70%, πού σημαίνει ὅτι 70% τῶν βροχοπτώσεων ἔχουν κατανομές πού οἱ καμπύλες τους τοποθετοῦνται πάνω ἀπό τήν καμπύλη αὐτή.

Γιά νά ἐπιλέξουμε μία κατάλληλη καμπύλη γιά τή μελέτη μας κάναμε σχετική διερεύνηση. Ἡ καμπύλη πού προτείνεται ἀπό τό Βρετανικό Ἰνστιτοῦτο Ὑδρολογίας (βλ. Institute of hydrology: " A Guide to Flood Studies Report") ἀπορρίφθηκε γιατί δίνει ὑπερβολικά ἐπιμέρους ὕψη βροχῆς μέσα στό ίδιο ἐπεισόδιο βροχῆς. Ἐτσι, ἂν πάρουμε γιά παράδειγμα τή βροχόπτωση διάρκειας 48 ὥρων γιά τήν ὑπολεκάνη S1, τό συνολικό ὕψος βροχῆς γιά  $T=100$  θά εἶναι σύμφωνα μέ τήν κατανομή Gumbel 176,5 mm. Ἡ ἐνλόγω καμπύλη κατανομῆς γιά τό πρῶτο 24ωρο, δηλ. γιά  $t/D= 50\%$  δίνει 80% τοῦ συνολικοῦ ὕψους βροχῆς, δηλ.  $h = 0,80 \times 176,5 = 141,2\text{mm}$  πού ἀπέχει πολύ ἀπό τήν τιμή τοῦ ὕψους 24 ὥρ σ βροχόπτωσης τῆς κατανομῆς Gumbel γιά  $T=100$ , πού εἶναι 111,5mm

Μέ τήν ίδια λογική κάνοντας παρόμοια διερεύνηση καταλήξαμε στήν καμπύλη δευτέρου τετάρτου μέ επίπεδο πιθανότητας 70%, πού ἔχει παραχθεῖ ἀπό ἑλληνικά (λεκάνη Ἀλιάκμονα - σταθμός Χάλαρα - βλ. Διπλ. ἐργασία στό ΕΜΠ τῆς Μ. Στυλιανίδου: "Πειραματική προσέγγιση ὕετο-γραμμάτων λεκάνης Ἀλιάκμονα"). Αὐτή εἶναι ἡ καμπύλη 1 στό σχήμα 5,10 καί ὅπως παρατηρεῖται βρίσκεται πολύ κοντά μέ τήν ἀντίστοιχη καμπύλη 2 ἡ ὁποία ἔχει παραχθεῖ ἀπό τόν Huff μέ βάση Ἀμερικανικά δεδομένα. Στόν πίνακα πού ἀκολουθεῖ γίνεται σύγκριση τῶν ἐπί μέρους ὕψων βροχῆς πού παράγονται ἀπό τήν καμπύλη αὐτή, γιά διάφορες διάρκειες, μέ τά ἀντίστοιχα ὕψη πού παράγονται ἀπό τίς σχέσεις ὕψους - διάρκειας - περιόδου ἐπαναφορᾶς. Ἡ σύγκριση ἀφορᾷ τήν ὑπολεκάνη S1, καί συχνότητα βροχῶν 1:100. Παρατηρεῖται γενικά καλή συμφωνία μεταξύ τῶν ὑπὸ σύγκριση ὁμάδων τιμῶν.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.6

| Χρόνος<br>ὥρες | Ὑψη βροχῆς ἀπό τήν<br>Διάρκεια 48h | καμπύλη<br>Διάρκεια 24h | Ὑψη βροχῆς<br>ἀπό σχέσεις<br>$h-t-T$ |
|----------------|------------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|
| 3              | 25,2                               | 29,6                    | 39,1                                 |
| 6              | 49,4                               | 48,9                    | 55,7                                 |
| 12             | 76,0                               | 76,8                    | 79,3                                 |
| 24             | 121,6                              | 111,5                   | 113,0 (111,5)                        |
| 48             | 176,5                              | -                       | 160,9 (176,5)                        |

### 5.6.3 'Απώλειες - 'Ωφέλιμο ύψος βροχής

Οι απώλειες της βροχής έκτιμῶνται μέ χρήση τοῦ τύπου τοῦ U.S. Soil Conservation Service (βλέπε U.S.B.R. Design of Small Dams 1960, σελ. 428).

$$h_1 = \frac{(h - 0.2 \cdot S)^2}{h + 0.8 \cdot S} \quad \text{μέ } h > 0.2 \cdot S$$

ὅπου  $h$  : συνολικό ὕψος βροχής (χστ.)

$h_1$  :  $h - h_{\text{απ}}$ : ὠφέλιμο ὕψος βροχής (χστ.)

$S$  : μέγιστη δυνατή διαφορά τῶν  $h$  καί  $h_1$  στήν ἀρχή της βροχής (χστ.)

Τό  $S$  συνδέεται μέ τήν παράμετρο CN (Curve Number ἀριθμός καμπύλης μέ τή σχέση:

$$CN = \frac{1000}{10 + S / 25.4}$$

Ἡ παράμετρος CN παίρνει τιμές ἀπό 0 ἔως 100 καί ἡ μέγιστη τιμή ἀντιστοιχεῖ σέ μηδενικές απώλειες.

Συνήθως γιά περιπτώσεις μελέτης φραγμάτων ἐπιλέγεται τιμή τοῦ CN τῆς τάξης τοῦ 90, καί προκύπτουν απώλειες τῆς τάξης τοῦ 10% - 20%.

Γιά τήν μελέτη τοῦ Βοιωτικοῦ Κηφισοῦ καί γιά τίς συχνότητες πού μᾶς ἐνδιαφέρουν, δηλ. 1:50 - 1:100 ἐπιλέγουμε τήν μειωμένη τιμή  $CN = 75$ , δεδομένου ὅτι ἡ λεκάνη ἀποτελεῖται κατά ἓνα μεγάλο ποσοστό ἀπό καρστικούς ἀσβεστολίθους. Μέ αὐτή τήν τιμή οἱ απώλειες προσδιορίζονται σέ ποσοστά ἀπό 40% (γιά τήν ὑπολεκάνη  $S_1$  καί 48ωρη βροχόπτωση) μέχρι περίπου 60% (γιά τίς ὑπολεκάνες  $S_2$  καί  $S_3$  καί 24ωρη βροχόπτωση).

Οἱ παραπάνω τιμές τοῦ ποσοστοῦ ἀπωλειῶν δέν εἶναι ὑπερβολικές γιά μιᾶ λεκάνη μέ τόσο ἐκτεταμένη ἐμφάνιση καρστικῶν πετρωμάτων. Σημειώνεται ὅτι σέ ἐτήσια βάση στή λεκάνη, ἀπό τό σύνολο τῶν κατακρημνίσεων πού ἀνέρχεται σέ 725 χλσ ἢ 1.437 ἑκατομ.  $\mu^3$  (βλ. σχετικό πλῆγμα κεφαλαίου 3) ἀπορρέουν κατά μέσον ὁρο 443 ἑκατομ.  $\mu^3$ , δηλαδή ὁ μέσος συντελεστής ἀπορροῆς εἶναι  $443/1437 = 0,31$  καί τό μέσο ποσοστό ἀπωλειῶν 69%. Ἄν μάλιστα πάρουμε ὑπόψη ὅτι πάνω ἀπό τό μισό τοῦ ὅγκου ἀπορροῆς ὀφείλεται σέ πηγαιῖες ἀναβλύσεις, τότε ὁ συντελεστής ἐπιφανειακῆς ἀπορροῆς σέ ἐτήσια βάση κατεβαίνει στήν τιμή 0,15, καί τό ἀντίστοιχο ποσοστό ἀπωλειῶν φθάνει τό 85%.

#### 5.6.4 Παραγωγή υδρογραφημάτων πλημμύρας

Τά υδρογραφήματα έπιφανειακής άπορροής προκύπτουν από συνδυασμό τών ώφελίμων υετογραμμάτων και τών μοναδιαίων υδρογραφημάτων μέ βάση τή σχέση:

$$Q_i = \sum_{j=m}^n u_i + 1-j \cdot h_{1j} / 10 \quad (i=1,2,\dots, N_u+N_h-1)$$

όπου  $Q_i$ : παροχή ( $\mu^3/\delta\lambda$ ) έπιφανειακής άπορροής στό χρόνο  $t_i = i \cdot \Delta$  (έδω  $\Delta = 1$  ώρα).

$u_k$ : τεταγμένη μοναδιαίου υδρογραφήματος στό χρόνο  $t_k = K \cdot \Delta$

$h_1$ : ώφέλιμο ύψος βροχής στό  $j$  χρονικό διάστημα, δηλαδή μεταξύ τών χρόνων  $(j-1)\Delta$  και  $j\Delta$

$M = \text{MAX} (1, i + 1 - N_u)$

$n = \text{MIN} (1, N_h)$

$N_u$ : άριθμός τεταγμένων μοναδιαίου υδρογραφήματος ανά χρονικά διαστήματα εύρους  $\Delta$

$N_h$ : άριθμός χρονικών διαστημάτων εύρους  $\Delta$  στό υετόγραμμα.

Οι σχετικοί ύπολογισμοί έχουν γίνει μέ ήλεκτρονικό ύπολογιστή και παρουσιάζονται στό τεύχος πινάκων (πίν. VII.1 έως VII.9): Η τιμή τής ροής βάσης, πού προστίθεται στην έπιφανειακή άπορροή για νά σχηματισθεϊ τό τελικό υδρογράφημα πλημμύρας έχει ληθεϊ ίση μέ  $5\mu^3/\delta\lambda$  για τήν ύπολεκάνη S1 και  $10\mu^3/\delta\lambda$  για τίς ύπολεκάνες S2 και S3.

Συνοπτικά τά άποτελέσματα παρουσιάζονται στόν πίνακα 5.7, ένω τά δυσμενέστερα υδρογραφήματα για κάθε ύπολεκάνη, πού τελικά προέρχονται από 48ωρες βροχοπτώσεις, φαίνονται στά σχήματα 5.11, 5.12 και 5.13.



Υδρολογική λεκάνη Βοιωτικού Κηφισού  
Υπολεκάνη : 51 - Ανάντη νέας φ. Αμφίκλεις

Υδρογράφημα πλημμύρας μελέτης

Συννοήτια 1:100

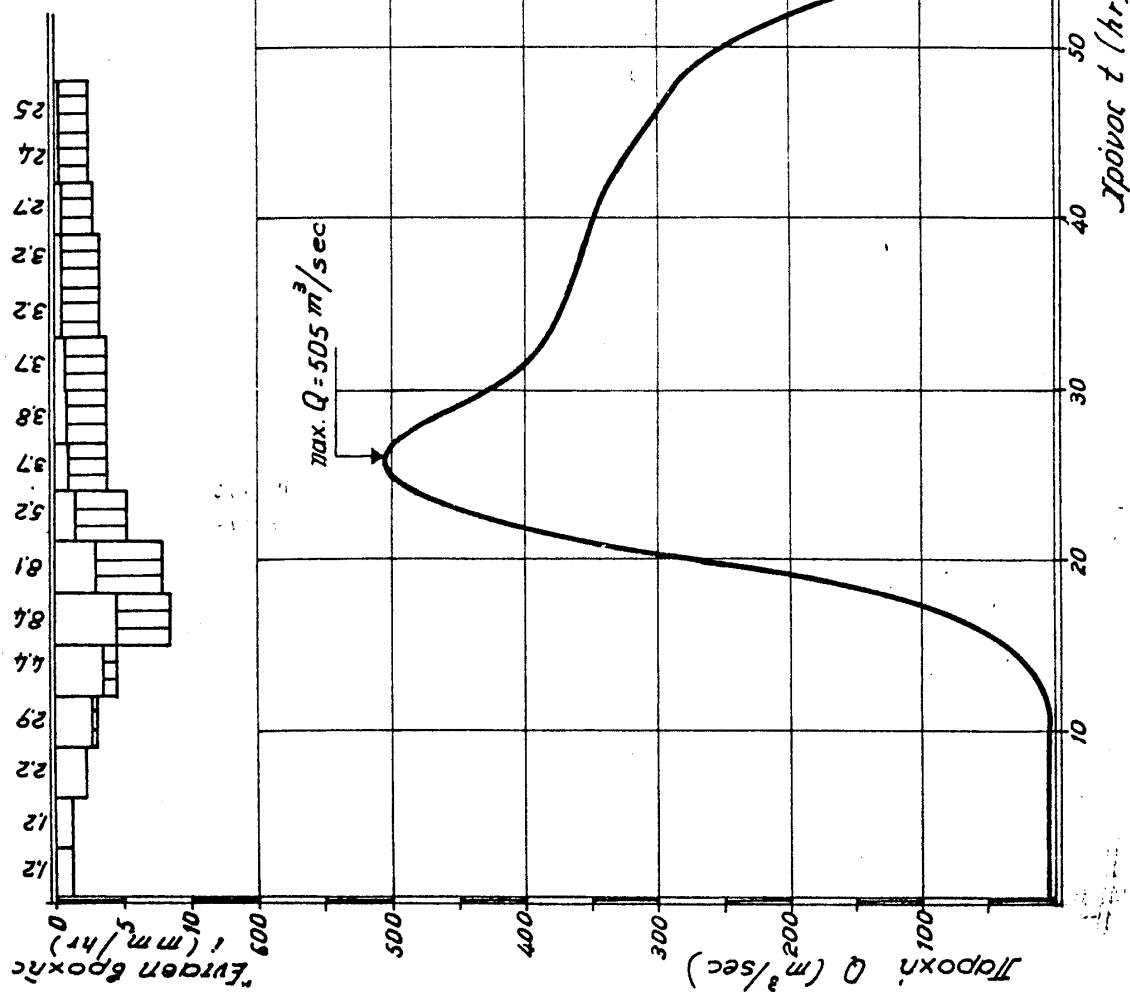
Διάρκεια βροχής 48 ώρ.

Ύψος βροχής - ολικό 176.5 mm.

» - ώφελισμο

Διάρκεια πλημμύρας 60 ώρ.

Πλημμυρικοί όγκοι  $47 \times 10^6 \text{ m}^3$ .



Σχήμα 5.11

Υδρολογική Δεκάτη Βοιωτ. Κηφισού

Υποδεκάτη 52 - Ανάντη Στενού Κινείας

Υδρογράφημα πλημμύρας μελέτης

Συννοήτια 1:100

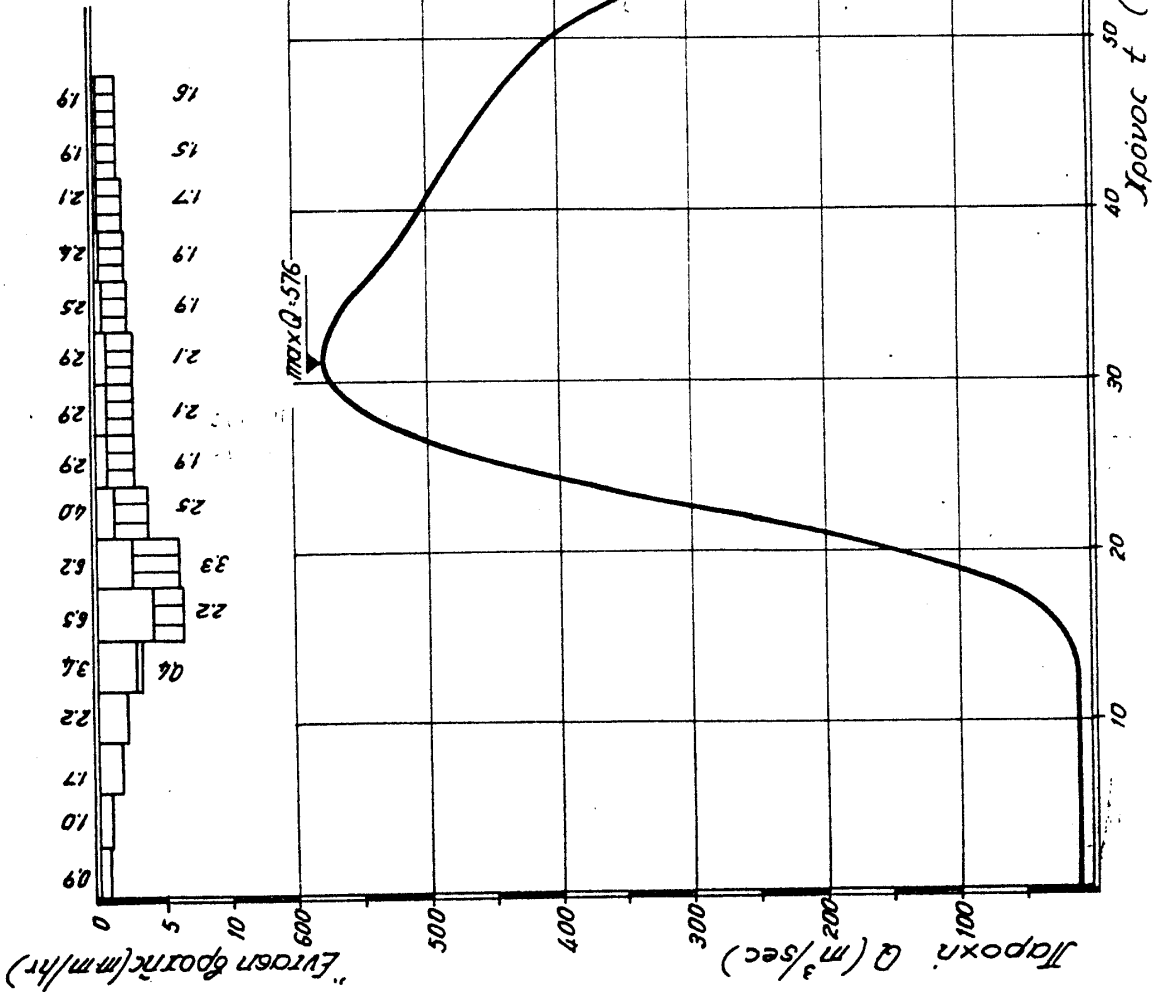
Διάρκεια δροχής 48 ώρ.

"Υψος δροχής - όληκ 136.0 m.m

- ωφέλιμο 69.5 m.m

Διάρκεια πλημμύρας 67 ώρ.

Πλημμυρικοί όγκοι  $63.1 \times 10^6 \text{ m}^3$



Σχήμα 5.12

# Υδρολογική Λεκάνη Βοιω. Κηφισού

Υπολεκάνη S3 - Ανάντη φράγματος ΒΟΟΤ

## Υδρομετρήσιμα πλημμύρας μελέτης

Συχνότητα 1:100

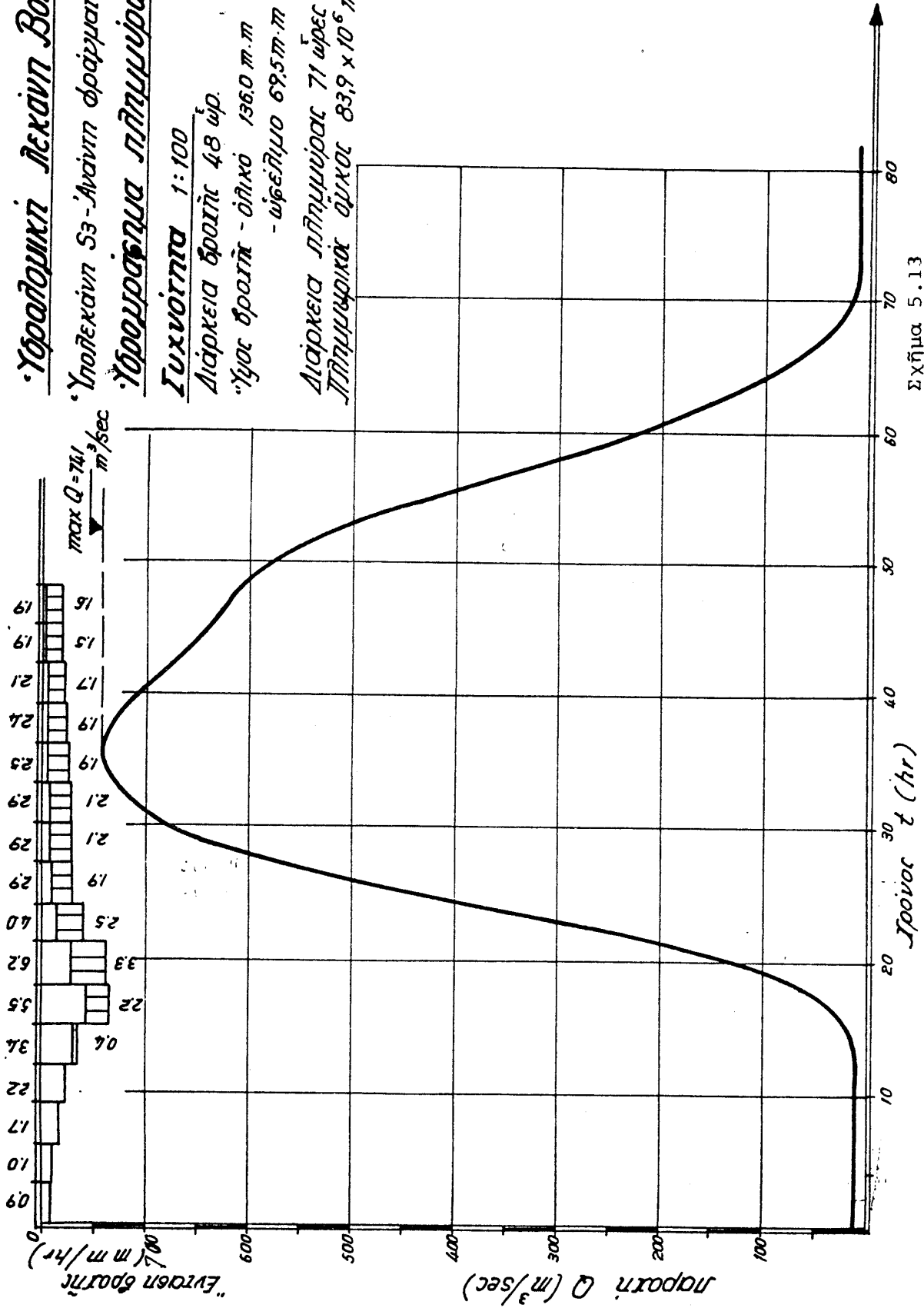
Διάρκεια φραγής 48 ώρ.

Ύψος φραγής - οθικό 136.0 m.π

- ώφελισμο 69.5 m.π

Διάρκεια πλημμύρας 71 ώρες

Πλημμυρικά όγκοι  $83.9 \times 10^6 \text{ m}^3$



### 5.6.5 Σύγκριση με την όρθολογική μέθοδο

Γιά λόγους σύγκρισης υπολογίζονται στον παρακάτω πίνακα 5.8 οι πλημμυρικές παροχές για τις υπολεκάνες με την όρθολογική μέθοδο, πού συνίσταται στην εφαρμογή της σχέσης.

$$Q = \alpha \cdot C \cdot i \cdot A$$

όπου Q: παροχή ( $\mu^3/\delta\lambda$ )

$\alpha = 0,278$ : συντελεστής μετατροπής μονάδων

C: συντελεστής άπορροής (θεωρήθηκε  $C = 0,50$ )

i: ένταση βροχής, για διάρκεια ίση με τό χρόνο συρροής (χστ/ώρα)

A: έκταση λεκάνης ( $\chi\mu^2$ )

Παρατηρείται ότι η όρθολογική μέθοδος δίνει ελαφρά μεγαλύτερες τιμές της παροχής αίχμης.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.8

Υπολογισμός Πλημμυρικών Αίχμων με την Όρθολογική Μέθοδο

| Υπολεκάνη<br>Συχνότητα                                                       | S1   |       | S2   |       | S3    |       |
|------------------------------------------------------------------------------|------|-------|------|-------|-------|-------|
|                                                                              | 1:50 | 1:100 | 1:50 | 1:100 | 1:50  | 1:100 |
| Έκταση ( $\chi\mu^2$ )                                                       | 444  |       | 871  |       | 1.126 |       |
| Χρόνος συρροής (h)                                                           | 6,9  |       | 11,0 |       | 13,5  |       |
| Συντελεστής άπορροής                                                         | 0,   |       | 0,   |       | 0,    |       |
| Ένταση βροχής (mm/h)                                                         | 7,71 | 8,67  | 4,80 | 5,36  | 4,34  | 4,85  |
| Παροχή αίχμης<br>$Q = \alpha C i A$ ( $\mu^3/\delta\lambda$ )                | 476  | 535   | 581  | 650   | 708   | 792   |
| Παροχή αίχμης από τη<br>μέθοδο μοναδ. ύδρογρ.<br>( $\mu^3/\delta\lambda$ ) . | 427  | 505   | 491  | 576   | 636   | 741   |

Αθήνα 10-11-1990

Ο Συντάξας



ΔΗΜ. Θ. ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΙΔΗΣ