

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΑΝΑΣΤΗΛΩΣΗΣ ΑΡΧΑΙΩΝ ΜΝΗΜΕΙΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΕΛΕΤΩΝ ΠΡΟΪΣΤΟΡΙΚΩΝ ΜΝΗΜΕΙΩΝ

ΓΕΩΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ

ΣΤΑ ΠΛΑΙΣΙΑ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ
ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ, ΣΤΕΡΕΩΣΗ, ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΚΑΙ ΑΝΑΔΕΙΞΗ
ΤΟΥ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΜΝΗΜΕΙΟΥ ΤΗΣ ΚΝΩΣΟΥ

ΤΕΥΧΟΣ 5: εκθεση υδρολογιας και μελετης αντιδιαβρωτικης-αντιπλημμυρικης προστασιας

ΑΝΑΔΟΧΟΣ: ΓΡΑΦΕΙΟ ΜΕΛΕΤΩΝ ΓΙΑΝΗ ΣΚΑΝΔΑΛΗ

ΣΥΝΕΡΓΑΤΗΣ: ΠΑΣΧΑΛΗΣ ΜΕΛΙΣΣΑΡΗΣ

ΣΥΜΒΟΥΛΟΣ: ΔΗΜΗΤΡΗΣ ΚΟΥΤΣΟΓΙΑΝΝΗΣ

ΑΘΗΝΑ, ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 1983

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Σελ.

| | |
|---|----|
| ΓΕΝΙΚΑ | 5 |
| 1. ΥΔΡΟΛΟΓΙΑ | 6 |
| 1.1 Η λεκάνη απορροής | 6 |
| 1.2 Εξοπλισμός υδρολογικών μετρήσεων της λεκάνης | 8 |
| 1.2.1 Υδρομετρήσεις | 8 |
| 1.2.2 Μετρήσεις βροχοπτώσεων | 9 |
| 1.2.3 Μετρήσεις μετεωρολογικών παραμέτρων | 9 |
| 1.3 Ανάλυση μέσων βροχοπτώσεων | 10 |
| 1.3.1 Δεδομένα | 10 |
| 1.3.2 Αξιοπιστία μετρήσεων. Ελεγχος ομοιογένειας | 10 |
| 1.3.3 Μέσες βροχοπτώσεις λεκάνης απορροής ανάντη της Κνωσού | 11 |
| 1.3.4 Υψημετρική διδροθαση υψών βροχής | 11 |
| 1.3.5 Συμπεράσματα | 13 |
| 1.4 Ανάλυση μετεωρολογικών μεταβλητών | 20 |
| 1.4.1 Θερμοκρασία | 20 |
| 1.4.2 Σχετική υγρασία | 20 |
| 1.4.3 Ήλιοφάνεια | 21 |
| 1.4.4 Ανεμος | 21 |
| 1.5 Υπολογισμός δυναμικής εξατμισοδιαπνοής | 28 |
| 1.5.1 Υπολογισμός με τη μέθοδο Penman | 28 |
| 1.5.2 Υπολογισμός με τη μέθοδο Thornthwaite | 30 |
| 1.6 Εκτίμηση του υδατικού ισοζυγίου στη λεκάνη από πορροής | 31 |
| 2 ΜΕΛΕΤΗ ΠΛΗΜΜΥΡΩΝ ΧΕΙΜΑΡΡΩΝ ΚΑΙΡΑΤΟΥ | 37 |
| 2.1 Υδρολογικά κριτήρια και μεθοδολογία | 37 |
| 2.2 Μοναδιαίο υδρογράφημα | 38 |

| | | |
|-----|---|----|
| 2.3 | Βροχόπτωση μελέτης | 40 |
| 2.4 | Υδρογράφημα μελέτης | 42 |
| 2.5 | Στάθμη πλημμύρας - Υδραυλικός υπολογισμός | 49 |
| 2.6 | Συμπέρασμα | 51 |
| 3. | ΜΕΛΕΤΗ ΠΛΗΜΜΥΡΩΝ ΧΕΙΜΑΡΡΟΥ ΒΛΥΧΙΑ | 51 |
| 4. | ΔΙΑΒΡΩΣΗ ΚΑΙ ΠΡΟΣΧΩΣΗ | 52 |
| 5. | ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗ ΟΜΒΡΙΩΝ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ | 53 |

Κ Α Τ Α Λ Ο Γ Ο Σ Π Ι Ν Α Κ Ω Ν

Σελ.

| | | |
|----|---|-------|
| 1. | Μηνιαίες και ετήσιες βροχοπτώσεις σταθμού Ηρακλείου | 14 |
| 2. | Μηνιαίες και ετήσιες βροχοπτώσεις σταθμού Επάνω Αρχανών | 15 |
| 3. | Μηνιαίες και ετήσιες βροχοπτώσεις σταθμού λεκάνης ανάντι Κνωσού | 16 |
| 4. | Μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες σταθμού Ηρακλείου | 22 |
| 5. | Μέσες μηνιαίες σχετικές υγρασίες σταθμού Ηρακλείου | 23 |
| 6. | Μέσες μηνιαίες συχνότητες ανέμου σταθμού Ηρακλείου | 24 |
| 7. | Υπολογισμός δυναμικής εξατμισοδιαπνοής λεκάνης ανάντι Κνωσού με τις μεθόδους Penman και Thorntwaite | 32 |
| 8. | Υπολογισμός υδατικού ισοζυγίου λεκάνης ανάντι Κνωσού | 36 |
| 9. | Υετόγραμμα και υδρόγραμμα πλημμύρας χειμάρρου Καιράτου παρά την Κνωσό | 43-44 |

Κ Α Τ Α Λ Ο Γ Ο Σ Σ Χ Η Μ Α Τ Ω Ν

| | | |
|----|--|----|
| 1. | Υψογραφική καμπύλη λεκάνης | 7 |
| 2. | Διπλή αθροιστική καμπύλη σταθμών Ηρακλείου και Ανω Αρχανών | 17 |
| 3. | Συσχέτιση υψομέτρου - ύψους βροχής | 18 |
| 4. | Μηνιαία κατανομή ετήσιου μέσου ύψους βροχής υδρολογικής λεκάνης ανάντι Κνωσού | 19 |
| 5. | Μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες Ηρακλείου και λεκάνης ανάντι Κνωσού | 25 |
| 6. | Μέσες μηνιαίες σχετικές υγρασίες σταθμού | |

Σελ.

| | | |
|-----|---|----|
| 6. | Μέσες μηνιαίες σχετικές υγρασίες σταθμού Ηρακλείου | 26 |
| 7. | Μέσα ποσοστά πραγματικής προς δυνατή ηλιοφάνεια | 27 |
| 8. | Δυναμική εξατμισοδιαπνοή κατά τις μεθόδους Penman και Thornthwaite | 33 |
| 9. | Υετόγραμμα και υδρογράφημα πλημμύρας χειμάρρου Καΐρ Καΐρατου παρά την Κνωσό | 45 |
| 10. | Διατομή (1): Χείμαρρος Βλυχιάς παρά την Κνωσό, θέση: 170 m ανάντι της συμβολής με το χείμαρρο Καΐρατο | 46 |
| 11. | Διατομή (2): Χείμαρρος Βλυχιάς παρά την Κνωσό, θέση 25 m ανάντι της συμβολής με το χείμαρρο Καΐρατο | 47 |
| 12. | Διατομή (4): Χείμαρρος Καΐρατος παρά την Κνωσό, θέση 80 m κατάντι της συμβολής με το χείμαρρο Βλυχιά | 48 |

ΥΔΡΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΥΔΡΑΥΔΙΚΗ ΠΛΗΜΜΥΡΩΝ-ΔΙΑΒΡΩΣΗ-ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗ
ΟΜΒΡΙΩΝ ΥΔΑΤΩΝ. ΑΝΤΙΔΙΑΒΡΩΤΙΚΗ-ΑΝΤΙΠΛΗΜΜΥΡΙΚΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ

1. Γ E N I K A

Αντικείμενο του κεφαλαίου αυτού της υδρολογικής μελέτης είναι η διατύπωση γενικών παρατηρήσεων και η συναγωγή ορισμένων συμπερασμάτων σχετικά με την πλημμυρική συμπεριφορά των δύο χειμάρρων Βλυχιά και Καίρατου που συμβάλλουν παρά την Κνωσό, σχετικά με τη χειμαρρική και επιφανειακή διάβρωση στην περιοχή και τέλος σχετικά με την αποχέτευση των ουβρίων στην αρχαιολογική περιοχή της Κνωσού. Ειδικότερα στο θέμα των πλημμυρών επεκτεινόμαστε σε ποσοτική εκτίμηση πλημμυρικών παροχών και πλημμυρικής στάθμης, προκειμένου να ελέγχουμε πιθανούς κινδύνους από τα πλημμυρικά νερά της περιοχής αρχαιολογικού ενδιαφέροντος.

Η λεπτομερής υδρολογία της περιοχής περιλαμβάνεται στο τεύχος της γεωλογικής-υδρογεωλογικής έκθεσης.

1. ΥΔΡΟΛΟΓΙΑ

1.1 Η ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ

1.1 Η περιοχή της Κνωσού ανήκει στην λεκάνη απορροής ενός μικρού υδατορεύματος, του χειμάρρου Καίρατου, που βεκινάει από την περιοχή των Ανω Αρχανών και έχοντας κατεύθυνση από Νότο προς Βορρά, εκβάλλει στον κόλπο Ηρακλείου, ανατολικά της πόλης αυτής, και λίγο δυτικά της Νέας Αλικαρνασσού.

Η επιφανειακή λεκάνη απορροής ανάντη της Κνωσού έχει περίτιου ελλειψοειδές σχήμα με τον μεγάλο άξονα μήκους 10 χλμ. στην διεύθυνση Ν-Β και τον μικρό άξονα μήκους 4 χλμ. στην διεύθυνση Δ-Α.

Τα κυριότερα φυσικά χαρακτηριστικά της λεκάνης απορροής είναι:

Έκταση 28 χλμ²

Μέγιστο υψόμετρο 740 μ.

Ελάχιστο υψόμετρο 70 μ.

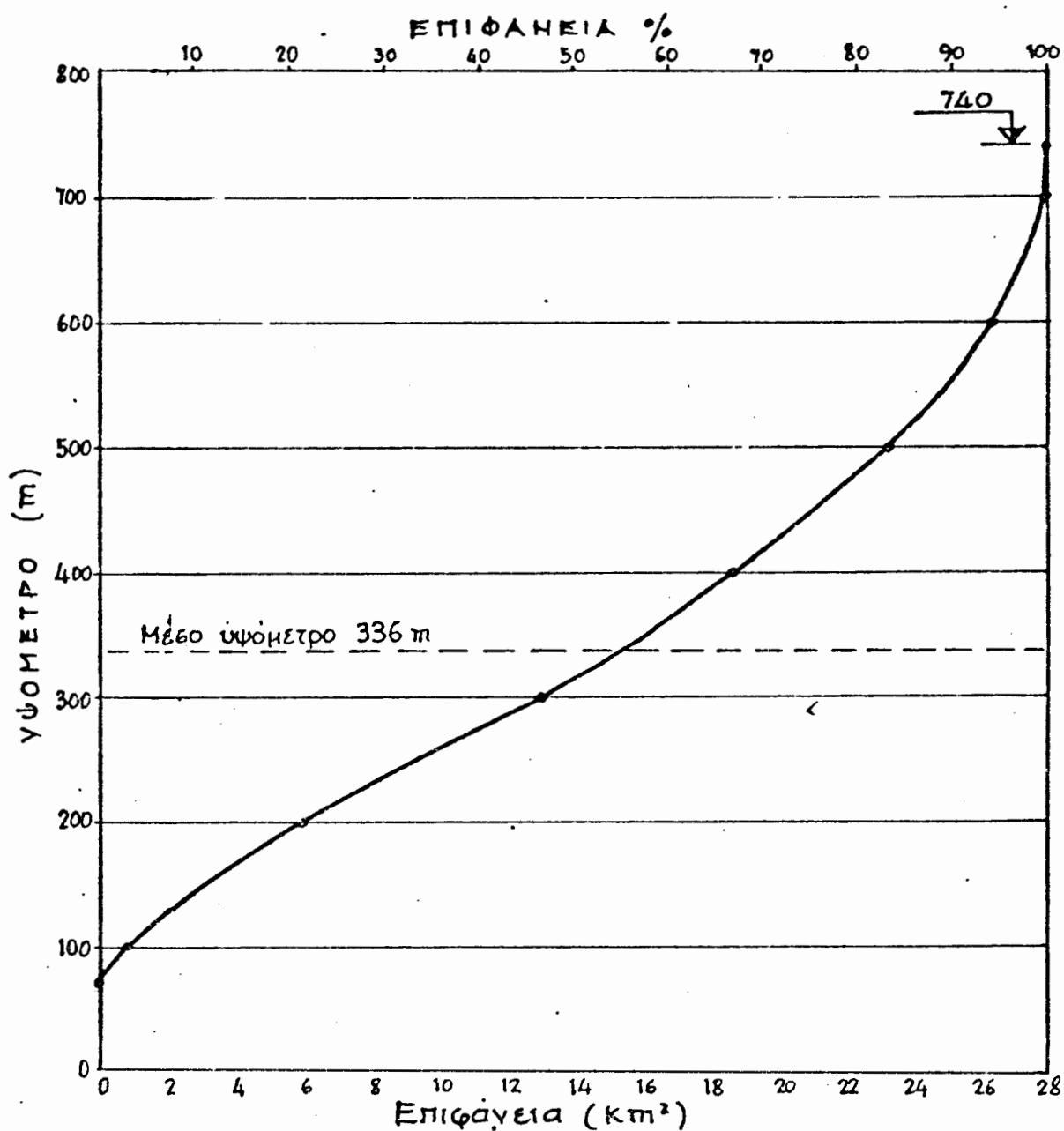
Μέσο υψόμετρο 336 μ.

Η γενική εικόνα της λεκάνης απορροής φαίνεται στον υδρολογικό χάρτη. Η υψογραφική κατανομή της λεκάνης φαίνεται στο σχήμα 1.

Η γεωλογική-υδρογεωλογική εικόνα της λεκάνης απορροής χαρακτηρίζεται από εμφανίσεις υδροστεγανών πετρωμάτων στο 80% περίπου της έκτασής της: κυρίως μάργες και μαργαΐκούς ασβεστολίθους.

Το υπόλοιπο 20% καταλαμβάνεται από υδροπερατούς κρητιδικούς και μειοκαινικούς καρστικούς ασβεστολίθους που απαντώνται στα ψηλότερα τμήματα της λεκάνης, καθώς και από υδροπερατούς ψαμμίτες και κοκκαλοπαγή. Οι περιορισμένες εμφανίσεις του καρστικού ασβεστολίθου

| Υψόμετρο (m) | ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (km^2) | |
|--------------|-----------------------------|----------|
| | Μεταξύ | Συνολική |
| 70 | 0,65 | 0 |
| 100 | 5,33 | 0,65 |
| 200 | 7,09 | 5,98 |
| 300 | 5,60 | 13,07 |
| 400 | 4,72 | 18,67 |
| 500 | 2,95 | 23,39 |
| 600 | 1,63 | 26,34 |
| 700 | 0,03 | 27,97 |
| 740 | | 28,00 |



Σχήμα 1 - Υψοχραφική καμπύλη λεκάνης

και των άλλων υδροοπεισατών πετρωμάτων είναι υπεύθυνες για την μικρή σχετικά κατεύσδυση που έχει σαν συνέπεια τον σχηματισμό φρεάτιου ορίζοντα σε διάφορες περιοχές. Ο πιο αξιόλογος φρεάτιος ορίζοντας σχηματίζεται στην περιοχή κοντά και κατάντη της Κνωσού και υφίσταται εκμετάλλευση για άρδευση με 100 περίπου πηγάδια. Στην περιοχή των Ανω Αρχάνών υπάρχουν ορισμένες πηγές που εν μέρει τροφοδοτούν το υδατόρευμα και εν μέρει έχουν υδρομαστευτεί.

Η περιοχή χαρακτηρίζεται από βροχοπτώσεις μέσου μεγέθους, που σε υπερετήσια βάση φτάνουν τα 744 χιλιοστά από τα οποία το μεγαλύτερο τμήμα εξατμίζεται. Τέλος ένα μικρό ποσοστό απορρέει επιφανειακά μέσω του υδατορεύματος που η διαιτά του είναι χειμαρώδεις, αλλά παρουσιάζει κατά τμήματα και κάποια ροή βάσεως λόγω των πηγών που προαναφέρθηκαν ($3 \text{ m}^3/\text{ώρα}$ το καλοκαίρι), αλλά και διδτί αποτελεί αποδέκτη λυμάτων των χωριών Ανω και Κάτω Αρχανών (περίπου $40 \text{ m}^3/\text{ώρα}$).

1.2 ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ

1.2.1 Υδρομετρήσεις

Δυστυχώς δεν υπάρχουν πουθενά στο υδατόρευμα υδρομετρικοί σταθμοί, ούτε και έχουν γίνει σποραδικές υδρομετρήσεις λόγω του μικρού μεγέθους και της μικρής σημασίας της λεκάνης απορροής.

1.2.2. Μετρήσεις βροχοπτώσεων

Μέσα στη λεκάνη απορροής υπάρχει ένας μόνο βροχομετρικός σταθμός, στις Επάνω Αρχάνες που ανήκει στου Υπουργείο Δημοσίων Έργων. Το υψόμετρο του σταθμού είναι 380 μ. Ο σταθμός είναι εφοδιασμένος με βροχόμετρο και βροχογράφο. Λειτουργεί από το 1962 χωρίς ουσιαστικές ελλείψεις.

Στην υδρόλογική μελέτη αυτή έχουν ληφθεί υπόψη επίσης τα βροχομετρικά στοιχεία του γειτονικού σταθμού του Ηρακλείου της ΕΜΥ που λειτουργεί από το 1947 και έχει αξιόπιστες μετρήσεις (υψόμετρο σταθμού 39 μ.).

Τέλος έχουν ληφθεί υπόψη, μόνο για τον έλεγχο της υψομετρικής μεταβολής των βροχοπτώσεων, ορισμένα στοιχεία των γειτονικών σταθμών Αγίου Θωμά (ΥΠΔΕ, ύψομ. 530 μ.), Βενεράτου (ΥΠΓΕ, ύψομ. 300 μ.), Σφραγίτη Ηλία (ΥΠΓΕ, ύψομ. 380 μ.) και Σοινικιάς (ΥΠΓΕ, ύψομ. 40 μ.).

1.2.3. Μετρήσεις μετεωρολογικών παραμέτρων

Ο σταθμός Ηρακλείου της ΕΜΥ περιλαμβάνει επίσης δργανα μέτρησης θερμοκρασίας αέρα, υγρασίας αέρα, ανεμόμετρο, ανεμογράφο και ηλιογράφο. Τα δεδομένα των μετρήσεων αυτών έχουν χρησιμοποιηθεί στην παρούσα μελέτη, με ορισμένες αναγωγές, ώστε να γίνουν πιο αντιπροσωπευτικά για τη λεκάνη. Ο σταθμός περιλαμβάνει ακόμα εξατμισήμετρο, τα δεδομένα του οποίου δεν έχουν ληφθεί υπόψη, γιατί το δργανό είναι ειδικού τύπου και δεν είναι γνωστόί οι συντελεστές αναγωγής του.

1.3. ΑΝΑΛΥΣΗ ΜΕΣΩΝ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΕΩΝ

1.3.1. Δεδομένα

Οι μηνιαίες σημειακές βροχοπτώσεις των σταθμών Επάνω Αρχανών και Ηρακλείου, που ενδιαφέρουν τη μελέτη αυτής της εικοσαετούς περιόδου 1962-1982, φαίνονται στους Πίνακες 1 και 2.

1.3.2. ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ - Έλεγχος ομογένειας

Τα δεδομένα των δύο σταθμών ελέγχονται ως προς την ομογένεια με τη μέθοδο της διπλής αθροιστικής καμπύλης (βλέπε σχήμα 2).

Πριν από τον έλεγχο, συμπληρώθηκαν οι σποραδικές (4 συνολικά) ελλείψεις μηνιαίων τιμών του σταθμού Επάνω Αρχανών (οι ελλείψεις οφείλονται μάλλον σε ασυνέχεια της αρχειοθέτησης). Η συμπλήρωση έγινε με γραμμική συσχέτιση των μηνιαίων βροχοπτώσεων με τις αντίστοιχες του Ηρακλείου.

Οι εξισώσεις των εν λόγω συσχετίσεων είναι :

| | | |
|-------------|----------------------------|------------|
| ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ | $y = 1,97 \cdot x - 3,32$ | $r = 0,65$ |
| ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ | $y = 0,84 \cdot x + 17,01$ | $r = 0,85$ |
| ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ | $y = 0,97 \cdot x + 31,47$ | $r = 0,80$ |
| ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ | $y = 1,19 \cdot x + 45,99$ | $r = 0,70$ |

δηλαδή y και x οι μηνιαίες βροχοπτώσεις των Αρχανών και του Ηρακλείου αντίστοιχα και r ο συντελεστής συσχέτισης, που σε δλες τις περιπτώσεις είναι μεγαλύτερος από 0,60.

Η γραμμική συσχέτιση των ετήσιων τιμών είναι έντονη.

Η εξίσωση συσχέτισης είναι :

$$y = 0,91 x + 297,73$$

και ο συντελεστής συσχέτισης $x = 0,81 > 0,60$

και επομένως η μέθοδος της διπλής αθροιστικής καμπύλης μπορεί να εφαρμοστεί.

Η εν λόγω καμπύλη έχει χαραχτεί στο σχήμα 2. Η ενιαία κλίση που σχηματίζουν τα σημεία της εν λόγω καμπύλης δείχνει ότι δεν υπάρχουν ανομοιογένειες (ουσιώδη συστηματικά ή τυχαία σφάλματα) στις μετρήσεις και των δύο σταθμών. Κατά τον τρόπο αυτό επιβεβαιώνεται η αξιοπιστία των μετρήσεων.

1.3.3. Μέσες βροχοπτώσεις λεκάνης απορροής ανάντη της Κνωσού

Η αναγωγή των σημειακών μετρήσεων για τον υπολογισμό των γενέσων βροχοπτώσεων της λεκάνης γίνεται με τη μέθοδο Thiessen. Χρησιμοποιούνται οι σταθμοί των Επάνω Αρχανών και του Ηρακλείου. Τα σχετικά βάρη τους προέκυψαν από εμβαδομέτρηση των επιφανειών επιρροής και είναι ίσα με 90 % και 10 % αντίστοιχα.

1.3.4. Υψομετρική διόρθωση υψών βροχής

Στο σχήμα 3 έχουν τοποθετηθεί σε διάγραμμα με δξονες υψόμετρο σταθμού-μέσο ετήσιο σημειακό ύψος βροχής, τα δεδομένα των σταθμών Ηρακλείου, Επάνω Αρχανών, Αγίου Θωμά, Βενεράτου, Προφήτη Ηλία και Θοινικιάς. Τα μέσα ετήσια ύψη βροχής των εν λόγω σταθμών αναφέρονται στην πενταετή περίοδο 1968-73 και

προέρχονται από τα δημοσιευμένα στοιχεία της ΥΕΒ Ηρακλείου.

Όπως φαίνεται στο διάγραμμα αυτό, παρατηρείται ικανοποιητική συσχέτιση ύψους βροχής και υψομέτρου. Η συσχέτιση αυτή περιγράφεται από την εξίσωση :

$$h = 0,542.z + 495,8 \quad (r = 0,89)$$

όπου h το ύψος βροχής σε χλσ. και z το υψόμετρο σε Η εξίσωση αυτή δείχνει μια αρκετά έντονη αύξηση του ύψους βροχής με το υψόμετρο (54,2 mm. ανά 100 m.).

Το μέσο ζυγισμένο υψόμετρο των σταθμών Επάνω Αρχανών και Ηρακλείου είναι 346 m. ενώ το μέσο υψόμετρο της λεκάνης είναι 336 m. Δεν υπάρχει ουσιαστική διαφορά ανάμεσα σε αυτά τα δύο, αλλά για λόγους υδρολογικής συνέπειας γίνεται υψομετρική διέρθωση των μέσων υψών βροχής της λεκάνης, λόγω της διαφοράς των 10 m., με αναγωγή με το συντελεστή λ που υπολογίζεται με τον ακόλουθο τρόπο :

Μέσο ύψος βροχής 20ετίας 1962-82 Ηρακλείου 522,1 mm

Μέσο ύψος βροχής 20ετίας 1962-82 Επάνω Αρχανών 774,9 mm

Μέσο ύψος βροχής 20ετίας 1962-83 Λεκάνης

$$0,9 \times 774,9 + 0,1 \times 522,1 = 749,6 \text{ mm}$$

Υψομετρική διαφορά λεκάνης - σταθμών 10 m

$$\text{Προκύπτουσα διέρθωση ύψους βροχής } 10 \times \frac{54,2}{100} = 5,3 \text{ mm}$$

Διερθωμένη τιμή μέσου ύψους βροχής λεκάνης

$$749,6 - 5,3 = 744,3 \text{ mm}$$

$$\text{Διερθωτικός συντελεστής } \lambda = \frac{744,2}{749,6} = 0,993$$

.//.

Ο πιο πάνω διορθωτικός συντελεστής θεωρείται σταθερός για όλα τα έτη και τους μήνες και εφαρμόζεται στις μηνιαίες τιμές της προηγούμενης πάραγράφου. Οι τελικές τιμές παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.

1.3.5. Συμπεράσματα

Μετά από όλη τη διαδικασία που αναφέθηκε, η τελική εικόνα των βροχοπτώσεων είναι η ακόλουθη :

| | | |
|--|--------------|------------|
| Μέση ετήσια βροχόπτωση | 744,3 | mm |
| Τυπική απόκλιση | 164,5 | mm |
| <u>Μηνιαία κατανομή ύψους βροχής μηνού</u> | <u>.....</u> | <u>%</u> |
| Σεπτέμβριος | 34,5 | 4,6 |
| Οκτώβριος | 81,5 | 10,9 |
| Νοέμβριος | 77,6 | 10,4 |
| Δεκέμβριος | -124,9 | 16,8 |
| Ιανουάριος | -162,5 | 21,9 |
| Φεβρουάριος | 107,4 | 14,4 |
| Μάρτιος | 88,4 | 11,9 |
| Απρίλιος | 40,4 | 5,4 |
| Μάιος | 19,3 | 2,6 |
| Ιούνιος | 3,7 | 0,5 |
| Ιούλιος | 1,4 | 0,2 |
| Αύγουστος | 2,7 | 0,4 |

Τα παραπάνω απεικονίζονται και στο σχήμα 4

| ΥΔΡΟΛ. ΕΤΟΣ | ΣΕΠΤ. | ΟΚΤ. | ΝΟΕΜ. | ΔΕΚ. | ΙΑΝ. | ΦΕΒ. | ΜΑΡ. | ΑΠΡ. | ΜΑΙ. | ΙΟΥΝ. | ΙΟΥΛ. | ΑΥΓ. | ΕΤΟΣ |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|------|-------|
| 1961 - 62 | 0.0 | 145.5 | 5.9 | 134.1 | 153.6 | 152.2 | 2.9 | 9.9 | 16.0 | 0.0 | 0.3 | 0.0 | 620.4 |
| 62 - 63 | 56.1 | 272.6 | 15.4 | 114.9 | 96.4 | 119.6 | 120.4 | 119.9 | 30.5 | 0.5 | 0.0 | 0.0 | 946.3 |
| 63 - 64 | 0.0 | 170.3 | 13.1 | 61.4 | 72.1 | 109.1 | 102.2 | 26.9 | 34.8 | 5.8 | 0.0 | 0.0 | 531.7 |
| 64 - 65 | 6.0 | 21.1 | 72.4 | 70.5 | 135.0 | 167.1 | 95.9 | 62.7 | 16.3 | 2.4 | 0.0 | 0.0 | 629.4 |
| 65 - 66 | 0.0 | 20.2 | 3.7 | 54.7 | 165.0 | 50.9 | 74.2 | 7.8 | 9.6 | 3.4 | 0.0 | 1.2 | 390.7 |
| 66 - 67 | 163.0 | 6.5 | 25.9 | 79.0 | 88.7 | 82.9 | 77.7 | 27.5 | 14.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 565.7 |
| 67 - 68 | 0.0 | 174.9 | 34.4 | 103.1 | 108.5 | 61.7 | 43.3 | 18.3 | 1.3 | 1.3 | 0.0 | 0.0 | 547.3 |
| 68 - 69 | 20.4 | 175.4 | 130.9 | 65.8 | 142.1 | 17.7 | 29.5 | 30.4 | 18.7 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 630.9 |
| 69 - 70 | 0.0 | 42.0 | 12.5 | 58.3 | 54.0 | 24.8 | 50.4 | 20.6 | 8.4 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 271.0 |
| 1970 - 71 | 25.5 | 32.4 | 29.2 | 16.5 | 118.3 | 89.5 | 29.1 | 11.8 | 0.8 | 3.4 | 3.6 | 0.0 | 360.2 |
| 71 - 72 | 42.5 | 57.4 | 66.1 | 35.5 | 61.6 | 27.7 | 70.5 | 21.4 | 34.4 | 0.0 | 10.0 | 0.7 | 427.8 |
| 72 - 73 | 3.6 | 109.9 | 10.5 | 39.7 | 127.4 | 106.5 | 22.2 | 39.9 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 459.7 |
| 73 - 74 | 0.1 | 48.8 | 47.4 | 36.1 | 97.8 | 42.5 | 30.6 | 11.3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 314.6 |
| 74 - 75 | 1.8 | 11.8 | 34.4 | 59.2 | 155.5 | 72.5 | 6.6 | 14.9 | 33.7 | 8.0 | 0.0 | 0.0 | 398.4 |
| 75 - 76 | 0.0 | 35.9 | 55.1 | 114.2 | 142.9 | 62.8 | 151.5 | 59.0 | 16.9 | 2.3 | 0.0 | 0.0 | 640.6 |
| 76 - 77 | 0.0 | 115.8 | 123.1 | 40.3 | 30.2 | 33.6 | 61.8 | 61.3 | 0.6 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 466.7 |
| 77 - 78 | 143.3 | 53.8 | 12.8 | 160.6 | 91.3 | 49.4 | 64.5 | 5.3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 581.0 |
| 78 - 79 | 19.8 | 89.5 | 25.2 | 81.4 | 60.8 | 53.6 | 50.4 | 29.2 | 27.1 | 16.7 | 0.0 | 1.2 | 454.9 |
| 79 - 80 | 21.0 | 23.7 | 145.7 | 85.0 | 54.4 | 120.0 | 34.7 | 53.7 | 4.6 | 3.7 | 0.0 | 0.2 | 546.7 |
| 1980 - 81 | 0.5 | 88.6 | 11.0 | 111.2 | 235.1 | 88.3 | 1.6 | 30.4 | 4.9 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 571.6 |
| 81 - 82 | 0.0 | 0.0 | 54.4 | 51.7 | 44.0 | 156.5 | 82.3 | 42.6 | 85.0 | 4.5 | 0.0 | 17.2 | 638.2 |

ΤΙΝΑΚΑΣ 1 - Μπνιαίες και ετήσιες βροχοπτώσεις σταθμού Ηρακλείου (Ε.Μ.Υ.) ύψους 39 μ.

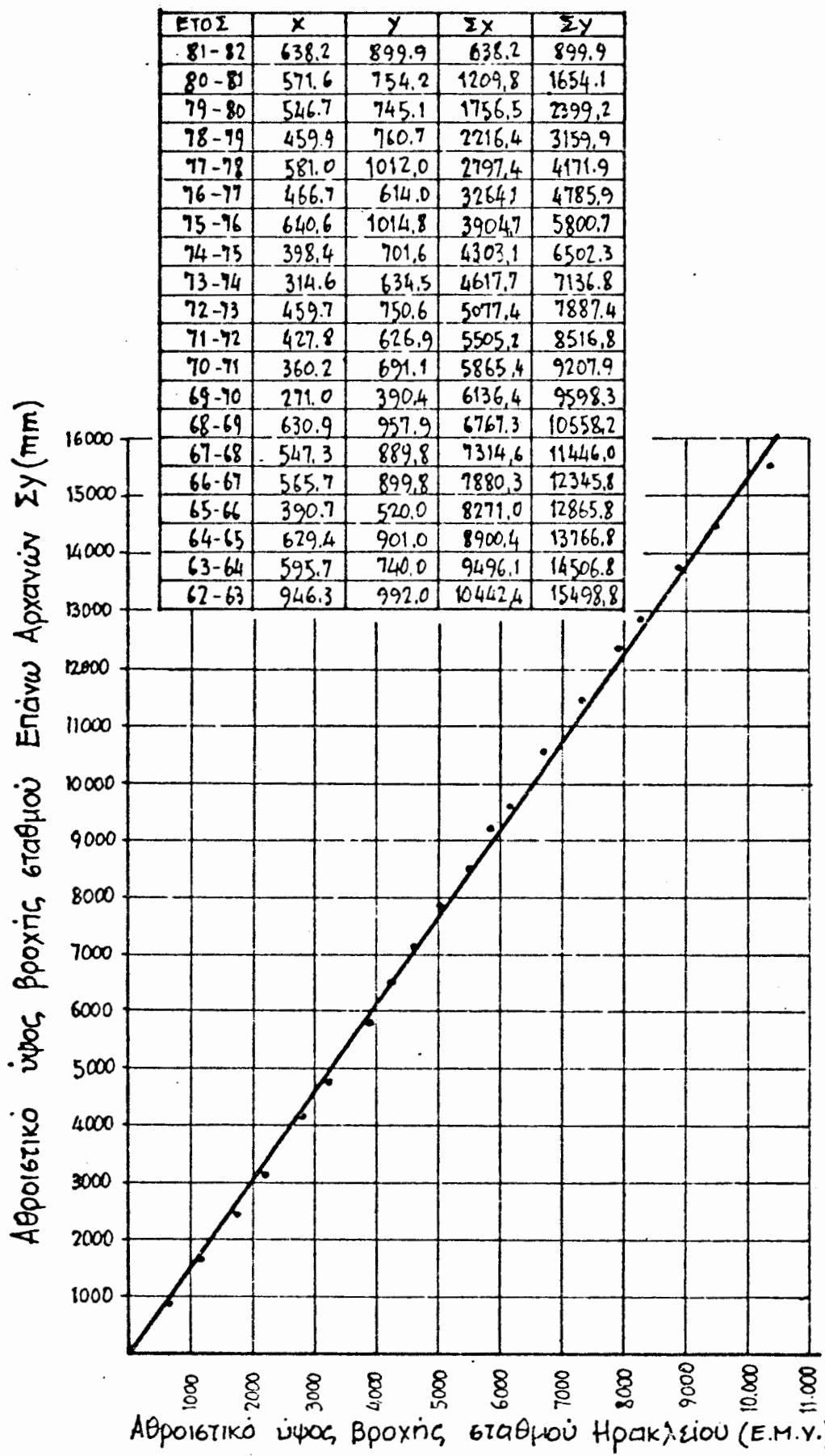
| ΥΔΡΟΛ. ΕΤΟΣ | ΣΕΠ. | ΟΚΤ. | ΝΟΕΜ. | ΔΕΚ. | ΙΑΝ. | ΦΕΒ. | ΜΑΡ. | ΑΠΡ. | ΜΑΐΖ | ΙΟΥΝ. | ΙΟΥΛ. | ΑΥΓ. | ΕΤΟΣ |
|-------------|--------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|------|------|-------|-------|------|--------|
| 1962 - 63 | 87.0 | 172.0 | 47.0 | 175.0 | 182.0 | 97.0 | 145.9 | 50.0 | 37.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 992.0 |
| 63 64 | 0.0 | 139.0 | 29.0 | 99.0 | 136.0 | 136.0 | 135.0 | 46.0 | 11.0 | 9.0 | 0.0 | 0.0 | 740.0 |
| 64 65 | 12.0 | 11.0 | 51.0 | 153.0 | 266.0 | 157.0 | 150.0 | 70.0 | 19.0 | 11.0 | 0.0 | 1.0 | 901.0 |
| 65 66 | 0.0 | 19.0 | 4.0 | 117.0 | 172.0 | 41.0 | 123.0 | 20.0 | 18.0 | 5.0 | 0.0 | 1.0 | 520.0 |
| 66 67 | 317.6* | 22.5* | 56.5* | 140.0* | 103.9 | 137.6 | 85.1 | 33.9 | 1.7 | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 899.8 |
| 67 68 | 1.6 | 208.2 | 92.7 | 118.3 | 243.8 | 66.3 | 110.5 | 36.7 | 2.8 | 6.7 | 0.0 | 2.2 | 889.8 |
| 68 69 | 4.7 | 181.8 | 207.8 | 120.2 | 279.8 | 6.3 | 46.5 | 63.1 | 47.7 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 957.9 |
| 69 70 | 0.1 | 10.4 | 42.2 | 108.2 | 80.7 | 28.7 | 59.7 | 51.0 | 9.4 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 390.4 |
| 1970 71 | 14.0 | 64.6 | 111.7 | 85.8 | 206.2 | 147.6 | 38.1 | 17.7 | 0.5 | 3.8 | 1.2 | 0.0 | 691.1 |
| 71 72 | 13.7 | 55.0 | 36.1 | 56.2 | 127.0 | 83.3 | 107.0 | 40.0 | 93.8 | 0.7 | 14.1 | 0.0 | 626.9 |
| 72 73 | 15.5 | 206.0 | 52.5 | 155.3 | 182.1 | 83.7 | 31.6 | 23.9 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 750.6 |
| 73 74 | 1.1 | 87.3 | 131.7 | 32.3 | 158.8 | 131.3 | 85.0 | 7.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 634.5 |
| 74 75 | 6.5 | 19.6 | 52.8 | 136.3 | 198.2 | 187.3 | 18.4 | 23.7 | 54.2 | 4.6 | 0.0 | 0.0 | 701.6 |
| 75 76 | 0.3 | 22.3 | 82.4 | 206.4 | 243.9 | 158.8 | 222.4 | 67.9 | 6.7 | 3.7 | 0.0 | 0.0 | 1014.8 |
| 76 77 | 0.0 | 159.1 | 93.8 | 88.3 | 61.8 | 54.6 | 88.8 | 65.6 | 2.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 614.0 |
| 77 78 | 231.3 | 56.0 | 30.6 | 234.7 | 240.4 | 74.3 | 86.5 | 58.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1012.0 |
| 78 79 | 14.1 | 109.3 | 103.7 | 185.1 | 65.7 | 93.5 | 101.2 | 37.0 | 6.1 | 25.0 | 15.0 | 5.0 | 760.7 |
| 79 80 | 6.6 | 24.4 | 208.0 | 157.2 | 67.6 | 186.3 | 49.8 | 39.5 | 3.7 | 2.0 | 0.0 | 0.0 | 745.1 |
| 1980 81 | 2.1 | 80.7 | 19.5 | 177.0 | 299.0 | 137.7 | 6.7 | 25.3 | 6.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 754.2 |
| 81 82 | 0.0 | 0.0 | 166.8 | 87.3 | 88.7 | 223.1 | 151.4 | 52.4 | 74.2 | 6.0 | 0.0 | 50.0 | 899.9 |

* Ελλείπουσα μέτρηση που εχει εκτιμηθει από τη συνέχεια με το σταθμό Ηρακλείου

ΠΙΝΑΚΑΣ 2 - Μηνιαίες & ετήσιες βροχολιώνεις σταθμού Επάνω Αρχανών (υπΔΕ) υψόμ. 380 μ.
(εξ κιλομέτρων)

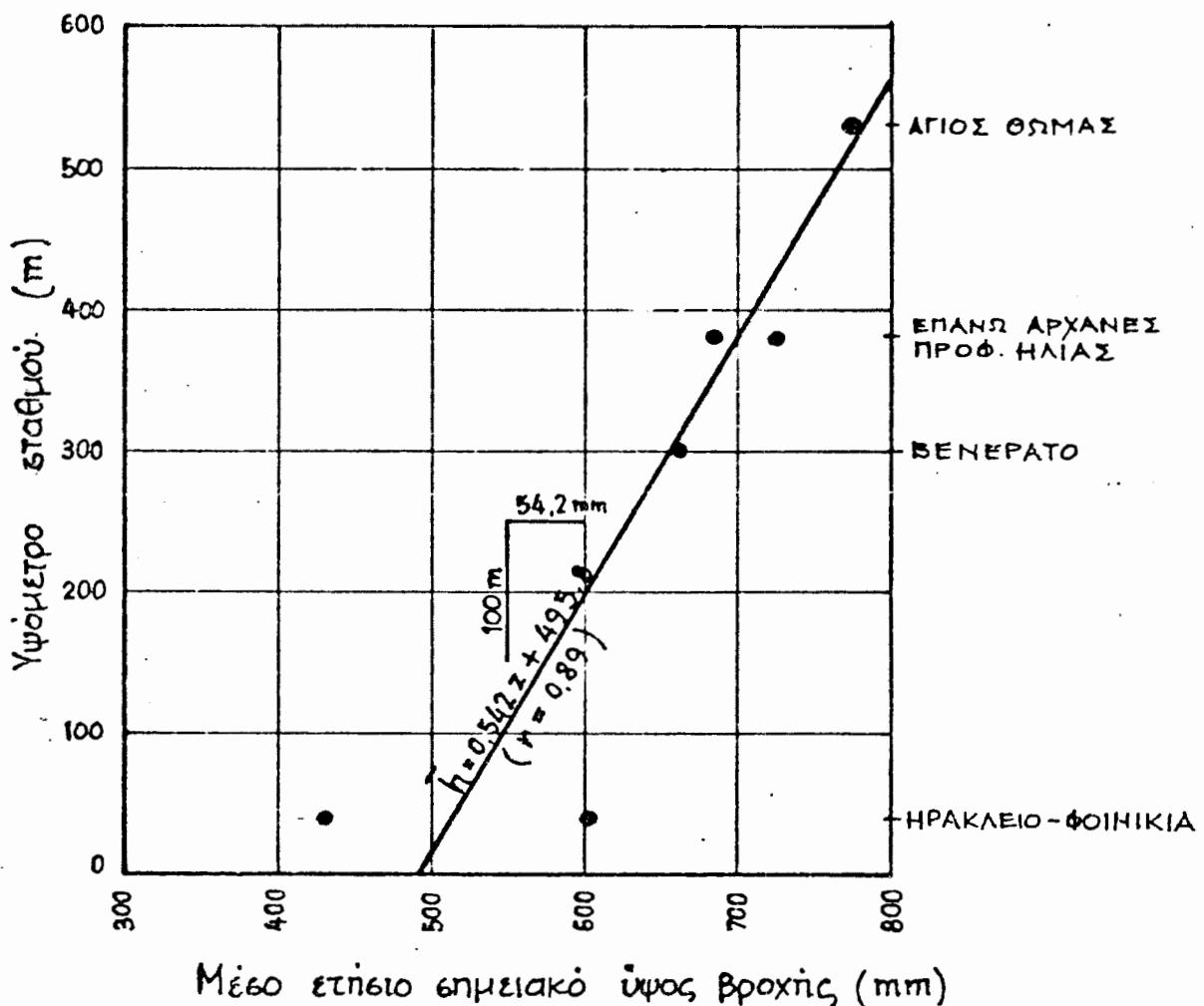
| ΥΔΡΟΛ. ΕΤΟΣ | ΣΕΠΤ. | ΟΚΤ. | ΝΟΕΜ. | ΔΕΚ. | ΙΑΝ. | ΦΕΒ. | ΜΑΡΤ. | ΑΠΡ. | ΜΑΐΖ | ΙΟΥΝ. | ΙΟΥΛ. | ΑΥΓ. | ΕΤΟΣ |
|----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|-------|-------|------|-------|
| 1962 - 63 | 83,3 | 180,8 | 43,5 | 167,8 | 172,2 | 98,6 | 141,5 | 56,6 | 36,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 980,5 |
| 63 - 64 | 0,0 | 141,1 | 27,2 | 94,6 | 128,7 | 132,4 | 130,8 | 43,8 | 13,3 | 8,6 | 0,0 | 0,0 | 720,5 |
| 64 - 65 | 11,3 | 11,9 | 52,8 | 143,7 | 251,1 | 156,9 | 143,6 | 66,8 | 18,6 | 10,1 | 0,0 | 0,9 | 867,7 |
| 65 - 66 | 0,0 | 19,0 | 3,9 | 110,0 | 170,1 | 41,7 | 117,3 | 18,6 | 17,0 | 4,8 | 0,0 | 1,0 | 503,5 |
| 66 - 67 | 300,0 | 20,8 | 53,1 | 133,0 | 101,7 | 131,2 | 83,3 | 33,0 | 3,0 | 0,9 | 0,0 | 0,0 | 380,3 |
| 67 - 68 | 1,4 | 203,4 | 86,3 | 116,0 | 228,7 | 65,4 | 103,1 | 34,6 | 2,6 | 6,1 | 0,0 | 2,0 | 849,6 |
| 68 - 69 | 6,2 | 179,9 | 198,7 | 114,0 | 264,2 | 7,4 | 44,5 | 59,4 | 44,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 918,7 |
| 69 - 70 | 0,1 | 13,5 | 39,0 | 102,5 | 77,5 | 28,1 | 58,4 | 47,6 | 9,2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 375,8 |
| 1970 - 71 | 15,0 | 60,9 | 102,7 | 78,3 | 196,0 | 140,8 | 36,9 | 17,0 | 0,5 | 3,7 | 1,4 | 0,0 | 653,4 |
| 71 - 72 | 16,5 | 54,9 | 38,8 | 53,8 | 119,6 | 77,2 | 102,6 | 37,9 | 87,2 | 0,6 | 13,6 | 0,1 | 602,7 |
| 72 - 73 | 14,2 | 195,0 | 48,0 | 142,7 | 175,4 | 85,4 | 30,4 | 25,3 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 716,5 |
| 73 - 74 | 1,0 | 82,9 | 122,4 | 32,5 | 151,6 | 121,6 | 79,0 | 7,4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 598,3 |
| 74 - 75 | 6,0 | 18,7 | 50,6 | 127,7 | 192,6 | 174,6 | 17,1 | 22,7 | 51,8 | 4,2 | 0,0 | 0,0 | 666,6 |
| 75 - 76 | 0,3 | 23,5 | 79,1 | 195,8 | 232,2 | 148,2 | 213,8 | 66,5 | 7,7 | 3,5 | 0,0 | 0,0 | 970,5 |
| 76 - 77 | 0,0 | 153,7 | 96,1 | 82,9 | 58,2 | 52,1 | 85,5 | 64,7 | 1,8 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 595,1 |
| 77 - 78 | 211,0 | 55,4 | 28,6 | 225,7 | 223,9 | 71,3 | 83,7 | 52,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 4,6 | 962,1 |
| 78 - 79 | 14,6 | 106,6 | 95,2 | 173,5 | 64,8 | 38,9 | 95,4 | 36,0 | 8,1 | 24,0 | 13,4 | 0,0 | 725,0 |
| 79 - 80 | 8,0 | 24,2 | 200,4 | 148,9 | 65,8 | 178,4 | 48,0 | 40,6 | 3,8 | 2,2 | 0,0 | 0,0 | 720,2 |
| 1980 - 81 | 1,9 | 80,9 | 18,5 | 169,2 | 290,6 | 131,8 | 6,1 | 25,6 | 6,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 730,8 |
| 81 - 82 | 0,0 | 0,0 | 164,4 | 83,2 | 83,6 | 214,9 | 143,5 | 51,1 | 74,8 | 5,8 | 0,0 | 45,4 | 867,6 |
| Μέση τιμή | 34,5 | 81,5 | 77,6 | 124,9 | 162,5 | 107,4 | 88,4 | 40,4 | 19,3 | 3,7 | 1,4 | 2,7 | 744,3 |
| Τυπική απόκλιση | 79,1 | 69,9 | 56,9 | 48,0 | 72,5 | 54,7 | 51,4 | 17,6 | 26,0 | 5,7 | 4,1 | 10,1 | 164,5 |
| Μέγιστη τιμή | 300,0 | 203,4 | 200,4 | 225,7 | 290,6 | 214,9 | 213,8 | 66,8 | 87,2 | 24,0 | 13,6 | 45,4 | 980,5 |
| Ελάχιστη τιμή | 0,0 | 0,0 | 3,9 | 32,5 | 58,2 | 7,4 | 6,1 | 7,4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 375,8 |
| Κατανομή βροχο-πτωσης κατα κινα% | 4,6 | 10,9 | 10,4 | 16,8 | 21,9 | 14,4 | 11,9 | 5,4 | 2,6 | 0,5 | 0,2 | 0,4 | 100,0 |

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.- Μηνιαίες γετινιές μέσες βροχοπτώσεις λεκάνης ανάντη Κνωσσού (σε mm)

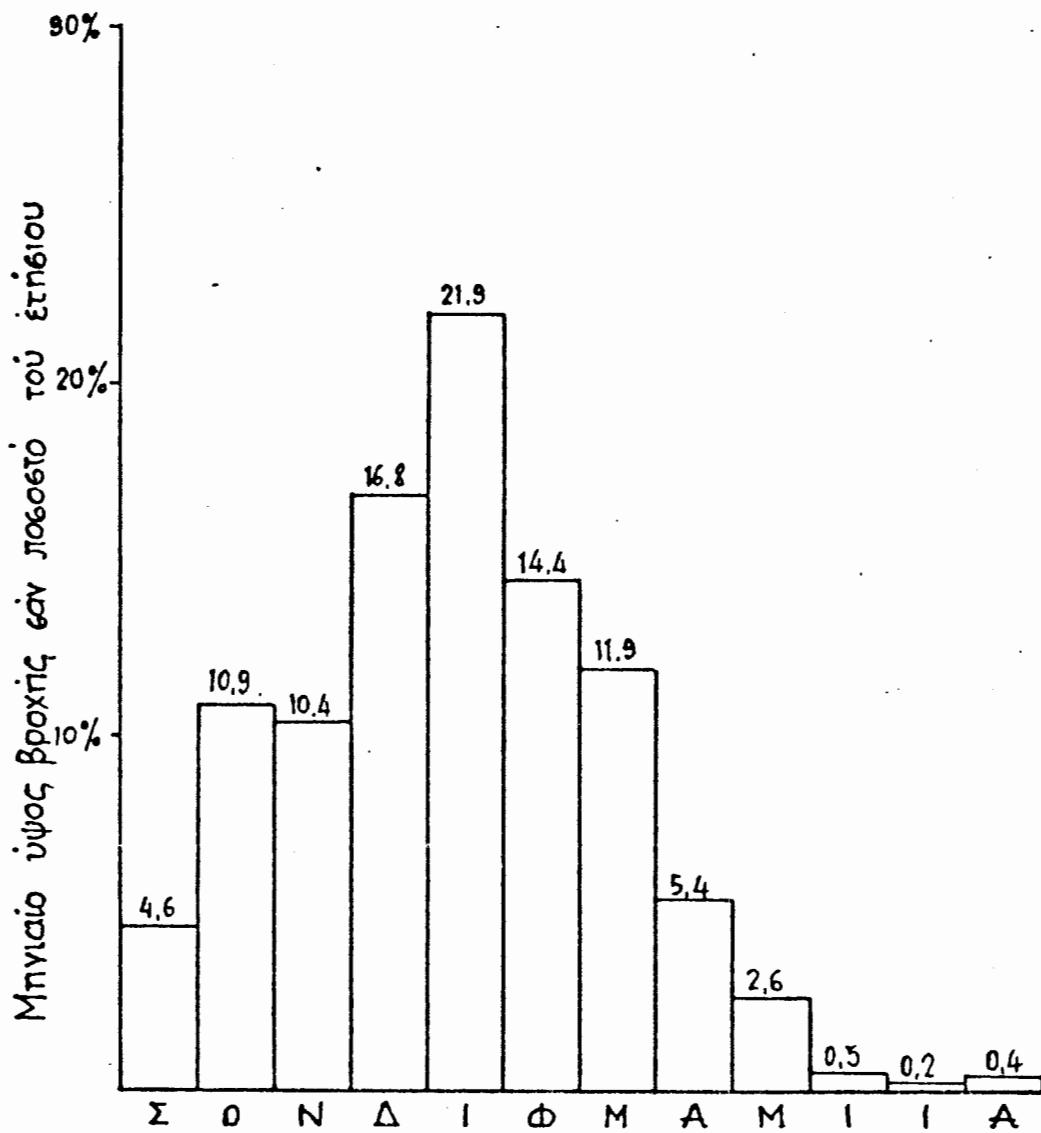


Σχήμα 2.- Διπλή αθροιστική καμπύλη σταθμών Ηρακλείου
(Ε.Μ.Υ.) και Άνω Αρχανών

| ΣΤΑΘΜΟΣ | ΥΨΟΜΕΤΡΟ | ΜΕΣΟ ΥΨΟΣ ΒΡΟΧΗΣ ΠΕΡΙΟΔΟΥ 1968-73 |
|-------------------|----------|--------------------------------------|
| ΗΡΑΚΛΕΙΟ (Ε.Μ.Υ.) | 39 | 428,9 |
| ΕΠΑΝΩ ΑΡΧΑΝΕΣ | 380 | 683,9 |
| ΑΓΙΟΣ ΘΩΜΑΣ | 530 | 777,8 |
| ΒΕΝΕΡΑΤΟ | 300 | 660,6 |
| ΠΡΟΦΗΤΗΣ ΗΛΙΑΣ | 380 | 725,4 |
| ΦΟΙΝΙΚΙΑ | 40 | 602,0 |



Σχήμα 3 - Συεχέτιση υψομέτρου - ύψους βροχής



Σχήμα 4 - Μνηματικά κατανομή ετήσιου μέσου ύψους βροχής υδρολογικής λεκάνης άνωτιν Κνωσσού.

1.4. ΑΝΑΛΥΣΗ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ

1.4.1. Θερμοκρασία

Η θερμοκρασία του αέρα μετράται συστηματικά στο σταθμό Ηρακλείου της ΕΜΥ. Οι μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες της περιόδου 1961 - 1982 φαίνονται στον Πίνακα 4.

Η μέση ετήσια δύλης της περιόδου είναι $18,8^{\circ}\text{C}$. Η μεγαλύτερη θερμοκρασία παρατηρείται τον Ιούλιο ($26,1^{\circ}\text{C}$ κατά μέσο δρο) και η ελάχιστη τον Ιανουάριο ($12,0^{\circ}\text{C}$ κατά μέσο δρο). Οι ακρότατες τιμές της θερμοκρασίας που έχουν παρατηρηθεί σε δύλη την περίοδο των 21 ετών είναι :

μεγίστη $27,7^{\circ}\text{C}$ (Ιούλιος 1965 και Αύγουστος 1966)
ελάχιστη $10,5^{\circ}\text{C}$ (Ιανουάριος 1981 και Φεβρουάριος 1982)

Για τον υπολογισμό των μέσων θερμοκρασιών της λεκάνης απορροής ανάντη της Κνωσού που έχει μέσο υψόμετρο 336 m., γίνεται δεκτό ότι η θερμοκρασία μειώνεται κατά $6,5^{\circ}\text{C}$ ανά 1000 m. (Θερμική Βαθμίδα). Για διαφορά υψόμετρου $336 - 39 = 297$ m. αντιστοιχεί μείωση της θερμοκρασίας κατά $1,9^{\circ}\text{C}$.

Οι μέσες μηνιαίες τιμές των θερμοκρασιών του σταθμού Ηρακλείου και της λεκάνης ανάντη της Κνωσού φαίνονται στο σχήμα 5.

1.4.2. Σχετική υγρασία

Η σχετική υγρασία μετράται επίσης στο σταθμό Ηρακλείου

της ΕΜΥ. Οι μετρήσεις της περιόδου 1961-1982 φαίνονται στον Πίνακα 5 και οι μέσες τιμές τους ανά μήνα για δλη την περίοδο παρουσιάζονται επίσης στο σχήμα 6. Ορισμένες χαρακτηριστικές τιμές δίνονται παρακάτω :

| | |
|--------------------------------|-----------------------|
| Μέση ετήσια σχετική υγρασία | 64% |
| Μέγιστη μέση μηνιαία | 69% (Ιανουάριος) |
| Ελάχιστη μέση μηνιαία | 57% (Ιούνιος-Ιούλιος) |
| Παρατηρηθείσα μέγιστη μηνιαία | 77% (Ιανουάριος 1972) |
| Παρατηρηθείσα ελάχιστη μηνιαία | 52% (Ιούνιος 1969) |

1.4.3. Ηλιοφάνεια

Οι πραγματικές ώρες ηλιοφάνειας μετρούνται στο σταθμό Ηρακλείου της ΕΜΥ με ηλιογράφο που λειτουργεί από το 1968. Οι μέσες μηνιαίες πραγματικές ώρες ηλιοφάνειας της περιόδου 1968 - 1980, σε σύγκριση με τις μέγιστες δυνατές ώρες ηλιοφάνειας ανά μήνα, φαίνονται στο σχήμα 7. Στο ίδιο σχήμα φαίνονται και τα ποσοστά πραγματικής προς δυνατή ηλιοφάνεια. Το μέγιστο ποσοστό παρατηρείται τον Ιούλιο (85%) και το ελάχιστο τον Ιανουάριο (36%).

Το μέσο ετήσιο ποσοστό ηλιοφάνειας είναι 60%.

1.4.4. Ανεμος

Ο σταθμός Ηρακλείου της ΕΜΥ είναι εφοδιασμένος με ανεμογράφο. Στον Πίνακα 6 δίνονται οι μέσες μηνιαίες συχνότητες ανέμου στις κλάσεις της κλίμακας Beaufort.

| ΥΔΡ. ΕΤΟΣ | ΣΕΠΤ. | ΟΚΤΩ. | ΝΟΕΜ. | ΔΕΚΕ. | ΙΑΝΟ. | ΦΕΒΡ. | ΜΑΡΤ. | ΑΠΡΙ. | ΜΑΐΟ | ΙΟΥΝ. | ΙΟΥΛ. | ΑΥΓΟΥ. |
|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|--------|
| 1961 - 1962 | 22.4 | 19.0 | 18.5 | 14.8 | 13.2 | 11.5 | 15.5 | 16.9 | 21.5 | 24.7 | 26.6 | 26.6 |
| 62 - 63 | 24.0 | 19.8 | 18.9 | 14.2 | 13.3 | 13.6 | 13.1 | 16.4 | 19.5 | 24.7 | 27.0 | 27.4 |
| 63 - 64 | 24.5 | 20.5 | 16.9 | 15.4 | 10.7 | 11.5 | 14.2 | 16.1 | 19.2 | 24.7 | 26.1 | 25.9 |
| 64 - 65 | 22.3 | 21.5 | 16.9 | 14.5 | 12.1 | 11.6 | 13.7 | 16.3 | 20.0 | 25.4 | 27.7 | 25.5 |
| 65 - 66 | 23.7 | 18.7 | 17.4 | 14.4 | 12.6 | 14.0 | 14.0 | 17.8 | 20.1 | 24.6 | 27.3 | 27.7 |
| 66 - 67 | 23.0 | 22.5 | 19.0 | 13.9 | 11.5 | 10.8 | 13.0 | 16.4 | 20.4 | 24.1 | 25.9 | 27.0 |
| 67 - 68 | 24.1 | 20.3 | 16.4 | 14.3 | 10.9 | 13.0 | 12.8 | 17.4 | 23.0 | 25.0 | 26.9 | 26.1 |
| 68 - 69 | 23.6 | 18.9 | 16.1 | 13.7 | 11.3 | 13.6 | 13.7 | 14.9 | 20.8 | 25.4 | 24.6 | 25.3 |
| 69 - 70 | 24.0 | 19.0 | 16.8 | 14.8 | 13.3 | 13.7 | 14.8 | 17.6 | 19.2 | 24.1 | 25.8 | 26.3 |
| 1970 - 1971 | 23.0 | 19.3 | 16.3 | 13.8 | 13.8 | 12.0 | 14.3 | 16.1 | 21.1 | 24.6 | 25.0 | 25.6 |
| 71 - 72 | 22.7 | 18.4 | 16.2 | 13.1 | 12.0 | 12.3 | 13.3 | 17.9 | 19.9 | 24.5 | 25.5 | 26.2 |
| 72 - 73 | 25.1 | 19.4 | 15.9 | 13.0 | 11.8 | 12.8 | 12.8 | 16.0 | 21.0 | 24.0 | 27.4 | 25.0 |
| 73 - 74 | 23.8 | 20.5 | 15.1 | 14.7 | 11.0 | 12.7 | 13.6 | 16.6 | 20.0 | 24.3 | 25.8 | 25.2 |
| 74 - 75 | 23.3 | 22.2 | 16.8 | 13.2 | 11.7 | 11.5 | 15.1 | 17.0 | 20.7 | 23.5 | 25.9 | 25.2 |
| 75 - 76 | 24.3 | 19.9 | 16.5 | 12.9 | 11.7 | 11.0 | 12.8 | 16.1 | 19.4 | 23.1 | 25.4 | 24.5 |
| 76 - 77 | 22.8 | 20.1 | 16.4 | 13.7 | 12.3 | 14.5 | 13.5 | 16.2 | 20.6 | 24.3 | 26.8 | 26.4 |
| 77 - 78 | 22.6 | 18.3 | 17.6 | 12.4 | 12.0 | 13.4 | 13.5 | 16.5 | 21.1 | 24.7 | 25.9 | 24.7 |
| 78 - 79 | 22.6 | 19.3 | 14.4 | 14.1 | 12.1 | 13.2 | 14.8 | 16.2 | 19.7 | 24.6 | 25.8 | 25.9 |
| 79 - 80 | 23.2 | 20.6 | 16.5 | 13.4 | 11.1 | 10.7 | 13.1 | 15.2 | 19.8 | 23.5 | 26.2 | 25.7 |
| 1980 - 1981 | 22.8 | 21.1 | 18.1 | 13.6 | 10.5 | 11.7 | 15.1 | 16.6 | 19.2 | 25.0 | 25.7 | 25.2 |
| 81 - 82 | 23.3 | 22.3 | 15.1 | 15.2 | 12.8 | 10.5 | 12.2 | 16.4 | 18.7 | 24.0 | 25.3 | 25.9 |
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ | 23.4 | 20.1 | 16.3 | 14.0 | 12.0 | 12.4 | 13.8 | 16.5 | 20.2 | 24.4 | 26.1 | 25.9 |
| ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ ΛΕΚΑΝΗΣ* | 21.5 | 18.2 | 14.9 | 12.1 | 10.1 | 10.5 | 11.9 | 14.6 | 18.3 | 22.5 | 24.2 | 24.0 |

→ 18.8

→ 16.9

* Θερινό βαθύδα 6.5 °C / 1000 m

$$\text{Υψομ. διαφορά (Λεκάνης) - (Ηρακλείου)} = 336 - 39 = 297 \text{ m} \rightarrow 1.9^{\circ}\text{C}$$

ΠΙΝΑΚΑΣ 4 - Μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες σταθμού Ηρακλείου (Ε.Μ.Υ.) ύψομ. 39 μ.

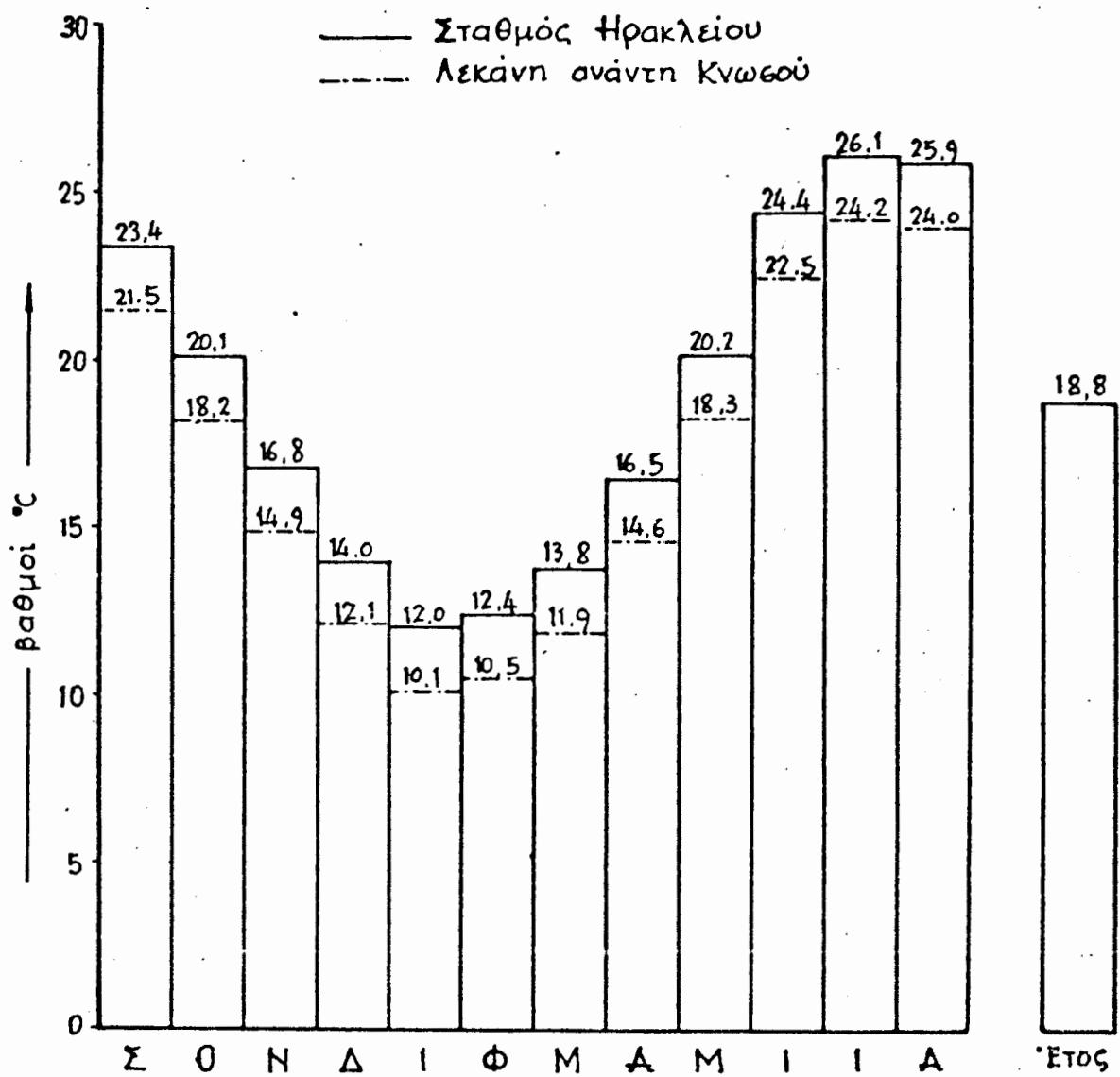
| ΥΔΡ. ΕΤΟΣ | ΣΕΠΤ. | ΟΚΤ. | ΝΟΕ. | ΔΕΚ. | ΙΑΝ. | ΦΕΒ. | ΜΑΡ. | ΑΠΡ. | ΜΑΙ. | ΙΟΥΝ. | ΙΟΥΛ. | ΑΥΓ. |
|-----------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|------|
| 1961 62 | 56 | 68 | 58 | 71 | 72 | 69 | 61 | 60 | 55 | 57 | 55 | 57 |
| 62 63 | 59 | 75 | 74 | 70 | 66 | 68 | 66 | 68 | 70 | 58 | 57 | 55 |
| 63 64 | 61 | 69 | 76 | 62 | 70 | 68 | 70 | 60 | 69 | 59 | 58 | 60 |
| 64 65 | 63 | 60 | 68 | 72 | 72 | 69 | 71 | 66 | 65 | 55 | 53 | 60 |
| 65 66 | 61 | 66 | 67 | 71 | 73 | 72 | 71 | 66 | 63 | 59 | 54 | 56 |
| 66 67 | 69 | 67 | 67 | 67 | 68 | 71 | 66 | 65 | 62 | 56 | 55 | 56 |
| 67 68 | 62 | 68 | 71 | 69 | 69 | 71 | 68 | 63 | 56 | 59 | 53 | 57 |
| 68 69 | 60 | 70 | 74 | 70 | 69 | 65 | 71 | 61 | 62 | 52 | 58 | 53 |
| 69 70 | 61 | 68 | 72 | 61 | 68 | 61 | 61 | 58 | 59 | 57 | 58 | 54 |
| 1970 71 | 61 | 61 | 68 | 63 | 73 | 67 | 58 | 62 | 60 | 56 | 58 | 58 |
| 71 72 | 62 | 65 | 73 | 76 | 77 | 72 | 71 | 65 | 64 | 59 | 70 | 65 |
| 72 73 | 62 | 74 | 69 | 68 | 72 | 70 | 66 | 67 | 60 | 56 | 56 | 61 |
| 73 74 | 65 | 66 | 66 | 69 | 66 | 67 | 71 | 60 | 64 | 59 | 56 | 62 |
| 74 75 | 63 | 66 | 70 | 67 | 67 | 67 | 58 | 60 | 62 | 59 | 57 | 61 |
| 75 76 | 60 | 65 | 64 | 67 | 64 | 63 | 75 | 64 | 68 | 61 | 60 | 57 |
| 76 77 | 60 | 71 | 67 | 66 | 66 | 59 | 67 | 63 | 60 | 56 | 57 | 56 |
| 77 78 | 64 | 65 | 66 | 65 | 67 | 64 | 64 | 60 | 56 | 54 | 58 | 56 |
| 78 79 | 60 | 66 | 62 | 70 | 66 | 64 | 70 | 59 | 68 | 58 | 58 | 60 |
| 79 80 | 59 | 63 | 64 | 66 | 64 | 71 | 65 | 64 | 57 | 57 | 51 | 62 |
| 1980 81 | 61 | 59 | 64 | 65 | 69 | 67 | 63 | 63 | 58 | 55 | 56 | 61 |
| 81 82 | 62 | 64 | 65 | 63 | 66 | 70 | 65 | 65 | 63 | 56 | 58 | 58 |
| Μέση τιμή | 61 | 66 | 68 | 68 | 69 | 67 | 67 | 63 | 62 | 57 | 57 | 58 |

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.- Μέγες μηνιαίες σχετικές υγρασίες σταθμού Ηρακλείου (ΕΜΥ) ώρα 39 μ.

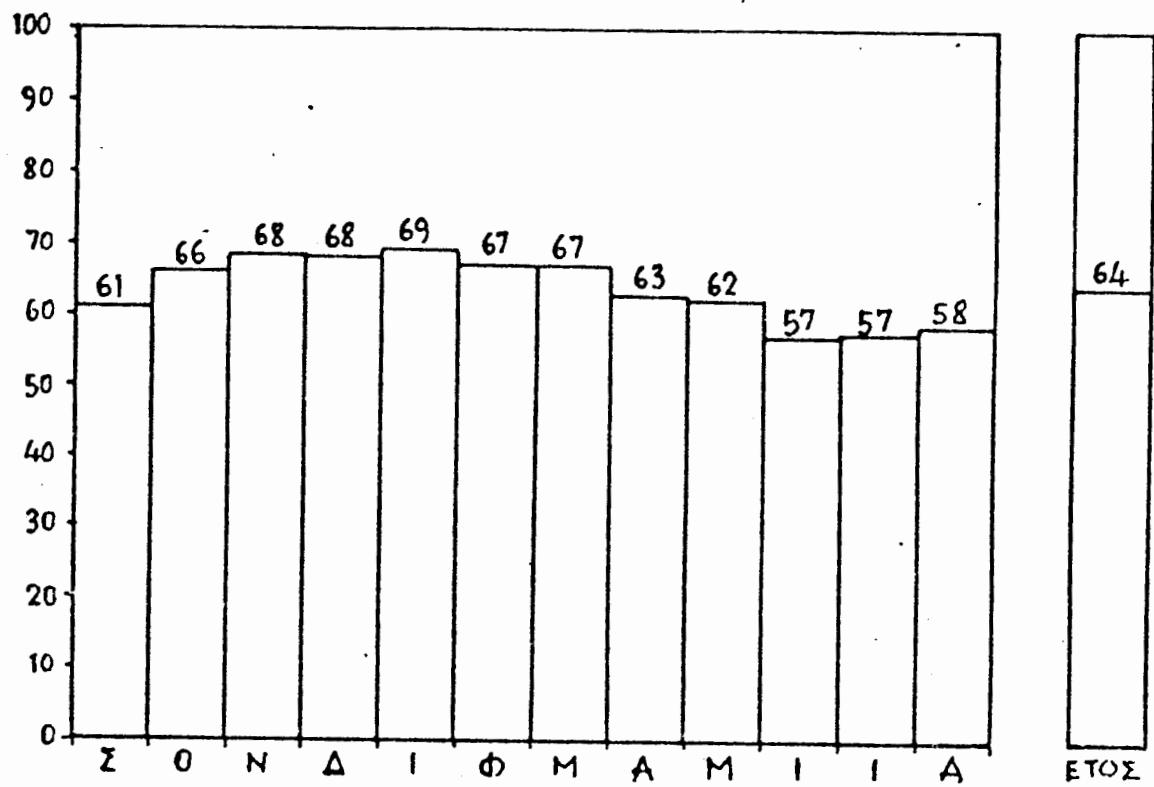
| Δύναμη συνέχου (BEAUFORT) | Ταχύτητα (m/sec) | Μέση τα- χύτητα V_i (m/sec) | Συχνότητα στά έκατό κατά μήνες Pi | | | | | | | | | | | | ΕΤΟΣ |
|--|---------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | | ΣΕΠΤ. | ΟΚΤ. | ΝΟΕ. | ΔΕΚ. | ΙΑΝ. | ΦΕΒ. | ΜΑΡ. | ΑΠΡ. | ΜΑΪ | ΙΟΥΝ. | ΙΟΥΛ. | ΑΥΓ. | |
| 0 | 0 - 0.2 | 0.1 | 18.62 | 17.26 | 22.26 | 13.34 | 13.63 | 13.52 | 15.59 | 20.63 | 31.66 | 25.51 | 9.29 | 16.12 | 18.14 |
| 1 | 0.3 - 1.5 | 0.9 | 6.57 | 8.59 | 7.13 | 6.07 | 6.45 | 5.98 | 6.10 | 7.45 | 8.84 | 6.96 | 5.83 | 5.23 | 6.77 |
| 2 | 1.6 - 3.3 | 2.5 | 20.40 | 27.78 | 24.42 | 24.42 | 24.88 | 23.65 | 23.76 | 22.24 | 20.13 | 19.27 | 15.12 | 14.37 | 21.99 |
| 3 | 3.4 - 5.4 | 4.4 | 26.33 | 23.96 | 21.25 | 22.04 | 21.99 | 22.63 | 21.60 | 21.69 | 18.81 | 23.10 | 14.16 | 25.81 | 21.92 |
| 4 | 5.5 - 7.9 | 6.7 | 22.29 | 15.57 | 15.39 | 18.54 | 18.07 | 17.79 | 16.23 | 16.07 | 11.26 | 19.37 | 24.59 | 29.85 | 18.78 |
| 5 | 8.0 - 10.7 | 9.4 | 4.89 | 4.84 | 5.85 | 9.65 | 9.72 | 9.09 | 10.10 | 6.89 | 3.72 | 4.38 | 23.77 | 7.53 | 8.38 |
| 6 | 10.8 - 13.8 | 12.3 | 0.90 | 1.72 | 2.79 | 4.99 | 3.93 | 5.35 | 4.70 | 3.58 | 1.34 | 1.21 | 6.31 | 1.01 | 3.16 |
| 7 | 13.9 - 17.1 | 15.5 | | 0.16 | 0.48 | 0.94 | 0.92 | 1.64 | 1.54 | 1.10 | 0.24 | | 0.93 | 0.08 | 0.68 |
| 8 | 17.2 - 20.7 | 19.0 | | 0.12 | 0.23 | 0.39 | 0.33 | 0.27 | 0.34 | 0.35 | | | | | 0.17 |
| 9 | 20.8 - 24.4 | 22.6 | | | | | 0.04 | 0.08 | 0.04 | | | | | | 0.01 |
| 10 | 24.5 - 28.4 | 26.5 | | | | | 0.04 | | | | | | | | |
| Μέση ταχύτητα $V_k = \Sigma P_i V_i / 100$ | | | 3.81 | 3.60 | 3.69 | 4.62 | 4.49 | 4.68 | 4.54 | 4.00 | 2.85 | 3.44 | 5.87 | 4.40 | 4.19 |
| Αναγωγή στα 12 m ($v=0.75$) | | | 2.86 | 2.70 | 2.77 | 3.47 | 3.37 | 3.51 | 3.41 | 3.00 | 2.14 | 2.58 | 4.40 | 3.30 | 3.14 |

ΠΙΝΑΚΑΣ 6. Μέγες μηνιαίες συχνότητες στάθμου Ηρακλείου Ε.Μ.Υ.
(περίοδος 1951 - 1980)

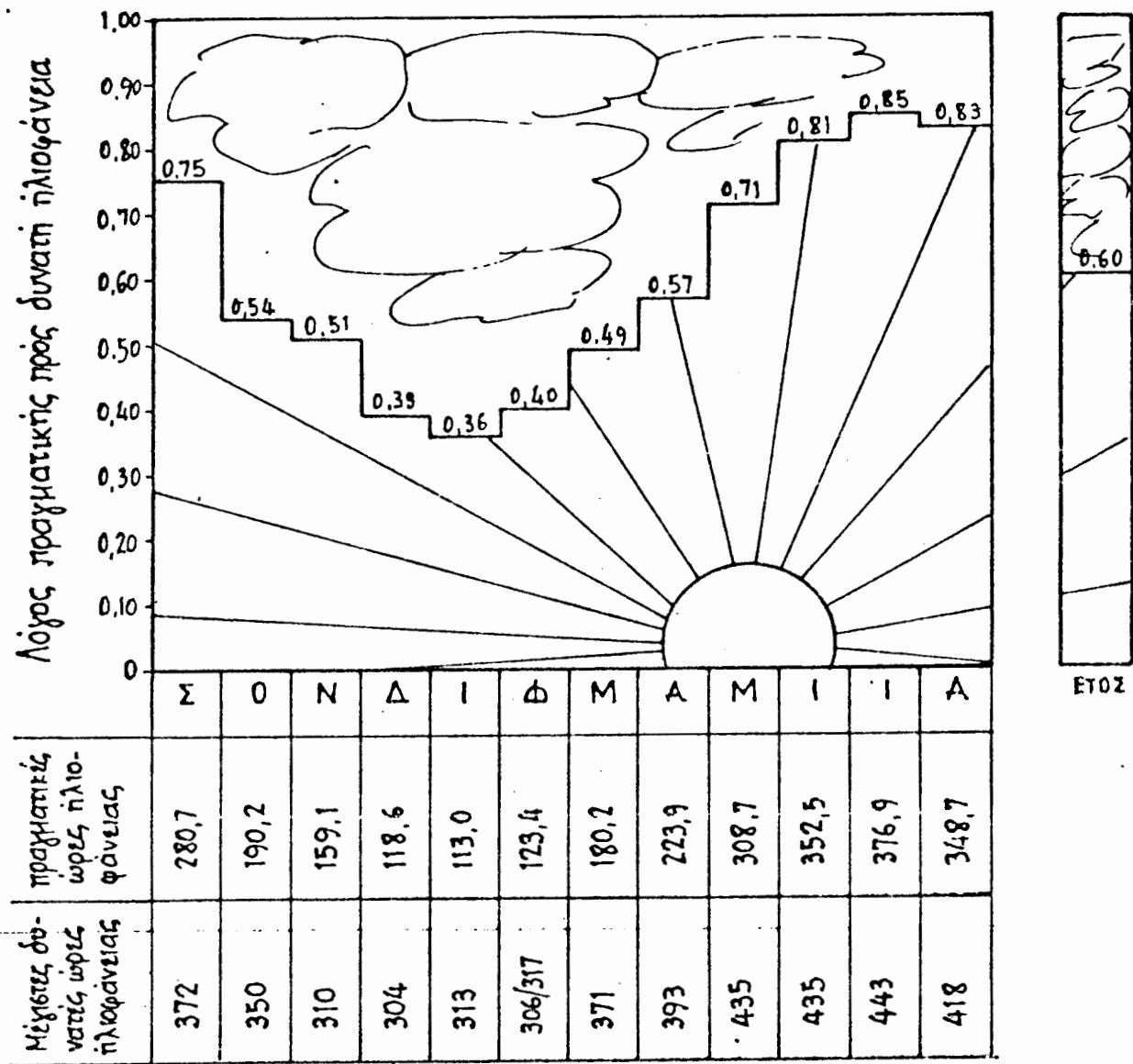
Υπολογισμός μέσων μηνιαίων ταχυτήτων στάθμου.



Σχήμα 5. Μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες Ήρακλείου (σταθμός Ε.Μ.Υ. περιόδος 1961-82) και λεκάνης ανάντη Κνωσσού.



Σχήμα 6 - Μέσες μηνιοίες σχετικές υγρασίες
Ηρακλείου. (σταθμός Ε.Μ.Υ., περίοδος 1961-82)



Σχήμα 7 - Μέσα ποσοτά πραγματικής προς δυνατή πλιοφάνεια.

(Δεδομένα πλιογράφου σταθμού Ηρακλείου Ε.Μ.Υ.
περιόδου 1968 - 1980).

Από τις συχνότητες αυτές έχουν υπολογιστεί, στον ίδιο πλάνα, οι μέσες μηνιαίες ταχύτητες του ανέμου. Η μεγαλύτερη τιμή εμφανίζεται τον Ιούλιο ($5,87 \text{ m/s}$) και η μικρότερη τον Μάρτιο ($2,85 \text{ m/s}$)

Επειδή οι πιο πάνω ταχύτητες έχουν μετρηθεί σε μεγάλο ύψος (~15m) ενώ στην εφαρμογή της μεθόδου Penman (βλ. επόμενη παράγραφο) απαιτείται η ταχύτητα ανέμου σε ύψος 2m, έγινε αναγωγή με ένα συντελεστή μ που υπολογίζεται από τον εκθετικό τύπο :

$$\mu = \left(\frac{V^2}{V15} \right) = \left(\frac{2}{15} \right)^{1/7} = 0,75$$

1.5. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΔΥΝΑΜΙΚΗΣ ΕΞΑΤΜΙΣΟΔΙΑΠΝΟΗΣ

1.5.1. Υπολογισμός με τη μέθοδο Penman

Η μέθοδος Penman είναι η πιο ακριβής μέθοδος υπολογισμού εξάτμισης και δυναμικής εξατμισοδιαπνοής και για αυτό χρησιμοποιείται ακόμα και για τον προσδιορισμό των συντελεστών αναγωγής των εξατμισημέτρων.

Η μέθοδος συνίσταται στην εφαρμογή των σχέσεων

$$E_O^* = f E_O$$

$$E_O = \frac{\Delta H + \gamma E_2}{\Delta + \gamma}$$

όπου E_O^* = δυναμική εξατμισοδιαπνοή (σε εδαφική έκταση)

E_O = εξάτμιση από επιφάνεια νερού

f = συντελεστής βλάστησης (< 1)

Δ = αλίση της καμπύλης τάσεως κεκοψεομένων ατμών $e_w(T)$ 5

$$\text{ήτοι} \quad \Delta = \frac{\Delta e_w}{\Delta T_a} = f (T_a), \left(\frac{\text{mm Hg}}{^{\circ}\text{C}} \right)$$

T_a = θερμοκρασία αέρα

γ = ψυχρομετρική σταθερά = 0,485 mm Hg/ $^{\circ}\text{C}$

$E_a = 0,35(e_w(T_a) - e)(0,5 + 0,54 V_2)$ (mm/ημερ.)

e = πραγματική τάση ατμών = $U \cdot e_w(T_a)$ (mmHg)

U = σχετική υγρασία

V_2 = ταχύτητα ανέμου σε ύψος 2 m. (m/sec)

H = καθαρή ηλιακή ακτινοβολία, μετασχηματισμένη σε
ισοδύναμη εξάτμιση (πμ/ημ.) =

$$= R_A (0,29 \cos \theta + 0,55 n/N) (1-r) - \sigma T_{ak}^4 (0,56 - 0,09 \sqrt{e}) \cdot (0,1 + 0,9 n/N)$$

θ = γεωγραφικό πλάτος

n/N = ποσοστό πραγματικής ηλιοφάνειας

R_A = ροή ακτινοβολίας βραχέων κυμάτων έξω από την
ατμόσφαιρα (συνάρτηση του γεωγραφικού πλάτους και
του μήνα), μετασχηματισμένη σε ισοδύναμη εξάτμιση
($\text{H}_2\text{O}/\text{ημ.}$)

r = albedo = $\frac{\text{αναιλώμενη ακτινοβολία}}{\text{προσπίπτουσα ακτινοβολία}}$

σ = σταθερά Stephan Boltzman = $2,01 \times 10^{-9} \text{ mmH}_2\text{O}/\text{ημ.}$

$T_{ak} = T_a + 273$ = θερμοκρασία αέρα σε βαθμούς Kelvin

Συνοπτικά για την εφαρμογή της μεθόδου απαιτούνται τα
ακόλουθα κλιματικά στοιχεία :

.//..

- θερμοκρασία αέρα
- Ταχύτητα ανέμου
- Σχετική υγρασία
- Ποσοστό πραγματικής ηλιοφάνειας

Όλα τα στοιχεία αυτά υπάρχουν για την περιοχή της Κνωσού (βλ. Κεφάλαιο 4).

Εκτός από αυτά δύμας χρειάζονται και οι τιμές του albedo και του συντελεστή βλάστησης, που δεν υπάρχουν ασφαλή δεδομένα για την εκτίμησή τους και έτσι η εκτίμησή τους έγινε από την εμπειρία.

Η μέθοδος εφαρμοστηκε εδώ για το μέσο υδρολογικό έτος. Οι σχετικοί υπολογισμοί έγιναν στον Πίνακα 7. Προέκυψε τελικά μία ετήσια τιμή της δυναμικής εξατμισοδιαπνοής ίση με 977 mm.

1.5.2. Υπολογισμός με τη μέθοδο Thornthwaite

Η μέθοδος Thornthwaite είναι εμπειρική και για την εφαρμογή της απαιτείται μόνο η θερμοκρασία αέρα και το γεωγραφικό πλάτος.

Συνίσταται στην εφαρμογή των σχέσεων :

$$E_O = E_{O_0} \cdot \frac{D \cdot T}{360}$$

$$E_O = 16 \left(\frac{10T\alpha}{J} \right) \alpha$$

δπου E_O^* = δυναμική εξατμισοδιαπνοή

E_O = πρώτη προσέγγιση της δυναμικής (ππ/μήνα)

εξατμισοδιαπνοής (ππ/μήνα)

D = αριθμός ημερών μήνα

T = μέσος αριθμός ωρών ημέρας του υπόψη μήνα (από ανατολή σε δύση) (συνάρτηση του γεωγραφικού πλάτους)

$$J = \sum_{i=1}^{12} 0,09 T_{ai}^{3/2}$$

$$\alpha = 0,016J + 0,5$$

T_{ai} = μέση θερμοκρασία αέρα τον μήνα i

Οι τιμές της μεθόδου Thornthwaite φαίνονται στον Πίνακα 7. Η ετήσια δυναμική εξατμισοδιαπνοή προκύπτει 851,6 ππ, δηλαδή κατά 13 % μικρότερη από την αντίστοιχη της μεθόδου Penman. Όπως φαίνεται στο σχήμα 8, η προσέγγιση των δύο μεθόδων είναι πολύ καλή.

1.6. ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΟΥ ΥΔΑΤΙΚΟΥ ΙΣΟΖΥΓΙΟΥ ΣΤΗ ΔΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ

Με βάση τις γνωστές με τικανοποιητική ακρίβεια τιμές της βροχόπτωσης και της δυναμικής εξατμισοδιαπνοής, μπορεί να γίνει μια πρώτη εκτίμηση του υδατικού ισοζυγίου στη λεκάνη απορροής του χειμάρρου Καίρατου ανάτη της Κνωσού.

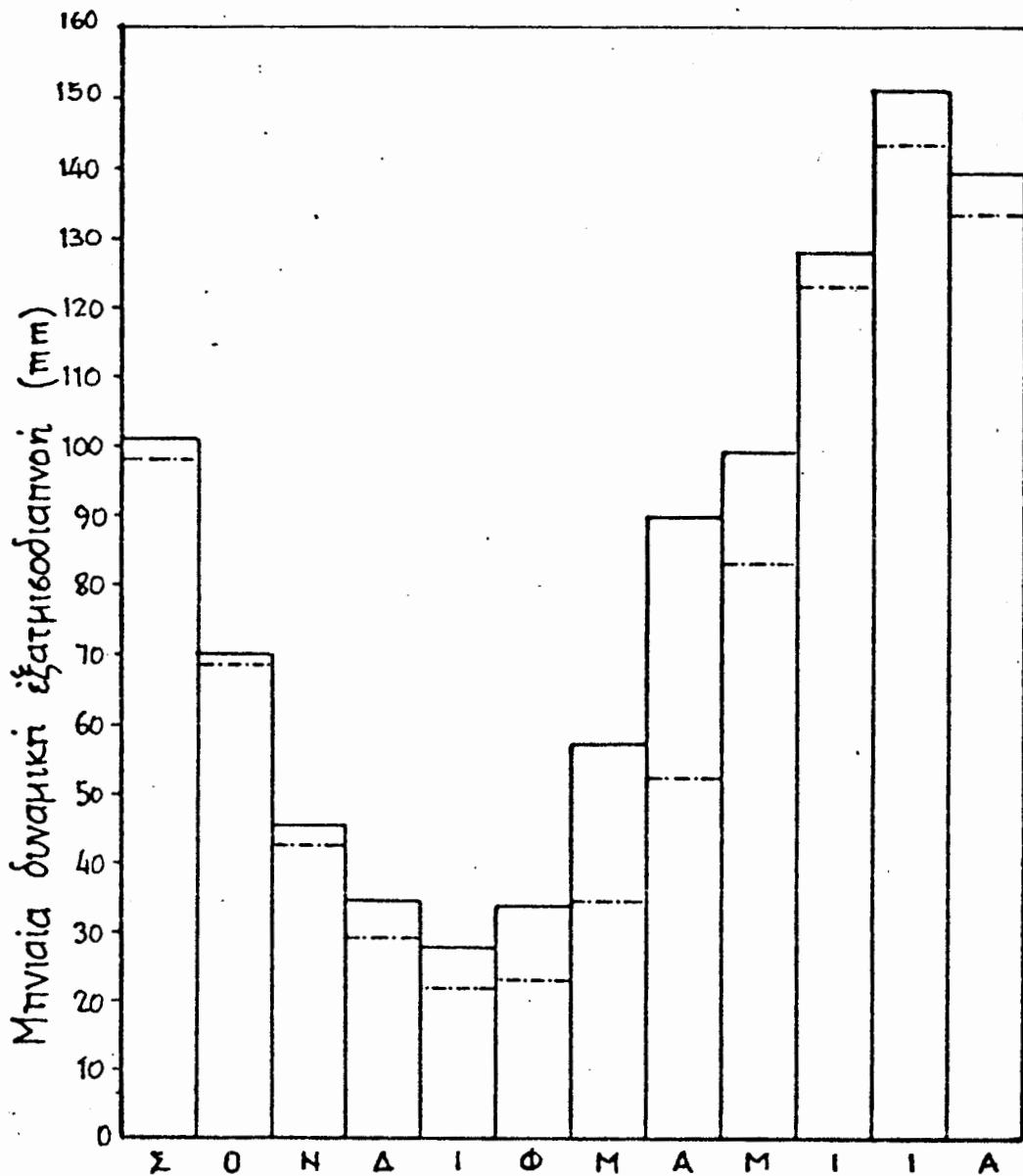
Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιείται το πιο απλουστευμένο μοντέλο εδαφικής αποθήκευσης νερού, σύμφωνα με το οποίο γί-

| | ΖΕΠΤ. | ΟΚΤΩ. | ΝΟΕΜ. | ΔΕΚΕ. | ΙΑΝΟ | ΦΕΒΡ. | ΜΑΡΤ. | ΑΠΡΙΛ. | ΜΑΪΖ | ΙΟΥΝ. | ΙΟΥΛ. | ΑΥΓ. | ΕΤΟΣ |
|---|-----------|-------|-------|-------|------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|--------------|
| 1 Μέση θερμοκρασία Τα °C | 21,5 | 18,2 | 14,9 | 12,1 | 10,1 | 10,5 | 11,9 | 14,6 | 18,3 | 22,5 | 24,2 | 24,0 | |
| 2 Τάξη κυκλ. ατμών ε mmHg | 19,07 | 15,58 | 12,65 | 10,55 | 9,24 | 9,49 | 10,41 | 12,41 | 15,67 | 20,26 | 22,45 | 22,18 | |
| 3 Κλίση Δε/ΔΤα ΔmmHg/°C | 1,15 | 0,95 | 0,80 | 0,70 | 0,60 | 0,60 | 0,70 | 0,80 | 0,95 | 1,25 | 1,35 | 1,35 | |
| 4 Μέση ταχ. ανέμου γ2 m/sec | 2,86 | 2,70 | 2,77 | 3,47 | 3,37 | 3,51 | 3,41 | 3,00 | 2,74 | 2,58 | 4,40 | 3,30 | |
| 5 Μέση σχετική υγρασία U % | 61 | 66 | 68 | 68 | 69 | 67 | 67 | 63 | 62 | 57 | 57 | 58 | |
| 6 Ποσοτό πραγμ. πλούφαν. η/Η % | 75 | 54 | 51 | 39 | 36 | 40 | 49 | 57 | 71 | 81 | 85 | 83 | |
| 7 Εξωγήινη ακτινοβ. Ra mm/ημ. | 12,9 | 9,9 | 7,9 | 6,6 | 7,3 | 10,3 | 12,0 | 14,8 | 15,8 | 16,9 | 16,0 | 14,6 | |
| 8 Albedo | r | 0,20 | 0,20 | 0,20 | 0,30 | 0,45 | 0,45 | 0,30 | 0,20 | 0,18 | 0,18 | 0,20 | |
| 9 Παράγερος | Επιππ/ημ. | 5,32 | 3,63 | 2,83 | 2,80 | 2,33 | 2,63 | 2,82 | 3,41 | 3,45 | 5,77 | 9,72 | 7,44 |
| 10 " | Hmm/ημ. | 3,74 | 1,93 | 0,98 | 0,17 | 0 | 0,60 | 1,94 | 3,92 | 5,14 | 6,23 | 6,01 | 4,96 |
| 11 Μπνιαία δυν. εξατ/von | Eo mm | 126,2 | 77,6 | 50,4 | 38,8 | 31,9 | 42,5 | 71,3 | 111,7 | 141,6 | 183,0 | 216,7 | 174,0 1264,7 |
| 12 Συντελ. βλαστήσεως f | | 0,8 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,7 | 0,70 | 0,70 | 0,80 |
| 13 Διορθ. δυν. εξατ/von (κρούδος Penman) | Eo* μm | 101,0 | 69,8 | 45,4 | 34,9 | 27,8 | 34,0 | 57,1 | 89,4 | 99,1 | 128,1 | 151,2 | 139,2 977,0 |
| 14 Διαμ. εξατμ. κατά Thornthwaite mm | | 97,9 | 68,5 | 42,7 | 29,1 | 21,8 | 23,1 | 34,8 | 52,2 | 82,9 | 122,0 | 143,3 | 133,3 851,6 |

132

ΠΙΝΑΚΑΣ 7 – Υπολογισμός δυναμικής εξατμισοδιαπνοής λεκάνης ανάπτυ Κυψελού
με τις μεθόδους PENMAN & THORNTHWAITE
 Μέσο ιδρολογικό έτος - Μέσο υψόμετρο 336 μ. - Γεωγραφικό πλάτος 35° 15'

— Αποτελέσματα μεθόδου Penman
— " " " Thornthwaite



Σχήμα 8. — Δυναμική εξατμισοδιαπονί κατά τις μεθόδους Penman και Thornthwaite

νεται θεώρηση μιας μέγιστης ικανότητας αποθήκευσης του εδάφους, $\max S$. Η εν λόγω αποθήκευτική ικανότητα λαμβάνεται σχετικά αυξημένη για την υπό μελέτη λεκάνη απορροής ($\max S = 150 \text{ mm}$), επειδή οι μάργες έχουν μεγάλη υδατοϊκανότητα. Σύμφωνα με το μοντέλο αυτό, η απορροή και η βαθειά διείσδυση πραγματοποιούνται μόνο όταν έχει κορεστεί σε υγρασία η εδαφική ζώνη ($S = \max S$). Για το διαχωρισμό της επιφανειακής απορροής από τη βαθειά διείσδυση, έγινε η παραδοχή ότι αυτές ακολουθούν μια αναλογία 2:1. Η παραδοχή αυτή οδηγεί σε συνολική ετήσια βαθειά διείσδυση ίση με 74,4 mm., δηλαδή 10% του ύψους βροχής στη λεκάνη απορροής. Η τιμή αυτή θεωρείται λογική, δεδομένου ότι μόνο 10% των επιφανειωνών γεωλογικών σχηματισμών είναι υδροπερατά. Μάλιστα ενδέχεται να είναι λίγη υπερεκτιμημένη.

Οι σχετικοί υπολογισμοί γίνονται στον Πίνακα 8.

Σύμφωνα με αυτούς, η τελική εικόνα του υδατικού ισοζυγίου για το μέσο υδρολογικό έτος είναι η ακόλουθη :

| | mm | $m^3 \times 10^6$ | % |
|----------------------------------|-------|-------------------|-----|
| Βροχόπτωση | 744,3 | 20,84 | 100 |
| Εξατμίσοδια πνοή (πραγματική) | 521,0 | 14,59 | 70 |
| Απορροή | 148,9 | 4,17 | 20 |
| Βαθειά διείσδυση | 74,4 | 2,08 | 10 |

Σχετικά με τους υπολογισμούς του Πίνακα 8, σημειώνουμε ότι οι υπολογισθείσες μηνιαίες τιμές της απορροής, και της βαθειάς διείσδυσης είναι παραμορφωμένες, λόγω του απλουστεύμένου μοντέλου που χρησιμοποιήθηκε. Παρόλο αυτά, τα ετήσια

αθροίσματα που προκύπτουν από τη χρήση του είναι κοντά στην πραγματικότητα.

Τέλος για λόγους σύγκρισης, αναφέρουμε ορισμένα στοιχεία για τη λεκάνη Πλακιώτισσας, που βρίσκεται νότια της υπό μελέτη λεκάνης, και για την οποία υπάρχουν ακριβή υδρολογικά στοιχεία.

Η λεκάνη Πλακιώτισσας, έκτασης 80 km^2 έχει παρόμοιες κλιματολογικές συνθήκες με τη λεκάνη Κνωσού και παρόμοιες γεωλογικές συνθήκες, με τη διαφορά ότι εμφανίζει μάργες πιο πλούσιες σε άργιλο, οπότε ότι πρέπει να αναμένεται μικρότερη τιμή της βαθειάς διείσδυσης και της εδαφικής αποθηκευτικής ικανότητας νερού, άρα και μεγαλύτερη τιμή της απορροής.

Για την 16ετή περίοδο 1954-1970 στην εν λόγω λεκάνη, το ύψος βροχής ήταν 731 mm και το αντίστοιχο ύψος απορροής 236,3 mm ή 32% σύμφωνα με τα στοιχεία ερευνητικού προγράμματος των υδατικών πόρων Ανατολικής Κρήτης του FAO/OHE. Σύμφωνα με τα ίδια στοιχεία, για την τριετή περίοδο 1967-1970, το ύψος βροχής ήταν 773 mm. και τα ύψη εξάτμισης και βαθειάς διείσδυσης 451 mm (58%) και 44 mm (6%) αντίστοιχα.

Παρατηρούμε ότι υπάρχει κάποια απόκλιση στις τιμές από τις αντίστοιχες της Κνωσού, αλλά μέσα στα πλαίσια των συνήθων υδρολογικών αβεβαιοτήτων (λαμβανομένης υπόψη και της ανυπαρξίας υδρομετρικών δεδομένων στη λεκάνη Κνωσού). Οι εν λόγω αποκλίσεις εξηγούνται και από την παρατήρηση που έγινε σχετικά με τη γεωλογική σύσταση των δύο λεκανών.

ΜΕΣΟ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΟ ΕΤΟΣ

| | ΣΕΠΤ. | ΟΚΤΩ. | ΝΟΕΜ. | ΔΕΚΕ. | ΙΑΝΟ. | ΦΕΒΡ. | ΜΑΡΤ. | ΑΠΡΙ. | ΜΑΐΟΣ | ΙΟΥΝ. | ΙΟΥΛ. | ΑΥΓΟ. | ΕΤΟΣ |
|----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1. Βροχόπτωση P | 34,5 | 81,5 | 77,6 | 124,9 | 162,5 | 107,4 | 88,4 | 40,4 | 19,3 | 3,7 | 1,4 | 2,7 | 744,3 |
| 2. Διαμική εξατημού Eo* | 101,0 | 69,8 | 45,4 | 34,9 | 27,8 | 34,0 | 57,1 | 89,4 | 99,1 | 128,1 | 151,2 | 139,2 | 977,0 |
| 3. Μεταβ. εδαφ. υγρ. ΔS | 0 | +11,7 | +32,2 | 90,0 | 16,1 | 0 | 0 | -49,0 | -79,8 | -21,2 | 0 | 0 | |
| 4. Εδαφ. υγρασία S | 0 | 11,7 | 43,9 | 133,9 | 150 | 150 | 130 | 101,0 | 21,2 | 0 | 0 | 0 | |
| 5. Πραγμ. εξατημε/πνοή E | 34,5 | 69,8 | 45,4 | 34,9 | 27,8 | 34,0 | 57,1 | 89,4 | 99,1 | 24,9 | 1,4 | 2,7 | 521,0 |
| 6. Απορρ.+Βαθ. διείσδ. R+G | 0 | 0 | 0 | 0 | 118,6 | 73,4 | 31,3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 223,3 |
| 7. Βαθιά διείσδυση G | 0 | 0 | 0 | 0 | 39,5 | 24,5 | 10,4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 74,4 |
| 8. Απορροή R | 0 | 0 | 0 | 0 | 79,1 | 48,9 | 20,9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 148,9 |

ΠΙΝΑΚΑΣ 8 – Υλολογισμός υδατικού τεοζυγίου λεκάνης άνάντη Κνωσσού (61 mm)

2. ΜΕΛΕΤΗ ΠΛΗΜΜΥΡΩΝ ΧΕΙΜΑΡΡΟΥ ΚΑΙΡΑΤΟΥ.

2.1. Ύδρολογικά κριτήρια και μεθόδοι γένα.

Προκειμένου να αποκλείσουμε πιθανούς κινδύνους καταστροφών της περιοχής αρχαιολογικού ενδιαφέροντος από τα πλημμυρικά νερά των χειμάρρων θεωρούμε μια πολύ μικρή συχνότητα μελέτης, ήτοι 1:10.000 χρόνια. Η τιμή αυτή της συχνότητας χρησιμοποιείται σε μεγάλα υδραυλικά έργα (π.χ.: υδροηλεκτρικά) των οποίων η καταστροφή από πλημμύρα θα προκαλούσε εκτός από τις οικονομικές συνέπειες και απώλεια ζωής.

Η μέθοδος που ακολουθείται για την εκτίμηση της πλημμύρας του χειμάρρου Καίρατου, είναι η καθιερωμένη και ακριβής μέθοδος του μοναδιαίου υδρογραφήματος.

2.2. Μοναδιαίο υδρογράφημα

Ελλείψει υδρομετρήσεων στο χείμαρρο Καΐρατο είμαστε υποχρεωμένοι να καταφύγουμε σε συνθετικό μοναδιαίο υδρογράφημα. Θα χρησιμοποιήσουμε το τριγωνικό μοναδιαίο υδρογράφημα του Βρεταννικού Ινστιτούτου Υδρολογίας. (βλ. Institute of Hydrology: "Methods of flood estimation, A guide to the flood studies report").

Τα βασικά στοιχεία συνθέσεώς του μοναδιαίου υδρογραφήματος, διάρκειας βροχής μιάς ώρας είναι:

- Έκταση λεκάνης $A=28 \text{ Km}^2$
 - Μήκος κυρίου ρεύματος
Από το χάρτη 1:50.000 $\text{MSL}=10,5 \text{ Km}$
 - Μέση κλίση κυρίου ρέματος
ανάμεσα στα σημεία 10% και 85%
του μήκους του ($S1085=\frac{H85\%-H10\%}{0,75\text{MSL}}$)
- $$S1085 = \frac{400-80}{0,75 \times 10,5} = 40,6 \text{ m/Km}$$

- Μέγεθος αστικής αναπτύξεως στη λεκάνη απορροής $\text{URBAN} = \frac{0,25 \text{ Km}^2}{28 \text{ Km}^2} = 0,02$

- Ύψος 24ωρης βροχοπτώσεως λεκάνης
για περίοδο επανασφράξ 5 ετών
(βλ. παρ. 2.3.) $\text{RSMD}=77,1 \text{ mm}$

- Χρόνος ανόδου μοναδιαίου υδρογραφήματος
μιάς ώρας. Υπολογίζεται από τον τύπο
 $T_p = 46,6 \text{ MSL}^{0,14} S1085^{-0,38} (\text{H URBAN})^{-1,99} \text{ RSMD}^{-0,4}$

$$T_p = 46,6 \cdot 10,5^0,14 \cdot 40,6^{-0,38} \cdot 1,02^{-1,99} \cdot 77,1^{-0,4} = 2,7 \text{h.}$$

Θεωρούμε για στρογγύλευση $T_p = 3 \text{h}$

-Διάρκεια πλημμύρας

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

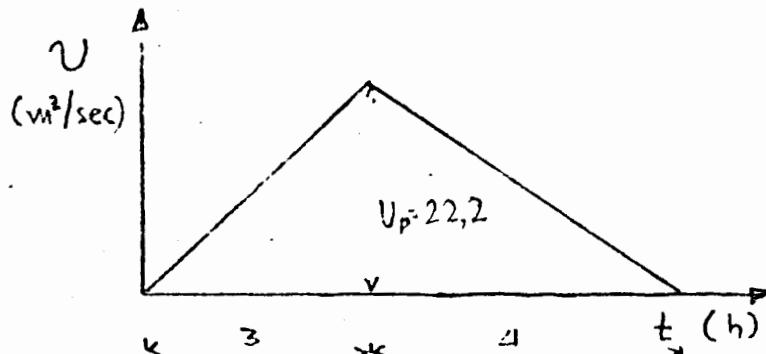
$$T_b = 2,52 \cdot 2,7 = 6,8 \approx 7 \text{h}$$

-Αιχμή μοναδιαίου υδρογραφήματος (U_p)

$$\frac{1}{2} \cdot U_p \cdot T_b \cdot 3600 = A \cdot 10^6 \cdot 10^{-2}$$

$$U_p = \frac{A}{T_b} \cdot \frac{10^4}{1800} = \frac{28}{7} \cdot \frac{10^4}{1800} = 22,2 \text{ m}^3/\text{sec}$$

Τελικά το μοναδιαίο υδρογράφημα έχει την ακόλουθη μορφή:



Οι τεταγμένες του ανα ώρα είναι:

| $t(\text{h})$ | $U (\text{m}^3/\text{sec})$ |
|---------------|-----------------------------|
| 1 | 7,4 |
| 2 | 14,8 |
| 3 | 22,2 |
| 4 | 16,7 |
| 5 | 11,1 |
| 6 | 5,6 |

2.3. Βροχόπτωση μελέτης.

Για να αποφύγουμε την αναζήτηση μετρήσεων μεγίστων βροχοπτώσεων και την πληθώρα υπολογισμών που απαιτεί η ανάλυσή τους για την παραγωγή καμπυλών ύψους βροχής-διάφορες περιόδου επαναφοράς, χρησιμοποιούμε ορισμένα στοιχεία που δίνονται από την κ.Παν.Μάρκου-Ιακωβάκη στη διατριβή της : "Ύετδες εις την νήσον Κρήτην".

Τα εν λόγω στοιχεία αφορούν τις μέγιστες 24ωρες βροχοπτώσεις του σταθμού Ηρακλείου, επεξεργασμένες με την κατανομή GUMBEL. Πιστοποιημένα δίνονται οι ακόλουθες τιμές του 24ώρου ύψους βροχής, για διάφορες περιόδους επαναφοράς.

Περίοδος επαναφοράς Μέγιστο 24ωρο ύψος βροχής

| T | (χρόνια) | h (mm) |
|----|----------|--------|
| 2 | | 57,4 |
| 5 | | 77,1 |
| 10 | | 95,1 |
| 25 | | 118,0 |

Προκειμένου να επεκτείνουμε τις τιμές του ύψους βροχής για μεγάλες περιόδους επαναφοράς, προσαρμόζουμε στα παραπάνω ζεύγη τιμών την εκθετική σχέση:

$$h=47,9T^{0,29} \quad (r=0,995)$$

που δίνει τις ακόλουθες τιμές του ύψους βροχής.

Περίοδος επαναφοράς Μέγιστο 24ωρο ύψος βροχής

| T (χρόνια) | h (mm) |
|------------|--------|
| 100 | 179,3 |
| 300 | 284,4 |
| 1000 | 346,9 |
| 2000 | 423,1 |
| 5000 | 550,2 |
| 10000 | 671,0 |

Επομένως για την εκλεγείσα συχνότητα 1:10.000 το αντίστοιχο ύψος βροχής είναι 671,0 mm.

Το ύψος αυτό είναι ίσως σύμφωνα με την εμπειρία μας υπερεκτιμημένο(Στη λεκάνη του ποταμού Αράχθου το ύψος βροχής μέλετης των φραγμάτων συχνότητας 1:10.000 δεν ξεπέρασε τα 450mm). Πάντως είμαστε πάντα στην πλευρά της ασφάλειας.

Προκειμένου νά κατανεμηθεί το εν λόγω ύψος βροχής σε αριαία βάση, και νά καταρτιστεί το υετόγραμμα της βροχής μελέτης εκλεγουμε την τυπική κατανομή second quartile με επίπεδο πιθανότητας 50% (Βλ. Nemec "ENGINEERING Hydrology"). Η εν λόγῳ αδιάστατη κατανομή παρουσιάζεται σε μορφή συντεταγμένων στη δεύτερη και τρίτη στήλη του πίνακα 1.

Οι απώλειες της βροχοπτώσεως υπολογίζονται με χρήση των τύπων του U.S. Soil Conservation Service (Βλ. U.S.B.R. "Design of small dams" 1961, σελ.428).

$$\Sigma D^* = \frac{(\Sigma P - 0,2 \cdot S)^2}{\Sigma P + 0,8 \cdot S} \quad \Sigma P > 0,2 \cdot S$$

$$\Sigma P^* = 0 \quad \Sigma P \leq 0,2 \cdot S$$

διότι ΣP = αθροιστικό συνολικό ύψος βροχής σε mm

$$\Sigma P^* = \text{αθροιστικό ωφέλιμο ύψος βροχής} = \Sigma P - \Sigma P_{\text{απώλ.}} \quad \text{σε mm}$$

S = μέγιστη δυνατή διαφορά των ΣP και ΣP^* στην αρχή της βροχής, σε mm

Το S συνδέεται με την παράμετρο CN (Curve Number) με τη σχέση

$$CN = \frac{1000}{10 + S / 25,4}$$

Λόγω του υψηλού ποσοστού εμφανίσεως αδιαπέρατων στρωμάτων στη λεκάνη, η τιμή του CN λαμβάνεται αυξημένη: $CN=90$, οπότε προκύπτει $S=28,2$ mm.

Με εφαρμογή των πιό πάνω σχέσεων υπολογίζεται η χρονική κατανομή του αριθμού ύψους βροχής και των απωλειών (βλ. πίνακα 1, στήλες 6η και 7η).

Το τελικό αριθμό ύψους βροχής προέκυψε 638,3 mm έναντι συνολικού 671,0. (απώλειες 5%).

Το συνολικό και αριθμό υετόγραμμα φαίνονται και στο σχήμα 1.

2.4. Υδρογράφημα μελέτης

Το υδρογράφημα της επιφανειακής απορροής προκύπτει από το υετόγραμμα μελέτης με το γραμμικό μετασχηματισμό του μοναδιαίου υδρογραφήματος, ήτοι:

$$Q_i = \sum_{j=m}^n U_{i+1-j} P_j^* \quad j \quad , \quad i=1, \dots, N_u + N_p - 1$$

διπού Q_i = παροχή στο χρόνο $t_i = i\Delta$ (m^3/sec)

(στην περίπτωσή μας $\Delta=1$ ώρα)

U_k = τεταγμένη μοναδιαίου υδρογραφήματος στο χρόνο $t_k = k\Delta$ (m^3/sec)

P_j^* = αριθμός ύψους βροχής στο χρονικό διάστημα $(j-1)\Delta$ μέχρι $j\Delta$ (cm)

$$m = \max(1, i+1-N_u)$$

$$n = \min(i, N_p)$$

N_u = αριθμός τεταγμένων μοναδιαίου υδρογραφήματος ανα χρονικά διαστήματα εύρους Δ

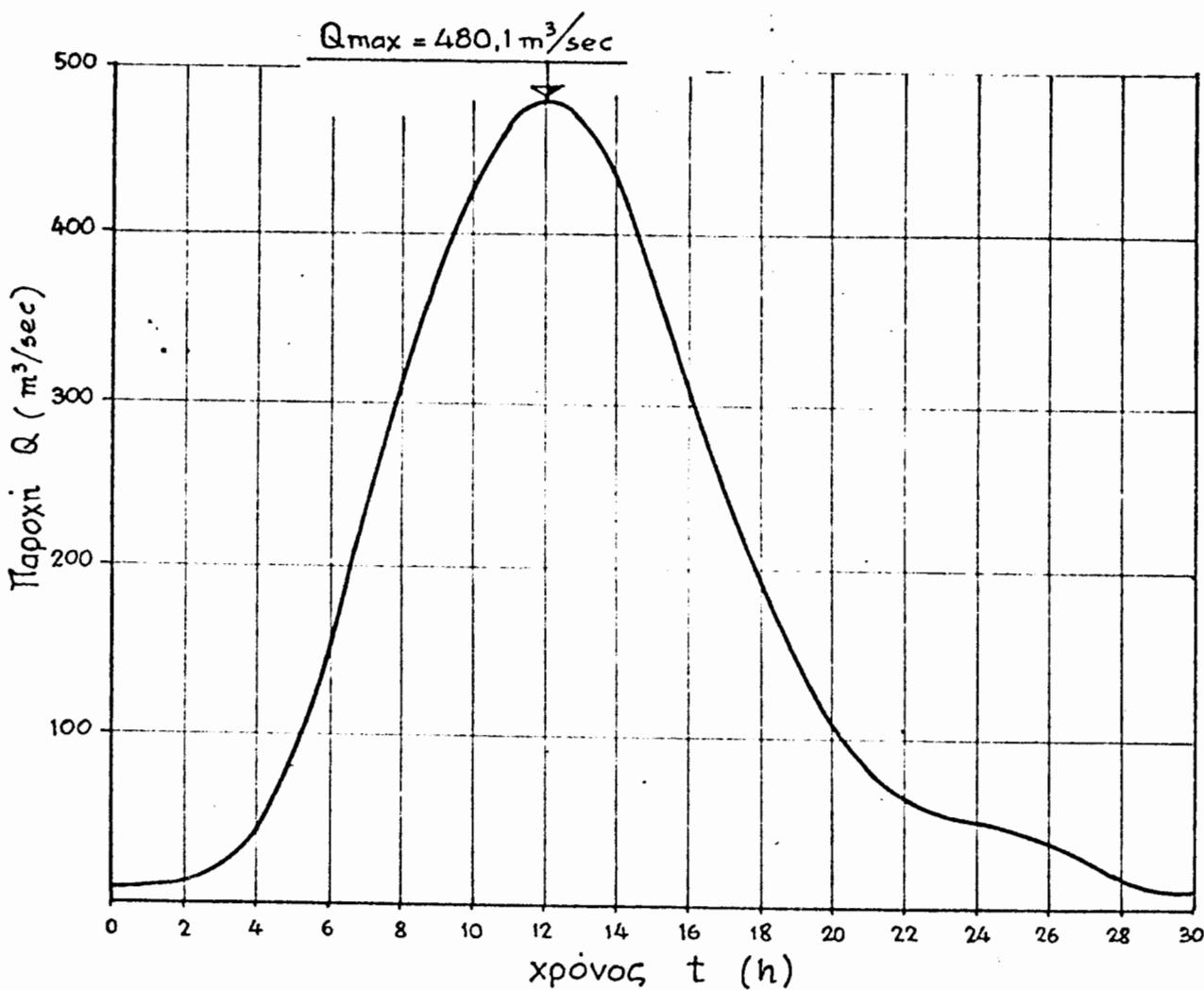
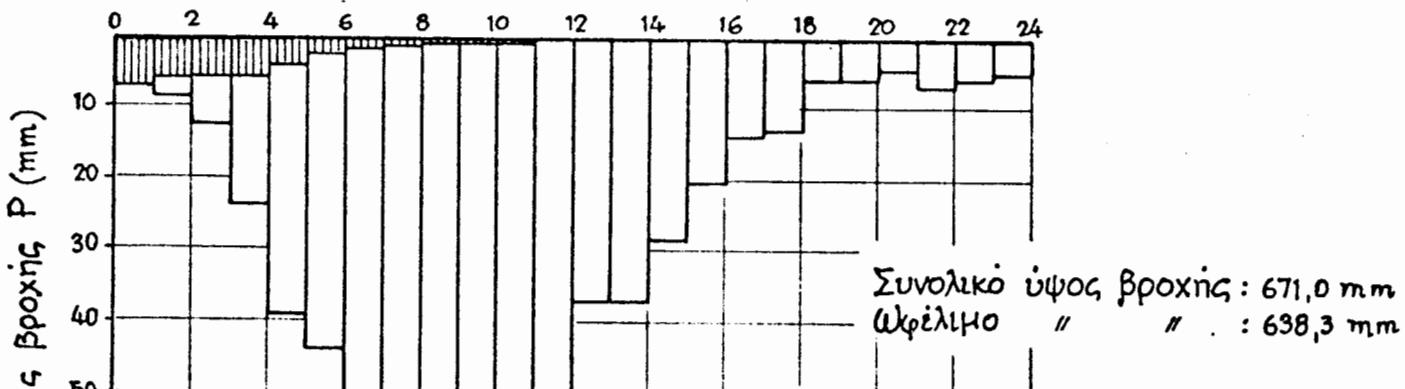
N_p = αριθμός χρονικών διαστημάτων εύρους Δ στο υετόγραμμα.

Οι σχετικοί υπολογισμοί έχουν γίνει με Η/Υ και τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στόν πίνακα 1 (τρίτη στήλη από το τέλος).

ΠΙΝΑΚΑΣ 9: ΥΕΤΟΓΡΑΜΜΑ ΚΑΙ ΥΔΡΟΓΡΑΦΗΜΑ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ ΧΕΙΜΑΡΡΟΥ ΚΑΙΡΑΤΟΥ
ΠΑΡΑ ΤΗΝ ΚΝΩΣΣΟ
ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ 1:10.000

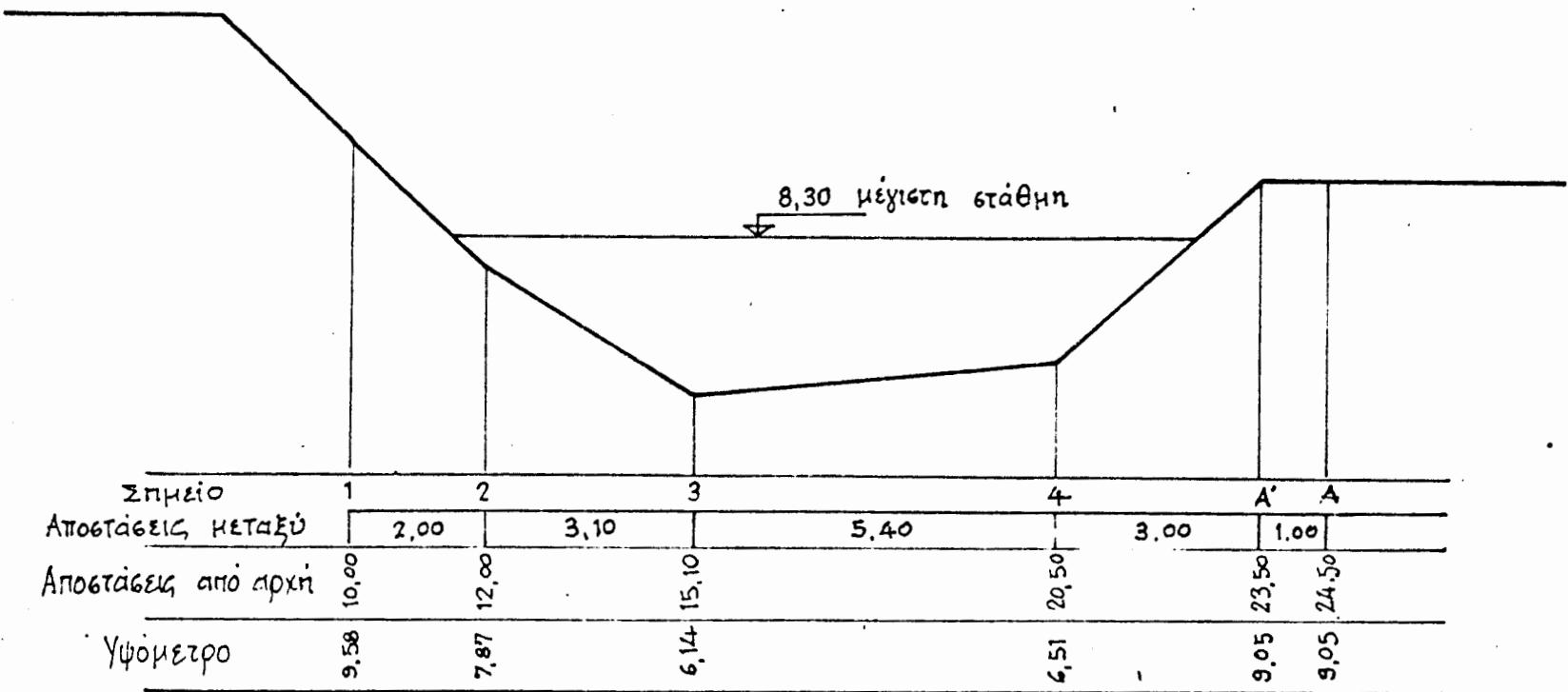
| Χρόνος | Αθροιστικό συνολικό ύψος βροχής | Μερικό συνολικό ύψος βροχής | Αθροιστικό αφέλιμο ύψος βροχής | Μερικό αφέλιμο ύψος βροχής | Μοναδιαίο υδρογράφ. | Υδρογρ. επιφ. απορροής | Βασική ροή | Συνολικό υδρογράφ. | |
|----------|---------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|----------------------------|---------------------|--------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------|
| t (h) | ΣP (%) | ΣP (mm) | P (mm) | ΣP* (mm) | P* mm | U m ³ /sec | Q _A m ³ /sec | Q _B m ³ /sec | Q m ³ /sec |
| 1 | 4,17 | 1,00 | 6,7 | 6,7 | 0,0 | 0,0 | 7,4 | 0,0 | 10,0 |
| 2 | 8,33 | 2,20 | 14,8 | 8,1 | 2,2 | 2,2 | 14,8 | 1,6 | " |
| 3 | 12,50 | 4,00 | 26,8 | 12,1 | 9,1 | 6,9 | 22,2 | 8,4 | " |
| 4 | 16,67 | 7,50 | 50,3 | 23,5 | 27,4 | 18,3 | 16,7 | 28,6 | " |
| 5 | 20,83 | 13,30 | 89,2 | 38,9 | 62,5 | 35,1 | 11,1 | 72,1 | " |
| 6 | 25,00 | 19,80 | 132,9 | 43,6 | 104,1 | 41,6 | 5,6 | 137,3 | " |
| 7 | 29,17 | 27,7 | 185,9 | 53,0 | 155,8 | 51,7 | | 217,2 | " |
| 8 | 33,33 | 36,30 | 243,6 | 57,7 | 212,7 | 56,9 | | 293,8 | " |
| 9 | 37,50 | 45,60 | 306,0 | 62,4 | 274,6 | 61,8 | | 363,4 | " |
| 10 | 41,67 | 55,00 | 369,1 | 63,1 | 337,2 | 62,7 | | 416,4 | " |
| 11 | 45,83 | 64,20 | 430,8 | 61,7 | 398,7 | 61,5 | | 451,2 | " |
| 12 | 50,00 | 73,20 | 491,2 | 60,4 | 458,9 | 60,2 | | *470,1* | " |
| 13 | 54,17 | 78,70 | 528,1 | 36,9 | 495,7 | 36,8 | | 458,0 | " |
| 14 | 58,33 | 84,20 | 565,0 | 36,9 | 532,5 | 36,8 | | 422,3 | " |
| 15 | 62,50 | 88,40 | 593,2 | 28,2 | 560,6 | 28,1 | | 360,9 | " |
| 16 | 66,67 | 91,40 | 613,3 | 20,1 | 580,7 | 20,1 | | 300,1 | " |
| 17 | 70,83 | 93,40 | 626,7 | 13,4 | 594,1 | 13,4 | | 238,1 | " |
| 18 | 75,00 | 95,30 | 639,5 | 12,7 | 606,8 | 12,7 | | 182,3 | " |
| 19 | 79,17 | 96,10 | 644,8 | 5,4 | 612,2 | 5,4 | | 137,9 | " |
| 20 | 83,33 | 96,90 | 650,2 | 5,4 | 617,5 | 5,4 | | 100,5 | " |
| | | | | | | | | | 110,6 |

| | | | | | | | | | |
|----|--------|--------|-------|-----|-------|-----|------|---|------|
| 21 | 87,50 | 97,50 | 654,2 | 4,0 | 621,6 | 4,0 | 70,3 | " | 80,3 |
| 22 | 91,67 | 98,50 | 660,9 | 6,7 | 628,3 | 6,7 | 53,5 | " | 63,5 |
| 23 | 95,83 | 99,30 | 666,3 | 5,4 | 633,6 | 5,4 | 44,9 | " | 54,9 |
| 24 | 100,00 | 100,00 | 671,0 | 4,7 | 638,3 | 4,7 | 42,0 | " | 52,0 |
| 25 | | | | | | | 37,6 | " | 47,6 |
| 26 | | | | | | | 29,1 | " | 39,1 |
| 27 | | | | | | | 17,6 | " | 27,6 |
| 28 | | | | | | | 8,2 | " | 18,2 |
| 29 | | | | | | | 2,6 | " | 12,6 |
| 30 | | | | | | | 0,0 | " | 10,0 |



Σχήμα⁹ : Υετόρραμνα και ύδρογραφη πλημμύρας χειμάρρου Καιρατού πάρα την κνωσό
Συνότητα πλημμύρας 1:10.000

Σπι. Υψομετρική αφετηρία αυθαιρέτη

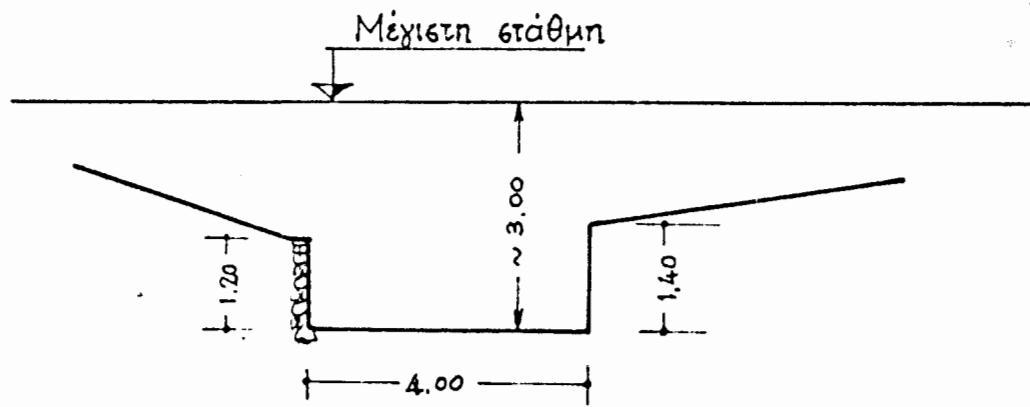


-46-

Σχήμα 10 - Διατομή ①

Χειμαρρος Βλυχιάς παρά τήν Κυωνό.
Θέση: 170m. ανάντη τής συμβολής με τό
χειμαρρο Καιρατο. κατά μήκος κλίση 2%

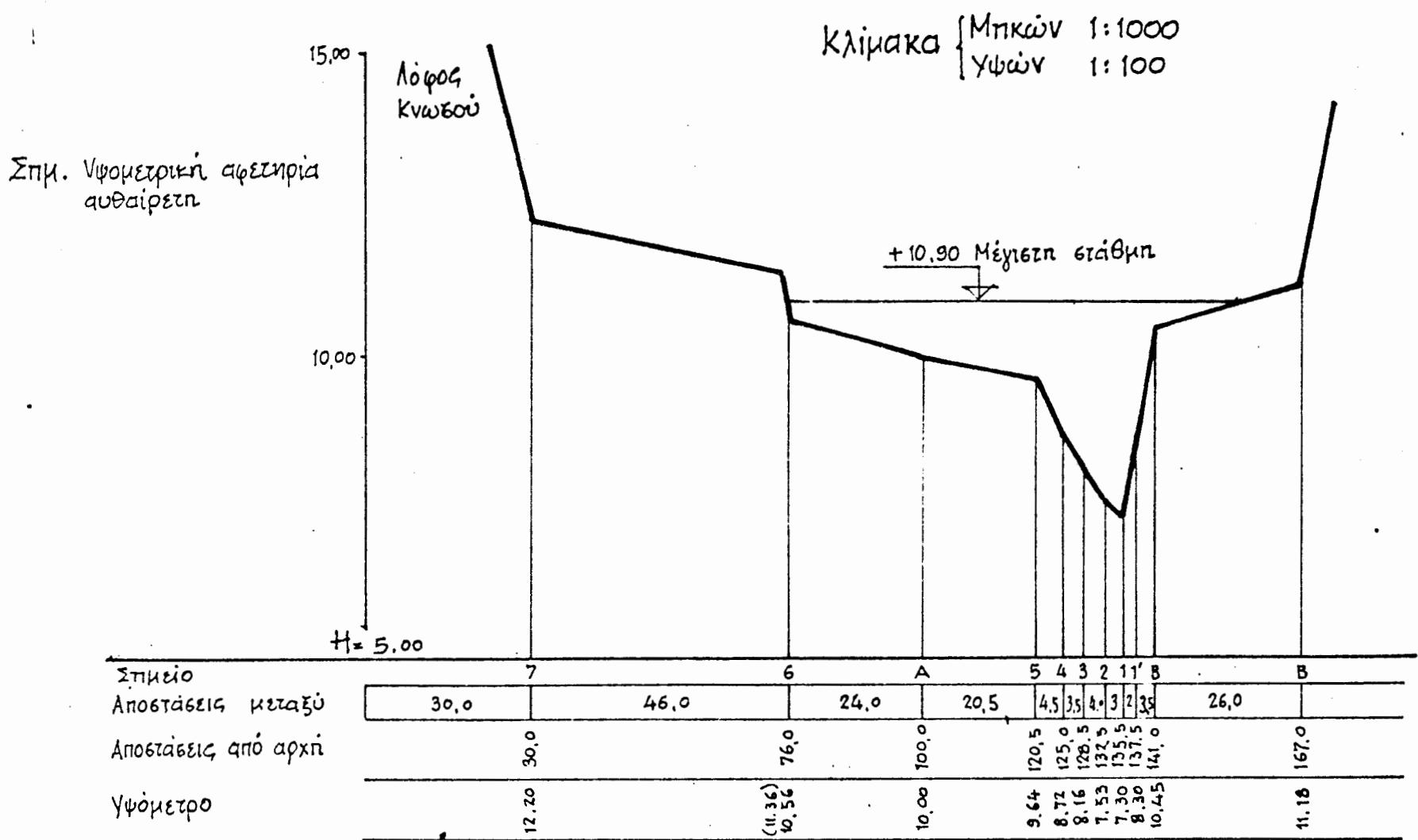
κλίμακα 1:100



Σχήμα 11 - Διατομή ②

Χειμαρρος Βλυχιάς παρά την κυωδό.
Βέση: 25m ανάντη της συμβολής με το χειμαρρο
καιρατο. - καισα μήκος κλίση 2%

Κλίμακα: 1:100



Σχήμα 12 - Διατομή ④. Χειμαρρος Καιρατος παρά την κνωσό^{θείη: 80m. κατάντη της συμβολής με το χειμαρρο Βλυχιά κατά μήκος κλίση 2%}

Στο πιέδ πάνω υδρογράφημα της επιφανειακής απορροής προστίθεται και η βασική ροή, που εκτιμάται σε $10m^3/sec$, οπότε προκύπτει το συνολικό υδρογράφημα (πίνακας 1, τελευταία στήλη, και σχήμα 1).

Η παροχή αιχμής, που είναι τελικά αυτή που μας ενδιαφέρει προέκυψε $480m^3/sec$. Για χοντρικό έλεγχο της τιμής αυτής χρησιμοποιούμε την εμπειρική σχέση του Greager, που έχει καταρτιστεί από παρατηρημένες μεγάλες πλημμύρες σε δύο τον κόσμο, που σε μονάδες του S.I. είναι η ακόλουθη:

$$Q = 1,30 C (0,386 A)^{0,936A^{-0,048}}$$

δπου Q η πλημμυρική παροχή σε m^3/sec

A η έκταση της λεκάνης σε Km^2

C παράμετρος με μέγιστη τιμή C=100

Για την λεκάνη του Καΐρου με $A=28Km^2$ προκύπτει

α) Για $C=100 \quad Q=870 m^3/sec$

β) Για $C=50$ και $C=60$, τιμές που χρησιμοποιούνται συχνά στην Ελλάδα: $Q=435$ και $521 m^3/sec$ αντίστοιχα.

γ) Η τιμή $Q=480 m^3/sec$ αντιστοιχεί σε $C=55$ πού είναι μέσα στα πιέδ πάνω δύια $C=50$ και $C=60$.

2.5. Στάθμη_πλημμύρας_γερανικός_υπολογισμός

Προκειμένου να εκτιμηθεί η στάθμη των νερού στούς χειμάρρους Καΐρου και Βλυχιά στην περίπτωση των πλημμυρικών παροχών έχουν ληφθεί από το έδαφος στοιχεία για την κατάρτιση διατομών των χειμάρρων και επίσης έχουν μετρηθεί και οι κατά μήκος κλίσεις τους. Οι διατομές ωαίνονται στά σχήματα 10,11 και 12

Στο σχήμα 12 ωαίνονται η διατομή του χειμάρρου Καΐρου στήν περιοχή της Κνωσσού. Στο ίδιο σχήμα έχει χαραχτεί και η μέγιστη στάθμη που αντιστοιχεί στην πλημμύρα συχνότητας 1:10.000, που τοποθετείται περίπου σε ύψος 1,0 m κάτω από τις παρυφές

του λόφου της Κνωσσού, που παρουσιάζει αρχαιολογικό ενδιαφέρον.

Παρακάτω γίνεται ο υδραυλικός υπολογισμός για την αιτιολόγηση της μέγιστης στάθμης πλημμύρας ($+10,90$ μ.).

Όπως προκύπτει από το σχήμα 4 η διατομή του χειμάρρου είναι σύνθετη, και γιατί ο υπολογισμός γίνεται χωριστά για κάθε τμήμα.

Ο συντελεστής τραχύτητας έχει εκτιμηθεί σε $n=0,035$. Η τιμή αυτή είναι αρκετά συντηρητική (μεγάλη), δεδομένου ότι η κοίτη είναι ομαλή και καλύπτεται κυρίως από γαλάζια υλικά.

Ο υπολογισμός γίνεται με παραδοχή μόνιμης ομοιόδυμοτης ροής. Η αλίση ενέργειας είναι ίση με την αλίση πυθμένα ($j=2\%$). Χωησιμοποιείται ο τύπος του Manning.

Κεντρικό_τμήμα

| | |
|--------------------|--|
| Εμβαδό διατομής | $A=50,57 \text{m}^2$ |
| Βρεχομ. περίμετρος | $P=21,5 \text{m}$ |
| Υδραυλική ακτίνα | $R=A/P=2,35 \text{m}$ |
| Ταχύτητα | $V=1R^{2/3}J^{1/2}=7,15 \text{ m/sec}$ |
| Παροχή | $Q=V A=361,37 \text{m}^3/\text{sec}$ |

Αριστερό τμήμα

| | |
|--------------------|----------------------------------|
| Εμβαδό διατομής | $A=37,02 \text{m}^2$ |
| Βρεχομ. περίμετρος | $P=44,5 \text{m}$ |
| Υδραυλ. ακτίνα | $R=0,83 \text{m}$ |
| Ταχύτητα | $V=3,57 \text{m/sec}$ |
| Παροχή | $Q=132,3 \text{ m}^3/\text{sec}$ |

Δεξιό_τμήμα

| | |
|--------------------|--------------------------------|
| Εμβαδό διατομής | $A=3,83 \text{m}^2$ |
| Βρεχομ. περίμετρος | $P=17,0 \text{m}$ |
| Υδραυλ. ακτίνα | $R=0,23 \text{m}$ |
| Ταχύτητα | $V=1,49 \text{m/sec}$ |
| Παροχή | $Q=5,72 \text{m}^3/\text{sec}$ |

Συνολική παροχή

$$Q=361,37+132,3+5,72 = 499,39 \approx 480 \text{ m}^3/\text{sec}$$

2.6 Συμπέρασμα

Μετά από δύο όλους τους πιθανώς υδρολογικούς και υδραυλικούς υπολογισμούς προκύπτει ότι η πλημμύρα του χειμάρρου Καίρατου δεν αποτελεί κίνδυνο για τον αρχαιολογικό χώρο της Κνωσσού.

3. ΜΕΛΕΤΗ ΗΛΗΜΜΥΡΩΝ ΧΕΙΜΑΡΡΩΝ ΒΛΥΧΙΑ

Ο χείμαρρος Βλυχιάς που συμβάλλει με τον χείμαρρο Καίρατο στη Νοτιοανατολική παρυφή του αρχαιολογικού χώρου της Κνωσσού έχει μια λεκάνη απορροής εμβαδού 3 km^2 .

Λόγω της μικρής σημασίας του δε θα επεκταθούμε σε λεπτομερείς υπολογισμούς της πλημμυρικής παροχής του αλλά θα περιοριστεύμε σε εφαρμογή του τύπου του Greager με $C=55$, δηλαδή προέκυψε από την εφαρμογή του τύπου στο χείμαρρο Καίρατο.

Η προκύπτουσα τιμή της πλημμυρικής παροχής, που αντιστοιχεί σε συχνότητα της τάξης του $1:10.000$ είναι $Q=82 \text{ m}^3/\text{sec}$.

Εφαρμόζοντας την ίδια μεθοδολογία, τις ίδιες παραδεχές, δηλαδή στην προηγούμενη παράγραφο, υπολογίζουμε τη στάθμη πλημμύρας σε δύο διατομές του χειμάρρου Βλυχιά (Βλ. σχήματα 10 και 11).

Στήν_πρώτη_διατομή_έχουμε

| | |
|------------------|---|
| Στάθμη πλημμύρας | +8,30 (Η υψομετρική αφετηρία είναι αυθαίρετη) |
| Εμβαδό διατομής | $A=16,86 \text{ m}^2$ |
| Βρεχ.περίμετρος | $P=13,2 \text{ m}$ |
| Υδραυλ.ακτίνα | $R=1,28 \text{ m}$ |
| Ταχύτητα | $V=4,76 \text{ m/sec}$ |
| Παροχή | $Q=80,2 \approx 82 \text{ m}^3/\text{sec}$ |

Στη διατομή αυτή έχουμε περιορισμό της ροής μέσα στην κανονική κοίτη του χειμάρρου.

Στή δεύτερη διατομή η ροή υπερβαίνει την κανονική κοίτη του χειμάρρου και προς τις δύο πλευρές. Δεδομένου ότι δεν έχουμε επαρκή στοιχεία για τή μορφή της διατομής αριστερά και δεξιά από την κανονική κοίτη κάνουμε τη δυσμενή παραδοχή ότι το 90% της παροχής θα περάσει από το κεντρικό τμήμα της διατομής. Για το εν λόγω τμήμα και για βάθος ροής 3m έχουμε

| | |
|-------------------|--|
| Εμβαδό διατομής | $A=12,0m^2$ |
| Βρεχομ.περίμετρος | $P= 6,6m$ |
| Υδρ. ακτίνα | $R= 1,82m$ |
| Ταχύτητα | $V= 6,02 m/sec$ |
| Παροχή | $Q=72,3m^3/sec \approx 90\% \times 82 m^3/sec$ |

Η πραγματοποιούμενη υπερύψωση του νερού, ήση με 1,60m είναι περίπου ήση με την υπερύψωση του νερού από την κανονική κοίτη του χειμάρρου Καΐρατου και επομένως δε δημιουργεί κανένα κίνδυνο.

4. ΔΙΑΒΡΩΣΗ ΚΑΙ ΠΡΟΣΧΩΣΗ

Και οι δύο χείμαρροι παρουσιάζουν έντονη διαβρωτική ικανότητα καθώς και ικανότητα μεταφοράς ωρτών κατά τις περιόδους πλημμυρών.

Τούτο επιβεβαιώνεται από την εικόνα της κοίτης τους, όπου εμφανίζονται χαλίκια και κροκάδες διαμέτρου μέχρι και 10 εκατοστών (στον χείμαρρο Βλυχιά εμφανίζονται μόνο στα τελευταία 100m πριν την εκβολή του). Σε διαχρονική διάστη βάση η συμπεριφορά των χειμάρρων είναι προσχωτική παρά διαβρωτική, όπως μαρτυρούν οι μεγάλου πάχους αποθέσεις τους από ανομοιογένεια χαλαρά υλικά ιλύος, δάμιων, χαλικιών και κροκαλών.

Δεδομένου ότι, όπως αποδείξαμε στις προηγούμενες παραγράφους στο μεν χείμαρρο Βλυχιά η ροή περιορίζεται για κάθε πιθανή πλημμύρα, μέσα στην κανονική κοίτη του (εκτός από το τελευταίο πριν την εκβολή τμήμα του) για δέ τό χείμαρρο Καΐρατο σε μιά ζώνη πλάτους μικρότερου από 100 μ. οποιαδήποτε διάβρωση της κοίτης, με τα σημερινά δεδομένα δεν προκαλεί κινδύνους για τον αρχαιολογικό χώρο της Κνωσσού. Εφόσον τα δεδομένα μεταβληθούν

από τυχόν εξαιρετικά γεγονότα, το θέμα μπορεί να ξαναεξεταστεί. Για το λόγο αυτό περιττεύει νά γίνει ποσοτική εκτίμηση της διαβρώσεως και στερεοπαροχής των χειμάρρων, που θα ήταν πολυδάπανη.

Το ίδιο ισχύει και για την επιφανειακή διάβρωση από τα νερά της βροχής της περιοχής του αρχαιολογικού χώρου, δεδομένου μάλιστα ότι η περιοχή αυτή κατά το μεγαλύτερο μέρος της καλύπτεται από κτίρια και δάπεδα. Εκτός από αυτό, η αιολική διάβρωση, κυρίως δυμώς η πρόσχωση, είναι πολύ μεγαλύτερης σημασίας για την περιοχή αυτή, από τη διάβρωση που προκαλεί η βροχή.

5. ΑΙΓΑΙΟΧΕΤΕΥΣΗ ΟΜΒΡΙΩΝ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ

Μετά από τήν επι τόπου επίσκεψή μας και από την εκπόνηση της παρούσας μελέτης νομίζουμε ότι το μόνο πρόβλημα, σχετικό με τα επιφανειακά νερά, που χρειάζεται πλέον να μελετηθεί σε λεπτομέρεια, είναι τό πρόβλημα της αποχέτευσης των ομβρίων στον αρχαιολογικό χώρο, δεδομένου ότι κατά τη βροχή συγκεντρώνονται νερά και σε εδαφικές επιφάνειες και σε εξωτερικά δάπεδα, πλακόστρωτα και οροφές τα οποία παραμένουν εκεί μέχρι να εξατμιστούν.

Αυτό δφεύλεται δχι μόνο σε ανεπάρκεια του υπάρχοντος αποχετευτικού συστήματος από επιφανειακά αυλάκια, αλλά και στη χωρίς ακίσεις κατασκευή των δαπέδων πού ένινε κατά τήν αναστήλωση.

Η μελέτη του θέματος αυτού απαιτεί ακριβέστερα διαγράμματα (1:100) του αρχαιολογικού χώρου και εκτεταμένες επι τόπου παρατηρήσεις.

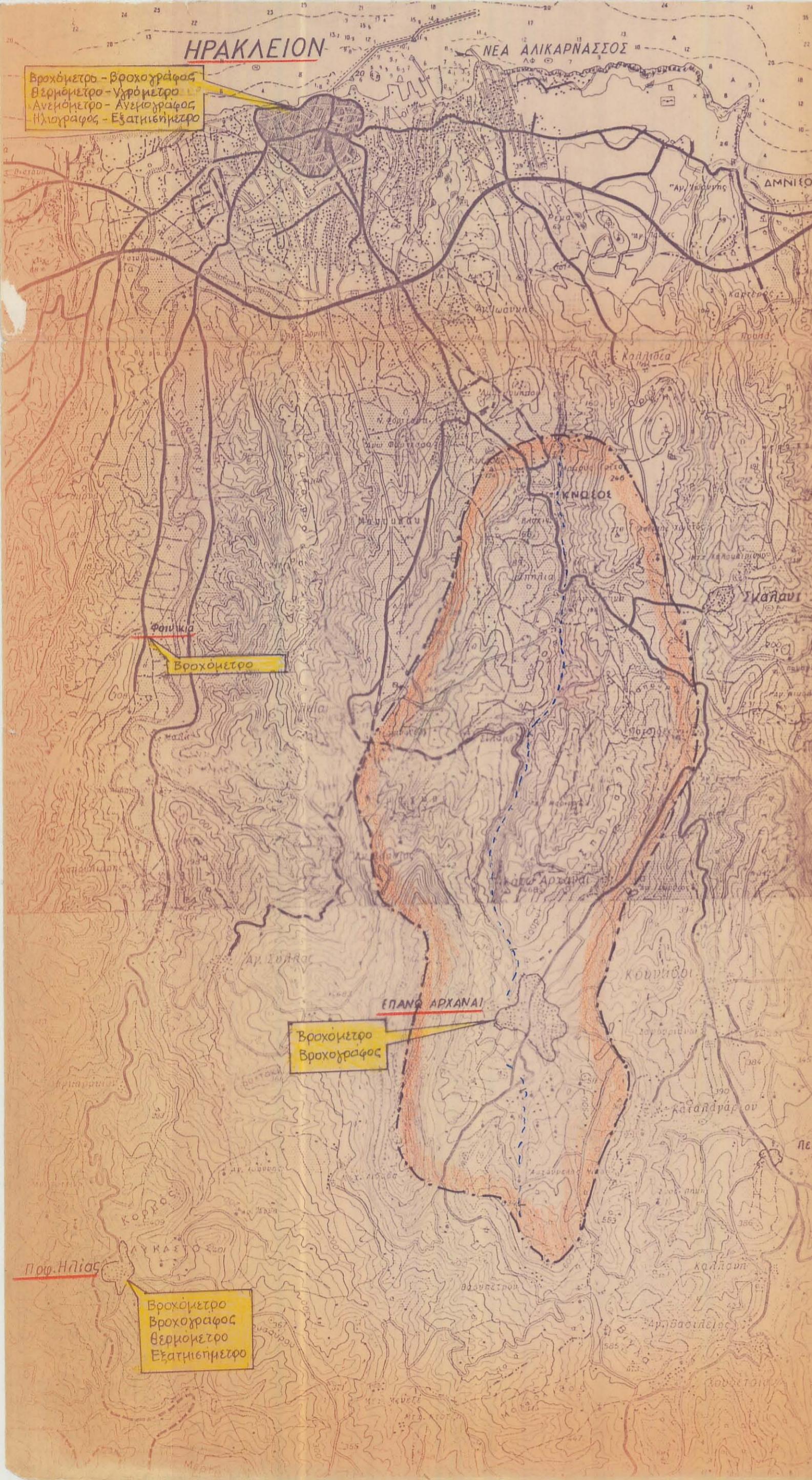
Αθήνα, Νοέμβριος 1983

Ο Συντάξας

Ο Ανάδοχος

I. Σκανδάλης

Δ. Κουτσογιάννης

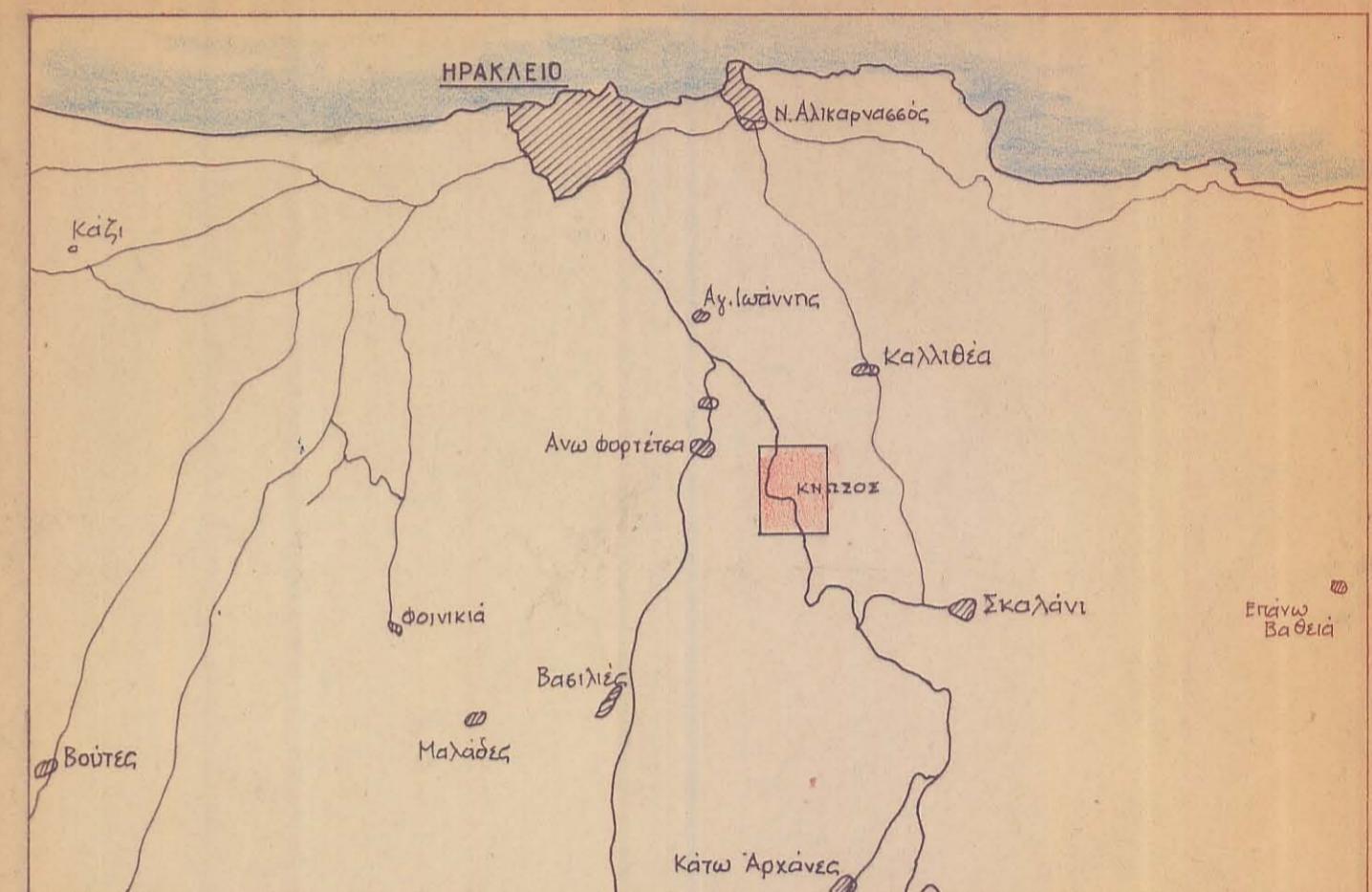


ΥΠΟΜΝΗΜΑ

Επισανεισικός υδροκρίτης

ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΛΕΚΑΝΗΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΑΝΑΝΤΗ ΤΗΣ ΚΝΩΣΣΟΥ

| | |
|-------------------|-------------------|
| ΕΚΤΑΣΗ | 28 χλμ^2 |
| ΕΧΑΧΙΣΤΟ ΥΨΟΜΕΤΡΟ | 70 M' |
| ΜΕΓΙΣΤΟ | " 740 " |
| ΜΕΣΟ | " 336 " |



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΑΝΑΣΤΗΛΩΣΗΣ ΑΡΧΑΙΩΝ ΜΝΗΜΕΙΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΕΛΕΤΩΝ ΠΡΟΪΣΤΟΡΙΚΩΝ ΜΝΗΜΕΙΩΝ

ΓΕΩΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΣΤΑ ΠΛΑΙΣΙΑ ΜΕΛΕΤΗΣ
ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΕΡΕΩΣΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ & ΑΝΑΔΕΙΞΗ
ΤΟΥ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΜΝΗΜΕΙΟΥ ΤΗΣ ΚΝΩΣΟΥ

Υδρολογικός χάρτης

| | | |
|--|---|------------------|
| ΓΙΑ ΤΟΝ ΑΝΑΔΟΧΟ <i>[Signature]</i> ΙΩΑΝΝΗΣ Δ. Ε. ΣΚΑΝΔΑΛΗΣ | ΑΝΑΔΟΧΟΣ : ΓΡΑΦΕΙΟ ΜΕΛΕΤΩΝ ΓΙΑΝΝΗΣ ΣΚΑΝΔΑΛΗΣ | KΛΙΜΑΚΑ SCALE |
| ΜΟΔΙΣΤΙΚΟΣ ΗΜΙΖΩΝΙΚΟΣ ΣΥΝΕΡΓΑΤΗΣ : ΠΑΣΧΑΛΗΣ ΜΕΛΙΣΣΑΡΗΣ <i>[Signature]</i> | ΣΥΜΒΟΥΛΟΙ : ΓΙΑΝΝΗΣ ΠΑΠΑΓΕΩΡΓΑΚΗΣ ΧΩΣΤΑΣ ΖΕΡΒΑΝΤΖΗΑΚΗΣ | 1:50.000 |
| ΓΙΑ ΤΟΝ ΕΡΓΟΔΟΤΗ | ΑΘΗΝΑ ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ 1983 | |
| Ap.Σ.χ. NO 5 | | |

УПОМННМА

Книгата кai брохол

D καλυπτά από υλικά ανασκαφών και αποχώρησης, που είναι ημοιογενή και εντελώς αερύνδετα. Πάχος μέχρι 10 μ.

Al Ολοκαίνικες αποθέσεις χειρόρρων (προβχώβεις) από ανομοι-
οχευτή χαλαρά υλικά ίλυος, αημων, χαλικών ή κροκαλών. Συ-

Χερσαίες αποθήκες από πολὺ ανοροιοχενή ιλυδαιμώδη και χιλικράτη ηλικία ή εγκτωμένες και σερκούς λατυποροοκαλοπαχών.

Μάχος συνήθως λίγων μερών, οπανιώς μέχρι 10 κ. πιθανών τοπικά μεγαλύτερο.

Ι
Μαργες κιτρινολευκες, λευκωπες, η καστανοκιτρινες, το-
πικα ακμουχες, χωρις η με ασθενη οριζοντια βρωμη, κατα-
το πλειστον χαλαρες, ενιοτε διαταραχμενες απο τεκτονι-
κες κιυμεις η κατολιγθηνεις. Τοπικα με εγκλισιδηα γυ-
φου. Ηλικια πλειοκαινικη. Παχος μεγαλυτερο των 100μ.

Ο προγούμενος υπηκοτικός, αλλά έντονα διαταραχμένος λόγω επιδράσεως πρημάτων ή κατοχικεθησεων.

Πάχος μεγαλύτερο των 100. μ.

οὐδὲ γεωργίαν εκματίζων

X Στρώματα οριζόντια ή σχεδόν οριζόντια ($\text{κλίση } 0^{\circ}-5^{\circ}$)

Πρήμα με οριτή καταβύθιση στην πλευρά των μικροδάκων

Πιθανή προέκταση προπτεύμενου φύγανσα

Ευδεικτικό πάχος

A A' Είναι χειροποίηση του πλήθους πληροφορίες αρχαιολόγων.

\rightarrow Ελαύνεται σε κανάλια

Ολοκαίνικες χειμαρ-
ριες προσχώσεις (Ιχνη)
άγικος κατάκτησης

Πλειστοκατινάκια κροκαλοχατιποπαγή και ιλυσαμηώδη υλικά

8

Πλειόκαινο { _____
 | _____
 | _____
 | _____
 | _____
 | _____

Aegyptia

Μειόκαλυ
} Μαργαρίται αθηναϊκοί,
αθηναϊκές σώματα.

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΑΝΑΣΤΗΛΩΣΗΣ ΑΡΧΑΙΩΝ ΜΝΗΜΕΩΝ
• ΤΜΗΜΑ ΜΕΛΕΤΩΝ ΠΡΟΪΣΤΟΡΙΚΩΝ ΜΝΗΜΕΩΝ

ΓΕΩΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΣΤΑ ΠΛΑΙΣΙΑ ΜΕΛΕΤΗΣ
ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΕΡΕΩΣΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ή ΑΝΑΔΕΙ-
ΤΟΥ ΛΙΧΝΟΣΑΞΙΚΟΥ ΜΝΗΜΕΙΟΥ ΤΗΣ ΚΝΩΣΟΥ

100

Τεωλογικός - Γεωτεχνικός χάρ

| | | |
|-----------------|---|----|
| ΓΙΑ ΤΟΝ ΑΝΑΔΟΧΟ | ΑΝΑΔΟΧΟΣ : ΓΡΑΦΕΙΟ ΜΕΛΕΤΩΝ ΕΙΑΝΗΣ ΣΚΑΝΔΑΛΗ | KΛ |
|-----------------|---|----|

ΣΥΝΕΡΓΑΤΗΣ: ΠΑΣΧΑΛΗΣ ΜΕΛΙΣΣΑΡΗΣ

| | | | |
|-----------------|----------------|----------------------|-----|
| ΠΙΑ ΤΩΝ ΕΡΓΟΔΩΝ | ΣΤΙΛΒΙΟΣ ΓΛΥΦΑ | ΧΩΣΤΑΣ ΖΕΡΒΑΝΤΖΗΑΚΗΣ | Αρ. |
| ΑΘΗΝΑ | ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ 1983 | | N |

Ap.
N°