

Ε. Μ. ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟΝ

Γεωργίου
Λαζ. Λαζαρίδης

ΥΔΡΑΥΛΙΚΑ ΕΡΓΑ

ΥΔΡΟΛΟΓΙΑ

Ἐκ τῶν παραδόσεων τοῦ καθηγητοῦ

Γ. ΚΑΡΑΚΑΞΕΩΝΗ

ΑΘΗΝΑΙ - 1953

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ι

ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΑ

Α. Γενικά στοιχεία μετεωρολογίας.

Τὸ κλίμα ἑνὸς τόπου ἀποτελοῦν αἱ ἐπὶ τι διάστημα, μέσαι τιμαὶ τῶν μετεωρολογικῶν φαινομένων· θερμοκρασίας, ἀτμοσφαιρικής πέσεως, ἀνέμων, ὑγρασίας, ἠλεκτρισμοῦ τῆς ἀτμοσφαιρας.

Ὁ καιρὸς μιᾶς περιοχῆς ἀποτελεῖται ἀπὸ τὰς ἐπιχειμασίας τιμὰς τῶν αὐτῶν ὡς ἄνω μετεωρολογικῶν δεδομένων, εἰς τὴν ὑπὸ ὄψιν περιοχὴν.

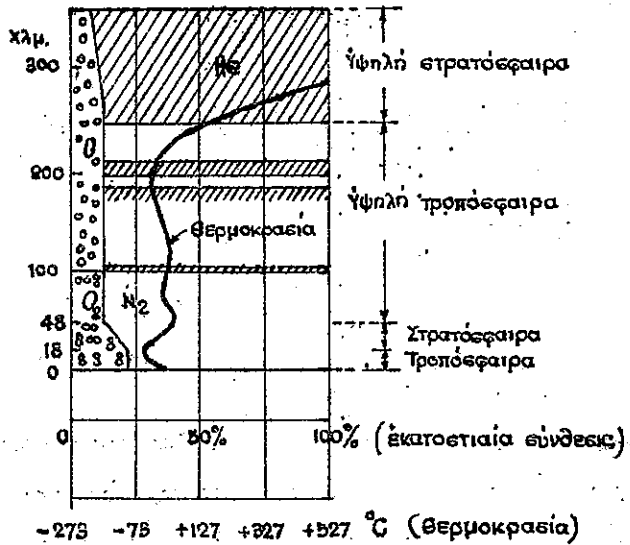
Αἱ τιμαὶ τῶν μετεωρολογικῶν στοιχείων ἔχουν ὡς ἀφετηρίαν τὴν ἀκτινοβολίαν τοῦ ἡλίου, πηγὴν πάσης ἐνεργείας ἐπὶ τῆς γῆς, αἱ δὲ μεταβολαὶ αὐτῶν ὀφείλονται εἰς τὴν σχετικὴν κίνησιν τῶν δύο ἀετέρων, εἰς τὴν μεσολαβοῦσαν ἀτμόσφαιραν ὡς καὶ εἰς τὴν ἀνομοιομορφίαν τῆς ἐπιφανειακῆς ὑφῆς τῆς γῆς (ἤπειροι, θάλασσα, φυτεία).

Αἱ τὴν ὑδρολογίαν ἐνδιαφέρουσαι μετεωρολογικαὶ ἐναλλαγαὶ λαμβάνουσιν χώραν κυρίως ἐντὸς τῆς τροποσφαιρας ἐξικνουμένης εἰς ὕψος 18 περίπου χιλιομέτρων ἀπὸ τῆς ἐπιφανείας τῆς θαλάσσης... Εἰς τὸ ἐκῆμα ἰ διδονται

ἡ μεταβολὴ τῆς θερμοκρασίας καὶ τῆς εὐνοθέσεως τοῦ περιβάλλοντος τῆς γῆς εἰς ὕψος ἄνω τῶν 300 χιλιομέτρων.

1. Ἡ δημιουργία τῶν ρευμάτων ἀέρος.

Αἱ πλείετα προσπάθειαι ἑρμηνείας τῆς γενικῆς μεταβολῆς



Σχ. 1,

Μεταβολή θερμοκρασίας και υνδρόσφαιρας του περιβάλλοντος της γης.

των μετεωρολογικῶν φαινομένων ἔχουν ὡς ἀφετηρίαν τὴν ὑπόθεσιν ὅτι ἡ γῆ εἶναι κατ' ἀρχὴν ἀκίνητος, ὁπότε μία καθαρῶς θερμική κυκλοφορία δὲ ἐλάμβανε χώραν προσκομμένη ἀπὸ τὴν ἡλιακὴν ἐνέργειαν. Οὕτω ἐκ τῆς ὅλης ἡλιακῆς ἀκτινοβολίας εἶνα ποσοστὸν περίπου 40% ἀναμλᾶται πάλιν εἰς

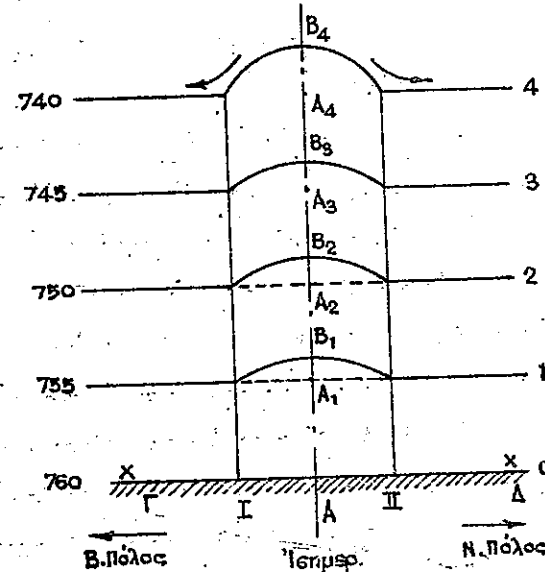
τὸ διάστημα εἴτε διὰ τῆς ἀνω ἐπιφανείας τῶν νεφῶν εἴ-

τε διὰ διαχύσεως μέσω μορίων ἀερίων καὶ κόνεως. Τὸ ὑπόλοιπον ἀπορροεῖται ὑπὸ τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς καὶ τῆς ἀτμοσφαιρας τῆς. Ἡ ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς ἀκτινοβολία μεταβάλλεται εἰς θερμότητα καὶ ἀκολουθῶς ἀκτινοβολεῖ εἰς τὸ διάστημα ἐκ νέου.

Ἐφ' ὅσον ὅμως ἡ θερμοκρασία τῆς γῆς εἶναι περίπου σταθερά ἔπεται ὅτι ἡ ἐκπεμπομένη θερμικὴ ἐνέργεια ἰσορροπεῖται ὑπὸ τῆς προσπιπτούσης ἀκτινοβολίας. Ἡ ἐκ τῆς γῆς ἀκτινοβολία ἀπορροεῖται ὑπὸ τῶν ὑδατῶν εἰς τὰ χαμηλότερα στρώματα τῆς ἀτμοσφαιρας καὶ ἐν τινι μέτρῳ ὑπὸ τοῦ ὄζοντος εἰς τὰ ἀνώτερα στρώματα.

Τοιοιουτρόπως, ἐνῶ ἡ ἀτμοσφαιρα ἐκπέμπει ἐνέργειαν πρὸς τὰ ἄνω καὶ τὰ κάτω, ἀπορροεῖ ἐξ ἀντιθέτου ἐλάχιστην ἐνέργειαν ἐκ τοῦ ἐδάφους, καὶ ἐπομένως ἡ θερμοκρασία αὐτῆς εἶναι χαμηλότερα τῆς τοῦ ἐδάφους. Ἐκ παραλλήλου ἡ θερ-

μοκρασία τοῦ ἐδάφους, εἶναι ὑψηλότερα λόγω τῆς υπάρξεως τῆς ἀτμοσφαιρας ἐφ' ὅσον μέρος τῆς ἐκ τοῦ ἐδάφους ἀνανακλωμένης θερμοκρασίας, ἐπιστρέφει εἰς αὐτὸ ἐκ τῆς ἀτμοσφαιρας. Τὸ ἀποτέλεσμα τοῦτο καλεῖται φαινόμενον τοῦ θερμοκηπίου (greenhouse effect)*.



Σχ. 2.

Διαφορετικὴ θερμοκρασία εἰς τὰ διαφόρα γεωγραφικὰ πλάτη.

ῥάν καὶ ἴσων πρὸς 760 κιλ. Ηg.

Ἡ ἐπίλη I, II λόγω τῆς μεγαλύτερας θερμότητος διαστελλεται καὶ τὰ σημεῖα A₁, A₂, ..., A₄, λαμβάνουν τὰς νέας θέσεις B₁, ..., B₄. Ἡ πίεσις εἰς τὸ σημεῖον A παραμένει ἡ αὐτή, εἰς τὸ σημεῖον A₁ ὅμως εἶναι μεγαλύτερα κατὰ τὸ πάχος τῆς ἀτμοσφαιρας A₁ B₁ εἰς τὸ σημεῖον δὲ B₁ ἐπικρατεῖ νῦν ἡ πίεσις ἥτις ἦτο προηγουμένως

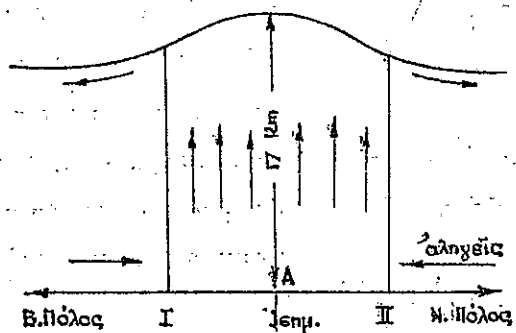
Ἡ διαφορετικὴ θερμοκρασία τοῦ ἐδάφους εἰς τὰ διαφόρα γεωγραφικὰ πλάτη προκαλεῖ περαιτέρω διαφορετικὴν αὐξησιν τῆς θερμοκρασίας τῆς ἀτμοσφαιρας. Εἰς τὸ σχῆμα 2 λαμβάνεται λωρίς I, II ἐκατέρωθεν τοῦ ἰσημερινοῦ ἔνθα ἡ ἡλιακὴ ἀκτινοβολία εἶναι μεγαλύτερα, ἐνῶ ἐπὶ τῆς χειροῦς ἐπιφανείας ΓΑΔ θεωροῦμεν τὴν βαρομετρικὴν πίεσιν σταθε-

* Τὸ πλεῖστον τῆς παρούσης παραγράφου ἀναφέρεται εἰς τὴν ἐργασίαν τοῦ C.G. Rosby: The scientific basis of modern Meteorology. U.S.D. of Agr. Yearbook 1941.

είς τό σημεῖον A_1 .

Ἀντιεπιπέδως μεταβάλλονται αἱ πιέσεις εἰς τὰ σημεῖα $A_2, B_2, \dots, A_4, B_4$. Τοιουτοτρόπως ἄνω τοῦ ὑπερθερμαινομένου τμήματος I, II σχηματίζεται ἐξογκώσεως τοῦ ἀέρος μέ μεγαλύτεραν πίεσιν ἀπό τήν πίεσιν τῆς περιοκῆς του, δημιουργεῖται ἐπομένως πτώσις τῆς πίεσεως καί ροή ἀέρος, ἐκ τῶν σημείων B_4, B_3, \dots πρὸς τὰ σημεῖα Γ_4 καί Δ_4, Γ_3 καί Δ_3, \dots κ.ο.κ.

Διὰ τῆς αὐξήσεως τῆς θερμοκρασίας ὁ ἀήρ δέν διαστελλεται μόνον ἀλλά, καθιεστώμενος ἐλαφρότερος, ἀνέρχεται ὑψηλότερον. Οὕτω ἡ ἐκροή, ἐκ τῆς ἐξογκώσεως τοῦ ἀέρος παρὰ τὸν ἰσημερινόν, πρὸς τοὺς πόλους συνοδεύεται ὑπὸ ευχρόνου ἀνσόδου τοῦ ἀέρος εἰς τὸν ἰσημερινόν, ἥτις ἐκ παραλλήλου προκαλεῖ πτώσιν τῆς πίεσεως εἰς τὰ κατώτερα σημεῖα (A, A_1) καί ἐπομένως ροή ἀέρος ἐκ τῶν σημείων $\Gamma, \Delta, \Gamma_1, \Delta_1, \dots$ εἰς τὸ A . Οὕτως ἀναπληροῦται καί ὁ ἀνερχόμενος ἀήρ καί δημιουργεῖται ἡ ἐν τῷ σχήματι 3 ἐμφαινόμε-



Σκ. 3

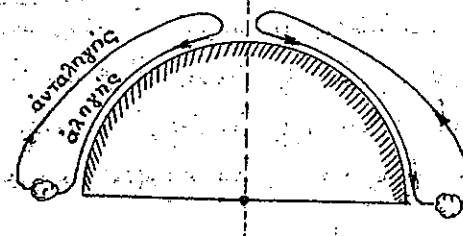
Δημιουργία ἀληθῶν ἀνέμων.

τὰ ἕνα μεσημβρινόν ροή τῶν ἀληθῶν καί ἀνταληθῶν ἀνέμων διὰ εἶχεν τό σχῆμα 4.

Ἡ περιστροφή τῆς γῆς ὅπως ἄς εἶναι εὐνόητον μεταβάλλει τήν κατεύθυνσιν τῶν ἀνέμων τούτων, οἵτινες γίνονται διὰ τὸ βόρειον ἡμισφαίριον βορειανατολικοί διὰ γεωγραφικά πλάτη

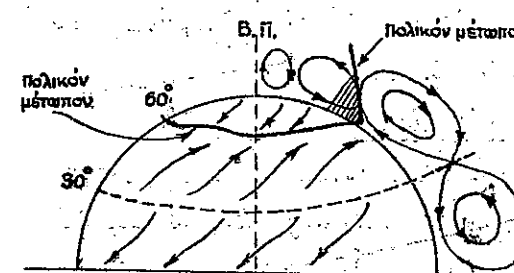
νη κυκλοφορία τοῦ ἀέρος. Οἱ οὕτω δημιουργούμενοι ἀνεμοὶ παρὰ τήν ἐπιφάνειαν τῆς γῆς καλοῦνται ἀληθεῖς (μόνιμοι, μὴ λήγοντες) παρὰ δὲ τὴν στρατόσφαιραν ἀνωτ' ἀληθεῖς.

Ἐάν φαντασθῶμεν τὴν γῆν ἀκίνητον τότε ἡ κα-



Σκ. 4

Ροή ἀνέμων εἰς ἀκίνητουσαν γῆν



Σκ. 5

Ἐπίδρασις τῆς περιστροφῆς τῆς γῆς ἐπὶ τῶν ἀνέμων.

0-30° καί νοτιοδυτικοί διὰ πλάτη 30-60° ὡς ἐμφαίνεται εἰς τό σχ. 5.

Ἄν λαβῶμεν ὑπ' ὄψιν ὅτι ἡ ταχύτης περιστροφῆς τῆς γῆς εἶναι περίπου 460 μ/ἰ εἰς τὸν ἰσημερινόν καί τὸ ἥμιον εἰς πλάτος 60° βλέπομεν διατί ἡ σχετικὴ κατεύθυνσις τῶν ἀνέμων παρεκκλίνει ὡς ἐμφαίνεται εἰς τό σχ. 5.

Ἐκ παραλλήλου διὰ τῆς ὡς ἄνω διατάξεως τῆς ροῆς τῶν ἀνέμων διὰ ἔπρεπε νὰ ἐμφανίζονταν τὰ σημεῖα ὑψηλῆς πίεσεως (High) ἢτοι αἱ ἀντικυκλῶνες κατὰ κανόνα εἰς τὸ γεωγραφικόν πλάτος τῶν 30° καί τὰ σημεῖα χαμηλῆς πίεσεως (Low) ἢτοι αἱ κ

κ λ ὦ ν ε ς εἰς τὴν περιφέρειαν τοῦ πολικοῦ κύκλου (περὶ τὰς 60° πλάτους). Τοῦτο ὅμως δέν συμβαίνει ἀλλὰ μετατίθενται τὰ κέντρα ὑψηλῆς καί χαμηλῆς πίεσεως λόγω τῆς ἀνομοιομόρφου κατανομῆς τῶν θαλασσῶν καί τῶν ἠπείρων ὡς καί λόγω τῆς καλυψέως μέρους τῶν τελευταίων τούτων ὑπὸ χιόνων. Οὕτω λόγω τῆς συνεχούς ἀναμίξεως τοῦ ὕδατος τῶν θαλασσῶν αἱ ὑγραὶ ἐπιφάνειαι ἀπορροφῶν μεγαλύτερας ποσότητος θερμοκρασίας καί ἔχουν πλέον ὁμοιομόρφου θερμοκρασίας ἢ αἱ ἐπιφάνειαι τῶν ἐδαφῶν. Τοῦτο ἐπιτείνεται κατὰ τὸν χειμῶνα ὅποτε αἱ ἐπιφάνειαι τῆς ξηρᾶς καλύπτονται ὑπὸ τῆς χιόνου ἥτις ἀντανάκλᾷ τὸ πλεῖστον τῆς ἀκτινοβο-

λίας εἰς τὸ διάστημα.

Οὕτω κατὰ τὴν χειμερινὴν περίοδον, τὰ ἐπνεῖα ὑψηλῆς πιέσεως ἐμφανίζονται εἰς τὰς ἠπείρους (βορ. Αμ., Κεντρικὴ Ἀσία) τὰ δὲ χαμηλῆς πιέσεως ὑπεράνω τῶν θαλασσῶν (Ἰσλανδία, Ἀλεόντιοι νῆσοι) ὁπότε τὸ πολικὸν μέτωπον μετατοπίζεται πολὺ νότιως ὑπεράνω τῶν ἠπείρων.

Κατὰ τὴν θερινὴν περίοδον ἡ κατάσταση ἀντιτρέφεται κάπως καὶ αἱ ὑψηλαί πιέσεις μετατοπίζονται βορειότερον αἱ χαμηλαί τοιαῦται παρουσιάζονται εἰς τὰς ἠπείρους, αἱ δὲ ὑψηλαί πιέσεις εἰς τὰς ἡμιτροπικὰς περιοχὰς ἐμφανίζονται κυρίως ὑπεράνω τῶν θαλασσῶν (ἀτλαντικὸς καὶ εἰρηνικὸς ὠκεανός).

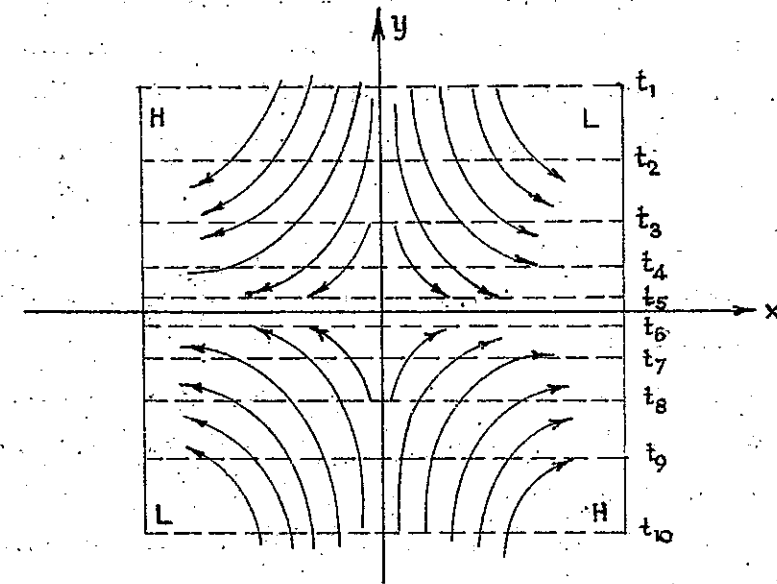
2. Μέτωπα. Κλίσεις καὶ κινήσεις αὐτῶν.

Ἡ διαμόρφωσις τῶν μετώπων (fronts) καὶ ἡ μελέτη αὐτῶν ἀποτελεῖ σημαντικὸν εἰσὶν μελέτης τῶν μετεωρολογικῶν φαινομένων, ἰδίᾳ δὲ ἐκείνων ἅτινα ἐπηρεάζουν τὴν ὑδρολογία.

Μέτωπα καλοῦνται γενικῶς αἱ ὀρικαὶ ἐπιφάνειαι μεταξὺ μαζῶν ἀέρος διαφόρου κατὰ κανόνα θερμοκρασίας. Συνήθως θεωροῦμεν μέτωπον τὸ ἐπιμεῖον μαθηματικῆς ἀευνεχείας τῆς πυκνότητος τῶν ἀερίνων μαζῶν, ἄρα καὶ ἐπιμεῖον ἀευνεχείας τῆς θερμοκρασίας διότι μόνον ἡ τελευταία αὕτη δύναται νὰ προκαλέσῃ διαφύρον πυκνότητα. (Αἱ μικραὶ διαφοραὶ πυκνότητος λόγω διαφόρου περιεκτικότητος ὑδατῶν εἶναι ἐπὶ τοῦ προκειμένου ἀμελητέαι).

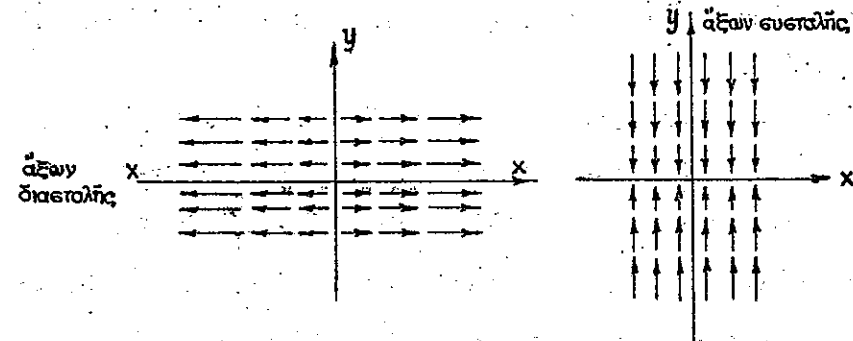
Ἡ ἐρμηνεία τῆς δημιουργίας τῶν μετώπων δίδεται ὑπὸ τοῦ ἐκπαιδευτοῦ Tor Bergeron (Geofysiske Publ., V, 6, 1928) διὰ τοῦ σχήματος 6, ἐνθα δέκνεται ἀπλοῦν πεδίων παραμορφώσεως, εἰς τὸ ὁποῖον αἱ ἰσοθερμοσι γραμμαὶ (διακεκομμένα) πυκνοῦνται κατὰ μῆκος τοῦ ἄξονος τῶν x.

Ἡ ἀρχὴ τῶν συντεταχμένων ἀποτελεῖ τὸ οὐδέτερον ἐπιμεῖον.



Σχ. 6. Πεδίον παραμορφώσεως, δεικνύον τὴν δημιουργίαν μετώπου

ὁ ἄξων τῶν x καλεῖται καὶ ἄξων διαστολῆς, ὁ δὲ ἄξων τῶν y ἄξων συστολῆς. Ἡ ἐρμηνεία τῆς ὀνομασίας τῶν δύο ἄξωνων ἐμφαίνεται εἰς τὸ σχῆμα 7, ἐνθα δέκνεται αἱ συνιστώσαι ταχύτητες τοῦ πεδίου παραμορφώσεως, καὶ ὅπου τὰ μῆκη τῶν βελῶν εἶναι ἀνάλογα πρὸς τὰς ταχύτητας τοῦ ἀνέμου. Ἡ συνιστώσα τῶν ταχυτήτων κατὰ τοὺς δύο ἄξονας (ἡ ὀνομασία ἐκείτου τῶν ὁποίων



Σχ. 7. Αἱ συνιστώσαι τοῦ πεδίου παραμορφώσεως.

προκύπτει από την μεταβολή των βελών παραλλήλως προς αυτόν) κινείται επί καμπύλης υπερβολής ως εμφανίζεται εις τὸ εκ.6.

Διὰ τὴν ὑπάρξιν μέτωπον, δέον κατὰ τὸν Peitersen κρίνεται μεταξύ τοῦ ἄξονος διαστολῆς καὶ τῶν ἰσοθερμῶν καμπύλων (1,2,3,...10) τοῦ εκήμ. 6, γωνία μικροτέρα τῶν 45° (εἰς τὸ εκήμ. 6 παρουσιάζεται ἡ ἰδωδης περίπτωσης γωνίας ἴσης πρὸς μὴ δέν). Ἐξ ἄλλου διὰ τὴν δημιουργίαν μετώπων ἀπαιτοῦνται αἱ ἀκόλουθοι δύο συνθήκαι :

- (1) αἱ μάζαι τῶν δύο ρευμάτων νὰ εἶναι διαφόρου πυκνότητος καὶ
- (2) οἱ ἐπικρατοῦντες ἄνεμοι νὰ μεταφέρουν τὰς διαφορετικὰς μάζας ἑναντι ἀλλήλων εἰς τὸ μέτωπον.

Οὕτω δημιουργεῖται λ.κ. τὸ πολικὸν μέτωπον τοῦ εκήμ. 5 (βλ. τομήν, δεξιά). Αἱ δύο ὡς ἄνω συνθήκαι δέον νὰ συνυπάρχουν.

Ἐὰν καλέσωμεν F τὴν συνάρτησιν δημιουργίας μετώπου, καὶ δὴ θετικὴν διὰ τὴν περίπτωσιν δημιουργίας νέου μετώπου (frontogenesis) καὶ ἀρνητικὴν διὰ τὴν περίπτωσιν ἀποσβέσεως μετώπου (frontolysis), τότε ἡ μαθηματικὴ ἔκφρασις τῆς συναρτήσεως δίδεται ὑπὸ τοῦ τύπου :

$$F = - \left| \frac{\partial T}{\partial n} \right| \cdot \frac{\partial u_n}{\partial n}$$

ἔνθα $\left| \frac{\partial T}{\partial n} \right|$ παριστᾷ τὴν πτώσιν τῆς θερμοκρασίας καὶ $\frac{\partial u_n}{\partial n}$ τὴν πτώσιν τῆς ταχύτητος κατὰ μῆκος τῆς καθέτου (n) πρὸς τὰς ἰσοθερμικὰς καμπύλας.

Ἦτσι διὰ τὴν ὑπάρξιν μέτωπον δέον ὅπως : "ὁ ἄνεμος ἔχει κἀδειον πρὸς τὰς ἰσοθερμικὰς γραμμὰς συνιστώσαν ἥτις νὰ μειοῦται κατὰ τὴν πρὸς τὰ κατάντη αὐτοῦ κατεύθυνσιν." Ἦτσι ἡ δημιουργία μετώπου λαμβάνει τὴν μεγίστην τιμὴν ὅταν παρατηρεῖται μεγάλη διαφορά θερμοκρασίας, ἰσχυρὰ συνιστώσα τῆς ταχύτητος καθέτως πρὸς τὰς ἰσοθερμικὰς καμπύλας καὶ ἰσχυρὰν πτώσιν τῆς ἐντάσεως τοῦ ἀνέ-

μου πρὸς τὰ κατάντη τῆς ροῆς αὐτοῦ.

Ἡ κλίσις τῶν μετώπων ὡς πρὸς τὴν ἐφαπτομένην τοῦ ὀριζοντος δύναται ἀκόμη νὰ ὑπολογισθῇ μαθηματικῶς μὲ ἱκανὴν προσέγγισιν. Ἦδη ἀπὸ ἐτῶν ὁ M. Margules (Meteorolog. Zeits. 1906) βασισμένος εἰς πρόγενεστέραν ἐργασίαν τοῦ Helmholtz κατέληξεν δι' ἀπλῶν ἐξισώσεων εἰς τὸν τύπον :

$$\epsilon\phi \theta = \frac{f}{g} \cdot \frac{T_m (u_1 - u_2)}{T_2 - T_1}$$

ὅστις δίδει τὴν γωνίαν κλίσεως θ τοῦ μετώπου.

T₁ καὶ T₂ εἶναι αἱ ἀπόλυται θερμοκρασίαι τῶν δύο ρευμάτων, u₁ καὶ u₂ αἱ ταχύτητες αὐτῶν, T_m = $\frac{T_1 + T_2}{2}$ καὶ f = 2 Ωηφ, σταθερὰ δι' ἕκαστον γεωγραφικὸν πλάτος φ, μὲ Ω τὴν γωνιακὴν ταχύτητα περιστροφῆς τῆς γῆς (f = sec²). [Ἡ σταθερὰ τοῦ Coriolis]

Διὰ γεωγραφικὸν πλάτος φ =

| | | | | | |
|--------------------|-----|-------|-------|-------|---------------------|
| 0° | 20° | 40° | 60° | 80° | |
| κ ² f = | 0 | 0,497 | 0,935 | 1,260 | 1,491 |
| | | | | | [sec ²] |

Οὕτω διὰ T₁ = 273° A, T₂ = 277° A, u₁ = 5 m/sec, u₂ = -5 m/sec καὶ f = 1,0 × 10⁻⁴ (διὰ φ = 45°) ἔχομεν κλίσιν μετώπου :

$$\epsilon\phi \theta = \frac{10^{-4} \cdot 275 \times 10^3}{980 \cdot 4} = \frac{f}{140}$$

Ἡ κλίσις αὕτη φαίνεται μικρὰ ἴσως ἐκ πρώτης ὄψεως εἶναι ὅμως ἱκανὴ νὰ προκαλέσῃ βροχὴν εἰς θερμὸν ἀέρα κινούμενον πρὸς τὰ ἄνω κατὰ μῆκος μετώπου τινος. (βλ. καὶ εκήμ. 8β)

Δέον νὰ τονισθῇ ἐνταῦθα ὅτι, ὡς ἀνεμένετο ἄλλωστε, εἰς τὰ κινούμενα στρώματα τοῦ ἀέρος ἐμφανίζονται τὰ γνωστὰ φαινόμενα τῆς μηχανικῆς τῶν ρευστῶν ἥτοι ἡ δημιουργία διαφορῶν ταχυτήτων εἰς παράλληλα στρώματα ἀέρος λόγῳ διατμήσεως (shear) ὡς ἐπίσης τὰ εστροβιλοειδῆ (Turbulence) μὲ ἐμφάνισιν κυματισμῶν καὶ μικρῶν εστροβίλων εἰς τὰς ἐπιφανείας ἐπαφῆς ὡς καὶ πλήρην εστροβίλων (wirbel whirl) εἰς μεγάλην κλίμακα

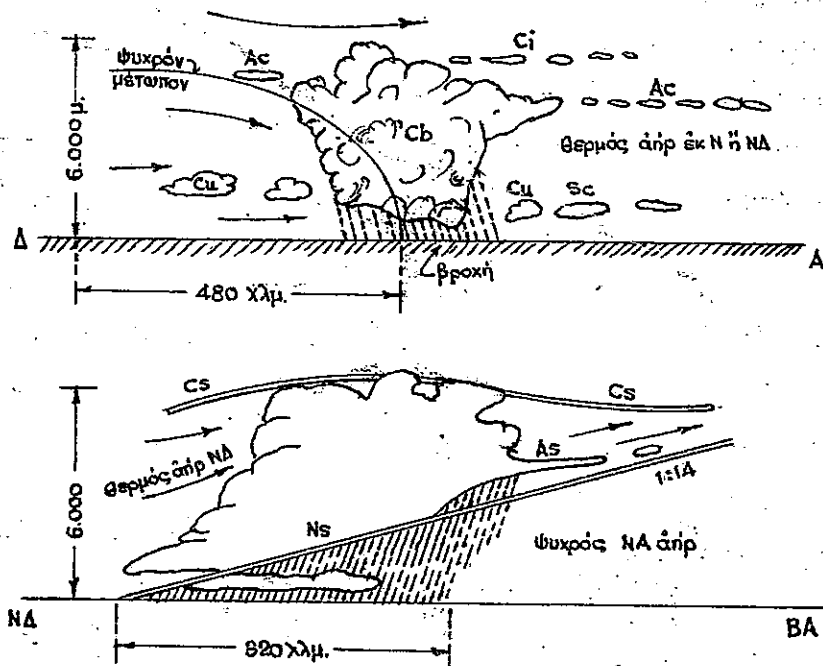
(κυκλώνες). Η επί πλέον δυσκέρεια ένταυθα είναι ότι τα προβλήματα δεν δύνανται να αναχθώσιν εις επιπέδους ροάς ή κλειστάς τοιαύτας (ώς εις την υδραυλικήν λ.κ.) αλλά παραμένον προβλήματα του χώρου και ως εκ τούτου θεωρητικώς συνήθως άνεπίλυτα.

Έφ' όσον ένα μέτωπον έμπεριέχει συνιστώσαν του άνέμου κάθεται επί τούτου, τό μέτωπον τούτο, εις την ίδεώδη περίπτωσιν, δά κ ι ν ε ί τ α ι μέ την διεύθυνσιν και την ταχύτητα της συνιστώσης ταύτης. Τα μέτωπα κινούνται όπου και όταν διασταυρούνται υπό των ίσοβαρών γραμμών (γραμμών ίσης βαρομετρικής πίεσεως, περί ών κατωτέρω) και ή ταχύτης μετακινήσεως, είναι συνάρτησις της απόστάσεως των γραμμών ταύτων (ώς π.χ. εις τας γραμμάς ροής και δυναμικού). Έφ' όσον αί πίεσεις είναι συνεχείς επί ενός μετώπου αί κάθεται προς αυτό συνιστώσαι του άνέμου πρό και μετ' αυτό δά είναι ίσαι. Τα μέτωπα δέον να θεωρούνται, εις τά κινούμενα ρεύματα του άέρος ως διαχωριστικά τείχη διά των οποίων δεν διεισδύουν τά μόρια του άέρος, αλλά τά όποια τείχη κινούνται μέ την αυτήν ταχύτητα ήν έχουν τά μόρια του άέρος καθέτως προς την επιφάνειαν αυτών.

Όταν μέτωπον κινείται ούτως ώστε ψυχρός άήρ να κατάλαμβάνη θέσιν καλυπτομένην προηγουμένως υπό θερμού άέρος τότε καλείται ψυχρόν μέτωπον (Cold front). Εάν εξ' άλλου τό μέτωπον κινείται ούτως ώστε θερμός άήρ να καταλαμβάνη την θέσιν ψυχρού άέρος τότε καλείται θερμόν μέτωπον (warm front). Μέτωπον δύναται να κινείται εις τμήμα του μήκους του κατά την μίαν κατεύθυνσιν, τό δέ υπόλοιπον τμήμα κατά την άλλην κατεύθυνσιν όποτε είναι μερικώς ψυχρόν και μερικώς θερμόν μέτωπον.

Είς τά ψυχρά μέτωπα ή εφών του προχωρούντος ψυχρού άέρος υφίσταται άπώλειαν λόγω τριβών εις τό σημείον έπαφής μετά της γης και δι' αυτό και ή μετωπιαία αυτού πλευρά γίνεται άποτομωτέρα (βλ. σχ. 8^α). Αί μέσαι κλίσεις των ψυχρών μετώπων κυμαίνονται από 1:150 έως 1:50.

Είς τά θερμά μέτωπα ή εφών του υποχωρούντος ψυχρού άέρος υφίσταται όμοίως τριβάς εις τό κάτω άκρον αυτής και λαμβάνει τοιουτοτρόπως μικράς κλίσεις κυμαινόμενας από 1:300 έως 1:100 (βλ. σχήμα 8^β).



Σχήμα 8. Ίδεώδεις τομαί ψυχρού μετώπου (α) και θερμού μετώπου (β) εις κυκλώνα έν όρράσει. (Αί κλίσεις των μετώπων έν εξάρσει).

3. Μέτωπα και κυκλώνες.

Η μελέτη των μετώπων ήρχισεν ευσηματικώς μετά

τόν πρώτον παγκόσμιον πόλεμον από την εκολήν του Bergen (Νορβηγία) υπό διασημών Σκανδιναυών μετεωρολόγων (Bjerknes, Solberg, Bergeron, Petterssen, Palmén) και τον Σουηδοαμερικανόν C.G. Rossby. Διά της κατασκευής χαρτών (έν κατόψει και τομαίς) διευκρινήθησαν πλείστα όσα μέχρι τουδε ανεξήγητα φαινόμενα και γενικαί άρχαί της θεωρητικής αερο- και υδροδυναμικής έφηρμόθησαν προς υ-πολογισμόν αυτών.

Η συντόμως ανωτέρω έκτεθεισα θεωρία των μετώπων ωδήγη-σεν εις την αποκαλύψιν ότι πλην των κλασεικών τροπικών κυκλώ-νων και αντικυκλώνων (ώς οι μουσσώνες π.χ. περί αν κατωτέρω) δημιουργούνται δια των μετώπων και τοπικοί έξω τροπικοί κυκλώνες ή γυώεις των οποίων μεγάλης ευνείεφερεί εις την αερο-πορίαν αλλά και την υδρολογίαν.

Ούτω κατά την εκολήν Bergen οι έξω τροπικοί κυκλώνες δη-μιουργούνται εκ κ υ μ α τ ω ν των μετώπων (βλ. εκ. 9^α) διά ευετροφής ή αναταράξεως αυτών. Τα κύματα ταύτα ή αύξανσον βαθμιαίως εις πλάτος έως ότου άρκτηκά, πολικά ή τροπικά ρεύματα αναμιγνύονται μετ' αυτών όποτε εκηματίζονται τα άεσταθ ή κύματα (unstable waves) αν ή περαιτέρω εξέλιξις έμφαινεται εις τό εκήμα 9 ή

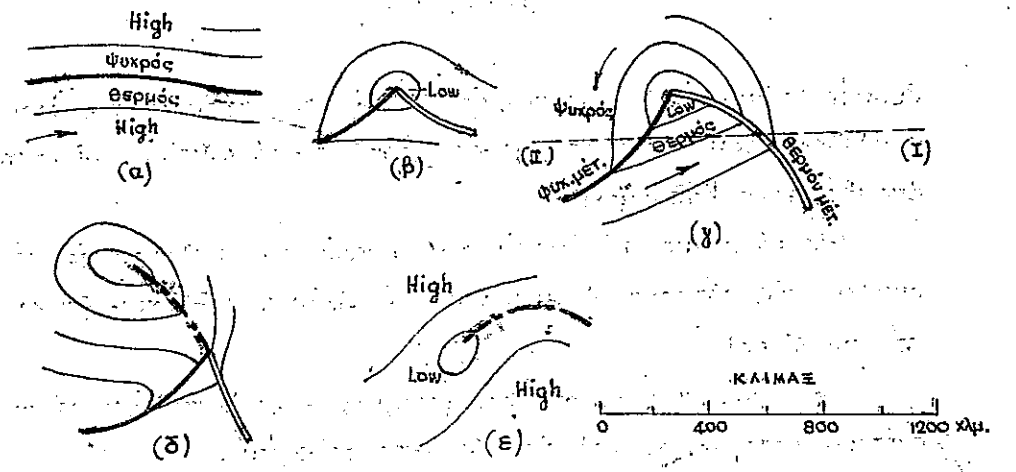
2. παραμείουσιν περίπου σταθερά χωρίς να υφίστανται ανάμειξιν τινα κατά την διεύθυνσιν των μεσημβρινών και άποσβέννυνται βαθμιαίως, άποτελούντα τα λεγό-μενα σταθερά κύματα (stable waves).

Τά πρώτα συν τω χρόνω « θ ρ α υ ο ν τ α ι » ως τά μεγάλα, μα-κροῦ μήκους κύματα της θαλάσσης (ας παραβληθούν ταύτα μετ' τα εκήματα 9^β και 9^γ), ένω τά δεύτερα γίνονται ως τά χαμηλά κύμα-τα, μεγάλου μήκους, της θαλάσσης εις όμαλάς άκτας.

Εις τό εκήμα 9 δίδεται έν κατόψει ή εξέλιξις άεσταθούς

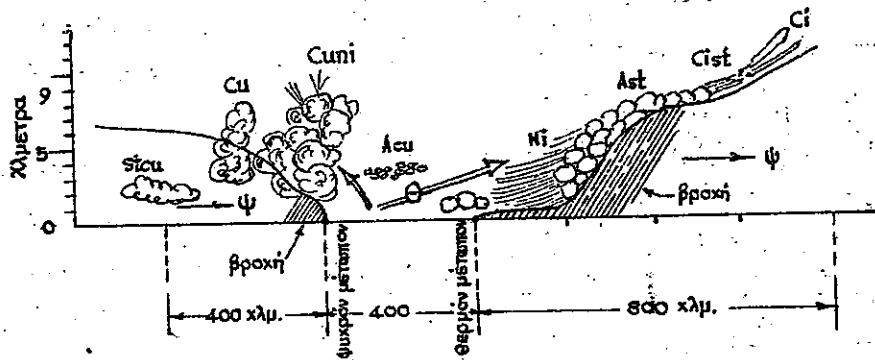
κύματος εκηματιζομένου άεθενώς κατ' άρχήν (εκ. 9^α) μεταξύ των δυτικων και ανατολικων άνεμων μετώπου τινος (βλ. λ.χ. πολικόν μέ-τωπον του εκήμ. 5). Τό κύμα τούτο εξέλιεσεται εις τά εκήματα 9^β και 9^γ όποτε δημιουργείται περίε αυτου εις κυκλών αυξούσης έντάσεως με κέντρον (ύψειν low) την κορυφήν του κύματος.

Ούτω οι δυτικοί άνεμοι μεταστρέφονται εις νοτιοδυτικούς ωδούοντας την ανατολικήν πλευράν του μετώπου προς βορράν ως θερμόν μέτωπον ένω τό δυτικόν μέρος ωθείται νοτίως ως ψυχρόν μέτωπον. Άμφότερα τά μέτωπα στρέφουν τά κοίλα προς τους προφθούοντας αυτά άνέμους, ως τά ίστια των πλοίων.



Σκῆμα 9.- Εξέλιξις έξω τροπικού κυκλώνος άεσταθούς κύματος εις τό Βόρειον ημισφαίριον. Ράτοψις (κατά Η. Byers).

Τό ψυχρόν μέτωπον έν συνεχεία κινούμενον ταχύτερον του θερ-μοῦ ταιούτου κλείσι τό θερμόν τμήμα και εκηματίζει ένα συνδε-τον μέτωπον (πακσία μικτή γραμμή εκήμ. 9^δ). Τό φαινόμενον του-το καλείται ά π ο κ λ ε ι σ μ ο ς (occlusion) και τό αυτω δη-μιουργούμενον μέτωπον κ ε κ λ ε ι σ μ ε ν ο ν (occluded front). Τούτο παριστά μιαν αναδίπλωσιν της άσυνεχούς επιφανείας τη ενερ-γεία του ψυχρού και θερμού μετώπου κατά τρόπον αποκλείοντα τό



Σχήμα 10. Τομή ιδεώδους κυκλώνος (Τομή I-I του σχήματος 9).

θερμόν τμήμα ὅπερ τοιουτοτρόπως ἀνέρχεται πρὸς τὰ ἄνω ἐνῶ ὁ κυκλῶν περικλείεται ἀπὸ ψυχρόν ἀέρα εἰς τὸ χαμηλόν τμήμα καὶ ἀποβέννυται βαδριαίως.

Εἰς τὸ σχῆμα 10, ἐμφαίνεται ἡ τομή τοῦ κυκλώνος εἰς τὸ ἐπιμεῖον τῆς πλήρους δημιουργίας αὐτοῦ. Τμήμ. τοῦ σχήμ. 9 κατὰ τὸν Streck.

Μετὰ τὰς γενικὰς ὡς ἄνω γραμμὰς ἐξετάζονται ἤδη τὰ κυριώτερα κατὰ μέρος στοιχεῖα τῆς μετεωρολογίας.

B. Κατὰ μέρος στοιχεῖα τῆς ἀτμοσφαιρας.

Ἐκ τῶν στοιχείων τῆς ἀτμοσφαιρας ἐξετάζονται ἐνταῦθα τὰ κυριώτερα καὶ διὴ ἐκεῖνα ἅτινα ἀμέσως ἢ ἐμμέσως ἀφορσοῦν τὴν ὑδρολογίαν καὶ τὰ ὑδραυλικά ἔργα γενικώτερον. Εἶναι ταῦτα : ἡ θερμοκρασία, ἡ βαρομετρικὴ πίεσις, οἱ ἄνεμοι καὶ ἡ ὑγρασία τῆς ἀτμοσφαιρας.

Τούτων προτάσσεται ἐντομος ἐξέτασις τῆς ἡλιακῆς ἀκτινοβολίας, τοῦ σπουδαιότερου τούτου κοσμικοῦ κλιματολογικοῦ παράγοντος.

1^α. Ἀκτινοβολία τοῦ ἡλίου.

1.1. Γενικότητες.

Ἡ γνῶσις τῆς ἀκτινοβολίας τοῦ ἡλίου εἶναι οὐσιώδους δόξου ὅτι εἰς αὐτὴν ὀφείλονται ὅλα σχεδὸν τὰ φαινόμενα ἅτινα ἐκδηλοῦνται ἐντὸς τῆς γῆνης ἀτμοσφαιρας ἐνῶ ἐξ ἄλλου ἐμμέσως ἢ ἀμέσως εἰς αὐτὴν ὀφείλεται καὶ ἡ σημερινὴ βιολογικὴ μορφή ἐν τῷ πλανῆτῳ τῆς γῆς.

Ἡ ἀκτινοβολία τοῦ ἡλίου ἀποτελεῖ μεταδόσιν ἐνεργείας ἐκ τῶν διαφόρων μερῶν αὐτοῦ (τῆς φωτισφαιρας, τῆς ἀπορροφητικῆς στιβάδος τῆς χρωμοσφαιρας καὶ τοῦ στεμματος αὐτοῦ) καὶ ἀντίστοιχον ἀπορρόσῃσιν.

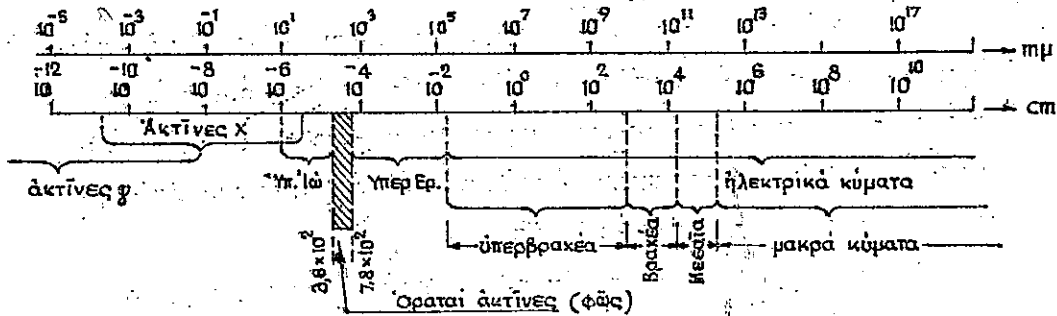
Ὡς γνωστὸν πᾶσα ἐνεργεια ἀποδίδεται ὑπὸ τῶν ἠλεκτρομαγνητικῶν κυμάτων ὅπου ἀναλόγως τοῦ μήκους τοῦ κύματος δίδεται καὶ ἡ μορφή τῆς ἐνεργείας. Εἰς τὸ σχῆμα 11 δίδεται τὸ ἐκ τῆς φυσικῆς γνωστὸν ἠλεκτρομαγνητικὸν φάσμα, ὅπου τὰ διάφορα μίκη κυμάτων δίδονται εἰς ἑκατοστὰ καὶ χιλιοστομικρὰ (μμ, ἴτοι δεκάκις ἑκατομμυριαστὰ τοῦ ἑκατοστοῦ).

Μίαν ἄλλην συνηθῆ μονάδα μέτρησεως τοῦ μήκους κύματος ἀποτελεῖ τὸ Ἄngström (Å) ὅπερ εἶναι τὸ 1/10 τοῦ χιλιοστομικροῦ ἴτοι ἑκατοντάκις ἑκατομμυριαστὸν τοῦ ἑκατοστοῦ.

Τὸ φάσμα τοῦτο περιλαμβάνει πᾶσαν φυσικὴν ἢ τεχνικὴν (ὡς διὰ τῆς ραδιοτεχνίας) ἀκτινοβολίαν περιλαμβανομένης καὶ τῆς κοσμικῆς τοιαύτης.

Μέρος τῆς ἡλιακῆς ἐνεργείας ἀπορροφᾶται ὑπὸ τῆς ἀτμοσφαιρας, ἣτις δρᾷ τοιουτοτρόπως ὡς πολυδύναμος ἠδυσμός, ἀπορροφουσα

ούτω μήκη κυμάτων μικρότερα των 289 nm και μεγαλύτερα των 51,000 nm. Ούτω η μέχρι της γής δρώσα ακτινοβολία περιλαμβάνει κύματα κυρίως μεταξύ 289 και 2300 nm μήκους, περιλαμβάνει τουτέστιν (ώς εμφανίζεται εκ του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος) μέρος των υπεριώδων ακτίνων (χημικών) τας φωτεινάς ακτίνας και μέρος των υπερερύθρων (θερμαντικών) ακτίνων.



Σχήμα 11. Το ηλεκτρομαγνητικόν φάσμα.

Όπως η ακτινοβολία του φωτός (όρατά ακτίνες, με μήκη κύματος 4000-7000 Å ούτω και πάσα ακτινοβολία ενέργεια (radiant energy) μεταδίδεται ευθύγραμμως και με την ταχύτητα του φωτός (300.000 Km/δλν).

Η αναλογία των διαφόρων κατηγοριών ακτίνων της ηλιακής ακτινοβολίας είναι περίπου η ακόλουθος :

- Χημικαί ακτίνες (υπεριώδεις) $\lambda = 289-400$ nm. 1%
- Όραταί ακτίνες (φως) 400-780 nm. 39%
- Θερμαντικαί ακτίνες (υπερέρυθροι) 780-2300 nm. 60%

Η ποσότης της ακτινοβολίας του ήλιου, αλλά και η εκατοστιαία αναλογία των συνιστωσών ακτίνων αυτής μεταβάλλεται αναλόγως :

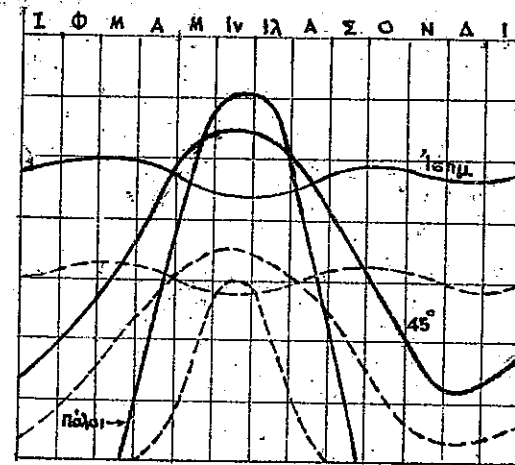
- α. της διαφανείας της ατμοσφαιράς
- β. του γεωγραφικού πλάτους του σημείου εις ο μετράται η ακτινοβολία.
- γ. της κλίσεως των ακτίνων προσηλιασεως (ώρα της ημέ-

ρας, εποχή έτους).

δ. του πάχους της ατμοσφαιράς

ε. της διανομής θαλασσών και ηπείρων.

α) Η διαφάνεια της ατμοσφαιράς μετράται εις εκατοστιαίους βαθμούς, ήτοι διαφάνεια 100%, 80%, 60% κ.ο.κ.
 β+γ) Το γεωγραφικόν πλάτος, επηρεάζει λόγω της κλίσεως των ακτίνων (Ίδε γ'), του μεταβαλλομένου πάχους της ατμοσφαιράς, (βλ. δ') της αποστάσεως από τον ήλιον (λόγω της τροχιάς της γής) κ.λ.π. Ούτω εις τό εκήμα 12 δίδεται η μεταβολή της μέσης ημερησίας ακτινοβολίας αναλόγως της



Σχ. 12. Σχετική ακτινοβολία εις διάφορα πλάτη κατά τους διάφορους μήνας.

Η διαφορά της αναλογίας των ακτίνων διαφόρου μήκους κυμάτων εμφανίζεται κατωτέρα εκ μετρήσεων γενομένων εις Δα- νος, εις μίαν θερινήν και μίαν χειμερινήν ημέραν (12^η μεσημβρι- νή ώρα).

εποχής του έτους εις διάφορα γεωγραφικά πλάτη διά μέγιστον διαφάνειαν της ατμοσφαιράς (πλήρεις γραμμαι) και δια διαφάνειαν 75% (εστειχμένα γραμμαι). Ούτω παρατηρούμεν ότι αι έτήσια διακυμάνσεις εις τον ίσημερινόν είναι ελάχισται εις δε τους πόλους μέγισται. Αντιερόφως όμως θα είναι αι ημερησιαί :

| | Χειμών | Θέρος |
|------------|--------|-------|
| Υπεριώδεις | 0,14 | 1 |
| Όρατόν φῶς | 50,86 | 58 |
| Υπερέυδροι | 49,00 | 41 |
| | 100 % | 100% |

δ). Το πάχος της ατμοσφαιρας ομαίως μειώνει την ακτινοβολίαν, με αποτέλεσμα να μειούται η ένταση περιεσσοτερον οσον ο ήλιος ευρίσκεται χαμηλότερα ως προς τον ορίζοντα. Τήν μεγαλύτεραν επίδρασιν εξασκούν τα χαμηλότερα στρώματα της ατμοσφαιρας λόγω της ηύξημένης περιεκτικότητος εἰς υγρασίαν.

Οὕτω κατά τον Νιοίλλε, ἐκ της καδέτου ακτινοβολίας, υπολογιζομένης εἰς 100% εἰς τὰ ὅρια της ατμοσφαιρας φθάνουν εἰς:

| | | | | |
|----|------------|---------------|----------|----------|
| | Mont-Blanc | Grands-Mulets | Grenoble | Paris |
| | (+ 4810 μ) | (+ 3940 μ) | (+ 215) | (+ 60 μ) |
| τά | 94% | 89% | 71% | 68% |

Η επίδρασις ὁμως της ατμοσφαιρας ενεργεῖ και ἀντιστροφήως κατά την ἀπώλειαν της ακτινοβολίας (ακτινοβολία ἐκ της γῆς) ὅταν ὄνῃ ὁ ήλιος. Οὕτω παρατηροῦμεν ὅτι εἰς τὰ ὑψηλά ὄρη η ακτινοβολία ἐκ της γῆς εἶναι μεγαλύτερα ἢ εἰς τὰς πεδιάδας και τοιουτοτρόπως αἱ ημερήσια μεταβολαί της θερμοκρασίας εἶναι πολὺ μεγαλύτεραι, με εινεπακόλουθα την ἀποσάθρωσιν των πετραμάτων ητις προκαλεῖ την παρουσίαν πολλων φερτων ὑλων εἰς τούς ὄρεινους χειμάρρους. Διά τον αὐτόν λόγον απαιτοῦνται εἰδικαί διατάξεις κατά την κατασκευήν ἐκεῖ τεχνικων ἔργων.

Ομοίως εἰς τὰς ἐρημούς, ἔνθα αἱ ημερήσια διακυμάνσεις εἶναι μέγιστα προκαλεῖται ἀποσάθρωσις των ἐδαφῶν.

ε) Η παρουσία υγρασίας πλησίον των θαλασσῶν και λιμνῶν ἐπι-

δρα ἀνασταλτικῶς εἰς τὰς μεγάλας διακυμάνσεις της ακτινοβολίας (λόγω των παρεμβαλλομένων υδρατμῶν, ως και της ψύξεως λόγω ἐξατμίσεως του ὕδατος). Συνεπεία τούτου ὁ ἀήρ ἀναιδεν των θαλασσῶν εἶναι υγρότερος, τό κλίμα βροχερότερον, ὁ χειμών ἠπιώτερος και τό θέρος ἥπτον θερμόν.

1.2. Μέγεθος της ακτινοβολίας (μέγεθος της ακτινοβολίας)

Η ηλιακή ακτινοβολία υπολογίζεται εἴτε ως ὀλική ηλιακή και οὐράνιος ακτινοβολία εἴτε ως ἀμεσος ηλιακή ακτινοβολία. Αἱ των εἰδικῶν προσπάθειαι ὁμως κατεβλήθησαν διά την μέτρησιν της ηλιακῆς σταθερᾶς (solar constant) ητις ὀρίζεται ως "τό ποσοῦν της ακτινοβολούσης ηλιακῆς ενεργείας ητις προσπίπτει ἀνά λεπτόν ἐπί ἐπιφανείας ἐνός τετραγωνικοῦ ἐκατοστοῦ εὐρισκαμένου ἐκτός της ατμοσφαιρας, καδέτως προς την προσπίπτουσαν ακτινοβολίαν και εἰς ἀπόστασιν ἴσην προς την μέσσην ἀπόστασιν της γῆς ἀπό τον ήλιον". Η ηλιακή αὐτη σταθερά ἔχει γίνε διεδνωῶς ἀποδεικτι (μετρήσεις του Smithsonian Institute) ως ἴση προς:

1,94 γραμμοθερμιῶδες ἀνά τετραγ. ἐκατοστον και λεπτόν,

ἢ ὁπερ τό αὐτό 0,323 κ.καλ/ἔδον και τετρ. μ.

(Ποσότης ἱκανή να τῆξη εἰς ἐν ἔτος περιβλημα πάχους 30 μ. ἢ να ἐξατμίηρ ἐπὶλην ὕδατος ὕψους 3,50 μέτρων εἰς τό ἡμέτερον πλάτος).

Τό μηχανικόν ἰσοδύναμον της ως ἀνω ἀπολύτου ακτινοβολίας εἶναι ἰσχύς περίπου 2 HP (1 HP = 75 Kgm/sec, 1 κ.καλ = 427 Kgm, 1 HP = $\frac{75}{427} = 0,176$ κκαλ/sec).

Εἰς την πραγματικότητα τόσον αἱ ἀπώλεια ακτινοβολίας εἰς την ατμόσφαιραν ($\geq 50%$) ὅσον και ημερησία διακυμάνσεις αὐτῆς και αἱ ἀπώ-

λειαί έργου, μεταβάλλουν τό μηχανικόν ίσοδύναμον εἰς 1 HP ἀνά 10 τερ. μέτρα ἀκτινοβολούσης ἐνεργείας.

Ἡ ὡς ἄνω ἠλιακή σταθερά (1,94 gr.cal/sec.cm²) μειοῦται αἰσθη- τῶς λόγῳ τῆς διόδου διὰ τῆς ἀτμοσφαιρας. Οὕτω κατά τό Byers αἱ ἀπώλειαι εἰς αἶθρον οὐρανόν καί εἰς νεφελώδη οὐρανόν ἐκτι- μῶνται ὡς ἐξῆς:

| | | | |
|--------------------------------|-----------------------------|------|------|
| Αἰθρία : Ἀντανάκλασις : | ἐκ τῆς ἀτμοσφαιρας | 0.09 | |
| | ἐκ τῆς ἐπιφανείας | 0.12 | 0.21 |
| Ἀπορρόφησις : ἐξ ὑδατῶν | | 0.11 | |
| | ἐξ ἄλλων ἀερίων, κόνων κλπ. | 0.02 | 0.13 |
| Ὀλική ἀπώλεια : | | | 0.34 |
| Νέφωσις : Ἀντανάκλασις | | 0.75 | |
| Ἀπορρόφησις | | 0.03 | 0.78 |

Ἦτοι παρατηροῦμεν ὅτι ἡ ἀπομένουσα ἐπί τοῦ ἐδάφους ἀκτι- νοβολία ἀνέρχεται εἰς 66% τῆς ἠλιακῆς σταθερᾶς, εἰς περίπτωσιν αἰθρίας καί εἰς 22% εἰς περίπτωσιν νεφώσεως.

Διά τόπον μέ νέφωσιν 52% κατ' ἔτος ἡ ἀκτινοβολία ἔσται:

$$0.52 \times 0.22 + 0.48 \times 0.66 = 0.11 + 0.32 = 43\%$$

Οὕτω εἰς τό ἐκῆμα 13 δίδονται αἱ μεταβολαί τῆς ἀκτινοβο- λίας καί θερμοκρασίας εἰς Οὐάσειγκτῶνα D.C. (1925).

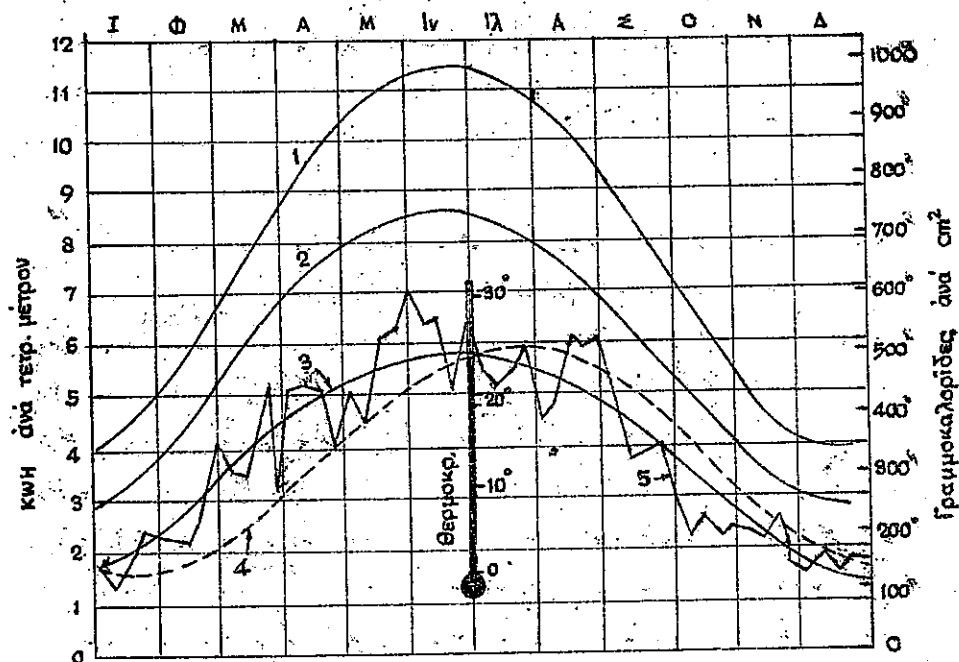
Ἡ καμπύλη 1 δίδει τόν ἡμερησίον ἡλιασμόν ἀ- ναθιεν τῆς ἀτμοσφαιρας εἰς τό ὑπ' ὄφιν γέωγραφικόν πλάτος.

Ἡ καμπύλη 2 τόν ἡλιασμόν εἰς τήν αὐτήν θέσιν (ἐπί ὄριον- τίου ἐπιφανείας ὅμως, ὅποτε καλεῖται καί ἡλιασμός, insolation) ἐ- πί τοῦ ἐδάφους καί δι' ἀνέφελον οὐρανόν.

Ἡ καμπύλη 3 δίδει ὁμοίως τόν ἡλιασμόν διὰ μέσας συνθήκας νεφώσεως.

Ἡ καμπύλη 4 δίδει τήν κανονικήν μέσην ἡμερησίαν θερμοκρα-σίαν. Ἡ τεθλασμένη γραμμή 5 δίδει πραγματικᾶς παρατηρηθείσας ἐβδομαδιαίας τιμᾶς ὀλικῆς ἠλιακῆς καί οὐρανίου ἀκτινοβολίας

δι' ἐν ἀντιπροσωπευτικόν ἔτος (1925).



Σκ. 13. Ἡλιακή ἀκτινοβολία καί θερμοκρασία.

Ἡ ἠλιακή ἀκτινοβολία ἐξυπακούεται ὅτι ἀκολουθεῖ τοῦς « κλασ- εικοῦς νόμους τῆς ἀκτινοβολίας », τῶν: Kirchhoff, Planck, Wien καί Stefan-Boltzmann οἵτινες λεπτομερῶς εὐρίσκονται εἰς τήν βιβλιο- γραφίαν τῆς Φυσικῆς.

1.3. Μέτρησις τῆς ἠλιακῆς ἀκτινοβολίας.

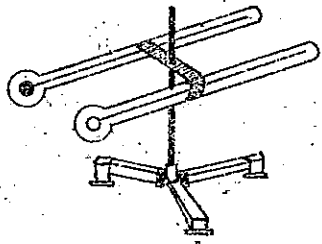
Ἡ μέτρησις τῆς ἀκτινοβολίας γίνεται δι' εἰδικῶν ὀργάνων ἁ- τινῶν:

- α) ὅταν μετροῦν τήν ὀλικήν ἀκτινοβολίαν ἢ μόνον τήν τοῦ οὐ- ρανοῦ καλοῦνται ἀκτινόμετρα καί
- β) ὅταν μετροῦν τήν ἄμεσον ἠλιακήν ἀκτινοβολίαν καλοῦνται πυρηλιόμετρα.

Κλασικόν παράδειγμα ακτινομέτρου είναι η εσκευή Arago -
Davy - Robitzsch, (βλ. εικ. 14) ήτις αποτελείται εκ δύο θερμομέτρων
τοποθετούμενων εντός περιβλήματος κενού αέρος (προστατεύοντος
από τ' ρεύματα αέρος και απορροφούντος τ' βραχεία κύματα).

Τό υδραργυρικόν δοχείον του ενός θερμομέτρου καλύπτεται
υπό αιδάλης, του άλλου είναι λευκόν (προτιμώτερον μαύ). Η εμφανι-
ζομένη διαφορά θερμοκρασίας αντιπροσωπεύει την διαφοράν απορρο-
φήσεως εν τῷ πεδίῳ τῶν φωτεινῶν ηλεκτρομαγνητικῶν κυμάτων.

Ἐκ τῶν πυρηνιομέτρων τό ἀκριβέστερον ἀλλὰ καί πλέον δυσμετα-
κόμιστον εἶναι τό τῶν Abbot και Fowle, ὅπερ ἀποτελεῖται ἀπό κωνι-
κῆν ἐπιφάνειαν αἰθαλωμένην ἐσωτερι-
κῶς ἔνθα κανονίζεται ἡ πρόσπτωσης



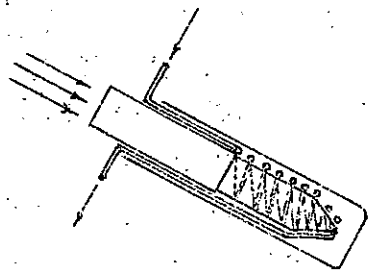
Σχ. 14. Ἀκτινόμετρον
Arago

τῶν ἡλιακῶν ακτίνων. Ἐξωτερικῶς ἐλι-
κεται σωλήν δι' οὗ διερχεται ὑδωρ οὐ-
τινος μετράται ἡ θερμοκρασία ἄμα
τῆ εἰσόδῳ (T₁) καί μετὰ τὴν ἐξόδον
αὐτοῦ ἐκ τῆς εὐσκευῆς (T₂). Ἡ ακτινο-
βολία δίδεται τότε ὑπὸ τοῦ τύπου :

$$I = (T_2 - T_1) k$$

ἔνθα κ ἡ θερμοχωρητικότητα τῆς
παροχής τοῦ ὑδάτος εἰς ἄριστόν
χρόνον.

Πλείστοι ὅσοι τύποι παρο-
μοίαν εὐσκευῶν καί ἀπλοποιου-
μένων τοιούτων χρησιμοποιοῦν-
ται εἰς μετεωρολογικοὺς σταθ-
μούς. (Πλείονα βλ. Α. Καραπιπέ-
ρη: Πρακτικὴ Μετεωρολογία.



Σχ. 15. Πυρηνιομέτρον Abbot
και Fowle.

Ἀθήναι 1949. Λιθογραφοὶ ἐπιμειώσεις).

2^{ος} Θερμοκρασία.

2.1 Μέτρησις καί ἀποτύπωσις τῆς θερμοκρασίας τῆς ἀτμο- σφαιρας.

Ἡ μέτρησις τῆς θερμοκρασίας γίνεται διὰ θερμομέτρων καὶ δὲ:

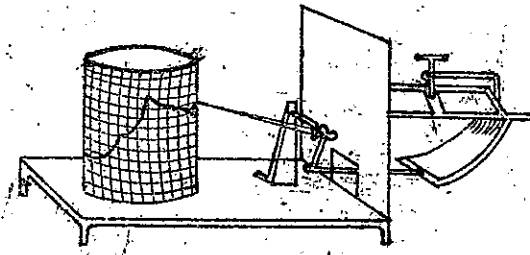
α) ὑγρῶν ἢτοι ἐξ υδραργύρου (τά καί ευηθέετερα) καί ἐξ
οἴνοπνεύματος (διὰ χαμηλῆς θερμοκρασίας,
δοθέντος ὅτι ὁ υδραργύρος πάγνυται κάτω
τῶν - 38°, 87 βαθμῶν).

β) μεταλλικῶν ἔνθα ἡ θερμοκρασία μετράται διὰ τῆς με-
ταβολῆς τοῦ σχήματος ἢ ὄγκου μεταλλικῶν
ταινιῶν ἢ διὰ τῆς ἀλλαγῆς τοῦ σχήματος
μεταλλικῶν δοχείων πληρουμένων ἔντελως
δι' ὑγρῶν καί

γ) ἠλεκτρικῶν θερμομέτρων, δι' ὧν μετράται μετὰ μεγίστης
ἀκριβείας ἡ θερμοκρασία ὡς συνάρτησις
τῶν μεταβολῶν τῆς ἠλεκτρικῆς ἀντιστά-
σεως νήματος πλατίνης τῆ βοήθειᾳ
γαλβανομέτρου.

Τὰ θερμομέτρα δύνανται καί πρέπει νὰ ᾄδων κατὰ προτίμη-
σιν αὐτόγραφα (αὐτογραφικὰ θερμομέτρα ἢ θερμογράφοι) ὥστε νὰ δύ-
ναται τις νὰ παρακολουθῇ τὴν πορείαν τῆς θερμοκρασίας καθ' ὅ-
λον τό ἔτος. Οἱ θερμογράφοι εἶναι τοῦ τύπου τῶν μεταλλικῶν θερ-
μομέτρων (σωλήν Bourdon πληροῦται δι' οἴνοπνεύματος, τολαιόλης ἢ
πετρελαϊκοῦ αἰθέρος, καί αἱ ἐκ τῆς θερμοκρασίας μεταβολαί αὐ-
τοῦ μεταφέρονται διὰ σειρᾶς μακρῶν μοχλῶν εἰς ἀκίδα γραφούσαν
ἐπὶ περιστρεφομένου τυμπάνου κεκαλυμμένου διὰ ταινίας).

Ἡ περιστροφή τοῦ τυμπάνου δύναται νὰ εἶναι ἡμερησία ἐβδο-
μαδιαία ἢ καί μηνιαία, ὅποτε ἀντίστοιχα δα εἶναι τὰ ἐπὶ τοῦ φύλ-
λου διαγράμματα.

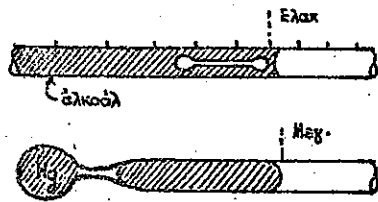


Σχ. 16. Θερμογράφος

Ἐλλείπει αὐτογράφων θερμομέτρων, χρησιμοποιούνται τὰ μέγιστοβάθμια καὶ ἐλαχιστοβάθμια θερμομέτρα δι' ὧν ἐπιτυγχάνεται ἡ μέτρηση τῶν μεγίστων καὶ ἐλα-

χίστων μεταξὺ τῶν χρόνων τῶν παρατηρήσεων.

Τέλος κατασκευάζονται θερμομέτρα δίδοντα συγχρόνως τὸ μέγιστον καὶ ἐλάχιστον.



Σχ. 17. α) ἐλαχιστοβάθμιον θερ-

μομέτρον

β) μεγιστοβάθμιον θερ-
μομέτρον.

Τὰ θερμομέτρα τοποθε-
τοῦνται ἐντός ξυλίνων κλωβῶν,
ἓνα ἕως δύο μέτρα ὑπὲρ τὸ
ἔδαφος, προσυλαγμένα ἀπὸ ἰσχυ-
ροῦς ἀνέμους, ὑγρασίας καὶ κώ-
νιν.

Ὅταν δὲν ὑπάρχη θερμο-
γράφος, ἀναγιγνώσκονται αἱ θερ-
μοκρασίαι εἰς τὰ συνήδη θερ-
μομέτρα τρίς ἡμερησίως (7-14-

21 ὥραι ἢ 6-13-22 ἢ 8-14-20) ἵνα ἐξαχθεὶς ὁ μέσος ὅρος ὁμοιο-
μόρφως συγκριτικῶς εἰς τοὺς διαφόρους σταθμούς. Ὁ μέσος αὗτος
ὅρος καταγράφεται ὡς μέση ἡμερησία θερμοκρασία. Ὁ
μέσος ὅρος τῶν ἡμερησίων θερμοκρασιῶν τοῦ μηνὸς δίδει τὴν
μέσην μηνιαίαν θερμοκρασίαν καὶ ἐξ αὐτῶν ἐξαχθεὶς ἡ
μέση ἐτησία θερμοκρασία.

Αἱ μέσαι θερμοκρασίαι (ἡμερησίου, μηνιαίου, ἐτησίου) το-
ποθετοῦνται ἐπὶ τῶν τοπογραφικῶν χαρτῶν τῆς ἐξεταζομένης περιο-
χῆς καὶ σχηματίζονται δι' ἐνώσεως τῶν σημείων ἴσης θερμοκρασίας

(ὡς εἰς τοὺς τοπογραφικοὺς χάρτας δι' ἐνώσεως ἴσων ὑψομέτρων)
αἱ ἰσοθερμοὶ καμπύλαι, γραμμαὶ δηλαδὴ ἐνοῦσαι τὰ ση-
μεῖα τῆς γῆνικῆς ἐπιφανείας ἐφ' ἧν παρατηρεῖται ἡ αὐτὴ μέση θερμοκρασία, ἀ-
ναγομένη διὰ τὰς ξηρὰς εἰς ὑψόμετρον μηδέν.

Αἱ θερμοκρασίαι μετροῦνται εἰς βαθμοὺς Ρελείου ἢ Fahrenheit,
δι' ἃς ἔχομεν ὡς ἀφετηρίας:

| | C. Ρελείου | Fahrenheit |
|-----------------------|------------|------------|
| Σημεῖον τήξεως ὕδατος | 0° | 32° |
| " βρασμοῦ " | 100° | 212° |

Ἡ ἐκέσις αὐτῶν δίδεται ὑπὸ τοῦ τύπου: $C = \frac{5}{9}(F - 32°)$.

Λόγω τῆς μεγάλης διαστάσεως τῆς Ἀγγλικῆς καὶ Ἀμερικανικῆς
βιβλιογραφίας καὶ τῆς πληθύσεως τῶν ἐρευνῶν εἰς τὰς ἀντιστοίχους κώ-
ρας, οἱ μηχανικοὶ θεοὶ γὰ ἐξαεκοῦνται εἰς τὴν εὐχερῆ ἀνάγνωσιν ἀμ-
φοτέρων τῶν μονάδων τούτων.

Εἰς τὰ σχήματα 18 καὶ 19 δίδεται παγκόσμιος χάρτης τῶν μέ-
σων μηνιαίων ἰσοθερμῶν καμπύλων εἰς βαθμοὺς Fahrenheit δι' ἓνα κα-
μερινόν καὶ ἓνα θερινόν μήνα.

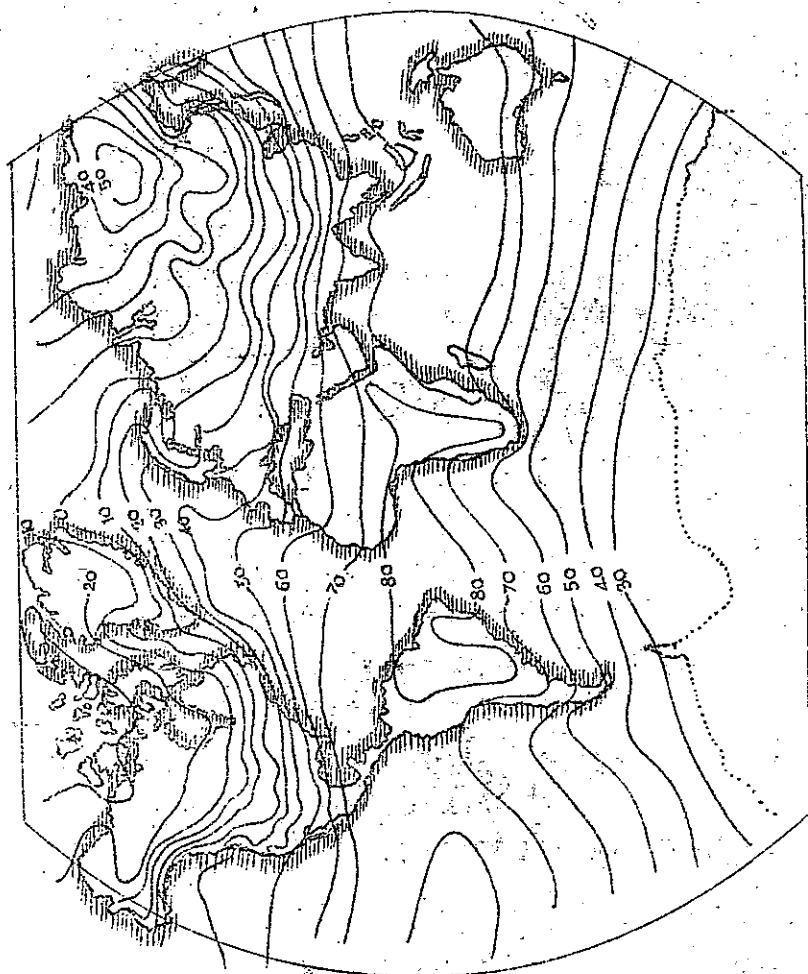
Εἰς τὰ σχήματα 20 καὶ 21 δίδονται μέσαι ὑπερετήσια μηνιαῖα
ἰσοθερμοὶ τῶν μηνῶν Ἰανουαρίου καὶ Ἰουλίου διὰ τὴν Ἑλλάδα (Μα-
ριολόπουλος).

2.2. Μεταβολαὶ τῆς θερμοκρασίας.

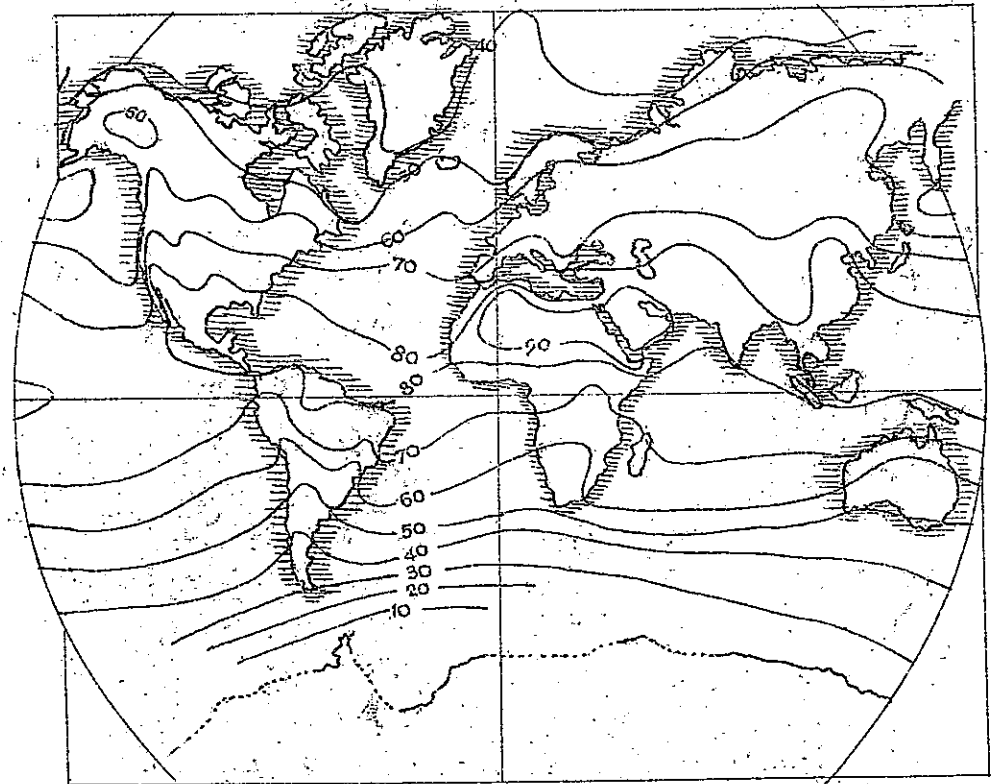
Εἰς οἰονδήποτε σημεῖον τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς αἱ θερμοκρα-
σιακαὶ συνθήκαι ἐξαρτῶνται ἀπὸ:

- α) τὴν ἔντασιν καὶ τὴν διάρκειαν τῆς προσπιπτούσης ἀκτινοβολίας
ἐξωθεν τῆς ἀτμοσφαιρας εἰς τὸ ὑπ' ὄψιν σημεῖον.

- β) τήν ἀπώλειαν τῆς ἀκτινοβολίας λόγω ἀνακλάσεως, διασπορᾶς καὶ ἀπορροφίσεως.
- γ) τὸ ποσοστὸν τῆς ἐπὶ τοῦ ἐδάφους προσπιπτούσης ἀκτινοβολίας ὅπερ ἀνακλᾶται (albedo).
- δ) τὴν φυσικὴν εὐστάσιν τῆς ἐπιφανείας (ἕρρα ἢ θάλασσα).
- ε) τὸ ἰσχυρὸν θερμότητος τῆς ἐπιφανειακῆς καὶ ἀτμοσφαιρικῆς (πρὸς τὴν γῆν) ἀκτινοβολίας.
- στ) τὰς ἐναλλαγὰς τῆς θερμότητος τὰς ὀφειλομένας εἰς ἐξάτμισιν, συμπύκνωσιν, πῆξιν καὶ τήξιν τοῦ ὕδατος.



Σχ. 18. Μέση μηνιαία θερμοκρασία τῆς ἐπιφανείας τῆς ἠαυτοῦ ἡμερῆς.

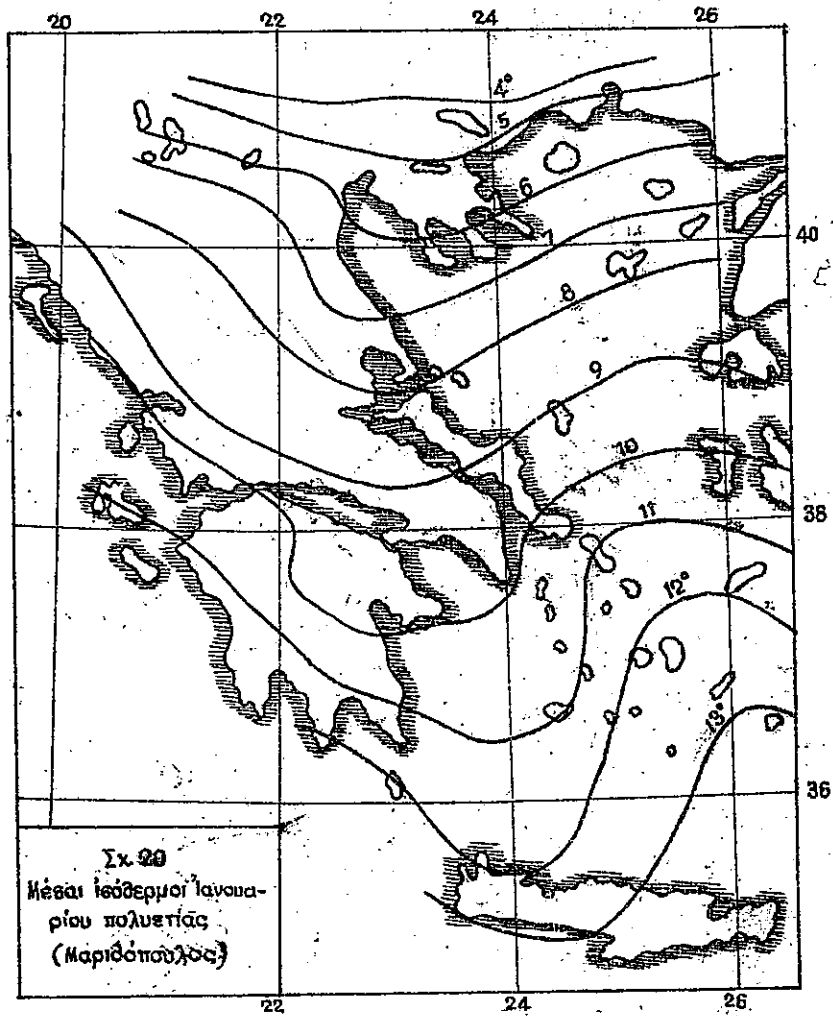


Σχ. 19. Μέση μηνιαία θερμοκρασία τῆς ἐπιφανείας τῆς ἠαυτοῦ ἡμερῆς.

- ζ) εἰσαγωγὴν ψυχρῶν ἢ θερμῶν συνθηκῶν ὑπὸ ὀριζοντιῶν ρευμάτων ἀέρος καὶ
- η) μεταφορὰν θερμότητος πρὸς τὰ ἄνω ἢ κάτω ὑπὸ κατακόρυφων ρευμάτων, ὑπὸ μεταφορᾶς θερμότητος (convection) ἢ ὑπὸ τοῦ στροβιλοειδοῦς (turbulence).

α) Παραπέρα δίδονται αἱ μέσαι ἐπίσται θερμοκρασίαι εἰς Ἑλλάδα καὶ γειτονικάς χώρας:

| | | |
|--------------|------------------------|-------------|
| Ἀθῆναι 17,7 | Κωνσταντινούπολις 14,1 | Ρώμη 15,3 |
| Κέρκυρα 17,8 | Σμύρνην 16,5 | Γένοβα 15,9 |

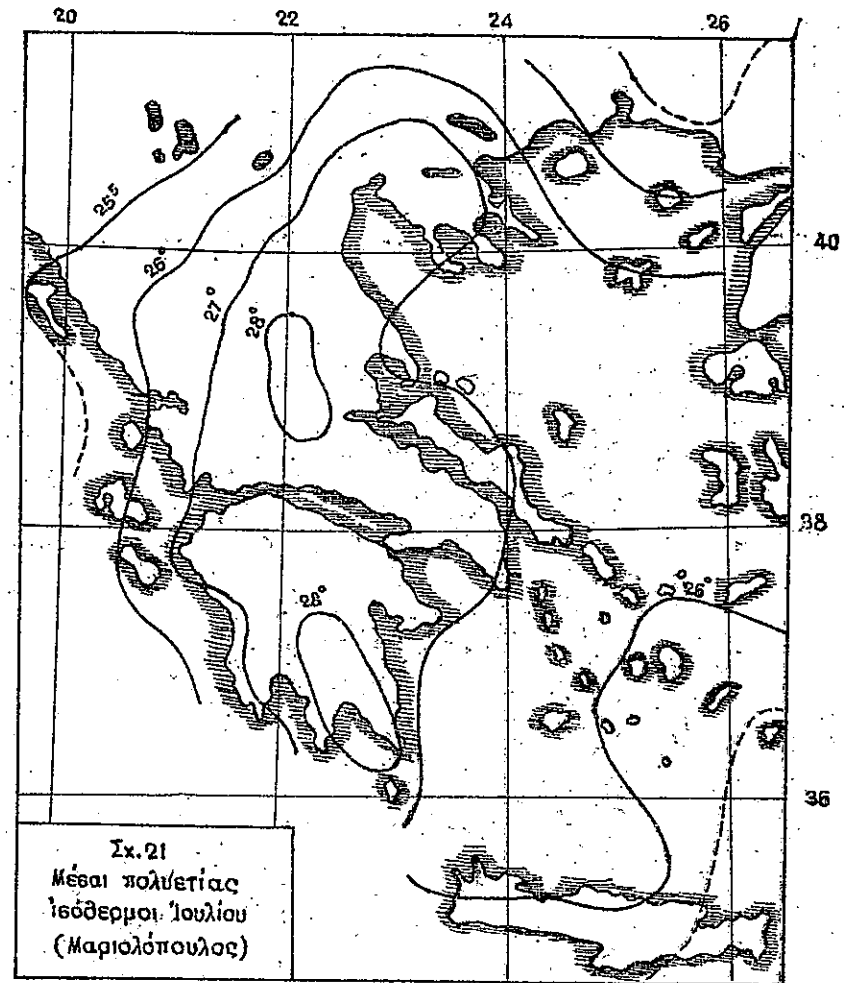


| | | | | | |
|----------|------|--------|------|-----------|-------|
| Θεσ/κη | 17,3 | Ραΐρον | 21,3 | Νίκαια | 15,7° |
| Χανιά | 18,2 | | | Μακεδονία | 14,3° |
| Ιωάννινα | 14,2 | | | | |

Ἐξ ἄλλου τὸ μέγιστον εὖρος ἐπεισίας διακυμάνσεως εἶναι εἰς

| | | | |
|----------|------|-------------|------|
| Ἀθήνας | 45,5 | Βουκουρέστι | 55,5 |
| | | Ιόφια | 52,3 |
| Τεργέστη | 37,2 | | |

ἢτοι μεγαλύτεραι διακυμάνσεις παρατηροῦνται εἰς τὰς ἠπειρωτικὰς πόλεις, ἢ εἰς τὰς παραλίους. Ὁ θερμικὸς ἰσημερινός, διὰ



τὸν αὐτὸν λόγον, εὐρίσκεται βορειότερον τοῦ ἰσημερινοῦ, λόγω τῶν ὑψηλοτέρων θερμοκρασιῶν εἰς τὰς ἠπειρωτικὰς (βλ. εκ. 18 καὶ 19).

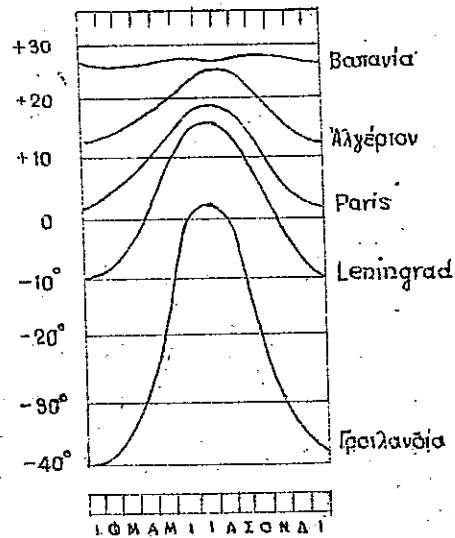
Ἡ ἐπιρροή οὐτῶν ὄρεων καὶ τῶν θαλασσῶν ἐμφαίνεται ὁμοίως εἰς τὰ ἐκρήματα 20 καὶ 21 ὅπου δεῖκνυται ἡ ἐδερχητικὴ ἐπιρροή τῆς θαλάσσης διὰ τὴν θερμοκρασίαν τόσοσιν κατὰ τὸ θερος (δροσερώτερον κλίμα) ὅσον καὶ κατὰ τὸν χειμῶνα (ἠλιαιότεραι θερμοκρασίαι). Ἐνπῶδα ἰσχύουν τὰ λεχθέντα διὰ τὴν ἀκτινοβολίαν (B. I. I. E.).

Αἱ ἀπόλυτοι ἀκραῖαι τιμαὶ ἐξ ἄλλου ἐμφανίζονται ἐπιπλέον κατὰ τὰ ἐπι τῶν παρατηρήσεων. Τὸ ἀπολύτως ἐλάχιστον παρατηρή-

θη εις Σιβηρίαν (Verkhoiansk) εις $-69^{\circ},8$ με μέγιστον $+31,5$ ήτοι εύρος : 101°

Εις Αθήνας τό παρατηρηθέν μέγιστον είναι $41,4^{\circ}$ και ελάχιστον $-6,9$ (εύρος $48^{\circ},3$).

Εις τό εκήμα 22 δίδονται αι επίσειαι διακυμάνσεις της θερμοκρασίας εις σταθμούς με διάφορα γεωγραφικά πλάτη.



Σχ. 22. Ετήσιαι μεταβολαί θερμοκρασίας εις διάφορα γεωγραφικά πλάτη.

προϋνται τούς μήνας Απρίλιον και Νοέμβριον. Εις τό εκήμα 23 δίδονται αι ήμερήσιαι διακυμάνσεις της θερμοκρασίας εις Παρισίους και δὴ διὰ μίαν θερινήν και μίαν χειμερινήν ήμέραν και συγκρίνονται αὐται πρὸς τὴν μέσῃν ετήσιαν ήμερησίαν διακύμανσιν. (βάσις τῶν διακυμάνσεων λαμβάνεται ἡ μέση ήμερησία θερμοκρασία τοῦ 24 ἡριου).

Ἐκ τοῦ εκήματος προκύπτει ὅτι αι θεριναί διακυμάνσεις (εις βαθμούς) ἐπὶ τῆς ήμέρας είναι μεγαλύτερα κατὰ τό θέρος ἢ κατὰ τὸν χειμῶνα.

β) Αἱ ήμερησίαι θερμοκρασίαι υφίστανται ὁμοίως μεγάλας διακυμάνσεις. Τά μέγιστα παρουσιάζονται μεταξύ τῆς 14^{ης} και 15^{ης} ὡρας εις τὰ ήπειρωτικά κλίματα και μεταξύ 13 και 14 εις τὰ παραθαλάσσια.

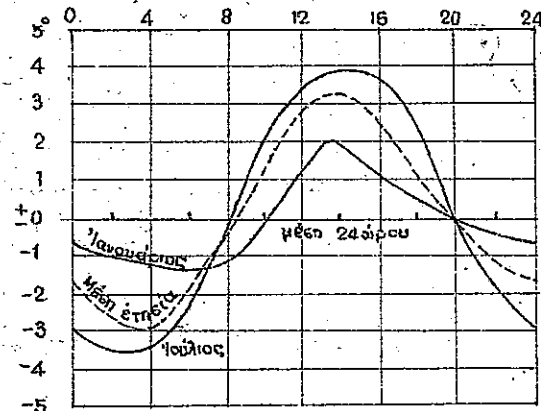
Αἱ ήμερησίαι διακυμάνσεις είναι μέγιστα εις τὸν ἰσημερινόν, ἐλαττούμεναι πρὸς τούς πόλους.

Εις Ἀττικὴν τό μέγιστον ήμερησίον εύρος είναι $20,9^{\circ}$ τό δὲ μέσον $8,02$. Αἱ μεγαλύτεραι διακυμάνσεις παρα-

β) Ἡ μεταβολή τῆς θερμοκρασίας καθ' ὕψος ἔχει συνήθως μίαν περίπου σταθεράν τιμὴν ὑπολογιζομένην εις ἐλάττωσιν $0,5^{\circ}$ κατὰ 100 μ. ὕψος.

Οὕτω μεταξὺ Ἀθηνῶν και Πάρηδος παρατηρήθησαν αι ακόλουθα διαφοραί :

| | Αύγουστος | Ἰανουάριος |
|--------------------|-----------|------------|
| Ἀθῆναι (+ 108,0) | 23,2 | 7,6° |
| Πάρηδος (+1412,0) | 12,2 | 0° |
| Διαφορὰ +1304,0 μ. | 11,0° | 7,6 |



Σχ. 23. Μέσαι ήμερησίαι διακυμάνσεις θερμοκρασίας τὸν χειμῶνα και τό θέρος.

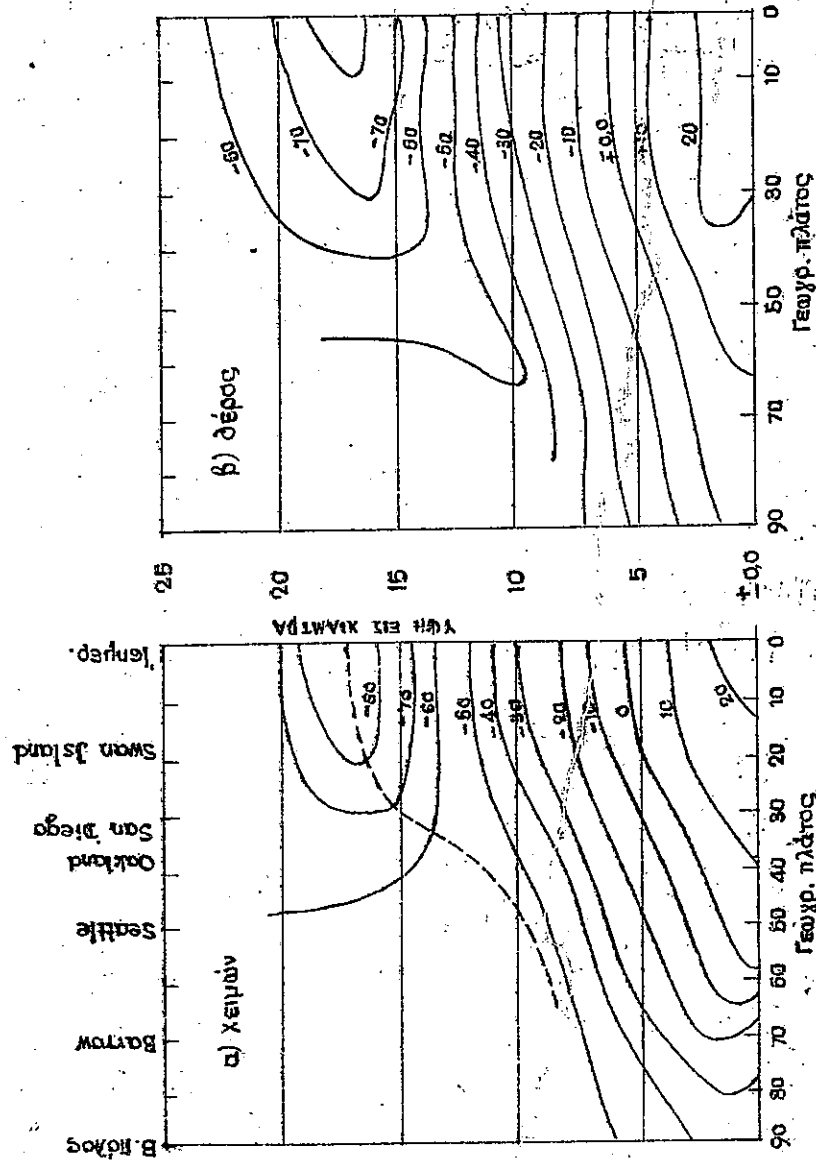
Αἱ διαφοραί αὐται είναι μεγαλύτεραι τὸν χειμῶνα ἢ τό θέρος ὡς και ἐπίσης είναι ἰσχυρότεραι τό ἀπόγευμα ἀπὸ τὴν νύκτα. Ἐξαρτῶνται ἐπὶ πλεον ἐκ τῶν προανατολισμοῦ τῆς κλιτύος.

Εἰς τὰ πολὺ ὑψηλά μέρη, ὅπου ὁ ἀήρ ἀραιότερος, ἢ ἀπ' εὐθείας ἀπορρόφησης τῆς θερμότητος είναι μικροτέρα

ἐπιτεινομένη και ἐκ τῆς μικροτέρας ποσότητος τῶν ἐν αἰερῆσει ὑλῶν ὕδατος κόνεως κ.λ.π. Ὡς ἐκ τούτου και ἡ ἀπώλεια θερμότητος είναι μικροτέρα και ἡ διακύμανσις τῆς θερμοκρασίας οὐκί μεγάλη και ἀνάλογος πρὸς τὴν ὑπεράνω τῶν θαλασσῶν. Ἡ διαφορὰ ὁμοῦς θερμοκρασίας ἀέρος και ἐδάφους είναι μεγάλη ($15-25^{\circ}$), διότι αι ἀκτι-

νες λόγω της αραιότητας της ατμοσφαιρας είναι αυταπικώτεροι και η ημερησία διακύμανσις της θερμοκρασίας του εδάφους είναι επίσης μεγαλύτερα.

Ομοίως μεγάλην διαφοράν θερμοκρασίας παρουσιάζουσιν αι υπό εικιάν επιφάνειαν του εδάφους ή των τεχνικῶν ἔργων πρὸς τὰς προσηλιαζομένας ταιούτας φθάνουσα ενίστε πολλὰς δε-

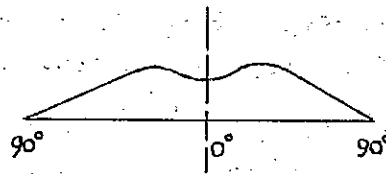


Σκ. 24. Μεταβολαί θερμοκρασίας μετὰ τοῦ ὕψους τῆς ατμοσφαιρας εἰς θαλάσσιον κλίμα (α) χειμῶνα καὶ (β) θέρους (Byers).

κάδας βαθμῶν. Διὰ τὸν ὡς ἄνω λόγον καταβάλλεται ὑπὸ τῶν μηχανικῶν προσπάθειά μειώσεως εἰς τὸ ἐλάχιστον τῶν πακῶν τῶν ἔργων διὰ τῆς μελέτης ενίστε πολυπρῶν κατασκευῶν.

Διὰ μεγάλα ὕψη τῆς ατμοσφαιρας ἡ διαφορὰ αὕτη ἐπιτείνεται ἐπι. Εἰς τὸ ἐκῆμα 24 δίδεται ἐγκαρεία τομὴ τῆς γῆς, ἐν ἀκαπτύξει βορείου μεσημβρινοῦ, ἐνθα ἐμφαίνονται αι μεταβολαί θερμοκρασίας καθ' ὕψος κατὰ τὸν χειμῶνα καὶ τὸ θέρος.

δ) Τὸ ὕψος τῶν αἰωνίων χιόνων ἀποτελεῖ ἐν ἐπι-



πλέον μέτρον τῆς καμῆλης θερμοκρασίας εἰς μεγάλα ὕψη. Οὕτω τὸ ὕψος τοῦτο εἶναι μηδὲν εἰς τοὺς πόλους, 500 μέτρα εἰς γεωγραφικ. πλάτος 78° (Spitzberg) καὶ αὐξάνει πρὸς τὸν ἰσημερινόν. Τὸ μέγιστον εἶ-

ναι εἰς τοὺς τροπικούς (βλ. ἐκ. 25).

Ρατωτέρω δίδεται τὸ ὕψος τῶν αἰωνίων χιόνων εἰς τινα ὄρη:

| | | |
|-----------------|-----------|------------------------|
| Kiliman Djaru : | πλάτος 3° | ὕψος 5800 βόρ. κλιτύες |
| | | 5300 met. " |
| Ἄνδεις : Peru : | " 15° | " 5.500 " |
| Χιλή : | " 45° | " 1.700 " |
| Ἄραράτ : | " 40° | " 4.400 " |
| Πυρηναιῖα : | " 43° | " 2.800 (βόρ. κλ.) " |
| Mont Blanc : | " 46° | " 2.700 (ὕψος+480μ.) " |
| Γροιλανδία : | " | " 1.000 " |

2.3. Ἀδιαβατικαὶ μεταβολαί τῆς θερμοκρασίας.

Ἐπὶ τῆς ατμοσφαιρας ἐφαρμόζονται οἱ νόμοι τῶν ἀερίων, κατὰ δὲ τὴν κίνησιν αὐτῆς καὶ οἱ νόμοι τῆς θερμοδυναμικῆς.

Ἐὰν καλέσωμεν : dE τὴν μεταβολὴν ἐσωτερικῆς ἐνεργείας ἀερίου dW τὸ ἔργον ὅπερ ἐξασκεῖται ἐπ' αὐτοῦ, καὶ (Φ. 3°)

dQ τὴν προσερχομένην θερμότητα

τότε ὁ πρῶτος νόμος τῆς θερμοδυναμικῆς δίδεται ὑπὸ τῆς ἐξίσωσης:

$$dE = dW + dQ \quad (1)$$

Ἡ μεταβολὴ θέσεως καθ' ὕψος τοῦ ἀέρος, συνεπαγομένη καὶ μεταβολὴν θερμοκρασίας, δύναται νὰ λάβῃ χώραν ευφάνως πρὸς τὸν ἀνω νόμον (1) ἐξ ἴσου ὅμως λαμβάνει χώραν καὶ ἁδ. β. α. τ. κ. ὡς ἦται ἢ ἀτμόσφαιρα μεταβάλλεται εἰς κῶρον θερμοκῶς μεμονωμένον εἰς τρόπον ὥστε θερμότης νὰ μὴ δύναται νὰ εἰσχωρήσῃ ἐντὸς αὐτοῦ οὔτε ἐξ αὐτοῦ νὰ μεταβιβασθῇ πρὸς τὰ ἔξω (ἐφαρμογαὶ λ.χ. εἰς μηχανὰς Diesel, εἰς μηχανὰς φύξεως), ὁπότε εἰς τὴν ἀνω ἐξίσωσιν $dQ = 0$. Εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν τὸ φαινόμενον τοῦτο εὐνοεῖται καὶ ὑπὸ τῆς μικρᾶς ἀγωγιμότητος τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος.

Τοιοιουτρόπως ἡ θερμοκρασία μάζης ξηροῦ ἀέρος ἀνερχομένου ἀδιαβατικῶς πῖπτει κατὰ 1°C περιπίου ἀνά 100 μ. ἀνοδοῦ, λόγῳ ἀδιαβατικῆς διαστολῆς αὐτοῦ. Οὕτω προκαλεῖται **δυναμικὴ ψύξις**, καὶ ἡ μονὰς πτώσεως τῆς θερμοκρασίας (1°C ἀνά 100 μ.) καλεῖται **ἀδιαβατικὴ μεταβολὴ θερμοκρασίας ξηροῦ ἀέρος** [dry-adiabatic lapse rate].

Τελείως ἀντιστοίχως ἀνέρχεται ἡ θερμοκρασία κατερχομένου ψυχροῦ ξηροῦ ἀέρος, λόγῳ αὐξήσεως τῆς πίεσεως καὶ συνεπειᾶ τῆς τῆς αὐτῆς ἀδιαβατικῆς συμπίεσεως αὐτοῦ κατὰ τὴν αὐτὴν τιμὴν, τοῦ 1°C ἀνά 100 μ. καθόδου, προκαλεῖται **δυναμικὴ θέρμανσις** τοῦ ξηροῦ ἀέρος.

Ἀνάλογον ἤδη φαινόμενον παρατηρεῖται καὶ εἰς κεικορεσμένον δι' ὑδρατμῶν ἀέρα. Κατὰ τὴν ἀνοδὸν ὅμως τοῦ ὑγροῦ ἀέρος ἢ προκαλουμένην δυναμικὴν ψύξιν προκαλεῖ ψύξιν τῶν ὑδρατμῶν, συμπίκνωσιν αὐτῶν καὶ ἀπελευθέρωσιν τῆς λανθανούσης ἐν αὐτοῖς θερμότητος (latent heat) ἢ τῆς ἀποθηκευθείσης κατὰ τὴν ἐξάτμισιν αὐτῶν.

Ἡ οὕτω ἐκλυομένη θερμότης μειώνει τὴν ψύξιν τῆς ἀνερχομένης μάζης τοῦ ἀέρος. Τοιοιουτρόπως ἡ τιμὴ τῆς ἀδιαβατικῆς μεταβολῆς

τῆς θερμοκρασίας κεικορεσμένου ἀέρος εἶναι μικροτέρα καὶ ἴση περιπίου πρὸς τὸ ἦμισυ τῆς τοῦ ξηροῦ ἀέρος (διὰ τὰ κατώτερα στρώματα τοῦλάχιστον τῆς τροποσφαιρας). Ἐξ ἄλλου ὅμως ἡ περιεκτικότης τοῦ ἀέρος εἰς ὑδρατμούς ἐλαττοῦται εἰς χαμηλὰς θερμοκρασίας καὶ ἐπομένως ἢ ἐκ τῆς συμπίκνωσεως ἐκλυομένη θερμότης εἶναι μικροτέρα εἰς τὰς ψυχρότερας μάζας τῆς ἀτμοσφαιρας. Συνεπειᾶ τούτου ἢ εἰς τὰς ψυχρὰς μάζας τιμὴ τῆς ἀδιαβατικῆς μεταβολῆς τῆς θερμοκρασίας τοῦ ὑγροῦ ἀέρος τείνει νὰ ἐξισωθῇ πρὸς τὴν τοῦ ξηροῦ ἀέρος.

3^{ον} Ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις

3.1. Γενικότητες.

Τὸ μίγμα τῶν ἀερίων ἐξ ὧν εὐγκείται ἡ ἀτμόσφαιρα ἔχει βάρος καὶ ἀσκεῖ ἐπὶ τῆς βάσεως αὐτοῦ ἀνάλογον ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν.

Ἡ ἐνδρασις τῆς ἀτμοσφαιρας, εἰς ἑκατοστιαίαν ἀναλογίαν ὄγκου ἔχει κατὰ τὸν B. Gutenberg ὡς ἐξῆς:

| | | | |
|-----------|---------|---|---------|
| Ἄζωτον | 78.070 | Ἄερα μεταβλητῆς ἀναλογίας | |
| Ὁξυγόνον | 20.950 | Ἰδρατμοί | 0-4 |
| Ἄργον | 0.940 | Διοξειδιον ἀνθρ. | 0-0,09 |
| Κρυσπτόν | < 0.010 | Ὄζον | < 0,001 |
| Υδρογόνον | < 0.005 | Ἔνενα λοιπὰ σῶματα: | |
| Ξένον | < 0.002 | Κόνις, καπνὸς, μικροοργανισμοί, χημικὰ ἄλατα. | |
| Νέον | 0.0015 | | |
| Ἡλίου | 0.0004 | | |

Τὸ βάρος τῆς ἀτμοσφαιρας εἰς τὸ ὕψος τῆς θαλάσσης, εἰς πλάτος 45° καὶ εἰς θερμοκρασίαν 0°C εἶναι 1,293 gr/lit. Ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις, διὰ μέσας συνθήκας, εἶναι:

1.033 kg/cm² = 1 at

καί ἀντιστοιχεί εἰς πίεσιν ἐπιπέδου ὑδροαρχύρου 760 χιλιοστών. Ἡ πίεσις αὕτη ἐλαττοῦται μετὰ τοῦ ὕψους, ἐφ' ὅσον μειοῦται ἡ ὑπερκειμένη ἀτμοσφαιρική ἐπιπέδη. Ἡ ἐλάττωσις τῆς πίεσεως ἔχει ὡς συνέπειάν τήν ἐλάττωσιν τῆς πυκνότητος τῆς ἀτμοσφαιρας καί ὡς ἐκ τούτου ἡ μεταβολή τῆς πίεσεως μετὰ τοῦ ὕψους κατ' ἀρχάς εἶναι ταχύτερα.

Ὁ κατωτέρω πίναξ δίδει τήν ἀτμοσφαιρικήν πίεσιν εἰς χιλιοστά ἐπιπέδου ὑδροαρχύρου διά διάφορα ὕψη καί διαφόρους θερμοκρασίας, ὑπό τήν προϋπόθεσιν πίεσεως τῆς θερμοκρασίας κατὰ 0,5° ἀνά 100 μ. ὕψους καί διά κεκορεσμένον ἐξ ὑδατῶν ἀέρα.

Θερμοκρασία

| Ὑψόμετρον, μ. | -15 | 0 | +15° | +30° |
|---------------|-----|-----|------|------|
| 0,0 | 760 | 760 | 760 | 760 |
| 500 | 711 | 719 | 715 | 713 |
| 1000 | 665 | 670 | 675 | 679 |
| 2000 | 581 | 590 | 598 | 606 |
| 3000 | 505 | 517 | 528 | 539 |
| 4000 | 439 | 453 | 466 | 479 |
| 5000 | 380 | 395 | 410 | 424 |
| 10000 | 176 | 193 | 209 | 224 |

Εἰς τὰ ὅρια τῆς ἀτμοσφαιρας καί μέχρι ὕψους 65 km ἡ πίεσις ἀνέρχεται εἰς 0,05 χιλιοστά ὑδροαρχύρου.

Ἡ ἐκείσε μεταξὺ τῶν ἀτμοσφαιρικῶν πίεσεων B καί b (εἰς χιλιοστά Hg) δύο σημείων εὐρισκομένων ἐπὶ ἐπιπέδου ἔχουσιν ὑψομετρικήν διαφορά H (εἰς μ) διά μέσσην θερμοκρασίαν t_m (εἰς βαθμούς °C) δίδεται ὑπὸ τοῦ τύπου.

H = 18400 (1 + t_m / 273) (log B - log b)

ὅπου δίδομένων τῶν τριῶν μεγεθῶν εὐρίσκεται τὸ τέταρτον.

Ἡ ἀτμοσφαιρική πίεσις εἰς τοὺς συγχρόνους μετεωρολογικούς χάρτας δίδεται εἰς χιλιοστοβάρα (millibar, mb) ὅπου:

1 mb = 1/1000 bar = 1000 Dyn/cm² (1 bar = 1 x 10⁶ Dyn/cm²)

ἔχομεν ὅθεν:

1 atm = 760 mm Hg = 1033,6 x 980,6 = 1.013.250 Dyn = 1,01325 b = 1013,25 mb.

καί 1 mm Hg = 1,332 mb ἢ 1 mb = 0,75006 mm Hg.

Ἡ ἀντιστοιχία χιλιοστοβάρων πίεσεως καί ὕψους τῆς ἀτμοσφαιρας ἔχει ὡς ἑξῆς:

| | | | | | | |
|----|------|------|-------|-------|-------|-------|
| mb | 1000 | 500 | 225 | 96 | 40,96 | 17,48 |
| H | ≈ 0 | 5500 | 11950 | 18750 | 25550 | 32400 |

3.2. Μέτρησις τῆς ἀτμοσφαιρικής πίεσεως.

Ἡ μέτρησις τῆς ἀτμοσφαιρικής πίεσεως γίνεται διά τῶν βαρομέτρων κατατασσόμενων εἰς τοὺς ἑξῆς τύπους:

α) Ὑδροαρχυρικά μανόμετρα τὰ καί ἀκριβέστερα (τύποι: Fortin, Renou, Gay-Lussac).

β) Μεταλλικά βαρόμετρα, ἐπιρριζόμενα εἰς τήν ἀλλαγὴν τοῦ ἐκνήματος κοίλων μεταλλικῶν δοχείων ὑφισταμένων τήν πίεσιν τῆς ἀτμοσφαιρας. (Ἀνεροειδῆ βαρόμετρα). Τὰ δοχεῖα εἶναι κυλινδρικά (μέ κυματιστὸν ἔλασμα ὀροφῆς ἢ καί παρεῖων, φερόντα ἐσωτερικῶς ἐλατήρια) ἢ ἐνίοτε δακτυλιδοειδῆ ἐκ μεταλλικοῦ σωλήνος.

γ) Ὑψομετρικά θερμομέτρα, βασιζόμενα εἰς τὴν ἀρχὴν ὅτι τὸ ὕδωρ βράζει εἰς θερμοκρασίαν καθ' ἣν οἱ ἀτμοὶ αὐτοῦ ἔχουν τὴν πίεσιν τῆς ἀτμοσφαιρας. Διὰ ἀκριβοῦς ὄθεν προσδιορισμοῦ τῆς θερμοκρασίας βρασμοῦ εἰς ἕκαστον τόπον καί τῆς ἀναχνώσεως ἐξ ὑπαρχόντων πινάκων τῆς τάσεως ὑδατῶν εἰς τὴν παρατηρουμένην θερμοκρασίαν βρασμοῦ, εὐρίσκομεν τὴν ἀτμοσφαιρικήν πίεσιν.

Διὰ τὴν ἔχωμεν συνεχῆ τὴν πορείαν τῆς ἀτμοσφαιρικής πίεσεως ἐνός χρόνου χρῆσιμοποιοῦμεν αὐτὸ γ ρ α φ α βαρόμετρα ἢ

βαρογράφους (βλ. εκ. 27).

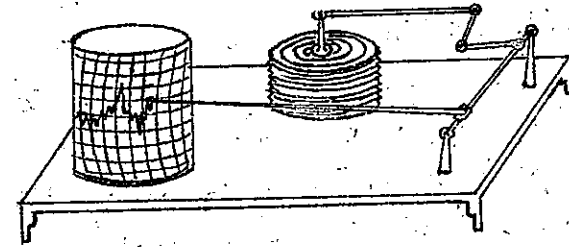
3.3. Μεταβολαί τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως καὶ καταγραφή αὐτῶν.

Ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις συνήθως μετὰ τῶν ἄλλων ὁμοῦ ἀτμοσφαιρικῶν φαινομένων φέρεται εἰς χάρτας, ἔνθα ἐνοῦνται τὰ σημεῖα μὲτ' αὐτὴν πίεσιν καὶ χαράσσονται οὕτω αἱ ἰσοβαρεῖς καμπύλαι (βλ. εκ. 26).



Σχ. 26. Καιρικός χάρτης τῶν Η.Π.Α. δεικνύων τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν εἰς χιλιοστόβαρα (ἀνηχυσμένην εἰς στάθμην θαλάσσης) τὰ μέγιστα τῶν πιέσεων (H, σπικυκλώνες) τὰ ἐλάχιστα αὐτῶν (L, κυκλώνες) καὶ τὰς κατευθύνσεις τῶν ἀνέμων.

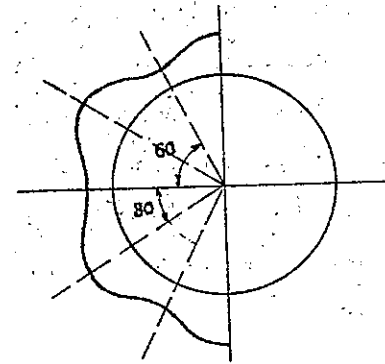
Ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις ὑφίσταται ἡμερησίως διακυμάνσεις παρουσιάζουσα δύο μέγιστα καὶ δύο ἐλάχιστα ἐντὸς τοῦ εἰκοσιτετραώρου ἐξαρτώμενα ἀπὸ τὰς γενικὰς μετεωρολογικὰς συνθήκας (γεωγραφικὸν πλάτος, διανομὴ ἀκτινοβολίας καὶ θερμοκρασίας, τοπογραφικὰς συν-



Σχ. 27. Βαρογράφος.

θήκας κλπ.)

Αἱ ἐτήσιαι διακυμάνσεις, ὀφείλονται ἐπίσης εἰς τὰ αὐτὰ αἴτια. Γεωγραφικαὶ διακυμάνσεις τῆς πίεσεως παρατηροῦνται ὁμοίως, ὡς εἰς εκ. 28, ὅπου ἐμφανίζονται τὰ μέγιστα τῆς πίεσεως εἰς πλάτη 30° καὶ τοὺς πόλους καὶ ἐλάχιστα εἰς πλάτη 60° καὶ τὸν ἰσημερινόν.



Σχ. 28. Μεταβολαί πίεσεως μετὰ τοῦ πλάτους.

Συγκρίνοντας τὰς πιέσεις μετὰ τῶν θερμοκρασιῶν παρατηροῦμεν ὅτι αἱ ἀπολύτως μέγιστα πιέσεις ἐμφανίζονται ὅπου καὶ αἱ ἐλάχισται θερμοκρασίαι (χειμῶν εἰς Σιβηρίαν) αἱ δὲ ἀπολύτως ἐλάχισται πιέσεις ὄθρου αἱ μέγιστα θερμοκρασίαι (θέρους εἰς κεντρικὴν Ἀσίαν).

4^{ον} Ἄνεμοι

4.1. Δημιουργία τῶν ἀνέμων καὶ μορφαί ροῆς αὐτῶν.

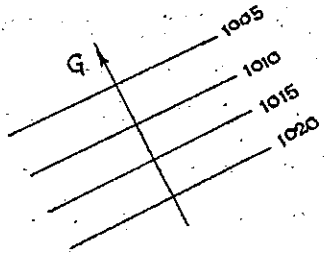
Τὸ κύριον αἴτιον δημιουργίας ροῆς τῶν μορίων τῆς ἀτμοσφαιρας, ὡς εἶδομεν ἤδη, ἀποτελεῖ ἡ μεταβολὴ τῆς βαρομετρικῆς πίεσεως, ἧτις πάλιν προέρχεται κυρίως ἀπὸ τὰς

μεταβολής της θερμοκρασίας.

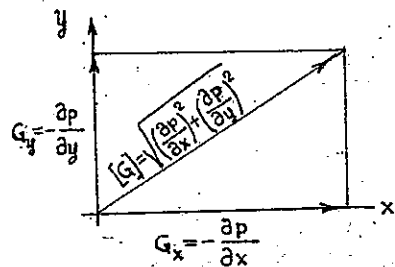
Τα δύο ταύτα μεγέθη αλληλεπηρεάζονται έξ' αλλου από τας κινήσεις της γης, τό γεωγραφικόν πλάτος, τήν διανομήν ήπειρων και θαλασσών.

Αι κύριαι δυνάμεις δια τήν κίνησιν των μορίων είναι ή μεταβολή της πίεσεως και αι εκ της περιστροφής της γης προκύπτουσαι δυνατόν δέ αυται, αναλυτικώς εξεταζόμεναι να δώσουν τήν βάση του πρώτου υπολογισμού της ροής των ανέμων.

α) Μεταβολή των πιέσεων. Η μεταβολή των πιέσεων χαρακτηρίζεται, ως γνωστόν και εκ της υδρομηχανικής, δια της κλίσεως της πιεζομετρικής γραμμής, ήτις ενταύθα διδεται δια της απόστασεως των ισοβαρών καμπύλων. (βλ. εκ. 26).



Σκ. 29. Ισοβαρείς, κλίσεις πίεσεως και διάνυσμα ταχύτητας.



Σκ. 30. Συνιστώσαι της πίεσεως.

$$F_x = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} \quad \text{και}$$

$$F_y = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y}$$

Είς τό εκήμα 29 δίδονται ισοβαρείς καμπύλαι είς χιλιοστόβαρα και G ή είς τήν μονάδα του όγκου δύναμις ή προκύπτουσα εκ της πιεζομετρικής διαφοράς.

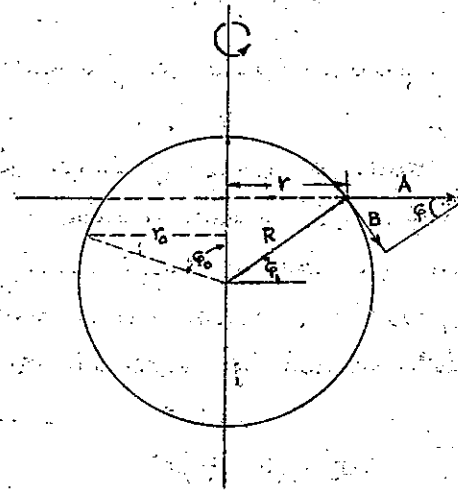
Η είς τήν μονάδα της μάζης δύναμις έσται $\frac{1}{\rho} G$ (ένθα ρ ή πυκνότης) και θα ισούται αυτη με:

$$\frac{1}{\rho} G = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial n}$$

ένθα $\frac{\partial p}{\partial n}$ θα είναι ή μεταβολή των πιέσεων p κατά τήν κάθετον (n) επί αυτών κατεύθυνείν. Η δύναμις αυτη θα έχη συνιστώσας κατά τας δύο καρτεσιανάς συντεταγμένους (βλ. εκ. 30).

β). Δυνάμεις λόγω της περιστροφής της γης.

Εάν εν μόριον της ατμοσφαιρας ακινητη παρά τήν επιφάνειαν της γης, τούτο θα περιστρέφεται μετ' αυτης ή δε προς τους πόλους συνιστώσα της πραγματικής έλξεως θα ισορροπείται υπό της προς τον ισημερινόν συνιστώσης της κεντροφύχου δυνάμεως (βλ. εκ. 31). Εάν τό μόριον τούτο ήδελεν τεθεί είς ορετικόν προς τήν γήν κίνησιν, τότε θα εμφανίση τούτου φαινομενικήν κίνησιν ως προς ταύταν.



Σκ. 31. Κινητόν μόριον επί της στρεφόμενης γης.

Εστω ότε μόριον τι, είς βάρεισιν γεωγραφικόν πλάτος φ κείμενον, κινείται είς τόν παράλληλον του κύκλον με ταχύτητα u εκ δυερών. Εστω u ή περιφερειακή ταχύτης της γης είς τό σημείον αυτό:

$u = r \cdot \Omega$ ένθα Ω ή σταθερά της γης γωνιακή ταχύτης.

Τό υπ' όφιν μόριον, λόγω του δυτικου ανέμου, υφίσταται φαινομενικήν κεντροφύχον έπιτάχυνσιν λόγω της νυν μεγαλύτερας αυτου ταχύτητος. Η ολική κεντροφύξ δύναμις A έχει συνιστώσαν προς τον ισημερινόν B τεινοίσαν να έκκεφενδονίση τό μόριον είς μικρότερον πλάτος, με κατεύθυνσιν B → N. Η δύναμις αυτη B έσται:

$$B = A \cdot \eta \mu \phi = (u + u')^2 \frac{\eta \mu \phi}{r} \quad \text{ήτοι:}$$

$$(1) \quad B = \frac{u^2}{r} \eta \mu \phi + \frac{2u \cdot u' \eta \mu \phi}{r} + \frac{u'^2 \eta \mu \phi}{r}$$

Ο πρώτος όρος της εξισώσεως ισορροπούμενος, ως άνωτέρω έλέχθη, υπό της πρός τον πόλον συνιστώσης της πραγματικής έλξεως.

ἀπαλείφεται. Ο τρίτος όρος εἰς ἄλλου, παριστῶν τὴν κεντρούχου δύναμιν τοῦ μορίου κινουμένου ἐπὶ ἀκίνητου ἕως γῆς, εἶναι πολὺ μικρὸς (μέγισται εὐνήθεις τιμαὶ τοῦ ἀνέμου $u = 80$ κιλ/ώραν, ἐναντι $U = 840$ κιλ/ώραν εἰς τὸ πλάτος $\varphi = 60^\circ$) καὶ παραλείπεται. Ἐχομεν ὁδὸν, μὲ ἀρκετὴν προσέγγισιν.

$$(1') \quad B = \frac{2u \cdot \eta \cdot \mu \cdot \varphi}{r} = \frac{2u \cdot r \cdot \Omega \cdot \eta \cdot \mu \cdot \varphi}{r} = u \cdot 2\Omega \eta \mu \varphi.$$

ἔνθα. $2\Omega \eta \mu \varphi = f$ [σεκ'] ἡ γνωστὴ παράμετρος τοῦ G. Coriolis (Paris 1884) (βλ. ἀνωτέρω Α.2.ε.).

Θεωρήσωμεν ἥδη μῦρον εἰς πλάτος φ_0 ($r_0 = R \eta \mu \varphi_0$) βαῖνον μετὰ ταχύτητα (κατὰ τὸν μεσημβρινὸν του) u πρὸς ἐπιπέδον πλάτους φ ($r = R \eta \mu \varphi$) ὅπου ἀπακτᾶ συνιστάσθαι τῆς ταχύτητος του ἐκδυσμῶν πρὸς ἀνατολὰς ἴσην μετὰ u . Τότε ἐξ ὅσων ἡ ἀπόλυτος γωνιακὴ ποσότης κινήσεως παραμένει σταθερὰ δι' ἔχωμεν τὴν ἐξίσωσιν:

$$\Omega r_0^2 = (\Omega + \omega) r^2 \quad \eta \quad \Omega r_0^2 = \left(\Omega + \frac{u}{r}\right) r^2$$

ἢτοι (2) $u = \frac{\Omega r_0^2}{r} - \Omega r$ καὶ ἡ φαινομενικὴ ἐπιτάχυνσις πρὸς ἀνατολὰς διὰ εἶναι

$$(3) \quad \frac{du}{dt} = -\frac{\Omega r_0^2}{r^2} \frac{dr}{dt} - \Omega \frac{dr}{dt}$$

Καλοῦντες k τὴν σταθερὰν ποσότητα Ωr_0^2 λαμβάνομεν:

$$(4) \quad \frac{du}{dt} = -\left(\frac{k}{r^2} + \Omega\right) \frac{dr}{dt}$$

καὶ ἔχοντες: $r = R \eta \mu \varphi$, $\frac{dr}{dt} = -R \eta \mu \varphi \frac{d\varphi}{dt}$ καὶ $\frac{k}{r^2} = \Omega + \omega = \Omega + \frac{u}{r}$

λαμβάνομεν:

$$\frac{du}{dt} = (\omega + 2\Omega) u \eta \mu \varphi \quad \text{καὶ ἐπειδὴ } \omega \ll \Omega$$

$$(5) \quad \left\{ \begin{array}{l} \frac{du}{dt} = 2\Omega \eta \mu \varphi \cdot u = u \cdot f \\ \frac{dv}{dt} = -2\Omega \eta \mu \varphi \cdot u = -u \cdot f \end{array} \right\} \quad \text{ἐνῶ εὐρομεν (1')}$$

ὅπου ὁ θετικὸς ἄξων τῶν x πρὸς ἀνατολὰς καὶ τῶν y πρὸς βορρᾶν, ἄρα $+u$, $+v$ παριστῶν ἀνέμους πνέοντας πρὸς βορρᾶν καὶ ἀνατολὰς καὶ $-u$, $-v$ πνέοντας πρὸς νότον καὶ δυσμᾶς.

γ). Συνισταμένη πιέσεων καὶ περιτροφῆς, Γεωστροφικοὶ ἄνεμοι.

Ἡ συνισταμένη τῶν δύο ὡς ἀνω κατηγοριῶν δυνάμεων, ἐξασκουμένη ἥδη ἐπὶ τῶν μορίων διδὲν εὐθέτων κινήσιν διδομένην ὑπὸ τῶν ἐξισώσεων:

$$\left. \begin{array}{l} -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} = -2\Omega u \eta \mu \varphi = -f \cdot u \\ -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y} = +2\Omega v \eta \mu \varphi = +f \cdot v \end{array} \right\} \eta \quad \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} = 2\Omega \eta \mu \varphi \cdot C$$

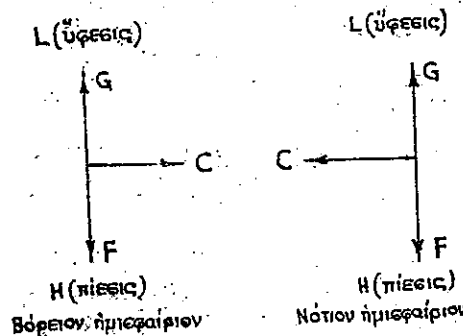
$$\eta \quad \boxed{C = \frac{G}{\rho f}} \quad (6)$$

ἔνθα C ἡ συνισταμένη ταχύτης καὶ $G = -\frac{\partial p}{\partial x}$

Οἱ ἄνεμοι οὗτοι προσερχόμενοι ἐκ τῆς διαφορᾶς τῶν πιέσεων καὶ

τῆς κεντρούχου δυνάμεως τῆς γῆς ἐπὶ τῆς ταχύτητος τοῦ ἀνέμου καλοῦνται, γεωστροφικοὶ ἄνεμοι.

Εἰς τὸ βόρειον ἡμισφαίριον ἡ κατεύθυνσις τῶν ἀνέμων τούτων εἶναι κάθετος εἰς τὴν κατεύθυνσιν τῶν ἴσων καὶ ἀντιθέτων τῶν δύο ἐνεργουσῶν δυνάμεων G (κλίσις τῆς πίεσεως) καὶ F (δύναμις λόφου γῆνης περιτροφῆς).



Σκ. 32. Κατεύθυνσις γεωστροφικῶν ἀνέμων.

Τοιοῦτοτρόπως οἱ ἄνεμοι βαίνουσι τελικῶς παράλληλοι πρὸς τὰς ἰσοβαρεῖς γραμμὰς καὶ οὐκ κάθετοι (βλ. καὶ εἰκὼν 26).

Οἱ γεωστροφικοὶ ἄνεμοι εἶναι μεγαλύτεροι, ὅσον αἱ ἰσο-

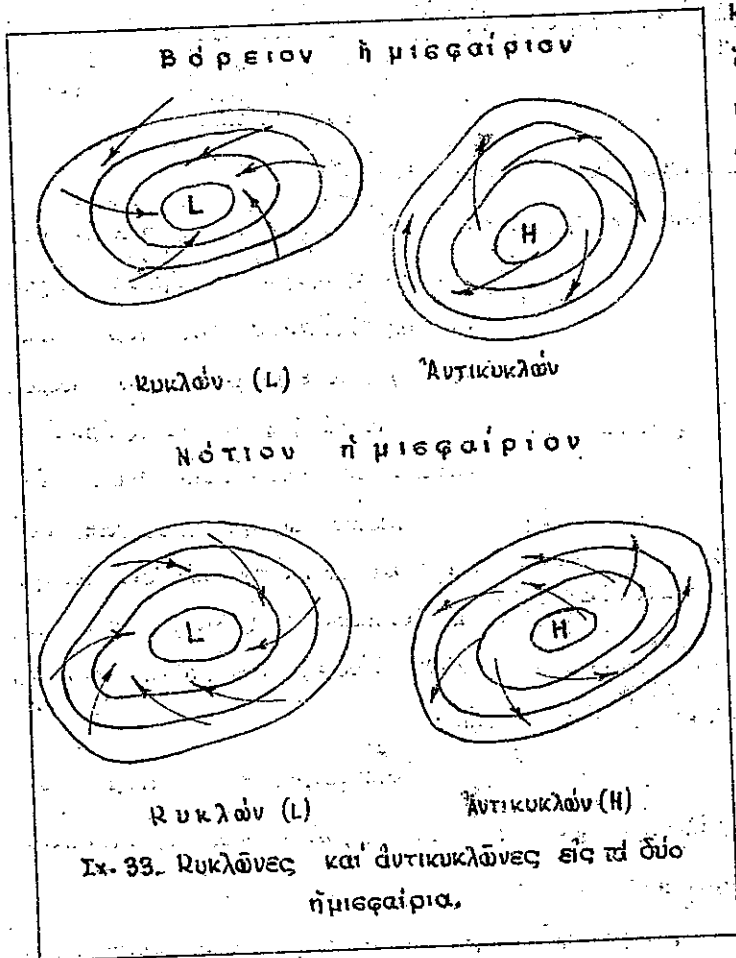
βαρείς καμπύλαι είναι πλησιέστεραι, τὸ γεωγραφικὸν πλάτος μικρότερον καὶ ἡ πυκνότης ἀραιότερα.

Ἐκ τοῦ ἀνωτέρω σχήματος προκύπτει καὶ ὁ νόμος τοῦ Buys Ballot:

Ἐν ἴσταται ὡς εἰς τὸ Β. ἡμισφαίριον μετὰ τὰ νῆα πρὸς τὸν ἄνεμον, ἡ πίεσις εὐρίσκεται δεξιὰ ἢ δεῦξις ἀριστερά· εἰς τὸ Ν. ἡμισφαίριον ἡ πίεσις εἶναι δεξιὰ καὶ ἡ πίεσις ἀριστερά. (βλ. καὶ σχῆμα 33).

δ). Κυκλώνες καὶ ἀντικυκλώνες:

Ἐκ τῶν ἀνωτέρω προκύπτει ὅτι ἡ ροὴ τῶν ἀνέμων ἀπὸ εὐθύγραμμου γίνεται κυκλική· αἱ προκύπτουσαι κλεισταὶ καμπύλαι τροχιαὶ ὅταν ἔχουν εἰς τὸ κέντρον αὐτῶν χαμηλὴν πίεσιν (ὑψοῦσιν, Low) καλοῦνται



κυκλώνες,

ὅταν δὲ ἔχουσιν

κέντρον τὴν ὑψη-

λὴν πίεσιν (πίε-

σιν H) καλοῦνται

ἀντικυκλώ-

νες. Ἡ φορά

τούτων εἶναι δι-

φορος εἰς τὸ βό-

ρειον ἢ τὸ νότιον

ἡμισφαίριον, ὡς

ἐμφαίνεται εἰς τὸ

σχῆμα 33.

Οἱ κυκλώνες

ἔχουν συνήθως διά-

μετρον ἑκατοντά-

δας τινας χιλιο-

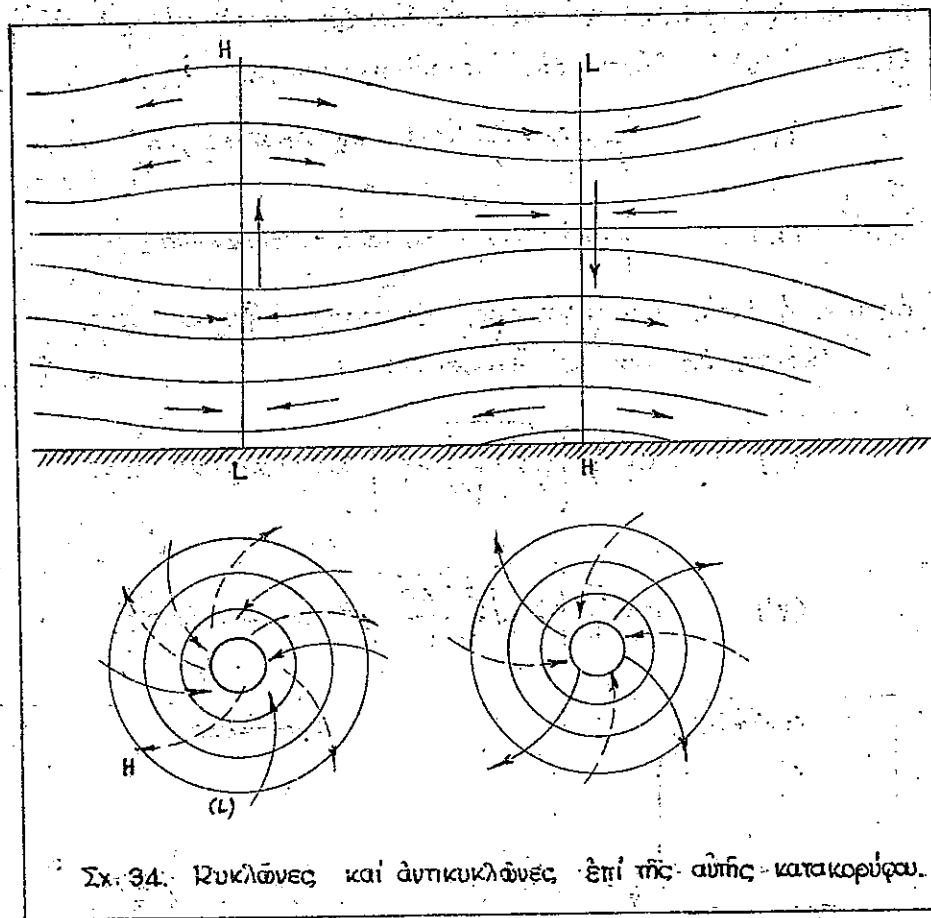
μέτρων, οἱ δὲ ἀν-

τικυκλώνες εἶναι

κατὰ τι μεγαλύτεροι καὶ πλέον ἐπιμήκεις, ἔχοντες ἐνίοτε κατὰ τὸν μεγαλύτερον ἄξονα μῆκος φθάνον τὰς 3.000 χιλιόμετρα.

Ἐνίοτε ὁ πολὺς κόσμος καλεῖ κυκλώνας ἰσχυρὰς καταγίδας μικρᾶς διαμέτρου, αἵτινες πρέπει νὰ καλοῦνται τυφῶνες.

Οἱ κυκλώνες καὶ ἀντικυκλώνες δύνανται νὰ εἶναι ἀντίθετοι εἰς τὴν αὐτὴν θέσιν κατὰ διάφορα ὕψη, ὡς ἐμφαίνεται εἰς τὸ σχῆμα 34, ἀναγόμενον εἰς τὸ Β. ἡμισφαίριον.



Τὸ κύριον εἶμα τῶν κυκλώων εἶναι συνήθως ψυχρὸν, τὸ δὲ τῶν ἀντικυκλώων σχετικῶς θερμὸν. Δι' αὐτὸ καὶ ἡ βροχὴ ἥτις ἐμφανίζεται ἐντὸς τῶν κυκλώων ὀφείλεται εἰς κινήσιν τοῦ ἀέρος πρὸς τὰ ἀνω, οὗτω οὗτος ἀποτανούται ψυχόμενος, ἐνῶ ἀντιθέτως οἱ ἀντικυκλώνες, διὰ

της προς τα κάτω κινήσεως, εκ των άνω, φέρουσιν αϊθρία ν.

ε) Κεντροφυγική δύναμις του ανέμου. Άνεμοι κλίσεως.

Κατά την περιδίνεσιν του ανέμου την όφειλομένην εις τας δύο εν αυτώ ενεργούσας δυνάμεις (§§ α και β) αναπτύσσεται και κεντρομόλος δύναμις επί των μορίων δι' ην εις την μετεωρολογίαν συνήθως λαμβάνεται η αντίστοιχος αυτής κεντροφύξ. δύναμις. Η δύναμις αύτη ($\frac{C^2}{r}$) επιπροστίθεται εις τας δύο προηγουμένας και η έξισωσις (6) λαμβάνει τας ακόλουθους μορφάς :

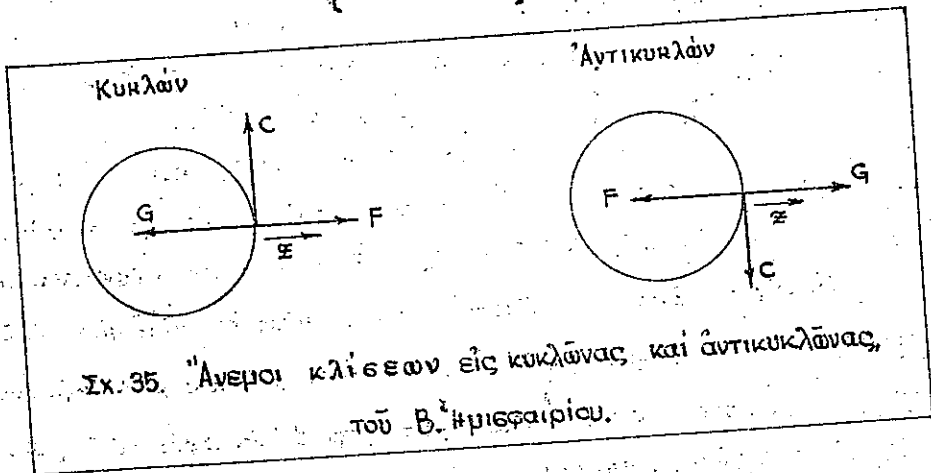
$$(6') \quad \frac{G}{\rho} = f \cdot c + \frac{C^2}{r} \text{ διὰ τούς κυκλώνας } \eta'$$

$$(6'') \quad \frac{G}{\rho} = f \cdot c - \frac{C^2}{r} \text{ διὰ τούς αντικυκλώνας}$$

όπου r η ακτίς καμπυλότπου της πραγματικής κινήσεως. Λύοντες ως προς C , έχομεν :

$$(7) \quad C = \frac{r}{2} \left[\sqrt{f^2 + \frac{4G}{\rho r}} - f \right] \text{ διὰ κυκλώνας και}$$

$$(7') \quad C = \frac{r}{2} \left[f - \sqrt{f^2 - \frac{4G}{\rho r}} \right] \text{ διὰ αντικυκλώνας.}$$



Σχ. 35. Άνεμοι κλίσεων εις κυκλώνας και αντικυκλώνας του Β. ημισφαιρίου.

Ο άνεμος με ταχύτητα C τώρα καλείται άνεμος κλίσεως (gradient wind) προκύπτει εκ των τριών συνιστασών δυνάμεων (κλίσις πιέσεων G , Coriolis F , κεντροφύξ). ως παρίσταται γραφικώς εις τό εκήμα (35).

στ.) Εύληριοι άνεμοι.

Εις τούς τροπικούς κυκλώνας μεγάλης έντάσεως και μικρού γεωγραφικού πλάτους η γεωτροφική δύναμις είναι πολύ μικρά ($\phi \rightarrow 0$) και επομένως η κλίσις της πιέσεως ίσορροπείται μόνον υπό της κεντροφύχου δυνάμεως του άέρος. Τότε έχομεν :

$$(8) \quad \frac{G}{\rho} = \frac{C^2}{r} \text{ και } C = \sqrt{\frac{rG}{\rho}} \quad (8')$$

Λόγω της τετραγωνικής ρίζης του G , εμφανίζεται ότι η ταχύτης C δέν δύναται να έχη πραγματική τιμήν εάν η G έχη αρνητικήν τιμήν, ήτοι όταν η διανομή των πιέσεων είναι άντικυκλωνική, όπόθεν συμπεραίνομεν ότι οι αντικυκλώνας δέν πραγματοποιούνται ως σταθερά συστήματα εις μικρά γεωγραφικά πλάτη.

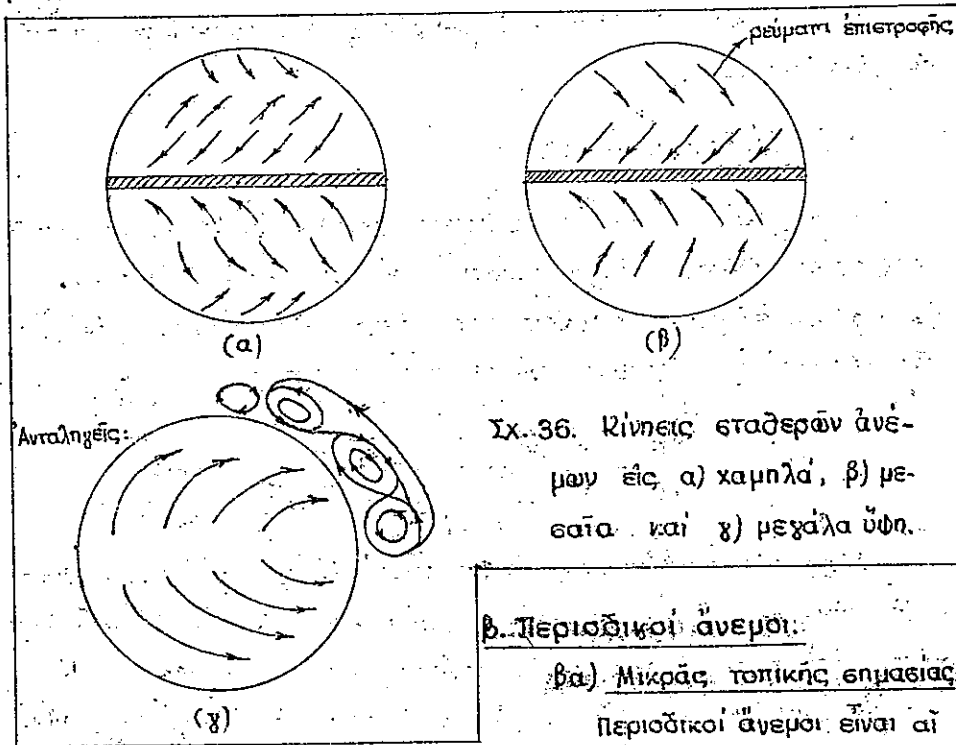
4.2. Κατηγορίαι άνέμων.

Οι άνεμοι διακρίνονται εις διαφόρους κατηγορίας δυνάμενας να καταταχθωσιν εις τας ακόλουθους ομάδας :

- α) Σταθεροί
- β) Περιοδικοί
- γ) Τοπικοί
- και δ) κυκλώνες.

α. Σταθεροί άνεμοι. Ούτοι όφείλονται κυρίως εις τ' έν γενικαίς γραμμαίς αίτια της κυκλοφορίας των ανέμων επί της γης και δέν έπηρεάζονται από τοπικάς ή εποχιακάς συνθήκας. Εις τούς άνέμους τούτους κατατάσσονται οι άνωτέρω λεπτομερώς έξετασθέντες άληγεις άνεμοι (passat, trade-winds, alizes) έχοντες διαφόρους μορ-

φας εις τα διαφορα ύψη και εμφανιζόμενοι ως ανταληγεις εις
μεγάλα ύψη βλ. εκ. 36.



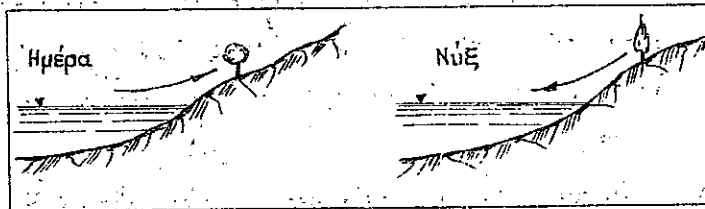
Σχ. 36. Κινήσεις σταθερών ανέμων εις α) χαμηλά, β) μεσαία και γ) μεγάλα ύψη.

β. Περιοδικοί άνεμοι.

β.α) Μικράς τοπικής σημασίας.

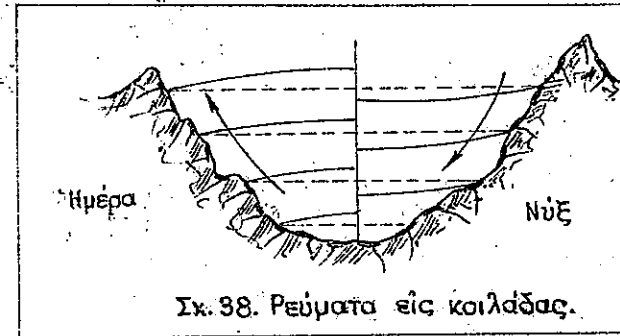
Περιοδικοί άνεμοι είναι αι

αύρα αιτίνας όφειλονται εις την διαφοράν θερμοκρατικού της ξηράς και της θαλάσσης και πνέουν την ημέραν προς την ξηράν (ένθα άνερχεται η θερμοκρασία και έλαττούται η πίεσις) την δε νύχτα προς την θαλάσσαν (ήτις είναι θερμοτέρα) ως εμφανίζεται εις τό εκήμα 37.



Σχ. 37. Θαλασσία και απόγειος αύρα.

Όμοιον φαινόμενον δύναται να παρατηρηθή εις κλειστάς κοιλάδας ένθα αι μικροτέρου ύψους ατμοσφαιρικοί επήλοι του άερος



Σχ. 38. Ρεύματα εις κοιλάδας.

έχον μικροτέρα πίεσιν θερμοιόμενοι την πραιάν και δημιουργείται ρεύμα προς τάς κλιτείς, με αντίστροφα φαινόμενα κατά την νύχτα βλ. εκήμα 38.

β.β) Μεγάλης γεωγραφικής εκτάσεως αλλά και σημασίας από απόψεως εκτάσεως αποτελούν οι μουσεώνες (monsoons, moussons, moussons) οίτινες όφειλονται τό μέρος εις τάς μεγάλας θερμοκρασίας των ήπειρων, έναντι των θαλασσών και των χειμών εις τάς χαμηλάς θερμοκρασίας των ήπειρων.

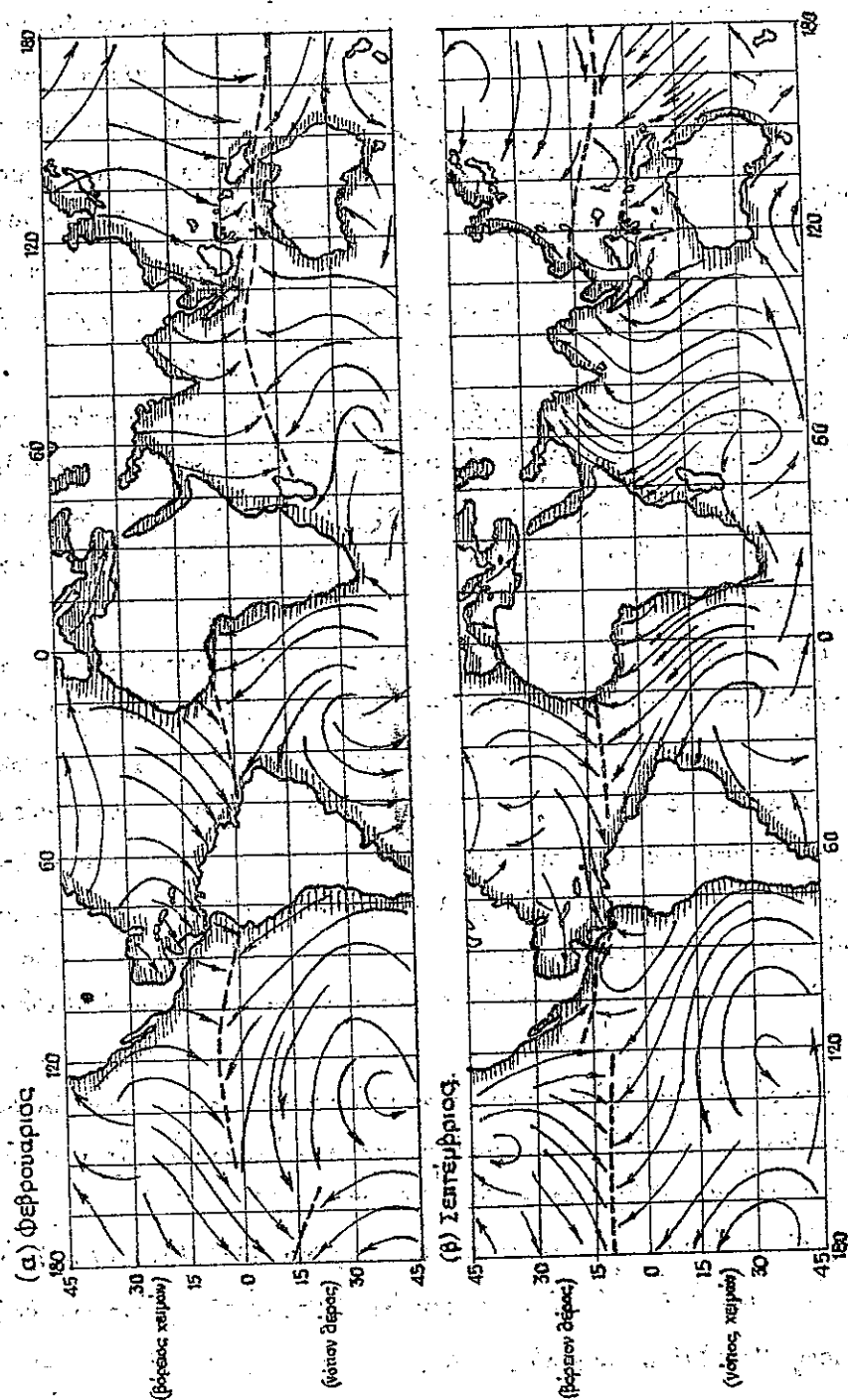
Εις τά εκήμ. 39^α και 39^β εμφανίζονται οι μουσεώνες κατά τάς δύο περιόδους, οίτινες αναπτύσσονται ίδια εις τον Ινδικόν Ωκεανόν. Οί θερινοί ίδια μουσεώνες προκαλούν τάς τροπικές βροχάς λόγω της μεγάλης ύγρασίας ήν συναποκομίζουν εκ των άκεανών. Εις Cherrapunji, των Ινδιών, εις ύψος 1340 μ. περίπου πίπτει μέσον έτήσιον ύψος βροχής 12000 κιλ. περίπου, ίδια κατά τους θερινούς μουσεώνας.

Εις την περιοχίν αυτήν αναπτύσσονται και οί τροπικοί κύκλώνες.

γ. Τοπικοί άνεμοι. Ούτοι είναι μικροτέρας εκτάσεως των προηγουμένων και όφειλονται κυρίως εις μικρά τοπικά αίτια. Μεταξύ αυτών ευκαταλέγονται οί ακόλουθοι:

γ.α) οί άνεμοι Föhn, πνέοντες κυρίως εις τάς κεντρικάς Άλπεις ως και τάς ανατολικάς κλιτείς των βραχωδών όρειων (Rocky Mountains, U.S.A.)

Οί άνεμοι ούτοι συνηθως άνέρχονται εκ των προσενέμων πλευ-



Σχ. 89. Προκύπτοντες άνεμοί, υπεράνω των ωκεανών κατά την περίοδο ανάπτυξεως των βορείων και νοτίων λαιλαπών, και θέσις των ημερησίων μετώπων (-----)

ρων των όρέων ψυχροί και πλήρεις υδρατμών. Σύν τη άνοδω ψυχομένοι απολλύουσιν μέγα μέρος της υγρασίας αυτών, κατερχόμενοι δέ προς την υπήνεμον πλευράν θερμαίνονται αδιαβατικώς εκ νέου αλλά έχουν μικράν περιεκτικότητα εις υγρασίαν και είναι επομένως ξηροί και θερμοί.

Οι Föhn των βραχωδών όρέων κατερχόμενοι με ταχύτητα κυμαινόμενα από αύραν έως θυέλλαν αυξανουν ένιστε την θερμοκρασίαν κατά 12°-17° C. έντός 15' και πίκου ένδοχομένουσ ύπαρχούσας κίονας (κιονόφάγοι άνεμοι, snoweaters).

γ.β.) Οι άνεμοι Bora και Mistral οίτινες προέρχονται από ένα ψυχρόν, αντικυκλωνικόν ρεύμα, όπερ παρουσιάζει ένιστε μορφήν λαιλαπας (εις Τερχέστην έμετρηθήν ταχύτησ 45^m/δλw) και όπερ συνήθως προέρχεται από κλίσειν άνέμων εκ πιέσεων επί ύψηλwν ψυχρwν όρέων προς ύψέσεις της Μεσογείου θαλάσσης.

Έκ των γνωστοτέρων άνέμων αυτης της φύσεως είναι οι Bora, οίτινες πνέουσιν εκ των αιτών της Ισπανίας και Δαλματίας με ΒΑ και ΑΒΑ προέλευσιν. Παρόμοιοι άνεμοι Bora πνέουσιν, υπό συναφεΐς τοπογραφικας ευσηθικας, εις τό Νοβοροσίεικ της Μαύρης θαλάσσης.

Υπό αναλόγους ευσηθικας πνέει από τα γαλλικά ύψιπεδα διά της κοιλάδος του Ροδανού προς την Μεσόγειον ο Mistral, όστις είναι άνεμος βίαιος, ξηρός και ψυχρός, μαστίζων τας μεσημβρινας άκτας της Γαλλίας από Ρετρίγηνη μέχρι Μασσαλίας.

γ.γ.) Ο άνεμος Σιρούν σχηματίζεται εις την Νοτιοανατολικήν πλευράν της ύψέσεως της ανατολικής Μεσογείου προερχόμενος εκ της βορείου Άφρικης, λίαν Ξηρός και θερμός (έως 50° C), παρασύρων μεδ' αυτού άμμόν και κόνιν.

γ.δ.) Ο Σιρόκκος, όφειλόμενος εις τας θερμάς ύψέσεις της δυτικής Μεσογείου λόγw των όποιων θερμοί άνεμοι εκ της Άφρικης, εμπλουτιζόμενοι με εξαιρετικήν υγρασίαν, πνέουσιν

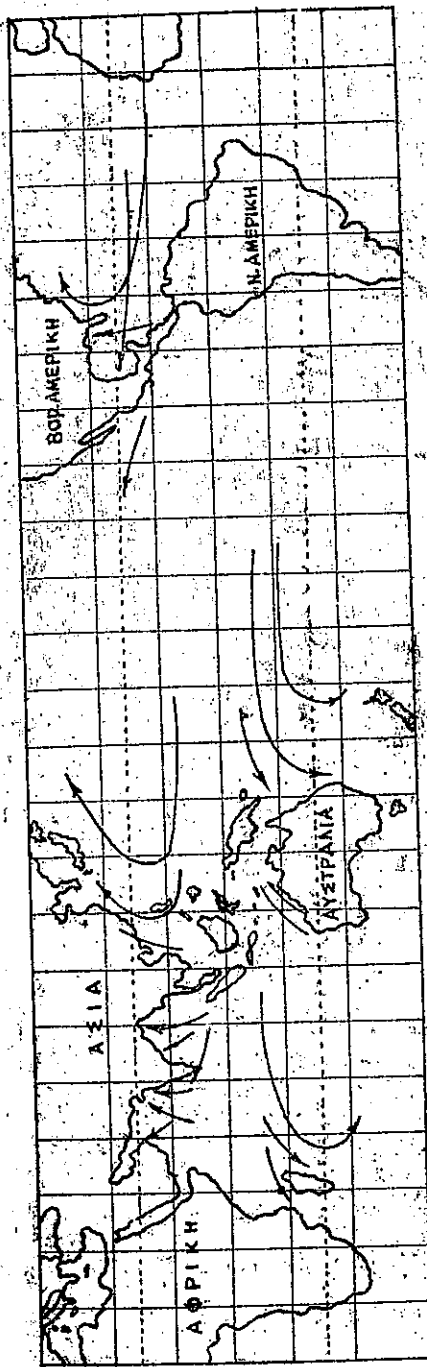
πρός τας βόρειους μεσογειακάς ακτάς. Ο εἰρόκος εἶναι θερμός και λόγω μεγάλης υγρασίας, πνιχρός άνεμος. Εἰς αὐτόν ἀποδίδονται και αἱ ὑψηλαί βροχαί τῶν ὀρειῶν τῆς Δαλματίας.

γ.ε). Τά μετέμια εἶναι τοπικοί άνεμοί ἐνδιαφέροντες τὴν Ἑλλάδα. Ὁφείλονται εἰς τὰς ὑφέσεις τῆς βόρειου Ἀφρικῆς και πνέουν με κατεύθυνσιν Β ἕως ΒΑ εἰς τὸ Αἰγαῖον και ΒΔ εἰς τὸ Ἴονιον, ἀπὸ τὰ τέλη Μαΐου ἕως τὰ τέλη Ὀκτωβρίου. Τά μετέμια πνέουν σχεδόν ὅλην τὴν ἡμέραν, ἐνίοτε και τὴν νύκτα, ἐμφανίζοντά τὴν μεγαλύτεραν αὐτῶν ἔντασιν μεταξύ 9-14 ὥρας, με ταχύτητα 5-12 μ. Ἐνίοτε παρουσιάζουσιν πραγματικὴν θύελλαν (15-20 m/ὄλον).

δ. Κυκλώνες. Πλὴν τῶν δημιουργουμένων εἰς τὰ τοπικά μέτωπα κυκλώνων (περὶ ὧν ἀνωτέρω) παρουσιάζονται εἰς τὴν Ἄνω Ἀγκυλοήν οἱ τροπικοί κυκλώνες, γεννῶμενοί κυρίως πλησίον τοῦ ἰσημερινοῦ και μετατοπιζόμενοι με μεγάλην ταχύτητα πρὸς τὰ βόρειον και νότιον ἡμισφαίρια (βλ. τροχίαν τροπικῶν κυκλώνων εἰς σχήμα 40). Ἡ αἰτία δημιουργίας τῶν κυκλώνων τούτων δὲν ἔχει τελείως ἀποσαφηνισθῆ. Δοθέντος ὅμως ὅτι ὁ τόπος γένεσεως τῶν εἶναι σταθερός, εἶναι προφανές ὅτι δημιουργοῦνται ἐκεῖ εἰδικαί θερμοδυναμικαί συνθήκαι δημιουργοῦσαι αὐτούς.

Διὰ τὰς ἀντικτάς θαλάσσεας ἡ δημιουργία τῶν τροπικῶν κυκλώνων δέον νά παρουσιάζεται εἰς τὸ σημείον συναντήσεως τῶν ἀντιθέτως πλεόντων ἀληγῶν ἀνέμων τῶν δύο ἡμισφαιρίων.

Οἱ κυκλώνες ὅμως δημιουργοῦνται ἐκεῖ ὅταν οἱ άνεμοί συναντῶνται εἰς ἀπόστασιν μεγαλύτεραν τῶν 5° νοτίως ἢ βορείως τοῦ ἰσημερινοῦ. Πράγματι αἱ ζώναι ἡρεμίας τοῦ ἰσημερινοῦ (equatorial calms ἢ doldrums) μετατοπιζονται ἐνίοτε μέχρι πλάτους 15°. Οὕτω τὰ βόρεια πολικά ρεύματα μετατοπίζουν τὴν ζώνην ἡρεμίας εἰς τὸ νότιον θῆρος (βλ. σχ. 39^α). Ἡ πρὸς βορρῶν μετατόπισις τῶν πιέσεων (H) τῶν ὠκεανῶν ἐξ ἄλλου ὠθεῖ τὴν ζώνην



Σχ. 40... Τροχία τῶν τροπικῶν κυκλώνων

ἡρεμίας εἰς τὸ βόρειον θῆρος (σχ. 39β). Ἡ ζώνη αὕτη λαμβάνει εἰς τὸν Ἰνδικόν ὠκεανόν τὴν βορειωτέραν θέσιν τὸν Σεπτέμβριον και τὴν νοτιωτέραν αὐτῆς θέσιν τὸν Φεβρουάριον, ἥτοι τὰς ἐποχάς ὅπου οἱ τροπικοί κυκλώνες ἔχουσιν τὴν μεγαλύτεραν αὐτῶν ἔντασιν, και αἱ θερμοκρασίαι εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τῆς θαλάσσεως λαμβάνουν τὰς μεγίστας αὐτῶν τιμάς εἰς τὰ ἀντίστοιχα ἡμισφαίρια.

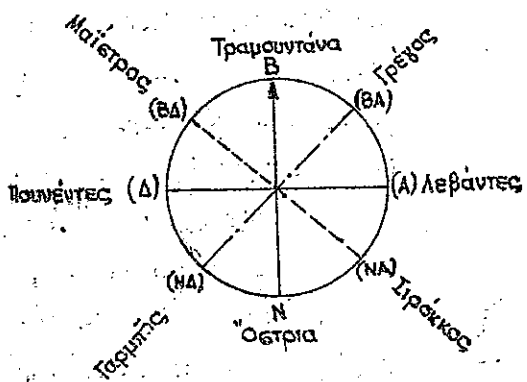
Ἡ σχηματιζομένη ὀριακή γραμμή καλεῖται και διατροπικόν μέτωπον (inter-tropic front - Διακεκομμένη εἰς τὰ σχήματα 59). Ἡ γραμμή αὕτη εἰς τὸν Ἀτλαντικόν ὠκεανόν παραμένει πάντοτε βορείως τοῦ ἰσημερινοῦ, δὲν ἐμφανίζονται δὲ ἐκεῖ τροπικοί κυκλώνες.

Οἱ τροπικοί κυκλώνες ἀποτελοῦν τέλειον παράδειγμα συμμετρικῶς περιστρεφόμενης θυέλλης με ἰσχυρά ἀερόχόμενα ρεύματα, ἅτινα ἀπὸ ἄ-

λας τὰς πλευράς παρασύρουν μάζας νεφῶν (σφομελιανίας, αὐτο-

Ionibus) άτινα και προκαλοϋν τον εικτεινον ογκον των κυκλωνων.

4.3. Μεγεθος και μετρησεις των ανεμων.



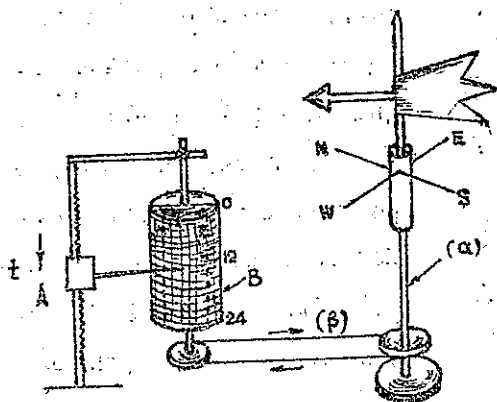
Σχ. 41. Διευθυνσεις ανεμων

Οι ανεμοι προσδιοριζονται εκ της κατευθυνσεως και της εντασεως αυτων ητοι της ταχυτητας.

Εις το εχημα 41 διδεται η ονομασια της κατευθυνσεως των κυριωτερων ανεμων. (βόρειος ανεμος καλεϊται

ο πνεων εκ βορρα κ.ο.κ.)

Η κατευθυνσεις των ανεμων μετραται διδ των ανεμοδεικτων. Εις των απλουστερων τυπων διδεται εις το εχημα 42. Ουτος δυναται να γινη και αυτογραφος.



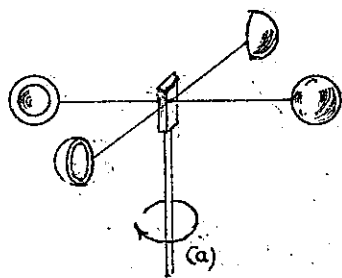
Σχ. 42. Ανεμοδεικτης (α) και δυνατη ενωδεις αυτου μεσω ιμαντας β με αυτογραφον ευσκευην. (Α=ορολογιον, Β=τύμπανον μετα ταινιας).

Οι ανεμοδεικται δεσεν να τοποθετηνται εις αναπειταμενου εδαφος, αρκετα υψηλοτερον οικων και δενδρων ωστε ετροβιλιεμοι οφειλομενοι εις τοπικα αιτια να μην επηρεαζουειν αυτους.

Η ενταεις η ταχυτης ανεμου διδεται μεσω κλιμακας (συνηθως του Beaufort,

ενθα αναλογως της ταχυτητας των, κατατασσεται ο ανεμος εις διαφορους κατηγοριας. Η κλιμαξ ανεμων κατα Beaufort, εκει ως κατωδι.

| Πιεις kg/cm ² | Εταεις | Ταχυτης m/sec | Ονομασια | | Αποτελεσματα |
|-----------------------------|--------|------------------|--------------------|------------------|---|
| | | | εις ηερην | εις θαλασσαν | |
| — | 1 | 0,5 - 0,5 | Απνοια | Νηνεμια | Δεν γινεται αισθητος εις το προσωπον |
| 0,18 | 2 | 0,6 - 1,7 | Πολυ ελαφρον ρεημα | — | Ο καπνος ανερχεται εκεδον κατακορυφως |
| 0,72 | 2 | 1,8 - 3,3 | Ελαφρος ανεμος | Ελαφρα αυρα | Εις το προσωπον μολις αισθητος |
| 2,00 | 3 | 3,4 - 5,2 | Αεθουης " | Αεθουης " | Κινει φυλλα δενδρων και μικρας σημαιας (σηματα) |
| 3,92 | 4 | 5,3 - 7,2 | Μετριος " | Μετρια " | Κινει μικρους κλαδους, εκτεινει σημαια |
| 7,22 | 5 | 7,3 - 9,8 | Ζωηρος " | Ζωηρα " | Κινει μεγαλυτερου κλαδους. Διδει δυερεστον ενατεθημα. |
| 12,50 | 6 | 9,9 - 12,4 | Ιεχυρος " | Ιεχυρα " | Κινει ιεχυροτερου κλαδους, εσυριζει εις οικιας. |
| 19,20 | 7 | 12,5 - 15,3 | Ιφοδρος " | Ιφοδρα " | Κινει νεαρους κορμους. Κωματα με αφραυς. |
| 28,90 | 8 | 15,4 - 18,2 | Θυελλωδης ανεμος | Θυελλωδης ανεμος | Κινει ιεχυροτατα δενδρα και δρασει κλαδων |
| 42,30 | 9 | 18,3 - 21,5 | Θυελλα | Θυελλα | Θρασει κλαδους και μικρα δενδρα |
| 58,30 | 10 | 21,6 - 25,1 | Ιφοδρα θυελλα | Ιφοδρα θυελλα | Θραυνται η εκριζωνονται δενδρα. Βλαβαιεχοτατοι. |
| 79,30 | 11 | 25,2 - 29 | Βιαια θυελλα | Βιαια θυελλα | Καταστρεπτικα ενεργειαι εσβαρωτεραι. Αποπαγι στεγων. Ανατροπη ανδρων. |
| 790,0 | 12 | > 29 | Αιλαψ | Αιλαψ | Καταστρεφαι εσβαρωταται. Καταρριπτεται ιεχυρα τοιχοποιαν. |

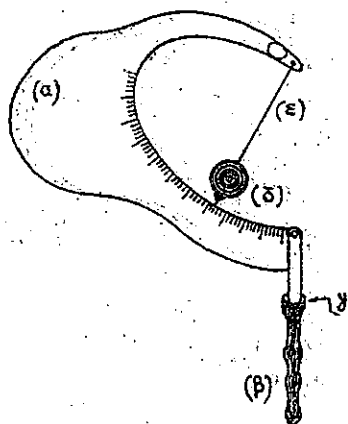


Σχ. 43. Ανεμόμετρον Robinson

Ἡ μέτρησης τῆς ἐντάσεως γίνεται διὰ τῶν ἀνεμομέτρων, ὁ ἀπλούστερος τῶν ὁποίων δίδεται εἰς τὸ σκῆμα 43. Αἱ ἐστροφαι τοῦ στελέχους α μεταδίδεται, μέσα ἀπὸ τροχὸν αὐτοῦ κοκλίου, εἰς ὀριζόντιον δίσκον (με' ὀδοντοτοῦς τροχοῦς) οὕτως διὰ ἐστροφόμετρον ὑπολογίζονται αἱ ἐστροφαι.

Τὰ ἀνεμόμετρα αὐτὰ διὰ κυπέλων αἰς καὶ τὰ τούτοις ἐναεῖ διὰ πτερυγίων δίδουν τὴν μέσην ταχύτητα τοῦ ἀνέμου εἰς ἕνα χρονικὸν διάστημα. Στιγμιᾶ μεταβολαὶ δὲν δύναται νὰ καταγραφῶσιν λόγῳ τῆς ρύθμης τοῦ ὀργάνου.

Διὰ τοιαύτας μετρήσεις χρησιμοποιούνται ἄλλα ἀνεμόμετρα, ὧν τὸ ἀπλούστερον εἶναι τὸ ἐν σκῆματι 44, τύπου Daloz. Οὕτω τὸ πτερύχιον (α) ἐνεργεῖ ὡς ἀνεμοδείκτης περιστρεφόμενον ἐλευθέρως εἰς τὸ σημεῖον (γ) ἐντὸς τῆς χειρολαβῆς (β).



Σχ. 44. Ανεμόμετρον Daloz

Σφαῖρα ἐξ ἀλουμινίου (δ) ἀνηρητημένῳ μέσω νήματος (ε) ἀποκλίνει ἐπὶ τῆς κλίμακος τοῦ πτερυγίου ἀναλόγῳ τῆς ἐντάσεως τοῦ ἀνέμου ἢν καὶ ἀναγινώσκωμεν εἰς τὴν ἐν λόγῳ κλίμακα.

Τέλος, ὑπάρχουν καὶ ἠλεκτρικὰ ἀνεμόμετρα ἐπανιώτερον χρησιμοποιούμενα, ὡς ἐπίσης καὶ ἀνερογραφοὶ δίδοντες διάγραμμα τῆς μεταβολῆς τοῦ ἀνέμου.

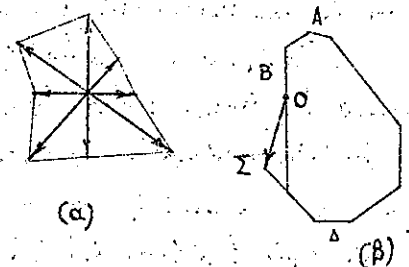
Εἰς μεγάλα ὕψη αἱ μετρήσεις ἐγένοντο ἀρχικῶς διὰ τῶν ἀεροστάτων (1888) διὰ μπαλλονίων (1890-1938), διὰ καρταετῶν (1900-1934)

καὶ δι' ἀεροπλάνων (1921-1938).

Ἀπὸ τοῦ 1937 ὅμως χρησιμοποιοῦνται οἱ ἰπτάμενοι ραδιοφωνικὸί σταθμοὶ (radiosonde, ἀκτινοβολίδες) οἵτινες περιέχουν αὐτογραφικὰ μηχανήματα μετρήσεων, αἱ δὲ μετρήσεις ἐκπέμπονται ραδιοφωνικῶς εἰς δέκτας εὐρεσκομένους εἰς τοὺς ἐπιχειροῦστας σταθμούς. Οἱ ἰπτάμενοι σταθμοὶ ἀναρτῶνται εἰς μικρὰ ἀερόστατα καὶ εἶναι προοδεδεμένοι διὰ καλωδίων. Τὸ μέγα πλεονεκτήμα αὐτῶν ἔναντι ὅλων τῶν ἄλλων μεθόδων εἶναι ἡ ἀμεση ἀνάγνωσις καὶ μεταδόσις τῶν παρατηρήσεων καὶ ἡ δυνατότις τῆς ἀμέσου προγνώσεως τοῦ καιροῦ.

Ἡ ἀποτύπωσις τῶν ἀνέμων γίνεται εἰς τὸ ἀνεμολόγιον, ὅπου εἰς ἐκάστην διαίρεσιν λαμβάνεται, ὑπὸ κλίμακα, ὁ ἀριθμὸς τῶν ἡμερῶν καθ' ὅσους ἐπνευσ ἀνεμος πρὸς τὴν διεύθυνσιν αὐτὴν. Οὕτω λαμβάνομεν τὰ διαγράμματα τῶν ἐπικρατούντων ἀνέμων (Σχ. 45 α).

Διὰ τοῦ γεωμετρικοῦ ἀδροίσματος τῶν ἀνέμων τῶν διαφορῶν διευθύνσεων, λαμβάνομεν καὶ τὴν μέσην διεύθυνσιν τῶν ἀνέμων



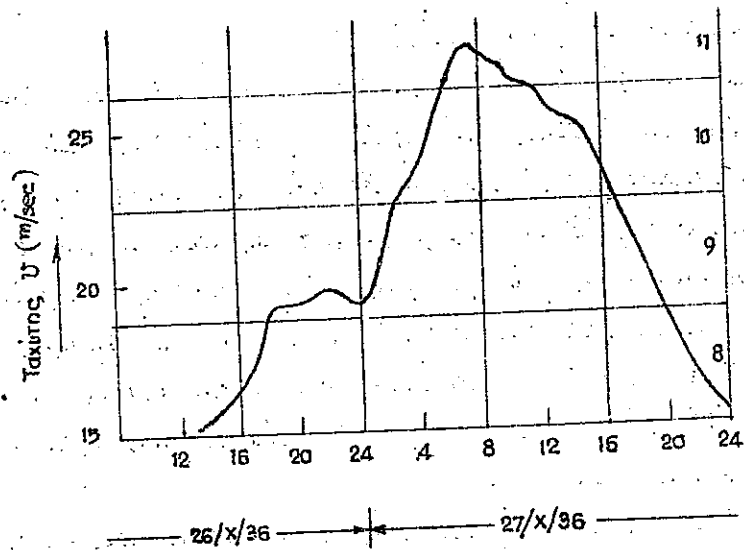
Σχ. 45. Ἐπικρατοῦντες ἀνεμοὶ (α) καὶ συνδέσις αὐτῶν β.

(ὁς, σκῆμα 45 β) ὡς καὶ τὸ μέγεθος συχνότητος ταύτης.

Ἐκ τῶν διαγραμμάτων τοῦ σχ. 45 α ὅμως, συνήθως ἐπιμῶμεν τοὺς ἐπικρατοῦντας ἀνεμούς ἑνὸς τόπου.

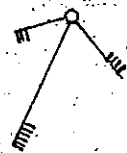
Οἱ δὲ ἐπιπρόσθετος ἀνεμοὶ ἑνὸς τόπου εἶναι οἱ ἐσφοδρότεροὶ ἀνεμοὶ ἐν αὐτῷ καὶ εὐρίσκονται μόνον διὰ τῶν ἀνεμομέτρων.

Εἰς τὸ σχ. 46 δίδεται διάγραμμα τῆς ταχύτητος τοῦ ἀνέμου εἰς Γερμανικὸν παρατηρητήριον, κατὰ τὴν ἐμφάνισιν λαίλαπος ὑπεράνω τοῦ ποταμοῦ Elbe (26/27-x-1936).



Σχ. 46. Παρατηρήσεις ανεμομέτρου εις Λαίλαπα επί του Elbe.

Ἡ ἀποτύπωσις τοῦ ἀνέμου ἐπὶ στιγμιαίων χαρτῶν (μετεωρολογικαὶ χάρται) γίνεται διὰ τοῦ σήματος τοῦ σχήματος 47, ἐνθα ἡ κατεύθυνσις ἐκάστης εὐθείας δίδει τὴν διεύθυνσιν τοῦ ἀνέμου εἰς τρία διάφορα ὕψη (τὴν ἐπιφανείαν τοῦ ἐδάφους ἢ βραχυτέρα, ὕψος



Σχ. 47. Ἀποτύπωσις ἀνέμων

3000 μ. ἢ μεῖωα καὶ ὕψος 6000 μ. ἢ ἐπιμηκεστέρα). Ὁ ἀριθμὸς τῶν καθέτων μικρῶν γραμμῶν δίδει τὴν ταχύτητα (1 κάθετος γραμμὴ διὰ κάθε διάστημα 5 μιλίων ἀνὰ ὥραν).

Διὰ τῆς τοποθέτησεως τοιούτων συνθημάτων τῶν παρατηρήσεων εἰς ἕναστον σταθμὸν ἐπὶ ἐνός χαρτοῦ περιοχῆς μετὰ πολλοῦς σταθμοῦς καὶ διὰ τὸν αὐτὸν χρόνον λαμβάνομεν ἐναργῆ εἰκόνα τῆς διευθύνσεως καὶ τῆς τροχίως τῶν ἀνέμων ὑπερθεῖν τῆς περιοχῆς.

Ὡς ἀνωτέρω, ἐξετέθη ἡ ταχύτης τοῦ ἀνέμου ἐξαρτᾶται καὶ ἐκ τῆς ἀποστάσεως τῶν ἰσοβαρῶν καμπύλων, ἢτοι τῆς βαρο-

μετρικῆς κλίσεως.

Ὡς πρακτικὴ μονὰς τῆς κλίσεως λαμβάνεται ἡ πτώσις ἐνός χιλιοστοῦ ἐπιπλὴς ὑδροαρχύρου (1mm Hg) διὰ μήκος ἀντιστοιχοῦν εἰς τόσον ἀνοίγματος 1° ἢτοι 111 περίπου χιλιομέτρων.

Οἱ εὐνήθεις ἀνεμοὶ ἐμφανίζονται διὰ βαρομετρικὴν κλίσιν < 4, αἱ δὲ δύελλαι μετὰ κλίσεως > 4. Ἡ βαρομετρικὴ κλίσις ἰσοῦται μετὰ τοπογραφικὴν κλίσιν $\frac{11,0 \mu}{111 \text{ χιλ.}} = 0,0001$ ἢτοι εἶναι ἐλαχίστη, ἰκανὴ ὅμως νὰ θέσῃ εἰς κίνησιν τὸν ἀέρα.

5. Τὸ ὕδωρ ἐντὴ ἀτμοσφαιρα.

Τὸ ὕδωρ ὑπὸ τὰς εὐνήθεις αὐτοῦ καταστάσεις ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς (ὕδωρ, κιών, πάχος) ἐξατμίζεται διὰ τῆς θερμότητος καὶ ἐκμηματίζει ὑδρατμούς σπινεσ, αἰωροῦνται ἐντὸς τῆς ἀτμοσφαιρας. Ἐκ τῶν ὑδρατμῶν λαμβάνει τοῦτο διαφόρους μορφὰς (ὀμίχλη νεφέλη) ἵνα ἐμφανισθῇ πάλιν ὡς βροχὴ, κιών, χαλαζα, ὄροσος, κ.λ.π. Ἐνταῦθα θὰ ἐξετάσωμεν τὰς τρεῖς κυρίως μορφὰς τοῦ ὕδατος ἐντὴ ἀτμοσφαιρα (ὕδρατμοί, βροχὴ, κιών) καὶ τὴν δημιουργίαν αὐτῶν.

5.1. Ἡ ὕγρασία τῆς ἀτμοσφαιρας

Λόγω ἐξατμίσεως ὕδατος ἐξ ὑδατινῶν ὄγκων ὑγροῦ ἐδάφους ἢ ὑγρῶν ἐπιφανειῶν ἀτμοὶ ὕδατος εὐρίσκονται πάντοτε εἰς τὴν ἀτμοσφαιραν, κυκλοφοροῦντες μετὰ μετὰ τῶν ἀνέμων καὶ διαπύστουμένοι εἰς διαφόρους ποσότητες ἀναλόγως τῆς θερμοκρασίας τῆς τοπογραφικῆς θέσεως, τοῦ ὕψους, τῶν ἀνέμων κ.λ.π.

Ἡ ποσότης τῶν ὑδρατμῶν, ἐντὸς τοῦ ἀέρος, ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς θερμοκρασίας καὶ βαρομετρικῆς πίεσεως τοῦ ἀέρος, ἐξ ἧν ὁρίζεται ἐπίσης καὶ ἡ πίεσις τῶν ἀτμῶν τούτων, ἢ ποσότης αὐτῶν μετρά τὴν ὕγρασίαν τοῦ ἀέρος. Ἡ ὕγρασία τῆς ἀτμοσφαιρας

καθορίζεται κατά διαφόρους τρόπους, οίτινες είναι οι ακόλουθοι:

α) Η τάσις των υδρατμών, f , μετρούμενη εις χιλιοστά επί-
λης υδραρχύρου (τάσις, πίεσις ή ελαστική δύναμις). Υψηλότεραι θερμο-
κρασίαι επιτρέπουν μεγαλύτερα ποσότητα υδρατμών εις την ατμο-
σφαιραν. Έκάστη θερμοκρασία επιτρέπει ωρισμένην μέγιστην ποσότη-
τα υδρατμών εις τόν αέρα ήτις όταν επιτυγχάνεται, δίδει τό εμπείον
κορεσμού ή δρόσου (f) (Taupunkt, dewpoint) της ατμοσφαιρας εις
τήν υπ' όψιν θερμοκρασίαν.

Πτώσις της θερμοκρασίας αέρος κεκορεσμένου, προ-
καλεί συμπίκνωσιν των υδρατμών εις υδωρ (βλ. υδωρ υαλοπυνα-
κων), ώστε ο αήρ εις τήν νέαν χαμηλότεραν θερμοκρασίαν θα
είναι πάλιν κεκορεσμένος.

Υψωσις της θερμοκρασίας προκαλεί ελάττωσιν της
τάσεως των υδρατμών και έχομεν $f < F$ (κορεσμού).

β) Τό βάρος των υδρατμών, τό περιεχόμενον εις ένα
κυβ. μέτρον αέρος. Τό βάρος τούτο καλείται Α. π. σ. λ. υ. τ. α.
ύγρασία (p).

γ) Τό βάρος των υδρατμών τό περιεχόμενον εις ένα χι-
λιόγραμμον αέρος τούτο καλείται ειδική ύγρασία.

δ) Ο λόγος της πραγματικής ύγρασίας του αέρος εις
θεδομένην θερμοκρασίαν προς την ύγρασίαν κορεσμού εις την πραγ-
ματικήν θερμοκρασίαν ήτοι ή εξετική ύγρασία ($100 \frac{f}{p}$)

ε) Η διαφορά της ύγρασίας κορεσμού από την πραγ-
ματικήν ύγρασίαν ήτοι τό ελλείμμα κορεσμού ($F-f$)

Τό βάρος p της απόλυτου ύγρασίας (γραμμ/ m^3 αέρος) και
ή τάσις των υδρατμών f (χιλιοστά επίλης υδραρχύρου) συνδέονται
διά της εξέσεως:

$$p = 1293 \times 0,623 \frac{f}{760} \times \frac{1}{1 + 0,00367 t} = \frac{1,0599}{1 + 0,00367 t} f$$

ένθα t είναι ή θερμοκρασία του αέρος κατά την εν λόγω εξέσιν.

Έκ του τύπου τούτου εμφαίνεται ότι εις συνηθείς θερμοκρα-
σίας, τα δύο ταύτα μεγέθη (p) και (f) είναι περίπου ίσα.

Κατωτέρω δίδεται πίναξ της ύγρασίας εις κεκορεσμένον
αέρα διά διαφόρους θερμοκρασίας και δι' ατμοσφαιρικήν πίεσιν 760
χιλιοστών.

| | | | | | | | |
|---|---|-------|-------|-------|------|------|----|
| Θερμοκρασία | ↑ | | | | | | |
| Μέγιστη τάσις υδρατμών χιλιοστά Hg (f) | | 31.83 | 30.66 | 26.18 | 1165 | 1147 | 18 |
| Μέγιστη απόλυτος ύγρα- σία g/m^3 (p) | | 23.76 | 23.09 | 19.47 | — | — | — |
| Μέγιστη ειδική ύγρα- σία g/kg (ύγραυ αέ- ρος) | | 17.54 | 17.33 | 14.33 | 1205 | 1194 | 11 |
| Βάρος ξηρού αέρος εις g/m^3 | | 12.79 | 12.85 | 10.43 | — | — | — |
| Βάρος κεκορεσμένου αέρος g/m^3 | | 9.21 | 9.39 | 7.51 | 1247 | 1241 | 6 |
| Διαφορά g/m^3 | | 6.54 | 6.80 | 5.34 | — | — | — |
| | | 4.58 | 4.85 | 3.75 | 1293 | 1290 | 3 |
| | | 3.17 | 3.42 | 2.59 | — | — | — |
| | | 2.16 | 2.38 | 1.76 | 1342 | 1341 | 1 |
| | | 1.45 | 1.63 | 1.19 | — | — | — |
| | | 0.96 | 1.10 | 0.77 | 1395 | 1395 | 0 |
| | | 0.61 | 0.71 | 0.57 | — | — | — |

Εκ του πίνακος εμφανίζεται ότι το βάρος του αέρος μεταβάλλεται κατά 4-5 gram. ανά κυβ. μέτρον δι' έκαστον βαθμόν μεταβολής θερμοκρασίας.

Το βάρος P' ενός κυβ. μέτρου αέρος όταν η θερμοκρασία αυτου είναι t, η ὀλική πίεσις ἰσούται με h, τὸ δὲ περιεχόμενον τῶν ὑδρατμῶν αὐτοῦ ἔχει πίεσιν f, δα εἶναι

$$P' = 1293 \times \frac{h - 0,377 f}{760} \times \frac{1}{1 + 0,00367 t}$$

ἐνῶ ἀφ' ἑτέρου τὸ βάρος τῶν ὑδρατμῶν αὐτοῦ — εἰς τὸν αὐτὸν ὄγκον — ὡς εἶδομεν ἀνωτέρω εἶναι :

$$p = 1293 \times 0,623 \frac{f}{760} \times \frac{1}{1 + 0,00367 t}$$

ἀρα ὁ λόγος τῶν δύο δα εἶναι :

$$\frac{p}{P'} = \frac{0,623 f}{h - 0,377 f}$$

(πράγματι διὰ h = 760, t = 30° καὶ πρῆρη κορεσμὸν ἔχομεν f = 31,83 = F, ὁ λόγος τότε εἶναι $\frac{p}{P'} = 0,0262$ ἥτοι ἡ μεγίστη

εἰδική ὑγρασία διὰ τὴν ἐν λόγῳ τιμὴν).

Ἐκ τῶν ἀνωτέρω μεθεθῶν, τὸ πλεόν ἐνδιαφέρον κλιματολογικῶς εἶναι ἡ σχετικὴ ὑγρασία· αἱ διαφοραὶ ἀλλαγαὶ θερμοκρασίας εἶναι πολὺ πλεόν αἰσθηταὶ ἐφ' ὅσον ἡ σχετικὴ ὑγρασία εἶναι μεγαλύτερα· (εἰς τὰς ἐρήμους π.χ. μεγάλα θερμοκρασία εἶναι πλεόν ἀνεκτὰ λόγῳ μικρᾶς ὑγρασίας παρὰ εἰς τὰς τροπικὰς χώρας, ἔνθα ἡ ὑγρασία εἶναι μεγάλη).

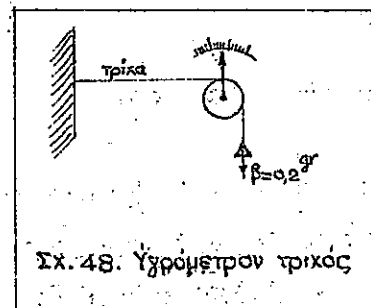
Ὁμοίως εἰς τοὺς κλειστοὺς χώρους, ἔνθα ἡ ἐκ τῆς ἀναπνοῆς προκύπτουσα ὑγρασία, προκαλεῖ τὴν γνωστὴν δυσφορίαν τῶν

κλειστῶν χώρων. Εἰς τῶν αερισμὸν κλειστῶν χώρων (air conditio-ning) προσπαδοῦμεν πάντοτε νὰ συνδυάζωμεν θερμοκρασίαν καὶ ὑγρασίαν).

Διὰ τὸν προσδιορισμὸν ὁδῶν τῶν ὑδρατμῶν τῆς ἀτμοσφαιρας τὸ βασικώτερον στοιχεῖον ποὺ πρέπει νὰ γνωρίζωμεν εἶναι ἡ σχετικὴ ὑγρασία. Ἐξ ἄλλου, ἐφ' ὅσον αὐτὴ ἠθελεν προσδιορισθεῖ, δυνάμεθα νὰ υπολογίσωμεν ὅλα τὰ ἄλλα στοιχεία.

Ἡ σχετικὴ ὑγρασία προσδιορίζεται διὰ ποτῶν τρόπων, αἱ ἀντίστοιχοι συσκευαὶ καλοῦνται ὑγρόμετρα.

Τὸ ἀπλούτερον ὑψόμετρον εἶναι τὸ δια τριχός — ὡς γνωστὸν αἱ ἀνθρώπινοι τρίχες εἶναι λίαν ὑγροσκοπικαί, ἥτοι ἀπορροφῶν ὑ-



Σχ. 48. Ὑγρόμετρον τριχός

γρασίαν καὶ μεταβάλλουσιν μῆκος ἀναλόγως τῆς ἀπορροφουμένης ὑγρασίας. Ἀφαίρεται τὸ λίπος ἐκ τῆς τριχός, πατοῦται αὐτὴ εἰς τὸ ἐν ἄκρον καὶ ἐλίσσεται περὶ ἐκ κλίνδρου. Εἰς τὸ ἄλλο ἄκρον, τανύεται διὰ μικροῦ βάρους, μὴ ἐπηρεάζοντος τὸ μῆκος αὐτῆς. Διὰ δείκτου εἰς τὸ κέντρον

τοῦ κλίνδρου σημειοῦνται αἱ μεταβολαὶ ὑγρασίας. Ἡ μέθοδος αὐτὴ πολὺ ἀκριβῆς, τὸ δὲ ὄργανον ὅσον νὰ συγκρίνεται συχνὰ με' ἄλλα ἀκριβεστέρα.

Τὸ συνηθέστερον ὑγρόμετρον εἶναι τὸ ψυχρόμετρον. Ἡ ὑδραγωγικὴ σφαῖρα κανονικοῦ θερμομέτρου καλύπτεται ὑπὸ ὑδαέματος τερουμένου συνεχῶς ὑγροῦ. Τὸ θερμομετρον περιετρέφεται ταχέως, καὶ τὸ ὑγρὸν ὑδαεμα ἐξατμίζεται προκαλοῦν πῦσιν τῆς θερμοκρασίας τοῦ θερμομέτρου.

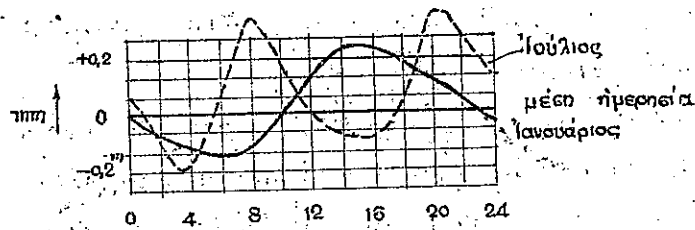
Ἐὰν t ἡ θερμοκρασία αέρος, καὶ t' ἡ τοῦ ψυχρομέτρου ἡ τὰ εἰς τῶν ὑδρατμῶν δα εἶναι :

$$f = F - 0,00079 h (t - t')$$

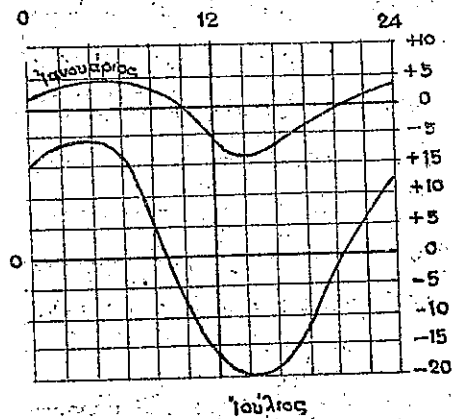
ένθα F η τάσις ἀτμῶν κεκορεσμένου ἀέρος εἰς θερμοκρασίαν αὐτοῦ t .

Παράδειγμα: Διά $t=18,4$ $t'=9,6$, $h=750$ $f=3,73 \text{ mm Hg}$.

Ἡ ὑγρασία μεταβάλλεται φυσικὰ μετὰ τῆς θερμοκρασίας. Ἡ ἀπόλυτος ὑγρασία ἀκολουθεῖ τὰς διακυμάνσεις τῆς θερμοκρασίας παρουσιάζουσα τὸν χειμῶνα ἕνα μέγιστον περίπου τὴν 14 ἄραν, ὀλίγον μετὰ τὸ μέγιστον τῆς θερμοκρασίας. Τὸ θέρος ἐμφανίζονται 2 μέγιστα.



Σχ. 49α. Ἡμερησία μεταβολὴ ἀπολύτου ὑγρασίας.



Σχ. 49β. Ἡμερησία μεταβολὴ σχετικῆς ὑγρασίας.

ὡς ἀκολουθῶς.

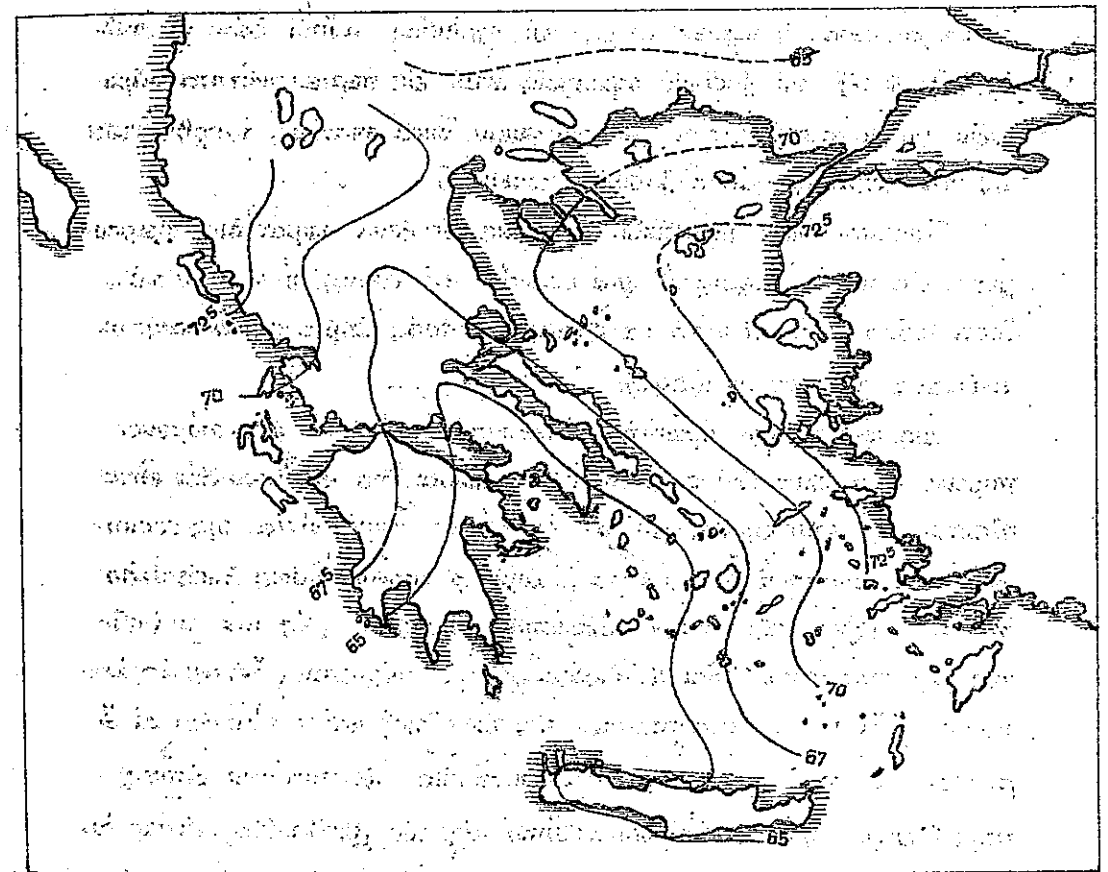
Ἡ σχετικὴ ὑγρασία ἀκολουθεῖ ἀντίθετον διαίτην ἐμφανίζουσα τὸ ἐλάχιστον αὐτῆς κατὰ τὰς ἡμέρας τῆς μεγίστης θερμοκρασίας καὶ κατὰ τὸ θέρος καὶ κατὰ τὸν χειμῶνα. (βλ. σχ. 49β). Εἰς τὸ σχῆμα 49 γ ἐμφανίζονται αἱ μηνιαῖαι μεταβολαὶ τῆς σχετικῆς καὶ ἀπολύτου ὑγρασίας ἐν Θεσσαλονίκῳ.

Εἰς τὰς Ἀθήνας αἱ μέσαι τιμαὶ τῆς ὑγρασίας ἔχουν

| | Σχετικὴ ὑγρασία % | Ἀπόλυτος ὑγρασία g/m^3 |
|------------|-------------------|---------------------------------|
| Χειμῶνα | 73,3 | 6,76 |
| Ἀνοιξίς | 64,7 | 8,47 |
| Θέρος | 50,9 | 12,26 |
| Φθινοπώρον | 65,4 | 10,70 |

Ὁ μέσος ὅρος τοῦ ἔτους ἀνέρχεται εἰς 63%.

Εἰς τὸ ἐπομένον σχῆμα 50 δίδεται ἡ μέση ἐτησία διανομὴ τῆς σχετικῆς ὑγρασίας ἐν Ἑλλάδι.



Σχ. 50. Μέση ἐτησία σχετικὴ ὑγρασία ἐν Ἑλλάδι.

5.2. Ομίχλη - νέφη.

Ο σχηματισμός νεφών λαμβάνει χώρα λόγω μετατροπής των υδρατμών της ατμοσφαιρικής υγρασίας (αέριος κατάσταση) εις σταγονίδια ύδατος (υγρά κατάσταση) αιωρούμενα εις την ατμόσφαιραν, δια της συμπτύκνωσης (condensation) των υδρατμών.

α) Συμπύκνωσις των υδρατμών: Έκ γενομένων πειραμάτων εις ειδικόν θάλαμον (Wilson cloud chamber) επιτετοποίηθη ότι διά να επέλθῃ συμπύκνωσις υδρατμών εις τελείως καθαρὸν κεκορεσμένον αέρα, ἡ περιεκτικότης τῆς υγρασίας αὐτοῦ ὅσον νὰ ἀνέλθῃ εἰς 400% τοῦ βαθμοῦ κορεσμοῦ, ἤτοι εἰς περιεκτικότητα υδρατμών μὴ παρατηρουμένην εἰς τὴν φύσιν ὅπου ἐπανίως ὑπερβαίνεται εἰς τὴν ατμόσφαιραν ὁ βαθμὸς κορεσμοῦ.

Τοιοῦτοτρόπως ἀνεπτύχθη ἡ ἀποφίς, ὅτι ξένα σωματίδια αιωρούμενα εἰς τὴν ατμόσφαιραν ὑπὸ μορφὴν "κόνεως" ἢ καπνοῦ, ἀποτελοῦσιν τὸν πυρῆνα (nucleus) πρὸς δημιουργίαν συμπυκνώσεως τῶν ἀτμῶν (1897).

Διὰ περαιτέρω ἐρευνῶν ὑπεστηρίχθη ὅτι τὸν ἀπαιτούμενον πυρῆνα δὲν δύνανται νὰ ἀποτελέσουν σωματίδια ἐξ ὅσων δὲν εἶναι ἠλεκτρικῶς φορτισμένα καὶ ὅτι ἐπομένως κυρία αἰτία τῆς συμπύκνωσεως ἀποτελοῦν "ἰόντα". Σὺν τῷ χρόνῳ ὅμως ἀπεδείχθη ὅτι οἱ πυρῆνες ἐξ ἰόντων ἐλαχίστης διαμέτρου (ὡς π.χ. αἱ ἀκτίνες α) ἀπαιτοῦν βαθμὸν ὑπερκορεσμοῦ μέγιστον (ὅστις ὡς ἀνωτέρω ἐλέχθη δὲν ἀπαντοῦνται εἰς τὴν φύσιν) καὶ ἐστράφησαν αἱ ἐρευνῆσαι εἰς τὸν προεδιορισμένον τοῦ μεγέθους τῶν πυρῆνων οἵτινες προκαλοῦσιν τὴν συμπύκνωσιν. Οὕτω εἰς τὸν ἀκόλουθον πίνακα ἐμφανίζεται ἡ συνάρτησις μεταξὺ μεγέθους ἰόντων καὶ ἀπαιτουμένου βαθμοῦ κορεσμοῦ πρὸς ἐμφάνισιν συμπυκνώσεως.

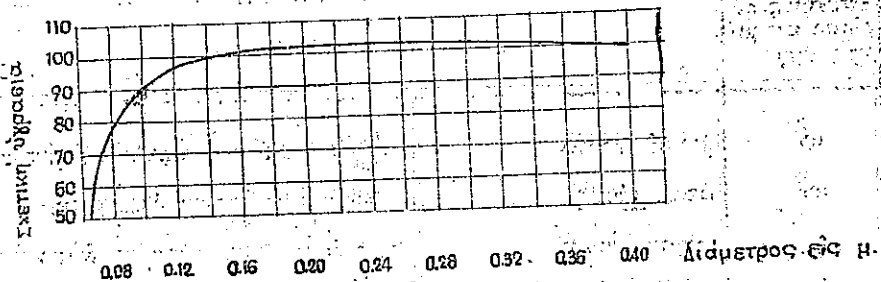
| Διάμετρος πυρῆνος εἰς μικρά (μ). | | |
|----------------------------------|--|--|
| 10^{-3} | μικρά ἰόντα | Μεγάλος βαθμὸς ὑπερκορεσμοῦ ἀπαραίτητος. |
| 10^{-2} | μέσα ἰόντα | Σημαντικὸς βαθμὸς ὑπερκορεσμοῦ. |
| | μεγάλα ἰόντα | Ποσὸν τι ὑπερκορεσμοῦ ἀναγκαῖον. |
| | ἰόντα Langvin | Μικρὸς ἢ οὐδείς βαθμὸς ὑπερκορεσμοῦ. |
| 10^1 | πολύ βαρῆα ἰόντα | Δὲν ἀπαιτεῖται ὑπερκορεσμοῦ. |
| 10^0 | πυρῆνες ἐκρηματίζοντες ὀμίχλην | — |
| 10^1 | Ἐλάχισται φωτογραφηθεῖσαι σταγόνες ὀμίχλης | — |
| 10^2 | ψυχάλα | — |
| 10^3 | μεγάλα σταγόνες βροχῆς | — |

Ἐκ τοῦ πίνακος τούτου συνάχεται ὅτι τὰ ἰόντα δὲν εἶναι ἀπαραίτητα διὰ τὴν συμπύκνωσιν, ἐξαιρέσει ἴσως τῶν ἰόντων Langvin ἢ τῶν ἐξαιρετικῶς βαρῶν ἰόντων ἅτινα εἶναι ὅμως ἐπάνω εἰς τὴν ατμόσφαιραν.

Ἐκ τοῦ αὐτοῦ πίνακος συμπεραίνομεν εἰσέτι ὅτι ἴσως τὰ ἰόντα ἀπαιτοῦνται διὰ τὸν ἐκρηματισμὸν νεφῶν μετὰ παγοκρυστάλλων (ice-crystals) δοθέντες ὅτι οἱ τελευταῖοι αὗτοι ἐκρηματίζονται εἰς μεγάλας ἀναλογίας ὑπερκορεσμοῦ.

Εἰς τὸ ἐκῆμα 51 δίδεται περαιτέρω διάγραμμα τῶν διαμέτρων τῶν πυρῆνων ἀνάλογος τοῦ βαθμοῦ σχετικῆς υγρασίας, εἰς περιπτώσεις ἐκρηματισμοῦ σταγονιδίων διὰ πυρῆνος ἐξ ἁλτος (NaCl).

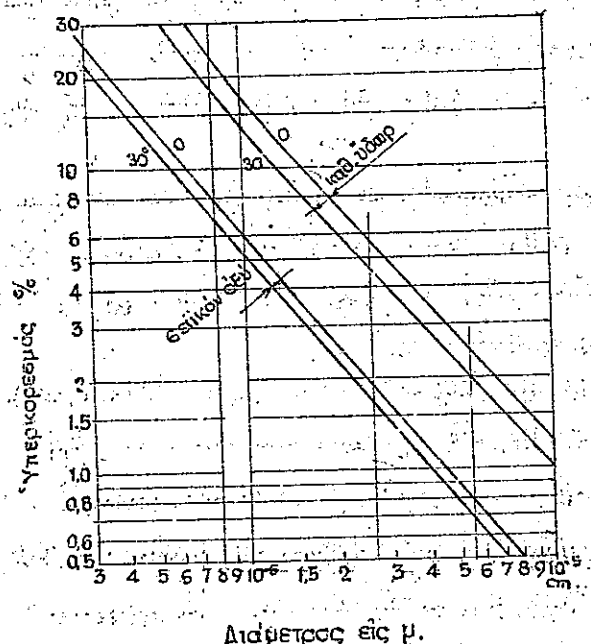
Πλὴν τοῦ ἁλτος (σημαντικῶς διὰ συμπύκνωσιν ἀνωθεν τῶν θαλάσσης) θειώδεις ἀτμοὶ, ἴδια ἐκ καπνοῦ δύνανται νὰ ἀποτελέσουν ἰσοδυνάμεις πυρῆνας συμπυκνώσεως, ὡς τούτο π.χ. συμβαίνει ὑπερδεν βιομηχανικῶν πόλεων.



Σχ. 51. Μέγεθος πυρήνος συμπυκνώσεως ἐξ ἄλατος συναρτήσει τῆς σχετικῆς ὑγρασίας.

Εἰς Λονδίνον λ.χ. οἱ ὑδρατμοὶ ὑγροποιούνται εἰς σχετικὴν ὑγρασίαν 90%.

Εἰς τὸ εἶγμα 52, δίδονται ἐξαγόμενα θεωρητικῆς ἐρευνῆς καὶ πειραμάτων διὰ τὴν ευσχέτιον μεγέθους πυρήνος συμπυκνώσεως καὶ ἑκατοστιαίας ἀναλογίας ὑπερκορεσμοῦ διὰ πυρήνας 1) ἐκ καθαρῶ ὕδατος καὶ 2) ἐκ δεικτικῆς ὀξέως καὶ διὰ θερμοκρασίας 0° καὶ 30°, οἱ ἑκάστον εἶδος πυρήνος.



Σχ. 52. Διάμετρος πυρήνων καὶ βαθμοὺς ὑπερκορεσμοῦ.

Συμπερασματικῶς, διὰ τὴν δημιουργίαν σταγονιδίων ἐκ τῶν ὑδρατμῶν ἀπαιτεῖται ἡ ὑπαρξὶς πυρήνων (ὕδατος, καπνοῦ, ἄλατος κ.τ.τ.) ὧν τὸ μέγεθος ὅσον νὰ κεῖται ἐντὸς ὁρίων τινῶν.

Οὕτω ἐχηματίζονται ἡ ὄμιχλη καὶ τὰ νέφη. Ὁ διαχωρισμὸς τῶν οὐοῦ τούτων μετεωρολογικῶν φαινομένων εἶναι κυρίως τοπογραφικός. Ἡ τσι, νέφους καλοῦμεν συ-

νήθως τὴν ὄμιχλην, ὅταν ὁ παρατηρητὴς εἶναι ἐκτὸς αὐτῆς.

Εἰς τὴν περίπτωσιν οἱ ὑδρατμοὶ ὑπερψύχονται, συμπυκνοῦνται οὕτοι τῇ βοήθειᾳ πυρήνων ἀεροποιήσεως εἰς παχοκρυστάλλους. Ἀποτελεσματικὸς πυρήνας ἀεροποιήσεως ἀποτελοῦν κρυσταλλικὰ ὑλικά ὡς ὁ κάλασις ἢ τὸ διοξειδίου τοῦ ἀνθρακός. Ἡ παρουσίαν παχοκρυστάλλων εἶναι συνηθῶς εἰς ὅλα τὰ νέφη.

β. Περιεκτικότης τῶν νεφῶν.

Ἡ ποσότης τοῦ συμπυκνωθέντος ὕδατος ἐντὸς τῶν νεφῶν εἶναι συνηθῶς 1-4 γραμμάρια ὕδατος ἀνά κ.μ. ἀέρος, διὰ τὰ συνηθῆ νέφη, δύνανται δὲ νὰ φθάσῃ τὰ 5-8 γρ./κ.μ. διὰ μελανὰ νέφη, ἐνῶ οἱ ὑδρατμοὶ οἱ περιεχόμενοι εἰς αὐτὰ εἶναι 20-30 γραμμάρια ἀνά κ.μ. (διὰ θερμοκρασίας 20°-30° C).

Ἡ διάμετρος τῶν ἐχηματίζομένων σταγονιδίων εἶναι μικρὰ κυμαίνουμένη μετὰξὺ 4-50 μικρῶν, ὥστε ἄνεμοι μετὰχύτητα 0,12-0,15 μ/δλόν (ἀπνοῖα κατὰ τὴν κλίμακα Beaufort) νὰ εὐχκρατοῦν αὐτὰ ἐν αἴθρῃ. Παχοκρυστάλλοι τοῦ αὐτοῦ βάρους αἰωροῦνται ὁμοίως εὐχερῶς, ἐντὸς τῆς ἀτμοσφαιράς.

Ὅταν ἡ διάμετρος τῶν σταγονιδίων ὑπερβῇ τὰ 70 μικρὰ ἀρχεῖται συνηθῶς ἡ βροχή.

Νέφη πάχους 600-1200 μέτρων δίδουν συνηθῶς τὴν βροχήν. Λεπτότερα νέφη δὲν δίδουν βροχήν. Παχύτερα νέφη προκαλοῦν τὴν κάλασαν.

γ) Εἶδη νεφῶν.

Τὰ νέφη ἐχηματίζονται ἐκ τῶν συμπυκνωθέντων σταγονιδίων ἐντὸς κεκορεσμένου ἀέρος ἅτινα πίπτοντα ἰσόχρῳ βάρους ἐξατμίζονται εἰς χαμηλότερας θέσεις καὶ ἀνέρχονται ἐκ νέου, ἐνῶ εἰς τὰ ἀνώτερα στρώματα ἐμφανίζονται νέα σταγονίδια. Ἦτοι τὰ νέφη ἀποτελοῦνται ἀπὸ εὐνολον συμπυκνουμένων ὑδρατμῶν εἰς σταγονίδια καὶ σταγονιδίου ἐξατμιζομένων εἰς ὑδρατμούς μετὰ διαρκῶς ἐναλλασσομένης καταστάσεως.

Τὰ νέφη κατατάσσονται εἰς κατηγορίας ἀνάλογως τῆς μορφῆς τοῦ ὕψους καί τῆς ὑδατοαπορριπτικότητος αὐτῶν.

Ἀπό γενικῆς μορφολογικῆς πλευρᾶς τὰ νέφη διακρίνονται: ὡς ἀκολουθῶς.

- 1) Θύεανοι ἢ μαλλοὶ (Cirus), λευκὰ λεπτά ἰνώδη νέφη (Ci)
- 2) Σωρεΐται ἢ σωροὶ (Cumulus), λευκὰ ὀγκώδη καρπύλα νέφη (Cu)
- 3) Στρώματα ἢ επιβάδες (stratus), χαμηλά ἐκτεταμένα στρωσιγενῆ νέφη (S)
- 4) Μελανίαι ἢ ὄμβρια νέφη (Nimbus), πυκνά μελανὰ νέφη, ἔτοιμα πρὸς βροχήν (Ni).

Ἐφ' ὅσον τὰ νέφη ταῦτα εὐρίσκονται εἰς μεγάλα ὕψη προτίθεται πῆς βραχυγραφῆς αὐτῶν τὸ γράμμα A (διὰ τὴν λέξιν Alto) ἢτοι As (altocumulus), As (Altostratus).

Ἀπὸ ἀπόψεως ταξινομήσεως ὁ δεικνύς Ἄτλας τῶν νεφῶν διακρίνει δέκα κυρίων εἰδῶν νέφη, δι' ἑπτὰ δὲ ἐξ αὐτῶν διακρίνει εἴκοσι εἰδικὰς μορφάς.

Τέλος διακρίνει ἑπτὰ ποικιλίας αἰτίνες παραλάεσσαν τὰς ὡς ἀνω μορφάς. Οὕτω κατατάσσονται τὰ νέφη ὡς ἑξῆς: (βλ. Α. Ραραπιπέρη).

| Ὑμάδες νεφῶν (4) | Εἶδη νεφῶν (10) | Εἰδικαὶ μορφαὶ (20) |
|----------------------------------|------------------------|--|
| I. Ἀνώτερα νέφη (ὕψος ~ 6000 μ.) | 1. Θύεανοι (Ci) | Ἰνώδεις (cifil) Ἀγκιστροειδεῖς (cinn) Πυκνοὶ (ciden), νόδοι (cinot) |
| | 2. Θυεανοστρώματα (Cs) | Νεφέλσειδῆ (cs neb) Ἰνώδῆ (cs fil). |
| | 3. Θυεανοσωρεΐται (Cc) | — |
| II. Μέσα νέφη (2000-6000 μ.) | 4. Ὑψισωρεΐται Ac | Διαφώτιστοι (Ac tra) Σκιεροὶ (Ac sp) Σωρεϊτογενεῖς (Ac-cug). |
| | 5. Ὑψιστρώματα As | Διαφώτιστα (As tra), Σκιερά (As sp) Ἰετώδη (As strae). |

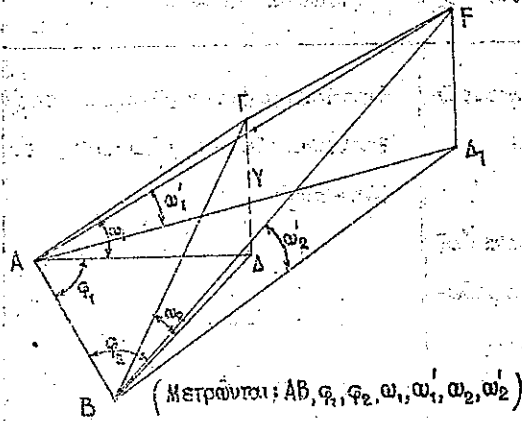
| Ὑμάδες νεφῶν (4) | Εἶδη νεφῶν (10) | Εἰδικαὶ μορφαὶ (20) |
|---|------------------------------------|--|
| III. Κατώτερα νέφη (0-2000 μ.) | 6. Στρωματοσωρεΐται (Sc) | Διαφώτιστοι (Sc tra) Σκιεροὶ (Sc sp) Ἑσπερινοὶ (Sc vesp) Σωρεϊτογενεῖς (Sc-cug) |
| | 7. Στρώματα (S) | — |
| | 8. Στρωματομελανίαι (Ns) | — |
| IV. Νέφη ἀνοδικῶν ρευμάτων 500 μέτρι θυεάλων. | 9. Σωρεΐται (Cu) | Χαμηλοὶ (Cuhum) Συσσωρευμένοι (Cucor). |
| | 10. Σωρεϊτομελανίαι (Cuni) ἢ (Cub) | Φαλακροὶ (Cb cal) Τρίκατοι (Cb car) |

Τὰς κυριώτερας ποικιλίας νεφῶν διακρίνομεν εἰς: πεπλωθῆ (Fumulus) Φακοειδῆς (lenticularis) Σωρεϊτοειδῆ (Cumuliformis), Ραδιοειδῆ (mammatas) Κυματοειδῆ (Undulatus) καὶ Ἀκτινωτὰ (radiatis).

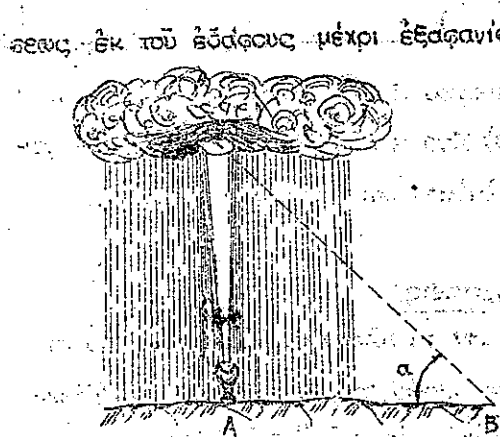
5) Μετεωρολογικαὶ παρατηρήσεις.

Ἐκ τῆς διαίτητος τῶν νεφῶν τὰ πλεον ἐνδιαφέροντα εἰσὶν εἶναι ἡ ταχύτης καὶ αἰετῶν τῶν νεφῶν, τὸ ὕψος αὐτῶν καὶ ἡ τοπι- κή καὶ χρονική ὑπ' αὐτῶν κάλυψις τοῦ οὐρανοῦ ἢ τοῦ ἡλίου.

5^a) Ἡ ταχύτης καὶ κατεύθυνσις τῶν νεφῶν, προσδιορίζεται ὑπὸ δύο παρατηρητῶν μετὰ θεοδολικῶν, ὅποτε διὰ μετρήσεως τῆς μεταξὺ αὐτῶν ἀποστάσεως καὶ τῶν ἀξιμουθίων καὶ τῶν γωνιῶν (ϕ, ϕ_2) σημείου τινος τοῦ νέφους (τέρματος αὐτοῦ λ.κ.) εἰς δύο χρονικὰ στιγμήματα (t_1, t_2) προσδιορίζεται ἀπολύτως ἡ κατεύθυνσις, τὸ ὕψος καὶ ἡ ταχύτης αὐτοῦ (βλ. σκ. 53). Ἡ μέθοδος αὕτη ἀπαιτεῖ χρόνον παρατηρήσεων ἰκανόν καὶ τηλεπικοινωνιακὴν σύνδεσιν τῶν δύο παρατηρητῶν.



Σχ. 53. Μέτρησης ταχύτητας, διεύθυνσης και (ύψους νεφούς).



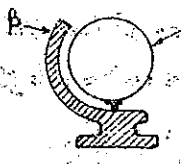
Σχ. 54. Νυκτερινή μέτρησης ύψους νεφούς.

Δι' απλές πρακτικές εφαρμογές γίνεται χρήση απλών γεωδαιτικών οργάνων μικρής ακριβείας (ν.ε.φ.ο.ε'κόπ.ι.α), άμέσου άποδόσεως. Διά την πλήρη υπαύτων άποτυπώσιν των νεφών άπαιτείται έκ παραλλήλου ή κεκωρισμένη μέτρησης του ύψους του νεφούς. Τούτο μετράται την μέραν διά μπαλονίων (μέτρησις χρόνου από άφάσεως έκ του ήδόςου μέχρι εξαφανίσεως έν τω νεφεί) την δέν νύκτα δι' ίσχυρών προβολέων, άν τό ίχνος είς την κάτω βάση σκοπεύεται έκ σημείου γνωστής έκ του προβλέας άποστάσεως AB όποτε προσδιορίζομένης της γωνίας α, εύρίσκεται τό ύψος $h = AB \cdot \epsilon\phi \cdot \alpha$ (Σχ. 54).

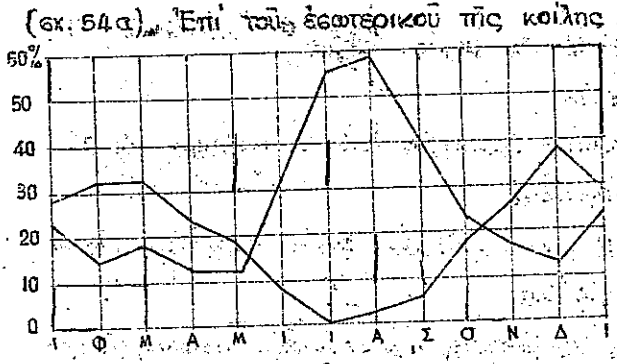
Δι' απλές πρακτικές εφαρμογές γίνεται χρήση απλών γεωδαιτικών οργάνων μικρής ακριβείας (ν.ε.φ.ο.ε'κόπ.ι.α), άμέσου άποδόσεως. Διά την πλήρη υπαύτων άποτυπώσιν των νεφών άπαιτείται έκ παραλλήλου ή κεκωρισμένη μέτρησης του ύψους του νεφούς. Τούτο μετράται την μέραν διά μπαλονίων (μέτρησις χρόνου από άφάσεως έκ του ήδόςου μέχρι εξαφανίσεως έν τω νεφεί) την δέν νύκτα δι' ίσχυρών προβολέων, άν τό ίχνος είς την κάτω βάση σκοπεύεται έκ σημείου γνωστής έκ του προβλέας άποστάσεως AB όποτε προσδιορίζομένης της γωνίας α, εύρίσκεται τό ύψος $h = AB \cdot \epsilon\phi \cdot \alpha$ (Σχ. 54).

δ.β.) Η νέφωσις άποτελεί μέτρον τού ποσοστού της επιφανείας τού ουρανού δόλου όπερ καλύπτεται υπό νεφών. Η νέφωσις έκτιμάται δι' αριθμών από 1-8 ένθα ό αριθμός 8 αντίστοιχεί είς πλήρη κάλυψιν ό δε 4 είς κάλυψιν τού ήμίσεως τού ουρανού. Ο βαθμός 0 αντίστοιχεί είς τελείως άνέφελον ουρανόν.

δ.γ.) Η ήλιοσφάνεια, ενός τόπου μετρά την διάρκειαν καθ' ήν προσπίπτουσιν αι ήλιακαί ακτίνες από της ανατολής μέχρι της δύσεως τού ήλιου είς τόν έν λόγω τύπον. Η ήλιοσφάνεια μετράται δια τών ήλιογραφών. Ο ευηδέστερος έξ αυτών τύπων άποτελείται έξ υαλίνης συμπαγούς σφαιρας (α) επηριζομένης είς σημείον της βάσεως αυτής και περιβάλλομένης υπό τιά κοίλου τμήματος όμοκεντρου σφαιρας (β), ή τις εύρίσκεται είς τισαύτην άποστάσιν ώστε να εκηματίζητε είς την έσωτερικήν αυτής επιφανείαν, τό διά της υαλίνης σφαιρας είδωλον τού ήλιου



Σχ. 54α



Σχ. 54β.

Επί τού έσωτερικού της κοίλης σφαιρας τοποθετείται ειδικός χάρτης, επί τού οποίου κινείται τό είδωλον τού ήλιου κατά την τροχίαν αυτού είς τό στερέωμα. Η κίνησις άποτυπούται διά καραχής τού καιομένου χαρτου υπό τού ήλιακού είδώλου. Κατά τόν χρόνον νέφωσεως ή καιομένη καραχή εξαφανίζεται και ποιουτοτρόπως εύρίσκεται άμέσως τό ποσοτόν της ήλιοσφάνειας.

Είς τό σχήμα 54β. εμφανίζεται η μέση μηνιαία εκατοστιαία αναλογία νεφωσκεπών και αίθριων ημερών έν Θεσσαλονίκη.

5.3. Υδατώδεις καταπτώσεις

α. Αίτια εκηματισμού των καταπτώσεων

Τα νέφη ως ελέγχι αποτελούνται από συμπυκνούμενα υδατώδη μετεωρα, ταυτα δε υπό ώριμενάς συνθήκας καταπίπτουν επί της γης υπό διάφορους μορφάς υ δ α τ ω δ ω ν κ α τ α π τ ώ σ ε ω ν

ἡ κατακρήμνισεων.

Ποῖαι ἀκριβῶς αἱ συνδεῖται διὰ τὴν κατακρήμνισιν τούτων ὄν εἶναι γνωστῶν. Τὰ ὑγρὰ καὶ στερεὰ μόρια τῶν νεφῶν ἀποτελοῦν κολλοειδῆ ἢ ἐνωρήματα ἐν τῷ κεκορεσμένῳ ἀέρι. Ὄταν τὰ αἰωρήματα ταῦτα εἶναι ἀετὰδ ἢ ἦται αἱ κολλοειδεῖς αὐτῶν οὐ εἶναι τεινυσειν καὶ συνενωθῶσιν τότε προκαλοῦνται αἱ καταπτώσεις, ἀντιθέτως, δὲ ὅταν τὰ κολλοειδῆ αἰωρήματα εἶναι σταθερὰ τότε ὄν πίπτει βροχῆ.

Διὰ τὴν κολλοειδῆ ἀετὰδειαν τῶν νεφῶν ἐδόθησαν διάφορα ἐξηγήσεις αἰτινες, κατὰ τὰς μέχρι σήμερον ἐκτεθείσας ἀπόψεις εἶναι αἱ ἀκόλουθοι :

1. Ἡ ἠλεκτρικὴ μεταξὺ τῶν μορίων ἔλξις
2. Ὑδροδυναμικὴ ἔλξις
3. Ἡ πίεσις τῶν τάσεων ὑδρατμῶν ἀπὸ τὰ μικρότερα εἰς τὰ μεγαλύτερα σταγονίδια.
4. Ἡ πίεσις τῶν τάσεων ὑδρατμῶν ἀπὸ τὰ θερμότερα εἰς τὰ ψυχρότερα σταγονίδια.
5. Ἡ παρεξέρρησις ἐξαιρετικῶς ὑγρασκοπικῶν πυρήνων, (ἐμφανιζομένων κυρίως εἰς μορφήν ὀξειδίου τοῦ σιδήρου, προκαλουμένην ἀπὸ τὰς ἠλεκτρικὰς ἐκκενώσεις τῶν ἀστραπῶν.
6. Συγκρούσεις μεταξὺ σωματιδίων ὀφειλόμενα εἰς τὸ εἰροβλοειδές, τῆς ροῆς τοῦ ἀνέμου τουτέστιν τῶν νεφῶν (Turbulence) καὶ τέλος
7. Ἡ πίεσις τῶν τάσεων ὑδρατμῶν ἀπὸ τὰ σταγονίδια τῆς βροχῆς πρὸς τοὺς παχοκρυστάλλους.

Ἐκ τῶν ἀνωτέρω ἀπόψεων ἡ τελευταία περὶ "παχοκρυστάλλων" θεωρία τοῦ Bergeron (1933) συμπληρωθεῖσα ἐν πολλοῖς ὑπὸ τοῦ Findeisen (1938). Κατὰ τὴν θεωρίαν ταύτην ὑπολογισμὸς ποσοτικῆς βροχῆς δύναται νὰ καταπέσῃ μόνον ἐκ νεφῶν ἐν οἷς συνυπαρ-

χοῦν ἡ ὑγρὰ καὶ ἡ στερεὰ μορφή τοῦ ὕδατος εἰς θερμοκρασίας κατὰ τοῦ μηδενός. Κατὰ τὴν συνυπαρξιν τῶν μορίων τῶν δύο τούτων μορφῶν εἶναι δυνατόν νὰ ἐμφανισθῇ ὑπερκορεσμὸς τοῦ ἀέρος ἐν εἰσει πρὸς τοῖς παχῶν, κορεσμὸς δὲ ἢ ἑλαφράς ἔλλειψις κορεσμοῦ ἐν ἐκείνῃ πρὸς τὰ ὑγρὰ σταγονίδια, ἡ δὲ πίεσις τῶν ὑδρατμῶν δά τεινῆ νὰ λάβῃ μίαν τιμὴν μεταξὺ τῶν δύο ἀντιστοιχῶν βαθμῶν κορεσμοῦ. Οὕτω ἡ μέγιστη διαφορά παρουσιάζεται εἰς θερμοκρασίαν -13° ἔνθα δά προφανῶς ἡ πίεσις δά ἀνέλθῃ εἰς 2,13 χιλιοστάβαρα ἦτοι εἶναι μεγαλύτερα τῆς ἀπαιτουμένης διὰ κορεσμόν ἀνωθεν τοῦ πάχου (2,00 χιλιοστάβαρα) καὶ μικρότερα τῆς ἀντιστοιχῆς διὰ κορεσμόν ἀνωθεν ὕδατος (2,25 κλβρ.). Τότε δά ἐμφανισθῇ ἐξάτμισις τῶν σταγονιδίων ὕδατος καὶ συμπύκνωσις εἰς τοὺς παχοκρυστάλλους (Bergeron).

Ἡ θεωρία αὕτη φαίνεται ἐπαληθευμένη ὑπὸ πλείστων μετεωρολογικῶν παρατηρήσεων.

β. Εἶδη τῶν μετεωρολογικῶν καταπτώσεων.

Αἱ μορφαὶ ὑφ' ἃς ἐμφανίζονται αἱ καταπτώσεις ἐπὶ τοῦ ἐδάφους εἶναι πολλαί, ἡ δὲ ὀνοματολογία αὐτῶν καὶ αἱ ὑποδιάκρίσεις ποικίλλουν ἀπὸ χώρας εἰς χώραν.

Θὰ περιορισθῶμεν ἐνταῦθα εἰς τὰς κυριώτερας, δίδοντες ἐν παρενθέσει τὴν διεθνή αὐτῶν ἐπωνυμίαν καὶ ἐνίοις ἑξοχλαῖστος ὄρους :

β.α.) **Ψιχάλα** (☾) λεπτὰ σταγονίδια βροχῆς, διαμέτρου μικρότερας τῶν 0,5 χιλιοστῶν μέ μηδαρινὴν ἐντασιν, ἦτοι 1 χιλιοστοῦ ἄραν (drizzle, mist). Προέρχονται κυρίως ἀπὸ χαμηλὰ "στρώματα".

β.β.) **Βροχή** (•) μετὰχούσις μεγαλύτερας τῶν 5 χιλιοστῶν (rain, pluie, regen). Προέρχεται κυρίως ἀπὸ στρώματομελαίας.

β.γ) Πάχνη (☼) ομογενή, διαφανή στρώματα πάχους εκμηδυνιστάτα, που σχηματίζονται κατά τη σύσφιξη ή βροχής, έρχομένων εις επαφήν μετά ψυχρών αντικειμένων (glaze). Παρουσιάζεται ευνηθώς εις θερμοκρασίαν 0° C.

β.δ) Χιονόνερο (☼) διαφανείς σφαιρικοί κόκκοι πάχους. Έν Άγγλία αἱ αὐταὶ καταπτώσεις θεωροῦνται περιέχουσαι ευχρόνως βροχήν και χιόνια. Εμφανίζεται εις θερμοκρασίας μικροτέρας τοῦ 0° (sleet).

β.ε) Χιόνιον (☼) πτώσεις τοῦ ὕδατος, εις στερεάν μορφήν κυρίως εις διακλαδιζομένους, ἑξαγωνικούς κρυστάλλους. Εἰς θερμοκρασίαν ὑψηλοτέραν τῶν 10° εἰσὺνται μεταξύ των σχηματίζοντες τὰς νιφάδας (snow, schnee, neige).

β.στ) μικρά χάλυζα (Δ), ἡμιδιαφανείς κυκλικοί ἢ σπανιώτερον κανονικοί κόκκοι τετράκοτος ὕδατος, διαμέτρου 2-5 χιλ. Προέρχονται κυρίως ἀπὸ εὐρειοτομελάνιας (spall hail).

β.ζ) Μεγάλη χάλυζα (Δ), σφαίραι ἢ σφαιροειδῆ ἐκ πάχους δυνάμεναι νὰ φθάσουν διάμετρον 5-50 χιλιοστὰ. Πιπτεῖ μόνον εἰς μεγάλας καταιγίδας και οὐδέποτε εἰς θερμοκρασίας μικροτέρας τοῦ μηδενός. Σχηματίζονται ἀπὸ διαδοχικά στρώματα διαχωρῶν και θολεροῦ (opaque) πάχους, πάχους 1 χιλιοστοῦ ἀνά στρώμα). Ἡ θερμοκρασία τοῦ πυρηνώδους κέντρου κατέρχεται ἐνίοτε εἰς -30° C (hail).

Ἐκ τῶν ἀνωτέρω μορφῶν αἱ ἐνδιαφέρουσαι τὸν μηχανικὸν ἀμέ-

ως, διὰ τὰ υδραυλικά ἔργα και τὴν κυκλοφορίαν τοῦ ὕδατος, εἶναι ἡ βροχή και ἡ χιών.

Τὸ μέγεθος τῶν σταγόνων τῆς βροχῆς σπανίως ὑπερβαίνει τὰ 7 χιλιοστὰ. Ἡ τελικὴ αὐτῶν ταχύτης ἔχει αἰς ἀκολουθίαν ἐν εἰσέσει μὲ τὴν διάμετρον τῶν σταγόνων:

| | |
|-------------|----------------|
| φ. 0,5 χιλ. | U = 3,50 μ/sec |
| 1,0 " | 4,40 μ/sec |
| 1,5 " | 5,7 μ/sec |
| 2,0 " | 5,9 μ/sec |
| 3,0 " | 6,9 μ/sec |
| 4,0 " | 7,7 μ/sec |
| 5,0 " | 8,0 μ/sec |

γ. Τύποι ὕδατων κατακρημνίσεων.

Ἄναλυσας τῶν μετεωρολογικῶν αἰτίων ἅτινα προκαλοῦνται, κατακρημνίσεις διακρίνονται αὐταὶ εἰς τρεῖς κυρίους τύπους:

γ.α) Ὀρεογραφικαί, ὀφειλόμεναι εἰς τὴν ἀπότομον ψύξιν ἣτις προκαλεῖται λόγῳ ἀνυψώσεως τῶν νεφῶν ὅταν ταῦτα συναντήσωσιν ὄρεινους ὄγκους. Συνεπεία τούτου παρατηρεῖται διαφορά ὕψους πτώσεως βροχῆς εἰκατέρωθεν τῶν ὄρων και ὅη παρουσιάζονται μεγάλα ὕψη βροχῆς εἰς τὴν προσήνεμον πλευρῶν αὐτῶν και μικρὰ ὕψη βροχῆς ἢτοι ὀμβροσκιαί, εἰς τὴν ἐπὶνεμον πλευρῶν αὐτῶν. Οὕτω εἰς τὴν Δ. Ελλάδα ἡ βροχὴ εἶναι μεγαλύτερον ὕψος, ὀμβροσκιῶς τῆς ἀριστερῆς Πίνδου - Ὀλυμποῦ.

Ἡ ὀρεογραφικὴ κίνησις τῶν ἀνέμων δύναται νὰ προκαλῆ ἐκ παραλλήλου λόγῳ τῆς ἀπότομου ἀνώσεως τῶν νεφῶν και κυκλώσεως ἢ μεταγωγῆν ὅποτε προστίθενται εἰς τὸ ὀρεογραφικὸν αἴτιον τῆς βροχῆς και τὰ δύο ταῦτα ἐπιπλέον αἴτια.

γ.β) Μεταγωγικαί (Convective)
Αἱ μεταγωγικαὶ κατακρημνίσεις ὀφείλουται κυρίως εἰς

τήν μεταγωγὴν (μεταβίβασιν θερμοκρασίας διὰ μεταφοράς) θερμοκρασίας λόγω μετακινήσεως ελαφροτέρων θερμῶν ρευμάτων ἀέρος ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω.

Τὰ ρεύματα ταῦτα ἀέρος προέρχονται ὡς ἤδη εἰλέχθη εἴτε λόγω θερμάνσεως τοῦ ἀέρος τῆς ἐπιφανείας, εἴτε λόγω ψύξεως τῶν ὑψηλῶν στρωμάτων ἢ τέλος, λόγω ἐμφανίσεως μετώπων (γενικῶς μεταβολὴ κλίσεως τῆς πίεσεως). Αἱ βροχαὶ αὗται ἔχουσιν συνήθως μικρὴν διάρκειαν ἢ ἔντασις δὲ αὐτῶν ποικίλλει μεγάλως.

γ.γ) Κυκλωνικά (cyclonic), ὀφειλόμενα εἰς κινήσεις ἀνέμου ὅπου ὑπάρχει καὶ κατακόρυφος ἀνερχομένη συνιστώσα τῆς ταχύτητος τοῦ ἀνέμου καὶ συνδεόμενα μὲ τὰς κινήσεις κυκλώσεως. Συνήθως διακρίνονται εἰς **μετωπικά** καὶ **ἀμετώπους**. Ἐφ' ὅσον εἰς τὸν κυκλῶνα εἰς ὃν ἐμφανίζεται ὑπάρχει ἢ ὄχι μέτωπον. Αἱ μετωπικαὶ βροχαὶ διακρίνονται εἰς βροχὰς ψυχροῦ καὶ βροχὰς θερμοῦ μετώπου. Αἱ πρῶται ἐμφανίζονται εἰς θερμὸν ἀέρα φθίνοντα ἀπὸ εἰσερχόμενον ὄγκον ψυχροῦ ἀέρος καὶ ἐμφανίζονται συνήθως εἰς τὸ μέτωπον μέχρι καὶ 150 km ἔμπροσθεν αὐτοῦ.

Αἱ βροχαὶ θερμοῦ μετώπου ἐχηματίζονται εἰς τὸν ἀπωθούμενον θερμὸν ἀέρα ὑψούμενον ὑπεράνω εφηνός ψυχροῦ τοιοῦτου. Αἱ βροχαὶ αὗται ἐκτείνονται 150-300 km πρὸ τοῦ μετώπου καὶ παρουσιάζουν συνεχεῖς, μετρίας ἢ ελαφρὰς βροχὰς διαρκούσας μέχρι τῆς διαβάσεως τοῦ θερμοῦ μετώπου.

Αἱ βροχαὶ ψυχροῦ καὶ θερμοῦ μετώπου δίδονται χαρακτηριστικῶς εἰς τὰ ἐκρήματα 8^α καὶ 8^β (σελ. 19) καὶ τὸ ἐκρήμα 10 (σελ. 22).

δ. Μέγεθος τῶν ὑδατοδῶν κατακρημνίσεων.

Τὸ μέγεθος τῶν ὑδατοδῶν κατακρημνίσεων ἐκφράζεται εἰς ὕψος ἐπιπέδου ὕδατος ἰσοδύναμον πρὸς τὰς πιεσούσας κατακρημνίσεις εἰς τὴν μονάδα ἐπιφανείας. Τὸ ὕψος ἐπιπέδου ὕδατος ἐκφράζεται συ-

νήθως εἰς χιλιοστά.

Αἱ ὑδατοδῆς κατακρημνίσεις καὶ ἐξ αὐτῶν κυρίως ἡ βροχὴ (κατὰ μείζονα διὰ τὴν Ἑλλάδα λόγον) καὶ ἡ χιάν (κατ' ἐλάσσονα λόγον) ἀποτελοῦν τὰς κυρίας πηγὰς ἐμφανίσεως καὶ κυκλοφορίας τοῦ ὕδατος εἰς τὰς διαφόρους μορφὰς αὐτοῦ (ρέοντα, στάσιμα, ὑπόγεια ὕδατα) ὑφ' ἃς χρησιμοποιεῖται εἰς τὰ ὑδραυλικά ἔργα. Διὰ τὸν λόγον τοῦτον ἡ λεπτομερὴς ἐπουδῆ τοῦ μεγέθους, τῆς διάρκειας καὶ τῆς μετρήσεως τῆς βασικῆς ταύτης ὕλης θέλει γίνεαι ἰδιαίτερος εἰς τὸ ἐπόμενον Κεφάλαιον II.

Γ. Καιρὸς καὶ κλίμα

1. Σπουδὴ τοῦ καιροῦ.- Καιρικοὶ χάρται.

Τὸ σύνολον τῶν μετεωρολογικῶν φαινομένων ἐμφαίνεται διὰ τῶν μετεωρολογικῶν χαρτῶν ἐνθα ἀποτυπῶνται ὁ καιρὸς εἰς μίαν δεδομένην ἐπιγυμνὴν διὰ ἀποτυπώσεως ὅλων τῶν στοιχείων αὐτοῦ ἅτινα παρατηρήθησαν κατὰ τὴν ἐν λόγω ἐπιγυμνὴν εἰς διαφόρους σταθμούς. Οἱ χάρται οὗτοι καλοῦνται καὶ **εὐνοπτικαὶ** χάρται εὐνήθως.

Εἰς τὸν χάρτην τοῦ ἐκρήματος (55) ἐμφαίνεται ὁ καιρὸς ὑπεράνω τῶν ΗΠΑ τὴν 15/5/43, ἐνθα ἐχηματίσθη εἰς κυκλῶν (L) εἰς Ἰνδιανάπολιν μὲ πίεσιν 1002 mb, μὲ βροχὰς βορείως αὐτοῦ καὶ μὲ ἀντίθεσιν θερμοκρασιῶν εἰς τὰς μεγάλας λίμνας. Ἡ σκάφη προεκτείνεται εἰς τὰς νοτιῶς πολιτείας (βλ. καμπύλας 1091).

Εἰς τὰ ἐκρήματα 56, 57, 58, 59 ἐμφαίνονται αἱ τσραὶ καθ' ὕψος ἐπὶ τοῦ χάρτου τούτου. Εἰς τὸ ἐκ. 56 (1-156) δῖδεται ἡ τομὴ διὰ τοῦ θερμοῦ μετώπου ἐκ Β πρὸς Ν.

Εἰς τὴν τομὴν ταύτην ἐμφαίνονται οἱ θερμοὶ νοτιοὶ ἀνεμοὶ ἀνε-

χόμενον μέ την κλίσειν του θερμού μετώπου (υπεράνω του Detroit) προκαλούντες στρωματομελανίας, Νε και βροχήν. Στρώματα σχηματίζονται εις τον ψυχρόν αέρα και υπό το θερμόν μέτωπον. Το μέτωπον ευ-

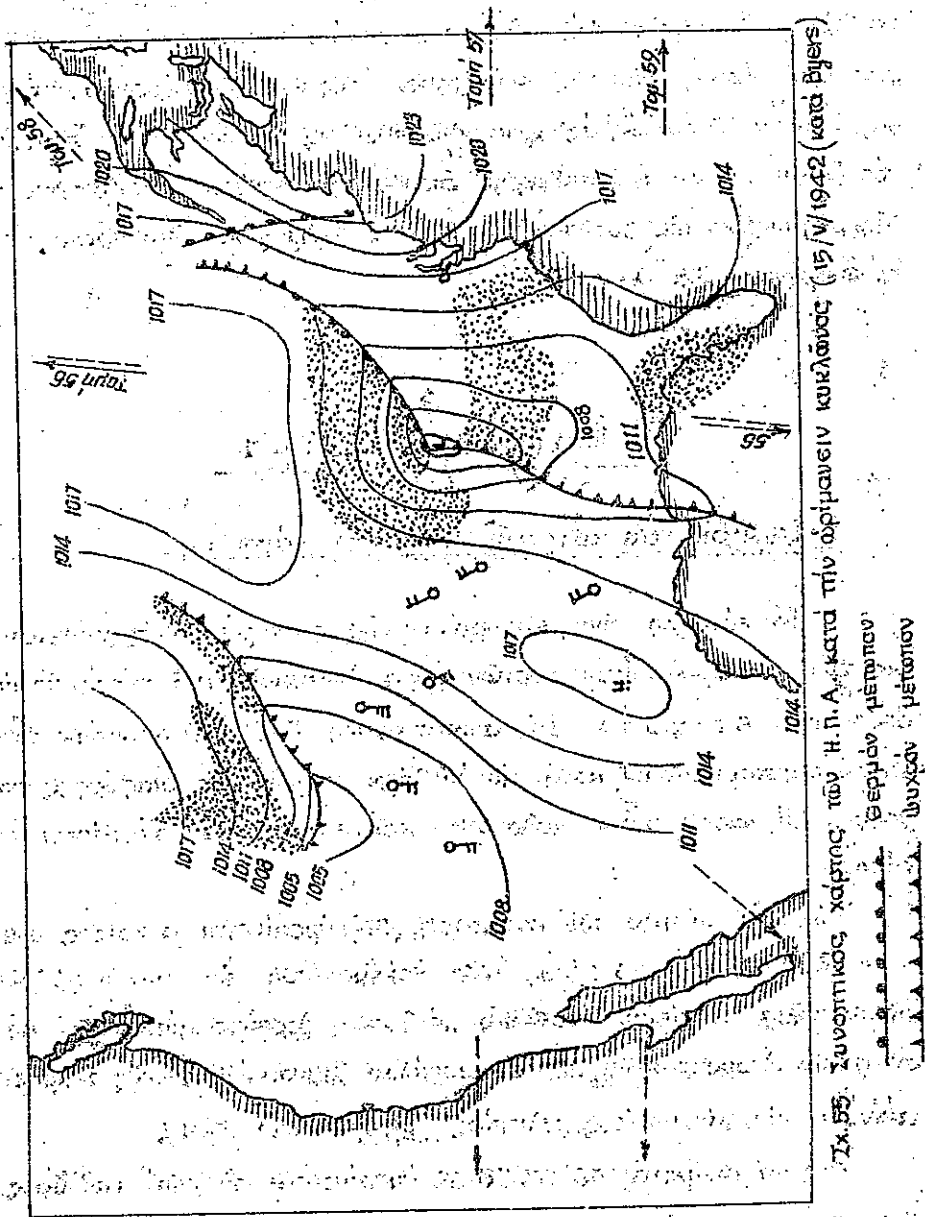


Fig. 55. Συνοπτικός χάρτης των Η.Π.Α. κατά την ορίσθαιεν κυκλώνας (15/IV/1942) (κατά Byers)

ρίσκεται άνωθεν του Detroit εις ύψος 700-1000 μ. Ένθα η θερμοκρασία άνέρχεται από 8° έως 13° και η περιεκτικότητα υδρατμών (εις

gr/kg - Ξηρού αέρος) άνέρχεται επί 7,3-10,4 gr/kg. Η συνθηκική θερμοκρασία^(*) εις το μέτωπον είναι 295° A. - Εις Salt St. Marie ο θερμός αήρ όεν έχει εδάση είσέτι τον βαθμόν κορεσμού.

Εις το σήμα 57 δίδεται η τομή έξ Α-Α από St-Louis εις Washington (βλ. θέσειν τομής εκ. 57 εις σήμα 56) ένθα είναι έμφανής η θέσειν του ψυχρού μετώπου. Εις το Saint Louis αι θερμοκρασία έντες του πρώτου χιλιομέτρου, καθ' ύψος, της άτμοσφαιρας είναι περί τούς 15° χαμηλότερα η εις το Huntίngton, η διαφορά δέ αύτη παρατηρείται και εις μεγαλύτερα ύψη. Η είδική υγρασία καθ' όλου το ύψος, υπεράνω του St. Louis είναι σταθερά περίπου μεταξύ 5,1 και 5,3 gr. ανά kg. Ξηρού αέρος.

Εις το σήμα 58 έμφαίνεται παλιν το ψυχρόν μέτωπον μέ παχέαν γραμμήν.

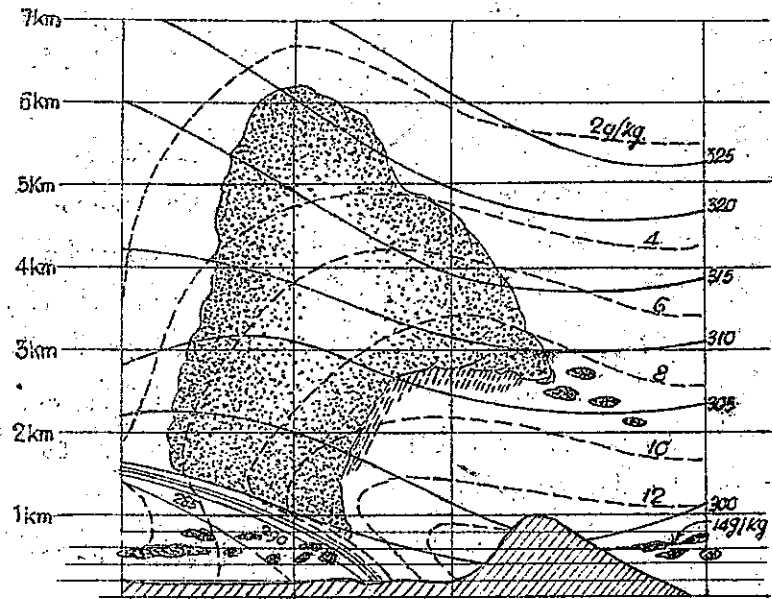
Τέλος εις το σήμα 59 δίδεται η τομή εις τας νοτίους Πολιτείας και παρουσιάζει ένα ένδιαφέρον και σύνθετον φαινόμενον διανομής της υγρασίας περίεξ του ψυχρού μετώπου. Ο αήρ άνωθεν της Lake Charles είναι αρκετά ξηρός, προφανώς διότι ο δυτικός άνεμος είναι αρκετά ψυχρός.

Ο ως άνω κυκλών μετά την στιγμήν της άνωτέρω άποτυπώσεως του έξηκολούθησεν βαίνων άνατολικώς και ήρξισεν υφιστάμενος άποκλεισμόν.

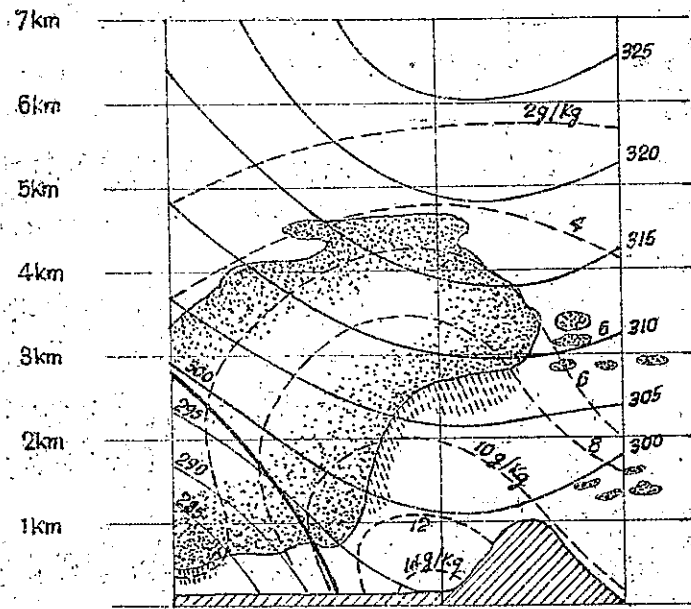
Διά των άνωτέρω εχημάτων δίδεται ένα παράδειγμα της μελέτης του καιρού δια των συνοπτικών χαρτών.

Γενικώς οι κυκλώνες χαρακτηρίζονται δια της άεταδείας αυτών και της μετακινήσεως των εκ θυερών προς Α. Οί κυκλώνες

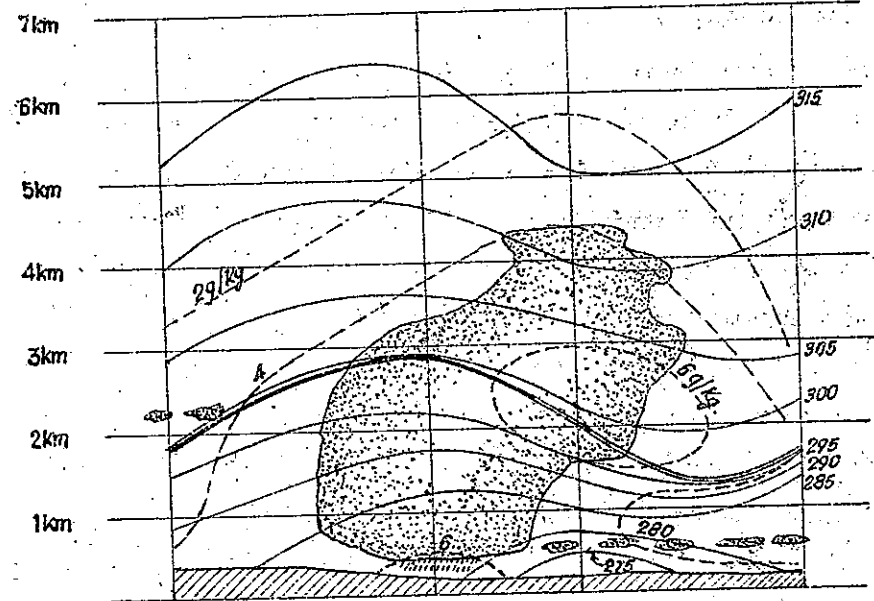
(*) Δυναμική θερμοκρασία εις απόλυτους βαθμούς είναι η θερμοκρασία ήν θα έλαμβανε ο αήρ έν η πίεσις αυτού ήλατιτοτε ά διαβατικώς εις πίεσιν 1000 m (θερμοκρασία 275° A είναι απόλυτος θερμοκρασία η άντιστοιχούσα εις 0° C).



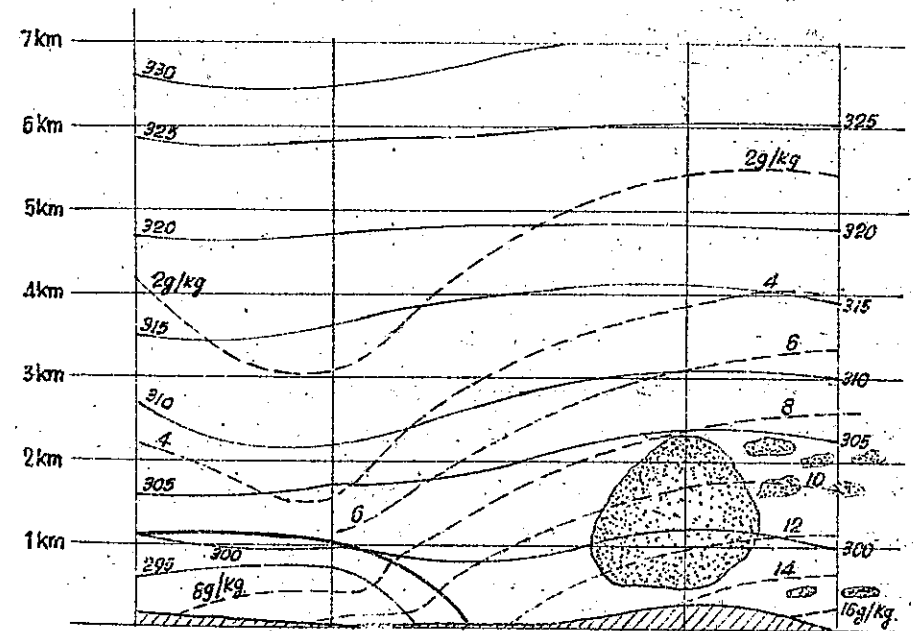
Σχήμα 56.



Σχήμα 57.



Σχήμα 58.

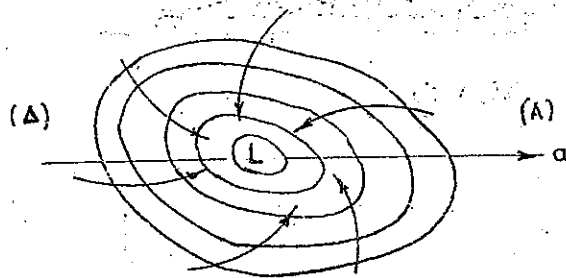


Σχήμα 59.

οιτινες διασχίζουν την Εύρωπην εκ του Ατλαντικού Ωκεανου ακολουθων τας εξης οδους:

Η πρώτη βαίνει ΒΑ των Αγγλικων νησων εις τας Β ακτας της Ευρωπης, η δευτέρα διερχομενη ομοιος εκ Αγγλιας και της Β. θαλασσης βαίνει προς την Βαλτικην, η τρίτη διασχίζει την Μάχην και την βόρειον Γερμανίαν και η τετάρτη δια της Ισπανίας, τέμνει την Ιταλίαν και διέρχεται από τα βορειότερα μέρη της Βαλκανικης. Μέρος μεταξύ της κεντρικης Ευρωπης και της Βαλκανικης δεν διασχίζεται υπό κυκλωνων.

Όταν κυκλών εν τῇ νοτίῃ Εὐρώπῃ διασχίζει τόπον τινά νοτίως αὐτοῦ πνέουν κατ' ἀρχὴν Ν. ἕως ΝΑ ἄνεμοι, ψυχροὶ τὸν χειμῶνα καὶ



Σκ. 60. Πορεία κυκλώνος

θερμοί τὸ θέρος, μετατρέπομενοι βαθυπῶν εἰς ΒΑ καὶ Β., ψυχροὺς πάντοτε, καὶ τέλος εἰς Δ. Περὶ τὸ τέλος τοῦ κυκλώνος ἐμφανίζεται καὶ μιά περιοχὴ βροχῶν. Εάν ὁ κυκλών ἐμφανίζεται βορείως τοῦ τόπου οἱ

ἄνεμοι δὲ εἶναι κατ' ἀρχάς Ν. θερμοὶ καὶ ἑπρῶι, εἶτα ΝΔ ἕως Δ. με βροχάς.

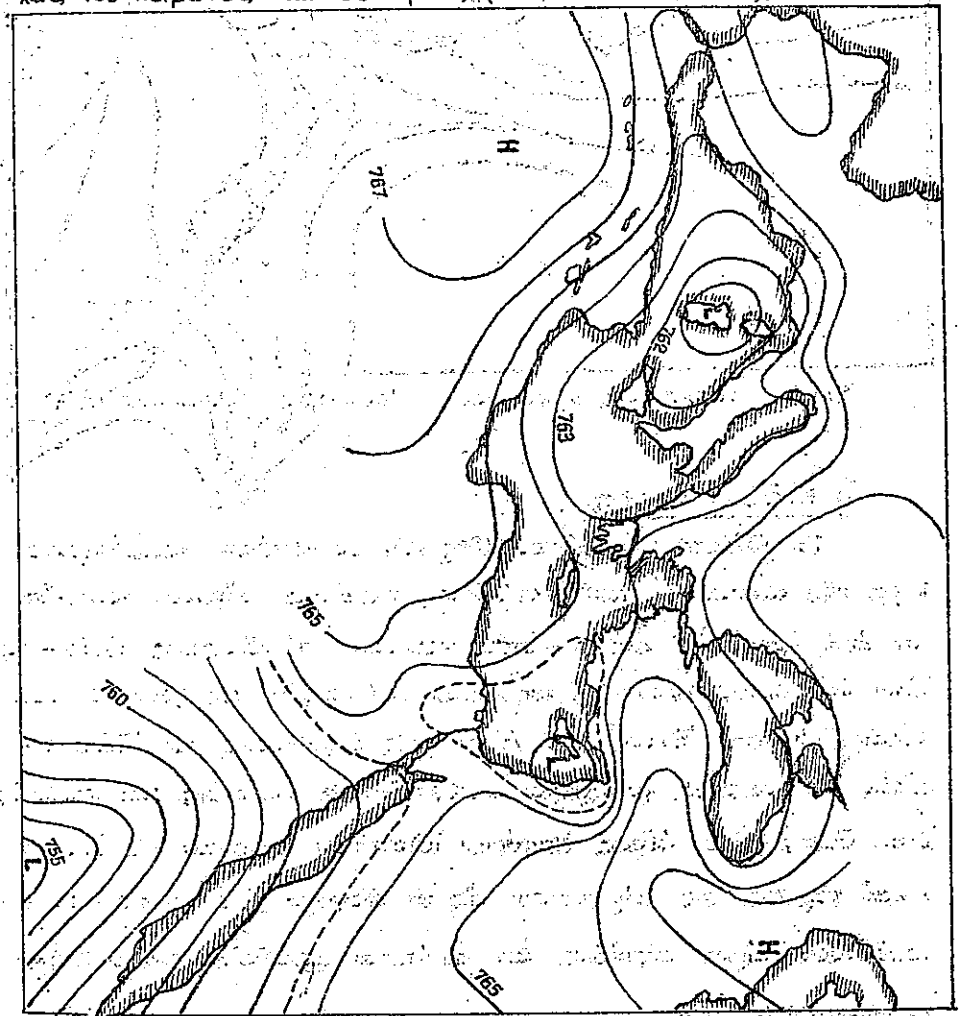
Οἱ ἀντικυκλώνες διακρίνονται εἰς δύο τύπους, τοὺς προσωρινούς, οἵτινες μετακινουῦνται ὡς οἱ κυκλώνες καὶ οἵτινες εἶναι ἐπίνοι ἐν Εὐρώπῃ καὶ εἰς μονίμους. Οὗτοι, διὰ τὴν Εὐρώπην, ἔχουν τὸ κέντρα ἐνεργείας αὐτῶν εἰς τὰς Ἄζορας καὶ τὴν Σιβηρίαν. Μεταξὺ τούτων ὡς ἐτύλων σταθερῶν διασχίζουν τὴν Εὐρώπην οἱ κυκλώνες.

Εἰς τὸ κέντρον τῶν ἀντικυκλώνων ὁ καιρὸς εἶναι αἰθριος καὶ ἡ ἀτμόσφαιρα ἤρεμος με πολὺ χαμηλῆς θερμοκρασίας τὸν χειμῶνα καὶ ὑψηλῆς τὸ θέρος. Λόγῃ μεγάλης ἀκτινοβολίας ἀπὸ τῆς γῆς κα-

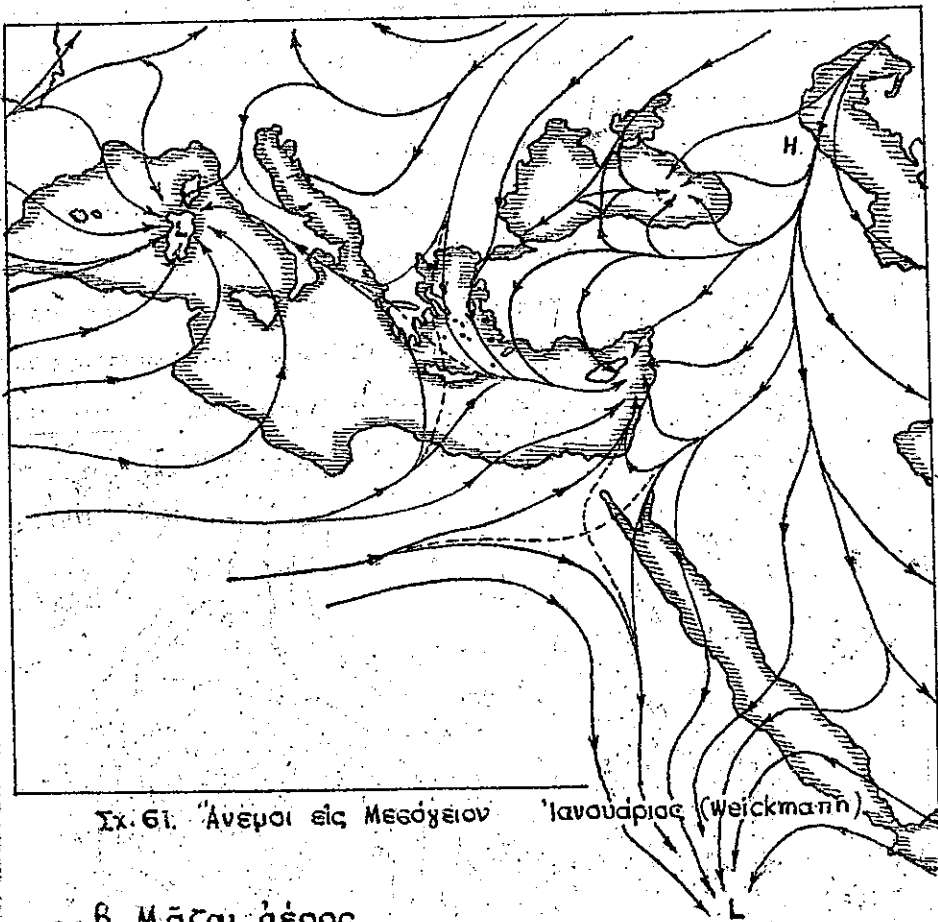
τὰ τὴν νύκτα καὶ τῆς φύξεως τοῦ ἀέρος ἐμφανίζεται μεγάλη ὑγρασία (ὄροφος, ὀμίχλη, κλπ), δι' ὃ καὶ αἱ πρῶιναι ὀμίχλαι προσχέλου καλὸν καιρὸν.

Τὸ κλίμα τῆς Ἑλλάδος ἐπηρεάζεται ἀπὸ τοὺς κυκλώνας καὶ ἀντικυκλώνας τῆς Μεσογείου, τῶν Ἄζορων καὶ ἐπαινως τῆς Ρωσίας. Ἐπικρατέστεροι εἶναι οἱ ἀντικυκλώνες.

Εἰς τὰ ἐπόμενα ἐκλήματα 60, 61, 62 καὶ 63 διδόνται αἱ βαρομετρικαὶ πιέσεις καὶ οἱ ἄνεμοι τῆς Μεσογείου (μέσαι τιμαὶ) κατὰ τὰς ἐποχὰς τοῦ χειμῶνος καὶ τοῦ θέρους (κατὰ L. Weickmann).



Σκ. 60. Βαρομετρικαὶ πιέσεις εἰς Μεσογείον Ἰανουαρίου (Weickmann)

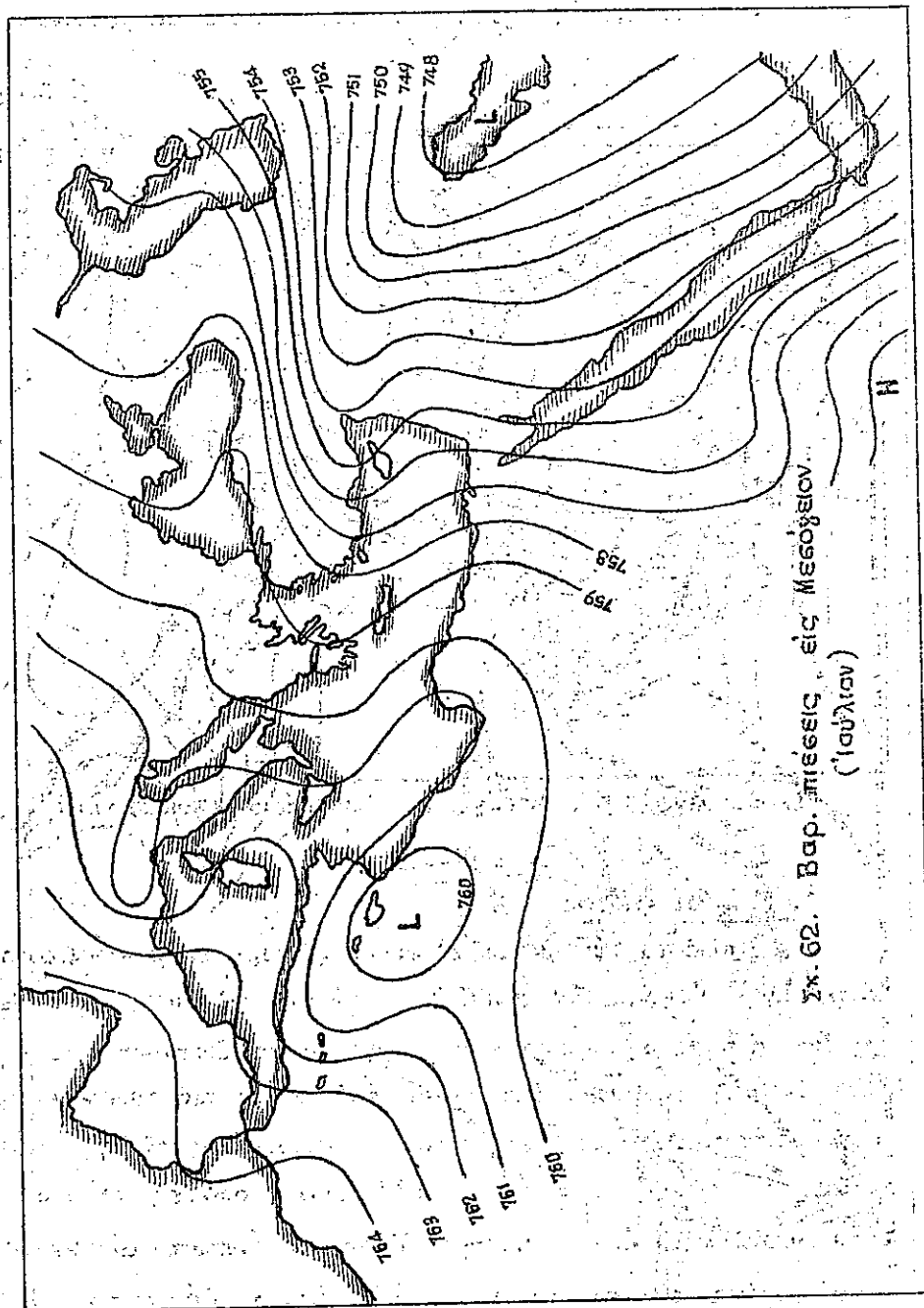


Σχ. 61. Άνεμοι εις Μεσόγειον Ιανουάριος (Weickmann)

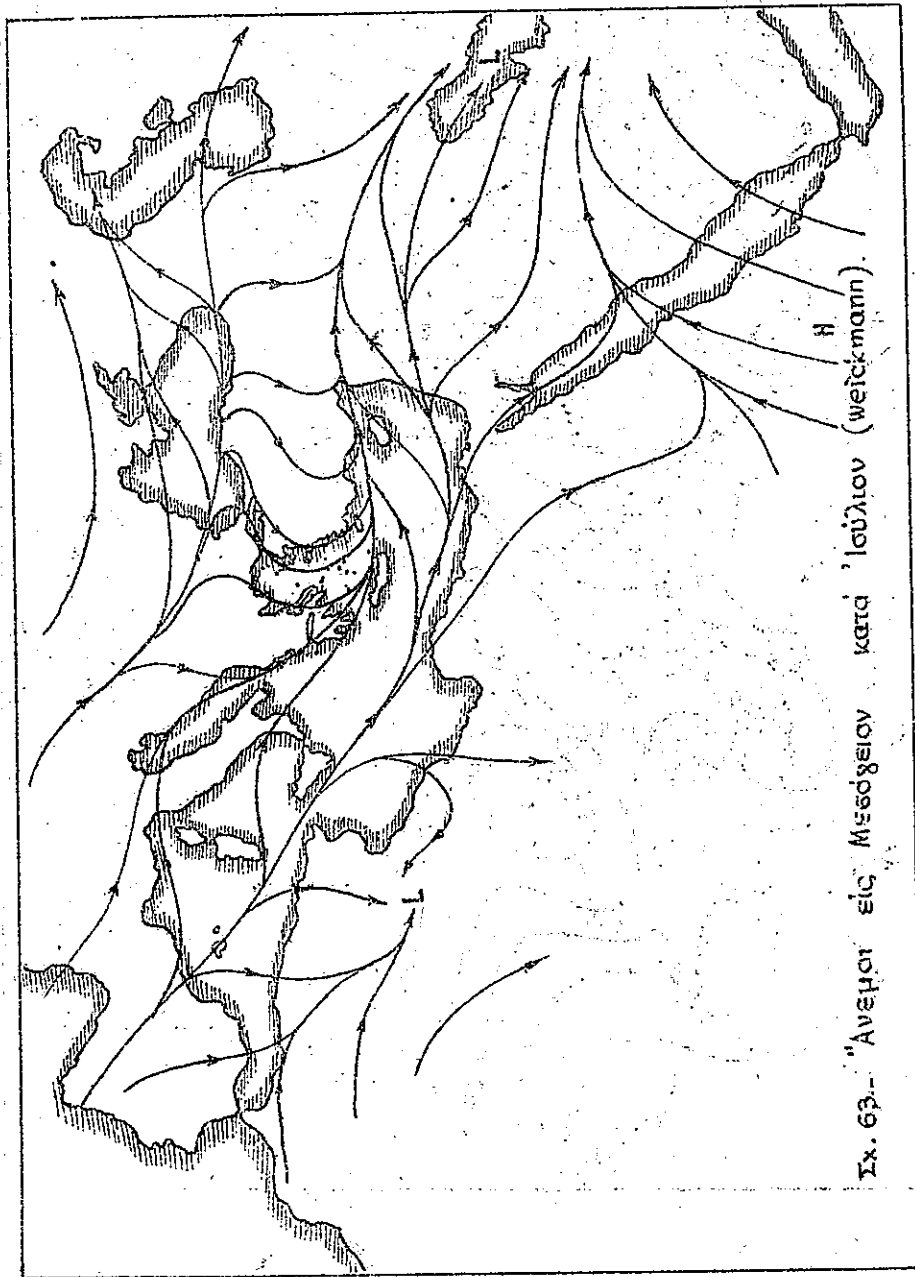
β. Μάζαι άερος.

Τά πλείεστα τών μετεωρολογικῶν φαινομένων μεταβάλλονται λόγω τής κινήσεως τῶν μαζῶν άερος αἵτινες μετατίθενται ἀπό ὀρισμένα σημεῖα - ἔνθα γεννῶνται αἱ ιδιότητες αὐτῶν - εἰς ἄλλα ἀπομακρυσμένα, διατηροῦσαι ἐπί μακρόν τās γεννεθείους αὐτῶν ιδιότητας. Ἐντός τοῦ χρόνου τής ἐμφανίσεως τῶν ιδιοτήτων αὐτῶν τὰ καιρικά φαινόμενα μεταβάλλονται βραδῶς καί σταθερῶς. Ὅταν ὁμως μάζαι άερος διαφόρων ιδιοτήτων ἔρχονται εἰς ἐπαφήν - καί κυρίως εἰς σύγκρουσιν εἰς τὰ διάφορα μέτωπα - τότε λαμβάνουν χώραν αἰφνίδια καί ἀπότομοι μεταβολαί τῶν μετεωρολογικῶν φαινομένων.

Αἱ περισκαί προελεύσεως τῶν μαζῶν άερος μέ διαφορους



Σχ. 62. Βαρ. πιέσεις, εις Μεσόγειον (Ιούλιον)



Ιχ. 63. - Ανεμοί εις Μεσόγειον κατά Ίσουλίου (weickmann)

ιδιότητας, καθορίζονται από τα γενικά ατμοσφαιρικά συστήματα, από τα οποία και αι μάζαι αύται λαμβάνουν τας ιδιότητας αυτών. Τσιουτοτρόπως διακρίνομαι τας ακόλουθους μάζας αέρος:

- 1) Άρκτική μάζαι (Α) γεννώμεναι εις τας άρκτικές περιοχάς και φέρουσα πάντοτε ψυχρόν καιρόν, πνέουσαι νοτίως της άρκτικής ζώνης. Περιέχουν όλίγην ύγρασίαν, | ελλείπει κόνεως είναι τελείως διαυγείς, | δεν προκαλούν νεφωσιν και επιτρεπουν μεγάλην άκτινοβολίαν δι' αυτών.
 - 2) Η ήμιτροπική μάζαι (Τ) μεταφέρουσαι προς τας εύκράτους ζώνας εκ των ήμιτροπικών περιοχών θερμόν αέρα. Έχουσιν μεγάλην ύγρασίαν και συχνά πολύν εκόνιν, - δι' ο και ε-
χουν τάσιν εκρηματισμού νεφών. Αι διακυμάνσεις της θερ-
μοκρασίας αυτών είναι μικραί.
 - 3) Μάζαι των εύκράτων ζωνών (G), λαμβάνουσαι τας συν-
θήκας ύγρασίας, θερμοκρασίας και άκτινοβολίας των ζω-
νών τούτων (45° - 65° πλάτους). Αναλόγως του πλάτους αυ-
τών διακρίνονται εις ήμιτροπικές εύκράτους (GT) και άρ-
κτικές εύκράτους GA. (Εις την Άγγλιαν η ζώνη αύτη κα-
λεΐται πολιική - polar).
- Αι μάζαι αύται αναλόγως του ύποβάθρου αυτών διακρι-
νονται εις θαλασσίας, m (maritimes) και ήπει-
ρωτικάς, c, (continentales) αναλόγως δέ της θερμοκρα-
σίας αυτών εις θερμάς W (warm) και ψυχράς K (kalt).
- Τούτω τελικώς αι μάζαι αέρος κατατάσσονται εις τόν ά-
κόλουθον πίνακα:

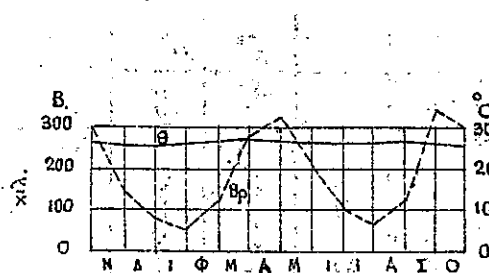
| Κύρια μάζα | Προέλευσις | Κλιματική κατηγορία | Ιδιότητες μαζών | Κύριος τόπος δημιουργίας αυτών - Προέλευσις |
|--------------------|------------|---------------------|----------------------------------|--|
| 'Αρκτική (Α) | π Α | π Α Κ | 'Αρκτικός θαλάσσιος αήρ | Γροιλανδία, Σπιτοβέρν. |
| | σ Α | σ Α Κ | 'Αρκτικός αήρ ξηρός | Nowaja - Semija, Β. Ρωσία |
| Ευκράτων ζωνών (G) | π G A | π G A K | Δροσερός θαλάσσιος αήρ | Βόρειος 'Ατλαντικός, Καναδάς. |
| | σ G A | σ G A K | Ψυχρός αήρ ξηρός | Ηπειρωτική Ρωσία, Σκανδιναβία |
| | π G T | π G T W | Ήπιος αήρ θαλάσσης | Βόρειος 'Ατλαντικός (~50°) |
| | σ G T | σ G T W | Θερμός αήρ ξηρός | Νότιος Ρωσία, Βαλκανική χερσών. |
| Τροπικά (T) | π T | π T W | Ημιτροπικός θαλάσσιος θερμός αήρ | Ημιτροπικοί θαλάσσιοι, Άζοροι, Μεσόγειος |
| | σ T | σ T W | Ημιτροπικός θερμός αήρ ξηρός | Ημιτροπικοί Ήρραι - Βόρειος 'Αφρική - Ν. Βαλκάνια. |

γ. Κλίμα του τύπου.

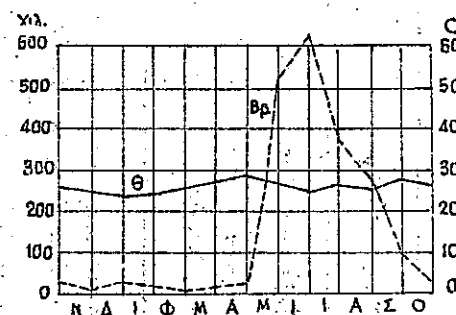
Αί μέσαι τιμαί τῶν μετεωρολογικῶν στοιχείων ἑνός τόπου κατὰ τὴν διάρκειαν μακροτέρου χρόνου, ἢ διάρκεια, ἢ ἔντασις καί ἡ ευκνότης αὐτῶν ἀποτελοῦν τὸ κλίμα τοῦ τόπου.

Ἐπὶ τῇ βάσει τῶν ἀνωτέρω στοιχείων διακρίνομεν εἰς τὴν ὑδροξείον τρεῖς κυρίους τύπους κλιμάτων μετὰ τὰς ὑποδιαίρέσεις αὐτῶν, ὡς δίδονται ἀκολουθῶν, ἐπὶ τῇ βάσει τῆς θερμοκρασίας καὶ τῆς βροχῆς ἐκάστου τόπου. (κατὰ Streck).

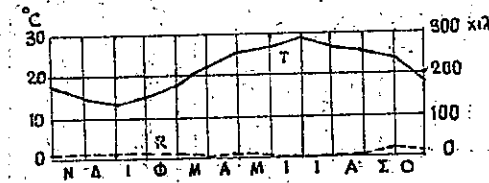
1^{ον} Τροπικόν κλίμα.



Σχ. 64α. Ἰσημερινόν κλίμα (Κεφάληνη)

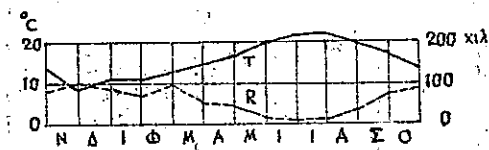


Σχ. 64β. Κλίμα μουσωνίων (Βομβῆν)



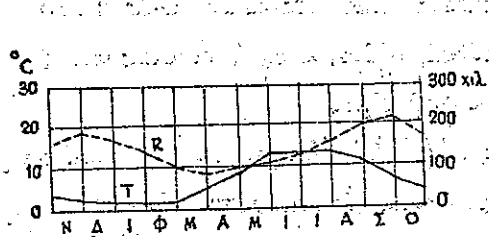
Σχ. 64γ. Τροπικόν Ήρραι κλίμα (Καῖρο).

2^{ον} Ἡμιτροπικόν κλίμα.

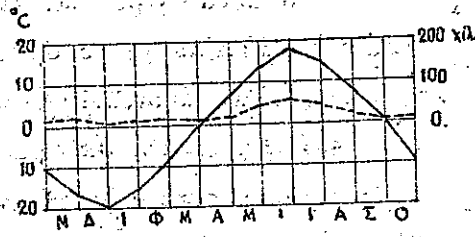


Σχ. 65. Λιβερνῶν.

3^ο Κλίμα εύκρατων ζωνών



Σχ. 66. α. Θαλάσσιον κλίμα (Bergen)



Σχ. 66. β. Ήπειρωτικόν κλίμα (Irkutsk, Σιβηρία)

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΙΙ

ΠΡΟΦΑΝΕΥΣΙΣ ΤΟΥ ΥΔΑΤΟΣ

ΜΕΤΡΗΣΙΣ ΚΑΙ ΔΙΑΙΤΑ ΤΩΝ ΥΔΑΤΩΔΩΝ ΚΑΤΑΚΡΗΜΝΙΣΕΩΝ

Ἐφ' ὅσον αἱ ὑδατώδεις καταπτώσεις - καὶ ἐξ αὐτῶν μάλιστα ἡ βροχὴ καὶ ἡ χιών - ἀποτελοῦσιν τὴν κυρίαν πηγὴν προελεύσεως ὕδατος τῶν ὑδάτων τῶν κυκλοφορούντων ἐπὶ τῆς γῆς, διὰ τὴν ρύθμισιν, ἀξιοποίησιν ἢ χρησιμοποίησιν τῶν ὁποίων ἐτελεῦνται τὰ ὑδραυλικά ἔργα, εἶναι εὐνόητον ὅτι ἡ σπουδὴ τῶν φαινομένων τούτων δεόν να γίνεται ἐν πάσῃ δυνατῇ λεπτομερείᾳ.

Ὁ τρόπος τοῦ σχηματισμοῦ τῶν ὑδατώδων μετῶρων ἐξητάσθη ἤδη λεπτομέρως εἰς τὸ προηγουμένον κεφάλαιον (κεφ. I § Β, 5.2α) ὡς καὶ τὰ αἰτία σχηματισμοῦ τῶν καταπτώσεων καὶ οἱ τύποι τῶν ὑδατώδων κατακρημνίσεων (Β, 5.2α καὶ Β, 5.3α καὶ Β, 5.3 γ).

Ἡδὴ θελομεν ἐξετάσει τὸν τρόπον μετρήσεως καὶ τὴν διαίταν τῶν ὑδατώδων τούτων καταπτώσεων.

Α. Μέτρησις ὑδατώδων κατακρημνίσεων.

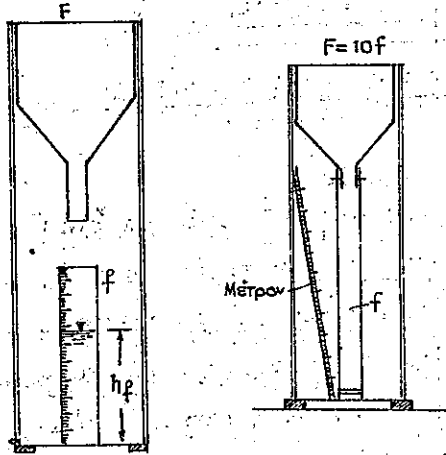
Ι. Μέτρησις τῶν βροχῶν καὶ χιόνων.

α) Βροχόμετρα. Ἡ βροχὴ μετράται, εἰς ὕψος με μονάδα τὸ χιλιοστὸν. Οὕτω εἰς ἐπίπεδον δοχεῖον γνωστῆς ἐπιφανείας F εἰάν μετρήσωμεν τὸ ὕψος ἢ ὕδατος ἀπὸ τῆς ἐνδρξεως μέχρι τοῦ πέρατος μιᾶς βροχῆς ἔχομεν τὸ ὕψος βροχῆς. Τοῦτο προκύπτει ὁμοίως ἐκ τοῦ μετρούμενου ὀγκοῦ Q (τοῦ ὕδατος ἐν τῷ δοχεῖφ: $h = \frac{Q}{F}$).

Ἄπλου βροχόμετρον δίδεται εἰς σχῆμα 67. Ἐάν ἡρ τὸ ὕψος εἰς χιλιοστὰ τοῦ ὕδατος εἰς ὀγκομετρικὸν κυλινδρον, τότε τὸ ὕψος βρο-

χῆς $h_f = \frac{f}{F} h_f$...

Συνήθως ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ὀγκομετρικοῦ κυλίνδρου (f) εἶναι ὑποδεκαπλασία τῆς τοῦ ὑποδο-



Σχ. 67.

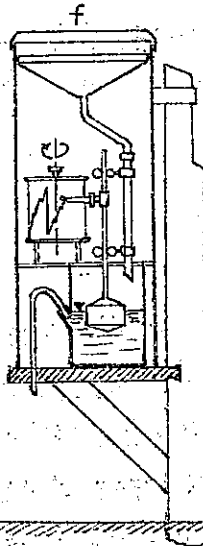
Σχ. 67α.

χέως τῆς βροχῆς (F), ὁπότε τὰ βροχόμετρα λέγονται δεκαπλασιαστικά. Εἰς τὸ εἰκ. 67^α δίδεται τὸ δεκαπλασιαστικὸν βροχόμετρον τῆς Μετεωρολογικῆς Ἰνστιτούτου τῶν Η.Π.Α.

Ὁ τύπος οὗτος τῶν βροχομέτρων οἶδει τὸ ὕψος τῆς πεσούσης βροχῆς μεταξύ τῶν δύο περιόδων μέτρησεως τοῦ ὕδατος εἰς τὸν ὀγκομετρικὸν κυλίνδρον.

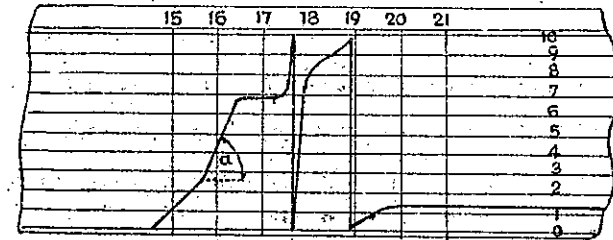
Ἐπομένως, εἰάν ἡ μέτρησις (ἀνάγνωσις) γίνεταί εἰς ὀρισμένας ὥρας τῆς ἡμέρας, οἶδει τὸ ὕψος ὁπερ ἔπεσεν μεταξύ τῶν ὥρῶν τούτων.

Ἡ μέτρησις αὕτη ὁμως δὲν εἶναι ἐπαρκῆς διὰ τὴν μελέτην τῶν βροχῶν αἰτινες μᾶς ἐνδιαφέρουν εἰς τὰ πλεῖστα ὑδραυλικά ἔργα, διὰ τὰ ὁποῖα πρέπει νὰ γνωρίζωμεν τὴν **διάρκειαν** μιᾶς ἐκάστης βροχῆς. Πρὸς ἐπίτευξιν καὶ τοῦ σκοποῦ τούτου χρησιμοποιοῦνται τὰ **αὐτόγραφα** βροχόμετρα (βλ. εἰκῆμα 68). Ὁ ἐπὶ τοῦ τομπάνου τοῦ κυλίνδρου, τοῦ στρεφόμενου δι' ὠρολογιακοῦ μηχανισμοῦ, τοποθετούμενος κάρτης



Σχ. 68. Αυτόγραφο βροχόμετρον.

ἀποτυπώνει λεπτομερῶς ἐκάστην βροχήν ὡς ἐμφαίνεται εἰς τὸ εἰκ. 69. Τὰ αὐτόγραφα βροχόμετρα εἶναι

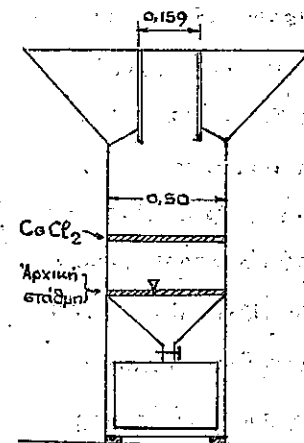


Σχ. 69. Ἀποτύπωσις βροχῆς.

συνήθως δεκαπλασιαστικά.

Τὰ βροχόμετρα αὐτὰ μετροῦν καὶ τὸ ὕψος χιόνος, — μετατρέπομεν εἰς ὕδωρ — ἐξ ὅσων τὸ ὕψος χιόνος δὲν εἶναι μεγάλο οὐτε αἱ θερμοκρασίαι συνεχῶς χαμηλαί.

Ἐνίοτε εἰς λίαν ἀπομακρυσμένους σταθμούς, ὅπου ἡ συνεχὴς μετὰβασίς εἶναι δυσχερῆς, ἐνδιαφέρει δὲ μόνον ἐνδεικτικῶς τὸ ὕψος τῶν ὑδάτων κατακρημνίσεων διὰ μακρὰς περιόδους, μεταχειρίζομεθα τὰ **ὀλοκληρωτικά** βροχόμετρα, ἅτινα ἀναγιγνώσκονται ἅπαξ κατ' ἔτος. Τὰ βροχόμετρα ταῦτα εἶναι μεγάλης χωρητικότητος (βλ. εἰκ. 70). Ἐντὸς αὐτῶν τίθεται ὑγρὸν ἐμποδίζον τὴν



πῆξιν τοῦ ὕδατος (συνήθως χλωριούχον ἀερίστιον), εἰς τὸ εὐτόμιον αὐτῶν δὲ τίθεται καὶ ἡ προστατεύουσα τὴν εἰσοδὸν τοῦ βροχομέτρου ἀπὸ τοῦς στροβιλιμοῦς τοῦ ἀέρος. Ἡ μέτρησις τῆς χιόνος, γίνεταί διὰ τῆς μετρήσεως τοῦ ὕψους τῆς πεσούσης χιόνος καὶ ἀναγωγῆς αὐτοῦ εἰς ὕψος βροχῆς. Ἡ ἀναγωγή ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς πυκνότητος τοῦ ἐκάστητε σπράγματος.

Ἡ πυκνοτής ναιπῆς χιόνος ἀνέρχεται περίπου κατὰ μέσον ὄρον εἰς 0,1. (Ἐὰς εἰκόνην βροχόμετρον, τὸ ἐστὼν χιόνος εἶναι ἓνα κλισιὸν βροχῆς).

Σχ. 70. Ὀλοκληρωτικὸν βροχόμετρον.

Είναι δυνατόν όμως ενίοτε η πυκνότης να κατέλθῃ εἰς 0,03 ἢ νὰ ἀνέλθῃ (διὰ παλαιὰν εὐμπασῆν χιόνα εἰς 0,67). Συνήθως μὲ τὴν ἀνάγνωσιν τοῦ ὕψους προσδιορίζεται καὶ ἡ πυκνότης τῆς χιόνος.

Εἰς ἔρεινά ἐπιπέδια ἡ μέτρησις τοῦ ὕψους χιόνος γίνεται διὰ ἐτόκων τοποθετουμένων εἰς κατάλληλὰ εἴδη καὶ ἀναγιγνωσκόμενων διὰ τηλεσκοπίων.

β. Τοποθετήσεις τῶν βροχομέτρων.

Τὰ βροχοόμετρα γενικῶς δεόν νὰ τοποθετοῦνται ἐπὶ ἀκατεπιπαρένου ἐδάφους μακρὰν οἰκοδομῶν, δένδρων καὶ γενικῶς ἀντικειμένων, ἅτινα δύναται νὰ δεῖδουν ὀμβροσκιάν ἢ νὰ προκαλοῦν στροβιλιεμούς τῶν ἀνέμων ἐπιρράζοντες ἀνωμαλῶς τὴν λειτουργίαν τοῦ ὄργάνου.

Τὸ ἐτόκιον τοῦ βροχομέτρου τοποθετεῖται συνήθως εἰς ὕψος 1,20 - 1,50 μ. ἀπὸ τοῦ ἐδάφους.

Αἱ μετρήσεις εἰς μεγαλύτερον ὕψος δίδουν μικρότερα ἀποτελέσματα ὡς ἐμφαίνεται ἐκ γινόμενων ἀνηχημένων παρατηρήσεων ὑπὸ τοῦ Wild:

| | | | | | | |
|----------------|-----------|-----|------|------|------|----------------------------|
| Ὑψος ὄργάνου | → | 0,0 | 1,0 | 2,0 | 25,0 | μέτρα: |
| Ταχύτης ἀνέμου | 2-5 m/sec | 1,0 | 0,89 | 0,86 | 0,25 | } Νοεμ-Μάρτος (χιόν) |
| " | 6-9 " | 1,0 | 0,86 | 0,82 | 0,16 | |
| " | 2-5 " | 1,0 | 0,95 | 0,92 | 0,81 | } Μάρτος-Νοεμβ. (βροχή) |
| " | 6-9 " | 1,0 | 0,94 | 0,84 | 0,56 | |

Ὁ ἀριθμὸς τῶν βροχομέτρων τῶν τοποθετουμένων ἐπὶ μίᾳ ὀμβροδόχου λεκάνης ἐπιρράζει τὰ ἐξαζόμενα τῶν μετρήσεων. Οὕτω εἰς τὸ ἐξήμα 71 δίδονται αἱ ἐλαχίσται καὶ ἐπισημασθεῖσαι κλίμακαί τῆς λεκάνης τοῦ ποταμοῦ Muskingum (Ohio) αἵτινες προκύπτουν ἐκ τῆς ἀναγνώσεως 22 βροχομέτρων (1 βροχοόμετρον ἀνά 970 km² βλ. ex. 71 α) καὶ ἐκείναι αἵτινες προκύπτουν ἐκ τῆς ἀναγνώσεως 449 βροχομέτρων ἐπὶ τῆς αὐτῆς ἐπιφανείας (1 βρ. ἀνά 44 km² βλ. ex. 71 β). Εἶναι προ-

φανής ἡ ἀνάγκη πάντοτε πυκνώσεως τῶν βροχομετρικῶν σταθμῶν, διὰ τὴν ὑπαρξίν ἀκριβείας.

Εἰς τὸ ἐξήμα 72 δίδεται διάγραμμα ἑξακθὲν ἐκ τῶν αὐτῶν παρατηρήσεων ὅπου ἐμφαίνεται τὸ ἑκατοστιαῖον σταθερὸν εἶδος ὅπερ αὐξάνει ἐφ' ὅσον αὐξάνει ἡ ὑπὸ ἑκάστου βροχομέτρου καλυπτομένη ἐπιφάνεια, ὡς ἐπίσης καὶ ἀναλόγως τοῦ μεγέθους τῆς ὅλης ἐπιφανείας.

Β'. Δίαιτα τῶν βροχῶν.

1^{ov} Ἐπίσειαι βροχαί.

Αἱ ἐπίσειαι βροχαί ἐνός τόπου (μετεωρολογικῶν σταθμῶν) δίδονται εἰς ὕψος ὑπὸ τοῦ ἀθροίσματος τῶν ὕψων τῶν βροχῶν αἵτινες κατέπεσαν κατὰ τὴν διάρκειαν ἐνός ἔτους. Ὡς ἀρχὴ τοῦ ἔτους λαμβάνεται ἀπὸ τοῦ ἡμερολογιακοῦ τὸ ὑδρολογικόν ὅπερ ἀρκεῖται ὅταν ἀρχίζουσι καὶ αἱ βροχαί. Διὰ τὰ ἠμιτροπικά κλίματα - ὡς τὸ τῆς Ἑλλάδος - τὸ ὑδρολογικόν ἔτος εἶναι ἐκόπιμον νὰ ἀρχίζῃ τὴν 1^{ην} Σεπτεμβρίου καὶ νὰ λήξῃ τὴν 31^{ην} Αὐγούστου.

Τὸ ἐτήσιον ὕψος βροχῆς διαφέρει εἰς τὸν αὐτὸν τόπον κατὰ τὰ εἴδη εἰρη. Διὰ τὸν λόγον τοῦτον διακρίνομεν εἰς ἕκαστον τόπον, διὰ τὸν ὅσιον ὑπάρχουν πολλῶν ἐτῶν παρατηρήσεις βροχῆς, τὴν μέσην ἐτήσιαν βροχὴν - τὸ ἀθροῖμα τῶν ὕψων τῶν βροχῶν αἵτινες παρουσιάσθησαν καθ' ὅλην τὴν διάρκειαν τῶν παρατηρήσεων διαιρούμενον διὰ τῶν ἐτῶν τῶν παρατηρήσεων - τὴν μέγιστην ἐτήσιαν βροχὴν ἢ τὴν μέγιστην τιμὴν ἐξ ὅλων τῶν ἐτήσιων βροχῶν αἵτινες ἐμετρήθησαν κατὰ τὴν διάρκειαν τῶν παρατηρήσεων καὶ τὴν ἐλαχίστην ἐτήσιαν βροχὴν ἢ τὴν ἀντίστοικον ἐλαχίστην τιμὴν.

Εἶναι εὐνόητον ὅτι διὰ νὰ εἶναι αἱ τρεῖς ὡς ἄνω τιμαὶ ἀν-

πρόσωπυτικά των βροχών ενός ενός τόπου, δέον να υπάρχει μακρά σειρά ετών παρατηρήσεων. Ούτω το ύψος της βροχής της Εδέσσης κατά τα έτη 1920 και 1921 ήτο 1132 και 983,4 αντίστοιχως. Σπειδόντες να εξαγάγωμεν συμπέρασμα της μέσης ετήσιας βροχής θα λάβωμεν ύψος 1060 χιλιοστών. Εάν όμως λάβωμεν υπ' όψιν και τα έτη 1922, έως 1934 θα έχωμεν μέσον ετήσιον ύψος βροχής 754,4 χιλιοστών. Εάν λάβωμεν επί περισσότερον ετήσιον ύψος βροχής είναι ενδεχόμενον να μεταβληθῆ πάλιν ο μέσος όρος ήτοι η μέση ετήσια βροχή. Αντιστοιχως εφ' όσον επεκτείνονται αι παρατηρήσεις εις περισσότερα έτη τόσον πιθανώτερον είναι να αυξηθώσιν τα μέγιστα ή να ελαττωθώσιν τα ελάχιστα.

Κατωτέρω δίδεται πίναξ εξ ου εμφανίζεται η μεταβολή της μέσης ετήσιας βροχής εις Κέρκυραν αναλόγως των ετών παρατηρήσεων.

| Περίοδος | 5 ετών | 10 ετών | 15 ετών | 20 ετών | 25 ετών | 30 ετών |
|---------------------------------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1895 - 1899 | 1261 | 1315 | | | | |
| 1900 - 1904 | 1370 | 1272 | 1269 | 1186 | | |
| 1905 - 1909 | 1175 | 1058 | 1162 | 1194 | 1207 | 1180 |
| 1910 - 1914 | 941 | 1116 | 1135 | 1112 | 1164 | |
| 1915 - 1919 | 1290 | 1167 | 1092 | | | |
| 1920 - 1924 | 1044 | | | | | |
| Διαφοραί μεγίστου και ελάχιστου | 429 | 257 | 177 | 82 | 43 | - |

(Κεφάλαιον Α.Θ, 1937. Διανομή της βροχής εις Ἀργολικόν, Ἰαπωνικόν και Νήους Ν. Αἰγαίου)

Ούτω κατά τόν Βίηππιε παρατηρήσεις 35 ετών δύνανται υποτελέσων βάσειμον στοιχείον πρὸς υπολογισμὸν της μέσης βρο-

χής με διαφοράν ± 2%. Κατὰ τὸν Henry (U.S. Weather Bureau) απαιτοῦνται 40 ετών παρατηρήσεις τουλάχιστον διὰ νὰ δώσουν ἀποτελεσμα με προσέγγισιν 15%.

Ἡ ἔλλειψις μακροχρονίων υδρολογικῶν παρατηρήσεων δ' ἀποτελῆ ἐπὶ μακρὰν σειράν ετών πρόσκομμα διὰ τὴν μελέτην υδραυλικῶν ἔργων παρ' ἡμῖν. Καὶ ὑπάρχουν μὲν σταθμοὶ με παρατηρήσεις ἀρχομενας ἀπὸ τοῦ 1894 (με μικρὰς διακοπὰς), πλὴν οἱ πλείστοι εἶναι τοποθετημένοι εἰς τὰς πόλεις καὶ οὐκ εἰς τὰ ἐνδιαφέροντα σημεῖα τῶν ὀμβροδόχων λεκανῶν τῶν ὑπὸ μελέτην ποταμῶν.

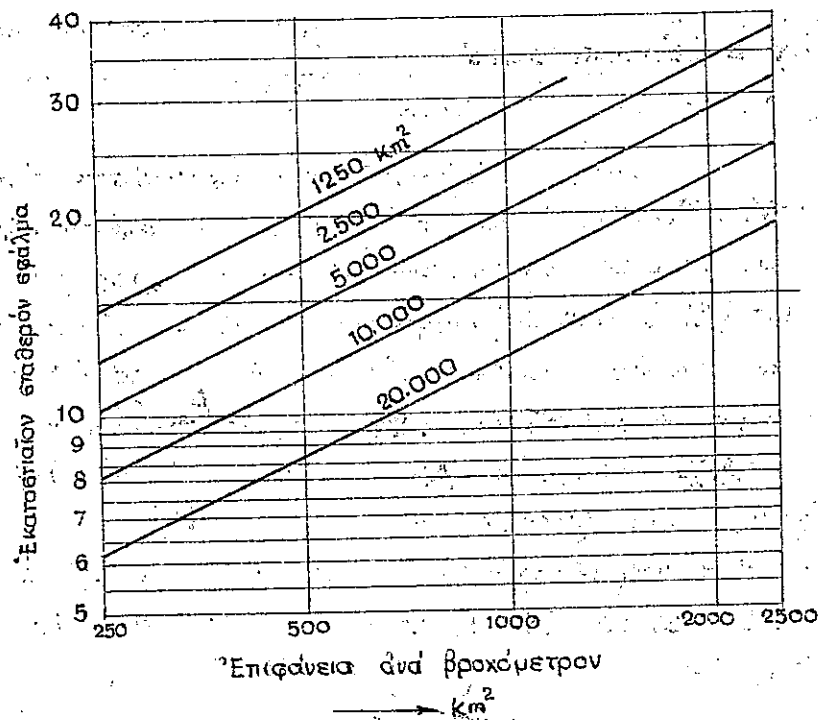
Τοιοῦτοι σταθμοὶ εἶναι περιορισμένοι εἰς ἀридμόν ἀλλὰ καὶ εἰς σειράν ετών παρατηρήσεων.

Εἰς τὸ σῆμα 73 δίδονται τὰ ὕψη βροχής εἰς Ἀθήνας ἀπὸ τοῦ 1860 μέχρι τοῦ 1930 με μέσον ετήσιον ὕψος βροχής 400 χιλιοστών.

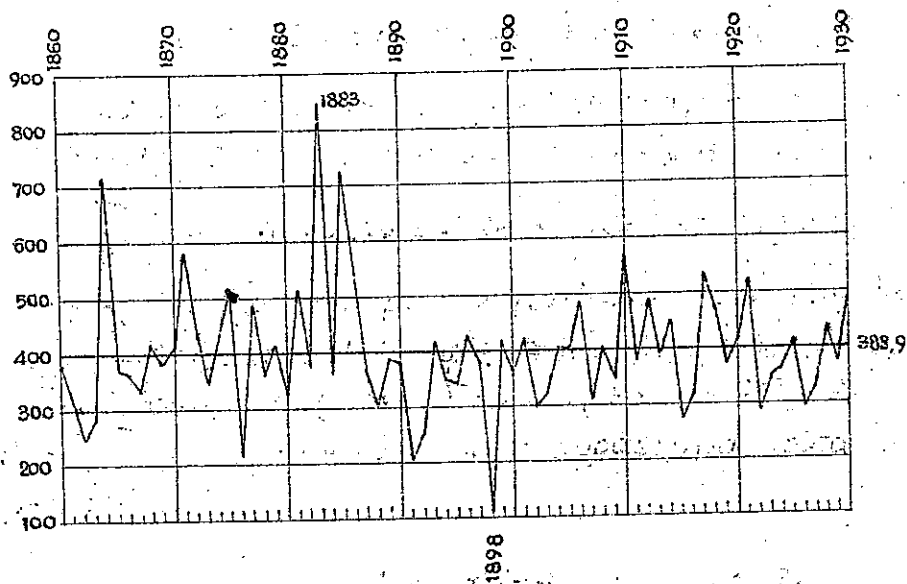


α) 449 βροχομετρά β) 22 βροχομετρά

Σχ. 71. Λεκάνη ποταμοῦ Muskingum.



Σχ. 72.



Σχ. 73. Ετήσια ύψη βροχής εν Αθήναις διά τὰ ἔτη 1860 - 1930.

Ακολουθῶς δίδονται εἰς χιλιοστά τὸ μέσον ὕψος βροχῆς καὶ αἱ ἀκραῖαι τιμαὶ παρατηρηθεῖσαι εἰς ἄλλους σταθμούς, ἐν Ἑλλάδι:

| | | | | | | | |
|----------------|--------|--------|-------|---------------|-------|-------|---------------|
| Ἰωάννινα..... | 1195,4 | 1595,1 | 943,3 | Θεσσαλονίκη | 486,1 | 795 | 172,4 |
| Λευκάς..... | 1088,3 | 1429,7 | 761,0 | Ἀθήναι..... | 388,9 | 846,5 | 115,7 (Σχ.71) |
| Ζάκυνθος..... | 1114,8 | 1806,9 | 613,6 | Αἴγινα..... | 301,0 | 561,3 | 76,8 |
| Μέτσοβον..... | 1431,1 | 2429,7 | 549,7 | Νάξος..... | 380,2 | 541,5 | 172,4 |
| Κέρκυρα..... | 1171,6 | 1836,5 | 699,7 | Κορινθός..... | 404,7 | 629,0 | 105,3 |
| Κόνιτσα..... | 1073,8 | 1477,1 | 534,0 | Χαλκίς..... | 432,3 | 608,1 | 124,0 |
| Δημητσάνα..... | 1142,7 | 1809,0 | 788,9 | Λαμία..... | 583,9 | 984,1 | 172,8 |
| Ἀχρῖνιον..... | 898,9 | 1490,3 | 540,5 | Βόλος..... | 514,8 | 847,1 | 260,9 |

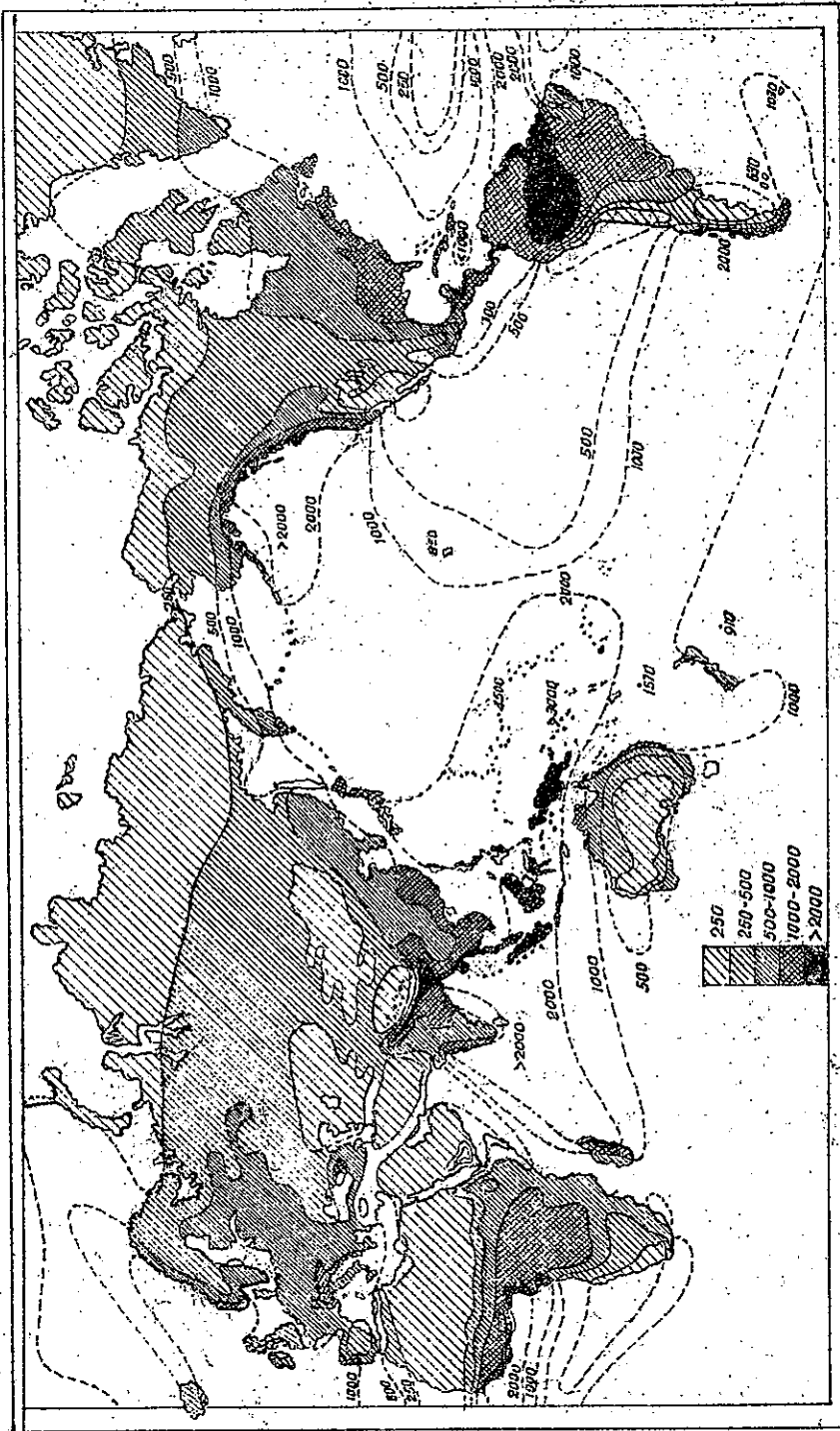
Ἐκ τοῦ πίνακος τούτου ἐμφαίνεται ὅτι δὲν μεταβάλλεται μόνον τὸ ὕψος τῆς βροχῆς εἰς τὸν αὐτὸν τόπον, ἀλλὰ καὶ ὅτι αἱ μέσαι τιμαὶ εἶναι τελείως διάφοροι ἀπὸ τύπου εἰς τύπον.

Ἐάν εἰς χάρτην μιᾶς ἐκτεταμένης περιοχῆς ἐμειώσωμεν τὰ μέσα ἐτήσια ὕψη βροχῆς καὶ εἶτα ἐνώσωμεν διὰ καμπυλῶν τὰ ἐπιμέια ἴσης βροχῆς, δά λαβώμεν τὰς ἰσοϋετίους καμπύλας, ἐξ ὧν καταδεικνύεται ἡ τοπικὴ διαίτα τῆς βροχῆς. Εἰς τὸ ἐκτῆμα 75α δίδονται αἱ ἰσοϋετίαι καμπύλαι βροχῆς ἐν Ἑλλάδι (παραβλεπε καὶ ἀνωτέρω πίνακα).

Εἰς τὸ σχ. 74 δίδονται τὰ μέσα ἐτήσια ὕψη βροχῆς ἀνατὴν ὕψηλιον.

Αἱ μεταβολαὶ τῶν ἐτησίων ὕψων βροχῆς ὀφείλονται εἰς τὰς τροχιακὰς τῶν καταιγίδων (ἤτοι μέγιστον καὶ ἐλάχιστον τῶν πιέσεων) καὶ τοὺς ἐπικρατοῦντας ἀνέμους, εἰς τὰς μεταβολὰς τῆς θερμοκρασίας, εἰς τὸ ὕψος τοῦ τόπου καὶ τὴν ἀπόστασιν αὐτοῦ ἀπὸ τῆς θαλάσσης, καὶ εἰς τὴν εὐστάσιν τῆς ἐπιφανείας τοῦ εἰσαέρος.

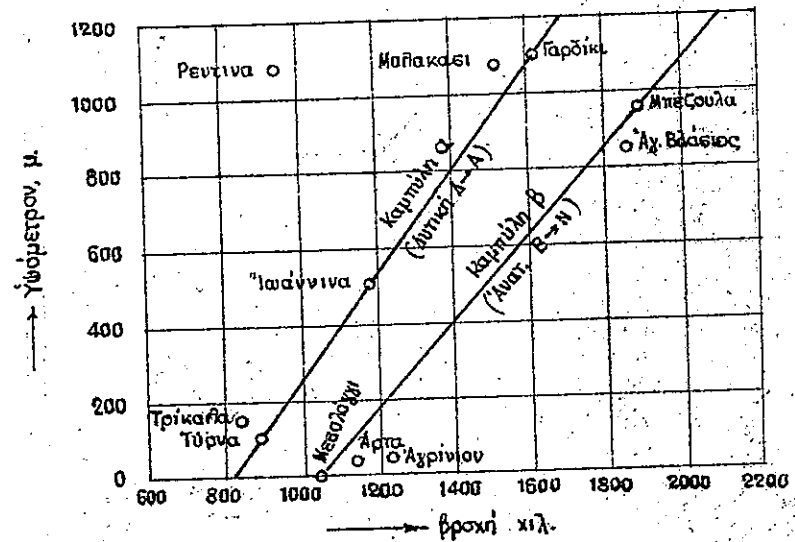
Οὕτω παρατηροῦμεν (σχ. 74) ὅτι αἱ μέγιστα ἐτήσια βροχὰ παρατηροῦνται εἰς τὸν ἰσημερινὸν ἔνθα ὑπάρχουν τὰ ἐλάχιστα τῶν πιέσεων καὶ τὰ μέγιστα τῶν θερμοκρασιῶν.



Σχ. 74. Μέσα ετήσια ύψη βροχής ανά την υψήλιον (Schaffernak).

Οὕτω τὰ μέγιστα ταῦτα εἶναι: εἰς Βραζιλίαν (Άμαζόνιος: Πά-
ρα: 2023 κιλ.), Γουϊάνα (Γεωργετοπν 2138 κιλ.) εἰς Ἀφρικὴν (Sierra
Leone 5000 κιλ., Cameroun 4195) εἰς Ἀσίαν (Βατανία 1836 κιλ., Celebes:
Macassar 3042, Sumatra: Padang 4576, Ἰνδία: Cherra-Punje 22625
κιλ., Βιρμανίαν: Akyab 8090 κιλ., Φιλιππίνους: Βαγυιο 8895 κιλ. κλπ.)

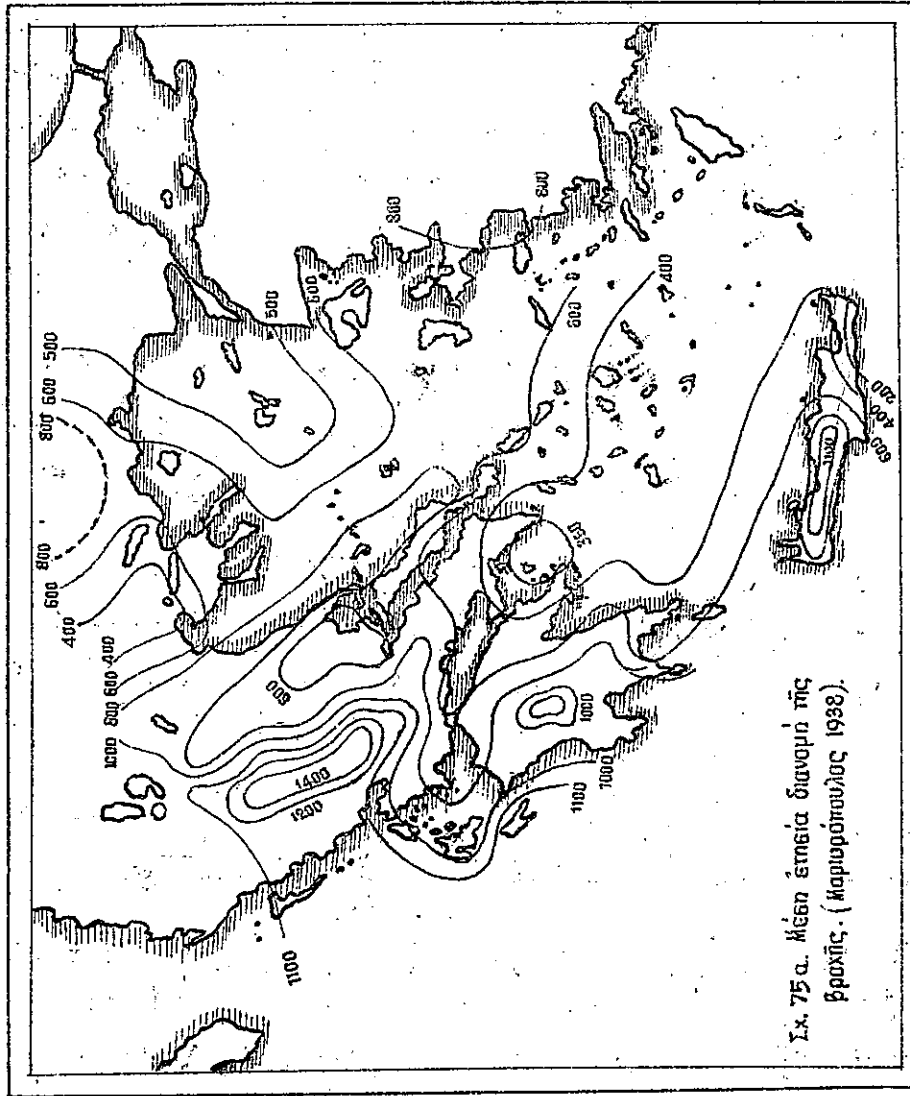
Ἡ πεδινή ἔκτασις τῆς Βραζιλίας προκαλεῖ, θερμενομένη, ἀνάσθη-
σιν τῶν ὑγρῶν ἀνέμων, συμπύκνωσιν τῶν ὑδρατμῶν καὶ ἰσχυρὰν πτώ-
σιν βροχῆς.



Σχ. 75. Ὑψος βροχῆς συναρτῆσει ὑψομέτρου

Ἐξ ὅσων ἀπομακρυνόμεθα τοῦ Ἰσημερινοῦ καὶ πλησιάζομεν τὰ
κέντρα τῶν Ἠπειρῶν, ἔνθα τὰ μέγιστα τῶν πιέσεων, παρατηροῦμεν τὰ
ἐλάχιστα τῶν βροχῶν ὡς π.χ. εἰς Σαχάραν (καῖρον 34 κιλ., Σουέζ 25
κιλ. Αδεν 76 κιλ.), ὑψίπεδον ἀπὸ Κασπίαν εἰς Θιβέτ-Ματζουριαν
(37 κιλ.), Δυτικοκεντρικαί Η.Π.Α. (Άριζόνα 100 κιλ.), Κεντρικὴ Ἀυστρα-
λίαν, Ἀφγανιστάν, Gobi, Μογγολίαν κ.λ.π.

Ἐξ ἄλλου ἡ διανομὴ τῶν θαλασσῶν ἐπηρεάζει τὰς βροχάς. Οὕτω
κατὰ κανόνα εἰς τὰ παραθαλάσσια μέρη ἔχομεν τὰ μέγιστα τῶν βροχῶν,



Σχ. 75 α. Μέση ετήσια διανομή της βροχής. (Μαρμάρουλης 1938).

εφ' όσον τούτο συνδυάζεται και μετά των επικρατούντων ανέμων και της τοπογραφικής διαμορφώσεως. Ούτω η ανατολική Αυστραλία παρουσιάζει το μέγιστον της βροχής της Ηπείρου, ενώ η δυτική αυτής πλευρά το ελάχιστον.

Η δυτική Αφρική παρουσιάζει τα μέγιστα ετήσια ύψη εις πλάτη -15 έως +5 ενώ βορείως και νοτίως της ζώνης ταύτης παρουσιάζονται τα ελάχιστα αυτής, επί της αυτής άκτής.

Ούτω η διαφέρους απόστασεις από του Ατλαντικού Ωκεανού έχομεν τα ακόλουθα, μειούμενα ύψη βροχής:

| | | | |
|---------------|-----|----------------|-----|
| Δελφί..... | 753 | Βερολίνον..... | 580 |
| Μόσχα..... | 534 | Καζάν..... | 392 |
| Βαρναούλ..... | 270 | | |

Η τοπογραφική διαμόρφωσις, ες άλλου επηρεάζει το ύψος βροχής εν συνδυασμῷ πρὸς τοὺς επικρατούντας ανέμους και την χειτονίαν των θαλασσῶν.

Ούτω τα παραλιακά μέγιστα του Ισημερινού εις Ασίαν εἰσερχονται εις ἄρκετον πλάτος εις Βιρμανίαν και Ἰνδίας, ἐνθα συναντώνται με την κορυφήν των Ἰμαλαίων (ἐπικρατούντες ἄνεμοι φέρουσιν την ὑγρασίαν, ἥτις συναντῶν τοὺς ὄρεινους ὄγκους, ἀνέρχεται, ψύχεται και καταπίπτει ἄς βροχή). Ὁμοίως εις Η.Π.Α. το μέγιστον των βροχῶν παρατηρεῖται εις την Δυτικὴν πλευράν των βραχωδῶν ὄρεων (Rocky-Mountains).

Τοιοῦτρόπως ὅσον ὑψηλότερα ἀνερχόμεθα ἀπὸ της ἐπιφανείας της θαλάσσης, ἐπὶ τοσούτω αὐξάνει και το ὕψος της βροχής. Ὁ Rehbeck, δίδει διὰ τὸν Μέλανον Ἄρουν (Schwarzwald) τὸν τύπον:

$$N = 630 + 0,81 \cdot h$$

ἐνθα N ὕψος βροχής εις χιλιοστά και h το ὕψος ἀπὸ της θαλάσσης

Εἰς τὸ ἐκῆμα 75 δίδεται ἡ μεταβολή του ὕψους της βροχής μετὰ τῆς τοπογραφικῆς ὕψους διὰ τὴν λεκάνην του Ἀχελφου (κ.τ.Α. Χατζηλουκάς).

Η μεταβολή αὕτη δίδεται κεχωρισμένως διὰ τὴν δυτικὴν πλευράν της λεκάνης (καμπύλη α κατεύθυνσις ἐκ Δ → Α) και διὰ τὴν ἀνατολικὴν πλευράν αὕτης (καμπύλη β, κατεύθυνσις ἐκ Ν πρὸς Β).

Ἐκ τῆς ἐκῆματος 75 εὐκόλως συναγόμεν τὰς ἐξισώσεις

$$B = 820 + 0,72 \cdot h \quad (\text{καμπύλη } \alpha)$$

$$B = 1050 + 0,89 \cdot h \quad (\text{ " } \beta)$$

ἐνθα B ὕψος βροχής εις χιλιοστά και H ὑψόμετρον βροχομ. σταθμοῦ εις μέτρα.

Εἰς τὸ ἐκῆμα 75α ἐμφαίνεται ἡ ἐπίδρασις τῆς γραμμῆς Πίνδου-Ὀλύμπου ἐπὶ τῆς διανομῆς τῆς βροχῆς. Τὰ μέγιστα τῶν βροχῶν ἐν Ἑλλάδι παρατηροῦνται εἰς τὰς δυτικὰς αὐτῆς ἀκτὰς, καὶ εἰς τὴν κεντρικὴν ΒΒΔ-ΝΝΑ ὄροσειράν. Εἰς τὰς ἀνατολικὰς ἀκτὰς τῆς χώρας καὶ εἰς τὰς νήσους ἡ βροχὴ εἶναι ὀλιγοτέρα ἢ δὲ διάρκειά ἐξαραικάς μεγαλυτέρα.

Συνήθως μετρῶνται καὶ αἱ ἐντὸς τοῦ ἔτους ἡμέραι βροχῆς. Οὕτω ἐν Ἑλλάδι τὸ μέγιστον τοῦ μέσου ἐτησίου ἀριθμοῦ ἡμερῶν βροχῆς ἐμφανίζεται ἐπὶ τῶν ὄροσειρῶν τῆς ΒΑ. Ἑλλάδος, καὶ ἰσοῦται πρὸς 140 ἡμέρας. (ὁμοίως εἰς ὄροσειράς τῆς δυτικῆς Κρήτης, 130 ἡμέρας). Τὸ ἐλάχιστον παρατηρεῖται εἰς τὸ ΝΔ Αἰγαῖον μὲ τιμὴν 50 ἡμερῶν.

2^{ος} Ἐποχιακαὶ καὶ μηνιαῖαι βροχαί

Ἡ κατανομή τοῦ ἐτησίου ὕψους βροχῆς κατὰ τὰς ἐποχὰς καὶ τοῦς μῆνας τοῦ ἔτους, συνδεομένη ἐσωτερικῶς μετὰ τῆς ἀναλόγου κατανομῆς τῶν λοιπῶν μετεωρολογικῶν φαινομένων, ὅχι μόνου χαρακτηρίζει τὸ κλίμα τοῦ τόπου ἀλλὰ καὶ ὁδηγεῖ εὐχερέστερον εἰς τὴν μελέτην τῆς ὑδατικῆς οἰκονομίας μιᾶς περιοχῆς.

Κατωτέρω δίδεται πῖναξ τῶν μέσων ἐποχιακῶν διακυμάνσεων τῆς βροχῆς (διὰ πολλὰ ἔτη) εἰς διαφόρους σταθμοὺς τῆς Ἑλλάδος (τοῖς ἐκατὸν τοῦ ἐτησίου ὕψους βροχῆς).

| Σταθμός | Ἐτήσιον ὕψος βροχῆς | X | "Α | Θ | Φθ | Σταθμός | Ἐτήσιον ὕψος βροχῆς | X | "Α | Θ | Φθ |
|------------------|---------------------|-------|-------|-------|-------|-----------------|---------------------|------|------|-----|------|
| Βόλος..... | 514,8 | 31,20 | 22,30 | 13,0 | 33,50 | Κέρκυρα..... | 1171,60 | 43,0 | 19% | 4,3 | 33,7 |
| Λάρισα..... | 518,4 | 29,2 | 24,6 | 14,6 | 31,40 | Ἄγχρινιον..... | 898,9 | 41,0 | 20,6 | 6,6 | 31,6 |
| Τρίκαλα..... | 738,0 | 35,80 | 24,9 | 7,90 | 31,40 | Πάτραι..... | 707,2 | 42,0 | 21,5 | 3,5 | 33,0 |
| Καλαμπάκα..... | 940,3 | 35,30 | 24,0 | 10,0 | 30,70 | Κυπαρισσία..... | 827,5 | 48,6 | 18 | 2,6 | 30,7 |
| Μέτσοβον..... | 1431,0 | 29,30 | 29,30 | 12,0 | 29,40 | Ἀθῆναι..... | 404,0 | 38,7 | 19,2 | 8,5 | 39,6 |
| Θεσσαλονίκη..... | 482,4 | 24,4 | 26,90 | 17,60 | 31,1 | Β.Κηφισσός..... | 462,61 | 43,5 | 17,6 | 8,1 | 30,8 |
| Τεξοταί..... | 716,7 | 35,20 | 23,70 | 17,30 | 23,80 | | | | | | |

Ἐκ τοῦ πίνακος τούτου ἐμφαίνεται ἄνεως κατανομή τῆς βροχῆς κατὰ τὰ διάφορα διαμερίσματα τῆς χώρας. Οὕτω εἰς τὴν δυτικὴν παραλιακὴν Ἑλλάδα ἡ ἑκατοστιαία ἀναλογία τῆς βροχῆς εἶναι μεγαλυτέρα τῶν κείμωνά καὶ μικροτέρα κατὰ τὸ διάστημα ἀνοιξέως-θέρος ἢ εἰς τὴν Θεσσαλικὴν περιοχὴν.

Ἡ κατανομή εἰς τὴν Μακεδονίαν (Θεσσαλονίκη-Τοξοταί) ἐξ ἄλλου διδὲ ἕνα πολὺ μεγαλυτέρου ποσοστού διὰ τὸ ἄθροισμα ἀνοιξέως-θέρος (40-44%) ἢ εἰς οἰανδήποτε ἐκ τῶν λοιπῶν τμημάτων τῆς ἐπικρατείας.

Εἰς περιωρισμένας περιοχὰς ἡ διανομή εἰς μέσας τιμὰς μεγάλου χρονικοῦ διαστήματος, δύναται νὰ δώσῃ ἀπολύτως συμπίπτουσας τιμὰς, ὡς ἐμφαίνεται εἰς τὸν ἀκολουθοῦν πίνακα (κεφάλαι): διὰ παρατηρήσεις τῶν ἐτῶν 1895-1924:

| Σταθμοί | Ἔτος χιλ. | X | "Α | Θ | Φθ | Σταθμοί | Ἔτος χιλ. | X | "Α | Θ | Φθ |
|----------------|-----------|----|----|---|----|-------------|-----------|----|----|---|----|
| Τρίπολις..... | 827 | 42 | 22 | 9 | 27 | Αἰχίνα..... | 275 | 42 | 19 | 7 | 32 |
| Ναυπλιον..... | 510 | 42 | 18 | 8 | 32 | Σύρος..... | 498 | 51 | 19 | 2 | 28 |
| Λεωνίδιον..... | 685 | 42 | 18 | 6 | 32 | Νάξος..... | 374 | 56 | 19 | 1 | 24 |
| Δεκέλεια..... | 738 | 43 | 22 | 8 | 27 | Θήρα..... | 355 | 55 | 19 | 1 | 24 |
| Ἀθῆναι..... | 387 | 42 | 19 | 8 | 31 | Μήλος..... | 399 | 55 | 19 | 1 | 24 |
| Πειραιεύς..... | 380 | 42 | 19 | 8 | 31 | | | | | | |

Περαιτέρω ἐὰν συγκρίνωμεν τὰς ἀναλογίας αὐτὰς μετὰ τῆς Κεντρικῆς Εὐρώπης, ἔχομεν τὰς ἀκολουθοῦσας γενικὰς μέσας τιμὰς:

| | X | "Α | Θ | Φθ |
|-----------------|------|------|------|------|
| Κεντρικὴ εὐρώπη | 18,1 | 22,4 | 36,0 | 25,5 |
| Ἑλλάς | 43,3 | 21,5 | 7,3 | 28,3 |

Ἐξ ὧν ἐβγαίνει ἡ διαφορὰ τοῦ πρᾶσινου κατὰ τὸ θέρος εἰς τὰς δύο περιοχὰς, ὡς καὶ ἡ διαφορὰ ὑγρασίας εἰς αὐτὰς.

Εκ των ανωτέρω συνάχεται άρσιως πόσον άλλοίαι είναι αι συνδθηκαι κλιματος των δυο περιοκων και ποσον διαφορετικαι θα είναι αι μελε-
ται των υδραυλικων εργαων (υδρευσεις, αποχετευσεις, αρδευσεις, αποξη-
ρανσεις, υδροδυναμικα εργα) εις εκαστην τουτων.

Ετι αναλυτικωτερον εμφανιζεται η διαφορα της κατανομης των βροκων και του ολου κλιματος γενικως εαν λαβωμεν υπ' οφιν την μηνιαιαν κατανομην των βροκων. Εις τον ακολουθον πινακα οι-
δεται η κατανομη αιτη δια διαφορους ευρωπαϊκας πολεις (A. Schockli-
tsch).

| | Επίγειον | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII |
|-------------|----------|------|------|------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Λένινγκραδ | 426 | 5.2 | 4.9 | 5.4 | 5.6 | 10.1 | 10.8 | 16.0 | 16.2 | 12.0 | 10.1 | 8.4 | 7.1 |
| Ζτοκχόλμη | 497 | 4.6 | 4.1 | 4.6 | 5.3 | 8.0 | 9.6 | 13.3 | 14.2 | 10.5 | 11.4 | 8.0 | 8.4 |
| Ροπενχάγη | 560 | 6.2 | 5.4 | 6.1 | 6.1 | 7.3 | 8.9 | 11.4 | 11.8 | 10.3 | 10.7 | 8.2 | 7.5 |
| Βιεννη | 623 | 5.9 | 5.3 | 7.5 | 8.0 | 11.6 | 11.2 | 11.4 | 10.9 | 7.2 | 7.5 | 6.7 | 6.7 |
| Βουκουρέστι | 583 | 5.3 | 4.6 | 7.2 | 8.7 | 10.8 | 14.4 | 12.3 | 8.2 | 6.3 | 6.5 | 8.1 | 7.5 |
| Κων/πολις | 733 | 11.9 | 9.4 | 8.5 | 5.7 | 4.1 | 4.6 | 3.7 | 5.7 | 7.1 | 8.7 | 13.9 | 16.6 |
| Αθηναί | 390 | 13.3 | 9.5 | 8.3 | 5.4 | 5.1 | 4.4 | 1.8 | 2.3 | 3.6 | 11.3 | 18.7 | 15.9 |
| Ιερουσαλημ | 648 | 24.2 | 21.1 | 15.3 | 6.6 | 0.9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2.6 | 8.9 | 21.3 |
| Πεκίνο | 634 | 0.5 | 0.8 | 0.9 | 2.8 | 5.7 | 12.1 | 37.8 | 25.4 | 10.3 | 9.5 | 1.1 | 0.3 |

Ούτω παρατηρούμεν. ότι εις τας πέντε πρώτας πολεις του πινα-
κος τουτου το πλείστον των βροκων τριπει κατά το θερος (ήπειρωτικόν
κλίμα) ξε ου και η άρθνος βλάστησις κατά την περιόδον ταυτων, ενώ
εις τας επομένας τρεις παρατηρείται Ξηρασία κατά το θερος και δη αυθα-

| | Μέσον επίγειον | Θ | | Α | | Χ | | Φ | | "Ετη Παρατηρήσεων |
|-------------|-------------------|-----|-----|------|------|------|-------|-------|-----|----------------------|
| | | I | A | M | A | I | A | I | O | |
| Βόλος | 514.8 | 4.5 | 2.8 | 8.0 | 6.40 | 9.60 | 10.90 | 12.60 | 6.3 | 1894-1929 |
| Λαρίσα | 518.4 | 8.7 | 4.5 | 10.2 | 7.2 | 9.4 | 8.2 | 12.5 | 5.1 | 1894-1929 |
| Τρίκαλα | 738.3 | 1.8 | 1.5 | 9.4 | 6.5 | 13.2 | 9.5 | 13.5 | 3.9 | 1894-1929 |
| Καλαμπάκα | 940.3 | 2.9 | 3.4 | 9.5 | 6.5 | 12.0 | 9.6 | 13.9 | 4.1 | 1915-1929 |
| Μετέσβον | 1431.1 | 1.9 | 3.3 | 10.0 | 9.3 | 7.8 | 9.2 | 16.1 | 3.3 | 1915-1927 |
| Ρέθυμνα | 1171.6 | 1.6 | 0.6 | 8.4 | 7.0 | 13.4 | 11.4 | 14.6 | 5.7 | 1894-1929 |
| Άγρίνιον | 898.9 | 1.0 | 1.4 | 6.7 | 5.6 | 14.3 | 11.3 | 14.9 | 4.4 | 1904-1929 |
| Πάτραί | 707.2 | 0.7 | 0.5 | 4.8 | 7.3 | 13.9 | 11.1 | 15.9 | 3.9 | 1894-1929 |
| Ρυτιόπεδια | 827.5 | 1.0 | 0.1 | 4.2 | 6.1 | 17.1 | 11.8 | 15.8 | 5.0 | |
| Αθήναι | 383.9 | 2.3 | 1.8 | 5.1 | 5.4 | 13.3 | 9.5 | 18.7 | 3.6 | |
| Θεσσαλονίκη | 482.4 | 4.8 | 5.1 | 10.7 | 8.5 | 7.7 | 6.5 | 13.0 | 6.6 | |
| Ταξόται | 716.7 | 4.1 | 3.0 | 7.1 | 8.9 | 13.8 | 6.7 | 9.7 | 3.6 | 1931-1941 |

νομενη με την μειωσιν του γεωγραφικου πλάτους. Αντιθέτως εις την τελευταίαν πόλιν εμφανίζεται πάλιν το κλίμα των πέντε πρώτων, αλλά με ζωηράν την επίδρασιν των δεινών Μουσώνων (βλ. και σελίδα 99 σχήματα 64 έως 66).

Είς τον προηγούμενον πίνακα (σελ. 117) δίδονται αι κατά μήνα εκατοστιαίαι αναλογίαι της βροχής εις τινες σταθμούς εν Ελλάδι. Αι υπό αυτών παρατηρήσεις είναι ανάλογοι προς τας έκτεθεισας ηδη ανωτέρω προκειμένων των επιοχιακών διακυμάνσεων.

Εκ του πίνακος τούτου παρατηρούμεν ότι εις πλείστοις σταθμούς της δυτικής Ελλάδος η βροχή κατά τους μήνας Ιούνιον, Ιουλίον, Αυγουστον και Σεπτεμβριον κυμαίνεται μόλις περίε του 10% της ολικής έπειας βροχής και εις τας λοιπας όμας περιφερείας της κεντρικής Ελλάδος δεν υπερβαίνει κατά πολύ την αναλογίαν ταύτην. Αντιθέτως εις την Μακεδονίαν η αναλογία αυτή διπλασιάζεται 21-23%.

Εξ άλλου τα μέγιστα ύψη της μέσης μηνιαίας βροχής παρατηρούνται κατά κανόνα κατά τους μήνας Νοεμβριον και Δεκεμβριον ενθα η αίχμη του διαγράμματος με εξαίρεσιν πάλιν των Μακεδονικών σταθμών όπου εμφανίζονται ευνήθως δυο αίχμαί του διαγράμματος εξ όν η δευτέρα περί την άνοιξιν.

Είς τον ακόλουθον πίνακα δίδονται τα μέγιστα και ελάχιστα μηνιαία ύψη βροχής τα παρατηρηθέντα εις διαφόρους σταθμούς εν Ελλάδι:

Κατωτέρω δίδονται αι μηνιαίαι διακυμάνσεις της βροχής εις τέσσαρους σταθμούς των η.π.α. (σχ. 76α - 76δ) εν ευνεχεία δε δίδεται εις σχήμα 77 η διανομή εις Cherrarμηji των Ινδιών ενθα παρουσιάζονται και τα μεγαλύτερα γνωστα ύψη βροχής της ύψλιου. Ο τύπος 76^α είναι θαλάσσιος, ο 76^β ήπειρωτικός. Ο τύπος 77 εύρίσκεται ως γνωστόν υπό την έπρροή των Μουσώνων και υπό την εκέτην των Ιμαλαίων.

Μέγιστον και ελάχιστον μηνιαίον ύψος βροχής

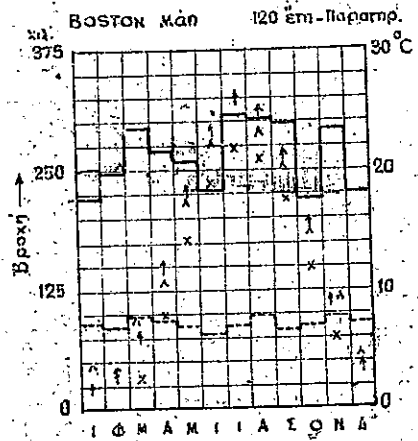
| Σταθμός | Ι. | Ο. | Ν. | Δ. | Α. | Ι. | Φ. | Μρ. | Α. | Μι | Ιν. | Ιλ. | Α. |
|------------------------------|---------------|---------------|----------------|----------------|----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|--------------|-------------|--------------|
| Βόλον..... | 25.0 2.5 | 215.5 17.5 | 116.0 75.0 | 167.2 12.5 | 271 0 | 32.0 8.2 | 46.0 20.0 | 16.7 10.5 | 98.0 98.5 | 98.0 98.5 | 66.2 26.0 | 12.0 5.5 | 16.5 0 |
| Αδριακ..... | 111.2 0 | 74.4 13.0 | 124.4 26.6 | 100.6 33.7 | 101.3 2.1 | 129.5 25.8 | 156.9 27.2 | 101.6 8.5 | 113.1 3.5 | 113.1 3.5 | 143.5 0 | 13.9 1.5 | 26.2 0 |
| Ραλαμπικα..... | 183.2 39.6 | 256.5 19.5 | 186.9 65.5 | 284.6 36.0 | 256.9 0 | 229.9 22.0 | 238.1 25.6 | 174.0 9.0 | 165.5 0 | 165.5 0 | 175.4 0 | 40.5 0 | 51.8 0 |
| Μπεζυλας..... (Μεσοβορας) | 130.6 6.3 | 365.0 19.3 | 428.3 118.3 | 541.0 49.0 | 493.6 137.0 | 459.0 98.7 | 343.8 48.7 | 299.7 27.4 | 285.7 17.0 | 285.7 17.0 | 192.7 1.7 | 39.3 5.5 | 146.5 3.3 |
| Κέρκυρα..... | 256.0 37.3 | 313.9 44.4 | 383.0 76.9 | 607.1 128.3 | 389.7 21.4 | 266.9 89.9 | 228.8 15.0 | 141.4 9.6 | 87.5 11.0 | 87.5 11.0 | 119.5 0.0 | 2.0 0.0 | 130.0 0 |
| Άγρίνιον..... | 111.2 5.6 | 132.4 69.0 | 238.3 122.8 | 526.8 77.5 | 282.0 49.6 | 137.7 49.5 | 237.8 13.8 | 122.9 2.0 | 126.7 12.0 | 126.7 12.0 | 151.0 0 | 17.4 0 | 33.6 0.7 |
| Πάτρα..... | 85.6 3.4 | 171.9 18.0 | 198.3 28.5 | 377.1 38.5 | 212.7 32.3 | 184.5 31.3 | 162.2 22.8 | 105.9 7.0 | 95.1 1.8 | 95.1 1.8 | 50.0 0.4 | 9.5 0 | 87.5 0 |

Εξ άλλου τινές εκ των μεγαλύτερων παρατηρηθεισών μηνιαίων βροχών, είναι αι ακόλουθοι:

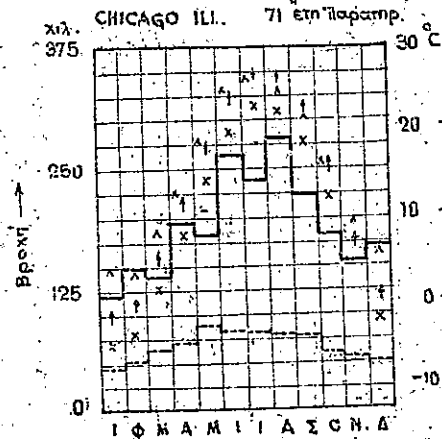
- Παραμυθιάς 541.6 (Δεκέμβριος) Α. Άχεροντος
- Κουτοβαζαίνης 566.9 (") Α. Άλφειού
- Κεφαλληνου..... 594.0 (Ιανουάριος) Α. Παμισού
- Κουμουστάς 626.2 (Δεκέμβριος) Α. Ευρώτα
- Άγιος Βλάσιος 650.8 (") Λεκάνης Άχελάου

Γαρδικίου..... 563,9 (Οκτώβριος) Άχελώου
 Ήξω Ποταμών... 814.5 (Νοέμβριος) Α. Κρήτης
 Άσκυφου..... 820.0 (Ιανουάριος) Λεκανή μικρών ρευμάτων Κρήτης

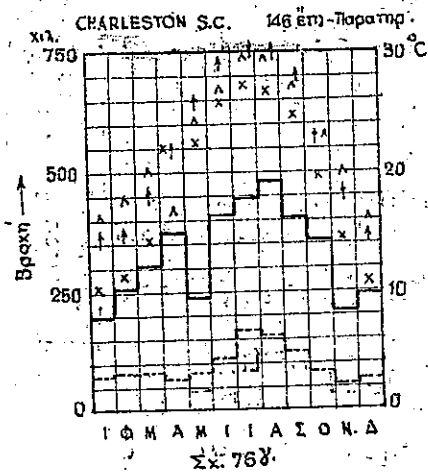
Εἰς τὸ ἔκρημα 77α δίδεται γραφικὴ παραστάσις τῶν ἐπιπροσθετο-
 μένων ὑψῶν βροχῆς εἰς τρεῖς χαρακτηριστικὸς σταθμοὺς.



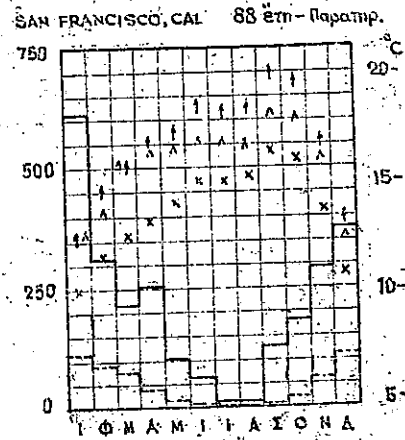
Σχ. 76^α



Σχ. 76^β

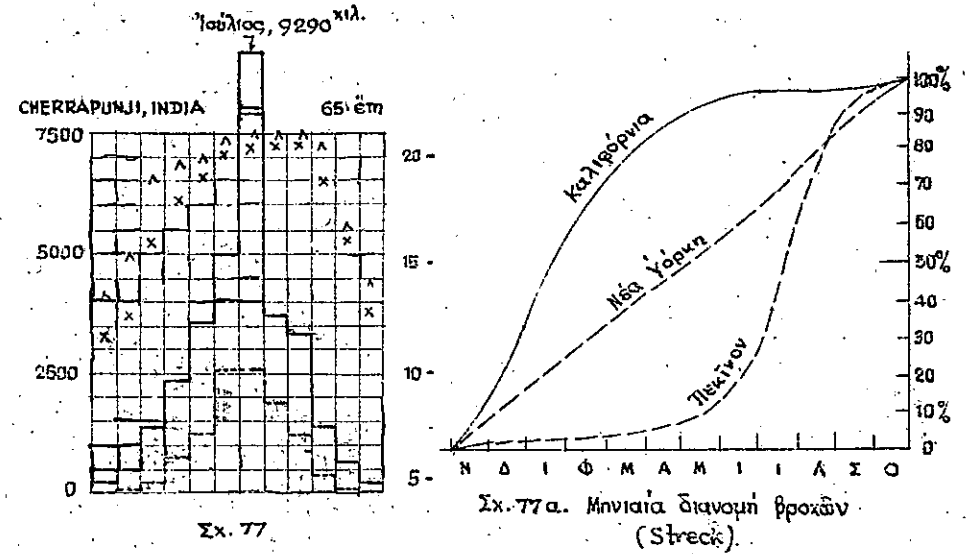


Σχ. 76^γ



Σχ. 76^δ

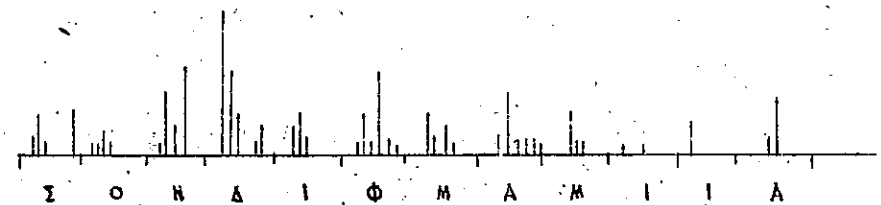
x. Μέση μηνιαία θερμοκρασία
 ↑ Μηνιαία μέση τῶν μεγίστων ἡμερησίων
 Λ. Μέγιστα μέσα τῶν μηνῶν
 βροχαί { — Μέση μηνιαία τῶν ἐτῶν παρατηρ.
 — Μέγιστα μηνιαία τῶν " "



Σχ. 77

3^α Αἱ μεμονωμένοι βροχαί (ἡμερησίου).

Ἐάν τις ἡμερησίου παρατηρήσει τὰς προκυπούσας ἐξ αὐ-
 τογράφου βροχομέτρου καταχωρήσων καὶ ἡμέρας λαμβάνομεν τὸ
 ἀκόλουθον διάγραμμα, ἔνθα ἐκάστη τετμημένη δίδει τὴν ἡμέραν καὶ
 τὸ ἀντίστοιχον ὕψος τῆς πεσοῦσης βροχῆς.



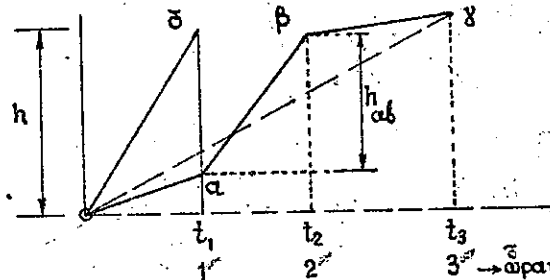
Σχ. 78. Ἡμερησίου βροχαί κατά τὴν διάρκειαν
 ἔτους.

Τὸ ὕψος ὁμῶς τῶν μεμονωμένων βροχῶν δὲν εἶναι ἱκανοποιητι-
 κόν στοιχεῖον διὰ τὴν ὑδρολογικὴν μελέτην πλείστον, τεχνικῶν ἔργων
 (ἐκκειλίσται φραγμάτων, πλήμμυραι ποταμῶν, μέγιστοι ἀπορροαί ὑποῦ-
 μων ὀμβρίων ὑδάτων), δεόν δεῖν λαμβάνεται ὑπ' ὄψιν τοῦτο ἐν εὐνοῦα-

ερω με τον χρονου διαρκειας της βροχης, οποτε προκυπτει η εντασις της βροχης, ητοι :

$$i = \frac{h}{t}$$

ητις ευνηθως λαμβανεται εις κιλισετα ανα πρωτον λεπτον.



Σχ. 79. Έντασις βροχης.

Εις το εχημα 79, εμφανιονται αι βροχαι οχ, οαβγ και οδ, εκουσαι ακασαι το αυτο υψος αλλα διαφορετικην εντασιν εκαστη. Η βροχη οδ, ειναι δυνατον να ειναι καταστρεπτικη εις

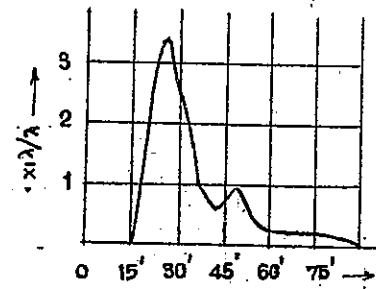
μταν περισκιν, ενω η βροχη οχ να μην ειναι συδολως εκουσα μικραν εντασιν. Εκ του ανωτερου εχηματος εμφανιεται αμεσως και η υπερροκη της μετρησεως των βροχων δια αυτογραφων βροχομετρων, εναντι της δια κοιων βροχομετρων.

Η γνωσις της εντασεως μι�ς βροχης μας επιτρεπει εξ σλλου των αμεσον θεωρητικων υπολογισμων της απορροης υδατος εκ μι�ς λεκανης, δι ο και ευνηθως η εντασις της βροχης υπολογιζεται και ως απορρα ενθα :

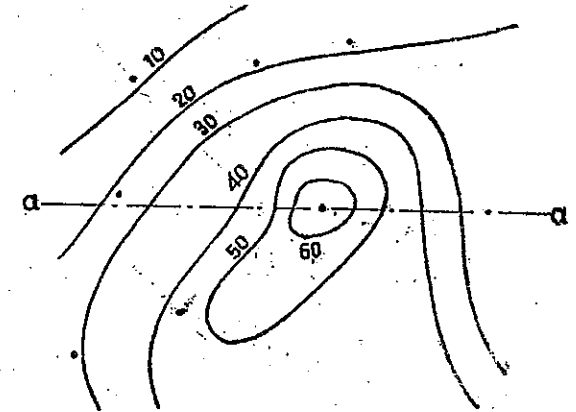
$$i \text{ κιλ/λ} = \frac{0.001 \times 100.000 \text{ μ}^2}{60 \text{ μ}} \times 1000 = 167 \text{ λιτρα/δλον. εκταρ.}$$

Αι μεμονωμεναι βροχαι μεγαλου υψους και μικρας διαρκειας χαρακτηριζονται ως καταγιδες, ειναι δε οι πλεον ενδιαφερουσαι δια την υδρολογιαν.

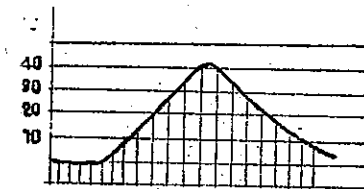
Αι μεμονωμεναι βροχαι επανιως εμφανιζονται υπο την μορφην οδ η ογ του εχηματος 79 με σταθεραν εντασιν. Συνηθως εμφανιζονται υπο την μορφην οαβγ η αβγ, με μεταβλητην την εντασιν αυτων ως εμφανιεται εις εκ. 80. Πλην της χρονικης ταυτης μεταβολης της εντασεως, παρουσιάζεται κατ κανονα και τοπικη



Σχ. 80. Μεταβολη εντασεως βροχης (καταιγιδος)



μεταβολη της εντασεως, ως εμφανιεται εις το εχημα 81, παρουσιάζεται τυτεστιν ενα κεντρον εκαστης βροχης περιε του οποιου το υψος και η εντασις αυτης βαίνουν ελαττουμενα. (Schaffertnak).



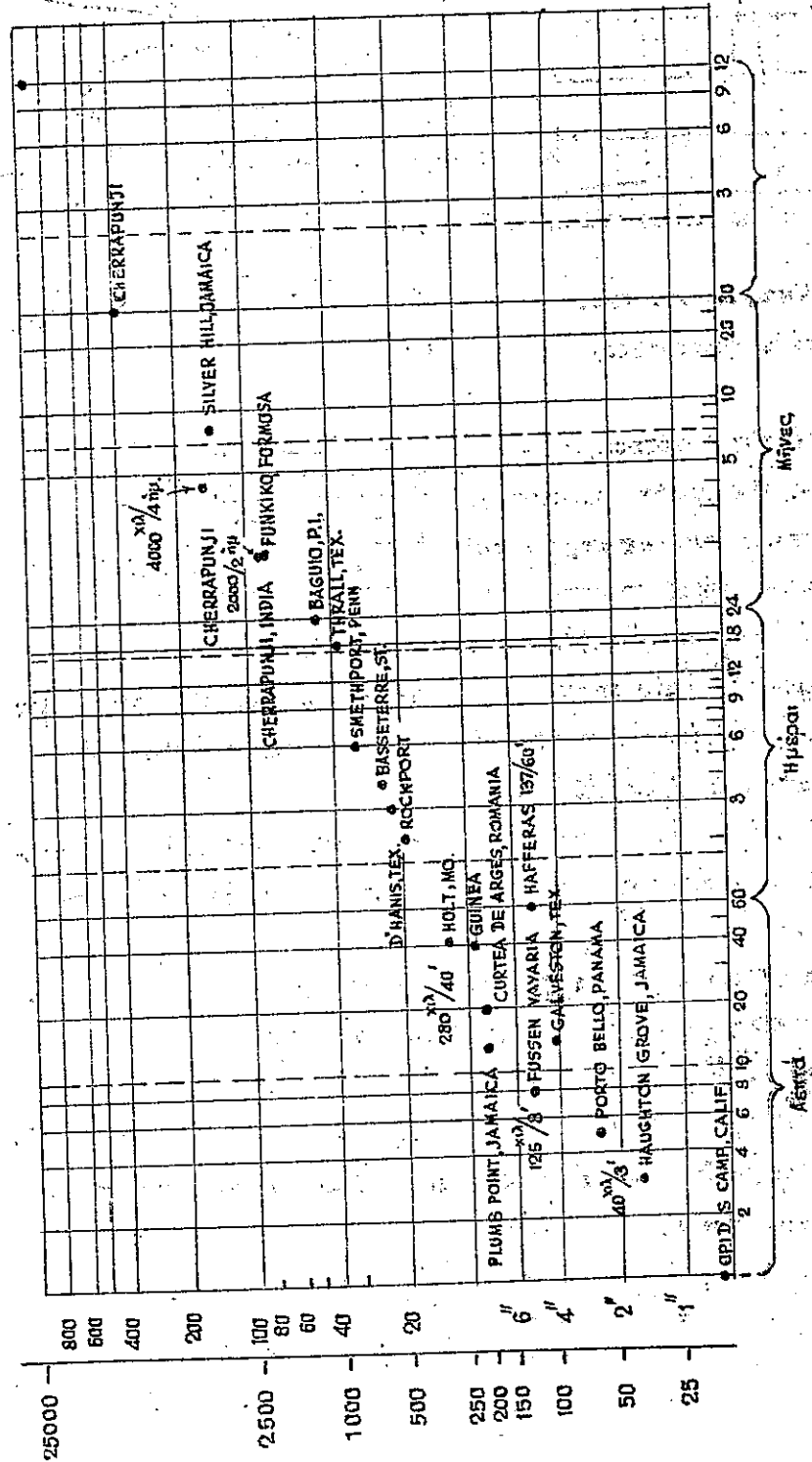
Τομη α-α

Σχ. 81. Υψος βροχης πεσουσης εις 30' εις διαφορους σταθμους.

Εκ παραλληλου παρατηρειται οτι αι βραχυτεραι βροχαι εκουσιν και την μεγαλυτεραν εντασιν (cloudburst, νεφελεκρηξις) οσον δε μεγαλυτερα ειναι η διαρκεια της βροχης, τοςον και η εντασις αυτης μειουται.

Εις το εχημα 82 διδονται πνες εκ των μεγαλυτερων παρατηρηθεισων καταγιδων ανα την υφηλιον (διπλη λογαριθμικη κλιμαξ).

Εαν θελησωμεν να διακρινωμεν τας βροχας διαρκειας λεπτων τιων, τας βροχας διαρκειας ωρων και τας βροχας διαρκειας ημερων, θα ευρωμεν τας ακολουθουσ παρατηρησεις μεγιστων τιων τιμων :



Σχ. 82. Παρατηρήσεις μεγάλοι καταγίδες.

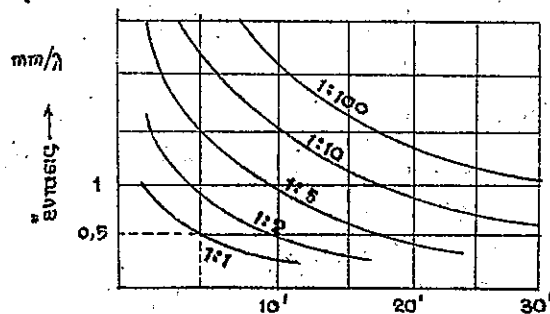
| Διάρκεια λειπτών : | Υψος χιλ. | Διάρκεια | Έντασις | |
|-------------------------------------|--------------|----------|---------|---------------------------------------|
| | | | mm/min | mm/ώρα |
| Βιλωαγο, Νότιος Άφρική..... | 356 | 15' | 23.73 | — |
| Bannwald sea 25.v.1920..... | 126 | 8' | 16 (!) | — |
| Jerichow, Σαξωνία 3.vii.1899..... | 77.8 | 15' | 5.19 | — |
| Laue..... | 29.8 | 6' | 4.97 | — |
| Wegeringhausen (Βεστφαλία)..... | 12.9 | 3' | 4.30 | — |
| Graz 13.vii.1913..... | 540.0 | 2 ώραι | 4.50 | 270 |
| Schauerreg..... | 650.0 | 2 " | 5.40 | 325 |
| Molito les Bains (Ostryrenäen)..... | 313.0 | 1,5 " | 3.50 | 209 |
| Salzberg..... | 553.7 | 4 ήμερ. | — | 5.77 |
| Hirsch Cerg..... | 272.4 | 2 " | — | 5.66 |
| Βερολινον (22.vii.1893)..... | 34.3 | 26' | 1.32 | — |
| Τρίκκαλα (1907)..... | 198.0 | 420' | 0.47 | (καταστροφή κη παράμυρ Αθαίου). |
| Άθηναι (24.χι.1925)..... | 93.0 | 70' | 1.33 | — |
| " (14.χι.1898)..... | 150.0 | 98' | 1.50 | — |
| Θεσσαλονίκη (15.vi.1899)..... | 13.7 | 10' | 1.37 | — |

Τα μέγιστα ύψη βροχής εν Ελλάδι κυμαίνονται μεταξύ 90-150 χιλιοστά ημερησίως. Τινά εκ των χυσιετων απόλυτως μεγίστων είναι τα ακόλουθα :

| Στοιχείο | Υψ. Σταθμού | Έτος |
|----------------|-------------|--|
| Σπηλιάς..... | 162.8 | (4-iii.1934) + 320.0 Έλος Συκουρίου (θ/κη) |
| Άλικιανού..... | 200.0 | (17.χ.1937) 68.00 Κρήτη |
| Καλαμών..... | 204.3 | (1.v.1894) 31.0 — |
| Ίσπαιας..... | 204.9 | (26.χ.1927) 32.0 — |
| Κερκώρας..... | 205.0 | (23.ii.1898) + 27.0 — |
| Νικήσιανη..... | 217.0 | (26.χ.1939) + 320.0 Στρυμώνος |
| Δημαρίου..... | 248.2 | (15.ii.1931) + 950.0 Λ. Βιστονίδος. |

| | Ύψ. Σταθμού | |
|---------------------------------------|-------------|-----------|
| Άνω Σουβάλας.....264.0 (28. vi. 1939) | 700.00 | Παρνασσού |
| Έξω Ποταμών..... 274.1 (15. xi. 1932) | +825.00 | Κρήτης |
| Άσκιφου..... 303.2 (8. 1. 1940) | +740.00 | Κρήτης |
| Νερσκούρου..... 310.4 (17. x. 1937) | + 95.00 | Κρήτης |

Γενικώς, εάν εκφράσωμεν την έντασιν βροχής συναρτήσει της διάρκειας αυτής και της συχνότητας εμφάνισώς της, λαμβάνομεν τὸ διά-



Σχ. 83. Διάρκεια καὶ έντασις βροχής

γραμμα τοῦ εχήματος 83 ἐνθα ἕκαστον σημεῖον τῶν καμπυλῶν παριστᾷ καὶ μίαν βροχήν.

Ἐπὶ τῇ βάσει τῶν καμπυλῶν αὐτῶν ὑπολογίζονται λ.χ. τὰ δίκτυα ὑπονόμων.

Αἱ καμπύλαι αὗται

λαμβάνουν συνήθως καὶ μαθηματικὴν ἔκφρασιν τοῦ τύπου:

$$i = \frac{\alpha}{\beta + t} \quad \frac{1}{\eta}$$

$$i = -0,311 + \frac{3,522}{\sqrt[3]{t_{\mu}}} \quad \left[\begin{array}{l} t \text{ εἰς λεπτά} \\ i \text{ εἰς mm/λ} \end{array} \right]$$

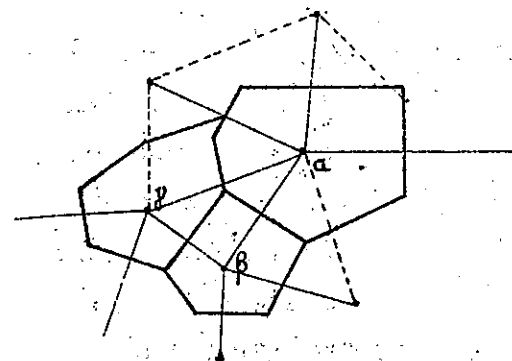
4^{ον}. Ὁ ὄγκος τῆς καταπεσοῦσης βροχής.

Ὁ ὑπολογισμὸς τῆς καταπεσοῦσης βροχής εἶναι ἀπαραίτητος ἵνα ἐν συνεικείᾳ μελετηθῇ ἡ διδθεῖσα αὐτοῦ ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ἐδάφους.

Διὰ περιπτώσεις ἀναζητήσεως τοῦ ὄγκου ἐκ τῶν ὑψῶν τῶν ἐπιπέδων βροχῶν ὁ ἀπλούστερος ὑπολογισμὸς εἶναι διὰ τῶν ἰσοϋετιῶν καμπυλῶν ἐνθα τὸ ἐμβαδὸν τῶν τμημάτων τῆς ὑπὸ μελέτην λεκάνης, τὸ

μεταξὺ δύο ἰσοϋετιῶν καμπυλῶν, πολλαπλασιάζεται ἐπὶ τὸ ἡμιαῖρονμα τῶν ὑψῶν τῶν βροχῶν τῶν δύο καμπυλῶν τούτων καὶ προκύπτει ὁ καταπεσοῦν ὄγκος βροχής.

Διὰ ἐπιπέδων βροχῆς ἀλλάξ' ἐνίστε διὰ μεμονωμένας βροχᾶς, ἕτερα ἀπλή μέθοδος εἶναι ἡ ὑπὸ τοῦ Thiessen δοθεῖσα, καθ' ἣν



Σχ. 84. Μέθοδος Thiessen διὰ τὸν ὄγκον βροχής.

ἐνοῦται οἱ εὐθείαις ἕκαστος σταθμὸς μετὰ τοὺς χειτονικούς του, λαμβάνονται τὰ μέσα τῶν ἀποστάσεων τούτων καὶ ἐνοῦνται οἱ εὐθείων καθέτων διδοῦσῶν πολυγώνου (βλ. εχ. 84).

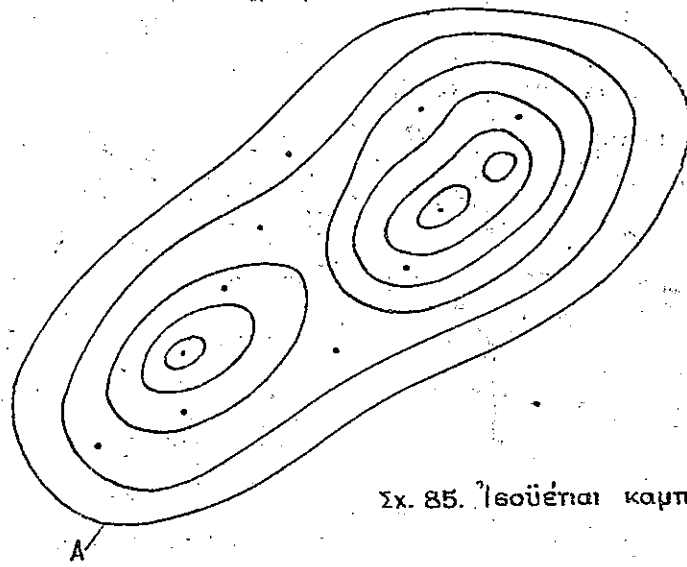
Τὸ ἐμβαδὸν ἕκαστου πολυγώνου πολλαπλασιάζεται μετὰ τὸ ὕψος βροχῆς τοῦ σταθμοῦ ὅπου εὑρίσκεται εἰς τὸ κέντρον αὐτοῦ καὶ οὕτω προκύπτει ὁ ὄγκος τῆς

βροχῆς ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ πολυγώνου, δι' ἀδροίσεως δὲ τῶν μερικῶν ὄγκων προκύπτει ὁ ὅλικός ὄγκος βροχῆς ἐπὶ τῆς ὅλης ἐπιφανείας.

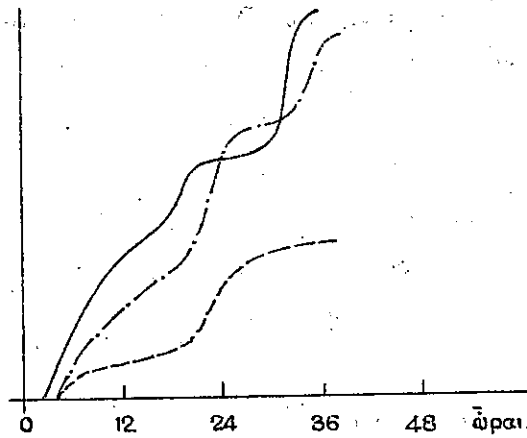
Αἱ ἀνωτέρω μέθοδοι δὲν λαμβάνουν ὅμως ὑπ' ὄψιν καὶ τὴν χρονικὴν διανομὴν τῆς βροχῆς.

Οὕτω λάβομεν ἐν παράδειγμα ἐπιφανείας Α' (εχ. 85) ἐνθα ἐμετρήθησαν αἱ βροχαὶ τῶν σταθμῶν τῶν διαφορῶν αὐτῆς σημεῖων ἔχουσαν ὡς ἐν τῷ εχήματι 86. Ἐπὶ τῇ βάσει αὐτῶν κατασκευαῖται αἱ εἰς τὸ εχ. 85 ἰσοϋετιαὶ καμπύλαι.

Ἐπὶ τῇ βάσει πινάκων δυναμέθα ἤδη νὰ ὑπολογίσωμεν τὸν ὄγκον τῆς βροχῆς ὅστις διὰ ἀντιστοιχῆ εἰς διάφορα τμήματα τῆς ἐπιφανείας διὰ διαφορῶν χρόνους διάρκειας τῆς βροχῆς ὁπότε ἔχομεν τελικῶς τὸ διάγραμμα τοῦ εχήματος 87 ἐνθα δίδεται τὸ μέγιστον δυνατόν μέσον ἐπὶ τῆς ὅλης ἐπιφανείας ὕψος βροχῆς συναρτήσει τῆς ἐκτάσεως τῆς ἐπιφανείας καὶ τοῦ χρόνου διάρκειας βροχῆς (βλ. Kohler).



Σχ. 85. Ίσοϋέπια καμπύλαι.



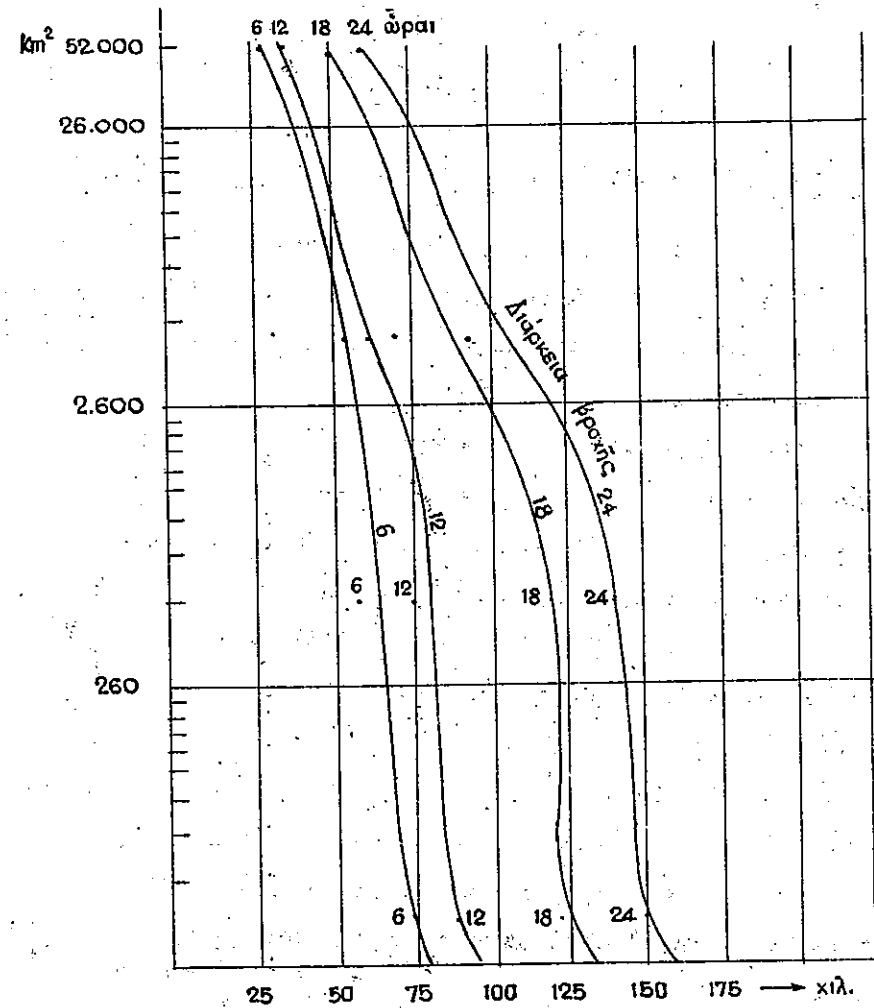
Σχ. 86. Διάγραμμα βροχών.

Συνήθως δίδονται και αναλυτικοί τύποι έντασης της βροχής, συναρτήσει της επιφανείας συλλογής της μορφής $i = f(F)$ ως ο τύπος του Hofbauer :

$$i = \frac{216}{\sqrt{F}}$$

ένθα i κιλ/ώραν και F εις Km^2 .

Κατά την καταιγίδα ήτις εκ της φλωρίδος (18.9.1938) ένεσκυψεν εις Νέαν Άγγλιαν Η.Π.Α. την 21.9.1938 παρουσιάσθησαν μέγιστα ύψη βροχής άπνα ξεχεινόντο άνολόγως της βρεχομένης έκτάσεως ως κάτωδι (Barrows).



Σχ. 87. Μέσον ύψος βροχής συναρτήσει διάρκειάς αυτής και λεκάνης συλλογής.

| Ύψος βροχής m/m | Βρεχομένη επιφάνεια Km ² | Ύψος βροχής m/m | Βρεχομένη επιφάνεια Km ² |
|--------------------|--|--------------------|--|
| 101.6 | 163.000 | 305.0 | 6.750 |
| 152.0 | 98.000 | 355.0 | 2.070 |
| 202.0 | 54.500 | 406.0 | 260 |
| 254.0 | 21.500 | | |

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΙΙΙ. Η ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΟΥ ΥΔΑΤΟΣ

Α. Γενικόν ἰσοζύγιον τῶν ὑδατωδῶν κατακρημνίσεων.

Αἱ ὑπὸ μορῆν βροχῆς ἢ ὑπὸ οἰαδήποτε ἄλλην μορῆν πίπτουσαι ὑδατώδεις κατακρημνίσεις εὐθὺς ὡς φθάσῃ ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ἐδάφους ἀκολουθοῦν διαφόρους ὁδοὺς. Οὕτω ἐν μέρος αὐτῶν διὰ τῶν χαραδρώσεων ῥέει ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ἐδάφους σχηματίζον ρύακας, χειμάρρους καὶ ποταμούς ῥέοντες πρὸς λίμνας ἢ τὴν θάλασσαν, ἢτοι δημιουργεῖ τὰ ἐπιφανειακά ὑδατά (ῥέοντα ἢ στάσιμα). Ἔτερον μέρος διεισδύει ἐντὸς τοῦ ἐδάφους διὰ τῶν πόρων αὐτοῦ καὶ κυκλοφορεῖ ἢ παραμένει ἐπίσκιμον ἐντὸς τοῦ ἐδάφους καὶ δημιουργεῖ τὰ ὑπόγεια ὑδατά (στάσιμα ἢ ῥέοντα).

ὑπὸ ἀμφοτέρων τῶν μορῶν ταύτων τὸ ὕδωρ δύναται νὰ χρησιμοποιηθῇ διὰ τὴν ὑδατικὴν οἰκονομίαν.

Ἐκ παραλλήλου ὁμοῦ ἕνα, ἐνίοτε μέγα ποσοστὸν τῶν ὑδατωδῶν κατακρημνίσεων δὲν δύναται νὰ χρησιμοποιηθῇ περαιτέρω — εἰ μὴ μόνον ἐνίοτε κατὰ τὴν ἀμεσον πτώσιν του — καὶ ἀποτελεῖ τοῦτο τὰς ἀπωλείας τοῦ ὑδατος αἰτινες σύγκεινται κυρίως εἰς τὰς ἀκολουθοῦσας κατηγορίας.

Παρακράσεις ὑπὸ τῶν φυτῶν καὶ ἐξάτμιαις ἐξ αὐτῶν εἰς τὸν ἀέρα (π).

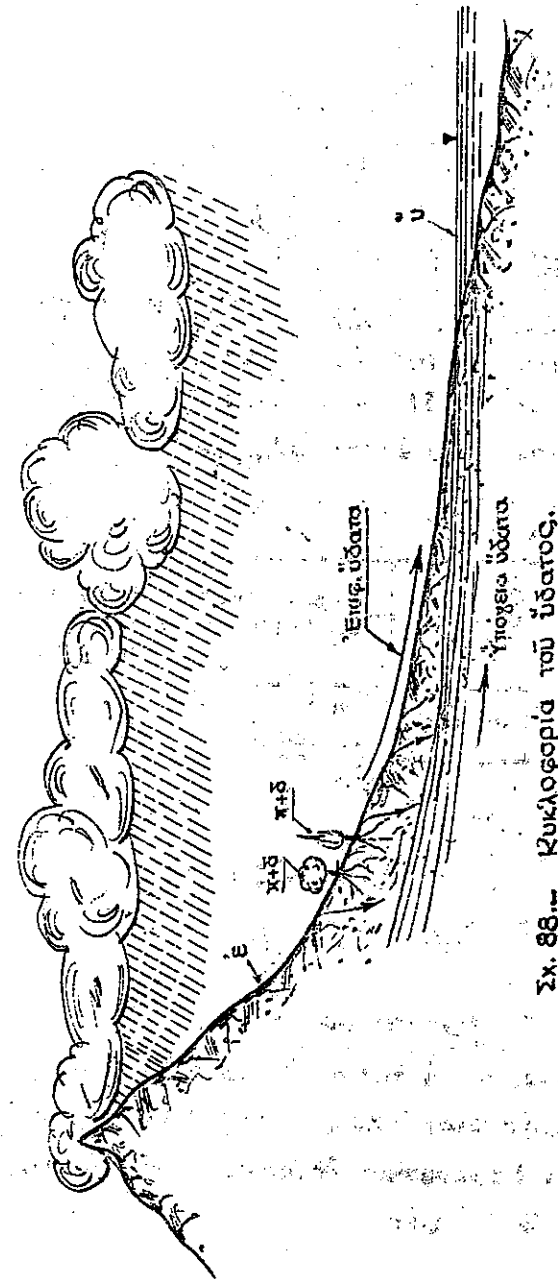
Διαπνοή τῶν φυτῶν ἐκ τοῦ ἀέρος περιβάλλοντος αὐτῶν (δ).

Ἐξάτμιαις τοῦ ἐδάφους (ε).

Ἐξάτμιαις ἐπιφανειῶν ὑδατος (ἐξάτμιαις τοῦ ὑδατος) (υ).

Παρακράσεις τοῦ ἐδάφους (π,δ).

Εἰς τὸ σχῆμα 88 δίδεται τὸ διάγραμμα κυκλοφορίας τοῦ ὑδατος εἰς δὲ τὸ σχῆμα 89 ἐμφαίνεται γραφικῆ παράστασις τοῦ ἰσοζυγίου τῶν ὑδατωδῶν κατακρημνίσεων.



Οὕτω τελικῶς ἔχομεν διὰ τὸ ἰσοζύγιον τῶν ὑδατωδῶν κατακρημνίσεων, ἐπὶ μιᾶς ὑδρολογικῆς λεκάνης:

$$B = \Upsilon\pi. \Upsilon\delta + \text{Ἐπιφ. Ὑδατα} + \pi + \delta + \epsilon + \upsilon.$$

Ἐπὶ τῇ βίσει τῆς ἐξιεώσεως ταύτης, προσπαθοῦμεν προσδιορίζοντες τὰ ἔξ μεθέδηνὰ εὐρωμεν τὸ ἔβδομον.

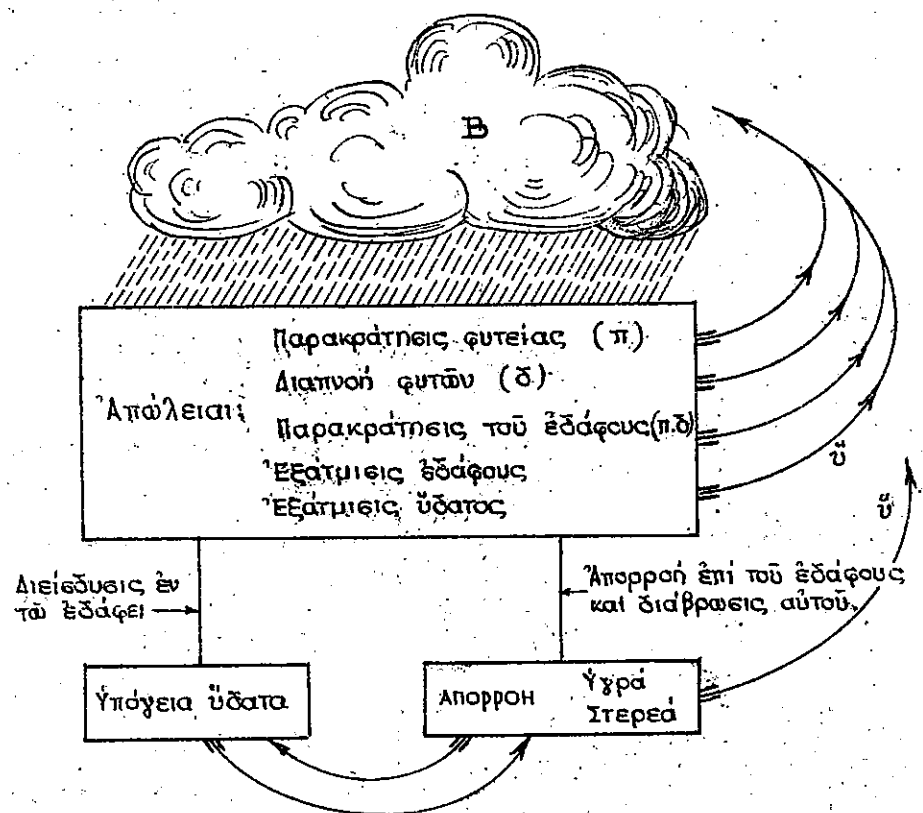
Ἐξ αὐτῶν τὸ ἀπλούστερον προσδιοριζόμενον εἶναι ἡ βροχή (B) κατὰ τὰ ἐκτεθέντα εἰς τὸ προηγούμενον κεφάλαιον.

Τὰ ὑπόλοιπα ὡς εἶναι εὐνόητον ὑφίστανται ἀπὸ τόπου εἰς τόπον μεγάλας διακυμάνσεις λόγῳ τῆς ἀνομοιομορφίας ὅλων τῶν ὑπείερχομένων συντελεστῶν αἰτινες ἐξαρτῶνται ἀπὸ τὰς τοπι-

κάς συνθήκας ὡς ἀκολουθῶς:

1^ο. Μετεωρολογικαὶ συνθήκαι:

- Βροχή, χιόν (ῥφος, εἰταεῖς, ἔκταεῖς, κατανομή).
- Θερμοκρασία, Ἐξάτμιαις, ὕγρασις ἀέρος, Ἄνεμοι.



Σχ. 89. Γραφικὴ παράστασις τοῦ ἰσοζυγίου τοῦ ὕδατος.

2^α... Χαρακτηριστικὰ τῆς λεκάνης ἀπορροῆς:

Ἔκτασις, Σχήμα, Γενικὴ τοποθεσία περιβάλλοντος (ὄρη, θάλασσα). Τοπογραφικὴ διαμόρφωσις (κλίσις). Λίμναι, Ἐλη, Γεωλογικὴ διαμόρφωσις εἰδάφους καὶ ὑπεδάφους, Δάση, Φυτεῖαι, Καλλιέργεαι.

3^α... Τεχνικὰ ἔργα:

Ἐπιφανειακὴ ἢ ὑπογεία ἀποθήκευσις (Φράγματα, ὑπόγεια φράγματα).

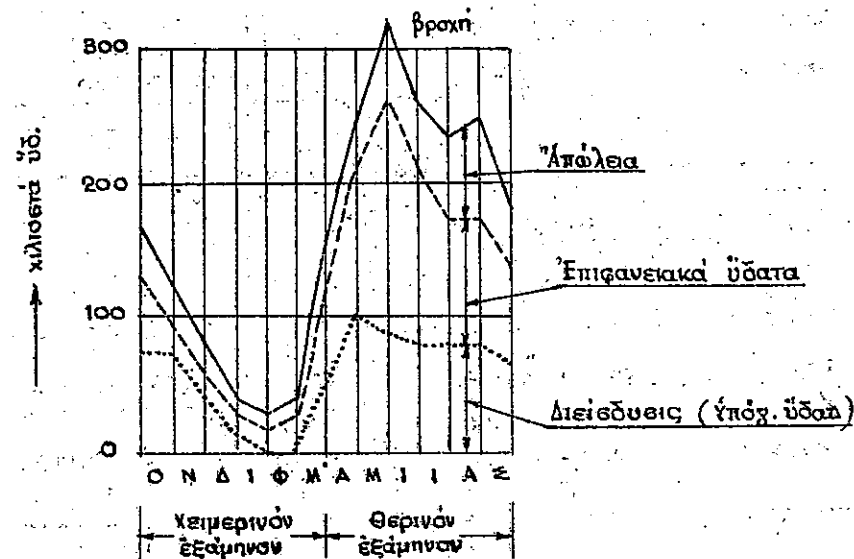
Στραγγεῖς, Ἄρδευσις, ὁδοποιΐα, Σήραγγες, κ.λ.π.

Συνήθως ἐκτιμῶνται αἱ ἀπώλειαι καὶ μετρῶνται τὰ ἐπιφανεια-

κά ὕδατα ἢ τὰ ὑπόγεια ὕδατα ἀναλόγως τοῦ ποίου ἐκ τῶν δύο ὁ προδιορισμένος ἀποτελεῖ τὸν κύριον ἐπιδιωκόμενον σκοπὸν προδιορίζεται τὸ ἕτερον ἐξ αὐτῶν. Ἡ ἐργασία εἶναι ἐπιπονος, ἐπιτελεῖται δι' ἐκάστην νέαν λεκάνην εὐνήθην συγκριτικῶς πρὸς ἕτερας ὁμοίας καὶ διὰ συμπληρωματικῶν μετρήσεων. Ἀκριβὴς προδιορισμός, δύναται νὰ γίνη ἐκ τῶν ὑπετέρων ὅταν ὁλοκληρωθῶσιν κατασκευασθεῖ τὰ ἔργα καὶ ἀρχεῖται ἡ λειτουργία αὐτῶν.

Εἰς τὸ σχ. (90) δίδεται τὸ ἰσοζύγιον ὕδατος εἰς περιοχὴν τοῦ ποταμοῦ Saalach.

Παρατηρητέον ὅτι πρόκειται περὶ ἠπειρωτικοῦ κλίματος. Τὸ ἀπορροια ἀπώλειαν ἐπιφανειακῶν ἀπορροῶν καὶ διείδουσαν ἐν τῷ εἰδάφους, ἰσοῦται μετὰ τὸ ἐκάστοτε ὕψος βροχῆς.



Σχ. 90. Ὑδατικὸν ἰσοζύγιον ποταμοῦ Saalach (Streck)

Εἰς τὸν ἀκόλουθον πίνακα δίδεται τὸ ἰσοζύγιον τοῦ ὕδατος ἀνὰ πῖν ὑ-φῆλιον.

| | Εκτασίς km ² x 10 ⁶ | Ύψος, mm | Όγκος, km ³ | % |
|-----------------------------------|--|----------|------------------------|-----|
| I. <u>Επιφάνεια της Γης</u> | 313,00 | — | — | — |
| Εξάτμισεις ύδατ. επιφ..... | | 748,0 | 233.000,00 | 80 |
| Εξάτμισεις εδάφους..... | | 190,0 | 59.500,00 | 20 |
| Βροχή επί της γης | | 938,0 | 292.500,00 | 100 |

| | | | | |
|---|--------|--------|------------|-----|
| II. <u>A. Θάλασσαι :</u> | 224,00 | | | |
| Εξάτμισεις θαλασσών..... | | 1040,0 | 233.000,00 | 100 |
| Υδροατμ. θαλασσών εις Επράν..... | | 71,0 | 15.600,00 | 7 |
| | | 969,0 | 217.400,00 | 93 |
| <u>B. Ξηραί απορρέουσαι εις θαλάσσας</u> | 70,00 | | | |
| Υδροατμοί εκ θαλασσών..... | | 220,0 | 15.400,00 | 29 |
| Εξάτμισεις εδάφών..... | | 761,0 | 53.230,00 | 100 |
| Βροχή επί ηπειρών απορ- ρευσών εις θαλάσσας..... | | 980,0 | 66.600,00 | 129 |
| <u>Γ. Ρλεισταί λεκάναι</u> | 19,00 | | | |
| Εξάτμισεις εδάφους..... | | 330,0 | 6.270,00 | 100 |
| Βροχή επί του εδάφους | | 330,0 | 6.270,00 | 100 |

Ητοι ή ολική επί της γης πίπτουσα βροχή ίση προς 292.500.0 κυβικά χιλιόμετρα, έχει αίς άθροισμα τήν εξάτμισιν των θαλασσών (233000.0 km³) και τήν εξάτμισιν εκ των εδάφών (53230.0 km³ + 6270.00).

B. Αί κατά μέρος απώλειαι.

Εξετάσωμεν ήδη τά καθ' έκαστά απωλείας, ήτοι τάς αναμενομένας τιμάς εξ αυτών και τόν τρόπον προσδιορισμού αυτών.

1. Παρεμβολή φυτείας. (Παρακράτσεις φυτών, Interception)

Κατωθεν των δένδρων και φυτών ή πίπτουσα βροχή, συγκρατούμενη υπό των φύλλων, κλάδων και κορμών, ελαττούται σημαντικώς έκμηδενίζομενη ένιοτε. Η επιφάνεια ήν παρουσιάζει τό ανάπτυγμα των φυλλωμάτων είναι πολλαπλασία της επί του εδάφους όριζοντίας προβολής των φυτών. Η αναλογία αυτή έχει ως εξής :

| | | |
|-----------------------|-----|-------------------|
| Δάση (μέσης ηλικίας): | 8,4 | στρέμματα/στρέμμα |
| Δημητριακά..... | 7,4 | " " |
| Τριφυλλί..... | 5,6 | " " |
| Λειράνες..... | 4,8 | " " |

Εκ τούτου εμφαίνεται ότι τά καλλιεργούμενα φυτά παρουσιάζουν μικρότερην αναλογίαν εικονικής έκτάσεως (4,8-5,6) έν τούτοις όμως παρουσιάζουν μεγαλύτερας απωλείας κατά τό θέρος όπου προτίθεται επί πλέον ή διαπνοή και εξάτμισεις (περί αυτών κατωτέρω). Δι' όλον όμως τό έτος, τά δάση παρουσιάζουν μεγαλύτεραν παρακράτσειν άκόμη και τά φυλλοροούντα δάση άπαντα κατά τόν χειμώνα συγκρατούν ύδαρ διά των κορμών και κλάδων.

Εκ παραλλήλου όμως τά δάση προκαλούν αύξησειν της βροχής ως

| | Ύ ψ ό μ ε τ ρ ο ν | | | |
|--------------------------|-------------------|---------|---------|---------|
| | 1-90" | 290-300 | 600-690 | 900-980 |
| Σταθμοί εις δάση..... | 658 | 745 | 1090,0 | 1760,0 |
| Συνήθεις σταθμοί..... | 648 | 695 | 915,0 | 930,0 |
| Εκατοστιαία διαφορά..... | 1,6% | 7,1% | 18% | 89% |

δεικνύει ὁ ἀκόλουθος πίναξ ἐκ μετρήσεων τοῦ Bebbier εἰς δάση τῆς Πρωσίας :

Διὰ τοῦ προεδιορισμὸν τῆς παρακρατήσεως τῶν δασῶν, ἐκ τριετῶν περιμαμάτων, ὁ Bühler καθώρισεν τὰς ἀκολουθούσας τιμὰς :

| | | | | |
|---|----|----|----|----|
| Ἡλικία δάσους ἔτη | 20 | 50 | 60 | 90 |
| Παρακρατήσεις ὑπὸ δένδρου (% τῆς πεσούσης βροχῆς) | 2 | 27 | 23 | 17 |

Ὁ Ney ἐξ ἄλλου ὑπελόγησεν ὅτι τὸ πραγματικὸν ὑπὸ τῶν φύλλωμάτων κατακρατούμενον ποσοστὸν βροχῆς (ἀφαιρουμένου τοῦ διὰ τῶν κορμῶν ἐπιστρέφοντος εἰς τὸ ἔδαφος ποσοῦ) ἀνέρχεται διὰ δάση ὄρυός, πεύκων καὶ ἐλάτης εἰς 15%, 20% καὶ 33,5% ἀντιστοίχως.

Ἐξ ἄλλου ὁ Mathieu ἐξ ἐνδεσικῶν παρατηρήσεων προεδιώρισεν εἰς 8,5% τὰς ἀπωλείας εἰς δάση ὄρυός ἐξ ὧν τὸ 5,9 κατὰ τὸν χειμῶνα. Γενικῶς παρατηρεῖται ὅτι τὰ βελονοειδῆ παρακρατοῦν περισσότερον ὕδωρ ἢ τὰ πλατύφυλλα δένδρα.

Ἡ κατακρατούμενη ποσότης, γενικῶς, ἀνέρχεται κατ' ἀρχὴν εἰς τὸ ὕψος βροχῆς ὅπερ κατακρατεῖται ὑπὸ τῆς ἀνεπτυχμένης ἐπιφανείας φύλλων καὶ κλάδων (ὄγκος ἀποθηκείσεως), μετὰ δὲ τὸν κορεσμὸν αὐτῶν, ἡ ποσότης αὕτη ἰσοῦται μὲ τὴν ἐξατμιζομένην τοιαύτην ἐκ τῆς μεγάλης ταύτης ἐπιφανείας.

Ἡ κατὰ τὴν διάρκειαν τῆς βροχῆς ἐξατμίσις ἐπιηρεάζεται κυρίως ἐκ τῆς θερμοκρασίας, τῆς σχετικῆς ὑγρασίας καὶ τῶν πνεόντων ἀνέμων.

Οὕτω ὁ Horton ἐκτιμᾷ τὰς ἀπωλείας ἀναλόγως τοῦ ὕψους τῆς βροχῆς, ἄς ἀκολουθῶσας :

| | | | |
|---------|--------|---------------|------|
| Ἐντασις | 1 χιλ. | Παρακρατήσεις | 100% |
| | 2.5 " | | 50% |
| | 5.0 " | | 37% |
| | 10.0 " | | 30% |
| | 15.0 " | | 26% |
| | 17.5 " | | 25% |

Περαιτέρω αὐτός ἐκτιμᾷ τὴν παρακράτησιν διὰ διαφοροῦ τύπου βλάστησις εἰς τὰ ἑξῆς ποσοστὰ τῆς βροχῆς :

| | | | | | |
|--------------|-------|---------|------|-----------|-----|
| Γεώμηλα : | 2.9% | Ἄγροί | 16.7 | Ὀπωροφόρα | 16% |
| Δημητριακά : | 10.7% | Ἄμπελοι | 15.7 | δάση ἕως | 37% |

Ἡ μέτρησις τῆς παρακρατήσεως προκύπτει ἐκ τῆς διαφορᾶς ἀναχναίσεων βροχομέτρων τοποθετουμένων εἰς ἀναπειπταμένον ἔδαφος καὶ ὑπὸ τὴν βλάστησιν.

2. Διαπνοὴ τῶν φυτῶν.

Τὸ ὕδωρ παραλαμβάνεται ὑπὸ τῶν φυτῶν ἐκ τοῦ ἔδαφους ὑπὸ μορφήν ὑδαρῶν διαλυμάτων, μέσῳ τῶν τρικῶν τῶν ριζιδίων διὰ τῆς ἀπορροφῆσεως (imbibition) (ἐλξεως τῶν κολλοειδῶν ὑλικῶν τῶν κυττάρων), ἥτις δύναται νὰ φθάσῃ ἐνίστη πίεσιν πολλῶν ἀτμοσφαιρῶν καὶ μεταβιάζεται ἐντὸς τοῦ κυμοῦ τῶν κυττάρων ἢ εἰς τὰ ἐνδοθερμικά κύτταρα διὰ τῆς αἰερώσεως. Ἡ ἀπορροφήσις καὶ ἡ αἰεμωσις ὄρσιν εὐνοηθεύσασθαι καὶ τείνουσι νὰ ἰσορροποῦν. Ἐξ ἄλλου ἡ ἐπιδερμὶς τῶν φύλλων περιέχει πολλοὺς πόρους, τὰ στόματα, ἐνθὲ ἐκ παραλλήλου εἰς τὰ μεσόφυλλα περιέχονται πολλὰ ἀνοίσματα οὕτως ὥστε ἡ ἔκτασις τῶν ὑγρῶν ἐπιφανειῶν τῶν κυττάρων νὰ ὑπερτερῆ κατὰ πολὺ τῆς ἐπιφανείας τῶν φύλλων. Τὸ ὕδωρ ὅπερ φθάνει εἰς τὰς ὑγρὰς ταύτας ἐπιφανείας ἐξατμίζεται καὶ ἐξέρχεται διὰ τῶν στομάτων καὶ οὕτω ἐπιτελεῖται ἡ διαπνοή.

Ἐκαστὸν τετραγωνικὸν ἑκατοστὸν τῶν φύλλων περιλαμβάνει 3000-13000 στόματα (κείμενα κατὰ τὰ 3/4 εἰς τὴν κάτω ἐπιφάνειαν τῶν φύλλων) ἅτινα ἀνοίξουσι εἰς τὸ φῶς καὶ κλείσουσι εἰς τὸ σκότος ἢ ὅταν ὑπάρχει ἀνεπάρκεια προσκομιζομένου ὕδατος. Ἡ διαπνοὴ ἀποτελεῖ τοιοῦτοτρόπως φαινόμενον ἐξατμίσεως καὶ εἶναι συνάρτησις τῆς θερμοκρασίας τῆς σχετικῆς ὑγρασίας, τῆς ἡλιοφανεῖας, τῶν πνεόντων ἀνέμων κ.λ.π. μετεωρολογικῶν συνθηκῶν.

Ἡ διαπνεομένη ποσότης τοῦ ὕδατος εἶναι ἐνίστη πολὺ μεγάλη, ἐκτιμᾷται εἰς (φ.9)

μάται δέ συνήθως ως πολλαπλασίον του ξηρού βάρους των φύλλων του διαπνεύοντος φυτού εις την περίπτωσιν δένδρων ή εις πολλαπλασίον του ξηρού βάρους των καρπών του φυτού διά τας διαφόρους καλλιτεργείας.

Εις τον επόμενον πίνακα διδεται η διαπνεομένη ποσότης ύδατος τόσον διά την μίαν περίπτωσιν (δάση εν Ευρώπη) όσον και διά την άλλην (καλλιέργειαν εν Αμερικη).

| | | | |
|------------|---------|------------------|---------|
| Σημύδα | 700-900 | κιλ. ύδατος/χρον | φύλλων. |
| Ψεύδαμος | 450-700 | " | " |
| Πτελέα | 410-820 | " | " |
| Δρυς | 253-690 | " | " |
| Έλάτη | 60-140 | " | " |
| Πεύκη | 30-120 | " | " |
| Άραβόσιτος | 349 | " | " |
| Πατάτες | 575 | " | " |
| Ϊτός | 557 | " | " |
| Βάμβαξ | 568 | " | " |
| Ρύζι | 682 | " | " |
| Λαχανικά | 750 | " | " |

Οί αριθμοί ούτοι κυμαίνονται βεβαίως αναλόγως του εδάφους, και του κλίματος (βροχή, θερμοκρασία κ.λ.π.).

Έκ μεμονωμένων πειραμάτων περαιτέρω ο Ηόηηελ προσδιορίζει την διαπνοήν εις δάση:

| | | | | | | | | | | |
|-----|-----|--------|-----|----------|---------|-------|-------|---------|-------|---------|
| Διά | 122 | δένδρα | ανά | στρέμμα, | ήλικίας | 50-60 | έτων, | διαπνοή | 212,0 | κιλ/στά |
| " | 405 | " | " | " | " | 35 | " | " | 69,0 | " |

Περαιτέρω υπολόγισεν ούτος, ότι διά της διαπνοής:

| | | | |
|----------|----------|-------|------------|
| η Δρυς | άπορροφά | 25% | της βροχής |
| η Πτελέα | " | 43,5% | " |
| η Σημύδα | " | 40% | " |

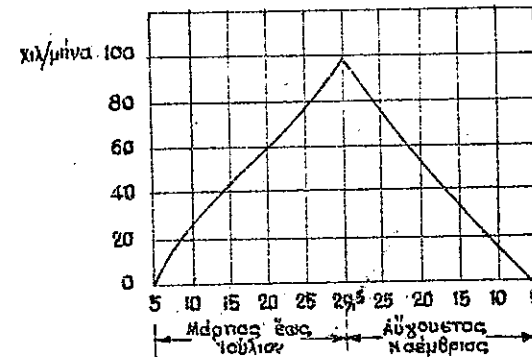
ένω έξ άλλου ο Wollny, επί έξαιετων παρατηρήσεων υπολόγισεν ότι η έλάτη άπορροφά 37,9% και η σημύδα 28% της βροχής, ένω άμφοτέρα τά

είδη ταύτα άπορροφούν 33% κατά την περίοδον της άναπτύξεώς των.

Είναι εύνόητον ότι και αί τιμαί αύται έξαρτώνται εκ του εδάφους και των κλιματολογικων συνθηκων.

Ο Moyer (T.A.S.C.E 1915) διδα μίαν κατά προσέγγισιν καμπύλην διά την εκτίμησιν της διαπνοής, εις ύψος βροχής συναρτήσει της μέσης τριμηνιαίας θερμοκρασίας, εις ύψος βροχής έκπεφρασμένα εις χιλιοστά ανά μήνα (Σχ. 91).

Επί τη βάσει της καμπύλης ταύτης προέκυψαν αί ακόλουθοι τιμαί διαπνοής εις διαφόρους



υδρολογικάς λεκάνας εν Αμερικη, εις επίσης ύψος βροχής:

| | | | |
|-------------|-------|-----|------|
| Little Fork | ..... | 205 | κιλ. |
| Minnesota | ..... | 260 | " |
| St. Croix | ..... | 248 | " |
| Tombigee | ..... | 510 | " |

Περαιτέρω ο Harrington, διά διαφόρους καλλιτεργείας εν Αμερικη υπολογίζει διά την θερμήν

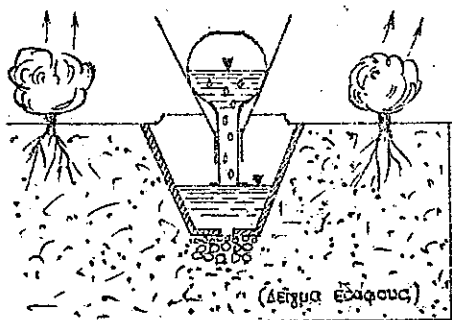
Σχ. 91: Διαπνοή εις χιλιοστά ανά μήνα (Moyer)

περίοδον (Μάιος μέχρι Σεπτεμβρίου) τας ακόλουθους

τιμας διαπνοής:

| | Διαπνοή εξάτμ. ύδατος | Διαπνοή βροχών |
|---------------|--------------------------|-------------------|
| Δημητριακά |1.73 | 0.96 |
| Δάση |1.51 | 0.86 |
| Μικτή κάλυψις |1.44 | 0.75 |

Η μέτρησης της διαπνοής, μόνως, δεν είναι εύχερης. Εις τό σχήμα 92 διδεται η συσκευή των Briggs και Schantz ητις άποτελεί μίαν από τας συσκευάς των φυτομέτρων (phytometers) διά την εκτίμησιν της διαπνοής.



Σχ. 92. Φυτόμετρον πρὸς μέτρησιν τῆς διαπνοῆς

Προκειμένου ὑπολογισμοῦ τῶν ἀπολειῶν ἐκ τῆς διαπνοῆς εἰς μεγάλη ἐκτάσεως ὑδρολογικᾶς λεκάνας, δὴ καταφύγωμεν εἰς τοὺς ἀνωτέρω ὑπολογισμοὺς καὶ μεθόδους. Εἰς πεδινὰς καλλιέργουμένας λεκάνας ἡ διαπνοὴ τῶν φυτῶν, μετρεῖται, κατὰ κανόνα, ἐν συνδυασμῷ μὲ τὴν ἐξάτμι-

σιν τοῦ εδάφους, μὲ τὸ ἐλάχιστον ἀπολυόμενον ὑδῶρ διὰ τὴν αὔξησιν τῶν φυτῶν, ὡς καὶ μὲ τὴν ἐξάτμισιν ἐνδεχομένου στασίμου ὑδάτος ἐπὶ τῶν ἄχρῶν ἢ τῆς τυχόν περσοῦσης χιόνος.

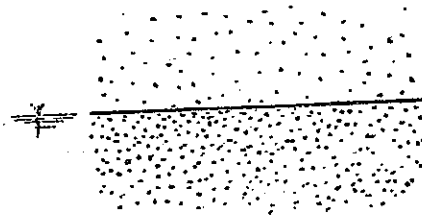
Τὸ σύνολον τῶν ποσοτήτων τούτων ὅπερ καλεῖται ἀρδευτικὴ κατανάλωσις ἢ ὠφέλιμος ὑδατοπαροχὴ τῶν ἀρδευομένων ἄχρῶν (consumptive use) ἐκπράται διὰ εἰδικῶν συσκευῶν (Λυσιμέτρα) οἵτινες ἐκτιθέονται κατωτέρω (§ 4 ἐξάτμις τοῦ εδάφους), ἡ δὲ ἀναγκαιοῦσα ποσότης ἐκτιμάται ἀναλόγως τῆς θερμοκρασίας καὶ τῶν φυτῶν (βλ. κεφάλαιον VII).

3. Ἐξάτμις ὑδατίνων ἐπιφανειῶν.

α. Θεωρητικαὶ ἀπόψεις.

Ἡ ἀλλαγὴ τοῦ ὑδάτος ἐκ τῆς ὑγρᾶς εἰς τὴν ἀέριον κατάστασιν, ἥτοι ἡ ἐξάτμις ἀπαιτεῖ ἐνέργειαν γνωστὴν ὡς: λανθάνουσα θερμότης ἐξατμίσεως. Ἐφ' ὅσον κατὰ μῆκος τῶν ὁρίων τῆς ἐξατμιζομένης μάζης δὲν ὑπάρχει ἀπώλεια θερμότητος ἄλλως πλὴν τῆς ὀφειλομένης εἰς τὴν ἐξάτμισιν, ἡ παρεχομένη τιμὴ ἐνεργείας μετρεῖ τὴν τιμὴν τῆς ἐξατμίσεως.

Κινηματικῶς ἡ ἐξάτμις ἐμφανίζεται ὅταν ὁ ἀριθμὸς τῶν μορίων



Σχ. 93. Ἐξάτμις.

ἄτινα ἐκ τοῦ ὑγροῦ ὑιέρονται, διὰ τῆς χωριστικῆς ἐπιφανείας, εἰς τὸν περιβάλλοντα ἀέρα εἶναι μεγαλύτερος ἀπὸ τὰ μόρια ἄτινα ἐκ τοῦ ἀέρος εἰσέρχονται εἰς τὸ ὑγρὸν.

Ὁ ἀριθμὸς τῶν μορίων ἄτινα ἐγκαταλείπουν τὴν ὑγρὰν ἐπιφάνειαν (κατὰ δυσχερείας λόγῳ τῶν ἐπιφανειακῶν τάσεων τοῦ ὑγροῦ) ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν ἐνέργειαν μεθ' ἧς κινουῦνται τὰ μόρια τοῦ ὑγροῦ ἢτοι ἀπὸ τὴν θερμοκρασίαν καὶ τὴν πίεσιν τῶν ὑδρατμῶν. Ἐξ ἄλλου τὰ μόρια τοῦ ἀέρος κινουῦνται ἐπίσης βιαίως ἀνωθεν τῆς ἐπιφανείας, ὁ δὲ ἀριθμὸς τῶν εἰς τὸ ὑγρὸν διεισδύοντων μορίων δὲ ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὸν ἀριθμὸν τῶν μορίων, τὴν θερμοκρασίαν τοῦ ἀέρος, τὴν πίεσιν τῶν ἀτμῶν αὐτοῦ.

Ἐάν τὰ ἐξατμιζόμενα μόρια δὲν ἀπομακρύνονται ἀνωθεν τοῦ ὑγροῦ διὰ ἐπέλθῃ στιγμὴ ἰσορροπίας ἔνθα τὰ εἰσερχόμενα καὶ ἐξερχόμενα μόρια εἶναι τοῦ αὐτοῦ ἀριθμοῦ καὶ ἡ ἐξάτμις παύει. Τὰ μόρια ὅμως, συνήθως, ἀπομακρύνονται λόγῳ διαχυσεως (diffusion), ἀφ' ἑνός, ἥτις γινεται μὲσω λεπτοῦ στρώματος ἀέριου, τοῦ ὀριακοῦ στρώματος (boundary layer), καὶ τοῦ στροβιλοειδοῦς (turbulence) ἀφ' ἑτέρου.

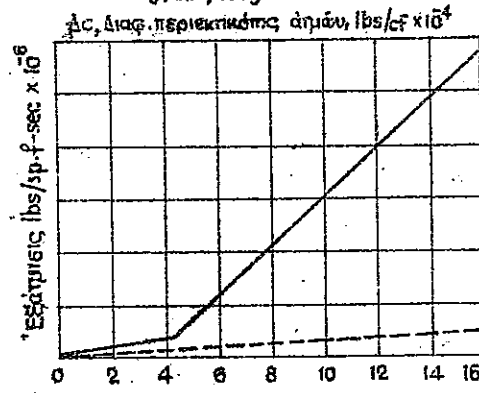
Ἡ μεταβολὴ γενικῶς τῆς θερμοκρασίας ἐξ ἄλλου προκαλεῖ δημιουργίαν ρευμάτων καὶ ἐφ' ὅσον νέος ἀήρ, διαφορετικοῦ βαθμοῦ καρμεμοῦ, πλησιάζει τὴν ἐπιφάνειαν ἐξατμίσεως, ἡ τιμὴ αὐτῆς μεταβάλλεται συνεχῶς καὶ ὁ θεωρητικὸς ὑπολογισμὸς ἀπαβαίνει ἀδύνατος.

Ὁ Hickey, μελετῶν θεωρητικῶς καὶ πειραματικῶς τὴν ἐξάτμισιν προσετιθέσεν νὰ ἀπομονώσῃ τὰς ἐξωτερικὰς ἐπιρροὰς τοῦ ἀνεμου, τῆς μεταβολῆς τῆς ὑγρασίας, λοιπῶν ἐξωτερικῶν αἰτίων διὰ συσκευῆς εἰς κλειστὸν χῶρον μὲ σταθερὰν θερμοκρασίαν καὶ νὰ παρακολουθήσῃ τὴν ἐξάτμισιν δι' ἐξαιρετικῶς λεπτῶν ὀπτικῶν συσκευῶν. Ἐκκι-

νων εκ της αρχης οτι η εξατμισεις ειναι αναλογον φαινόμενον με την ακτινοβολιαν της θερμότητας οπου: $dq = k \cdot \frac{\partial t}{\partial x} \cdot dA$ (ενθα q θερμιδες/δλον, k σταθερα αγωγιμότητας, θερμιδες/δλον \cdot cm 2 , t θερμοκρασια και A επιφανεια και x μηκος διαδρομης θερμοκρασιας), κατεστρωσαν δια την εξατμισιν τον τυπον:

$$d\omega = D_v \cdot \frac{\partial c}{\partial x} \cdot dA$$

ενθα ω τιμη ροης υδρατων (kg/sec), D_v η διαλυσις (cm 2 /sec) c η περιεκτικότης εις ατμούς (kg/cm 3) και $\frac{\partial c}{\partial x}$ η πτωσις της περιεκτικότητος (kg/cm 3 /cm).



Επί τη βδεσι των πειραμάτων κατέληξεν ούτος εις την γραφικην παράστασιν του σχήματος 94 διδομένην ανα δύο εδθείας με εξισώσεις:

$$W_A = 0,0045 \Delta c$$

$$W_A = -0,0000059 + 0,0183 \Delta c$$

ενθα εις αμερικανικας μονα-

Σχ. 94. Εξατμισεις ευαρτησει Δc, δας:

$$[W_A] \text{ lbs/(ft)}^2\text{-sec}$$

$$[\Delta c] \text{ lbs/(ft)}^3$$

Τελικως ο τυπος αυτου λαμβάνει την μορφήν

$$E \sim \Delta c \cdot \frac{T^{0,875}}{L^{0,25} \cdot \rho^{0,75}}$$

εις περιπτωσην δε υπάρξεως ανέμου, εις τον τυπον:

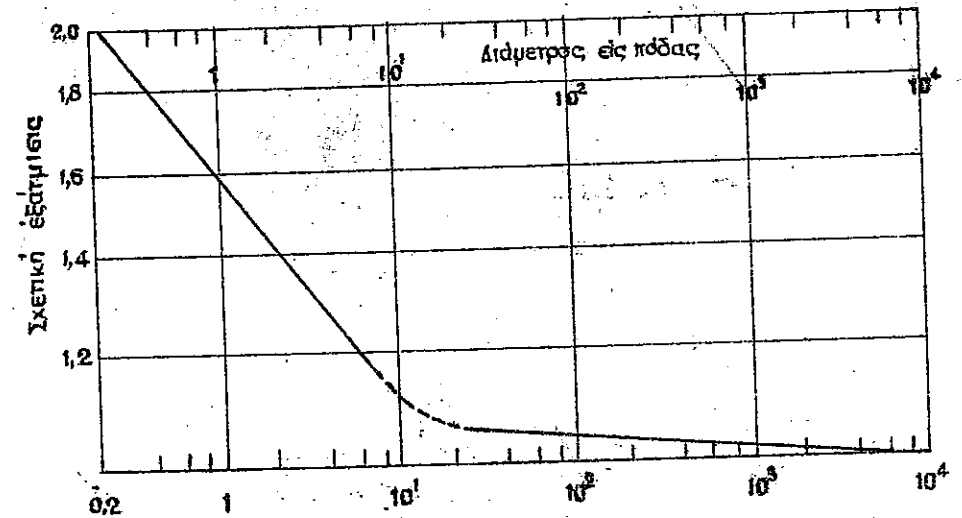
$$E \sim \Delta c \cdot \frac{T^{0,975} \cdot V^{0,75}}{L^{0,25} \cdot \rho^{0,75}}$$

οπου L διαμετρος εξατμιδομέτρου, εις πόδας

- T απόλυτος θερμοκρασια υδατος
- p βαρομετρ. πιεσις (p.s.f)
- V ταχύτης ανέμου (μίλλια ανά ωραν)
- C περιεκτικότης εις ατμούς (lbs/ft 3 /ft)

Η εξατμισεις εξαρτάται εκ των ως άνω συντελεστων, της θερμοκρασιας του αερος (υπηρερχομένης εις το c) το χρωμα του δοχείου και το υψος των χειλέων αυτου από της επιφανειας του υδατος (το τελευταιον τουτο λόγω των εκ των χειλέων εξαρτωμένων ετροβιλισμων).

Η διαμετρος του εξατμιδομέτρου επηρεάζει την τιμήν της εξατμισεως και επί σειραν επάν απετέλεσεν σημαντικην πηχόν εφαλμάτων εις την εκτίμησιν της εξατμισεως. Ο Hiccox δίδει την επιρροήν ταύτην δια του σχήματος (95).



Σχ. 95. Εξατμισεις ευαρτησει (το 1/2 των διαστάσεων) διαμέτρου του εξατμιδομέτρου.

Εκ των ανωτέρω εμφαίνεται η δυσκέρεια του θεωρητικού υπολογισμού της εξατμισεως.

Ὡς εἶναι εὐνόητον οἱ μηχανικοὶ κατέφυγον ἐξ ὑπαρχῆς εἰς ἐμπειρικὴν μέτρησιν τῆς ἐξατμίσεως καὶ τὴν ἐξαγωγήν ἐμπειρικῶν τύπων ὑπολογισμοῦ αὐτῆς.

β. Ἐμπειρικοὶ τύποι.

Κατωτέρω δίδονται τινες, ἐκ τῶν πλέον ἐν χρήσει ἐμπειρικῶν τύπων :

Τύπος Fitz Gerald (βραχύς τύπος).

$$E_h = \frac{(S - F_a)(1 + \frac{V}{2})}{60} \quad F_a = S - \frac{0,430(T_a - T_e)b}{689 - T_e}$$

- ὅπου b, βαρομετρικὴ ἐτήλη, εἰς ἴντσας Hg
- E, ἐξατμίσις ἀνά ὥραν, εἰς ἴντσας
- S, μέγιστη πίεσις ὑδρατμῶν, ἴντσας Hg, ἀντικαθίστα εἰς θερμοκρασίαν ἐξατμιζομένου ὕδατος.
- V ταχύτης ἀνέμου, μίλλια/ὥραν
- T_a, θερμοκρασία ἀέρος, ξηροῦ θερμομέτρου, °C
- T_e, " ἐξατμίσεως, ὑγροῦ θερμομέτρου, °C,
- F_a, πίεσις ἀτμοσφ. ὑδρατμῶν, ἴντσας Hg.

Τύπος τοῦ Dalton

$$E_h = 1,80 c \times S \left(\frac{1-d}{b} \right)$$

Ἐνθα E_h, b, ὡς ἀνωτέρω, d, σχετικὴ ὑγρασία, τῆς ἀτμοσφαιρας εἰς ὑδρατμούς C, ἐμπειρικὴ σταθερά, ἐξαρτωμένη ἐκ τῆς κυκλικότητος τοῦ ἀνέμου, ὡς ἀκολουθῶς

διὰ νηνεμίαν c = 0,55

δι' ἐλαφρὸν ἄνεμον c = 0,71

διὰ εφοδρὸν ἄνεμον c = 0,86

Ἡ μέγιστη πίεσις ὑδρατμῶν S, δίδεται εἰς πίνακα (βλ. πίνακα εἰς κεφ. I, § B, 5.1 περί ὑγρασίας).

Δι' ἐλαφρὸν ἄνεμον, θερμοκρασίας 50°F (10°C), b = 29,53" καὶ

d = 60% λαμβάνομεν :

$$E_h = 1,80 \times 0,71 \times 0,36 \frac{(1-0,6)}{29,53} = 0,0062 \text{ ἴντσες/ὥραν}$$

Ἐκ τοῦ τύπου τοῦ Dalton, διὰ βαρομετρικὴν πίεσιν 29,92" ἔχομεν :

| | | | | | | |
|-----------------------|------|------|------|-----|-----|-----|
| διὰ θερμ. : | 25 | 20 | 12 | 5 | 2,5 | -2 |
| ἐπιπέδον ἐξατμίσεων : | 2660 | 1965 | 1180 | 738 | 630 | 452 |

Τύπος τοῦ Meyer

$$E_m = 15 S (1-d) \left(1 + \frac{V}{10} \right)$$

Ἐνθα E ἴντσες ἀνά μῆνα

S, d, V ὡς ἀνωτέρω

Τύπος τοῦ Vermeule

Ὁ Vermeule, δίδει τὴν μέσνη μηνιαίαν ἐξατμίσειν, εἰς ἴντσας, συναρτήσει τοῦ μηνιαίου ὕψους βροχῆς r (ἴντσες) καὶ τῆς μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας t εἰς βαθμοὺς °F, διὰ τῆς συναρτήσεως

f = (0,05 t - 1,48) ὡς ἀκολουθῶς :

| | | | |
|--------|-----------------------|--------|-----------------------|
| Ἰαν. | e = f (0,27 + 0,10 r) | Ἰουλ. | e = f (3,0 + 0,30 r) |
| Φεβρ. | e = f (0,30 + 0,10 r) | Αὐγ. | e = f (2,65 + 0,25 r) |
| Μαρτ. | e = f (0,48 + 0,10 r) | Σεπτ. | e = f (1,63 + 0,20 r) |
| Ἀπρίλ. | e = f (0,87 + 0,10 r) | Ὀκτ. | e = f (0,88 + 0,12 r) |
| Μαῖος | e = f (1,87 + 0,10 r) | Νοέμβ. | e = f (0,66 + 0,10 r) |
| Ἰούν. | e = f (2,50 + 0,25 r) | Δεκ. | e = f (0,42 + 0,20 r) |

Δίδει δὲ οὗτος ὁμοίως τὴν ἐτησίαν ἐξατμίσειν διὰ τοῦ τύπου :

$$E = (0,05 T - 1,48) (15,50 + 0,16 R)$$

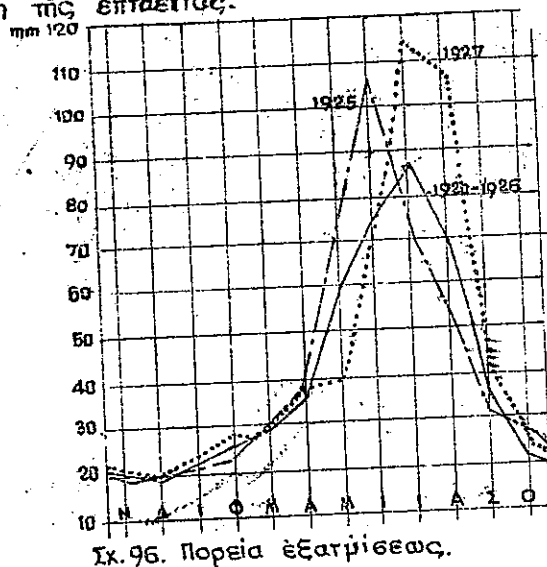
Ἐνθα T, R μέσαι ἐπίσκι τιμαὶ θερμοκρασίας (F), βροχῆς (ἴντσες).

γ. Παρατηρούμενα μεγέθη.

Ἡ ἐξατμίσις εἰς μηνιαῖα ὕψη (χιλιοστά) παρίσταται αὐτῶς

γραφικῶς καὶ συναρτήσει τῆς ἀντιστοίχου μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας.

Εἰς τὸ ἐκῆμα 96 δίδεται ἡ μέση ἑξαμηνιαία ἐπταετῶν παρατηρήσεων εἰς Χαππενερgrund, ὡς καὶ ἡ μέγιστη καὶ ἐλάχιστη καμπύλη τῆς ἐπταετίας.



Σκ. 96. Πορεία ἑξαμηνιαίας.

Ἡ ὀλικὴ ἑπταετία ἑξαμηνιαία κυμαίνεται ἀναλόγως τοῦ κλίματος.

Διὰ τὴν κεντρικὴν Εὐρώπην ὑπολογίζεται συνήθως εἰς 1000 χιλιοστὰ ἑξαμηνιαία 74% τὸ θερινόν καὶ 26% τὸ χειμερινόν ἑξαμηνιαία.

Εἰς τὴν Ἑλβετίαν δι' ὕψη κάτω τῶν 1000 μ. ἡ ἑξαμηνιαία ὑπολογίζεται εἰς

900 κιλ. (67% θερινόν - 33% χειμερινόν ἑξαμηνιαία), δι' ὕψη δὲ ἄνω τῶν 2000 μ. ἡ ἑξαμηνιαία ὑπολογίζεται εἰς 500 κιλ. (80% + 20%).

Εἰς τὴν Ἑλλάδα, αἱ πραγματικαὶ παρατηρηθεῖσαι τιμαὶ εἰς τὴν λίμνην Μαραθῶνας, παρουσίασαν μέσον ὄρον 1027,20 διὰ τὰ ἔτη 1933 - 1934.

Εἰς τὰς Ἀθήνας αἱ τιμαὶ, εἰς ἑξαμηνιαίομετρον, ἦσαν πολὺ μεγαλύτεραι καὶ δὴ συμφώνως πρὸς τὸν ἀκόλουθον πίνακα.

| | | | | | | | | |
|--------|------|--------|-----|--------|----|--------|-----|--------|
| Ἀθῆναι | 1909 | 1617,8 | '14 | 1468,5 | 19 | 1439,8 | '24 | 1302,0 |
| | 10 | 1450,3 | '15 | 1532,5 | 20 | 1372,3 | '25 | 1455,7 |
| | 11 | 1466,1 | '16 | 1570,1 | 21 | 1422,4 | '26 | 1478,3 |
| | 12 | 1482,9 | '17 | 1680,3 | 22 | 1585,4 | | |
| | 13 | 1454,8 | '18 | 1499,4 | 23 | 1569,6 | | |

Αἱ μέγιστα καὶ ἐλάχιστα μηνιαία τιμαὶ εἶχον ὡς ἀκολού-

θως :

| | Μέγισται | Ελάχισται |
|------|----------------|--------------------------|
| 1909 | Ἰούνιος 309,3 | Φεβρουάριος 46,4 |
| 1910 | Ἰούλιος 246,6 | " 43,2 |
| 1911 | " 215,2 | Δεκέμβριος 57,9 |
| 1912 | " 228,8 | Ἰαν. Φεβρ. 55,3 |
| 1913 | " 218,6 | Φεβρουάριος 45,8 |
| 1914 | Αύγουστ. 216,1 | Ἰανουάρ-Δεκέμ. 58,3 |
| 1915 | Ἰούλιος 223,5 | Δεκέμβρ. 59,8 |
| 1916 | " 267,8 | " 61,3 |
| 1917 | Αύγουστ. 262,1 | " 50,0 |
| 1918 | Ἰούλιος 223,7 | " 54,3 |
| 1919 | " 231,5 | Ἰανουάρ. 48,3 |
| 1920 | " 239,8 | Δεκέμβριος 49,9 |
| 1921 | " 251,9 | Φεβρ. 49,0, Δεκεμβ. 50,3 |
| 1922 | Αύγουστ. 253,4 | Δεκέμβρ. 50,4 |

Εἰς τὸν ἀκόλουθον πίνακα δίδονται αἱ τιμαὶ ἑξαμηνιαίας εἰς λίμνην Μαραθῶνας :

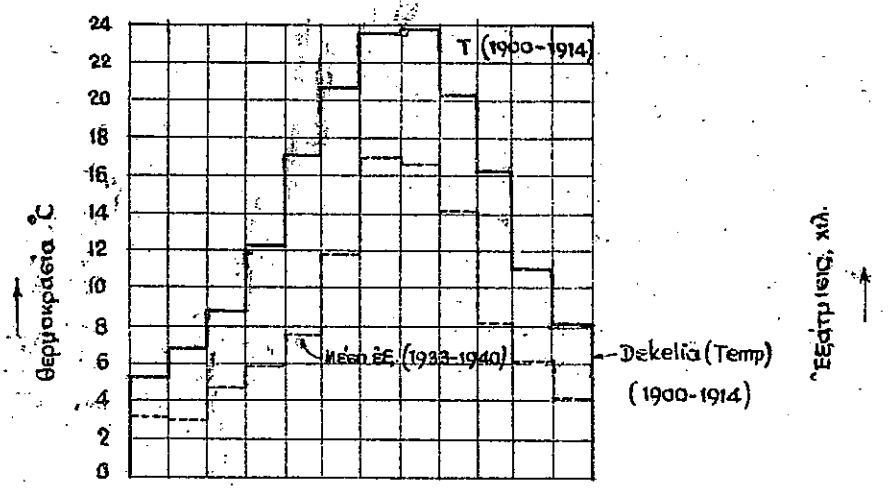
Εἰς τὸ ἐκῆμα 96α δίδονται αἱ μέσαι μηνιαία τιμαὶ θερμοκρασίας εἰς Δεκέλειαν (1900 - 1914) καὶ αἱ μέσαι μηνιαία τιμαὶ ἑξαμηνιαίας εἰς Μαραθῶνας.

Εἰδικῶς διὰ τὰς χιόνας, ἐνδιαφέρει πλὴν τῆς ἑξαμηνιαίας καὶ ἡ τῆξις αὐτῶν.

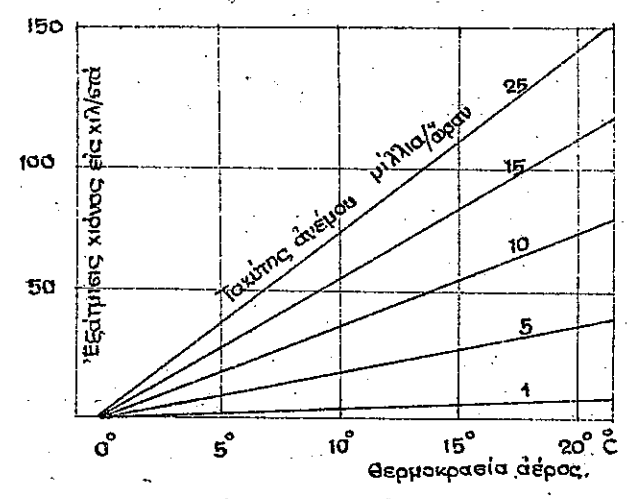
Ἡ τῆξις χιόνος ἐκτιμᾶται εἰς ἰσοδύναμον ὕψος ὕδατος, μεταβάλλεται δὲ καὶ αὕτη μετὰ τῆς θερμοκρασίας καὶ τοῦ πνέοντος ἀνέμου, ὡς ἐμφαίνεται εἰς τὸ ἐκῆμα (97) καὶ διδομένου ὑπὸ τοῦ Wilson. Περαιτέρω ἐρευνᾶται ἡ τῆξις χιόνος, συναρτήσει τῆς εχρηστικῆς ὑγρασίας τῆς πιπτούσης βροχῆς, τῆς ἠλιοφαιάς καὶ δίδονται ἀνάλογα διαγράμματα.

Πραγματική εξατμίσις ύδατος εἰς λίμνην Μαραθῶνας κατά τὰ ἔτη 1933-1940.

| | 1933 | 1934 | 1935 | 1936 | 1937 | 1938 | 1939 | 1940 | 1941 | 1933-1940 |
|-----------------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-----------|
| Ἰανουάριος..... | 42.5 | 38.1 | 48.9 | 24.1 | 27.1 | 32.8 | 30.2 | 23.2 | 32.6 | 33.4 |
| Φεβρουάριος... | 30.8 | 26.5 | 50.9 | 31.1 | 26.6 | 23.0 | 25.6 | 25.6 | 33.5 | 30.0 |
| Μάρτιος..... | 50.9 | 33.5 | 51.0 | 66.1 | 63.5 | 45.5 | 43.8 | 43.2 | 47.7 | 49.7 |
| Ἀπρίλιος..... | 56.7 | 70.5 | 58.0 | 63.1 | 70.6 | 50.0 | 60.9 | 46.9 | 57.0 | 59.6 |
| Μαῖος..... | 70.7 | 78.4 | 57.3 | 83.7 | 97.6 | 78.7 | 76.5 | 55.5 | 75.4 | 74.8 |
| Ἰούνιος..... | 111.4 | 97.2 | 164.5 | 123.4 | 158.6 | 126.5 | 91.5 | 95.3 | 115.3 | 118.55 |
| Ἰούλιος..... | 163.7 | 151.5 | 155.0 | 190.1 | 188.2 | 187.9 | 168.6 | 145.5 | | 168.81 |
| Αὐγουστος..... | 171.4 | 169.5 | 170.3 | 201.7 | 171.4 | 157.1 | 146.5 | 136.9 | | 166.60 |
| Σεπτέμβριος.... | 134.3 | 143.4 | 152.6 | 147.8 | 136.9 | 155.8 | 131.9 | 129.0 | | 141.50 |
| Ὀκτώβριος..... | 61.1 | 83.8 | 98.1 | 65.1 | 83.0 | 78.0 | 97.3 | 82.2 | | 81.08 |
| Νοέμβριος..... | 63.8 | 56.2 | 68.9 | 63.5 | 48.7 | 71.8 | 51.9 | 56.0 | | 60.73 |
| Δεκέμβριος..... | 37.3 | 39.0 | 48.5 | 47.3 | 46.7 | 42.6 | 37.8 | 32.9 | | 41.50 |
| Σύνολον | 999.6 | 987.6 | 1124.0 | 1107.0 | 1118.9 | 1049.7 | 962.5 | 872.2 | | 1027.70 |

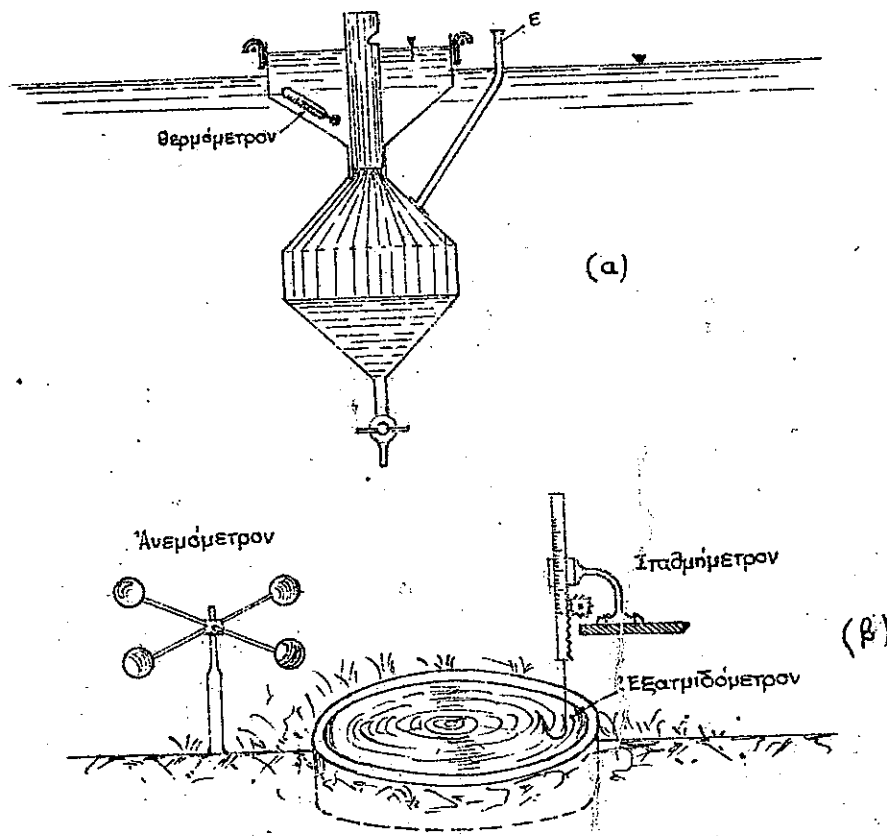


Ι Ο Μ Α Μ Ι Ι Α Σ Ο Ν Α
 Σχ. 96α. Μέσαι μηνιαῖαι θερμοκρασίαι εἰς Δεκελίαν (1900-1914)
 Εξατμίσις εἰς Μαραθῶνα (1933-1940)



Σχ. 97. Εξατμίσις χιλῶν.

Ἡ μέτρησις τῆς εξατμίσεως γίνεται διὰ τῶν εξατμιδομέτρων. Ταῦτα συνήθως ἀποτελοῦνται ἀπὸ ἀβαθῆ δοχεῖα πληροῦμενα ὕδατος, οὔτινος ἢ εὐλατῶν εἰς καθ' ὕψος παρακολουθεῖται συνεχῶς διὰ σταθμημέτρων ἀκριβοῦς. Παρὰ τὸ εξατμιδομέτρον τοποθετεῖται θερμόμετρον αἵρος καὶ ὕδατος καὶ ἀνεμόμετρον. Συνιστᾶται ἡ ἐπιθετικὴ τοῦ ὄργανου νὰ γίνηται εἰς ἀτμόσφαιραν εὐναφῆ με' ἐκείνην τῆς φυσικῆς καταστάσεως οἷ ἢν ζητεῖται ἡ τιμὴ τῆς εξατμίσεως.



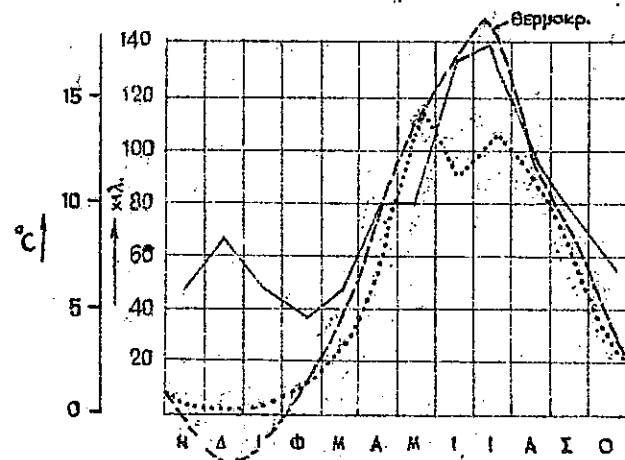
Σχ. 98. Έξατμιδόμετρα επί υγρᾶς ἐπιφανείας (α) καὶ ἐπὶ τοῦ ἐδάφους (β).

4. Έξάτμισις τοῦ ἐδάφους.

Ἡ ἐξάτμισις τοῦ ἐδάφους ἀποτελεῖ μίαν τῶν σοβαρωτέρων ἀπωλειῶν τοῦ πῆπτοντος ὕδατος τῆς βροχῆς, ὑπερβαίνουσα πλείστας ἐποχὰς τοῦ ἔτους αὐτὴν ταύτην τὴν βροχὴν καὶ προφοδοτουμένη ἐν τοιαύτῃ περιπτώσει ἀπὸ τὴν ἐν τῷ ἐδάφει ἀποθηκευομένην ποσότητα ὕδατος ἢ ὑγρασίαν. Τοιοῦτοτρόπως ἐμφανίζεται τὸ γνωστὸν φαινόμενον ὅτι βροχαὶ πίπτουσαι ἐπὶ λεκάνης ἀπορροῆς ρεύματος κατόπιν περῶ- δου ἀνομβρίας δὲν ἀποδίδουν ἀπορροήν τινα τοῦ ρεύματος.

Εἰς τὸ Σχῆμα 98 δίδεται ἡ πορεία τῆς βροχῆς, τῆς ἐξατμί-

σεως τοῦ ἐδάφους καὶ τῆς θερμοκρασίας τοῦ ἀέρος εἰς σταθμὸν τοῦ Μονάχου, ἔνθα δεῖκνυται ἂν τὸ ὕψος ἐξατμίσεως κατὰ τοὺς μή- νας Μαΐου ἦτο μεγαλύτερον ἀπὸ τὸ ἀντίστοιχον ὕψος βροχῆς. Ὡς ἐμ-



Σχ. 99. Θερμοκρασία / βροχὴ καὶ ἐξάτμισις ἐδάφους.

φαίνεται ὅς καὶ ἐκ τοῦ ἐκπλήματος ἢ διανομῆ τῆς βροχῆς ἐκεῖ εἶναι ἡπειρωτικὸῦ τύπου, ἥ- τοι ἔχει τὰ μέγιστα αὐ- τῆς κατὰ τοὺς θερινὰς μῆνας.

Ἡ ἐξάτμισις τοῦ ὕ-δατος τοῦ ἐδάφους ἐ-ξαρτᾶται κατ' ἀρχὴν ἀπὸ τοὺς αὐτοὺς παράγοντας τῆς τοῦ ὕδατος, ἥτοι

ἀτμ. πίεσιν, ὑγρασίαν, θερμοκρασίαν καὶ ἀνέμους. Ἐπὶ πλέον ὅμως διὰ ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν κάλυψιν τοῦ ἐδάφους ἐκ κλωρίδος ἢ ξηρᾶς φυτείας, ἀπὸ τὴν ἐπίσπιν τῶν ὑπογείων ὑδάτων ὡς ἐπίσης καὶ ἐκ τῆς ευστάσεως αὐτοῦ τοῦτοῦ τοῦ ἐδάφους. Τέλος ἐξαρτᾶται καὶ ἐκ τοῦ χρώματος τοῦ ἐδάφους (ἔμμεσος ἐπίρροή τῆς θερμοκρα- σίας).

Οὕτω εἰς γυμνά ἐδάφη ἢ ἐξάτμισις ἀνέρχεται κατὰ μέ-σον ὄρον ἐτησίως εἰς 50% περίπου τῆς βροχῆς, κυμαινομένη ἀναλό-γως τῆς ευστάσεως τοῦ ἐδάφους ἥτοι:

εἰς ἀμμόδη ἐδάφη 33,6% εἰς ἀργιλλώδη ἐδάφη 51%

Ἡ αὐξήσις ἐξατμίσεως εἰς λεπτοκοκκα ἐδάφη ὀφείλεται εἰς τὸ γεγονός ὅτι ταῦτα εὐχक्रατοῦν περισσότερον ὕδωρ εἰς τὴν ἐπιφάνειαν (πλέον ἀδιαπέρατα) ἐκὼ ἐκ παραλλήλου παρουσιάζουσιν μεγαλύτεραν ἐ-πιφάνειαν ἐξατμίσεως. (Διὰ τὸν αὐτὸν ὄγκον ἢ ἐπιφάνειαν προβολῆς, πα-ρουσιάζουσιν λόγῳ μεγαλύτερου πλήθους κόκκων μεγαλύτερον εὐνο-

λου επιφανειών των καθ' έκαστον κόκκων).

Είς τὰ δάση ἡ ἐξατμίσις τοῦ ἐδάφους εἶναι πολὺ μικροτέρα. Κατὰ τὸν Meyer ἡ ἐξατμίσις εἶχεν ὡς ἑξῆς :

| | Μέξηροτάτητα | Ἄνευ τάπητος |
|------------------|--------------|--------------|
| εἰς θαμνώδη δάση | 6% | 15% |
| εἰς δάση πεύκων | 15% | 24% |
| " " ἐλάτης | 8% | 19.5% |

Οὕτω, ἡ ἐξατμίσις τοῦ ἐδάφους εἶναι πολὺ μεγαλυτέρα (2-2½ φορὰς) εἰς κατὰ τὸν Meyer, ἀναπεπταμένα ἐδάφη ἢ εἰς τὰ δάση, συμφώνως πρὸς τὰς ὑπ' αὐτῶν διδομένας, ἀκολουθοῦσας, ἐξ εὐρετικὰς τιμὰς :

| | |
|------------------------|----------------------------|
| Γυμνὸν ἐδαφος.....1,00 | |
| Δημητριακά.....0,80 | δρατὰ δάση.....0,60 |
| Λειμῶνες.....0,70 | πυκνά δάση.....0,20 - 0,40 |

Ὁμοίως εἰς Γενεύην (Νέα Ὑόρκη) παρατηρήθησαν αἱ ἀκόλουθοι τιμαὶ (πενταετείς παρατηρήσεις) :

διὰ βροχῆν : 600 κιλ.

Ἐξατμίσις γυμνοῦ ἐδάφους 425 κιλ.

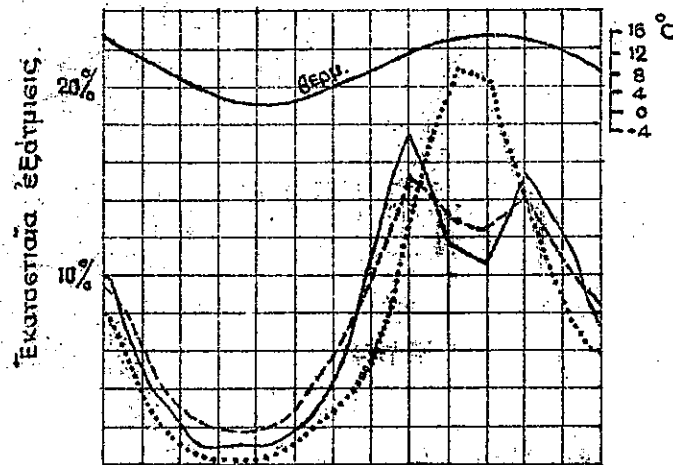
καλλιερχομ. " 385 "

Ἐξ ἄλλου εἰς Rothamstead (Ἀγγλία) αἱ μέσαι καὶ ἀκραῖαι τιμαὶ ἐπὶ 15 ἐτίων εἶχον ὡς ἑξῆς :

| | Μέση | Μεγίστη | Ἐλακίστη |
|---------------------------------------|----------|---------|----------|
| Βροχὴ : κιλ..... | 650 κιλ. | 940 | 400 |
| Ἐξατμίσις : κιλ., φυσικὰ κέρματα..... | 460 | 620 | 310 |
| ἀμμόδη ἐδαφ. | 198 | 230 | 45 |
| ὑδατίνη ἐπιφάνεια..... | 525 | 680 | 440 |

Εἰς τὸ ἐκῆμα 100 ἐμφαίνεται ἡ μηνιαία πορεία τῆς ἐξατμίσεως

εἰς Eberswalde (Γερμανίας) μετὰ κάλυψιν ἀπὸ λειμῶνας, μετὰ ὑψηλὴν καὶ χαμηλὴν στάθμην τῶν ὑπογείων ὑδάτων, ὡς καὶ εἰς περιπτώσειν ἐδάφω ἀνευ ὑπογείων ὑδάτων κεκαλυμμένων διὰ κέδρου (Friedrich).



..... λειμῶνες μετὰ ὑψηλὴν στάθμην γ.γ.
 ————— " χωρὶς στάθμην γ.γ.
 - - - - - κάλυψις διὰ κέδρου.

Σχ.100. Μηνιαία ἐκκατοσέαια ἀναλογία ἐξατμίσεως ἐδάφους.

Σύγκρισιν τῆς ἐξατμίσεως τοῦ ἐδάφους πρὸς ἐξατμίσειν ἐλευθέρως ὑδατίνης ἐπιφανείας δίδει ὁ ἀκόλουθος πίναξ ἀποτελεσμάτων εἰς Herminston (Ore).

| | Ἐδαφος | Ὑδωρ |
|-----------|--------------|--------------------|
| 1916..... | 308 κιλ..... | 980 (Μαρτ.-Νοεμβ.) |
| 1917..... | 500 "..... | 1000 (Ἀπρ.-Ὀκτ.) |
| 1918..... | 550 "..... | 1040 (Μαρ.-Ὀκτ.) |
| 1919..... | 600 "..... | 1090 (" ") |

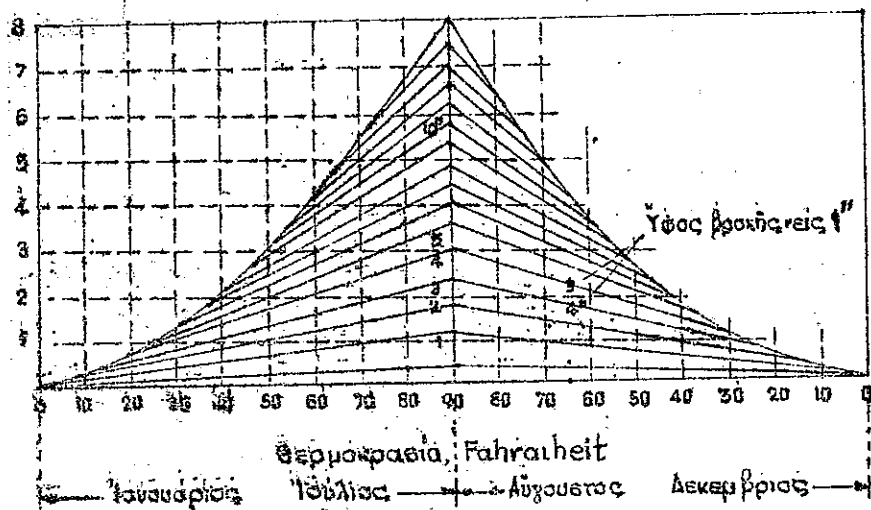
Ἡ ἐπιρροή τῆς στάθμης τῶν ὑπογείων ὑδάτων (βλ καὶ Σχ.100) ἐρευνήθεισα ὑπὸ τοῦ King, εἰς ἀμμόδη ἐδαφ., ἔδωκεν :

Διά ύψος του τρικοειδούς θυσάνου: 30 εκ: εδάμ. 2,8 κιλ/ήμ.
 45 " " " 2,0 "
 60 " " " 0,88 "

Η ελαφκή έπιρροή της εξατμίσεως του εδάφους υπό του κρσφμα-
 τος, έπηρεάζοντας την άπώρευση της θερμοκρασίας, δίδεται ως
 άκολουθως:

Λευκά κίτωνα Καστανά Φαία Μαύρα Έδαση
 1,0 1,97 1,19 1,25 1,32 Σχέση εδάμεις

Ο Meyer δίδει διάγραμμα (βλ. εκ. 101) διά του οποίου καθορι-
 ζεται, κατά προσέγγισιν, η μηνιαία εξατμίσις του εδάφους συναρτή-
 σει της μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας και της κατά τον μήνα πε-
 ρσούσης βροχής.



Σκ. 101. Κατά προσέγγισιν εκτιμήσις εξατμίσεως
 εδάφους (Meyer).

Κατωτέρω δίδεται πίναξ τιμών διά την εξατμίσις και διεξόδου
 της βροχής εις άμμοδη έδαση ως ταύτα προσέκυψαν εκ πει-
 ραμάτων γενομένων εις Umatilla (Oregon) διά υψιμέτρων
 (βλ. κατωτέρω).

Συγκρίσις εξατμίσεως εδάφους και διεξόδσεως.

Umatilla Field Station, Hermiston Ore.

(Άμμοδες έδαφος. Lysimeter (1,10 x 1,80)).

| Μην | Μέση Μηνιαία βροχή 1870-1890 | ΕΞΑΤΜΙΣΙΣ | | | Διεξόδσεις εις βάθος 1,50μ. | | |
|--------|---------------------------------------|--------------------|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------|--------------------------|
| | | Μέση εις ίντσες | % του όλικου έτησιου | % της μηνιαίας βροχής | Μέση εις ίντσες | % του όλικου έτησιου | % μηνιαίας βροχής. |
| Ιαν. | 2.51 | 0.45 | 2.7 | 17.9 | 2.06 | 15.2 | 82.1 |
| Φεβρ. | 2.04 | 0.60 | 3.6 | 29.4 | 1.44 | 10.4 | 73.6 |
| Μάρτ. | 1.74 | 0.88 | 5.3 | 50.6 | 0.86 | 6.3 | 49.4 |
| Άπριλ. | 2.21 | 1.58 | 9.2 | 69.2 | 0.88 | 5.0 | 30.8 |
| Μάιος | 2.28 | 1.69 | 10.1 | 74.2 | 0.59 | 4.3 | 25.8 |
| Ιούν. | 2.52 | 1.92 | 11.5 | 76.2 | 0.60 | 4.4 | 23.8 |
| Ιουλ. | 3.08 | 2.28 | 13.6 | 74.6 | 0.77 | 5.7 | 25.4 |
| Αύγουσ | 2.45 | 1.95 | 11.6 | 79.6 | 0.50 | 3.7 | 20.4 |
| Σεπτ. | 2.86 | 2.11 | 12.6 | 73.8 | 0.75 | 5.5 | 26.2 |
| Όκτ. | 3.20 | 1.70 | 10.2 | 53.1 | 1.50 | 11.1 | 46.9 |
| Νοέμ. | 3.03 | 0.98 | 5.9 | 32.3 | 2.05 | 15.1 | 67.7 |
| Δεκεμ. | 2.42 | 0.61 | 3.7 | 25.2 | 1.81 | 13.3 | 74.8 |
| Έτος | 30.29 | 16.68 | 100.00 | 55.1 | 13.61 | 100.0 | 44.9 |

Εις καλλιεργούμενα έδαφη η εξατμίσις του εδάφους και
 η διαπνοή των φυτών, ως ελέχθη ήδη, μετρούνται άδρυστικώς διά
 της άρδευτικής κατασλώσεως (ή άφελίμου ύδατοπαροχής, ως ά-
 νατέρω ελέχθη). Ο ύπολογισμός αυτής εγένετο εις πλείετας άρδευο-
 μένας εκτάσεις και χρησιμοποιείται πλήθος πρακτικων αριθμών προς

υπολογισμών αυτών.

Εκ τής πείρας και των παρατηρήσεων προέκυψεν ευν τῆ χρόνῳ ὅτι ἡ ἔπεια ἀρδευτική κατανάλωσις, δι' ἕκαστον φυτὸν, εἶναι ἀνλόγος τοῦ εἴδους τοῦ φυτοῦ καὶ τῆς διακυμάνσεως τῆς θερμοκρασίας κατὰ τὴν αὐτὴν περίοδον.

Οὗτω ἐξέσθη κατ' ἀρχὴν ὁ τύπος τοῦ Hédke ὅπου ἡ ἡμερησία ἀφέλιμος ὑδατοπαροχὴ εἰς ἴντες δίδεται ὑπὸ τοῦ τύπου.

$$U_c = 0,0004 \cdot H$$

ἔνθα H τὸ γινόμενον ἡμερῶν-βαθμῶν θερμοκρασίας τῆς ἀναπτύξεως τοῦ φυτοῦ.

Ὡς θερμοκρασία ἑκάστης ἡμέρας λαμβάνεται τὸ μέγιστον τῆς ἡμέρας, ἐξ οὗ ἀφαιρεῖται ἡ ἐλάχιστη θερμοκρασία δι' ἣν δύναται ν' ἀναπτυχθῇ τὸ φυτὸν. (Οἱ βαθμοὶ εἰς Fahrenheit).

Περαιτέρω οἱ Johnson καὶ Lowry ἔδωσαν τὸν τύπον:

$$U_c = 0,00015 H + 0,9$$

Ἐνθα τὸ γινόμενον H υπολογίζεται εἰς βαθμοῦς θερμοκρασίας ($U = 0,019 Q + 290$ (χιλιοστά u, ἐπιπέως Q εἰς °C)) προκύπτουσα δι' ἀφαιρέσεως ἐκ τῆς μεγίστης θερμοκρασίας (°F) τῆς θερμοκρασίας παγετοῦ ($F = 32^\circ$ ἢτοι °C = 32°). Τέλος οἱ Blaney καὶ Criddle δίδουν ἀνάλογον τύπον

$$U = K \cdot f$$

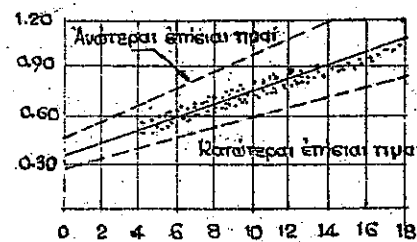
ἔνθα $f = \frac{t \cdot x \cdot p}{100}$ ὅπου t μέση μηνιαία θερμοκρασία τοῦ μηνός, x καὶ p ποσοτὸν αἰθῶν θεωρητικῆς ἡλιοφάνειας (ἀσκέτως νεφώσεως) ἑκάστου μηνός, ἐν ἐκείσιν πρὸς τὴν ὀλικὴν θεωρητικὴν ἡλιοφάνειαν τοῦ ἔτους.

Ὁ ἀνωτέρω τύπος τῶν Blaney and Criddle εἰς δεκαδικὰς μονάδας καὶ βαθμοῦς °C δίδεται ὡς ἑξῆς:

$$Q = K \cdot \frac{32 + 1,8 t}{39,4} p$$

ἔνθα Q εἰς ἑκατοστά, t εἰς °C, p τοῖς ἑκατόν (Raλλίνσκηs).

Εἰς τὸ σχῆμα 102 δίδεται τὸ διάγραμμα τοῦ τύπου Lowry



→ χιλιάδες βαθμοί-ἡμέραι

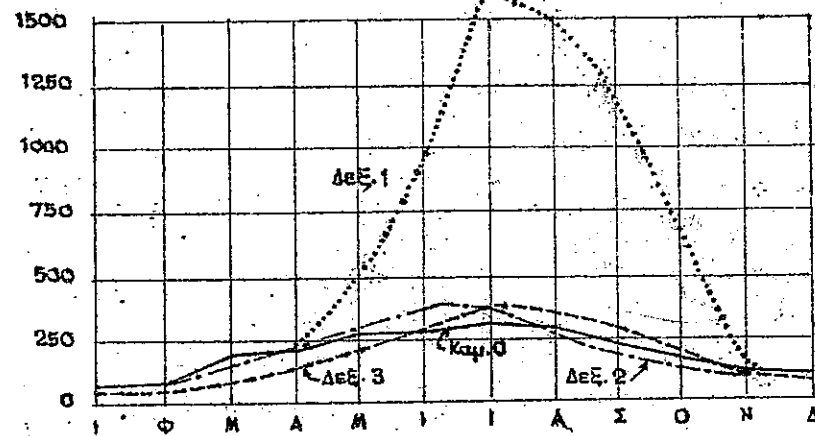
Σχ. 102

and Johnson εἰς ἑκατοστά ὑδατος δι' ἀρδευτικὴν περίοδον καὶ χιλιάδας βαθμῶν-ἡμερῶν (ἔνθα διὰ τὴν θερμοκρασίαν λαμβάνεται τὸ μέγιστον ἡμερησίον εἰς °F, ἐξ οὗ ἀφαιρεῖται τὸ εἰς μείον παγετοῦ $F = 32^\circ$).

Διὰ τοῦ ἀνωτέρου τύπου

δυνάμεθα ὅθεν νὰ προσδιορίσω

μεν τὸ ἄθροισμα τῶν ἀπωλειῶν ἐξατμίσεως καὶ διαπνοῆς τοῦλάχιστου κατὰ τὸν χρόνον τῆς καλλιερχείας. Ὁ Blaney, πειραματιζόμενος εἰς ἀγρούς τῆς Καλιφορνίας, ἐντὸς εἰδικῶν δεξαμενῶν (βλ. κατωτέρω σχῆμα 103) δίδει τὸ ἀκόλουθον διάγραμμα μηνιαίας μεταβολῆς τοῦ ὕψους ἀπωλειῶν (ἐξατμίσεως, διαπνοῆ καὶ ὁμῆ ἰσθῶν τῶν φυτῶν), εἰς σχῆμα 103. Ἐξ αὐτοῦ ἐμφαίνεται ὅτι εἰς δύο πειράματα γινόμενα ἐντὸς δεξαμενῶν (δεξαμ. 2 καὶ 3) αἰτίνας ἐποποθετήθησαν ἐντὸς τοῦ ὑπὸ ἐξετάσειν ἐδάφους καὶ ὑπὸ εὐνα-



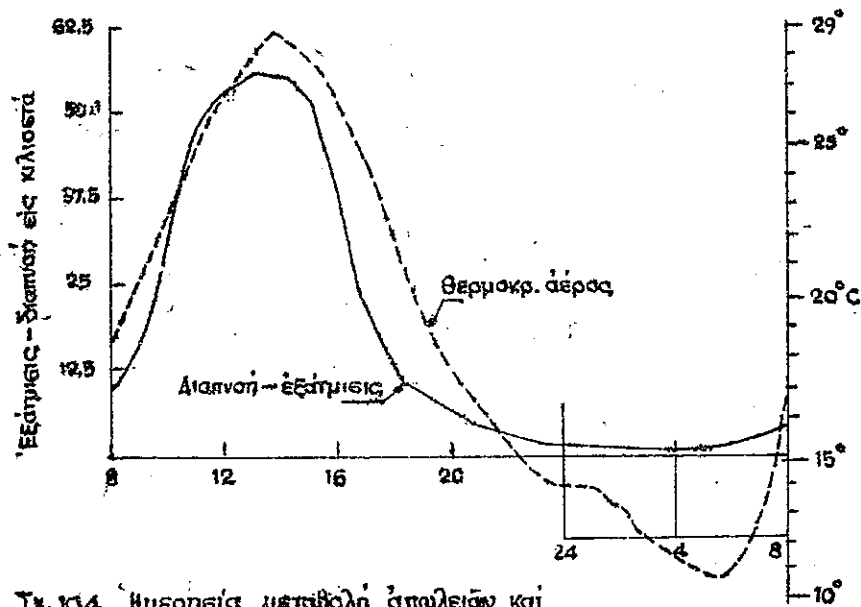
Σχ. 103. Ἀπώλειαι εἰς δεξαμενάς καὶ ἐξατμίσεις.

ἐξατμίσεις : Καμπύλη 0.

ἀπώλειαι : Δεξαμενὴ 1, ΔεΞ. 2, ΔεΞ. 3.

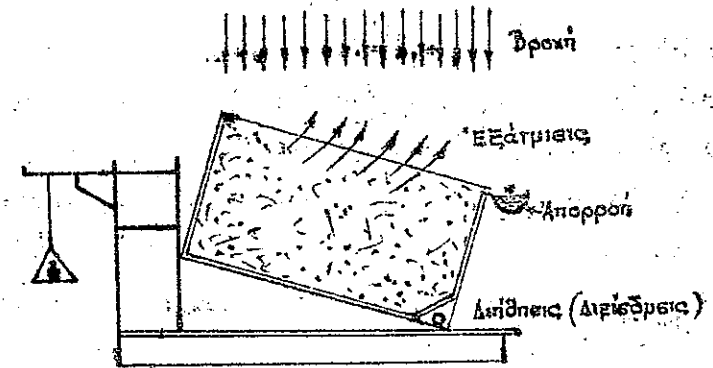
φείς, ευδηκας ή μηνιαία μεταβολή των απωλειών ελάχιστα διαφέρουν κατά μέγεθος και αναλογίαν από την του γειτονικού εξαμιδομέτρου (βλ. καμπύλη ο). Αντιθέτως πειράματα εις δεξαμενήν 1 ήτοι έκειτο εις ειδαφρον περιβαλλον και δη ηηρον και προσήνεμον, αι απώλειαι ήσαν πολλαπλασιασαι και διή από Μαΐου μέχρι και Οκτωβρίου. Έξ αυτου αποδεικνύεται πσών προσεκτικα δέον να γίνονται τα σχετικα πειράματα.

Εις τό εκ. 104 διδεται έξ άλλου η ημερησία μεταβολή των απωλειών, και πς θερμοκρασίας, ών η συχέτις είναι έμφανής.



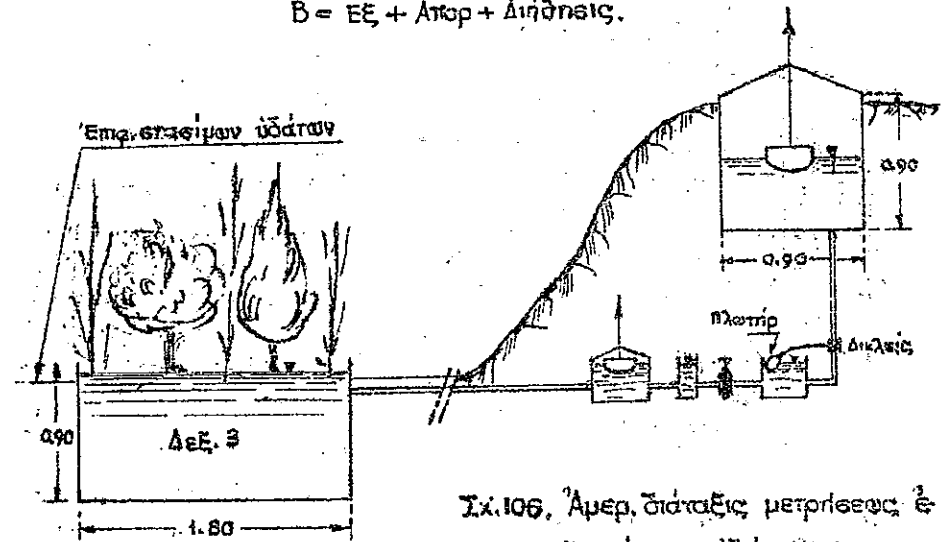
Σκ. 104. Ημερησία μεταβολή απωλειών και θερμοκρασίας (Αύγουστος 1931).

Η μέτρηση πς εξαμίσεως του έδαφους μετά η άνευ φυτσίας, γίνεται διά των λυσιμέτρων. Εις τό εκημο (105) έμφαινεται μι� τοιαύτη συσκευή προσαρτημένη επί ζυγού μέ διαφόρους κλίσεις, και διακεαμένη διά τεκνητής ή φυσικής βροχής.



Σκ. 105. Βαυαρική συσκευή εξαμίσεως έδαφους.

$$B = E\epsilon + A_{\text{απορ}} + \Delta_{\text{διήθησις}}$$



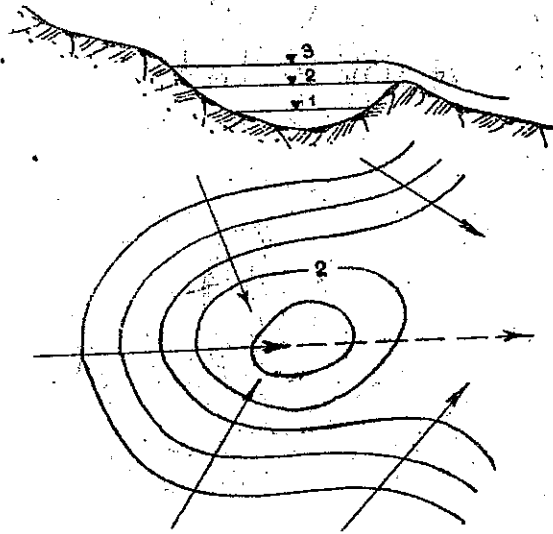
Σκ. 106. Άμερ. διάταξις μετρήσεως έ εξαμίσεως έδαφους.

5. Παρακράτησις του έδαφους.

Κοιλότητες, και άνωμαλίες του έδαφους παραλαμβάνουν είτε απ' ευθείας μέρος, ή και άλλην την επί αυτών πίπτουσαν βροχήν, είτε την άπορροήν μικράς εις αυτές αναλογούσης λεκάνης άπορροής, μειώνουσαι τωσυτόρπως την άπορροήν του τελικού υποδοχείου. Ούτω δημιουργούνται αι απώλειαι παρακρατήσεως του έδαφους. Τό παρακράτούμενον τούτο ύδωρ ή διηθείται εντός του έδαφους ή εξατμίζεται και είναι έπομένως ή πωρότης αυτου συνάρτησις των δυο τούτων

φαινόμενον:

Προκειμένων βροχών μεγάλης έντάσεως και μεγάλου ύψους, αι κοιλότητες πληροϋνται συνεχιζομένης τής βροχής πέραν τής σταδμης αυτών (σταδμη 2 εκήματος 107) οπότε παύουσαι παρακρατούσαι περαιτέρω ύψος βροχής συνεισφέρουν εις τήν γενικήν απορροήν μετά τήν επί μέρους παρακράτησιν.



Σχ. 107. Παρακράτησις κοιλότητος έδαφους.

Αι κοιλότητες αυται δύνανται να έχουν εις έκτάσεις κομαιομένης από μερικά εκατοστά του μέτρου μέχρι πιδάλων χιλιομέτρων (λίμναι, κλεισται θάλασσα κ.λ.π).

Γενικώς η ικανότης προς αποθήκευσιν των συνήθων κοιλωμάτων έντός μιας λεκάνης είναι αντίστροφως ανάλογος τής γενικής κλίσεως των κλιτύων τής απορροεύσεως έπιφανείας.

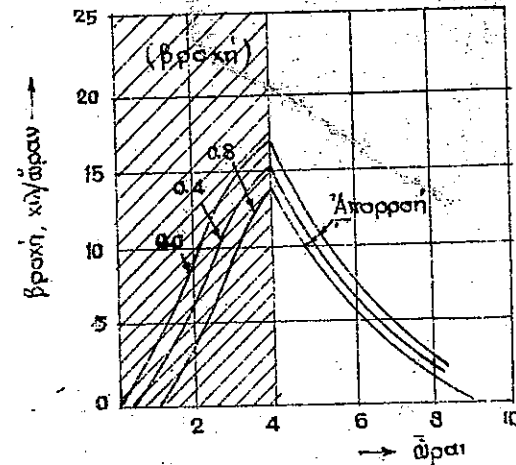
Ο υπό τής λεκάνης αποθηκείσεως, όγκου Ω, παρακρατούμενος όγκος απορροής V, δια καθαρόν ύψος βροχής h_0 (μετά τήν άφαιρέσιν των προγενεστέρων απολειών) δίδεται υπό του τύπου:

$$V = \Omega (1 - e^{-kh_0})$$

ένθα κ σταθερά. Έάν τό πρώτον τμήμα του καθαρού ύψους βροχής h_0 , πληροί τήν κοιλότητα όγκου Ω, τότε $\frac{dV}{dh_0}$ τείνει προς τήν μονάδα, ένω τό h_0 είναι είσέτι ελάχιστον και σχεδόν ίσον προς τό μηδέν. Τότε διαφορίζοντες τήν ως άνω εξίσωσιν και θέτοντες $\frac{dV}{dh_0} \rightarrow 1$ όπου $h_0 \sim 0$ εύρίσκομεν τό $k \sim \frac{1}{\Omega}$.

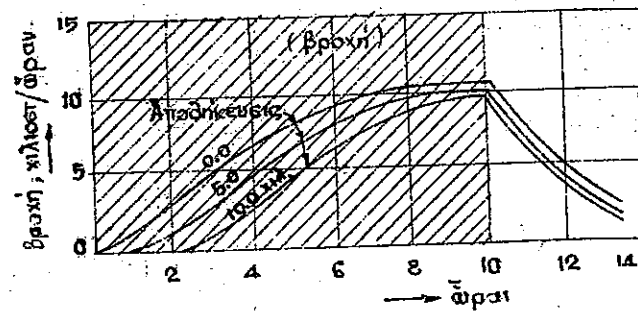
Η παρακράτησις του έδαφους, εξαρτωμένη από τήν τμήν διηθήσεως και εξατμίσεως, έπιβραδύνει τήν περισευούσαν έξ αυτής απορροήν κατά τήν έλευθέραν απορροήν πής επί του έδαφους.

Είς τό σχήμα (108) εμφαίνεται η επίδρασις ήν θα έχη η αποθηκευμένη ποσότης ύδατος έντός κοιλωμάτων (υπολογιζομένων άντιστοιχως εις ύψος βροχής 0,0-10,0-20,0 χιλιοστά) δια τήν ιδανικήν περίπτωσιν καθ ήν αι κοιλότητες πληροϋνται πρό τής εμφάνισεως σιαεδήποτε απορροής και η διηθήσις έντός του έδαφους είναι σταθερά κατά τήν διάρκειαν τής βροχής.



Είς τήν περίπτωση ίσωρας διάρκειας βροχής αι απορροαί έπιηρεάζονται υπό των κοιλότητων άρκετά και εις τήν μεχίστην αυτών τμήν.

Είς τήν περίπτωση βροχής μακρας διάρκειας η αποθήκευσις ελάχιστα έπιηρεάζει τήν αιχμήν τής απορροής, ελαττώνει όμως άρκούντως τον όγκον αυτης (διαφορά έμβραδών των τριών καμπύλων ως προς τον άξονα τετμημένων).



Σχ. 108. Επίδρασις τής παρακρατήσεως επί τής απορροής επί του έδαφους.

6. Συνδυασμός των απωλειών.

Ο R. Zon ανακεφαλαιώνει το σύνολον των απωλειών εις διαφοράς **δ α ε ω μ ε ν α ε** λεκάνας, δίδει τὸν ἀκόλουθον πίνακα:

I. Δάση με φυτικήν κάλυψιν:

| | Παρακρ. φυτείας | Ἐξάτηρ. ἐδάφους | Διάπνοή | Σ. | % βροχῆς |
|-------|-----------------|-----------------|---------|-----|----------|
| Δρυς | 168 | 47 | 270 | 485 | 61.5 |
| Πεύκη | 284 | 72 | 77 | 388 | 48.5 |
| Ἐλάτη | 302 | 65 | 228 | 595 | 75.5 |
| Μ.Ο. | 295 | 60 | 192 | 487 | 61.9% |

II. Δάση - χωρίς φυτικήν κάλυψιν:

| | | | | | |
|-------|-------|-----|-----|-----|------|
| Δρυς | 118 | 118 | 270 | 506 | 64.1 |
| Πεύκη | 154 | 194 | 77 | 425 | 54.0 |
| Ἐλάτη | 252.5 | 152 | 227 | 641 | 81.6 |
| Μ.Ο. | 180 | 152 | 192 | 524 | 66.7 |

Ο ἀνωτέρω πίναξ ἀναφέρεται εἰς μέσον ὕψος βροχῆς 195 χιλιοστῶν.

Εἰς καλλιερχόμενα ἔδαφη αἱ ὀλικαὶ ἀπώλειαι κατὰ τὸν Νεμ ἔχουν ὡς ἀκόλουθος:

| | χιλιοστά | % βροχῆς |
|--------------------------------------|----------|-------------------|
| Λειμώνες (ὑπερκειλιστικῆς ἀρδεύσεως) | 1040 | 132,1 (ἀρδεύσεις) |
| Πατάτες | 335 | 42,9 |
| Δημητριακά | 635 | 80,0 |
| Γενικῆς φύσεως καλλιέργειαι | 485 | 61,5 |

Ἐξ ἄλλου ἢ εἰδικῆ ἀπορροή (ἀνά κμ² λεκάνης) ποταμῶν ὑπὸ τρεῖς διαφορετικὰς συνθήκας καλύψεως τῆς λεκάνης, δίδονται ὑπὸ τοῦ Ventevile ὡς ἀκόλουθος.

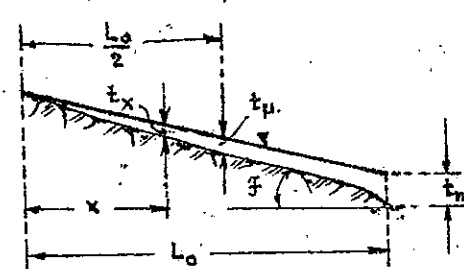
Παροχή εἰς κ.μ./ἡμέραν.

| | Δασωμένη ἔκτα (Passaio) | Καλλιερχόμενη (Ranžan) | Γυμνὴ λεκάνη |
|-------------|-------------------------|------------------------|--------------|
| Ἀπρίλιος | 2270.0 | 2850.0 | 2400.0 |
| Μαΐος | 1140.0 | 1240.0 | 555.0 |
| Ἰούνιος | 1040.0 | 1040.0 | 530.0 |
| Ἰούλιος | 790.0 | 510.0 | 84.0 |
| Αὐγούστου | 535.0 | 340.0 | 84.0 |
| Σεπτέμβριος | 530.0 | 330.0 | 87.0 |
| Ὀκτώβριος | 490.0 | 320.0 | 84.0 |
| Νοέμβριος | 480.0 | 350.0 | 87.0 |

Ἐκ τοῦ πίνακος τούτου ἐμφαίνεται ἡ εὐεργετικὴ ἐπίδρασις τῶν δασῶν εἰς τὴν ἀποφυγὴν πλημμυρῶν καὶ τὴν ἐξομάλυνσιν τῶν μεγάλων διαφορῶν τῶν ἐπιφανειακῶν ἀπορροῶν.

Γ. Ἐπιφανειακαὶ ἀπορροαί

Ἡ πλητούσα βροχή, μετὰ τὰς ἀνωτέρω, ἀναλόγως ἐκάστοτε τῶν



Σχ. 109. Ροή ἐπὶ τοῦ ἐδάφους. Υπερρροαί.

τοπικῶν συνθηκῶν ἀπώλειαι, ῥέει ἐπιφανειακῶς ἐπὶ τοῦ ἐδάφους ἢ σπιδεῖται ἐντὸς αὐτοῦ. Διὰ νὰ ὑπάρξη ὁμοῦ ροὴ ὕδατος, δεῖν νὰ ὑπάρξη καὶ βλάθος αὐτοῦ ἴσος

τό πάχος του ρέοντος στρώματος. Το υδραυλικόν τουτο β α θ ο ς, κατά τα γνωστά εκ της Υδραυλικής, θα εξαρτάται από την παροχή του στρώματος (q) ήτις είναι και έμμέσως συνάρτησις της έντασεως της βροχής P₀ (μετά την άφαιρέσιν όλων των άπωλειών) και από την κλίσειν του έδάφους. Ούτω εις απόστασιν x από της άρχης λεκάνης, διά βροχήν ε τ α θ ε ρ α ς έντασεως P₀ η παροχή θα είναι διά μονάδα πλάτους ροής (βλ. εκ. 109)

$$q = x \cdot P_0 \quad (1)$$

Η ροή αὐτή επί του έδάφους εξαρτάται και από την τραχύτητα του πυθμένος τουτέστιν του έδάφους. Διά ε τ ρ ω π τ ή ν (lamina) ροήν, εφαρμόζοντες τόν τύπον του Hagen-Poiseuille εύρισκομεν:

$$q = c t_\mu^3 \quad (2)$$

ένθα t_μ τό μέσον βάθος επί της έπιφανείας, και C συντελεστής περιλαμβάνων την κλίσειν έδάφους και συνεκτικότητα του ύδατος.

Εις περίπτωσιν ε τ ρ ο β ι λ ο ε ι δ ο ῦ ς (turbulent) ροής, η ταχύτης είναι $v = \frac{1}{n} t^{2/3} \cdot 3^{1/2}$ (ένθα έδω τίθεται R=t, έφ' όσον ύφίσταται ροή έξαιρετικου πλάτους) και η παροχή τότε θα είναι ανά τρέχον μέτρον,

$$q = v \cdot t = q = b \cdot t^{5/3} \quad (3)$$

ένθα b συντελεστής περιλαμβάνων την κλίσειν και την τραχύτητα του έδάφους.

Γενικώς όθεν αι έξισώσεις (2) και (3) λαμβάνουσι την μορφήν:

$$q = k \cdot t^m \quad (4)$$

Τά όρια έδω, μεταξύ στρατηής και ετροβιλοειδούς ροής δίδονται διά του αριθμού Reynolds $\frac{vd}{\nu}$, ένθα όμως αντί v τίθεται η έντασις της βροχής εις χιλιοστά/ώραν και αντί d τίθεται τό μήκος L όπερ διανύει τό ύδωρ επί της έπιφανείας.

Εις τό ούτως προτύπων όριον ροής δίδονται νυν διάφοροι τι-

μαί ως ακόλουθως:

κατά τον Jeffrey: 230

" " Hopf : 225-247

" " Horton: 410-575

" " Izard: 375 ήτις είναι και η συνηθεστέρα

τιμή χρησιμοποιουμένη κατά τους υπολογισμούς.

Εάν ήδη εξισώσωμεν την άπορροήν q εκ των έξισώσεων (1) και (4) κατά την επιχημήν ίσορροπία βροχής και έκροής διά μήκος έδάφους x θα λαβωμεν:

$$t_x = \left(\frac{x \cdot P_0}{k} \right)^{\frac{1}{m}} \quad (5)$$

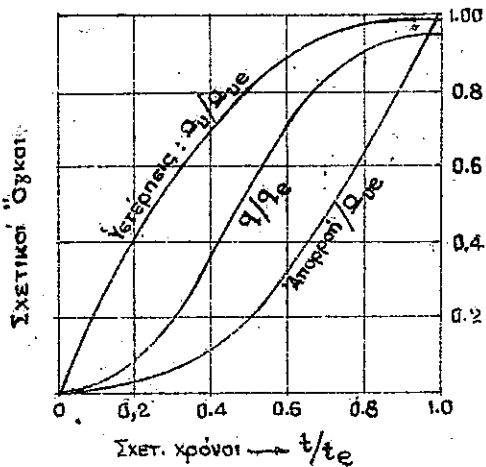
ένθα k συνάρτησις κλίσεως, τραχύτητας ή συνεκτικότητας, και m συνάρτησις του τύπου ροής και ίσον προς 5/3 ή 3 διά ετροβιλοειδή και στρατηήν ροήν αντίστοιχως.

Διά μήκος L₀, μέγιστον βάθος εις τό άκρον αυτής t_m, Q_v όγκον συσσωρευόμενον επί της έπιφανείας κατά την ίσορροπία ροής (υστερήσις) t_μ = $\frac{Q_v}{L_0}$ μέσον βάθος επί του μήκους L₀, λαμβάνομεν, διά ολοκληρώσεως της έξισώσεως (5):

$$\frac{t_\mu}{t_{\max}} = \frac{Q_v}{t_{\max} \cdot L_0} = \frac{m}{m+1} \quad (6)$$

ήτοι η σχέση των δύο βαθών είναι 5/8 διά ετροβιλοειδή ροήν (m = 5/3) και 3/4 διά στρατηήν ροήν (m = 3)

Επί τη βάσει των άνωτέρω δύνανται να προσδιορισθώσιν τώρα αι σχέσεις των διαφορών μεγεθών εις οίανδήποτε επιχημήν (q_e, Q_v, t_e) ως προς τά όριακά μεγέθη άτινα έμφανίζονται εις την όριακήν επιχημήν (q_e, Q_v, t_e) ότε έμφανίζεται η ίσορροπία ροής. Δοθέντος ότι η ίσορροπία αὐτή έμφανίζεται άσυμπτωτικώς, προσδιορίζεται αυθαίρετως ο χρόνος αυτής t_e ως ο χρόνος δι' όν $\frac{q}{q_e} = 0.97$



Σχ. 110. Σχετικόν υδρογράφημα (Irrard).

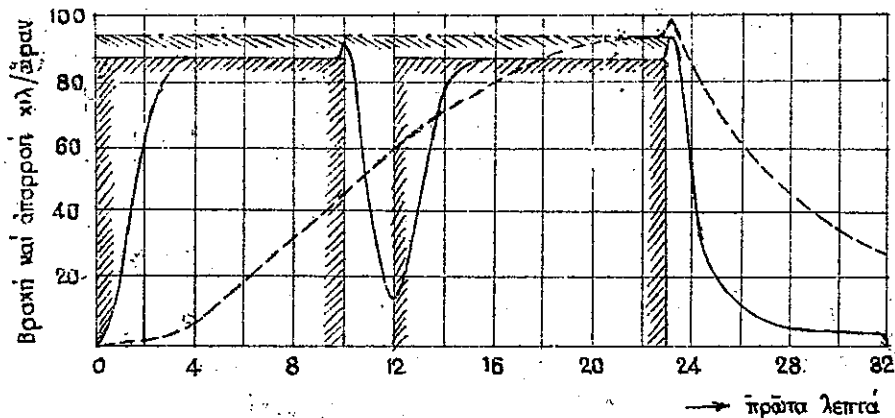
(βλ. σχ. 110), οπότε διά $t_e/2$
 $q/q_e = 0,55$.
 Ούτω ο χρόνος ίσορροπίας, εις πρώτα λεπτά θα
 ίσούται μέ

$$t_e = \frac{2 \Omega_{ve}}{60 q_e}$$

ήτοι κατά την επιγμνήν ίσορροπίας ο κρατούμενος επί της επιφανείας όγκος (ή υετέρησις) ίσούται μέ τον διαρρεύσαντα κατά τον χρόνον τούτον όγκον (άπορροή εις τό κα-

τάντη άκρον του L_0).

Τούτο διεπιστώθη και διά πολλών πειραμάτων. Εις τό σχήμα 111
 οίδεται η πορεία της μεταβολής της άπορροής διά δύο περιπτώσεις.
 Εις την πρώτην έπεσαν δύο βροχαί έντάσεως 90 κιλ/ώραν μέ διάρ-



Σχ. 111. Βροχή και άπορροή εις δύο διαφορετικές περιπτώσεις.

κειαν 10 και 11 πρώτων λεπτών και μεταξύ των διακοπήν 2'. Εις την
 δευτέραν έπεσεν βροχή έντάσεως 90,00 κιλ/ώραν και όλικής διάρ-

κειας 29'. Το διάγραμμα των άπορροών εμφάνιεται διά πλήρους
 γραμμής διά την πρώτην και διά διακεκομμένης γραμμής εις την
 δευτέραν περίπτωσην.

Εις άμφότερας τας περιπτώσεις των πειραμάτων η κλίσις του
 εδάφους ήτο η ατή (1:100) και τό μήκος της λειάνης ίσον (22
 μέτρα περίπου).

Διά την πρώτην περίπτωσην τό έδαφος ήτο λιθόστρωτον ενώ
 διά την δευτέραν εκ φυτικής γής.

Η μικρά ύπερψύσις της γραμμής άπορροής ήτις εμφανίζε-
 ται πάντοτε μετά τό τέλος της βροχής, όφείλεται εις την έλευ-
 θέραν άπορροήν του ύδατος ήτις κατακρατείται κατά την διάρκει-
 αν της βροχής από την κροσσειν των σταγώνων επί της έλευθέ-
 ρας επιφανείας του άπορρέοντος στρώματος ύδατος.

Μέρος του ύδατος της βροχής (μετά τας άπωλείας πα-
 ρεμβολής, διαπνοής εξατμισις του εδάφους) εισέρχεται έντός του
 εδάφους και μέρος άπορρέει έλευθέρας επί αυτου. Τό μέρος ο-
 περ διεισδύει έντός του εδάφους καλεϊται διείσδυσις
 (Infiltration, Versickerung): η διείσδυσις μετράται εις ύψος βρο-
 χής ανά μονάδα χρόνου (ίντσες/ώραν, κιλετ/ήμ.) Τό ποσόν της
 διεισδύσεως εξαρτάται:

- α) από τας μετεωρολογικάς συνθήκας, ιδία βροχάς (ένταση, δι-
 άρκεια, ύψος), άνέμους, βαρομετρικην πίεσιν και θερμο-
 κρασίαν άέρος και εδάφους (αντιστρόφως ανάλογος πα-
 ρεία της διεισδύσεως προς την εξατμισιν, ευνεπεία των
 φαινόμενων τούτων). Μεγάλα ύψη βροχής, ακολουθοϋνται ά-
 πό μεγάλη διείσδυσιν.
- β) από τας τοπογραφικάς συνθήκας (κλίσις του εδάφους, πυ-
 κώσις, εξάρσεις κ.λ.π.)
- γ) από την γεωλογικην και πετρογραφικην σύστασιν του εδά-
 φους. Τό πορώδες του εδάφους, άποτελει σύσπώδη παράγον-

τα και εξαρτάται από την κοκκομετρική σύστασιν των όρυκτων.

Αι κροκάλαι έχουν την μεγαλύτεραν διαπερατότητα. Έπεται η άμμος, η άργιλλος η ίλις (πολύ αδιαπέρατος)

δ) από την στάθμην των υπογείων υδάτων κατά την διάρκειαν της βροχής.

ε) από την φυσική κατάστασιν του εδάφους.

Αι φυτεΐαι ελατώνουν την διείδυσιν, καθώς χρησιμοποιούν το ύδωρ (διαπνοή, εξάτμισις). Προκαλούν όμως μεγαλύτερον φορτίον του επιφανειακού ύδατος αυξάνουσιν αντίθετως την διείδυσιν.

Όργανα του εδάφους αυξάνει την διαπερατότητα αυτού άρα και την διείδυσιν (εκσπός, καλλιέργειας).

Η μελέτη της διειδύσεως έπιστελείται προκειμένης κατασκευής διαρύγων μεταφοράς ύδατος ή τάφρων άρδευτικών και αποξηραντικών. Επίσης δια τού αναλυτικόν προσδιορισμόν των άπορροών επιφανειακών υδάτων - του ύδατος της βροχής ως εις την διάστασιν των υπογείων υδάτων.

Κατά τον Schoklitsch, προσδιορισμός διειδύσεως ύδατος εις διάγραμμα έν Γερμανία έδωκε τας ακόλουθους τιμάς:

| | |
|--|-----------|
| Διάρρυξ Rhein-Herne (άμμος φ. 0,5 - 0,4 mm) μετρηθείσα 30-34 | χιλ/ήμερ. |
| " " " " " " " " | 28 " " |
| " Dortmund-Ems. | 20-29 " " |
| " Neckar-Danau | 28 " " |

Έξ άλλου το ύψος διειδύσεως δια διάφορα έδάφη οίδεται υπό του αυτού ως ακόλουθως:

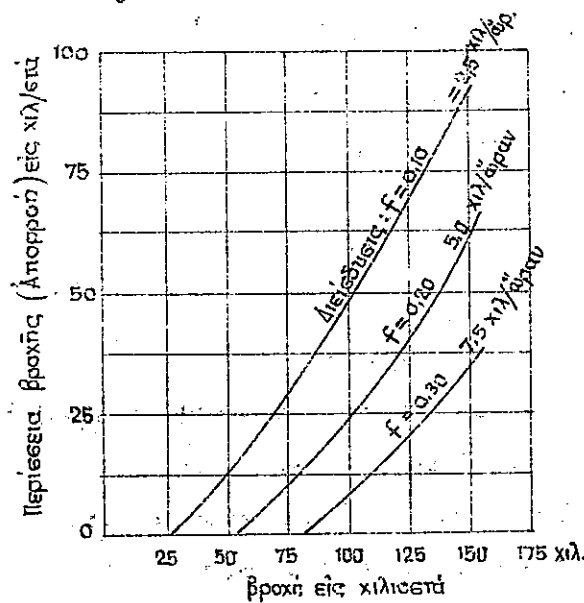
| | |
|-----------------------------|------------------------|
| Χουμάδη άββεστολιθική άμμον | 0,006 χιλ/δλον |
| " όμοίως " " | 0,0089 |
| " άμοιόδη έδάφη Frankforts | 0,0058-0,0116 χιλ/δλον |

Ο R. E. Horton (1937) δημοσιεύει σειράν παρατηρήσεων γεωμέ-

ναν εις διαφόρους υδρολογικας λεκανας καταλήγων εις τον ακόλουθον πίνακα:

| Ποταμός | Λεκάνη άπορροής τετρ. μίλλια | Διειδύσεις f [χιλ/ήμερ.] | |
|-------------------------------|------------------------------|--------------------------|-----------------|
| | | Μέση | Όρια διακυμάνσ. |
| Delaware, Port Jervis N.Y | 3070 | 0,405 χιλ. | 0,15 - 10,1 |
| Susquehanna Towanda, Pa. | 7770 | 0,68 " | 0,25 - 13,30 |
| French Broad, Danbridge Tenn. | 4450 | 0,405 " | 0,125 - 7,6 |
| Muskingom, Dresden Ohio | 5980 | 14,5 | 4,3 - 24,70 |
| Wabash Longansport Ind. | 3830 | 16,3 | 7,6 - 31,40 |
| Embarass Saint Marie Ill. | 1540 | 11,6 | 0,58 - 14,40 |

Επί τη βάσει παρατηρήσεων της πλημμύρας του ποταμού Millers (Erving, Mass) ο R. E. Horton εξέπονισε τα ακόλουθα διαγράμματα,



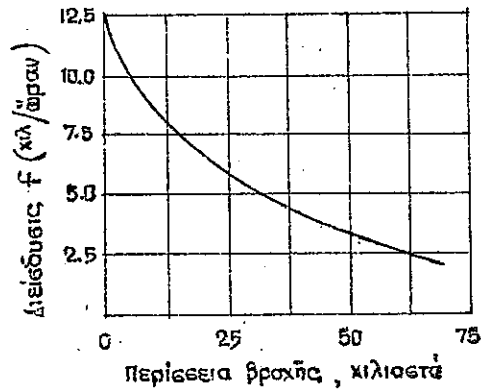
Ιχ. 112 (I). Σχέσις διειδύσεως και άπορροής και πεισούσης βροχής.

όπου (εχ. 112 I) έκ του ύψους βροχής (καταχίθος, μεμονωμένης βροχής) και του συντελεστού διειδύσεως f, εύρίσκομεν την περίεσσαν βροχής (Συν/εται άπαιλειών και άποθηκώσεως έχουν ήδη αφαιρεθῆ) (βλ. εχ. 112 I).

Επίσης (εχ. 112 II) έκ του συντελεστού διειδύσεως f, ορίζεται η περίεσσαι ύψους βροχής (φ. 11)

και αντίστροφως.

Διά την κατασκευή του διαγράμματος (112 I) ήτο γνωστή η



Σχ. 112 (I). Σχέσις διεισδύσεως και άπορροής και περσούσης βροχής.

διανομή της καταγιδος (95 κιλ) έντός του είκοσιτετραώρου και κατεσκευάθη αναλυτικός ωριαίος πίναξ διαφορών βροχής, διεισδύσεως και περισσειας.

Έπι τη βάσει της μεθόδου ταύτης ο συν/τής f εις ποταμούς του Ν. England, (flood Nov. 1927) εὔ-

ρέθη ἔκων μέσην τιμήν $f = 0,4$ κιλ/ώραν μέ ὅρια ὅμως κυμαινόμενα ἀπό 0,75 ἕως 14,0 κιλ/ώραν.

Οὕτω τελικῶς ὁ Herton καλεῖ διηθητικὴν ἰκανότητα f_p τὴν μεγίστην δυνατότητα ἐδάφους πρὸς ἀπορρόφησιν πιπτούσης βροχής. (χιλιοστὰ ἀνά ὄραν).

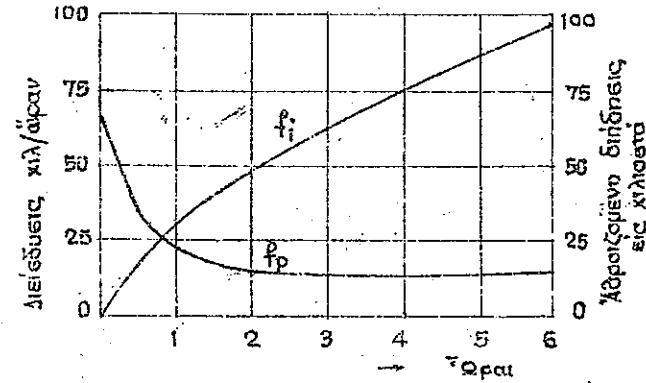
Ἡ διηθητικὴ ἰκανότης ἰσοῦται πρὸς τὴν τιμὴν τῆς διεισδύσεως f_i μόνον ὅταν (f_p) ἰσοῦται ἢ εἶναι μικροτέρα τῆς ἐντάσεως τῆς βροχής.

Ἡ διήθησις ἀρκεται μέ τὴν μεγίστην αὐτῆς παροχὴν πάντοτε (f_0) βαίνει δὲ συνεχῶς ἐλαττουμένην ἕως ὅτου ἀποκτήσει μίαν σταθεράν τιμὴν ἰσορροπίας f_c , συμφώνως πρὸς τὸν φυσικὸν νόμον τῆς ἀπορρέσεως. Ταῦτο ἐκφράζεται ἀναλυτικῶς διὰ τῆς ἀκολουθοῦσας ἐξισώσεως :

$$f_p = f_c + (f_0 - f_c) e^{-k \cdot t_p}$$

ἐνθα κ σταθερά και t_p ἡ διάρκεια τῆς βροχής.

Εἰς τό σχῆμα (113) ἐμφαίνεται ἡ μεταβολὴ τῆς διηθητικῆς ἰκανότητος και τῆς ἀδροιστικῆς τιμῆς διεισδύσεως εἰς



Σχ. 113. Συσχετίσις χρόνου και διεισδύσεως.

χωμάδες, ἔδαφος κατὰ τὸν Musgrave. Ἡ γεωλογικὴ ὑπερρεσία τῆς πολιτείας New Jersey (1899) εἶδει τὸν ἀκόλουθον πίνακα διαίτησε πηγῶν, κειμένων ἐπὶ υδρολογικῶν λεκανῶν διαφόρου ὁσμῆς συστάσεως, κα-

τὰ διαφόρους διαδοχικοὺς μῆνας ἑπρασίας.

| Μήν | Δασωμένη λεκάνη (Passaic) | καλλιεργούμενη ὑδρο λεκάνη | ἀποφυλοθεσία ὑδρο λεκάνη. |
|----------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|
| 1 | 29,4 κιλ. | 36,3 κιλ. | 23,80 κιλ. |
| 2 | 13,70 " | 16,2 " | 9,60 " |
| 3 | 10,10 " | 11,4 " | 6,60 " |
| 4 | 8,4 " | 8,9 " | 5,30 " |
| 5 | 8,1 " | 7,6 " | 5,60 " |
| 6 | 7,8 " | 6,8 " | 3,00 " |
| 7 | 7,6 " | 6,30 " | 2,50 " |
| 8 | 7,4 " | 5,8 " | 2,00 " |
| 9 | 7,1 " | 5,6 " | 1,80 " |
| Ἄδροισμα | 99,60 κιλ. | 104,90 κιλ. | 58,20 κιλ. |

Ἡ παροχὴ εἶδεται ἀνηγμένο ἐπὶ τῆς λεκάνης εἰς ὑψηλὴν βροχὴν εἰς

χιλιοστά.

Ο πίναξ ούτος εξάγει και την σημασίαν του δάσεως, όχι τόνον διά τό ποσον της απαρροής, οσον διά την κατανομήν αυτής, κατά τους ξηρούς μήνας.

Αποδεικνύει δέ την επιρροήν της φύτεας, εἰς τήν τιμήν της διεσόδσεως.

Εἰς τό ἐκῆμα (114) δίδεται ἡ μηνιαία πορεία διασέσεως της βροχῆς κατά τήν διάρκειαν ὑδρολογικοῦ ἔτους τοῦ ποταμοῦ Weser, ἐνθα ἐμφαίνονται αἱ ἀπορροαί (εἰς ὕψος βροχῆς h_B), ἡ ἐξαίτησις (h_E) περιλαμβάνουσα τὰς ἀπωλείας, καί τό ὕψος διηθήσεως (h_A) ἀπό Σεπτεμβρίου μέχρι φεβρουαρίου, ἡ τό ὕψος ἀναβλύσεως (h_{η}) ἡ πηγῶν κατά τους μήνας Μάρτιον, μέχρι Ἰουλίου. Οὕτω τό κατά τόν χειμῶνα ἀποθηκευόμενόν ὕδωρ διά διεσόδσεως ἀναβλύζει κατά τήν ἀνοιξιν καί ἀρχήν τοῦ θέρους.

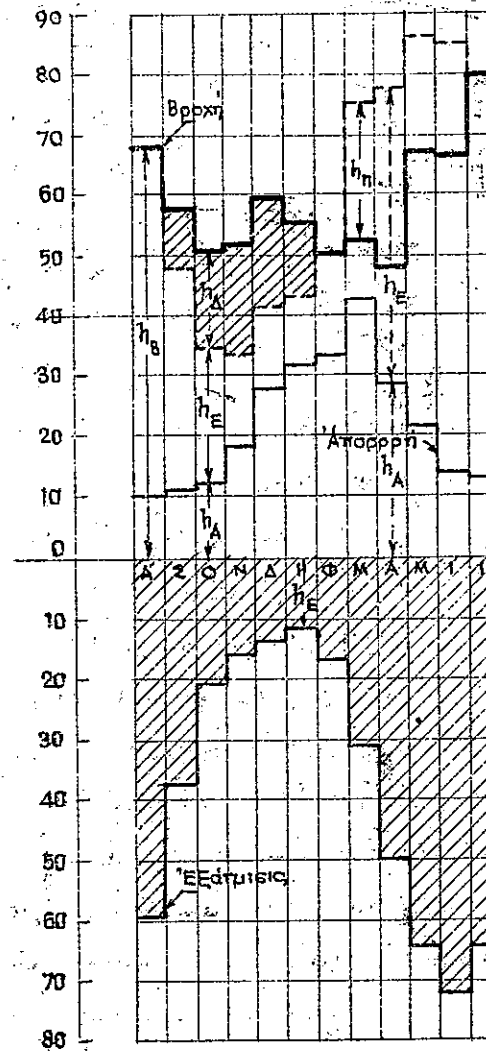
Εἰς τό ἐκῆμα (115) δίδεται τό ἰσοζύγιον βροχῆς εἰς ποταμόν Saalbach, ὅπου τό ὕψος βροχῆς κατανέμεται εἰς ἐξαίτησιν, ἀπορροήν καί διεισδυεῖν.

Εἰς τό διάγραμμα ἐμφαίνεται καί ἡ μηνιαία κατανομή της διεισδυσεως τοῦ ὕδατος ἐντός τοῦ ἔδαφους, διά μεεωρολογικῆς βεβαίως μετεωρολογικῆς καί λοιπῆς συνθήκας.

Εἰς ποταμούς ἐνίστε ἡ διεισδυεῖς δύναται νά φθάσῃ μεγάλας τιμάς. Οὕτω εἰς τόν Oder της Γερμανίας καί μεταξύ τῶν σταθμῶν Steinau καί Pollenzig ἡ διεισδυεῖς ἦτο $180 \lambda/\delta\lambda\omicron\nu$ ἀνά χιλιόμετρον μήκουσ τοῦ ποταμοῦ, ἦτοι δι' ὅλον τό τμήμα τοῦ ποταμοῦ ἀνῆρχετο εἰς $35 \text{ κ.μ.}/\delta\lambda\omicron\nu$ (32 τό θέρους καί 38 τόν χειμῶνα, διά τό ἡπειρωτικόν ἐκεῖ κλίμα) ἢ εἰς 110 ἑκατομμύρια κ.μ. ἐτησίως.

Παρά ἡμῖν δέν υπάρχουν σχετικαί μετρήσεις. Συχνά ὁμας βλέπομεν κατά τήν ἀνοιξιν καί τό θέρους ἱκανήν ποσότητα παροχῆς χειμάρρων νά ἐξαφανίζεται, ἐντός μικροῦ ἐνίστε μήκουσ, ἐν-

τός της κοίτης αὐτῶν.



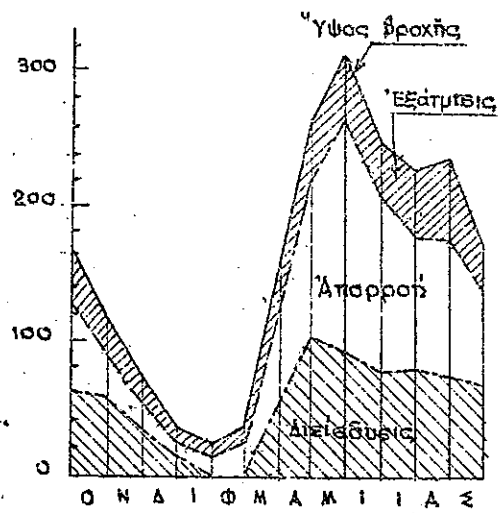
Σχ. 114. ἰσοζύγιον τοῦ ποταμοῦ Weser, 1896-1915 (Schaffernack)

$h_B = \text{ὕψος βροχῆς} = h_A (\text{ἀπορροή}) + h_E (\text{ἐξαίτησις}) + h_A (\text{διεισδυεῖς}) - h_{\eta} (\text{πηγαί ἀναβλύσεως})$

διὰ τῶν λυγισμέτρων (βλ. σχ. 105 της σελ. 159.) ὅπου

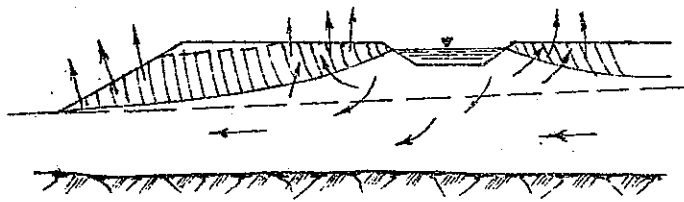
Ἡ τεχνική Διαθήκησ ἀποτελεῖ σύγχρονον μέθοδον διά τήν ἀποθήκευσιν τοῦ ὕδατος ἴδια εἰς κλίματα ἐνθα αἱ ἀπώλειαι εἶναι μεγάλαι. Συνίσταται ἡ μέθοδος εἰς τήν διευκολύνεσιν της διηθήσεως καί τήν ἀποθήκευσιν τοῦ ὕδατος ἐντός ὑπογείων ὑφιστάμενων ἐνθα διά της τοποθετήσεως τεχνικῶν ὑπογείων φραγμάτων (ἐγκάρσιοι τῶχοι κλειόντες τὰς κοιλιάδας), ἀποκλείεται ὁ περαιτέρω ροῆσ αὐτοῦ. Τά οὕτω ἀποθηκευόμενα εἰς τὰ κενά τοῦ ἔδαφους ὕδατα χρησιμοποιοῦνται (ἀντλούμενα καί ἐπιπιπύρον διά βαρύτητος μαστευόμενα) ὅταν ὑπάρχει ἀνάγκη αὐτῶν.

Ἡ μέτροσις της διεισδυσεως ἐπιτελεῖται ὡς καί ἡ της ἐξαίτησεως τοῦ ἔδαφους

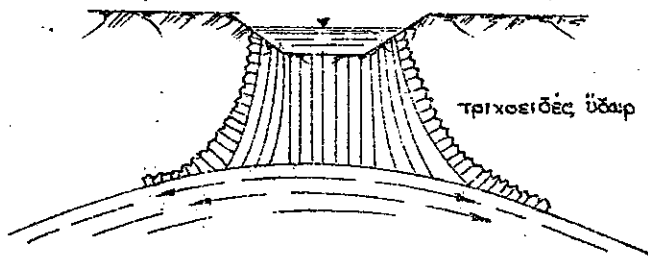


Σχ. 115. Ίσοζύγιον βροχής εις Saalach (streck)

δάντων ὑπ' αὐτάς πρὸς προσδιορισμὸν τῶν ἀπωλειῶν κατὰ τὰς τοπικάς συνθήκας. - Εἰς τὰ σχήματα (116) καὶ (117) ἐμφαίνονται αἱ συνθή-



Σχ. 116. Ἀπώλειαι διηθήσεως καὶ ἐξατμίσεως εἰς ἀρδευτικὴν διώρυγα (Terzaghi)



Σχ. 117. Ἀπώλειαι διηθήσεως εἰς ἀρδευτικὴν διώρυγα: Βαθύς, ὀρίζων ὕ. ὑδ. (Zunker).

ᾧς ἐλέχθη μετρεῖται τὸ διηθούμενον ὕδωρ προκειμένου νὰ ὑπολογισθῇ ἢ ἐξατμίσις.

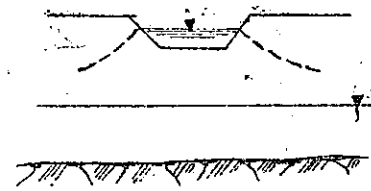
Προκειμένου διαπερατῶν χωματίνων διωρυγῶν, ἐνθα μετρεῖται ἡ διήθησις ἥτις ὁσον νὰ εἶναι χυωστή διὰ τὸν ὑπολογισμόν τῶν ἀπωλειῶν τοῦ ὕδατος ἐντὸς αὐτῶν, ὅσον νὰ ἔχωμεν ὑπ' ὄψιν τὴν ἐπιρροὴν τῶν ὑπογείων ὑ-

δατοῦ, συνθηκαὶ ἀπωλειῶν εἰς τὰς διώρυγας.

Ὁ Τριανταφυλλίδης πειραματιθεὶς εἰς ἀρδευτικὸς διώρυγας τῆς πεδιοῦδος Ἄρρας, μετρήσας τὴν παροχὴν αὐτῶν εἰς δύο σημεῖα ὑπελόγησεν τὰς ἀπωλείας.

Αἱ ἀπώλειαι εἰς τάφρους οὐ-

γανται νὰ προσδιορισθῶσιν καὶ ἐργαστηριακῶς εἰς ὁμοιώματα ὑπὸ κλίμακα τοῦ φυσικοῦ ἔργου καὶ τὰ ἀποτε-



Σχ. 118. Ὁμοίωμα τάφρου μεταφορᾶς ὕδατος

λέσματα τῆς ἐρευνῆς νὰ ἀναχθῶσιν εἰς φυσικὸν κλίμακα διὰ τῶν τύπων τῆς ὁμοιότητος. Οὕτω διὰ κλίμακα μηκῶν: $\frac{M_0}{M_0} = n$ καὶ διὰ συντελεστῆς διαπερατότητος τύπος τοῦ Darcy - K_0 (φυσικοῦ ἐδάφους) καὶ K_0 (ἐδάφους ὁμοιώματος), ὁ λόγος τῶν παροχῶν διηθήσεως ἔσται

$$\frac{Q_0}{Q_0} = \frac{K_0}{K_0} \cdot n^2 \quad (\text{βλ. σχ. 118})$$

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΙV.

ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΑΙ ΑΠΟΡΡΟΗ

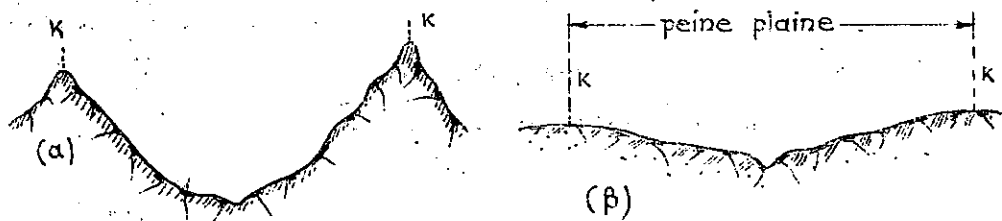
A. Μορφολογικά στοιχεία (Ρεολογία)

1. Γεωμορφολογία

Ἡ ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ἐδάφους πρὶνταυσα βροχὴ ρεεὶ ἐπ' αὐτοῦ διὰ τῆς βαρύτητος μέχρις ὅτου φθάσει εἰς τὸν τελικὸν ὑποδοχεά, χαρακτηρίζουσα τὸ ἔδαφος εἰς ὁλοκλήρως αὐξανουσῶν διαστάσεων ρεῦματα, διαβιβράσκουσα τὰ ἐπιφανειακά πετρώματα καὶ μεταφέρουσα ταῦτα πρὸς τὰ κατόντη.

Τοιοῦτοτρόπως πλὴν τῶν τεκτονικῶν διαμορφώσεων τοῦ ἐδάφους (βλ. Γεωλογία) διακρίνομεν καὶ τὰς ὑδρολογικὰς διαμορφώσεις αὐτῶν, αἵτινες ἀλλήλοεπηρεάζονται μὲ τὰς πρώτας, καὶ αἵτινες εἶναι κατὰ πολὺ ὁμαλότεραι ἐκείνων.

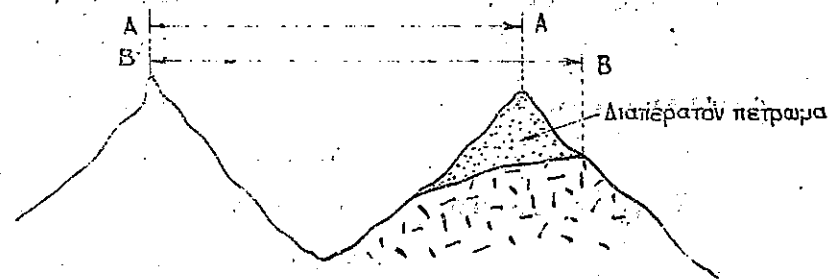
Οὕτω εἰς τὸ εἰκ. 119 ἐμφαίνονται αἱ ἐκ τῶν τεκτονικῶν καὶ τῶν ὑδρολογικῶν αἰτίων διαμορφώσεις τῶν κοιλάδων.



Σχ. 119. (α) Τεκτονικὴ καὶ ὑδρολογικὴ. (β) διαμορφώσεις κοιλάδος.

Ἐάν εἰς μίαν περιοχὴν συνδέσωμεν ὅλα τὰ σημεῖα ἐκ τῶν ὁποίων τὸ πρῶτον ὕδωρ τῆς βροχῆς ρεεὶ πρὸς τὸν αὐτὸν ὑποδοχεά λαμβάνομεν τὴν λεκάνην ἀπορροῆς ἢ τὴν ὑδρολογικὴν λεκάνην τοῦ ὑποδοχεῶς. Συνήθως τὰ σημεῖα ταῦτα ἀναγοῦνται εἰς τὴν

τοπογραφικὴν διαμόρφωσιν τοῦ ἐδάφους (γραμμὴ ΑΑ τοῦ εἰκ. 120) ἐνίοτε ὄμως ἢ προσφεύγουσα τὸν ὑποδοχεά λεκάνην



Σχ. 120. Τοπογραφικὰ καὶ ὑδρολογικὰ ὄρια λεκάνης ἀπορροῆς.

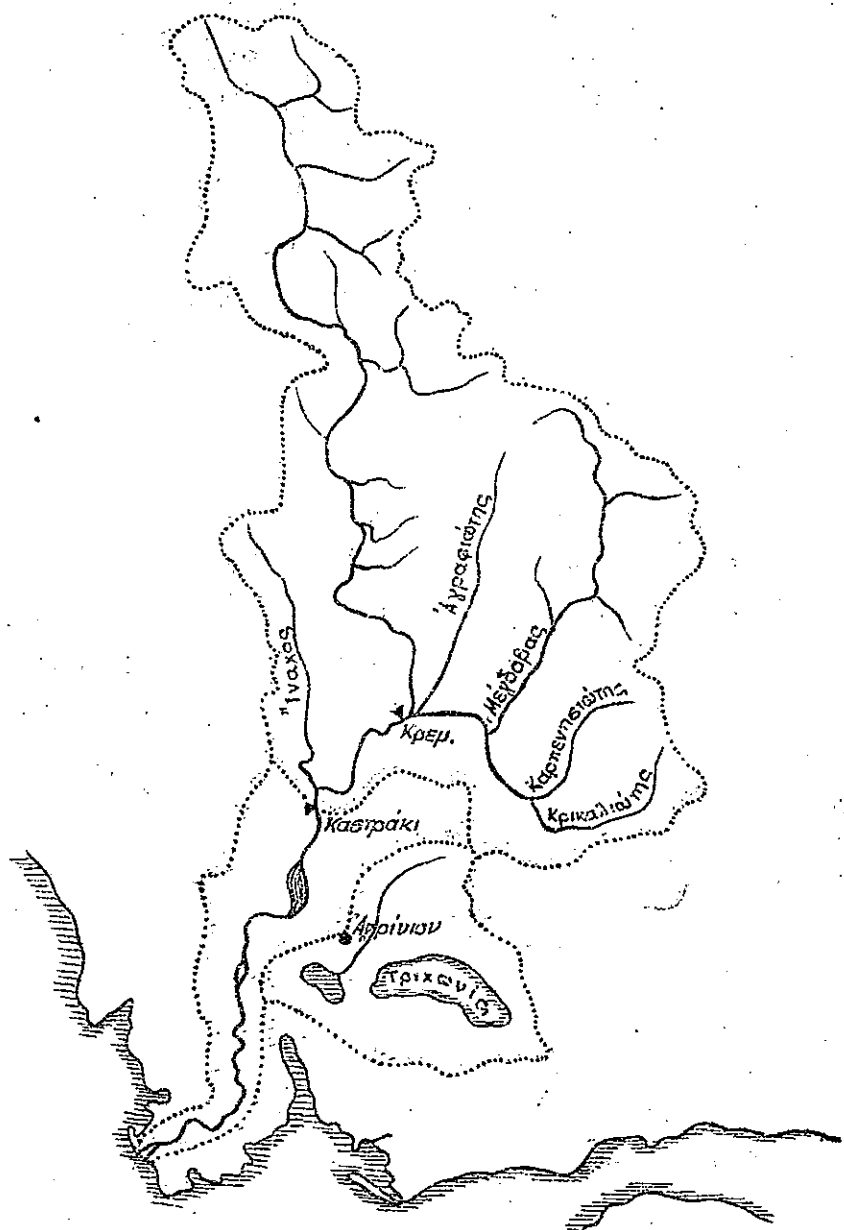
καθορίζεται ἐκ τῆς γεωλογικῆς διαμορφώσεως τοῦ ἐδάφους (γραμμὴ ΒΒ τοῦ εἰκ. 120)

Εἰς τὸ εἰκ. 121 διδεται ἡ λεκάνη ἀπορροῆς τοῦ ποταμοῦ Ἀχελῷου, προκύπτουσα διὰ τῆς συνδέσεως ὅλων τῶν κορυφογραμμῶν ἐξ ὧν τοπογραφικῶς συλλεγόμενον τὸ ὕδωρ ρεεὶ εἰς τὸν ποταμόν. Ἡ λεκάνη ἀπορροῆς κλείει παρὰ τὴν θέσιν Καστράκι (ἐνθα γίνεται μέτρησις τῆς παροχῆς) ὡς καὶ εἰς τὰς ἐκβολὰς.

Ἰδιαίτερος ἔχει χαραχθῆ ἡ λεκάνη ἀπορροῆς τῶν λιμνῶν (Τριχωνίδος 396 Km² καὶ Λυσιμαχίας 244 αἵτινες ἐκχειρίζουν εἰς τὸν ποταμόν.

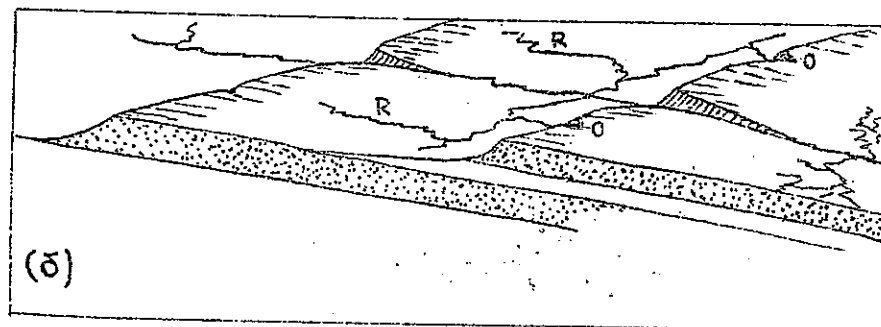
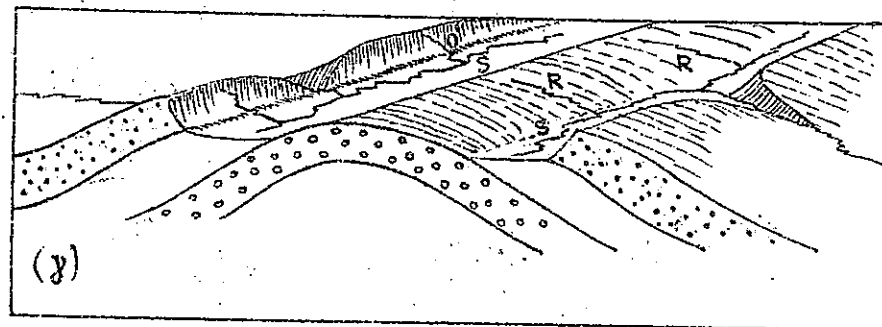
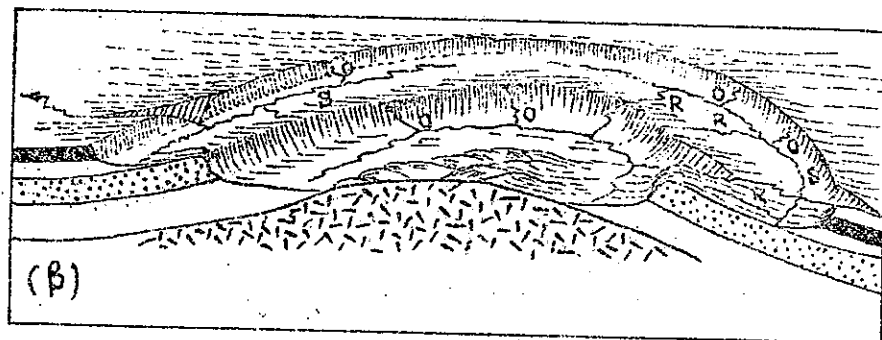
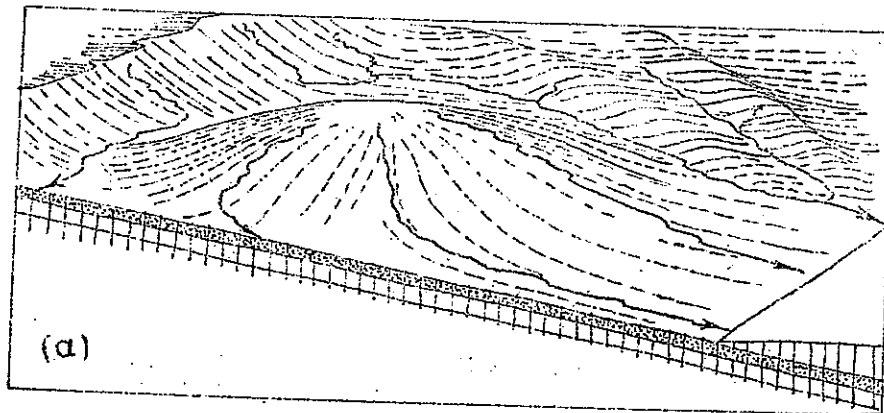
Ὁ ποταμὸς Ἀχελῷος ἔχει μῆκος 255 χιλιομέτρα. Ὁ Ἀερόποταμος ἔχει μῆκος 148 χιλ., ὁ Ἀγραφιῶτης 46 χιλμ. καὶ ὁ Μέγδοβας 90 χιλμ. ἀποτελοῦν δὲ τὴν ἀνω λεκάνην τῶν ποταμῶν συμβάλλουτες εἰς ἀπόστασιν 2 χιλιομ. ἀπὸ τῆς προβλεπόμενης θέσεως τοῦ φράγματος εἰς Κρομαστὴ καὶ ἔχοντες λεκάνην ἀπορροῆς 3700 Km². Ἡ ὅλική λεκάνη τοῦ ποταμοῦ συμπεριλαμβανομένων καὶ τῶν τριῶν λιμνῶν ἀνέρχεται εἰς 5600 Km² περίπου, μὲ μέσον ἔτησιον ὕψος βροχῆς 1735 κιλισετα.

Ἡ γενικὴ διαμόρφωσις τῶν ρευμάτων ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς γεωλογίας τῆς ἐπὶ αὐτῶν διαρρεσμένης περιοχῆς. Οὕτω εἰς τὸ εἰκ. 122



Σχ. 121. Λεκάνη απορροής Άχελού 1:1,000,000.

δίδει ο Lobeck την γενικὴν μορφολογικὴν ἀνάλογον τοῦ ἐδάφους καὶ ἴθι (α) εἰς περιπτώσιν ὀρθῶν κλίσεων πλείστον πετρωμάτων, (β) εἰς περιπτώσιν ὄρεων (μορφῆς δόλου) ἐχηματισμένων ἐκ δια-



Σχ. 122. Μορφῆς ἀρχικῶν ρευμάτων (Lobeck).

βρώσεων των αδενεστερών πετρωμάτων των στολιδώσεων (γ) εις περίπτωσιν εξάρσεων εκηματισθεισών εκ στολιδώσεων και (δ) εις περίπτωσιν πεδινών εκτάσεων. (Lobeck).

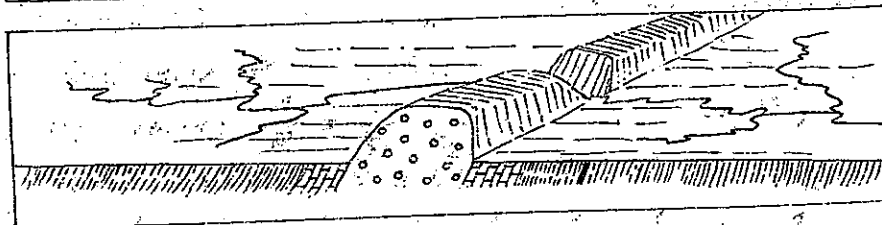
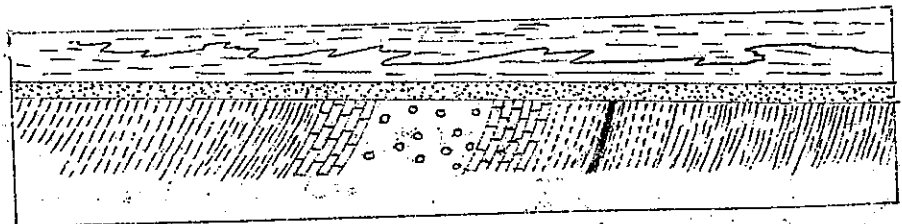
Ο Lobeck, διακρίνει περαιτέρω τους ακόλουθους τύπους ρευμάτων (βλ. εχ. 122).

- 1) συνακόλουθα ρεύματα (C, consequent), άτινα προέρχονται από την άρχική κλίσιν του εδάφους.
- 2) υπακόλουθα " (S, subsequent), άτινα δημιουργούν την ροήν αυτών εις τα μαλακώτερα έδαφη.
- 3) άντακόλουθα " (O, obsequent) άτινα ρέουν άντιστρόφως προς τα άρχικά συνακόλουθα ρεύματα και άντιθέτως, προς την γενικήν κλίσιν του εδάφους.
- 4) προσεκόλουθα " (R, resequent) άτινα είναι προσφατάς δημιουργηθέντα συνακόλουθα ρεύματα ρέοντα ενήδως εις τα υπακόλουθα ρεύματα.
- 5) άνακόλουθα " (I, insequent) τα μη έχοντα ουδεμίαν συσχέτισιν με την γεωλογικήν διαμόρφωσιν.

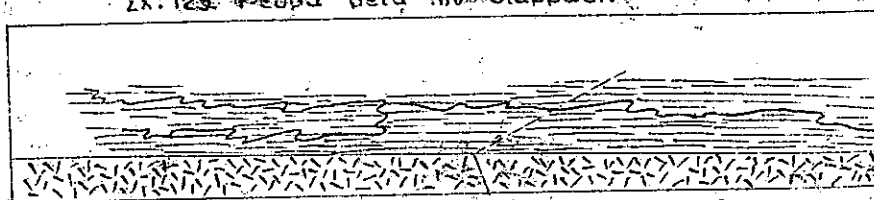
Περαιτέρω ο Lobeck διαμόρφωσιν ρευμάτων μετά την διάβρωσιν κοιλάδος (εχ. 123) ή μετά μεταπτώσιν ραγμών (εχ. 124).

Έξετάζοντες περαιτέρω εν κατόψει την μορφολογίαν των ρευμάτων διακρίνομεν συγκεκριμένους τύπους αυτών ως ο (α) δένδρικός, (β) ο δικτυωτός (γ) ο άκτινωτός και (δ) ο δακτυλοειδής (βλ. εχ. 125).

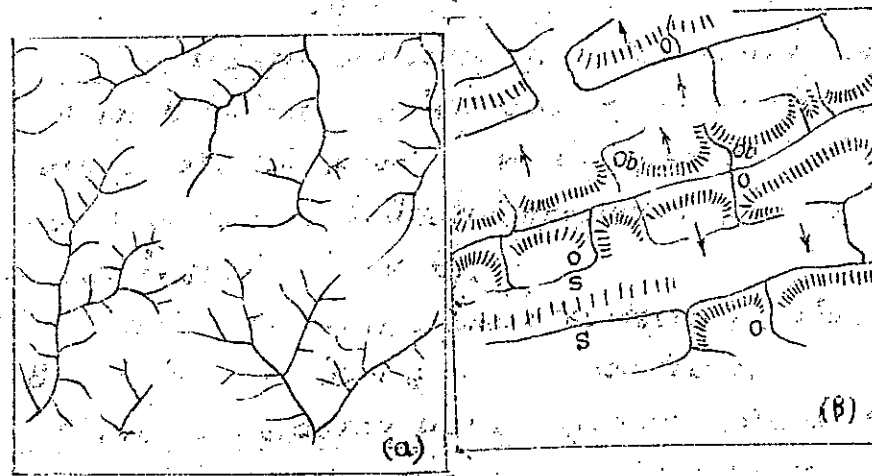
Ένίοτε τα ρεύματα διά γεωλογικάς αιτίας είναι ένδεχόμενον να αλλάξουν γενικήν διαμόρφωσιν, ως τοσούτο ένέβη, εις τον χειμάρρον Beaver όστις λόγω μικράς άπορροής δεν ήδύνατο να δια-

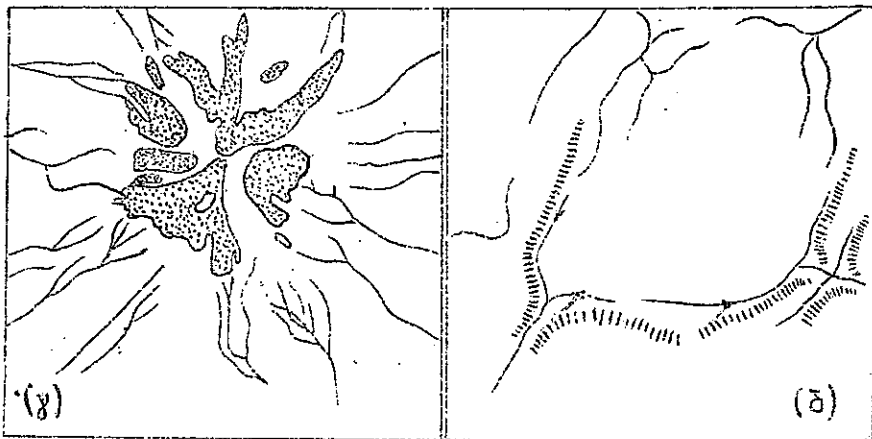


Σχ. 123. Ρεύμα μετά την διάβρωσιν.



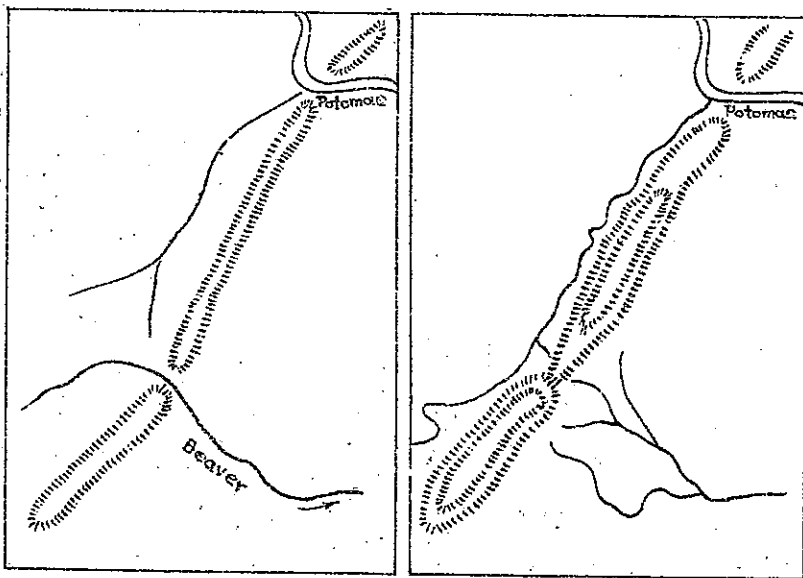
Σχ. 124. Μεταπτώσεις ραγμών.





Σχ. 125. Τύποι επιφανειακών ρευμάτων

βρώει την κοιτήν του εἰς τὴν κορυφογραμμὴν Blue ridge ἐξ ἴσου ταχέως ὡς ὁ Potomac ἐπέτυχε πρὸς τὰ κατόντω (βλ. ε.χ. 126):



Σχ. 126. Πειρατική πορεία τοῦ Beaver Creek.

Συνεπεία τούτου ὁ ποταμὸς Beaver ἠλλαξεν πορείαν καὶ ἐκβάλλει εἰς τὸν Potomac ἢ δὲ ἀρχικὴ διάβασις αὐτοῦ διὰ τῆς κορυφογραμμ-

μῆς μετεβλήθη ἐν τῷ χρόνῳ εἰς ἀνέκτα.

2. Λεκάναι ἀπορροῆς

Τὰ χαρακτηριστικὰ εἰσὶ τῆς λεκάνης ἀπορροῆς ἐπιδρῶν ἐπὶ τῶν ἐπιφανειακῶν ἀπορροῶν, ὅσον δὲ νὰ μελετῶνται προσεκτικῶς. Ἐξ αὐτῶν σημαντικώτερα τὰ ἀκόλουθα:

α) ἡ γενικὴ θέσις τῆς λεκάνης ὡς πρὸς τὰ μετεωρολογικὰ εἰσὶ εἰς τὴν βροχὴν, χιῶν καὶ ὀμίαια αὐτῶν, θερμοκρασίαν, σχετικὴ ὑγρασίαν, βαρομετρικὴ πίεσις καὶ πνέοντες ἄνεμοι:

β) ἡ γεωλογικὴ σύστασις τοῦ ἐδάφους τῆς λεκάνης, ἐπηρεάζουσα τὴν διείσδυσιν τῶν ὑδάτων ἐντὸς τοῦ ἐδάφους, τὴν διάβρωσιν καὶ σχηματισμὸν τῶν ρευμάτων, τὴν φυτεῖαν κ.λ.π.

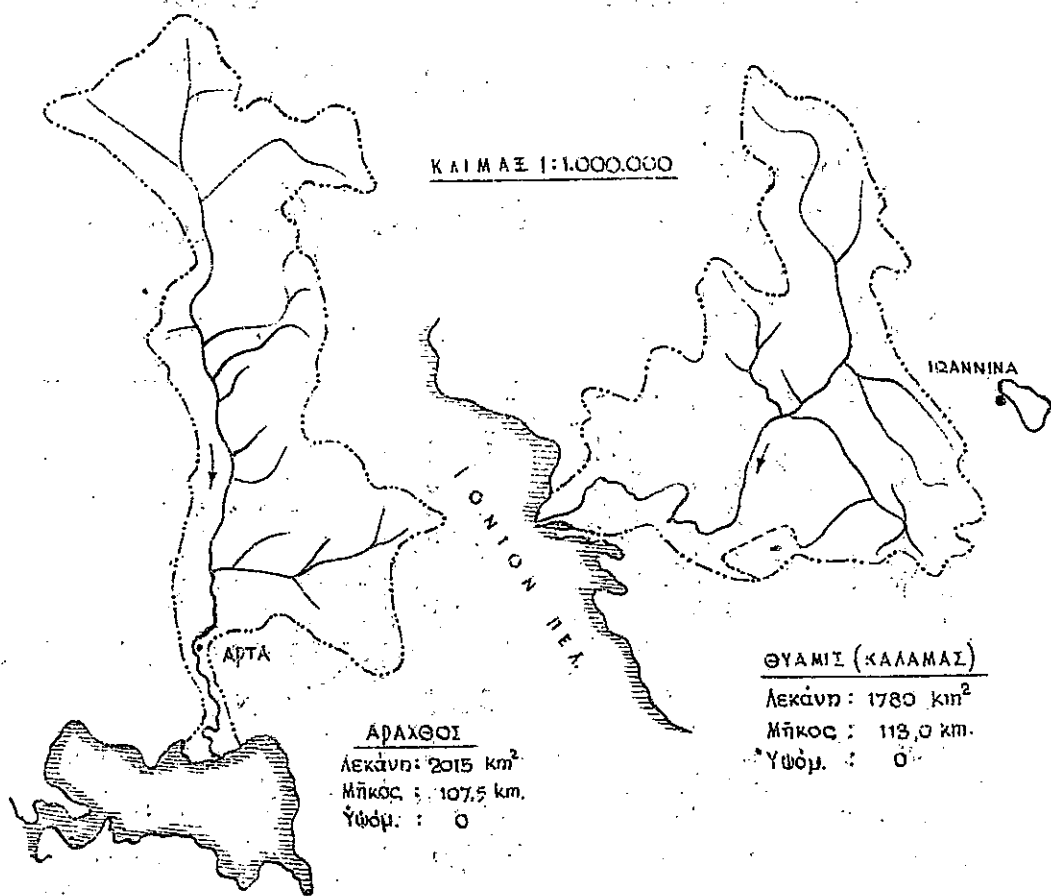
γ) ἡ φυτικὴ κάλυψις τῆς λεκάνης, ἐπηρεάζουσα τὰς ἀνωλείας, τὴν ἀναλογίαν μεταξὺ ὑπογείων καὶ ἐπιφανειακῶν ὑδάτων κ.λ.π. καὶ

δ) ἡ τοπογραφικὴ διαμόρφωσις τῆς λεκάνης καὶ ὅλῃαν τῶν ρευμάτων αὐτῆς, ἄρα καὶ τὸ ἐκῆμα τῆς λεκάνης.

Πράγματι λεκάναι τῆς αὐτῆς ἐπιφανείας μὲ διαφορετικὸν ἐκῆμα ἐν κατῶσει δὲ ἔχουν καὶ διαφορὰς ἀπορροὰς. Εἰς τὸ ἐκῆμα 127 ἐμφαίνονται αἱ λεκάναι τοῦ Ἀράχθου καὶ τοῦ Κολοράδο, τῆς αὐτῆς περιπέου ἐπιφανείας ἀλλὰ διαφορετικῶν ἐκῆματων. Διὰ τὴν αὐτὴν ἔντασιν καὶ διάρκειαν βροχῆς καὶ ὅμοια τὰ λοιπὰ δεδωμένα (εἰς τ' ἀνωτέρω α, β, γ) ἡ εὐρροή τῶν ἐπιφανειακῶν ὑδάτων δὲ εἶναι ἐντονωτέρα (μεγαλύτεραι ἀπορροαί) εἰς τὰς βραχυτέρας λεκάνας δοθέντος ὅτι ἡ ἀπορροή ἐξ ὅλης τῆς ἐπιφανείας συγκεντρῶνται εἰς τὰ ρεῦματι πολὺ συντομώτερον καὶ ἡ εἰς τὰς ἐπιμήκειας.

Ὡς εὐνόητον εἶναι ἡ διαφορὰ αὕτη ἐκμηδενίζεται διὰ βροχὰς σταθε-

ρᾶς ἐντάξεως καὶ διάρκειας μεγαλύτερας τοῦ ὁλικοῦ χρόνου ἀπορροῆς τῶν ἐπιμήκων λεκανῶν.

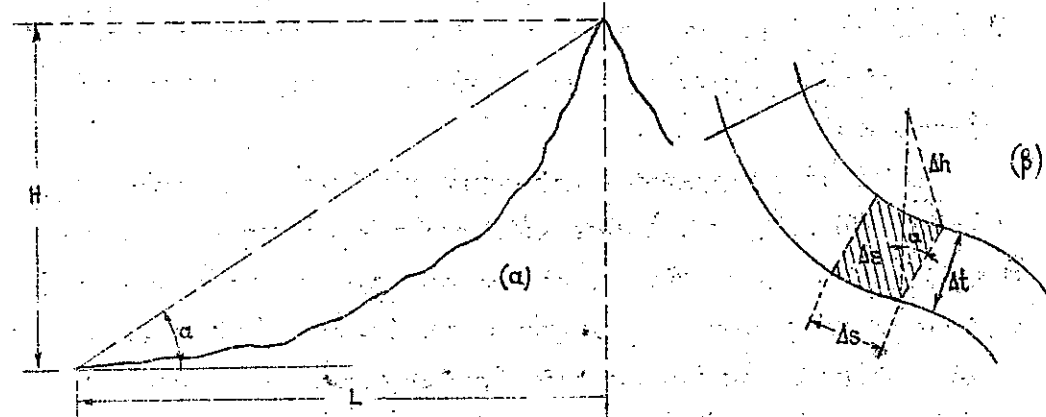


Σχ. 127. Ἐπιμήκης καὶ βραχεία λεκανὴ ἀπορροῆς.

Πλὴν τοῦ ἐκρήματος τῆς λεκάνης ἡ γενικὴ κλίσις τῶν κλιτύων ἐπιρραεῖ, ὁμοίως τὰς ἀπορροὰς, ὁδεύοντας ὅτι εἰς τὰς ἀποτόμους κλιτεῖς ἡ ταχύτης εἶναι μεγαλύτερα καὶ ἡ εὐρηρὴ τῶν ἀπορροῶν ταχύτερα.

Ἡ ἐκτίμησις ὁμοῦς τῆς πραγματικῆς κλίσεως τῶν λεκανῶν πρὸς σύγκρισιν αὐτῶν εἶναι δύσχερης, ὁδεύοντας ὅτι ἡ κλίσις τῶν

κυρίων ρευμάτων εἶναι μεταβλητὴ ἀπὸ τῶν κορυφογραμμῶν μέχρι τῆς ἐκβολῆς αὐτῶν (Σχ. 128α). Οὕτω εἰάν λάβωμεν εἰς ἐκάστην θέσιν τὴν κλίσιν τοῦ ἐδάφους (βλ. σκ. 128β), ἴσων μὲ :



Σχ. 128. Κλίσις τῶν ρευμάτων.

$$εφα = \frac{\Delta h \Delta s}{\Delta \epsilon} = \frac{\Delta t \cdot \Delta s \cdot εφα}{\Delta \epsilon}$$

$$\left(εφα = \frac{\Delta h}{\Delta t} = \frac{\Delta h \Delta s}{\Delta t \cdot \Delta s} = \frac{\Delta h \Delta s}{\Delta \epsilon} = \frac{\Delta t \cdot \Delta s}{\Delta \epsilon} \cdot εφα = \frac{\Delta \epsilon \cdot εφα}{\Delta \epsilon} \right)$$

$$\text{ἔχομεν } εφα = \sum \frac{\Delta \epsilon \cdot εφα}{\Delta \epsilon} = \sum \frac{\Delta t \cdot \Delta s \cdot εφα}{\Delta \epsilon}$$

ἐνθα $\Delta \epsilon = \Delta s \Delta t$ προβολαὶ στοιχείων ἐπιφανείας τοῦ ἐδάφους καὶ

$$εφα = \sum \frac{\Delta s \cdot \Delta h}{\Delta \epsilon} = \Delta h \cdot \frac{\sum \Delta s}{\sum \Delta \epsilon}$$

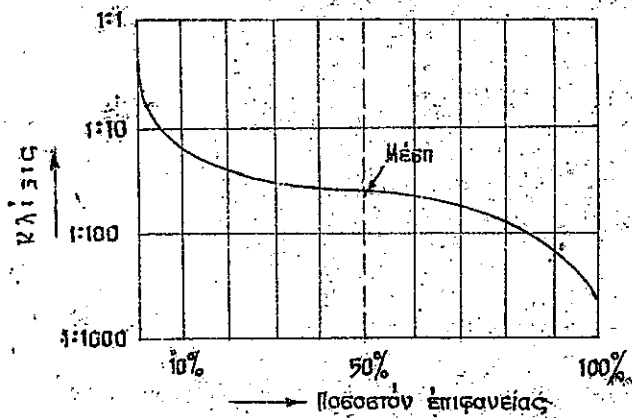
ἰσχυρίζομεν ὅτι Δh , εἰς τὰς ὑψομετρικὰς καμπύλας εἶναι ἐπιθερὰς παράγων, εὐρίσκαμεν τὴν μέσιν κλίσιν:

$$εφα = \Delta h \cdot \frac{\sum \Delta s}{\sum \Delta \epsilon}$$

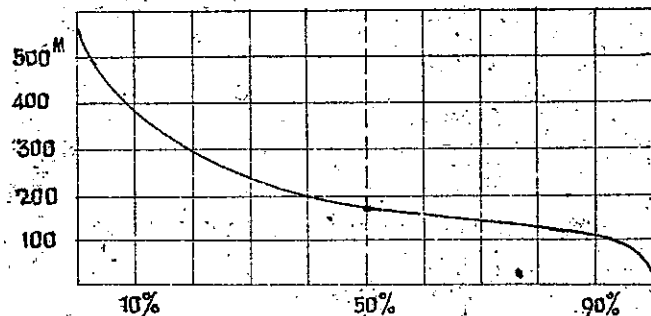
ὅπου Δs καὶ $\Delta \epsilon$ εὐκόλως ὑπολογίζονται γραφικῶς, μὲ μεγάλην βεβαίως καταναλώσιν χρόνου.

Η κλίσις της λεκάνης δύναται να προσδιορισθῇ καὶ δι' ὑποδια-
ρέσεως αὐτῆς διὰ ἰσοῦψων γραμμῶν (λ.χ. ἀνά χιλιόμετρον) καθέτως
περίπου πρὸς τὸ κύριον ρεῦμα, ὅποτε μετᾶται ἢ μεταξὺ αὐτῶν ἑ-
ρτασις καὶ κλίσις τῆς ἐπιφανείας τὰ δὲ ἀποτελέσματα φέρονται εἰς
ἐκατοστιαίας ἀναλογίας ἐπιφανείας) εἰς τὴν καμπύλην τοῦ ἐκῆ-
ματος (129).

Διὰ τὸν πληρέστερον καθορισμὸν τῆς λεκάνης ἀπορροῆς ἐπι-
ζητεῖται ἡ συσχέτισις ἐκατοστιαίας ἀναλογίας ἐπιφανειῶν καὶ ἀ-
πολύτων ὑψομέτρων, οὕτως ὥστε νὰ εἶναι γνωστὴ εἰς ἕκαστον ὑ-
ψόμετρον ἡ ἀναλογοῦσα ἐπιφάνεια τῆς λεκάνης (πίθανότης δασι-
κῆς καλύψεως, μελέτη διανομῆς βροχῆς κ.τ.τ.). Εἰς τὸ ἐκῆμα 130
δίδεται ὁ τρόπος οὗτος ἀναγωγῆς τῶν λεκανῶν.



Σχ. 129. Κλίσις λεκάνης ἐκατοστιαίας ἀ-
ναλογίας ἐκτίσεως αὐτῆς.



Σχ. 130. Ποσοστὸν ἐπιφανείας λεκάνης ἀ-
νω τοῦ ἐνδεικνυομένου ὑψομέτρου.

3. Μορφολογία τῶν ρευμάτων.

Εἰς τὰς ὄρεινὰς, μικρὰς συνήθως, λεκά-
νας ἀπορροῆς με ἀπο-
τόμους κλιτεῖς ἐκπρα-
τίζονται τὰ πρῶτα ρεῦ-
ματα με περισδικὴν πα-
ροχὴν, ὡς ἀμεσον ευνέ-
πειαν τῆς πτώσεως τῶν
βροχῶν ἢ τῆς πίξεως
τῶν χιόνων, καὶ μεγάλην
ταχύτητα, ἅτινα καλοῦ-
μεν **χειμάρρους**.
Λόγω τῶν μεγάλων κλι-
σεων καὶ τῶν ἀποτόμων

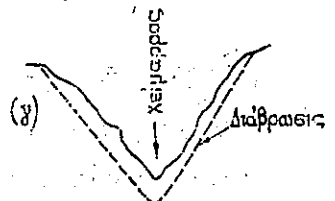
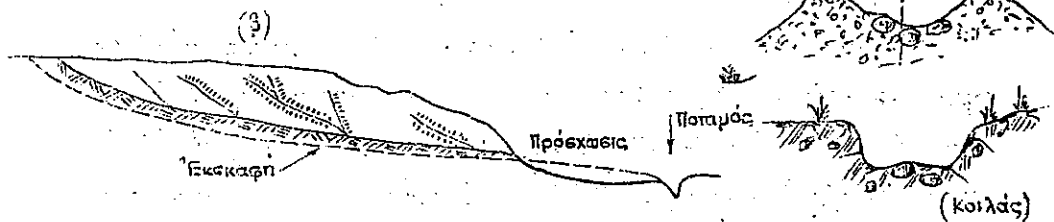
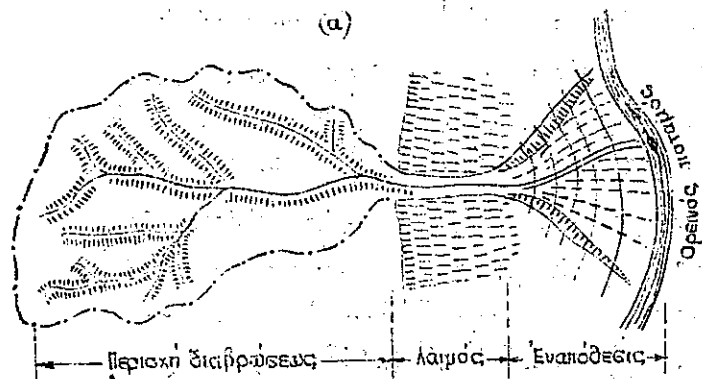
ἀλλαγῶν τῆς παροχῆς αὐτῶν οἱ χειμάρροι μεταφέρουν μέγα φορ-
τίον φερτῶν ὑλικῶν, προκυπτόντων ἀπὸ τὰς διαβρώσεις τοῦ ἐδά-
φους (χημικὰς, βιολογικὰς, μετεωρολογικὰς κ.λ.π.)

Οἱ χειμάρροι εὐθὺς ὡς ἐξέλθουν τῶν φαραγγῶν αὐτῶν, αἰ-
τινες ἐνίοτε ἔκουν ἀρκετὸν μήκος καὶ ἀποτελοῦν τὸν λαιμὸν
αὐτῶν, ἐκκύνονται εἰς ὀμαλωτέρα ἐδάφη, ἐπὶ μεγάλου πλάτους ὁπο-
τε τὰ βῆδος καὶ ἡ ταχύτης αὐτῶν ἐλαττοῦνται σημαντικῶς με ἀ-
μεσον ευνέπειαν τὴν καθίζησιν τῶν φερτῶν ὑλῶν καὶ ἐχηματισμὸν
τῶν **κωνῶν ἐναποθέσεων** ἐφ' ἃν πλανᾶται ὁ χειμάρ-
ρος ὁμοιογενῶν διαφόρους κοίτας ἢ μετατιθεμένος ἀπὸ κοίτης εἰς
κοίτην, ἐκχειλίζων συνήθως καὶ προσκαλῶν κατὰ τὰς καταγι-
δας πλημμύρας τῆς πεδινῆς περιοχῆς.

Εἰς τὸ ἐκῆμα 131 δίδεται ἡ κάτοψις, ἡ μικροτομή καὶ αἱ δια-
τομαὶ χειμάρρου εἰς τὰ βασικώτερα σημεῖα αὐτοῦ, ἐξ ὧν ἐμφαι-
νεται ἡ μεταφορὰ τῶν ἐδαφῶν ἠτις λαμβάνει χώραν ὑπὸ τοῦ ὑ-
δατος ἐκ τῆς λεκάνης συλλογῆς τῶν ὑδάτων εἰς τὸν κῶνον ἐκρί-
ψεως ὅστις συνήθως λαμβάνει κανονικὸν ῥητιόσειδός ἐκῆμα.

Τὰ ὑδάτα τῶν ρευμάτων κατερχόμενα εἰς τὰ **πεδινὰ**
τμήματα με μικροτέραν κλίσειν καὶ μικροτέραν ταχύτητα ὅα εἶχον
μικροτέραν ευστήκην δύναμιν, καὶ μικρότερον φορτίον φερτῶν ὑλῶν
οὐκ ἦττον ὅμως δοθέντος ὅτι πρὸς τὰ κατάντη αὐξάνει ἡ παροχι-
λόγω ευσκεντρώσεως πολλῶν παραποτάμων εἰς τὰς κυρίους ὁμο-
γούς - γίνεται δὲ ἐπὶ πλέον καὶ μόνιμος ἀντίθέτως πρὸς τοὺς χειμάρ-
ρους ὅπου εἶναι κατὰ τὸ μάλλον ἢ ἥττον παροδικῆ - ἢ ὀλικῆ παρο-
χῆ τῶν φερτῶν ὑλῶν καταληκτικῶς αὐξάνει ευνεχῶς πρὸς τὰ κα-
τάντη.

Εἰς τὸ πεδινὸν τμήμα τῶν ποταμῶν, ὅπου οὗτοι ρέουσιν συνή-
θως εἰς τεταρτογενῆ πετρώματα, ἡ ροὴ αὐτῶν προκαλεῖ ευνεχῶς
ὄφσειδεῖς κινήσεις ἀποτέλεσμα τῶν ὁποίων εἶναι ἡ **ματανδρική**
μαρφή αὐτῶν. Ἡ γένεσις τῶν **ματὰ υδρῶν** ὄφειλεται ἀ-



Σχ. 131. Ρατώσις και τομή χειμάρρου (Rehbock) και διατομή χειμάρρου

πορλεστικώς εις την διάβρωσιν των όχθων των ποταμών κατά την οποίαν τά δημιουργούμενα κενά διά της αποχωρήσεως των διαβρωσκομένων υλικών προκαλούν την άπαρχήν των μαιάνδρων, ενώ δια της μεταφοράς και έναποθέσεως αυτών προκαλείται η προς τά κατάντη μετάδοσις των μαιάνδρων.

Η συνεχής μεταβολή των παροχών (βλ. περαιτέρω διατα άπορροών εις υδρογραφήματα) έπομένως της ταχύτητος και της κλίσεως του ρεύματος έπιτείνει τό φαινόμενον της διαβρώσεως και των μαιανδρισμών. Ομοίως η φύσις του υλικού των όχθων, ως είκος, επιδρά άμέσως επί της θέσεως και του μεγέθους των μαιάνδρων.

Έάν παρακολουθήσωμεν εις κατά μήκος τομήν ενός ποταμού τά βαθύτερα σημεία της κοίτης αυτού παρατηρούμεν μίαν κυματοειδή γραμμίν ης παρουσιάζει τά βαθύτερα σημεία αυτής εις τά κοίλα των τόξων και τά άβαθύτερα σημεία εις τά κυρτά σημεία αυτών (βλ. εχήμα 132).

Ούτω αι εκ των διαβρώσεων των όχθων φερται ύλαι μεταφέρονται εχεδόν άμέσως προς τά κατάντη εις την έναντη όχθην και τό ευθύγραμμον τμήμα ένθα καθιζάνον, ένω και μέρος αυτών εύρεται προς τά κατάντη.

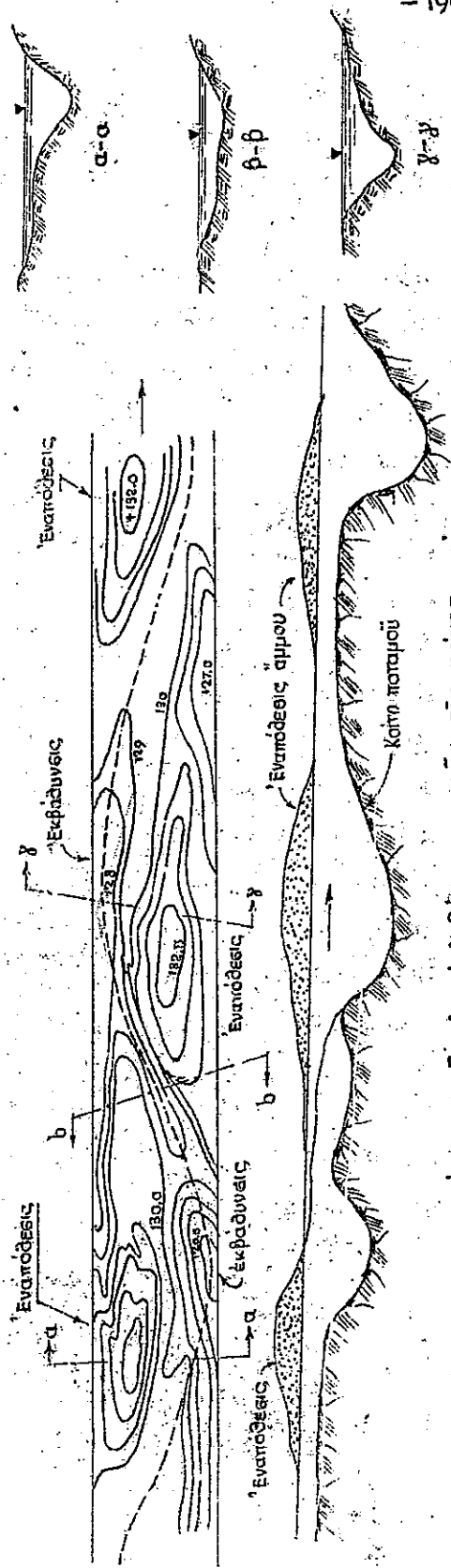
Η καμπυλότης των μαιάνδρων αυξάνει γενικώς έφ' όσον βένομεν προς τά κατάντη ίδια λόγφ αυξήσεως της παροχής. Οί μαιανδρισμοί του ύδατος αυξάνουν επίσης των άλλων συντελεστών παραμενοντων σταθερών - μετά της κλίσεως του ποταμού.

Ούτω εις τό εχήμα 132^α δείκνυνται οι μαιανδροι σχηματιζόμενοι υπό της αυτας κατά τα άλλα συνθήκας εις πεδιάδας με διάφορους κλίσεις : 6, 7,5 και 9‰.

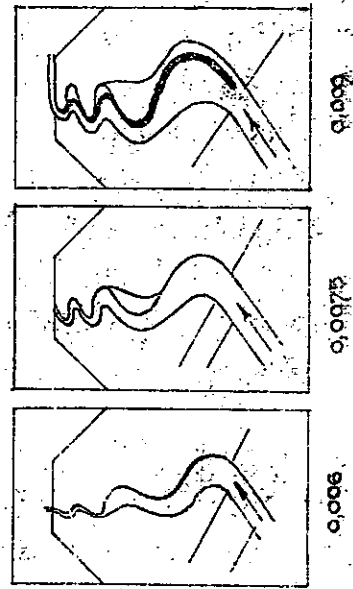
Ένίστε οι μαιάνδροι τείνουσ να γίνουσ τελείως κλειστοί (133^β) όποτε ένσύνται τά άκρα αυτών και σχηματίζονται χωριεταιί λίμναι εχήματος κέρατος (εχήμα 133 γ). Ρατά την διευθέσειν των ποταμών ένίστε αποκόπτομεν τούς μαιάνδρους σχηματίζοντες ήπιωτέραν τούτων μορφήν, μόνον όμως κατόπιν έπισταμένης μελέτης των άπορροών των ύδάτων και φερτών υλών και της έκπονήσεως ειδικών τεχνικών έργων (εχ. 133 δ).

Αι έ κ β σ λ α ι των ποταμών εις μεγαλυτέρους ποταμούς, λίμνας ή θαλάσσιαν παρουσίασούν τά δ έ λ τ α ένθα γίνεται λόγω της έλαττώσεως της ταχύτητος, έναποθέσις των μέχρις εκεί ευρομένων λεπτοκόκκων υλικών και παρουσιάζονται ευχρόνως πολλάι μικραί κοίται (βλ. εχήμα 134^α).

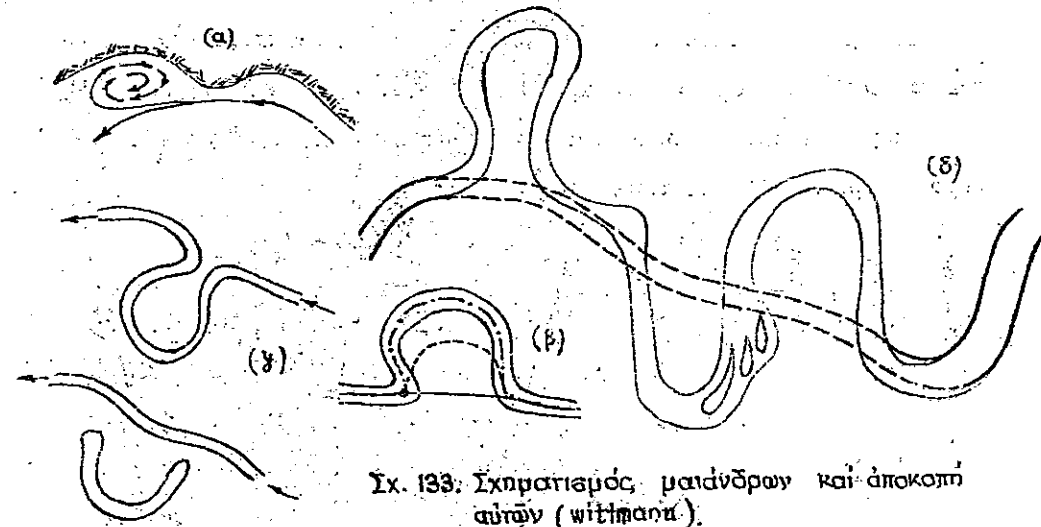
Εις ποταμούς με όλιγας φερτας ύλας η έκβολή λαμβάνει κοανσειδή μορφήν, εις περιπτώσειν δε μεγάλης διακυμάνσεως



Σχ. 132. Μικτοστόμιο ποταμού εις τὰ βαθύτερα σημεῖα τῆς κοίτης καὶ ἀρχὴ ἐκρηγματισμοῦ Μαιάνδρων. (Zrenner).

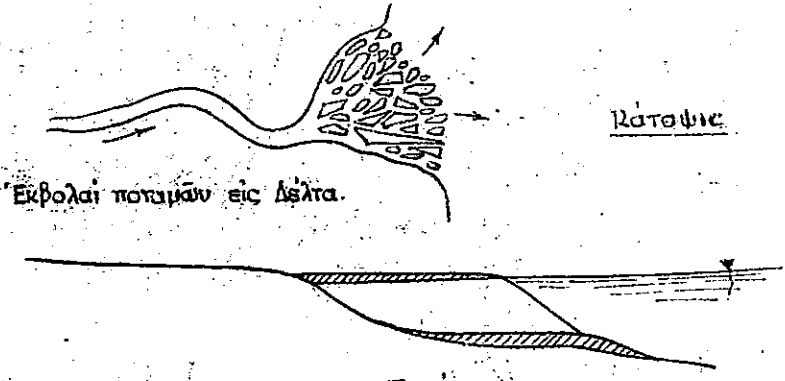


Σχ. 132α. Ἐκρηγματισμοὶ μαιάνδρων με διαφορευτικὰς κλίσεις, πεδιάδας (Ἐπιτροπὴ ποταμοῦ Μισσι-σιππὴ) --

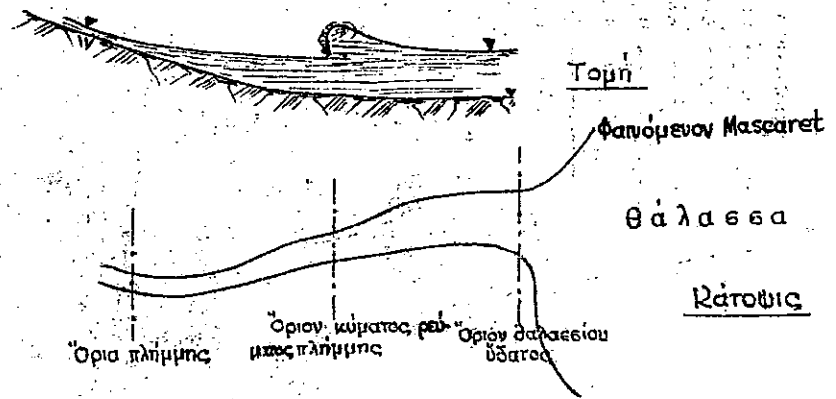


Σχ. 133. Ἐκρηγματισμὸς μαιάνδρων καὶ ἀποκοπὴ αὐτῶν (witmanu).

Oxen horn lake



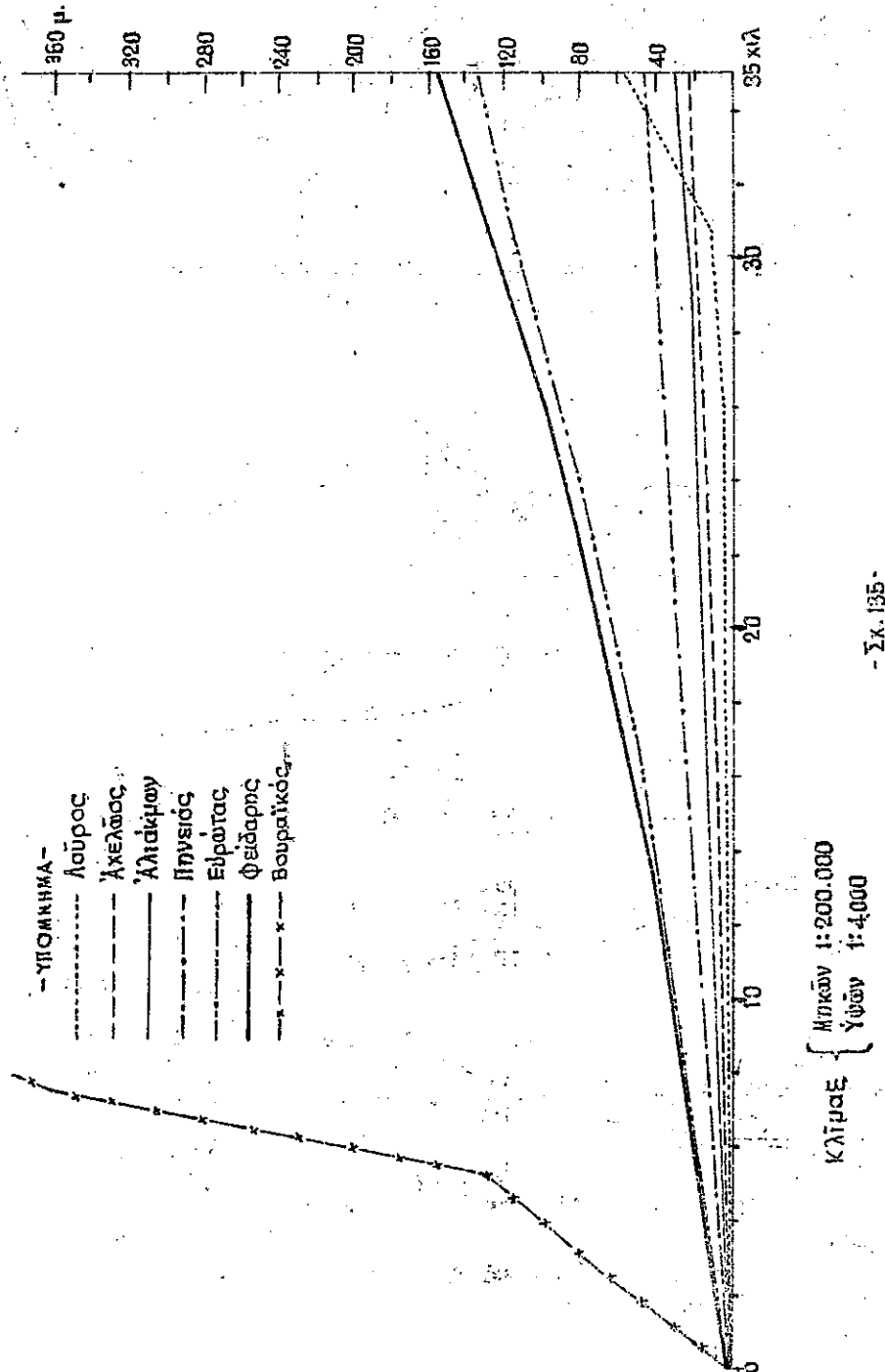
Σχ. 134 α. Ἐκβολαὶ ποταμῶν.



Σχ. 134 β. Λοανσιεῖδης ἐκβολὴ ποταμῶν.

της στάθμης της θαλάσσης το παλιρροιακόν κύμα εισέρχεται έντρος του ποταμού (φαινόμενον Mascaret) ως εμφανίζεται εις τό σχήμα (134 Β).

Είς τό επόμενον σχήμα δίδεται αί μικροτάμει μερικῶν ἐκ τῶν κυριωτέρων ρευμάτων της Ελλάδος (σχ. 135).



- Σχ. 135 -

Β. Μέτρησις τῶν ἀπορροῶν.

Διά τήν καλλιτέραν μελέτην τῶν υδραυλικῶν ἔργων δεόντα ὑπαρῶσιν συνεχεῖς πολυτελεῖς μετρήσεις τῶν ἐπιφανειακῶν ἀπορροῶν καί νά μὴν ἐκτιμῶνται αὐταί ἐκ τῆς βροχῆς διά τῆς ἀφαιρέσεως τῶν ἀπαισιῶν.

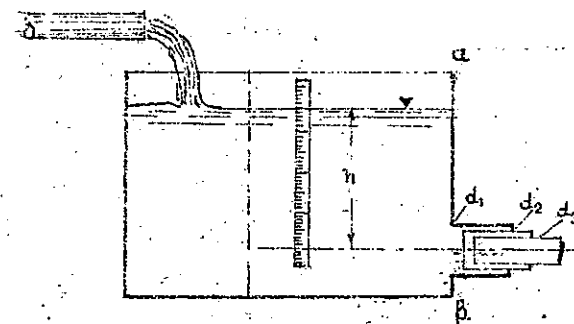
Αἱ μέθοδοι μετρήσεως διακρίνονται εἰς ἀρέεους καί ἐρμέεους.

1. Ἄμεσοι μέθοδοι

1.1. Διά μικράς ποσότητος ὕδατος καί ὅπου ἡ παροχή εἶναι δυνατόν νά συγκεντρωθῇ εἰς μίαν φλέβα ὕδατος μέ ἀρκετήν διαφοράν στάθμης (ὡς λ.χ. εἰς πηγάς ἢ μικρά ρεῦματα μέ ἰκανήν κλίσειν τοῦ ἐδάφους) ἡ μέτρησις δύναται νά γίνῃ ὀγκομετρικῶς, διά καταμετρήσεως τοῦ χρόνου t τοῦ ἀπαιτούμενου διά τήν πλήρωσιν δοχείου γνωστοῦ ὄγκου Ω . Τότε ἡ παροχή εἶναι

$$Q = \Omega : t \quad [m^3 / \delta\lambda\omicron\nu]$$

1.2. Ὑπο παρομοίας τοπογραφικῆς καί υδρολογικῆς συνθήκας ἡ μέτρησις δύναται νά γίνῃ διά ὀρειῶν μετρήσεων. Εἰς τό σχήμα 136 εμφανίζεται δοχεῖον μέ ὅπαιον εὐδα δύναται νά ἐφαρμοῦσονται ἐπιστάμια ὀκταῶρων διαμέτρων ἀνάλογως τῆς παροχῆς.

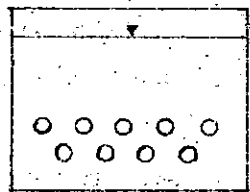


Σχ. 136. Μετρητικόν δοχεῖον μετ' ὀπῆς.

ταί νά ἐφαρμοῦσονται ἐπιστάμια ὀκταῶρων διαμέτρων ἀνάλογως τῆς παροχῆς.

Ἡ παροχή ὑπολογίζεται εὐχερῶς ἐκ τοῦ τιτου $Q = v \cdot f = c \sqrt{2gh} \cdot f$ ἔνθα f ἡ ἐπιφάνεια τῆς ὀπῆς καί h τό ὕψος τῆς

στάθμης του ύδατος άνωθεν του κέντρου της όπης, αναγιγνωσκόμενον εις σταθμημετρικόν πήκυν.



Σχ. 137. Μετρητικόν δοχείον μετά περιεσοτέρων όπών.

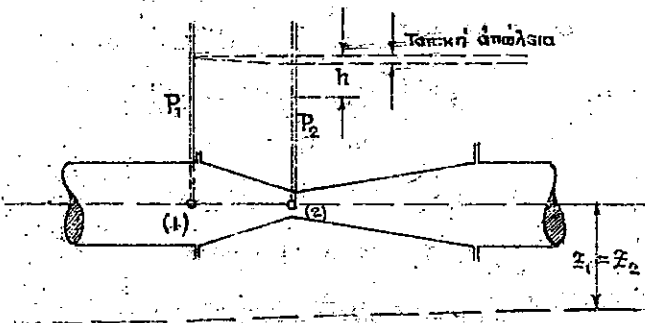
Άντι μίας όπης δύναμεθα εις την πλευράν α-β του δοχείου (Σχ. 136) να έχωμεν μίαν ή περισσότερας εσειράς όπών (βλ. σχήμα 137) ούτως ώστε δι' άνεάξεως μίας ή περισσότερων (των λοιπών φρασσομένων δια πομάτων) να επιτυχάνωμεν σταθεράν στάθμην έντός του δοχείου και να υπολογίζωμεν πάλιν την παροχήν, ως άδραιομα των παροχών των άνοικτών όπών:

$$Q = \sum u_i f_i = \sum c_i \sqrt{2gh_i} \cdot f_i$$

Συνήθως επιδιώκεται τό ύψος h να είναι ίσον προς 26,15 χιλισμέτα, όποτε διά διάφορου μεγέθους όπας D, έχομεν τας παροχάς :

| | |
|----------------|-----------------------------------|
| D = 26,15 χιλ. | Q = 54,72 m ³ /ήμέραν. |
| 13,08 " | 10,88 |
| 6,54 " | 2,82 |
| 3,25 " | 0,78 |

1.3. Διά ύπαρχουσας ίκανήν κλίσειν και σχετικώς μικράς παροχάς είεέτι, δύναμεθα να χρησιμοποιήσωμεν τους σωλήνας Ventouri, εις ους αναγιγνώσκειται ή πίεσις του ύδατος εις τα σημεία ① και ② και εφαρμόζεται ή εξίσωσις του Bernoulli.



Σχ. 138. Μετρητής Ventouri

$$\frac{u_1^2}{2g} + \frac{P_1}{\gamma} = \frac{u_2^2}{2g} + \frac{P_2}{\gamma} \quad (z_1 = z_2) \quad \eta'$$

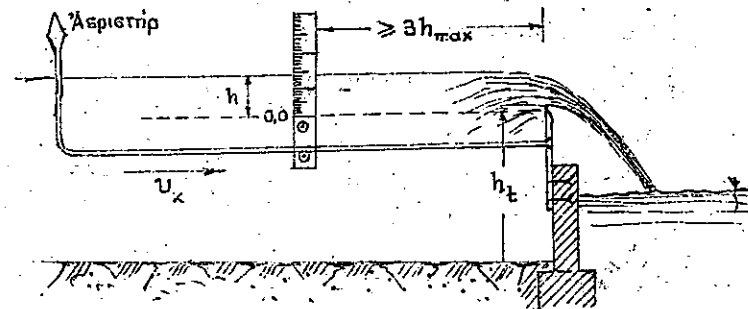
$$\frac{u_1^2 - u_2^2}{2g} = \frac{P_1 - P_2}{\gamma} = h$$

και επειδη $u_1 = \frac{Q}{\pi d_1^2/4}$ και $u_2 = \frac{Q}{\pi d_2^2/4}$ έχομεν $h = \frac{Q^2}{2g\pi^2} \left(\frac{D^4 - d^4}{d^4 D^4} \right)$

ήτοι $Q = \mu \frac{F_1 F_2}{(F_1^2 - F_2^2)^{1/2}} \sqrt{2gh} = k \cdot h$

ήτοι άμεσος προσδιορισμός της παροχής Q εκ του ύψους h.

1.4. Την ευνηδεστέραν, εκ των άμεσων μεθόδων, μέτρησιν της παροχής εις μικρά ρεύματα αποτελεί ή διά των εκχειλιστιών μέθοδος μετρήσεως, κατα ταύτην κατασκευά-



Σχ. 139. Έλεύθερος εκχειλιστής.

ζεται μονίμως (εις μεγαλύτερα ρεύματα) ή τοποθετείται προσωρινώς εις εκχειλιστής ως εμφάνιεται εις τό σχήμα (139) και μετράται τό ύψος του φορτίου h υπεράνω της αίχμηρας ετέψεως του εκχειλιστού. Υπολογίζεται νυν εύχερως ή παροχή δι' ενός εκ των τύπων των εκχειλιστών.

$$Q = c \cdot b \left[(h - h_k)^{3/2} - h_k^{3/2} \right]$$

ένθα b τὸ πλάτος τοῦ ἐκχειλιστοῦ, ἢ τὸ ὕψος φορτίσεως αὐτοῦ καὶ h_k τὸ ὕψος τὸ ἀντιστοιχοῦν εἰς τὴν ταχύτητα προσπελάσεως τοῦ ὕδατος U_k , ἥτοι: $h_k = U_k^2 / 2g$ (βλ. ε.κ. 139).

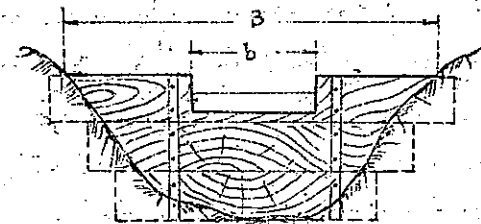
Ὁμοίως δυνάμεθα νὰ χρησιμοποιήσωμεν τὸν τύπον τοῦ Rehbock (βλ. μαθήματα υδραυλικῆς) ἢ τοῦ Bazin:

$$Q = \left(0,405 + \frac{0,003}{h} \right) \left(1 + 0,55 \left(\frac{h}{h+l} \right)^2 \right) b h \sqrt{2gh}$$

Εἰς μονίμους ἐγκαταστάσεις δεόν νὰ ἀκολουθοῦνται τὰ ἀκόλουθα μέτρα:

- α) Τὸ πλάτος τοῦ φρεαγματος νὰ εἶναι ἴσον μὲ τὸ πλάτος τοῦ ρεύματος (οὐδεμίαν συστολή)
- β) ὁ ἐκχειλιστὴς νὰ εἶναι ἐλεύθερος καὶ νὰ κυκλοφορῇ ὁ ἀέρ κατω τῆς υδραυλικῆς ἀκτῆς.
- γ) τὰ τοιχώματα τῆς διαφύρας νὰ εἶναι εὐθύγραμμα καὶ παράλληλα μεταξὺ των.
- δ) ὁ πυθμὴν καὶ αἱ παρειαὶ νὰ ἔχουσιν κατὰ τὸ δυνατόν λείαν παρειάς.
- ε) ἡ στέψις ν' ἀποτελεῖται ἀπὸ αἰχμηρὸν ἄκρον ἐπὶ ἐλάσμα-τος πλάτους 5 κιλ/ετῶν.
- στ) τὸ ὕψος τῆς στέψης ἀνωθεν τοῦ πυθμένου νὰ μὴν ὑπερβαίη τὰ δύο μέτρα.
- ζ) ἡ ταχύτης προσπελάσεως νὰ εἶναι μικρά
- η) ἡ μέτρσις στάθμης νὰ γίνηται ἀκριβῶς καὶ δὴ κατὰ προεγγίειν δι' αἰχμηρῶν ἀκίδων ὡς εἰς τὰ ἐργαστήρια.

Διὰ προχείρους μετρήσεις καὶ διὰ μικρὰ ρεύματα δυνάμεθα νὰ κατασκευάσωμεν προχείρους ἐκχειλιστὰς ἐκ λαμαρίνης ἢ ξυλείας, (βλ. ε.κ. 140) ὑπολογίζομεν δὲ τότε αὐτοὺς ὡς ἐκχειλιστὰς μετὰ συστολῆς, χρησιμοποιοῦντες ἄ.χ. τὸν τύπον τοῦ Hegly:

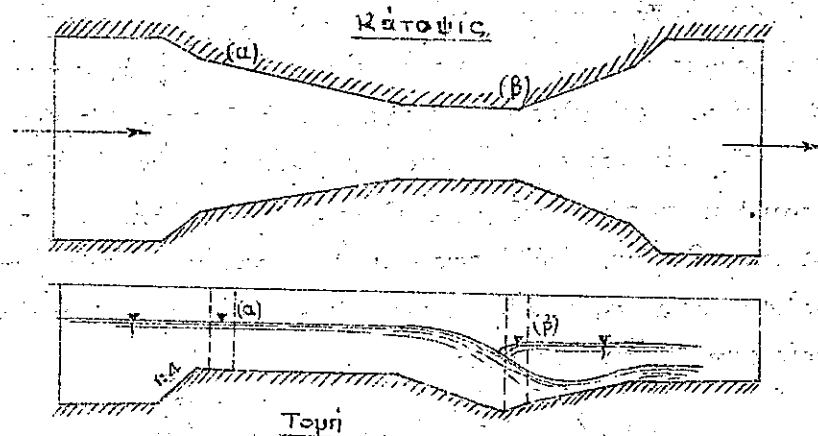


Σχ. 140. Ἐλεύθερος ἐκχειλιστὴς μετὰ συστολῆς

$$Q = m \cdot b \cdot \sqrt{2g} \cdot h^{3/2}$$

$$\text{ένθα } m = \left(0,405 - 0,080 \frac{B-b}{B} + \frac{0,0027}{h} \right) \left[1 + 0,55 \left(\frac{B}{B-h} \right)^2 \right]$$

1.5. Εἰς περιπτώσειν καθ' ἣν δὲν ὑπάρχει ἰκανὴ κλίσις τοῦ ἀγωγοῦ καὶ ἡ φύσις τοῦ ὕδατος δὲν ἐπιτρέπει μικρὰς ταχύτητας λόγω ἐνδεχομένης ἀνεπιθυμητοῦ καθιζήσεως φερτῶν ὑλῶν (ὡς εἰς ἀρδευτικὰς διαφύρας ἢ ἀγωγούς ὑπονόμων), χρησιμοποιοῦνται οἱ ἀγωγοὶ Venturi ἢ τάρσοι Parshall, ἀναπτυχθεῖσαι προσφάτως. Οἱ ἀγωγοὶ οὗτοι εἶναι ἀνοικτοί, ἐλεύθερας ροῆς παρουσιάζουσιν δὲ ἐτένωσιν ἐν κατάσει καὶ μηκοτομῇ, ἣ δὲ παροχὴ μετρεῖται ἀπ' ἐξ-



Σχ. 140^α Τάρσος Parshall

θείας διὰ τῆς διαφορᾶς τῶν στάθμῶν πρὸ καὶ μετὰ τὴν ἐτένωσιν (βλ. ε.κ. 140α). Εἰς τὰ φρεαγμὰ α καὶ β τοποθετοῦνται σταθμομέτρα

καί η διαφορά τῶν ἐνδείξεων αὐτῶν ἀναχινωασκομένη ἐπὶ εὐός αὐτογράφου ἐταθμημέτρου ἀπ' εὐθείας δίδει, τῇ μεσολαβήσει πινάκων, τὴν παροχὴν. Εἶναι εὐνόητον ὅτι ἡ θεωρητικὴ μελέτη τῶν πειραμάτων τούτων εἶναι δυσχερής, ἀνάγεται δὲ πάντοτε ἡ χρησιμοποίησις των εἰς ἐφαρμογὴν γνωστῶν διαστάσεων ἐκ πειραματικῶν ἐρωτημάτων.

2^{ον} Ἐμμέσοι μέθοδοι

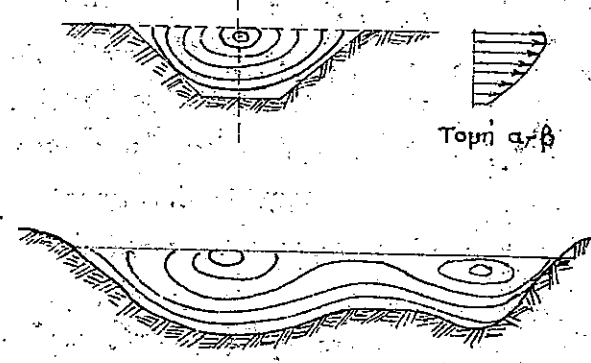
Ὅπου δὲν εἶναι δυνατόν νὰ μετρηθῇ ἀπ' εὐθείας ἡ παροχὴ τοῦ ὕδατος (μέθοδοι 1.1, 1.2, 1.3, 1.4) ἴδιόν ὅταν τὸ μέγεθος αὐτῆς εἶναι μεγάλο ἢ δυσχερής, ἢ συγκέντρωσις αὐτῆς εἰς περιορισμένα σημεῖα, χρησιμοποιοῦμεν τὰς ἐμμέσους μεθόδους.

2.1. Ἡ χημικὴ μέθοδος χρησιμοποιεῖται μόνον εἰς χειμάρρους με λίαν ἀνώμαλον κοίτην. Κατὰ τὴν μέθοδον αὐτὴν συγκεντρῶνται ἡ ὅλη παροχὴ εἰς ἓνα σημεῖον (ἀλλοκά λ.χ. ἐντὸς τοῦ χειμάρρου) καὶ προστίθεται συνεχῶς εἰς τὸ ὕδωρ γνωστὴ ἰσχυρὰ διάλυσις ἀλατος τίνος μετὰ σ τ α θ ε ρ ᾱ ς παροχῆς q (συνήθως γραμμάρια τινα ἀνά ὄλον), εἰς ἱκανὴν δὲ ἀπόστασιν πρὸς τὰ κατόντα (μετὰ πλήρη ἀνάμιξιν τῆς διαλύσεως εἰς ὄλον τοῦ ὄγκου τοῦ πρὸς μέτρησιν ὕδατος) ἀνιχνεύεται ἡ ἐν τῷ ὕδατι ἀνευρεσκόμενη ποσότης τοῦ προστεθέντος ἀλατος. Ἐὰν Δ ἡ πυκνότης τῆς προστιθεμένης διαλύσεως καὶ δ ἡ πυκνότης αὐτῆς μετὰ τὴν διάλυσιν τῆς εἰς τὸ ρεῖον ὕδωρ τότε ἡ παροχὴ τοῦ ρεύματος Q εὐρίσκειται ἐκ τῆς σχέσεως:

$$q \cdot \Delta = (Q + q) \cdot \delta \quad \text{ἢτοι} \quad Q = q \left(\frac{\Delta}{\delta} - 1 \right)$$

Εἶναι προφανές ὅτι ἡ ἀνιχνεύσις τοῦ ἀλατος δεῖν νὰ γίνεται μετ' ἐξαιρετικῆς ἀκριβείας καὶ ὅτι παρ' ὅλα ταῦτα ἡ μέθοδος δύναται νὰ ὀδηγήσῃ εἰς ἱκανὸν ἐφάλμα.

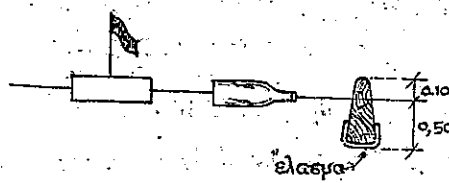
2.2. Ἡ Μέτρσις τῆς ταχύτητος, τοῦ ὕδατος, ἀποτελεῖ τὴν ἀσφαλεστέραν μέθοδον μετρήσεως, τῆς παροχῆς, δεδέντος ὅτι γνωστῆς οὖσης τῆς ταχύτητος καὶ τῆς διατομῆς εὐρίσκειται ἡ παροχὴ. Ὡς ἔχει ὁμως πιστοποιηθῆναι ἐκ παρατηρήσεων ἡ ταχύτης εἰς κανονικοὺς ἀγωγούς δὲν εἶναι ὁμοιόμορφος ἀλλὰ μεταβάλλεται εἰς τὰ διὰφορα σημεῖα τῶν ἀγωγῶν ἐλαττωμένῃ πρὸς τὰς παρειάς καὶ αὐξανομένη πρὸς τὸ κέντρον καὶ ἐμφανίζουσα τὴν μεγίστην αὐτῆς τιμὴν συνήθως ὀλίγον κατωθεὺ τῆς ἐπιφανείας εἰς τὸ κέντρον. Ἐπι μεγαλύτερα παρουσιασθετα ἡ ἀνομοιομορφία εἰς ἀκανονιστοὺς ἀγωγούς, ὅπως εἶναι αἱ κοίται τῶν περισσότερων φυσικῶν ρευμάτων.



Σχ. 141. Διανομή ταχυτήτων εἰς ἀνοικτούς ἀγωγούς.

Ἐν τῷ αὐτῷ περιπτώσει διὰ τὴν ἀκριβῆ καταμέτρησιν τῆς παροχῆς δεῖν νὰ προσδιορίζεται ἡ ταχύτης εἰς περισσότερα σημεῖα, καὶ νὰ καράσσονται αἱ ἰσοταχεῖς καμπύλαι (βλ. σχ. 141), καὶ ἐξ αὐτῶν νὰ ὑπολογίζεται ἡ παροχὴ.

Διὰ λίαν προχειροῦς καταμετρήσεις μετράται ἡ ἐπιφανειακὴ ταχύτης δι' ἀπλῶν πλωτήρων (βλ. σχ. 142) καὶ ὑπολογίζεται ἡ μέση ταχύτης ἐμπειρικῶς καὶ κατὰ προσέγγισιν, διὰ τοῦ τύπου τοῦ Hoyt:



Σχ. 142. Τύποι πλωτήρων.

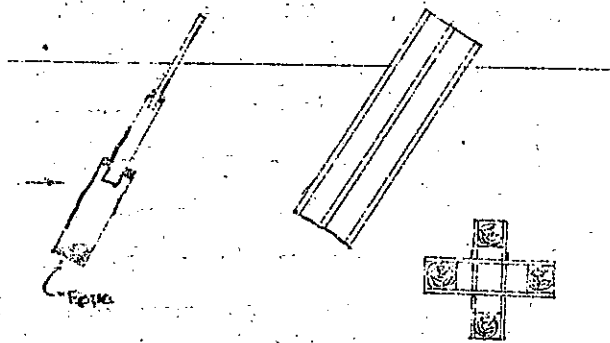
$$U_{\text{μέσ}} = U_{\text{επιφ}} \left(0.79 + \frac{2.80}{\text{πλάτος} + 8} \right)$$

Τότε η παροχή είναι:

$$Q = v_{μέσ} \cdot F$$

ένθα F η διατομή του ρεύματος.

Ενίοτε οι πλωτήρες είναι κατά μέγα μέρος βυθισμένοι, εν τῇ προσπαθεία, όπως ἡ ὑπ' αὐτῶν λαμβανομένη ταχύτης ἀντιστοιχῆ ἀπ' εὐθείας, εἰς τὴν μέσην ταχύτητα τοῦ ρεύματος (βλ. Σχ. 143).
Επὶ τούτων ὁμως ὄθεν ὑπάρχει ἔνδειξις τῆς ἀκρίβειας μέχρι τοῦδε.



Σχ. 143 Ράβδοι- πλωτήρες.

Τὸ μέγα μειονέκτημα τῶν πλωτήρων γενικῶς εἶναι ὅτι οὗτοι λαμβάνουν διαφόρους τροχιάς ἐν κατ' ὄψει ἐντός τοῦ ρεύματος καὶ ἐπαμένως ἀπὸ στιγμῆς εἰς στιγμήν εὐρίσκονται ἐπὶ ὑδατίνων τροχιῶν ἔκουσῶν τε

λείως διαφορῶν ταχύτητα καὶ ἡ ἀκρίβεια αὐτῶν - ἔστω καὶ διὰ τὴν μέτρησιν ἐπιφανειακῆς ἢ μέσης ταχύτητος - εἶναι ἐλαχίστη. Συνήθως φέρονται καὶ ἐπικολλῶνται εἰς τὰς ὀχθὰς.

Διὰ τὴν ἀκριβεστέραν μέτρησιν τῆς ταχύτητος, κρησιμοποιοῦμεν ὄργανα ἃτινα λαμβάνουν γεωμετρικῶς καθαρὴν σταθερὰν θέσιν ἐντός τῆς διατομῆς καὶ μᾶς δίδουν ἀκριβῆ τμήν τῆς ταχύτητος εἰς τὴν θέσιν ταύτην.

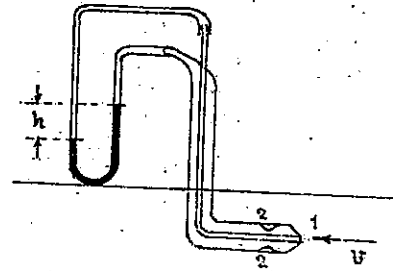
Τοιοιούτοιας διὰ μετρήσεων εἰς διαφόρους θέσεις χαρακτηροῦμεν τὰς ἰσοταχεῖς καμπύλας, συμφώνως πρὸς τὸ ἐκπῆμα (14.1) καὶ ὑπολογίζομεν τὴν παροχὴν.

Εἰς περίπτωσιν ἄλλων μικρῶν διατομῶν (περιωρισμένοι ἀρδευτικοὶ αὐλάκες) κρησιμοποιοῦμεν πρὸς τοῦτα τοὺς σωλήνας Prandtl (βλ. ἐκ. 144) ὅπου ἡ διαφορὰ τῶν σταθμῶν ἢ τοῦ μανομέτρου μετρεῖ

τὴν διαφορὰν τῶν πιέσεων εἰς τὰ σημεῖα 1 καὶ 2 ἦτοι:

$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{v^2}{2g} - \frac{P_2}{\gamma} = \frac{v^2}{2g} \quad (\text{δοθέντος, ὅτι } P_1 = P_2)$$

καὶ δίδει τὴν ταχύτητα $v = \sqrt{2gh}$.



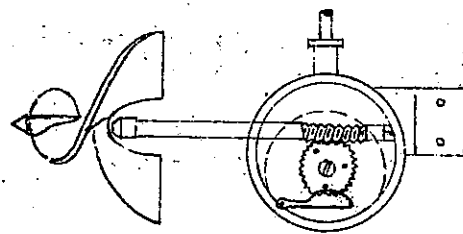
Σχ. 144 Σωλήν Prandtl

Τὸ βασικὸν ὄργανο καὶ ἐκεῖδὸν ἀποκλειστικὸν ὄργανον μετρήσεως τῶν παροχῶν ἀποτελοῦν ἐπίμερον οἱ **μυλίεκοι**.

Κύριον χαρακτηριστικὸν τμήμα αὐτῶν ἀποτελοῦν τὰ πτερυγία, ἃτινα διὰ τοῦ ρέουστος δι' αὐτῶν ὕδατος περιστρέφονται μεταδίδοντα τὴν κίνησιν αὐτῶν εἰς στέλεχος

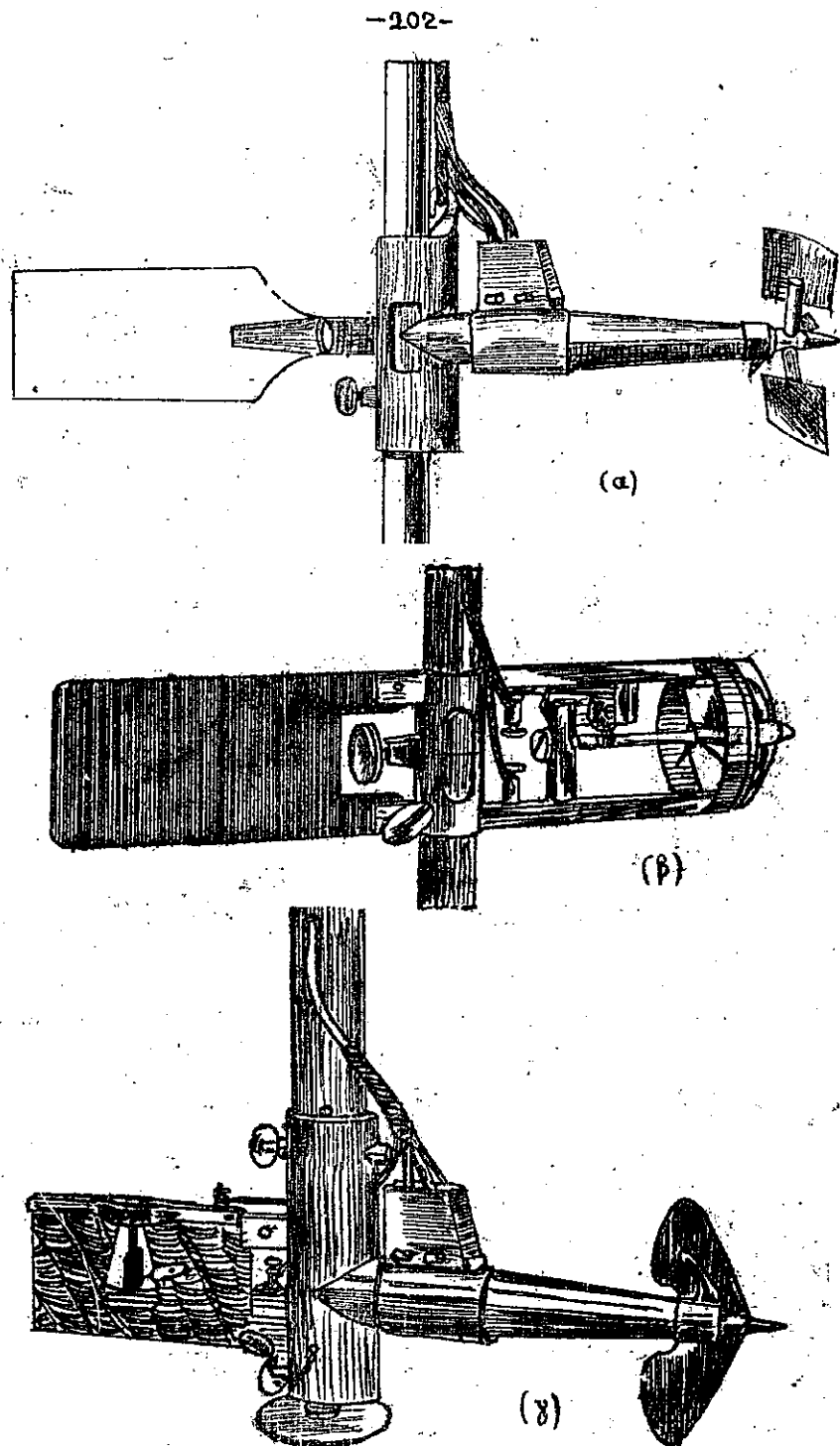
μέ ἀτέρμονα ἑλίκωσιν, δι' ἧς περιστρέφεται εἰς ὀδοντωτὸς τροχός. Ὁ ἀριθμὸς τῶν στροφῶν τῶν πτερυγίων (ἢ τοῦ τροχοῦ) μεταδίδεται διὰ καλωδίων (μέσῃ ευσσωρευτοῦ) εἰς κωδωνίσκον ἠχοῦντα δι' ἑκάστην στροφὴν.

Ἐκ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν κωδωνισμῶν, - ἐμμέσως τῶν στροφῶν τῶν πτερυγίων, - ὑπολογίζεται ἡ ταχύτης τοῦ ὕδατος. Τὰ ὄργανα ταῦτα ρυθμίζονται εἰς ἐργαστήριον (τοποθετούμενα εἰς ἠλεκτρικὸν εὐρῶν ἑλκοντα ταῦτα μέ σταθερὰν ταχύτητα ἐντός ἀκίνητου ὕδατος) καὶ δίδεται ἡ καμπύλη τῆς συναρτήσεως στροφῶν καὶ ταχύτητος.



Σχ. 145 Γενικὴ διάταξις μυλίεκου.

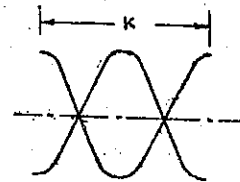
Αἱ τρεῖς κυριώτεροι μορφῆς τῶν πτερυγίων δίδονται εἰς τὸ ἐκπῆμα 145 ὁ τύπος (α) κινεῖται διὰ τριῶν διακεκριμμένων πτερυγίων φερομένων εἰς τὸ ἄκρον στε



Σχ. 146. Τύποι μολίσκων.

λεχών άτινα μεταδίδουσιν την κίνησιν εις τον οδοντωτόν τροχόν. Ο τύπος β αποτελείται από τρία ευνήθως πτερύχια άμέσως κινούντα τον τροχόν και τέλος ο τύπος γ αποτελείται από έλικά ευνδεδεμένην εις τον τροχόν και έκουσαν ώρισμένον βήμα.

Η μέτρησις βασίζεται εις την εξέσωσιν δίδουσαν την ταχύτητα του ύδατος u ως συνάρτησιν του βήματος της έλικος k



και του θεωρητικού αριθμού των στροφών n ; ήτοι

$$u = k \cdot n$$

λόγω άντιστάσεων εις την ροήν του ύδατος και των εκηματιζομένων στροβιλιζομένων ο πρα-

γματικός αριθμός στροφών n είναι μικρότερος του θεωρητικού, δίδονται δε υπό των έρ-

ροστασίων κατόπιν πειραμάτων, σι-πράκτικαί

τύποι των οργάνων τούτων, υπό πολυπλό-

$$u = a + b n$$

κων έυρίσκει τύπων αναγομέικων δι' απλούστευσιν εις την μορφήν

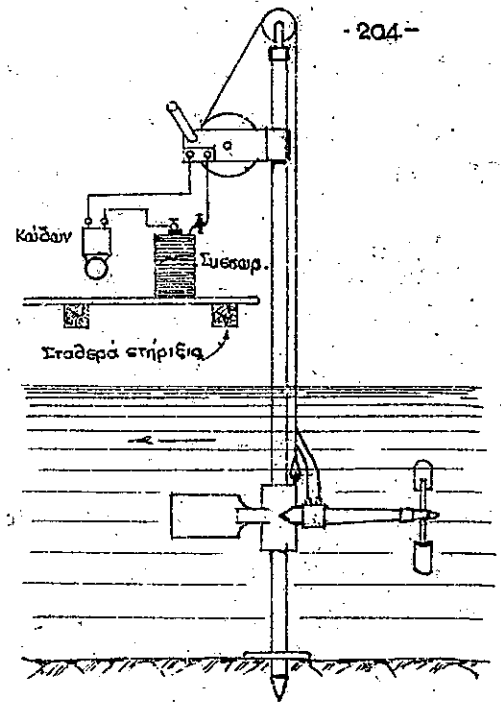
ένθα a, b σταθεραί του οργάνου και n ο αριθμός των στροφών.

Η πρακτική χρησιμοποίησις των μολίσκων έντός του ύδατος γίνεται δια δύο κυρίως μεθόδων ήτοι (α) ή όλιεθαινει ο μολίσκος εις σταθεράν στέλεχος τοποθετούμενον έντός του ρεύματος (είτε στήριζόμενον εις τον πυθμένα δια δίσκου είτε αναρτώμενον εκ εώματος εκτός του ύδατος βλ. λ.χ. σχ. 148) όποτε και

καλείται **ετ ε λ ε χ ο μ ο λ ί σ κ ο ς** ή (β) αναρτάται ο μολίσκος δια εώματος έντός του ρεύματος (σχ. 149) όποτε και κα-

λείται **κ ο λ υ μ β ο μ ο λ ί σ κ ο ς**.

Η έπιτέλεσις της μετρήσεως δια των μολίσκων γίνεται αναλόγως των τοπικών ευνηθικών. Δια μικρά ήρεμα ρεύματα οι μολίσκοι αναρτώνται έξ άγκυρούμενης λέμβου (είτε ως



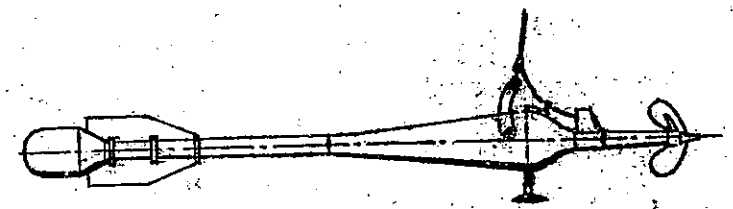
- 204 -

στελεχομυλιέσκοι, εκ. 148
 είτε ως κολυβομυλιέ-
 σκός). Δύναται δέ να
 εξαρτώνται εις τας πλώ-
 ρας ή να στερεοῦνται ἐ-
 νίοτε επί στελέχους εις
 τὴν πρύμνην (εκ. 150).

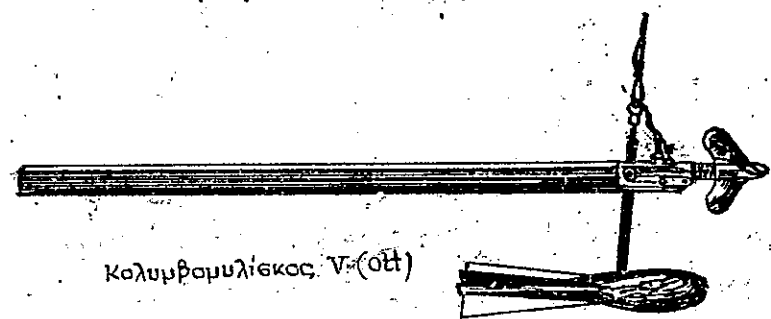
Εἰς περιπτώσειν ὑ-
 παρξέως χειρῶν ἀναρ-
 τῶνται ευνήθως διὰ κα-
 λωδίου ἐκ τῆς χειρῶν.
 οἱ ἀναρτῶμενοι κολυμ-
 βομυλιέσκοι (εκ. 149) φέ-
 ρουσιν βάρος διὰ τὴν
 κατά τὸ δυνατόν κα-

Σκ. 148. Στελεχομυλιέσκος εἰς σταθερὰν στήριξιν.

τακόρυφον βύθισιν αὐτῶν καὶ πτερύγια αἵτε να κατευθύνονται καθέτως πρὸς τὴν ροὴν τοῦ ὕδατος.



Ἀναρτῶμενος κολυβομυλιέσκος 50 κλ/μρον (OH) 044



Κολυβομυλιέσκος V-(OH)

Σκ. 149

κατακόρυφου.

Οὕτω ἡ Βαυαρικὴ ὑδρολογικὴ ὑπηρεσία δίδει τὴν ἐξέειν
 $U_m : U_{max}$ ὡς ἀκολουθῶς, διὰ διαφορῶν ευστάσεως διατομῆς τοῦ
 ρεύματος :

Διὰ τραχεῖς βράχους: 0,40-0,52 Διὰ κλίμακας μόνον 0,62-0,75
 " κλίμακας μέγισταιν: 0,46-0,75 " Ἴλιν καὶ ἄμμον 0,65-0,83
 " " " λίθους: 0,58-0,70 " Ἐὐλο, κοίτασμα, βέση: 0,70-0,92
 ἴται ἡ ἐξέειν αὐξάνει διὰ λείαν διατομὴν (βλ. καὶ Ὑδραυλικὴν: Δια-
 νομὴ ταχυτήτων εἰς λείους καὶ τραχεῖς σωλήνας.

Τὸ ὑδρολογικὸν γραφεῖον Βιέννης ἐξ ἄλλου, ἐκ παρατηρή-
 σεων εἰς διαφορῶν ποταμῶν (Jnū, Rodl, Trautn, Mur, Elbe, Donau)
 εὑρεν τὴν ἀκολουθίαν ταύτην κωμαιομένην ἀπὸ 0,77-1,00 μὲ μέ-
 εην τιμὴν ~ 0,89.

Εἰς Η.Π. τῆς Ἀμερικῆς χρησιμοποιοῦνται διάφοροι μέθοδοι
 πρὸς προσδιορισμὸν τῆς μέσης ταχύτητος εἰς κατακόρυφους δια-
 τομῆς, εὐνοφίζομεναι εἰς τὰ ἀκολουθῶν:

1. Ραμπύλη διανομῆς. Μετροῦνται αἱ ταχύτητες 15 ἐκ. κάτω
 τῆς ἐπιφανείας, καὶ εἶτα ἀνά $\frac{1}{5}$ ἢ $\frac{1}{10}$ τοῦ βάθους λαμβάνον-
 ται σημεῖα μετρήσεως, μὲ τὸ τελευταῖον ὅσον τὸ δυνατόν
 πλησιέστερον εἰς τὸν πυθμένα.
2. Μία μέτρησις. Μετροῦται ἡ ταχύτης εἰς τὰ $\frac{6}{10}$ τοῦ βά-
 θους ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας καὶ θεωρεῖται αὕτη ἡ μέση τα-
 χύτης. Εἰς περιπτώσειν πλημμυρῶν μετροῦται ἡ ταχύτης
 εἰς βάθος 30 ἐκ. καὶ ἐκ ταύτης ὑπολογίζεται ἡ μέση
 ταχύτης διὰ πολλαπλασιασμῶν ἐπὶ 0,85-0,90.
3. Ἐπιφάνεια καὶ πυθμὴν. Ἡ μέση ταχύτης λαμβάνεται ὡς ὁ μέ-
 εος ὅρος τῆς ταχύτητος εἰς βάθος 30 ἐκ. ἀπὸ τῆς ἐπιφα-
 νείας καὶ εἰς ὕψος 30 ἐκ. ἀπὸ τοῦ πυθμένος.
4. Κατακόρυφος ὀλοκλήρωσις. Μετακινεῖται βραδέως ὁ μυ-
 λιέσκος ἀπὸ τὴν ἐπιφανείαν εἰς τὸν πυθμένα, ἐπιτρέφε-

ται εἰς τὴν ἐπιφάνειαν καὶ ἐξάχεται ὁ μέσος ὅρος τῶν ετροφῶν (κωδωνισμῶν) ἄρα καὶ τῆς ταχύτητος.

Ἡ μέθοδος αὕτη εἶναι ἱκανοποιητικὴ διὰ τὴν περίπτωσιν πλημμυρῶν (ὅπου μεγάλαι ταχύτητες, δὲν ἐπιτρέπουν νὰ μείνῃ σταθερὸς ὁ μυλίκος) καθὰς, καὶ διὰ μετρήσεις ὑπὸ πάγον. Δέον νὰ δίδεται προσοχὴ ὥστε νὰ μὴν ἐπιρραζήταις μετρήσεις ἢ ταχύτης τῆς κατακορύφου μετακινήσεως τοῦ ὄργανου.

5. Δύο μετρήσεις. Ἡ μέση ταχύτης ὑπολογίζεται ὡς ὁ μέσος ὅρος τῶν ταχυτήτων εἰς τὰ $\frac{2}{10}$ καὶ τὰ $\frac{8}{10}$ τοῦ ὅλου βάθους τῆς διατομῆς.

6. Ἡ ὑποεπιφανειακὴ ταχύτης. Μετράται ἡ ταχύτης εἰς βάθος 15-30 ἐκ, ὅπου ὑποτίθεται ὅτι ἔχει αὐτὴν μεγίστην αὐτῆς τιμὴν καὶ πολλαπλασιάζεται ἐπὶ τὸν συντελεστὴν η διὰ τὸν προσδιορισμὸν τῆς μέσης ταχύτητος. Ὁ συν/τής ἔχει τὰς τιμὰς:

- κατὰ τὴν ἀρχὴν ἀνάδου τῆς στάθμης... 0,90
- εἰς πλημμύρας... 0,90-0,95
- εἰς συνήθεις στάθμας... 0,85-0,90

Κατὰ τὴν μέτρησιν τῶν παροχῶν μίας διατομῆς διὰ μυλίκου εἰν προσδιορισμῶν καὶ τὴν κλίσιν τοῦ ρεύματος κατὰ τὸν αὐτὸν χρόνον, δύναμεθα νὰ ὑπολογίσωμεν τὸν συντελεστὴν τριβῆς τοῦ ρεύματος δι' ἑνὸς τῶν γνωστῶν τύπων (Manning ἢ Ganguillet π.χ.).

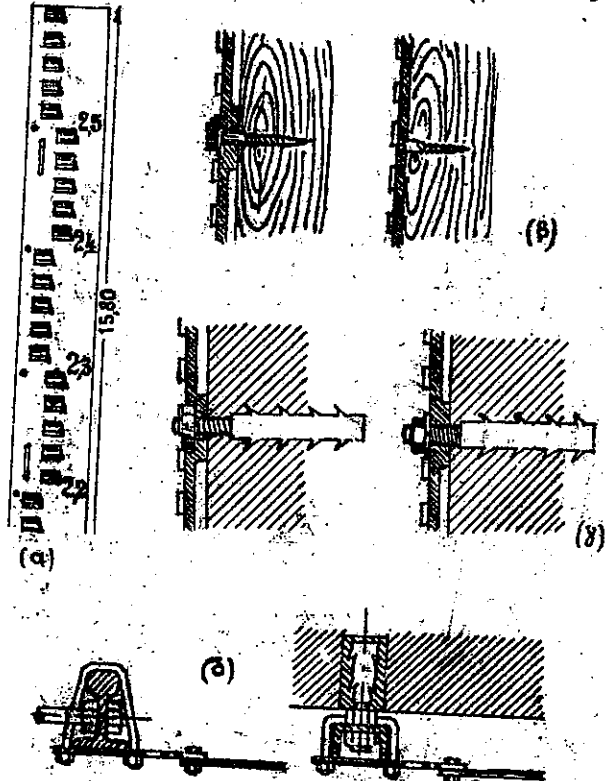
Ὅμοιος, εἰν ἔχωμεν παρὰ τὴν θέσιν μετρήσεως ἕνα σταθμῆμετρον, δύναμεθα νὰ εὐχετείσωμεν τὴν στάθμην καὶ τὴν παροχὴν τοῦ ρεύματος.

γ. Μέτρησις σταθμῶν.

Ἀπλούτεραν μέθοδον μετρήσεως τῆς παροχῆς ἀποτελεῖ ἡ μέτρησις τῆς στάθμης τοῦ ὕδατος καὶ ἡ ἀναγωγή ταύτης εἰς τὴν ἀντίστοι-

κον παροχὴν.

Ἡ μέτρησις γίνεται διὰ σταθμῆμετρων ἀπλῶν αὐτογραφικῶν. Τὰ ἀπλά σταθμῆμετρα ἀποτελοῦνται ἐκ εἰδηρῶν ἢ ξυλίνων πηχέων, (βλ. ε.κ. 156 α) κατὰ προτίμησιν με ἀναχλύσεως ὑποδιαρέσεις καὶ ἀριθμούς, διὰ νὰ μὴ καλύπτανται ὑπὸ τῆς ἰλύος τοῦ ποταμοῦ, στερεομενῶν εἰς ξυλίνας ἢ εἰδηρὰς δοκοὺς ἢ εἰς τοιχώματα ἐκ σκυροδέματος ἢ λιθοδομῆς (βλ. ε.κ. 156 β, γ, δ).



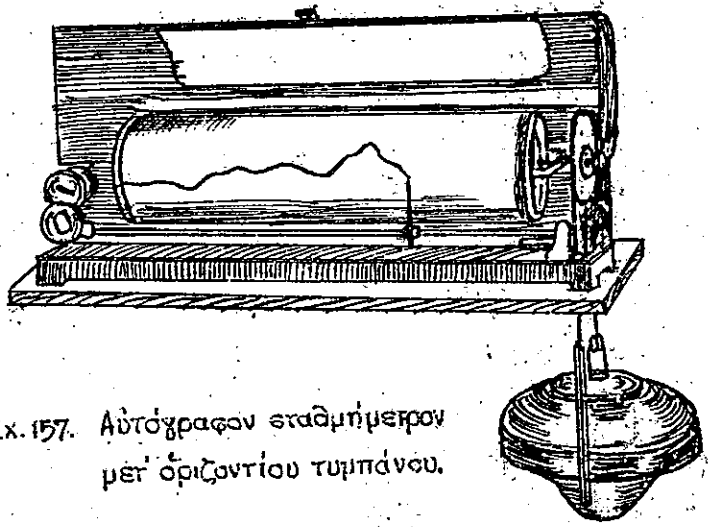
Σκ. 156. Ἀπλά σταθμῆμετρα.

Ἡ ἀνάγνωσις τῶν σταθμῆμετρων (εὐχετεῖζομένου τοῦ μηδενός αὐτοῦ πρὸς ἕνα ἀπόλυτον ὑψόμετρον) δέον νὰ γίνεται εὐχρὰ καὶ νὰ καταβλήται προσοχὴ διὰ τὴν κατὰ τὸ δυνατόν ἀνάγνωσιν τῶν μεγίστων καὶ ἐλαχίστων τιμῶν ἐκάστης ἡμέρας.

Τὰ αὐτογραφικὰ σταθμῆμετρα δὲν ἀπαιτοῦν συνεχῆ παρακολούθησιν ἀλλ' ἀπλῶς τακτικὴν συντήρησιν αὐτῶν, ἀλλαγὴν τοῦ χαρτοῦ καὶ ἀνανέωσιν τῆς μελάνης. Ταῦ-

τα διὰ μικρὰς ἐγκαταστάσεις ἀποτελοῦνται ἀπὸ ὀριζόντιον τῶμπανον περιστρεφόμενον διὰ ἀρολογιακοῦ μηχανισμοῦ ἐνῶ ὁ γραφικὸς δρομέας κινεῖται διὰ τῆς μεταβολῆς τῆς στάθμης τοῦ πλωτήρος (βλ. ε.κ. 157).

Εἰς μεγαλύτερας ἐγκαταστάσεις με μεγάλας διακυμάνσεις τῆς παροχῆς, τὰ ἀντίγραφα σταθμῆμετρα ἔχουεῖν κατακόρυφον



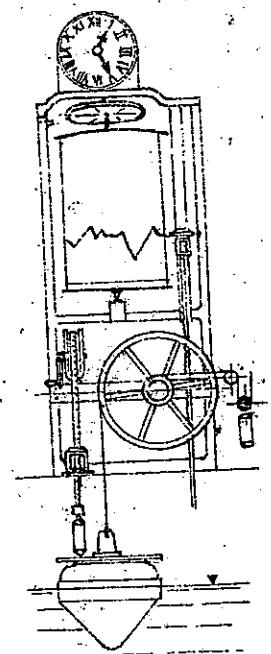
Σχ. 157. Αυτόγραφον σταθμήμετρον μετ' ὀριζοντίου τυμπάνου.

τύμπανον, ἢ κινήσεις δὲ τοῦ πλωτήρος ὑποπολλαπλασιάζονται ἐπραντικῶς διὰ ὀδοντωτῶν τροχῶν καὶ μεταδίδονται δι' ὀδοντατοῦ κατακόρυφου στελέχους εἰς τὴν γραφουσαν ἀκίδα (βλ. ἐκ. 158).

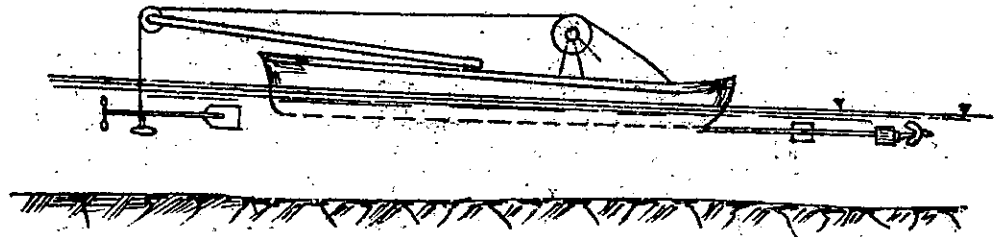
Μεταλλικὴ ταινία μετὰ βάρους τοποθετημένη ἐντὸς τοῦ ὄργανου χρησιμοποιεῖται δι' ἀκριβεστέρας μετρήσεις καὶ τὸν ἔλεγχον τοῦ σταθμημέτρου.

Τὰ σταθμήμετρα τοποθετοῦνται γενικῶς εἰς ὀμαλὰ ἐβδύγραμμα σημεῖα τῶν ρευμάτων, μακρὰν προσκωνουμένων ἢ ἐκκαπτομένων διατομῶν τοῦ ποταμοῦ, ἢ διατομῆ τοῦ ὁποίου ἐλέγχεται ἀπὸ καιροῦ εἰς καιρὸν εἰς τὰ ἐν λόγῳ σημεῖα.

Ἡ τοποθέτησις τῶν σταθμημέτρων γίνεται εἰς τὰ τοιχώματα τῶν παρεῖων τοῦ ρεύματος, ἐὰν ταῦτα εἶναι κατακόρυφα ἢ εἰς τὸ σχῆμα 159 ἐμφαίνεται. Εἰς περιπτώσειν κεκλιμένων παρεῖων, τὰ σταθμήμετρα τοποθετοῦνται εἰς τὸ χεῖλος τοῦ πρηνοῦς, ἐπὶ κα-

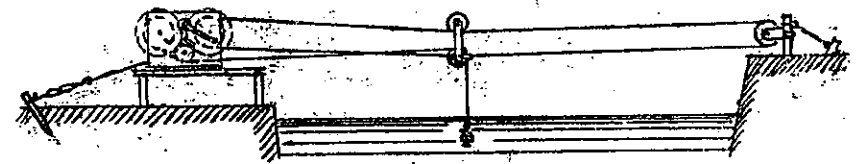


Σχ. 158. Αυτόγραφον σταθμήμετρον μετ' κατακόρυφον τύμπανον.



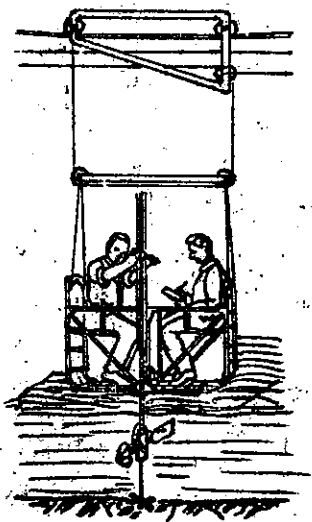
Σχ. 150. Κολυμβομυλῆκος ἐκ λέμβου.

Διὰ ευνήθη ἀνοίγματα ρευμάτων οἱ ἀναρτώμενοι μυλῆκοι κυλίσονται ἐπὶ ὀριζοντίου καλωδίου τεταμένου ὑπεράνω τοῦ ρεύματος καὶ ἀγκυρουμένου εἰς τὰς ὄχθας αὐτοῦ (Σχ. 151). Διὰ πολὺ μεγάλα ἀνοίγματα, τὸ καλώδιον στηρίζεται εἰς τὰς ὄχθας ἐπὶ πύλων, κυλίσεται δὲ ἐπ' αὐτοῦ φορεῖο ἐντὸς τοῦ ὁποίου ἐπιβαίνουν δύο παρατηρηταὶ ἐπιτελοῦντες τὰς μετρήσεις εἴτε διὰ στελεχομυλῆκου (βλ. ἐκ. 152) εἴτε διὰ κολυμβομυλῆκου.

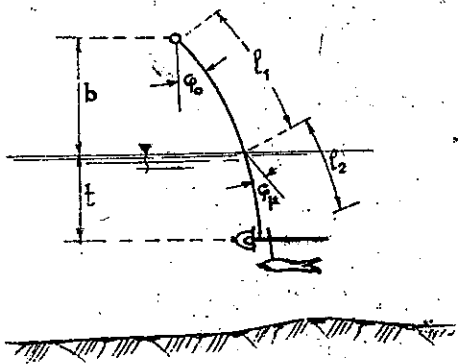


Σχ. 151. Συρματογεραυὸς "Μαρίτζα", διὰ κολυμβομυλῆκου (Α.Ο.Η.).

Εἰς τὴν περίπτωσιν ἀναρτήσεως κολυμβομυλῆσκων πρὸς εὑρεσιν τοῦ πραγματικοῦ βάρους t_1 , εἰς ὃ εὐρίσκεται ὁ μυλῆκος κατὰ τὴν μέτρησιν τῆς ταχύτητος γίνεται διόρθωσις τοῦ μήκους τοῦ καλωδίου διὰ τύπων εἰς οὓς λαμβάνεται ὑπ' ὄψιν ἡ ταχύτης τοῦ ὕδατος τὸ βάρος τοῦ ὄργανου (P) καὶ τοῦ τρέχοντος μέτρου καλωδίου (p) τῶ μήκους τοῦ καλωδίου ὑπεράνω καὶ ἐντὸς τοῦ ὕδατος



Σχ. 152. Στελεχομυλίσκος ἐξ ἀνηρημένου φορείου.



Σχ. 153. Ἐκτροπή μυλίσκου.

αἱ γωνίαι φ_0 καὶ φ_m , ἡ πίεσις w τοῦ ὕδατος ἐπὶ τρέχοντος μέτρου καλαδίου καὶ W_1 ἐπὶ τοῦ ὄργάνου. Οὕτω ὑπολογίζεται τὸ βάθος t τοῦ ὄργάνου ὑπὸ τοῦ τύπου:

ὄργάνου ὑπὸ τοῦ τύπου:

$$t = \frac{l_2 \cdot \text{ευν} \varphi_m}{1 + \frac{1}{24} \frac{(w \cdot \text{ευν} \varphi_m - p \cdot \text{εφ} \varphi_m)^2 \cdot \text{ευν}^4 \varphi_m \cdot l_2^2}{p^2}}$$

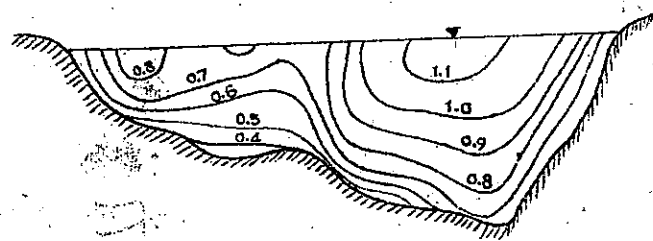
ὅπου ἡ γωνία φ_m ὑπολογίζεται ἐκ τοῦ τύπου:

$$\text{εφ} \varphi_m = \frac{w + \frac{1}{2} w l_2 \text{ευν} \varphi_m}{p + \frac{1}{2} p l_2}$$

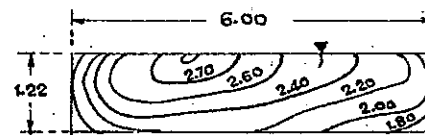
εἰς περίπτωσιν λίαν εὐρέων ρευμάτων ἢ μεγάλου πλάτους τεχνικῶν ἔργων τοποθετοῦνται εὐετοιχίαι μυλίσκων, ὧστε νὰ εἶναι δυνατὴ εἰς περισσότερας κατακορυφους γραμμὰς ἢ εὐχρῶνος μέτρησις τῆς διανομῆς τῆς ταχύτητος.

Ὁ ὑπολογισμὸς νῦν τῆς παροχῆς τῶν ρευμάτων γίνεται διὰ τῆς ἐπιτελέσεως τῆς μετρήσεως τῆς ταχύτη-

τος εἰς περισσότερα σημεῖα τοῦ ρεύματος καὶ τοῦ προσδιορισμοῦ τῶν ἰσοτακῶν καμπύλων. Εἰς τὸ σχῆμα 154, ἐμφαίνεται ἡ κατανομή τῶν ταχυτήτων εἰς φυσικὸν ρεῦμα καὶ εἰς τεχνητὴν διάφυγα.



(α) Διατομή Ρήνου εἰς Koblenz



(β) Διατομή Ευλίης τάρου

Σχ. 154. Διανομὴ ταχυτήτων εἰς φυσικὸν ρεῦμα (α) καὶ εἰς τεχνητὴν τάρου (β)

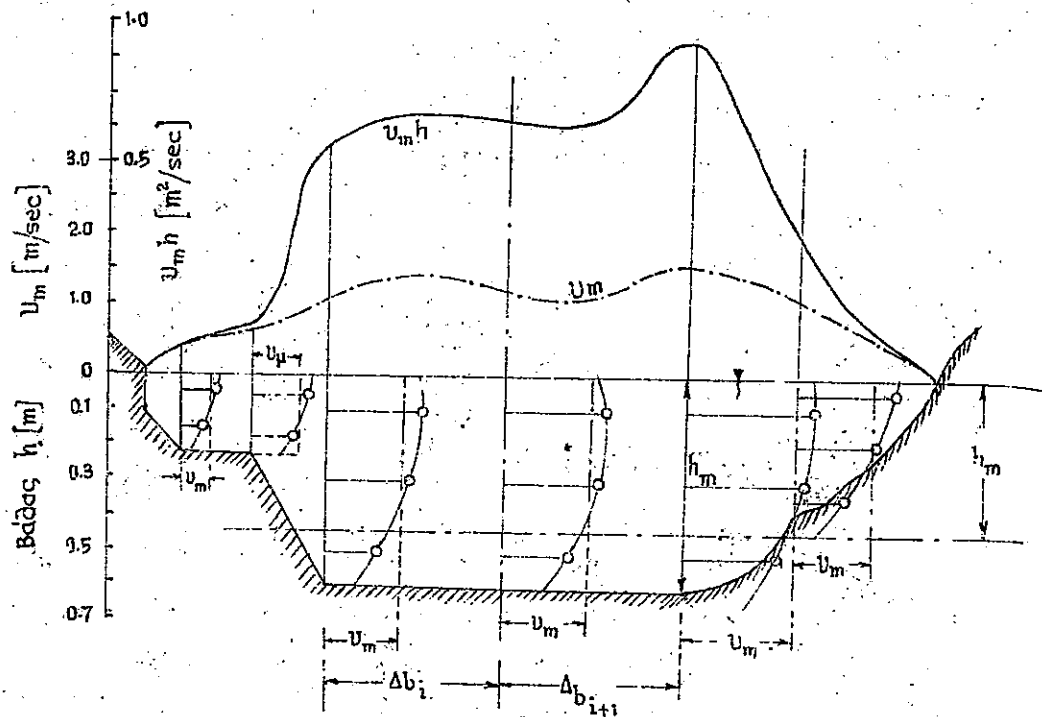
ταὶ ἡ ταχύτης εἰς διάφορα βάθη ἵνα καταρτίσεται τὸ διάγραμμα μεταβολῆς τῆς ταχύτητος ἐξ οὗ ὑπολογίζεται ἡ μέση ταχύτης U_m τῆς κατακορυφου, (βλ. σχ. 155) γνωστοῦ βάθους h (βλ. σχ. 155) τοιουτοτρόπως καρδέσεται ὑπεράνω τῆς σταθμῆς τὸ διάγραμμα τῶν μέσων ταχυτήτων U_m ἐκάστης κατακορυφου, ὡς καὶ τὸ γινόμενον τῆς μέσης ταχύτητος ἐπὶ τὸ βάθος τῆς κατακορυφου ($U_m \cdot h$). Ἐὰν ἤδη ἀδροίσωμεν τὰ γινόμενα $U_m \cdot h \cdot \frac{1}{2} (\Delta b_i + \Delta b_{i+1})$ δι' ἐκάστην κατακορυφον λαμβάνομεν τὴν παροχὴν τοῦ ρεύματος δι' ἕκαστον τμήμα περιλαμβανόμενον μεταξὺ τοῦ μέσου τῶν ἀποστάσεων τριῶν διαδοχικῶν κατακορυφου (ἀπέχοντων μεταξὺ τῶν Δb_i καὶ Δb_{i+1}), προσθέτοντες, δὲ ὅλας τὰς τιμὰς $\frac{1}{2} U_m \cdot h (\Delta b_i + \Delta b_{i+1})$ εὐρίσκομεν τὴν παροχὴν τῆς διατομῆς.

Διὰ τῆς ἐπιτελέσεως μετρήσεων εἰς περισσότερα σημεῖα, γνωστῶν εὐντεταχμένου, καρδέσονται αἱ ἰσοτακεῖς καμπύλαι ἐξ ὧν ὑπο-

λογίζεται ἡ παροχὴ τοῦ ρεύματος.

Ἰσηθῶς ὁμως ὑποδιαιρεῖται τὸ πλάτος τοῦ ρεύματος εἰς τμήματα (κατὰ τὸ δυνατόν ἰσαπέχοντα) καὶ εἰς

ἐκάστην κατακορυφον μετᾶται ἡ ταχύτης εἰς διάφορα βάθη ἵνα καταρτίσεται τὸ διάγραμμα μεταβολῆς τῆς ταχύτητος ἐξ οὗ ὑπολογίζεται ἡ μέση ταχύτης U_m τῆς κατακορυφου, (βλ. σχ. 155) γνωστοῦ βάθους h (βλ. σχ. 155) τοιουτοτρόπως καρδέσεται ὑπεράνω τῆς σταθμῆς τὸ διάγραμμα τῶν μέσων ταχυτήτων U_m ἐκάστης κατακορυφου, ὡς καὶ τὸ γινόμενον τῆς μέσης ταχύτητος ἐπὶ τὸ βάθος τῆς κατακορυφου ($U_m \cdot h$). Ἐὰν ἤδη ἀδροίσωμεν τὰ γινόμενα $U_m \cdot h \cdot \frac{1}{2} (\Delta b_i + \Delta b_{i+1})$ δι' ἐκάστην κατακορυφον λαμβάνομεν τὴν παροχὴν τοῦ ρεύματος δι' ἕκαστον τμήμα περιλαμβανόμενον μεταξὺ τοῦ μέσου τῶν ἀποστάσεων τριῶν διαδοχικῶν κατακορυφου (ἀπέχοντων μεταξὺ τῶν Δb_i καὶ Δb_{i+1}), προσθέτοντες, δὲ ὅλας τὰς τιμὰς $\frac{1}{2} U_m \cdot h (\Delta b_i + \Delta b_{i+1})$ εὐρίσκομεν τὴν παροχὴν τῆς διατομῆς.

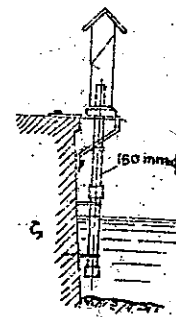


Σχ. 155. Μέτρησις ταχυτήτων και ὑπολογισμός παροχῆς ποταμοῦ.

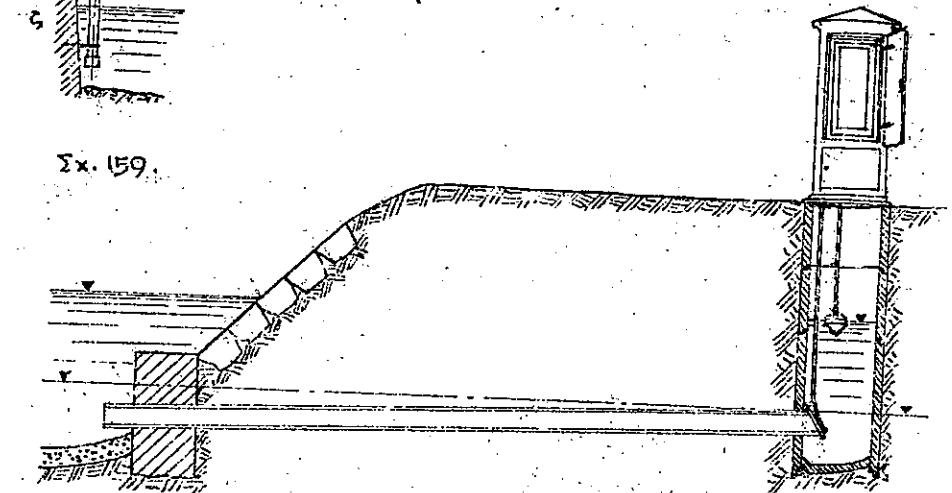
Εἰς τὸ αὐτὸ ἀποτέλεσμα φθάνομεν ὑπολογίζοντες τὸ ἔμβαδὸν τῆς καμπύλης $u_m \cdot h$ ἀνωθεν τῆς ἐπιφανείας τοῦ ρεύματος (βλ. σκ. 155) δι' ἔμβαδομετρήσεως λαμβάνοντες ὑπ' ὄψιν τὰς κλίμακας καὶ τὰς χρησιμοποιηθείσας μονάδας.

Τοιοιουτρόπως τὸ θέμα ἀνάγεται εἰς τὴν εὔρεσιν τῆς διανομῆς τῶν ταχυτήτων εἰς μερικάς, καταλλήλως ἐκλεχσμένας, κατακόρυφους γραμμάς.

Ὡς εἶναι εὐνόητον μεγάλαι προσπάθειαι κατεβλήθησαν διὰ τὴν εὔρεσιν ἐκείνων τῆς μέσης τιμῆς τῆς ταχύτητος εἰς μίαν κατακόρυφον ὡς πρὸς ἓν μέγεθος ταχύτητος εἰς σισνδῆποτε σημείον τῆς κατακόρυφου (βλ. καὶ ἀνωτέρω τύπον Κογιτ σ. 199) ὅποτε αἱ μετρήσεις θὰ περιορίζωνται εἰς μίαν μέτρησιν ἐπὶ ἑκάστης



Σχ. 159.



Σχ. 160.

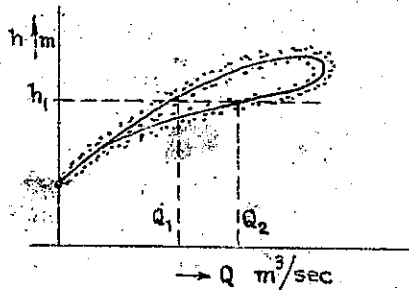
τακορύφου φρέατος ἐπικοινωνοῦντος μετὰ τοῦ ποταμοῦ διὰ σωλήνος οὐτίνος τὸ ἄκρον καμπεταὶ παραλλήλως πρὸς τὴν ροὴν καὶ ὁμορρόπως πρὸς καύτην (βλ. σκ. 160). Εἰς μέγαρα ρεύματα τὸ φρέαρ εἶναι ἐπισκέψιμον.

ὑπολογισμός τῆς παροχῆς ἐκ τῆς στάθμης.

Εἰς τὰς θέσεις μετρήσεως τῆς στάθμης τῶν ρευμάτων ἐπιτελοῦνται ἀπὸ καιροῦ εἰς καιρὸν καὶ μετρήσεις τῆς παροχῆς διὰ μιλίεκου καὶ δὴ διὰ διαφόρους στάθμας. Τοιοιουτρόπως χαράσσεται ἡ «καμπύλη παροχῆς συναρτήσεως στάθμης» διὰ τὴν ὑπ' ὄψιν θέσιν τοῦ ρεύματος.

Κατόπιν ἐπὶ τῇ βάσει τῆς καμπύλης ταύτης δύναμεθα ἀνάπεσαν στιγμὴν νὰ ὑπολογίσωμεν τὴν παροχὴν ἐφ' ἧσον μετροῦμεν τὴν στάθμην δι' ἀπλῆς ἀναγνώσεως τοῦ πήκτους ἢ τοῦ χάρτου τοῦ αὐτογραφικοῦ σταθμημέτρου.

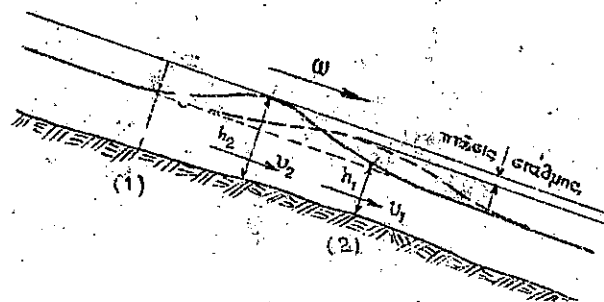
Αἱ «καμπύλαι παροχῆς συναρτήσεως στάθμης» ἔχουσιν εὐνηθαστὴν μορφήν καὶ ἐκείνοτος 161 ἤτοι παρουσιάζουσιν δύο ἐκείνη. Τὸ κάτω παριστᾷ τὴν σχέσιν $Q = f(h)$ κατὰ τὴν ἔλευσιν τῆς πλημμύρας



Σχ. 161. $Q = f(h)$

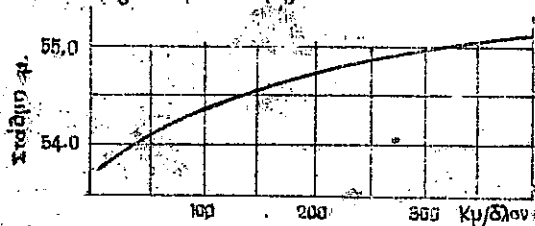
όποτε διά την στάθμην h_1 , η κλίσις β_1 της στάθμης είναι μεγάλη άρα και η παροχή Q_2 είναι μεγάλη. Το άνω εκέλος της καμπύλης του εκήματος 161 παριστά την πάροδον της πλημμύρας, όποτε διά την αυτήν στάθμην h_1 , η κλίσις είναι μικροτέρα άρα και η παροχή $Q_1 < Q_2$ (βλ. εκ. 162).

Τοιουτοτρόπως, βλέπομεν πόσον χρήσιμα είναι τα αυτόματα σταθμήμετρα, διότι διασαφηνίζουν εάν πρόκειται περί έλευσεως ή παρόδου πλημμύρας. Θά ήτο εκόπιμον βεβαίως, αν δυνατόν, εις εκάστην θέσει μετρήσεως να ύπάρχουν δύο, άρκούντως απομακρυσμένα σταθμήμετρα, ώστε να μετράται και η κλίσις των ποταμών και να έλεγχεται ασφαλέστερον η παροχή και δι' αλληλοεξαρτήσεως εκ της καμπύλης των παροχών αλλά και δι' της χρησιμοποίησεως των γνωστών υδραυλικών τύπων.



Σχ. 162. Ρύμα πλημμύρας

Εις τό εκήμα 163 δίδεται η καμπύλη παροχής σταθμης, διά τον ποταμόν Στρυμών (Ρούπελ) κατά την υδρολογικήν υπηρεσίαν του Υπουργ. Άγρω. Έργων.



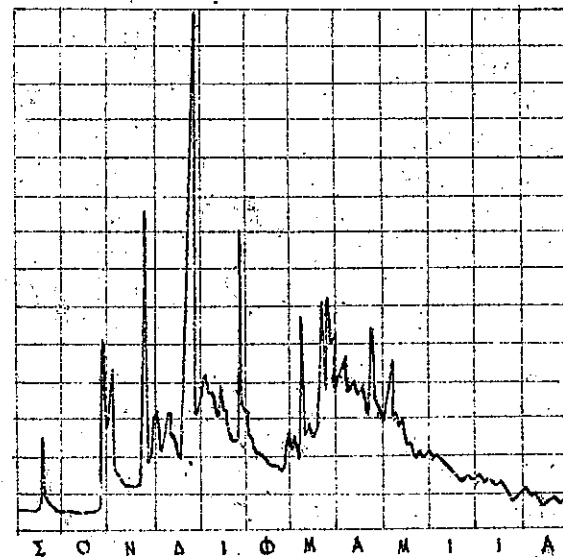
Σχ. 163. Καμπύλη παροχής συναρτήσεως σταθμης εις Στρυμών (Ρούπελ).

Γ. Αποτύψεις και διάιτα άπορροών

1. Αποτύψεις των άπορροών

1.1. Υδρογραφήματα. Δοθέντος ότι κατ' άρχήν η καθημερινή μέτρηση της παροχής δεν είναι έπιτευκτική, η διάιτα ενός ποταμού παρακολουθείται διά της πορείας της στάθμης αυτού.

Εις τό εκήμα 164 εμφανίζεται η μεταβολή της στάθμης του ποταμού Άχελφού παρά τω Κρεμαστά. Έκ του διαγράμματος τούτου και

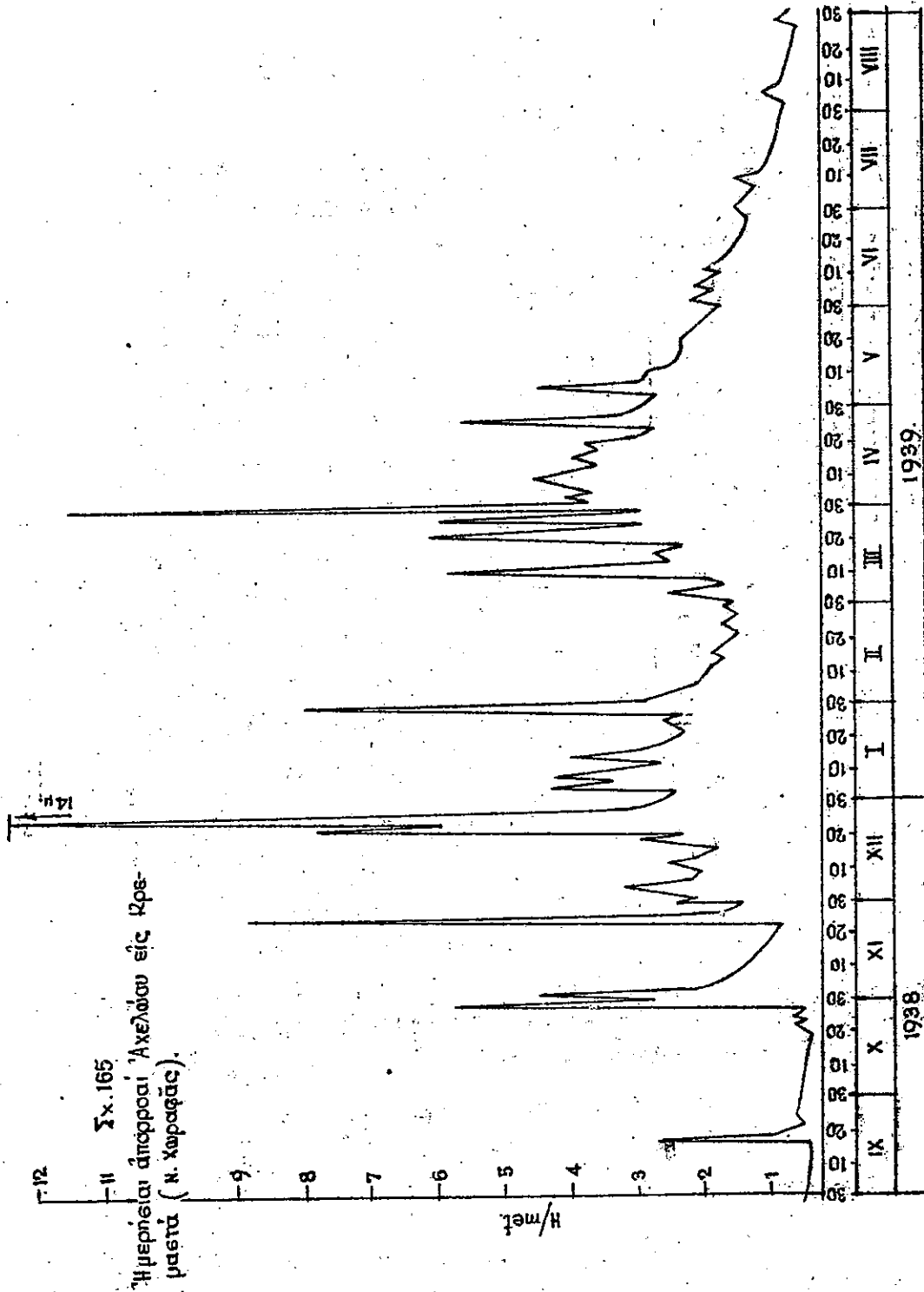


Σχ. 164. Διακύμανσις σταθμης Άχελφού Κρεμαστά (1938-1939).

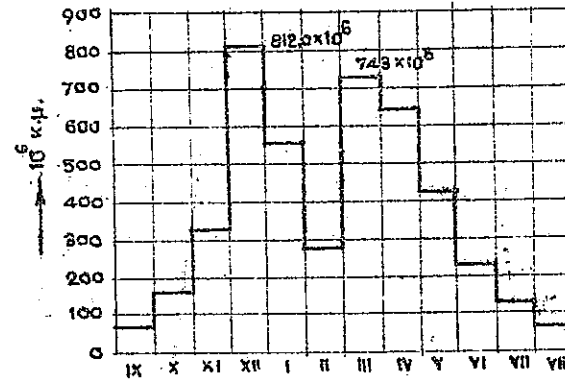
Είναι ευδεχόμενον εις τό υδρογράφημα άρισμέναι τεταχμέναι να έσούται με μηδέν, όταν ξηραίνεται τό ρεύμα κατά τους θερμοίς μήνας (βλ. π.χ. πλείστους Έλληνικούς χειμάρρους, ρέοντες μετά τας βροχάς επί τι διάστημα μόνον).

Έάν ήδη άδρυσώμεν τας ημερησίας παροχάς εκάστου μηνός, και κατασκευάσωμεν τό διάγραμμα των παροχών του ποταμού κατά μήνα λαμβάνομεν τό μ.η.υ.ο. - έτήσιον υδρογράφημα του

της καμπύλης στάθμης-παροχής του αυτού ποταμού δυνάμεθα μετατρέποντες τας σταθμης εις παροχάς να λάβωμεν τό διάγραμμα παροχών του ποταμού δι' εκάστην ήμέραν ήτοι τό ημερήσιον υδρογράφημα του ποταμού εις την υπ' όψιν θέσειν και διά ώρισμένον έτος (βλ. εκήμ. 165 Ημέρ-έτησιον υδρογράφημα Άχελφού).



ποταμού, βλ. εκήμα 166, μηνιαία άπορροαί του ποταμού Άχελώου κατά τό αυτό έτος 1938-1939. Τό σύνολον τής έπταεϊας άπορροής κατά τό έν λόγω έτος και εϊς τήν έν λόγω θέαιν άνήλθεν εϊς 4483,0 έκατομ- μύρια κ.μ.



Σχ. 166. Μηνιαία άπορροαί Άχελώου εϊς Κρεμαστά (1938-1939) έπταεϊας

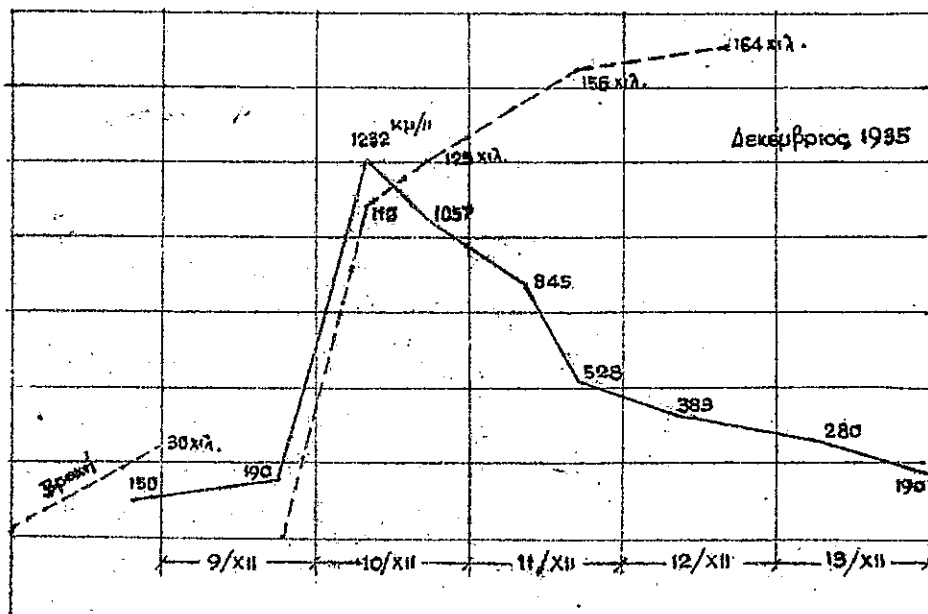
Η κατασκευή του μονοετησίου υδρογραφήματος δέν δύνάται να γίνη έξ άναγκωής των μέσων μηνιαίων σταθμών διότι ως εϊναι εύνόητον ή μέση σταθμη μηνός δέν έπεται ότι μας δίδει ές τό διάγραμμα σταθμής παροχής την αντίστοιχον μέσην παροχήν.

Συχνάκις κατασκευάζομεν τό υδρογράφημα ένός ποταμού διά τήν διάρκειαν μιας μόνον πλημμύρας, προσερχομενης ευηθώς από τήν βροχή ώρων τινων ή έλαχίστων ημερών. Έν τωιαύτη περιπτώσει έχομεν τό άπλούν ή μεμονωμένον υδρογράφημα.

Εϊς τό εκήμα 167 δίδεται τό μοναδιαϊόν υδρογράφημα τής περιφερειακής διάρρυος Θεσσαλονίκης όπερ προσέκυψεν κατά τήν πλημμυράν τής 9-10 Δεκεμβρίου 1935. Εϊς τό διάγραμμα έμφαίνεται και ή πεσούσα κατά τόν αυτόν χρόνον βροχή (Έργοχωρι).

Έν Άμερικη ένχει καθιερωθεϊ από τον Sherman, διά τήν άνάλυσιν των πλημμυρών τό άπλούν υδρογράφημα τό όποϊον άντιστοιχει εϊς βροχήν ίσον μέ τήν μονάδα βροχής και όπερ καλεϊται μοναδιαϊόν υδρογράφημα (unit hydrograph).

Τέλος ευηθώς κατασκευάζομεν τα ύπερτεήεϊα

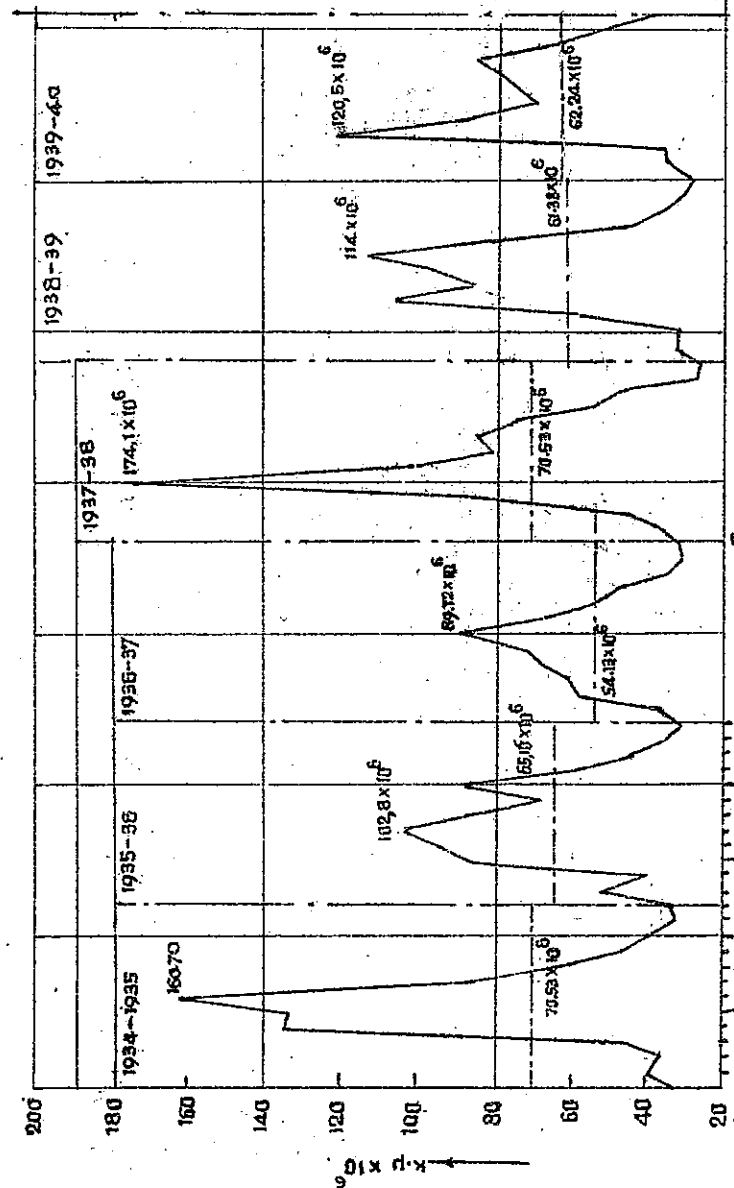


Σχ. 167. Μεμονωμένον υδρογράφημα πλήμμυρα της περιφερειακής διώρυγος κατά Δεκεμ. 1935.

υδρογραφήματα, είτε ταῦτα εἶναι ἡμερησῆσια ἢ μηνιασῆσια καὶ τὰ ὅποια δεικνύουν τὴν πορείαν τῶν υδρογραφημάτων εἰς πλείονα ἔτη καὶ κρησιμεύουν διὰ τὴν ἐξαγωγήν τοῦ μέσου ἔτησιου υδρογραφήματος τῆς θέσεως τοῦ ρεύματος. Εἰς τὸ ἐκῆμα 168 διδονται τὰ μηνιασῆσια υδρογραφήματα τοῦ ποταμοῦ Λαδωνος.

Αἱ διαστάσεις τῶν τεταγμένων τῶν υδρογραφημάτων διδονται ἐνὶ ὄψει εἰς μονάδα ὄγκου ἀνά μονάδα ἐπιφανείας (m³/τετραγ. χιλιόμετρον, λ.χ.) τῆς λεκάνης ἀπορροῆς. Κατὰ τοιοῦτον τρόπον δυνάμεθα νὰ συγκρίνωμεν πλεόν τὰς ἀπορροὰς διαφόρων λεκανῶν μὲ διάφορον ἐπιφάνειαν ἀπορροῆς.

Εἰς ἄλλας περιπτώσεις μετατρέπεται ἡ ὡς ἄνω εἰδικὴ ἀπορροή εἰς ἰσοδύναμον ὕψος ἀπορροῆς εἰς κιλιοστά. Ἡ ἔκφρασις αὕτη εἶναι λίαν χρήσιμος διότι παραβαλομένη μὲ τὸ ἀντίστοιχον ὕψος βροχῆς τῆς αὐτῆς περιόδου, οἶδει τὴν ἀντί-



Σχ. 168. Ὑπερετήσιον μηνιασῆσιον υδρογράφημα Λαδωνος

στοιχὸν πορείαν τῶν δύο μεγεθῶν, ἐνῶ ἡ μεταξὺ αὐτῶν διαφορὰ τῶν τεταγμένων θὰ οἶδη τὸ ἄθροισμα τῶν ἀπωλειῶν καὶ τὴν διαίρεσιν τοῦ ἑδάφους.

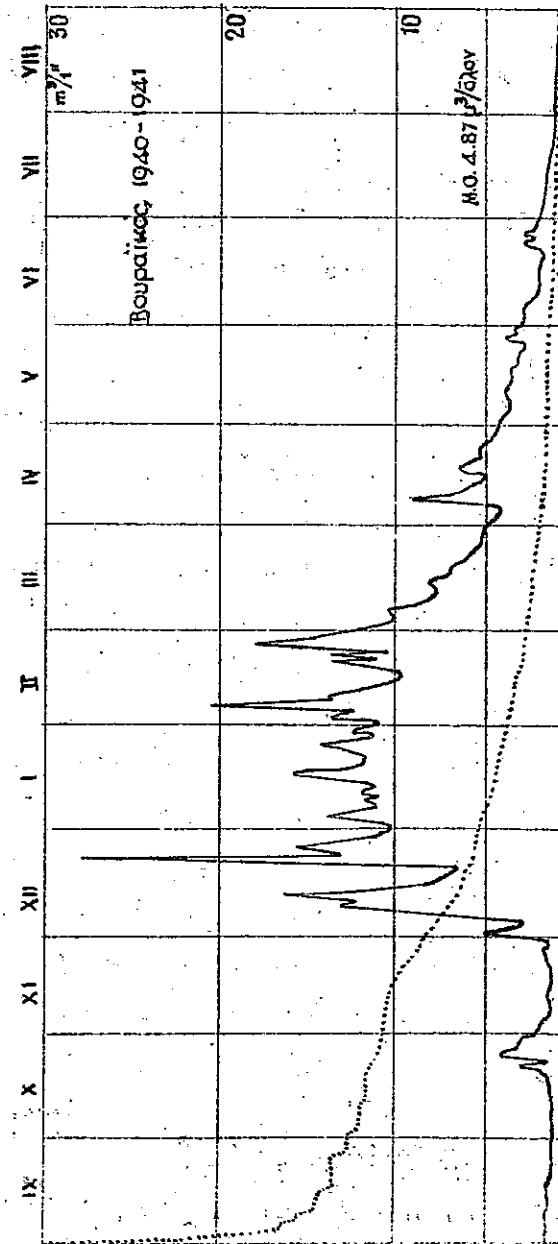
Εἰς τὸν κατωτέρω πίνακα διδονται αἱ εἰδικαὶ ἀπορροαὶ ποτα-

μῶν τινῶν ἔχοντων ἀνάλογον μέγεθος λεκάνης πρὸς τὰς τῆς Ἑλλάδος:

| | Λεκάνη km ² | Μέση ετήσια βροχή | Μέση ετήσια ἀπορροή, χιλ. | |
|--------------------------|------------------------|-------------------|---------------------------|----------------------------------|
| ΜΕΣΕΥΡΩΠΗ | | | | |
| Oder (εἰς Ratibor)..... | 6737 | 896 | 311 | Schaffernak, Wien 1935 |
| Glatzer Neibe..... | 4534 | 759 | 268 | " |
| Spree (εἰς Fürstenwalde) | 6359 | 587 | 122 | " |
| Werra (ἐκβολαί)..... | 5505 | 717 | 277 | " |
| Rhein (εἰς Tardisbruck) | 4280 | 1583 | 1089 | " |
| Reuss (εἰς Mellingen) | 3982 | 1818 | 1371 | " |
| Murr (ἐκβολαί) | 507 | 884 | 268 | " |
| Saar (") | 7420 | 765 | 331 | " |
| Ruhr (εἰς Meshede) | 425,5 | 1133 | 819 | " |
| " (" Wandhofen) | 2035,0 | 1019 | 544 | " |
| Lippe (" Dorsten) | 4495,0 | 796 | 306 | " |
| Η. Π. Α. | | | | |
| Kern, Calif..... | 6000,0 | — | 110 | U.S. Geolog. Survey papers |
| San Joaquin, Calif.... | 4250,0 | — | 518 | " |
| Sacramento, Calif.... | 11000,0 | — | 605 | " |
| St. Croix, Wisconsin.... | 16500,0 | — | 260 | " |
| Black Warrior, Alabama | 4900,0 | — | 490 | " |
| Catawba, S. Carolina | 7790,0 | — | 640 | " |
| Oswego, N. York | 12900,0 | — | 293 | " |
| ΕΛΛΑΣ. | | | | |
| Στρυμόν..... | 12269 | — | 246 | Σ. Μαλικόπουλος (τ.χ. 305, 1949) |
| Ἄξιός..... | 22136 | — | 226 | " |
| Ἄλιακρον..... | 6295 | — | 418 | " |
| Β. Κηφισός..... | — | — | 297 | " |
| Χαράδρος..... | 119 | — | 132 | " |
| Βουραϊκός..... | 196,0 | — | 645 | " |

1.2. Ἀναεκρηματισμός τῶν ὑδρογραφημάτων.

Ἡ χρῆσιμοποίησις τῶν ὑδρογραφημάτων εἰς πολλὰς τεχνικάς ἐφαρμογὰς εἶναι δυσχερὴς ὑπὸ τὰς μορφὰς τῶν σελιμάτων 165, 166 καὶ 168. Οὕτω εἰς τὸ πλῆστον τῶν περιπτώσεων ἐφαρμογῆς ἐνδιαφέρει τὸν μελετητὴν τῶν ἔργων μηχανικόν ἢ διάρκεια καθ' ἣν παρουσιάζεται



Σχ. 169. Ἡμερήσιον ὑδρογράφημα Βουραϊκοῦ καὶ καμπύλη διάρκειας αὐτοῦ (Γ.Κ.)

ἀριεμένη τιμὴ τῶν ἀπορροῶν ὡς καὶ ἡ συχνότης τῶν τιμῶν αὐτῶν. Τέλος ἐδιδόρουν ἐπιρροὴν παρουσιάζει ὁμοίως τὸ ἄθροισμα τῶν ἀπορροῶν καθ' ἀριεμένον χρόνον, ἥτοι ἡ ἀθροιστικὴ καμπύλη τῶν ἀπορροῶν.

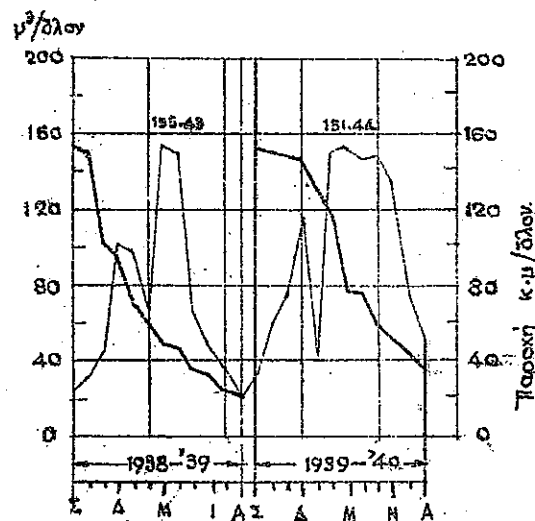
α) Καμπύλαι διάρκειας.

Πρὸς καθορισμὸν τῆς διάρκειας τῶν ἀπορροῶν λαμβάνομεν, μὲ τετημημένην τὸν χρόνον, τὰς ἀπορροὰς ὡς τεταχμέναις ἀλλὰ παρατιθεμένας κατὰ τάξιν μεγέθους αὐτῶν.

Εἰς τὸ σχῆμα δίδεται τὸ ὑδρογράφημα τοῦ Βουραϊκοῦ (1940-1941)

καί ἡ ἀντίστοιχος καμπύλη διαρκείας αὐτοῦ. Εἶναι εὐνόητον ὅτι τὸ μεταξὺ τῶν ἀξόνων ἔμβαδόν τῆς καμπύλης διαρκείας ἴσεται μὲ τὸ ἔμβαδόν τοῦ ὑδρογραφήματος ἐπὶ τοῦ προκειμένου ἔθους πρὸς 153, 32 ἑκατομ. κυβ. μέτρα. Ἐξ ἄλλου πᾶσα γραμμὴ παραλλήλιος πρὸς τὸν ὀριζόντιον ἀξονα ἔχει τὸ αὐτὸ μήκος εἰς τὸ διάγραμμα διαρκείας ὅσον καὶ ἐντὸς τοῦ ὑδρογραφήματος. Ἐκ τοῦ διαγράμματος διαρκείας ἐμφαίνεται ἀμέσως ἢ ἐντὸς τοῦ ἀντιταίχου ἔτους διαρκεία ἑκάστης παροχῆς (π.χ. παροχὴ ≥ 10 κ.μ./ὄλον διήρκεσεν περίπου 2½ μῆνας, ἢ μέση παροχὴ 4,87 κ.μ./ὄλον διήρκεσεν 4,2 μῆνας κ.ο.κ.)

Καμπύλας διαρκείας δυναμέδα γὰ κατασκευάσωμεν καὶ διὰ τὰ μνηοεπίσια ὑδρογραφήματα ὡς ἐμφαίνεται εἰς τὸ ἐκῆμα 170, ἔνθα δίδονται αἱ μηνιαῖαι ἀπορροαὶ τοῦ Ἀλιάκμονος, τῶσον ὡς ὑδρογράφημα ὅσον καὶ ὡς καμπύλαι διαρκείας.

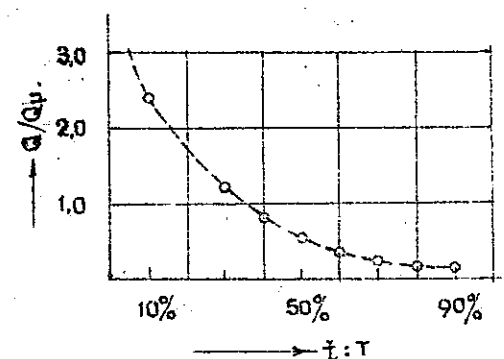


Σχ. 170.- Μνηοεπίσια ὑδρογραφήματα τοῦ Ἀλιάκμονος καὶ καμπύλαι διαρκείας αὐτῶν (Γ.Κ) διὰ τὰ ὑδρολογικὰ ἔτη 1938-39 καὶ 1939-40.

ἀναλογίαν τοῦ ἔτους αἱ δὲ τετημημένοι αὐτῶν (παροχαί) εἰς ἑκατο-

Αἱ καμπύλαι διαρκείας τῶν ἡμερησίων ἢ μνηοεπίσιων ὑδρογραφημάτων παρουσιάζουσιν μορφὰς δυναμένας νὰ λαμβάνωμεν — κατὰ ἱκανὴν προσεγγίαν — μαθηματικὴν ἔκφρασιν. Ἐν τοιαύτῃ περιπτώσει καὶ ἵνα αἱ καμπύλαι αὗται εἶναι δυνατόν νὰ συγκρίνονται μεταξὺ τῶν κατασκευάζονται ἀδιαστατεῖ δι' ἑκάστου ὑδρολογικόν ἔτος καὶ ρεῦμα ἢτοι αἱ μὲν τετημημένοι αὐτῶν (χρόνοι) δίδονται εἰς ἑκατοστιαίαν

στιαίαν ἀναλογίαν τῆς μέσης παροχῆς. Εἰς τὸ ἐκῆμα 171 δίδεται ὁ λόγος ἑκάστης παροχῆς ἀντιστοιχοῦσης εἰς πσοστόν τοῦ χρόνου ἐν



Σχ. 171. Q/Q_M συναρτήσεις t/T διὰ τὰς μηνιαίας ἀπορροὰς τοῦ Βουραϊκοῦ (Γ.Κ) διὰ τὸ ἔτος 1940. — 41 (βλ. ἐκ. 169).

σχέσει πρὸς τὴν μέσην ἐπιείαν παροχὴν τοῦ ρεύματος. Ὑδρογραφήματα πέντε κυρίων Ἑλληνικῶν ρευμάτων μελετηθέντα ὑπὸ τοῦ γράφοντος διὰ τὴν ὑπάρχουσαν σειρὰν ἔτων παρατηρήσεων αὐτῶν ἔδωσαν τὴν ἀκόλουθον μέσην ἀναλυτικὴν ἔκφρασιν τῆς καμπύλης διαρκείας αὐτῶν:

$$Q = \frac{Q_T}{Q_M} = \frac{2,90}{1,028 T}$$

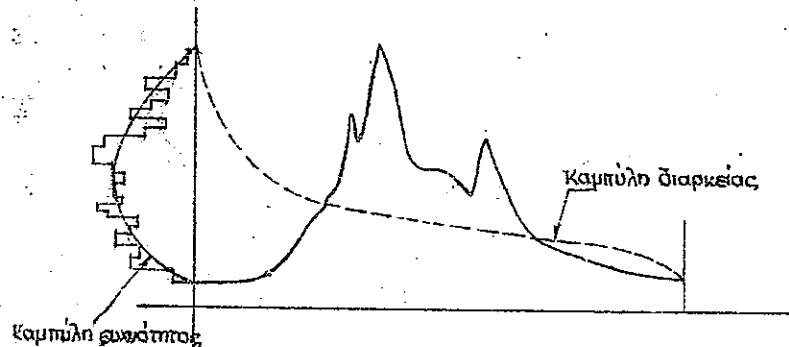
ἔνθα Q_T ἡ παροχὴ κατὰ τὸν χρόνον T (ἐκφραζόμενον εἰς ἀκέραισον ἀριθμὸν τῆς ἑκατοστιαίας ἀναλογίας τοῦ χρόνου ἢτοι $T=25$ διὰ 25% τοῦ ἔτους) καὶ Q_M ἡ μέση ἐπίσια παροχὴ.

Τοιοῦτοτρόπως γνωστῆς οὖσης τῆς μέσης ἐπίσιας παροχῆς ρεύματος, εἶναι δυνατόν νὰ ὑπολογισθῇ ἡ καμπύλη διαρκείας αὐτοῦ.

β) Καμπύλαι συχνότητος. Ἐάν εἰς ἡμερησίον ὑδρογράφημα

ἐκτελέσωμεν δι' ἑκάστην παροχὴν τῶν ἀριθμῶν τῶν ἡμερῶν καθ' ἃς παρουσιάζεται ἡ παροχὴ αὕτη λαμβάνομεν τὸ διάγραμμα συχνότητος ἢ τὴν καμπύλην συχνότητος τῆς ἀπορροῆς (ἐκ. 172) τὰ διαγράμματα ταῦτα σπανίως χρησιμοποιοῦνται ἀντιθέτως πρὸς τὰ διαγράμματα διαρκείας. Οὐσιαστικῶς ἡ καμπύλη διαρκείας παριστᾷ γραφικὸν ὁλοκλήρωμα τῆς καμπύλης συχνότητος. Ἡ κατασκευὴ ἀμφοτέρων λαμβάνει χώραν διὰ πινάκειων ὡς ὁ κατωτέρω, ἔνθα δι' ἑκάστην διαβαθμίσειν παροχῆς ὡς λ.χ. (0,0-0,5) κ.μ./ὄλον (0,5-1,0), (1,0-1,5) κ.κ. ἐ ἀναγράφομεν τὸν ἀριθμὸν τῶν ἡμερῶν εἰς ἃς ἀν-

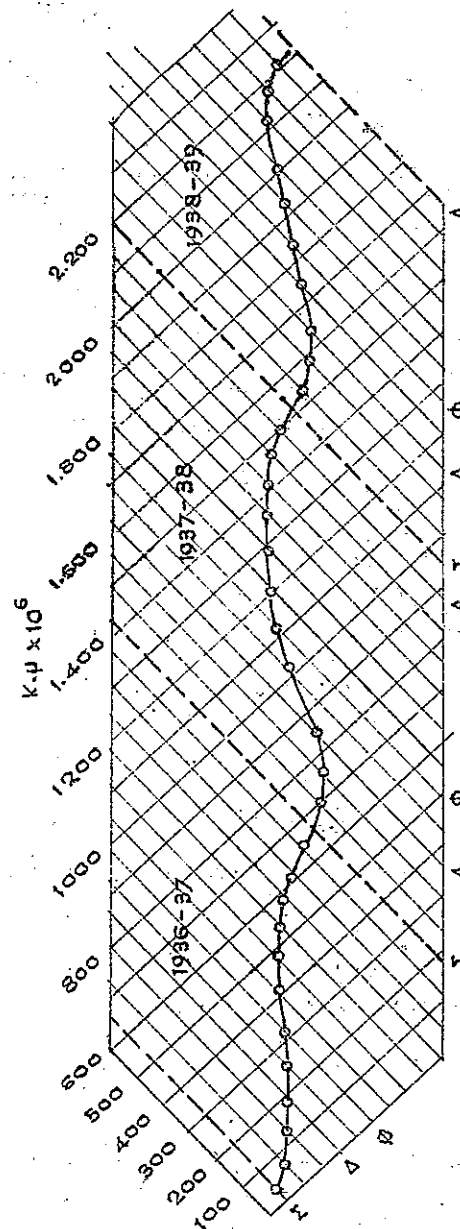
τιστοιχεί ανάλογα παροχή. Η δεύτερα στήλη δίδει την συχνότητα και η τρίτη την διάρκεια των ημερών καθ' ἃς ἡ παροχή εἶναι μεγαλύτερα ἢ ἴση πρὸς τὴν ἀντίστοιχον διαβάθμισιν αὐτῆς.



Σχ. 172. Καμπύλη συχνότητας

| Τμήματα παροχῆς κ.μ/ὄλον | Συχνότης ἡμέραι | Ἄθροιστ. συχνότη. (διάρκεια) ἡμέραι |
|-----------------------------|--------------------|---|
| 0,0-0,5 | ..... | 12 365 |
| 0,5-1,0 | ..... | 18 353 |
| 1,0-1,5 | ..... | 6 335 |
| 1,5-2,0 | ..... | 12 329 |
| 2,0-2,5 | ..... | 7 317 |
| ..... | ..... | 300 |
| 24,0-24,5 | ... | 3 4 |
| 24,5-25,0 | - | 1 1 |
| Ἄθροισμα | 365 | |

γ) Ἀθροιστικά καμπύλαι. Ἐάν εἰς ὑδρογράφημα δι' ἐκάστην τετημημένην φέρωμεν ὡς τεταγμένον τὸ ἄθροισμα τῶν ἀπορροῶν ὅλων τῶν προηγουμένων ἡμερῶν λαμβάνομεν τὴν ἀθροιστικὴν καμπύλην (summatifion curve). Ἡ τεταγμένη ἐκάστης ἡμέρας παριστά



Σχ. 173. Συνεχῆς ἀθροιστικὴ καμπύλη διὰ τρία ὑδρολογικὰ ἔτη τοῦ ποταμοῦ Λαίδωνος (Γ.Π.Κ.)

τό ἐμβαδόν τοῦ ὑδρογραφήματος μέχρι αὐτῆς ἢ δὲ τελευταία τεταγμένον παριστά τὴν ὅλικήν ἐπέσταν ἀπορροσθῆν. Συνεχεῖς ἐτήσιν ἀθροιστικά καμπύλαι δίδουσιν τὸ διάγραμμα ἀθροιστικῶν καμπύλων (διάγραμμα Ripple) γιὰν κρήσιν δια πλείστας ὑδροτεχνικὰς ἐφαρμογὰς.

Εἰς τὸ σχῆμα 173 δίδεται τὸ διάγραμμα ἀθροισμένων παροχῶν τριῶν κατὰ συνέχειαν ὑδρολογικῶν ἐτῶν τοῦ ποταμοῦ Λαίδωνος. Ὡς ἐμφαίνεται εἰς τὸ σχῆμα ἡ ἀνωδοσ τῆς καμπύλης εἶναι ταχεῖα.

2. Δίαιτα τῶν ἀπορροῶν.

2.1. Συντελεσταὶ ἐπηρεάζοντες τὴν ἀπορροσθῆν.

Ἡ ἀπορροσθῆν ἑνὸς ρεῦματος ἐπιματιζομένη ἀπὸ τὰς πιπτούσας εἰς τὴν λεκάνην αὐτοῦ βροχὰς μετὰ τὴν ἀφαιρεθῆν πάσης φύσεως

ἀπωλειῶν συμπεριλαμβανομένης τῆς ὑπερδύσεως καὶ τῆν προσθήκην πιθανῶν εἰς αὐτὸ ετραχιζομένων ὑποχείων ὑδάτων εἶναι ἐμφανές ὅτι θά κυμαίνεται ποικίλως ἐξαρτώμενη κατ' ἀρχὴν ἀπὸ ὄλας τὰς παραμέτρους αὐτίνες διέπουν τὸσον τῆν ποσὴν τῶν βροχῶν ὅσον καὶ τῶν ἀπωλειῶν ἧτοι, ἐν περιλήψει, ἀπὸ τούτων ἀκολουθῶν συντελεστῶν :

Δίαιτα τῶν βροχῶν, διανομὴ κατ' ἔκτασιν, ἔντασις καὶ διάρκεια αὐτῶν, ἐξάτμισις ὑδάτος καὶ ἐδάφους, κλίσις, κάλυψις καὶ γεωλογικὴ εὐστάσις τοῦ ἐδάφους, δίαιτα θερμοκρασίας, βαρομετρικῆς πιέσεως, ἀτμοσφαιρικῆς ὑγρασίας καὶ ἀνέμων.

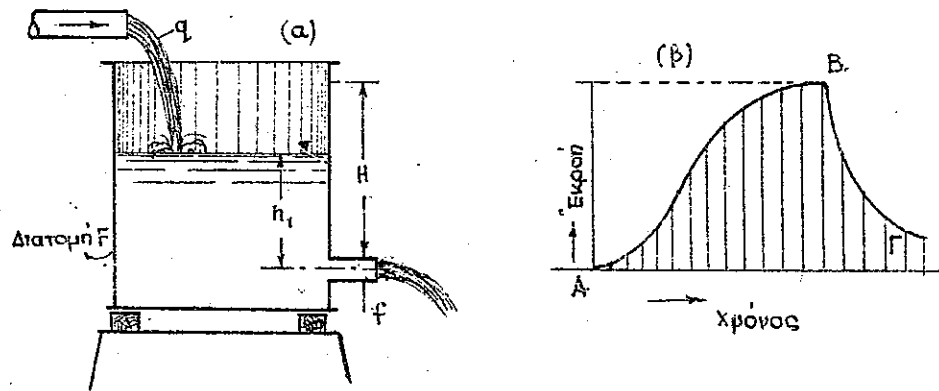
Ἐξ ἄλλου ὅμως, ὑποθέτων ὅτι καὶ τὰ μικρότερα σχετικῶς ρεῦματα ἀπαρτίζονται ἀπὸ πλήθος μικροτέρων ἢ δίαιτα τῶν ἀπορροῶν θὰ ἐξαρτῶται ἀπὸ τῆν σχετικὴν θέσιν τῶν παραποτάμων, τὸ μέγεθος καὶ τὸ σχῆμα τῆς λεκάνης ἐκάστου ἐξ αὐτῶν (βλ. σχήματα 127, 128, 129, 130) καὶ τῆν σχετικὴν θέσιν τῶν εἰροῶν ἄς προσέτι καὶ τοῦ μεγέθους (ὄγκου) τῆς κοίτης ἐνὸς ἐκάστου.

Ἐάν συνυδίσωμεν ἤδη τὰς δύο ὡς ἄνω ὁμῶδες συντελεστῶν παρατηροῦμεν πῶσον πολὺπλοκον καθίσταται τὸ πρόβλημα ἐν τῇ φάσει ὑποθέτων ὅτι ἴσου ὑψους βροχαί μετ' ἀφορῶν ἔντασιν ἢ χρόνου πτώσεως διδῶσιν διὰ τὰς αὐτὰς λεκάνας διαφόρους ἀπορροὰς ἢ ἀκόμη μετ' αὐτὴν ἔντασιν καὶ χρόνον πτώσεως διδῶσιν διαφόρους ἀπορροὰς διὰ διαφόρον διαστάσιν τοῦ αὐτοῦ μεγέθους λεκανῶν.

Ὁ ὄγκος τῆς κοίτης ἐνὸς ἐκάστου ρεύματος καὶ τελικῶς ὁ συνολικὸς ὄγκος τῆς κοίτης ὄλων τῶν ρευμάτων, ἀποτελεῖ ἐπίσης σημαντικὸν παράγοντα — πλὴν ὄλων τῶν ἄλλων — εἰς τῆν δίαιταν τῆς ἀπορροῆς, προσκαλεῖται σημαντικὴν ὑπερτίθειν αὐτῆς. Τοῦτο γίνεταί ἐπιπλέον ἀντιληπτόν διὰ τοῦ ἀκολουθοῦντος παραδείγματος :

Ἐστὼ ἡ ἐπάνω, δυνατὴ περιπτώσις σταθερᾶς ἀπορροῆς εἰς

τῆν ἀρχὴν ρεύματος ῥέουσα πρὸς τὰ κατάντη ἐντὸς τῆς ὁμοιομόρφου κοίτης αὐτοῦ, ἣν παρομοιάζομεν μετ' ὀχέον διατομῆς F πληροῦμενον διὰ ῥοῆς σταθερᾶς παροχῆς q καὶ ἐκκενούμενον εὐχρῶνως δι' ὀπής αὐτοῦ, διατομῆς f , τοιαύτης, ὥστε ἡ ἐξ αὐτῆς ἐκροή καὶ ἴσονται μετ' αὐτὴν εἰροῆν q ὅταν τὸ ὑδρῶν φάραξ τὸ ὀρθοκῶν ὑψὸς H (ε.κ. 174α). Εἶναι προφανές ὅτι ὅταν τὸ ὀχέον εἶναι κενόν καὶ ἡ στάθμη αὐτοῦ ἀρκετὰ ἀνερχομένη ὡς εἰς τὸ σχῆμα 174 (β) διὰ τὴν φάραξ μίαν ἀεὶ κενῶν γραμμῆν εἰς τὸ σημεῖον B . Ἐάν τῆν ἐπι-



Σχ. 174 Ὑπερτίθει, λόγῳ ἀποθκεύσεως κοίτης.

μὴν ἐκείνην παῦρα ἡ εἰροή q ἢ ἐκροή ἐξακολουθεῖ μετ' ἐπιπλέον ἐλαττωμένην παροχὴν μέχρι ἐκκενώσεως τοῦ ὀχείου. (Κλάδος ΒΓ). Ὁ ἀπαιτούμενος χρόνος διὰ τῆν ἀνοδὸν τῆς στάθμης ἐκ τοῦ ὑψους h_1 εἰς τὸ ὑψὸς h_2 , ὑπολογίζεται ἐκ τοῦ τύπου :

$$t = \frac{2F}{k} (\sqrt{h_1} - \sqrt{h_2}) + \frac{2qF}{k^2} \left[\ell (q - k\sqrt{h_1}) - \ell (q - k\sqrt{h_2}) \right]$$

ἐνθα $k = \mu \cdot f \sqrt{2g}$ ὁ γνωστὸς συντελεστὴς ἐκροῆς ἐξ ὀπῶν ὀχείων.

Τὸ ἀπλοῦν τοῦτο φαινόμενον ὅμως γίνεταί ἀρκετὰ πολὺπλοκον ἂν λάβωμεν ὑπ' ὄψιν ὅτι ἡ εἰροή q εἰς τῆν ἀρχὴν ἐνὸς ρεύματος δὲν εἶναι σταθερὰ (πλὴν ἴσως τῆς περιπτώσεως μακρᾶς διαρκείας σταθερᾶς ἐντάσεως βροχῆς) ὅτι αἱ μετέπειτα πρὸς τὰ κα-

τάνη είροαι έπιφανειών και παραποτάμων είναι όμοίως άκα-
 νόνιστα ώστε τελικώς ή παροχή ενός ρεύματος παρουσιάζει
 άνομοιόμορφον μετά του χρόνου μεταβα-
 λομένην ροήν, μέ διαδοχικά κύματα ροής, άπλα ή συν-
 θετα ώστε να αντιλαμβανόμεθα πάρα διατί αι υδρολογικά με-
 λέται δέν δύναται να υπαχθώσιν εις άκριβείς υπολογισμούς, άλλ
 αποτελούν μάλλον αντικείμενον εκτιμήσεων ατ λατρε μέ σημαντι-
 κούς συντελεστές άεφαλείας.

Τό υδρογράφημα ρεύματος εις μίαν σταθεράν θέσιν
 και διά μίαν ώριμένην διάρκειαν χρόνου αποτελεί μίαν κατά πλά-
 τος τομήν (α-α) (βλ. εκ. 175) φανταστικού ρεύματος [μέ ερίκρυν-
 σιν της κλίμακος των χρόνων και αύξησιν της κλίμακος των μη-
 κών], των όποιων ή παροχή είναι συνεχώς μεταβλητή είτε μέ με-
 γάλας διαφοράς εις παροχάς και άλλοτε μέ έλαχίστας.

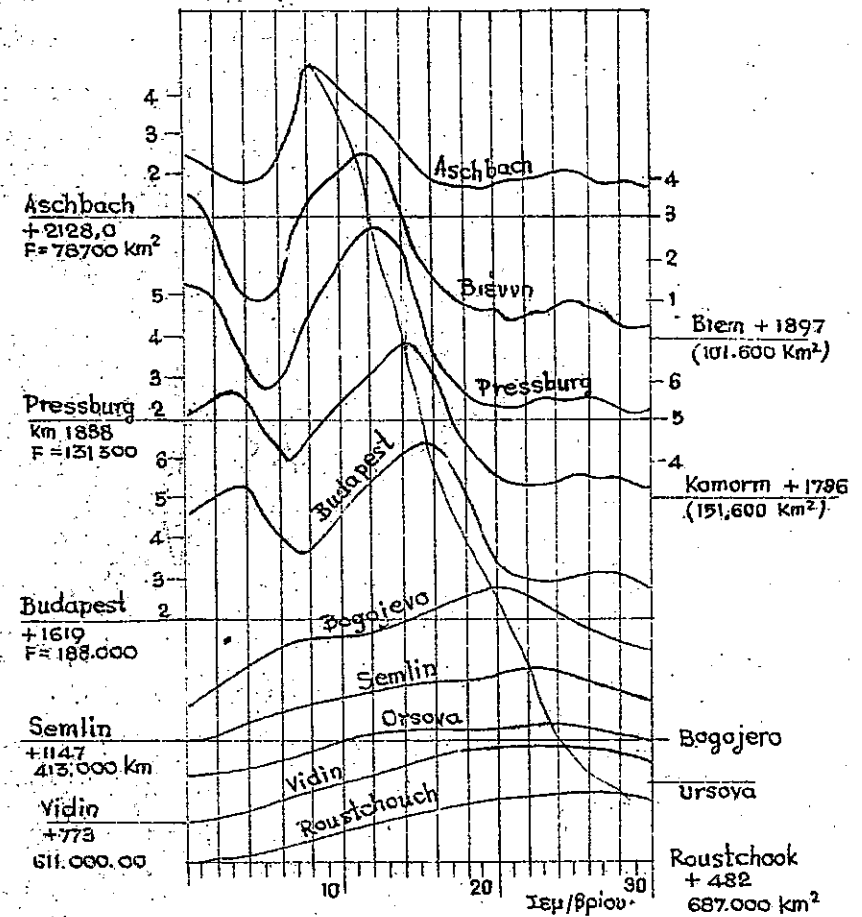


Σχ. 175. Φανταστική μηκοτομή ροής ρεύματος (ερίκρυνσις κλι-
 μακος χρόνου) εις ιδεατόν ρεύμα μεγάλου μήκους

Τούτο δύναται να γινή αντιληπτόν αν παραθέσωμεν υδρογραφή-
 ματα του αύτου ποταμού εις διαφόρους θέσεις της μηκοτομής αυ-
 του και κατά τον αύτον χρόνον. Εις τό εκήμα 176 δίδονται τά τοπι-
 κά υδρογραφήματα εις μήνα Σεπτέμβριον του Δουνάβειος εις δια-
 φέρους θέσεις αύτου.

Έκ του εκήματος αύτου εμφαινεται ή μετακίνησις του μεγίστου

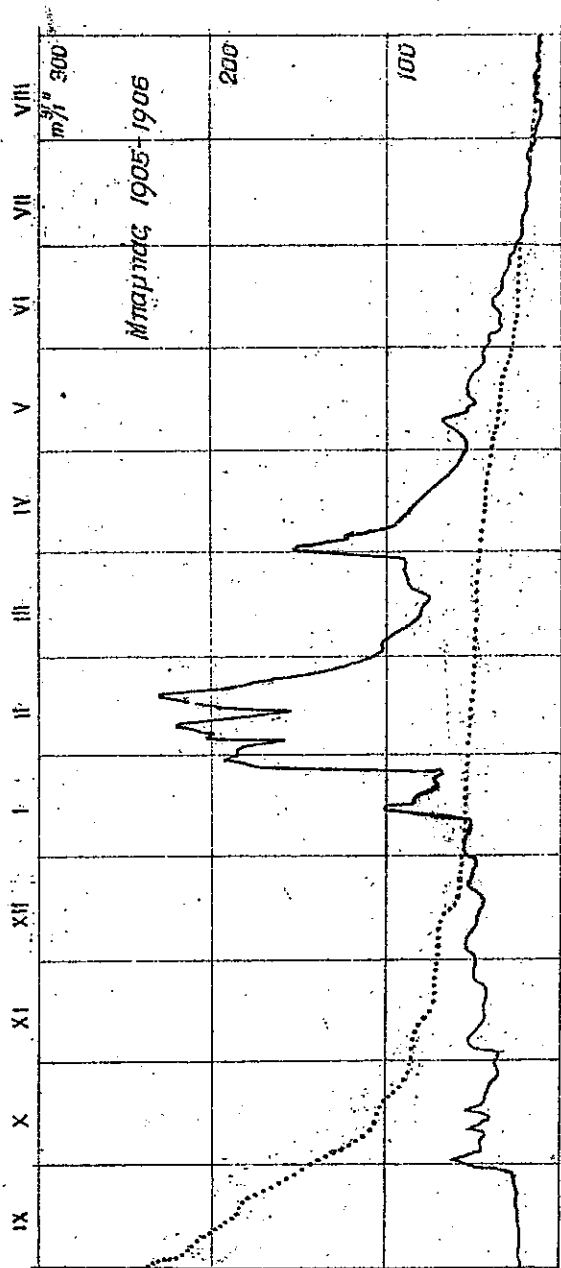
άλλά και ή μεταβολή του μεγέθους αύτου λόγω των μεσολαβόντων αν-
 τελεστών έπιρροής (όγκος άποθηκείσεως πεδιάδος, είροαι παραπο-
 τήμων, διείδυσις κ.λ.π).



Σχ. 176: Συγχρονισμένα υδρογραφήματα του Δουνάβειος εις
 διαφόρους σταθμούς κατά μήκος αύτου.

2.2. Χαρακτηριστικά σημεία.

Έπαυερχόμενοι νυν, εις την έν μιā θέσει, καθηλωμένον
 τομήν της ροής κατά την πάροδον του χρόνου, ήτοι εις τό υδρο-
 γράφημα παρατηρούμεν διαφόρους χαρακτηριστικάς τιμάς αυ-
 του και δη ένα μέγιστον, ένα έλαχιστον και μέσας τιμάς. Εις τό



Σκ. 177α. Υδρογράφημα Πηνειού και καμπύλη διάρκειας εἰς θέσιν Μπαμπάς (λεκανὴ 7047,9 km² διὰ τὰ ἔτη 1905-1906 (κατὰ προσέγγισιν) (Γ.Κ.).

εἶδη 177α καὶ 177β ἐμφαίνονται ἐνιαίαι αἰχμαὶ τῶν υδρογραφημάτων κατὰ τὴν διάρκειαν τοῦ ἔτους καὶ ὅτ' οἱ διαφοροὶ κατὰ τὴν διάρκειαν τοῦ αὐτοῦ ἔτους. Αἱ διαφοραὶ αἰχμαὶ ἀντιστοιχοῦν εἰς διαφοροὺς στάθμας αἰτινες κατατάσσονται συνηθῶς ὡς κατωτέρω κατὰ τὸν Schaffernak:

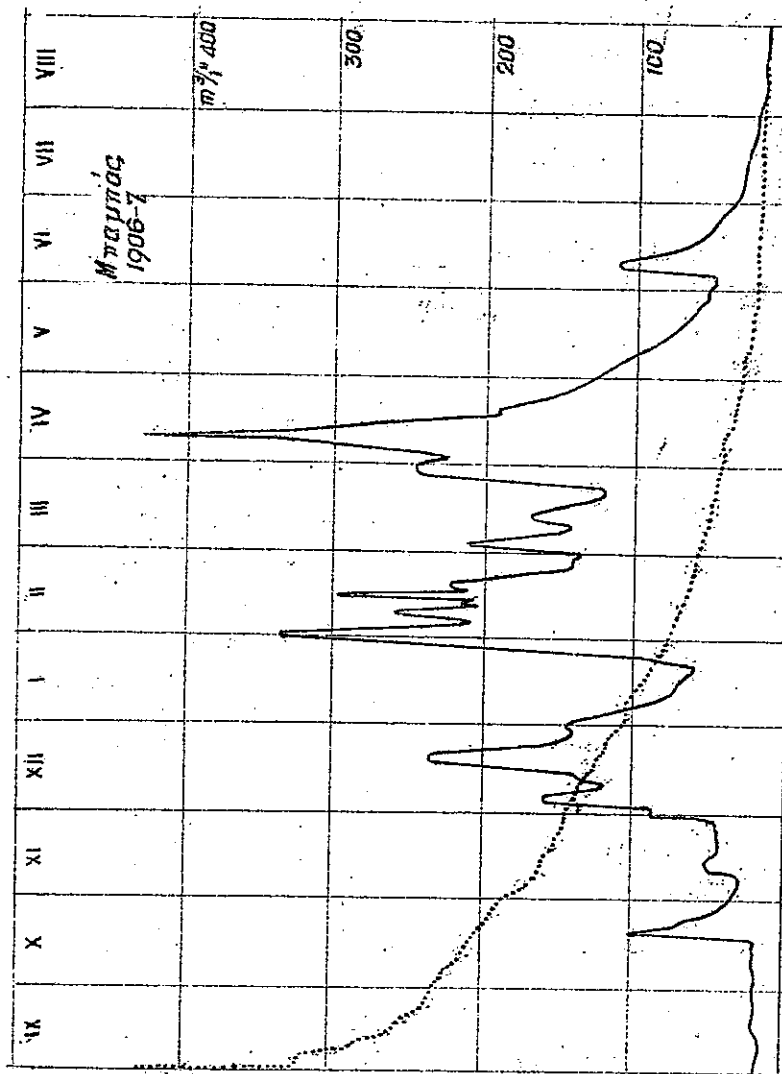
1) Καταστροφικὴ ἀνωτάτη στάθμη Κ.Α.Σ., ἡ μέγιστη γνωστὴ ἢ ἐκτιμωμένη μέγιστη παροχὴ ἢ στάθμη.

2) Ἄνω ἀνωτάτη στάθμη (Α.Α.Σ.) ἡ παρατηρηθεῖσα ἀπολύτως μέγιστη τιμὴ στάθμης ἢ παρο-

χῆς καθ' ὅλον τὸ διάστημα τῶν ὑπαρχουσῶν συνεχῶν παρατηρήσεων ἢ ὑπαρχουσῶν παρατηρήσεων τῶν μεγίστων.

3) Ἀνωτάτη στάθμη (Α.Σ.) ἡ ἀνωτάτη μέγιστη παρατηρηθεῖσα κατὰ τὴν διάρκειαν σειρᾶς παρατηρήσεων (συνήθους ἔτους ἢ ἐποχῆς ἢ μηνός).

4) Μέση ἀνωτάτη στάθμη (Μ.Α.Σ.) ἡ μέση τιμὴ τῶν ἀνωτάτων σταθμῶν μιᾶς περιόδου ἔτων.



Σκ. 177 β. Υδρογράφημα Πηνειοῦ καὶ καμπύλη διάρκειας εἰς θέσιν Μπαμπάς (λεκανὴ 9047,9 km²) διὰ τὰ ἔτη 1906-1907 (κατὰ προσέγγισιν) (Γ.Κ.).

5) Μέση στάθμη (Μ.Σ.) ἡ μέση τιμὴ τῶν ἡμερησίων σταθμῶν (καὶ ἀντιστοιχῶς παροχῶν) διὰ περιόδον ἔτους.

6) Κ.Σ. ἡ κατωτάτη στάθμη ἐντὸς περιόδου ἔτους.

7) Μ.Κ.Σ. ὁ μέσος ὅρος τῶν ἡμερησίων κατωτάτων σταθμῶν μιᾶς περιόδου.

8) κ.κ.Σ. η κατωτάτη παρατηρηθείσα στάθμη εντός μιας παροχής έτων.

Η διαφοράεις αυτή καθάρως εμπειρική δύναται να οδηγήσῃ εἰς έφαλμένα συμπεράσματα, ἴδια ὅταν αἱ παρατηρήσεις επεκτείνονται εἰς μικράν σειράν έτων. Από έτων ήρχισεν εἰς Η.Π. τῆς Ἀμερικῆς ἡ μελέτη τῶν μέσων καὶ ἀκραίων τιμῶν ἐπὶ τῆ βᾶσει τῆς θεωρίας τῶν πιθανοτήτων, διὰ τὴν εφαρμογὴν ὅπως τῆς ὁπίστας, ἐξυπακούεται πάλιν ἡ ὑπαρξίς μακρᾶς σειρᾶς παρατηρήσεων, οἱ τρόποι εφαρμογῆς αὐτῆς ἐκτίθενται διεξοδικῶς εἰς τὸ VIII κεφάλαιον.

α) Πλήμμυραι

Ἐκ τῶν ἀκραίων τιμῶν αἱ πλήμμυραι (Α.Σ ἢ Α.Α.Σ) καὶ αἱ ἔκφρασις (κ.κ.Σ) ἀποτελοῦν πάντοτε τὰ ἀπαραίτητα κριτήρια διὰ τὴν μελέτην κυρίων στοιχείων τῶν ὑδραυλικῶν ἔργων καὶ δι' αὐτὸ καὶ ὅταν ἀκόμη δὲν ὑπῆρχον οὐδαμῶς ἱκαναὶ παρατηρήσεις ὄχι μόνον ἀπορροῶν ἀλλ' οὐδὲν καὶ βροχομετρικαὶ κατεβλήθησαν προσπάθειαι ἐκτιμῆσεως αὐτῶν καὶ δὴ συναρτήσῃ τοῦ μεγέθους τῆς λεκάνης ἀπορροῆς. Οὕτω ἀνεπτύχθησαν τύποι ἔνθα ἡ μέγιστη πλήμυρα εἰς σημεῖον τι ρεύματος δίδεται ὑπὸ τῆς ἐπιφανείας τῆς λεκάνης ἀπορροῆς εἰς τὸ σημεῖον τοῦτο, ἐπίστε δὲ καὶ τοῦ σχήματος αὐτῆς.

Ἡ εὐνηθεετέρα ἔκφρασις τοῦ τύπου τούτου εἶναι τῆς μορφῆς

(1) Q = cA^n ἢ q = cA^{n-1} ἢ παραπλήσιως,

ἔνθα Q ἡ μέγιστη παροχὴ εἰς μ³/ὄλον, q ἡ μέγιστη εἰδικὴ παροχὴ εἰς μ³/ὄλον-χμ.

καὶ A ἡ ἐπιφάνεια εἰς χμ² (Αἱ μονάδες αὗται ἀναφέρονται εἰς τοὺς κατωτέρω τύπους, ἐκτός ἐὰν ἄλλως σημειοῦται).

Ἀνάλογος εἶναι ὁ τύπος τοῦ P. Kriesnik δίδων:

(2) q_max = Q_max / A = α * 32 / (0,5 + √A)

ἔνθα α εἰρηρικός, εὐνηθεετός, κυμαινόμενος διὰ τὴν Γερμανίαν ἀπὸ 0,01-3,07 (!).

Αἱ τιμαὶ τοῦ α δίδονται ἐπὶ κάρτου τῆς καίρας ἔνθα δι' ἕκαστον ποταμὸν ἀναγράφεται καὶ ἡ τιμὴ τοῦ α.

Ὁ Kuichling δίδει τοὺς τύπους:

(3α) q = 1254 / (A + 440) + 0,22 διὰ εὐνήθεις πλήμμυρας καὶ

(3β) q = 3618 / (A + 958) + 0,08 διὰ ἐπιφανείας πλήμμυρας

Ὁ Hofman δίδει διὰ Βαυαρικὰς λεκάνας ἐκτάσεως 1-200 τετρ. χλμέτρων δίδει τὸν τύπον:

(4α) (AAΣ) Q = π * A / √(1+A) * (1 - 0,4 * (A_w / A)) εἰς μ³/ὄλον

ἔνθα A καὶ A_w ἡ ὄλικὴ καὶ ἡ ἐξ αὐτῆς ὀαωμένη ἔκτασις εἰς τετρ. χιλόμετρα καὶ π εὐνηθεετός, ἐξαρτώμενος ἐκ τῆς μέσης κλίσεως ἰ τῶν κατάντη δύο τρίτων τῆς ἐκτάσεως, καὶ δὴ ὡς ἐξῆς:

m = 4,5 διὰ i > 2% ... m = 3,75 διὰ i > 0,5% < 2,0% καὶ m = 3,0 διὰ i < 0,5%

Περαιτέρω διὰ μεγαλύτερας ἐκτάσεως λεκάνας τῆς Βαυαρίας δίδει τὸν τύπον

(4β) (AAΣ) Q = ~ 3 * A^{0,71} ἢ q = ~ 3 * A^{0,79} μ³/ὄλον-χιλμ²

Ὁ Hofbauer δίδει ὁμοίως διὰ τὰς μέγιστας πλήμμυρας τὸν τύπον:

(AAΣ) Q = 60β * √A ἢ q = 60β / √A

ἔνθα β εὐνηθεετός β = 0,25-0,35 διὰ πεδινὰ ἔδαφη

0,35-0,50 ἢ λοφώδη ἢ

0,50-0,70 ἢ ὄρεινά ἢ

Ὁ Kürsteiner δίδει τὸν τύπον:

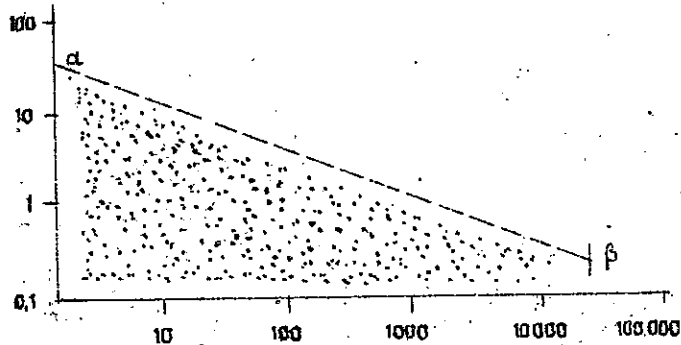
$$Q = c A^{0,67} \text{ καί } q = c \bar{A}^{0,33}$$

ένθα $c = 9-12$ τῆς μικροτέρας τιμῆς ἐφαρμοζομένης εἰς τὰς μεγαλύτερας λεκάνας.

Ὁ Jarvis δίδει τὸν τύπον:

$$(5) \quad q = \frac{Q}{A} = \frac{c \sqrt{A}}{A} = \frac{c}{\sqrt{A}}$$

ένθα c (ὡς τὸ a εἰς τὸν τύπον τοῦ Kresnik) κυμαίνεται μεγαλῶς καί δὴ ἀπὸ 1,77 ἕως 177. Τοιουτοτρόπως τὰ σημεῖα διαφόρων ρευμάτων δίδονται ὑπὸ τῶν ἐπιγράμτων τοῦ ἐκθμ. 178 ἔνθα δι' ἕκαστον σημεῖον ἀντιστοιχεῖ διάφορος συντελεστῆς c . Ἡ $a-\beta$ περιβάλλει τὰς μεγίστας τιμὰς. Ὡς εὐνόητον, ὁ τύπος αὐτῶν δίδει ἀπλῶς τιμὰς ἀσφαλείας οὐκὶ δὲ πραγματοποιησόμενα μεγέθη.



Σχ. 178. Σχέσις $q = \frac{c}{\sqrt{A}}$ εἰς λογ. κλίμακα.

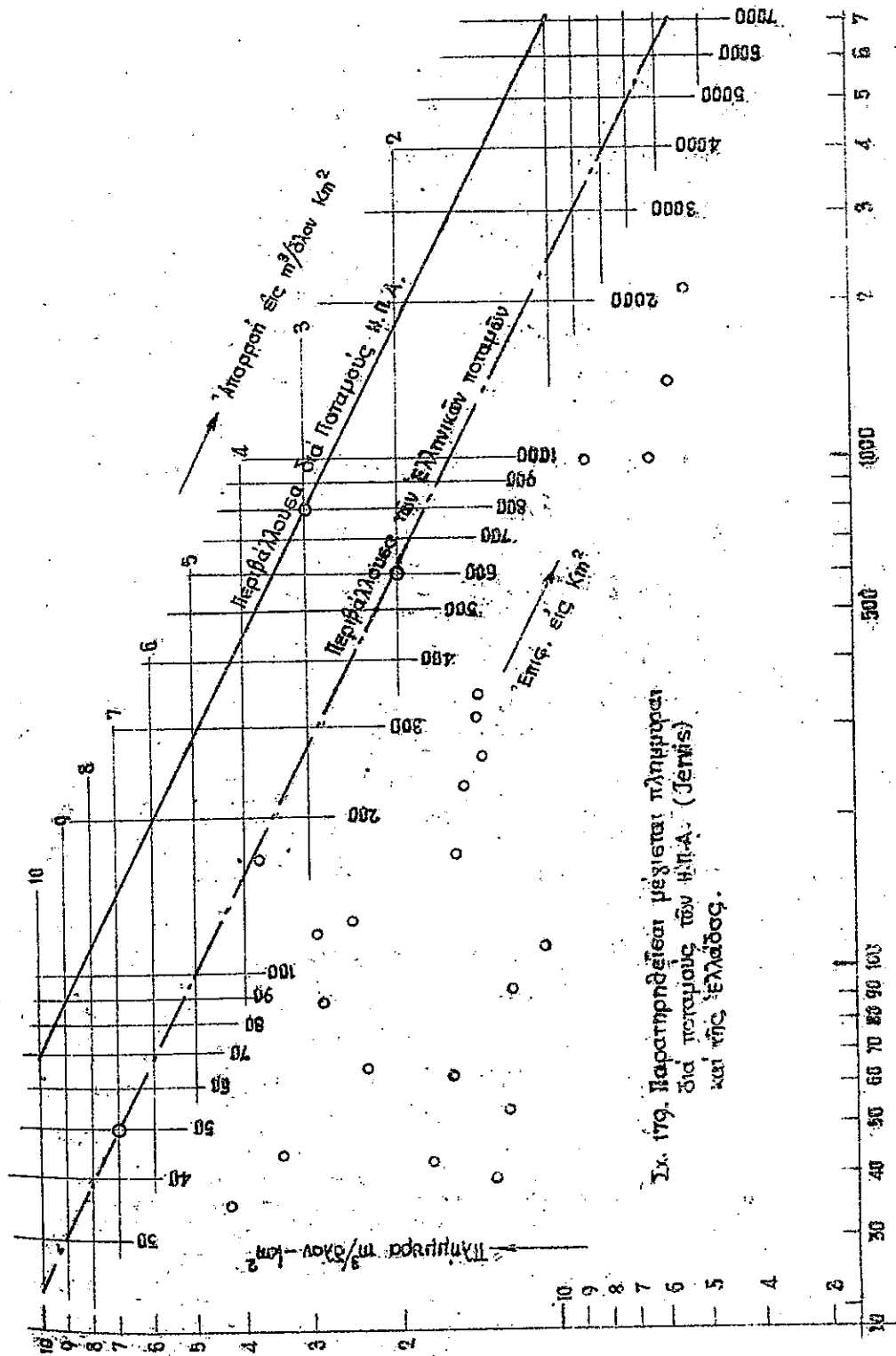
Διὰ μερικά Ἑλληνικά ρεύματα αἱ μέγισται τιμαὶ ἀπορροῶν (Μαλικόπουλος τ.χρ. 305, 1949) ἀνήχθησαν εἰς διπλοῦν λογαριθμικὸν χάρτην καὶ ἡ περιβάλλουσα αὐτῶν παραβάλλεται μετὰ τὴν περιβάλλουσαν τῶν Ἀμερικανικῶν ρευμάτων ὡς ἐμφαίνεται εἰς τὸ ἐκθμ. 179. (Κnappen-Tibbits - Abbet κατὰ Χατζηλουκῶν).

Ἡ περιβάλλουσα τῶν Ἑλληνικῶν παρατηρήσεων δίδεται καθ' ἡμᾶς ὑπὸ τοῦ τύπου:

$$q = \frac{49,7}{A^{0,5017}} \text{ ἢ καθ' ἰκανὴν προσέγγισιν}$$

(6)

$$q = \frac{49,7}{\sqrt{A}}$$



Σχ. 179. Παρατηρεῖται μέγισται πλημμυρὰ διὰ ποταμοὺς τῶν Η. Π. Α. (Jarvis) καὶ τῆς Ἑλλάδος.

κρηρίμου διά τήν πρώτλην προσέγγισιν ὑπολογισμοῦ μεγίστων πλημμυρῶν εἰς ἑλληνικά ρεύματα.

$$[q \text{ εἰς } \mu^3/\delta\lambda\omicron\nu \cdot \chi\mu^2, \quad A \text{ εἰς } \chi\mu^2]$$

Ὁ Fuller δίδει τύπον ἀνήκοντα εἰς τήν κατηγορίαν (1) καί ὁῖ:

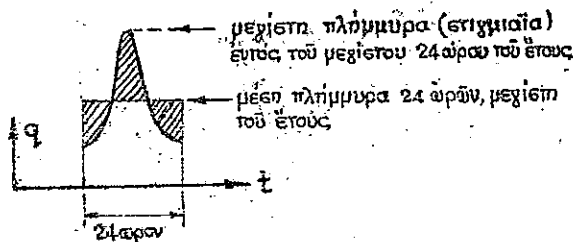
$$(7) \quad q_{\mu} = C_1 A^{-0.2}$$

διά τήν μεγίστην πλημμύραν πιθανήν κατ' ἔτος καί μέσης τιμῆς ἐντός 24 ὥρων, ἔνθα ὁ συντελεστής C_1 κυμαίνεται ἀπό 0,1452 ἕως 1,1220 (εἰς Ἀμερικανικάς μονάδας $C_1 = 11 \div 85$ διά διαφορῶν ποταμῶν).

Ἡ ἀπόλυτος τιμή ὅμως ἐντός τοῦ 24 ὥρου θά εἶναι μεγαλύτερα ταύτης (βλ. ε.κ. 180) καί ὁῖ κατὰ τόν Fuller θά ἔχη τήν τιμήν:

$$(7a) \quad q_{\max} = q_{\mu} (1 + 2,66 A^{-0.3})$$

ἔνθα A ἡ ἐπιφάνεια πάλιν εἰς τετρ. χιλιόμετρα.



Σχ. 180 Σχέσις $q_{\max} : q_{\mu}$ (ἐξίωσις 6%).

Καί ἡ τιμή ὅμως αὕτη θά εἶναι διά τὸ μέσον ἔτος. Ἡ τιμή αὕτη θά αὐξάνη διά διαφορῶν περιόδων ἔτων παρατηρήσεων. Ὁ Ful-

ler ἐν τῇ προσπαθεῖα του νά καλύψη τὰς αὐ-

ἐπίσεις κατὰ περιόδους διαφορῶν ἔτων τὰς προσερχομένας ἐκ τῆς θεωρίας τῶν πιθανοτήτων (βλ. Ref. VII) βελτιώνει τήν ἀνωτέρω ἐξίωσιν διά τῆς παρεμβολῆς τοῦ χρόνου καί δίδει:

$$(7\beta) \quad q_{\max, T} = C_1 A^{-0.2} (1 + 2,66 A^{-0.3}) (1 + 0,8 \log T)$$

ἔνθα T ἡ περίσδος τῶν ἔτων τῶν παρατηρήσεων. Ἦτοι ἡ κατ' ἔτος πλημμύρα ($T=1$) ἰσοῦται μέ τήν q_{\max} ἐπιείαν. Ἡ πλημμύρα ἀ-

νά δεκαετίαν ($T=10$) θά εἶναι $q_{\max, 10} = 1,80 q_{\max}$ ἀνά 100 εἴτιαν $q_{\max, 100} = 2,60 q_{\max}$ καί ἀνά 1000 εἴτιαν $q_{\max, 1000} = 3,40 q_{\max}$. Δέν εἶναι σπανία ἡ περίπτωσηε, καθ' ἣν τμήματα ἔργου (ἐκχειρισταί φραγμάτων λ.χ.) ὑπολογίζονται διά ἐνδεκομένην παροχήν ἐμφανιζομένην ἀπαε ἀνά χιλιετίαν.

Ὁ Myer διαβαδμίζει τὰς διαφορούς κατηγορίας τῶν ποταμῶν τῶν Η.Π.Α. διά τοῦ δείκτου ἑκατοσπαιίας διαβαδμίσεως p (percent rating), ὅστις δίδει τήν ἐκείν τῆς $\mu \epsilon \gamma \acute{\iota} \sigma \tau \eta \varsigma$ παρατηρηθείσης παροχῆς ποταμοῦ τινος (ἐντός τῶν ἔτων παρατηρήσεων) ὡς πρὸς τήν ἐπιφάνειαν τῆς λεκάνης τοῦ ποταμοῦ, ἦτοι:

$$(8) \quad p = \frac{Q}{100 \sqrt{A}} = \frac{q \sqrt{A}}{100}$$

καί ἐπὶ τῇ βδεει τοῦ δείκτου τούτου, εὐγκρίνει τὰ διάφορα ρεύματα τῆς χώρας καί δίδει πίνακα καί χάρτην ὑπολογισμῶ τοῦ " p " δά τὰ σπουδαιότερα ἐξ αὐτῶν. Προκύπτει ἐντεῦθεν διά τήν αὐνήθη πλημμύραν:

$$(8a) \quad q = 5000 p \cdot A^{0.5}$$

καί τήν μεγίστην ταυτήν

$$(8\beta) \quad q = 10000 p \cdot A^{0.5}$$

Εἰς τόν τύπον τούτον αἱ παρακαί εἶναι εἰς κυβ. πόδας ἀνά δλον καί αἱ ἐπιφάνειαι εἰς τετραγωνικά μίλλια καί τούτο ἵνα δύνανται νά εὐκριθῶσιν οἱ ἀριθμοί " p " πρὸς τοὺς ἐν Ἀμερικῇ παρατηρηθέντας. (βλ. C.V. Davis Handbook of Applied Hydraulics, 1^η ἐκδοσις μόνον, σελίς 64 κ. ἐ. ἐ).

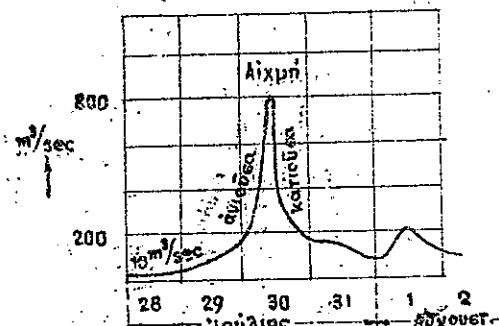
Ὁ Dredge (κατ' ἄλλους ὁ Burge) δίδει τύπον τῆς πλημμύρας εἰς ὃν περιλαμβάνει καί τήν γενικήν μορφήν τῆς λεκάνης διά τῆς εἰσαγωγῆς τοῦ μήκους αὐτῆς, ἦτοι:

$$(9) \quad Q = 19,56 \frac{A}{L^{2/3}} \quad \eta \quad q = \frac{19,56}{L^{1/3}}$$

ένθα $L =$ μήκος της λεκάνης απορροής, εις χιλιόμετρα. Εφ' ὅσον αὐξάνει τὸ μήκος της λεκάνης ἐλαττοῦται ἡ ἀπορροή.

Διὰ $L = 8 \text{ Km}$ $q = 4,89 \text{ m}^3/\delta\lambda\omicron\nu\text{-χιλμ}^2$. Διὰ $L = 64 \text{ Km}$ ἡ ἀπορροή ἔσται $1,22 \text{ m}^3/\delta\lambda\omicron\nu\text{-χιλμ}^2$ κ.α.κ. Ὁ τύπος οὗτος συντάχθη καὶ ἰσχύει διὰ πῖν περιοχὴν τῶν Ἰνδιῶν.

Τὰς ὡς ἄνω τιμὰς τῶν πλημμυρῶν χρῆσιμοποιοῦμεν ὅπου δὲν ὑπάρχουν συνεχῆ ὑδρογραφήματα ἢ ὅπου δὲν δυναμῆδα νὰ ὑπολογίσωμεν ταύτας ἐκ τῶν βροχῶν (βλ. κεφ. VI) προσδιορίζοντες τοιοῦτοτρόπως τὴν αἰχμὴν τῆς πλημμύρας. Ἡ πλημμύρα ἐν τῇ μικροτομῇ θα ἔχη τὴν ἐν τῷ σχήματι 162 διδομένην μορφήν καὶ ἡ αἰχμὴ τῆς στάθμης θα μετακινήται ὡς ἐν τῷ σχήματι τοῦτο (βλ. σελ. 214) ἐμφαίνεται, ὅπου ἡ κλίσις τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος τοῦ ποταμοῦ πρὸς τὰ ἀνάκτῃ θα εἶναι πάντοτε ὁμαλωτέρα ἢ πρὸς τὰ κατάντῃ, τὰ δὲ βάθος τοῦ ὕδατος θα βαίνῃ ἐλαττούμενον. Εἰς τὸ σχῆμα 181. ἐμφαίνεται ἡ καταστρεπτικὴ πλημμύρα τοῦ ποταμοῦ Queis (1897) λεκάνης 303 χιλμ².



Σχ. 181. Πλημμύρα τοῦ ποταμοῦ Queis (1897)

Ἡ ταχύτης μεταδόσεως τῶν πλημμυρῶν ω (χιλ/ᾠρᾶν) ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὸ μέγεθος τῆς πλημμύρας καὶ τὰς τοπογραφικὰς συνθηκὰς τῆς λεκάνης καὶ τοῦ ἀγωγοῦ. Προσδιορίζεται δὲ ἐκ τῶν σταθμημετρικῶν σταθμῶν κατὰ μήκος τοῦ αὐτοῦ ποταμοῦ ἐκ τοῦ ἀπαιτουμένου χρόνου διὰ τὴν

δίοδον αὐτῆς, δι' ἑκάστου ἐξ αὐτῶν. Τὰ μεγαλύτερα ὕψη πλημμύρας παρουσιάζουν μεγαλύτερας ταχύτητας ἀπὸ τὰ μικρότερα. Ἡ ταχύτης ω τοῦ κύματος δίδεται κατὰ προσέγγισιν ὑπὸ τοῦ τύπου (βλ. καὶ σχῆμα 162).

$$\omega = \frac{f_1 \cdot u_1 - f_2 \cdot u_2}{f_1 - f_2}$$

ένθα f_1 καὶ f_2 ἡ διατομὴ τοῦ ρεύματος διὰ τὰς στάθμιας h_1 καὶ h_2 .

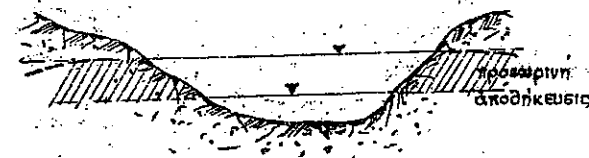
Κατὰ προσέγγισιν ἡ ταχύτης μεταδόσεως εἶναι:

$$\omega = \frac{3}{2} u \text{ διὰ διατομὴν ὀρθογωνικὴν μεγάλου πλάτους}$$

$$\omega = \frac{4}{3} u \text{ διὰ παραβολικὴν διατομὴν ὅπου } u \text{ ἡ ταχύτης τοῦ ὕδατος.}$$

Ὁ Δούναβις εἰς τὴν Βιέννην μεταδίδει τὰς πλημμύρας τοῦ μέ $\omega = 3,8 \text{ κιλ/ᾠρᾶν}$.

Οὕτω ὑπολογίζεται ἡ ταχύτης τῆς πλημμύρας τοῦ Elbe εἰς 8-10 κιλ/ᾠρᾶν παρὰ τὸ Leitmeritz μειουμένη εἰς 2-3 κιλ/ᾠρᾶν εἰς τὰ Πρωεσοσαξωνικά ἔθνη ὅπου ὁ ποταμὸς διέρχεται δι' ἔδαφῶν ἄτινα ἔχουσιν μεγάλην ὑποχείαν κωρητικότητα καὶ ἀπορροσθῆν μέρος τῆς πλημμύρας, ἔστω καὶ προσωρινῶς διὰ νὰ τὸ ἀποδώσῃ ἀργότερον εἰς τὸν ποταμὸν (βλ. ε.κ. 182).



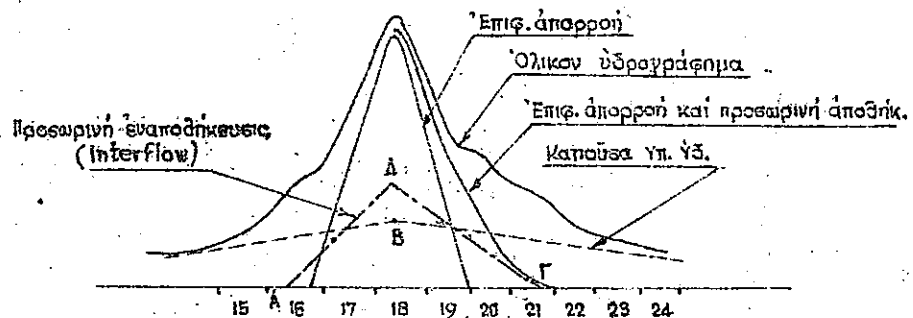
Σχ. 182. Προσωρινὴ ἀποθήκῃσις πλημμύρας.

Τοιοῦτοτρόπως ἡ παροχὴ μιᾶς πλημμύρας - κατὰ τὴν διέλευσιν αὐτῆς - ἀποτελεῖται ἀπὸ τρία τμήματα ἢτοι ἀπὸ τὴν πραγματικὴν ἐπιφανειακὴν ἀπορροήν, ἀπὸ

τὴν προσωρινὴν ἐναποθήκῃσις ἐντὸς τοῦ ἔδαφους (ε.κ. 183) καὶ ἀπὸ τὴν μόνιμον παροχὴν τῶν ὑποχείαν ὕδατων ἧτις καὶ τροφδοτεῖ τὴν παροχὴν μετὰ τὰς βροχὰς.

Οὕτω ὁ Barnes δίδει τὴν ἐν τῷ ε.κ. 183 πιθανὴν διακομὴν τῶν ποσοπίτων τούτων κατὰ τὴν δίοδον μιᾶς πλημμύρας, ὅπου τὸ ὄλικόν ὑδρογράφημα ἀποτελεῖται ἀπὸ τὴν πραγματικὴν ἐπιφανειακὴν ἀπορροήν, τὴν προσωρινὴν ἐναποθήκῃσις (διάγραμμα αὐτῆς ΑΔΓΑ) καὶ τὴν ῥοήν τῶν ὑποχείαν ὕδατων.

Ἡ ὡς ἄνω ἀπὸ τῆς μορφῆς, γίνεται πολυπλόκαυτέρα ἐάν ἔχωμεν συνειρεία διαφορετικῶν βροχῶν ἀλλεπάλληλα κύματα πλημμυρῶν ὅποτε ἔχομεν ευν.θ.έ.τ.ο.υ.ς μορφῆς τοῦ ὑδρογραφή-



Σχ. 183. Κατανόμη παροχῶν ὑδρογραφήματος (Barness)

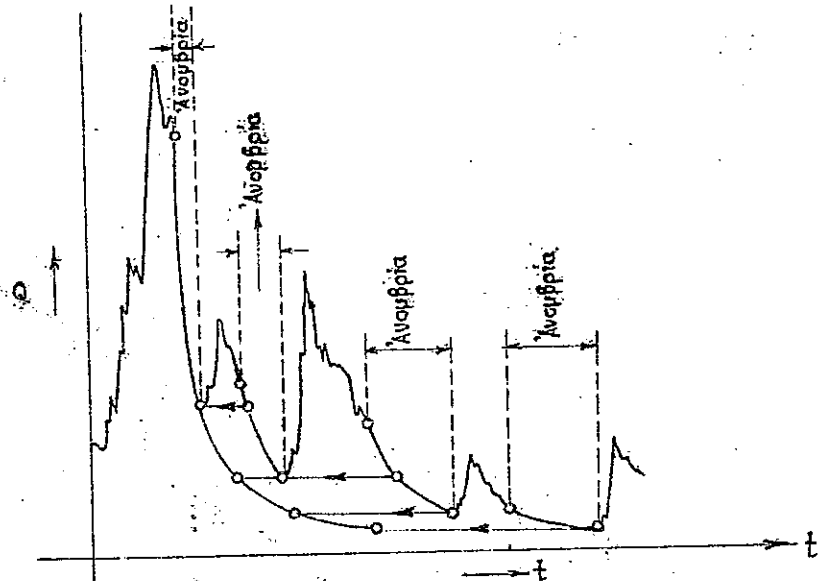
ματος (βλ. ε.χ. 169, ἀπορροή θουραϊκοῦ).

Ἐκ τῆς μελέτης τῶν ὑδρογραφημάτων παρατηροῦμεν ὅτι ἐνῶ ἡ ἀνιοῦσα πλευρά τῆς πλημμύρας, λαμβάνει μορφῆς ἐξαρτωμένες ἀπὸ τὴν βροχήν (ὑψος, ἐνταση, διάρκεια) εἰς τὴν λεκάνην (ἀπόλεια, εὐχμα, κλίσις), ἡ κ.α.τ.ο.υ.ς.α. πλευρά ἐξαρτᾶται ἐνηθῶς ἀπὸ τὴν μορφολογίαν τοῦ ρεύματος καὶ μόνον καὶ εἰς περίπτωσιν καθ' ἣν σταματᾷ ἡ βροχή ἢ ἀποβεβνυσομένη πλευρά τῆς κατιοῦσης ἔχει σταθερὰν μορφήν, εἴτε πρόκειται περὶ ἐνός συνεχοῦς ὑδρογραφήματος ἢ περὶ περισσοτέρων διαδοχικῶν τοιοῦτων ὡς ἐμφαίνεται εἰς τὸ ε.χ. 184.

Ἡ κανονικὴ κατιοῦσα πλέου ἔχει μαθηματικὴν μορφήν καὶ εὐχνακίς διδεται δι' ἐξισώσεως τῆς μορφῆς:

$$(10) \quad Q = a \cdot e^{-b\sqrt{t}}$$

ἔνθα Q ἡ παροχὴ μετὰ t ἡμέρας ἀπὸ τὴν τελευταίαν βροχήν. Οἱ a καὶ b εἶναι συντελεσταὶ δι' ἕκαστον ποταμόν. Διὰ τὸν Mur λ.χ. εὐρέσθη $a = 766,5$ καὶ $b = -0,403$.



Σχ. 184. Κατιοῦσα ὑδρογραφήματος.

β. Ἐνθασιαι.

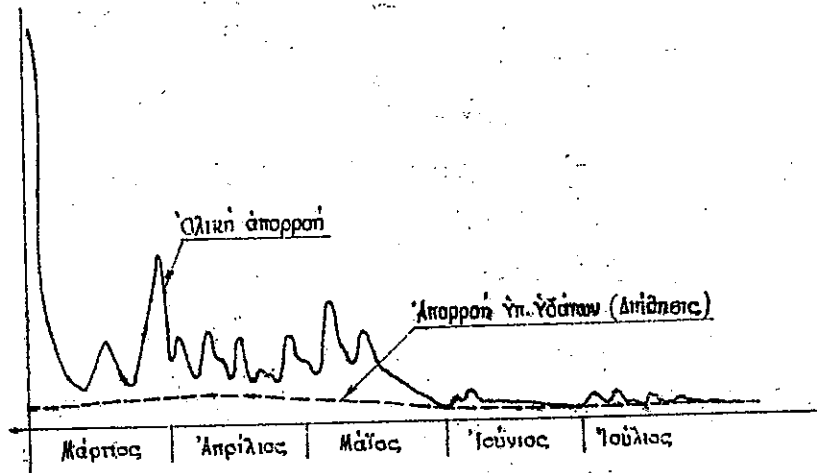
Αἱ κατόπιν τμητῶν τῶν ὑδρογραφημάτων ἀντιστοιχοῦν εἰς μὴνας ἀνομβρίας. Ἐπίσης διὰ παρατηρήσεως μακρῆς σειρᾶς ἐτῶν παρατηροῦνται χαμηλὰ ὑδρογραφήματα κατὰ τὰ ἔτη χαμηλῶν βροχῶν.

Εἰς πλείστα Ἑλληνικὰ ρεύματα μικρᾶς λεκάνης ἀπορροῆς, παρατηροῦνται μῆνας καθ' οὓς ἡ παροχὴ κατέρχεται εἰς τὸ μηδέν.

Διὰ τοὺς ἑπρὺς μῆνας αἱ παροχαὶ τοῦ ὑδρογραφήματος, ὅτε παρουσιάζει τοῦτο ἀπόρροας, ὀφείλονται κυρίως εἰς ἐμφανίσεις ὑπογείων ὑδάτων (πήγαι ἢ ῥοαὶ ὑπογείων ὑδάτων), δοθέντος ὅτι καὶ ἐκ τῶν τελευταίων πεσοῦσων βροχῶν ἀπόρροαί θά εἴκον ἤδη ἀπορρεύσει ἐπιφανειακῶς, κατὰ τὸ διάστημα ποῦ ἐμφανίζονται αἱ ἀπορροαὶ τοῦ ρεύματος.

Εἰς τὸ ε.χ. 169 ἐμφαίνονται αἱ ἀπορροαὶ τοῦ ποταμοῦ Bohneraug (Conn, U.S.A.) ὅπου διακρίνονται αἱ ἀπορροαὶ αἱ προ-

ερχόμενοι ἐξ ὑπογείων ὑδάτων, αἰτίγες εἶναι σχεδόν καί αἱ μόναι κατὰ τοὺς μῆνας Ἰουνίου καὶ Ἰουλίου.



Σχ. 169. Ἀπορροαὶ ποταμοῦ Rempelau (1914)

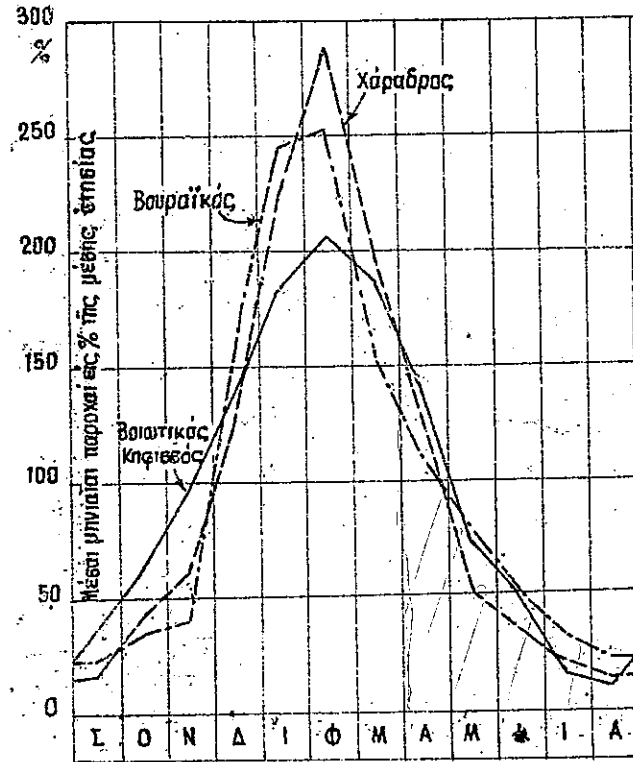
2.3. Τύποι ἀπορροῶν ποταμῶν.

Ἡ παρακολούθησις τῆς ὑδρολογικῆς διαίτης τῶν ποταμῶν μᾶς ἐπιτρέπει νὰ κατατάξωμεν τούτους εἰς διαφόρους τύπους ἀναλόγως τῶν ὑδρολογικῶν καὶ τοπογραφικῶν συνθηκῶν. Οὕτω:

α) ποταμοὶ τροφοδοτούμενοι ἀπὸ εὐθείας καὶ μόνον ἐκ τῶν βροχῶν παρακαλοῦσιν τὴν διαίτην τῶν βροχῶν παρουσιάζουν τὰ μέγιστα καὶ ἐλάχιστα αὐτῶν ὅπως καὶ αἱ βροχαὶ δοθέντος, ὅτι αἱ βροχαὶ παρουσιάζουν τὰς μεγίστας αὐτῶν τιμὰς μεταξὺ Δεκεμβρίου καὶ Ἰανουαρίου αἱ μέγιστα ἀπορροαὶ αὐτῶν ἐμφανίζονται εἰς τὴν αὐτὴν περίοδον. Οὕτω ἔχομεν τὸν **βροχίνου** τύπον τῶν ρευμάτων (ε.χ. 165).

β) ποταμοὶ τροφοδοτούμενοι ἐκ λεκανῶν ἕδα πηγαίων παρουσιάζουν καὶ δευτέραν αἰχμήν τῶν μηνοετησίων ὑδρογραφημάτων συμπύπτουσαν μετὰ τὴν περίοδον πηγῆος τῶν λιόνων, αἰχμήν μεγαλυτέραν ἢ μικροτέραν τῆς βροχῆς.

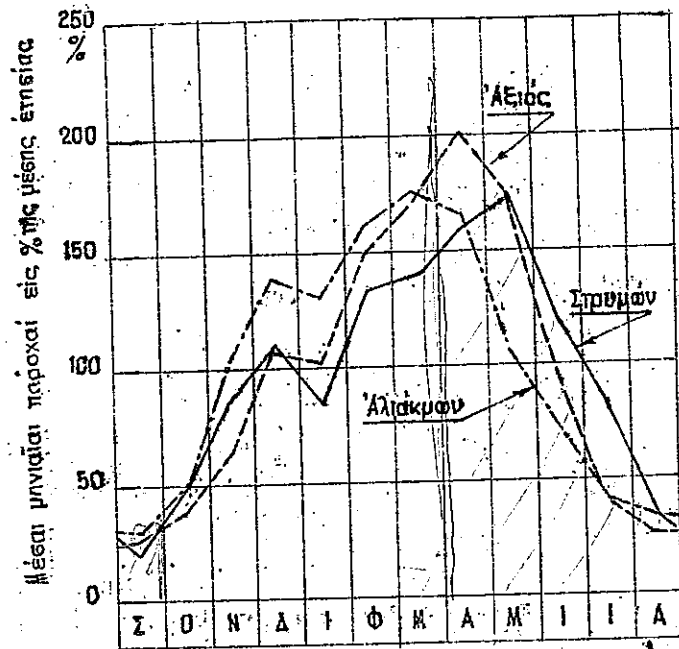
ἀναλόγως τῆς διανομῆς βροχῆς καὶ λιόνος. Ὁ τύπος αὗτος εἶναι ὁ **χιονοβροχίνος**. Εἰς τὸ ε.χ. 177 δίδονται αἱ ἀπορροαὶ δύο ἐτῶν τοῦ Πηνειοῦ ποταμοῦ, χιονοβροχίνου τύπου. Εἰς τὸ ε.χ. 166 δίδονται περαιτέρω αἱ μέσαι ε.χ. ἀπορροαὶ τριῶν ἄλλων χιονοβροχίνων ποταμῶν τῆς Ἑλλάδος:



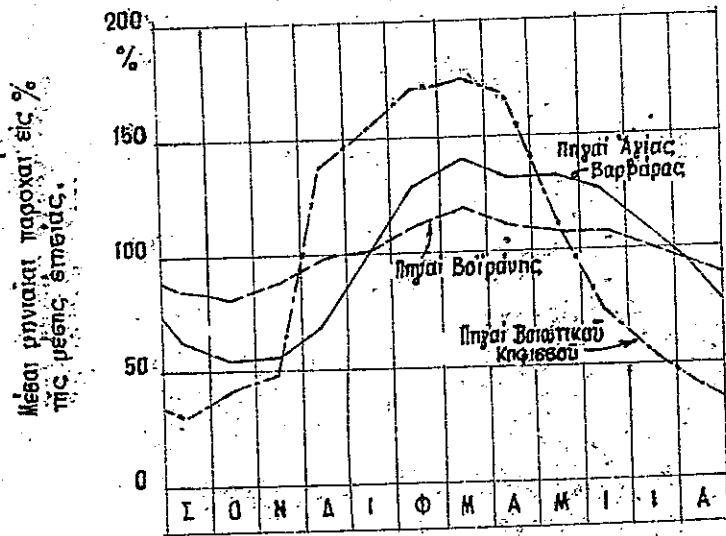
Σχ. 165. Βροχίνος τύπος. Σχετικαὶ μηνιαία ἀπορροαὶ (Μαλικόπουλος).

αἱ μηνοετησίων ἀπορροαὶ ρευμάτων τροφοδοτούμενων ὑπὸ πηγῶν. Εἰς τὸ ε.χ. 167 δίδονται αἱ μηνιαία ἀπορροαὶ τῶν χειτονικῶν ποταμῶν Λούρου καὶ Ἀράχθου, ἀνηχόμενοι εἰς Κη² Γελκῆος ἀπορροῆς καὶ τοῖς ἑκατὸν τῆς ὀλικῆς ἀπορροῆς διὰ τὸ αὐτὸ ὑδρολογικὸν ἔτος. Εἶναι ἐμφανὴς ἡ διαφορὰ μεταξὺ τοῦ πηγαιῖου καὶ τοῦ βροχίνου τύπου ρεύματος, δοθέντος ὅτι ὁ Λούρος τροφοδοτεῖται κυρίως ἀπὸ πηγῆς.

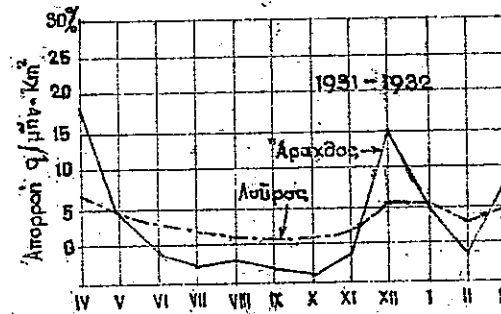
γ) Ποταμοὶ τροφοδοτούμενοι κυρίως ἀπὸ ὑδάτα πηγῶν παρουσιάζουσιν πολὺ ἀμβλυτέρας αἰχμὰς καθὼς αἱ βροχαὶ διαρχόμεναι διὰ τοῦ ἔδαφους καὶ ἐκβάλλουσαι εἰς τὰς πηγὰς ὑφίστανται ὑπερρῆσιν τῆς παροχῆς αὐτῶν, δημιουργοῦσαι οὕτω τοὺς **πηγαίσιους** τύπους ρευμάτων. Εἰς τὸ ε.χ. 167 δίδονται αἱ μηνοετησίων ἀπορροαὶ ρευμάτων τροφοδοτούμενων ὑ-



Σχ. 166. Χιονοβρόχινος τύπος, Σχετικά παροχαι (Μαλικόπουλος).



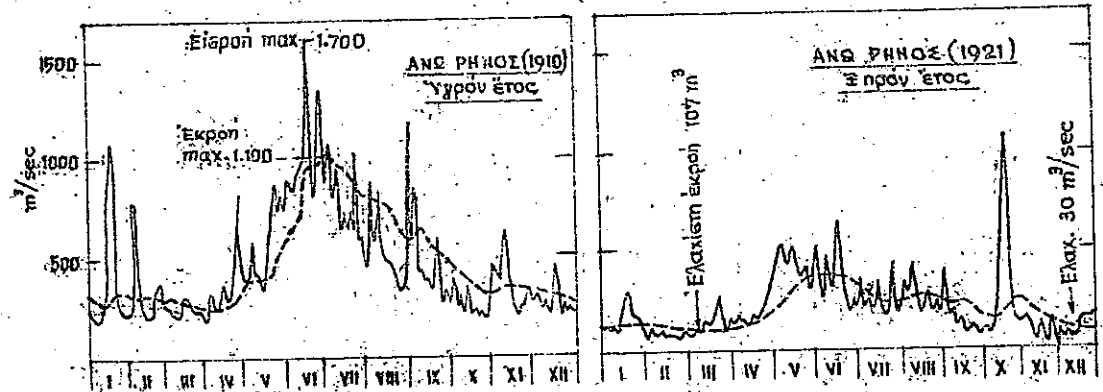
Σχ. 167. Πηγαίος τύπος, Σχετικά παροχαι (Μαλικόπουλος).



Σχ. 167^α Σύγκρισις πηγαίου (Λούρος) και βροχίνου (Αραχθός) τύπου διά τό αυτό έτος (Γ. Π. Κ.).

δ) Η άμβλυσις των αίχρων ήτις προσέρχεται διά της αποθηκείσεως εντός του έδαφους, προσέρχεται επίσης και διά της αποθηκείσεως εις επιφανειακούς χώρους, ήτοι εις λίμνας. Ούτω ποταμοί με ξείας αίχρας είσερχόμενοι εις λίμνας, εξέρχονται αυτών με πολύ όμαλωτέρας διακυμάνσεις και αποτελούν τους λιμναίους τύπους ποταμών.

Εις τό σχήμα 168 δίδονται αι απορροαι του Ρήνου πρό και μετά την διάσταν αυτου διά της λίμνης Boden-See (Καντεντίζης, Ελβετία).



Σχ. 168. Λιμναίος τύπος ρεύματος (Ρήνος πρό και μετά την λίμνην Boden-see

Δ' Διάβρωσις καί Φερταί Ύλαι

1. Διάβρωσις του εδάφους.

Τά ύδατα τής βροχής - μετά τας απώλειας αυτών έξ εξατμίσεως ή διεισδύσεως - ρέοντα έπιφανειακώς επί του εδάφους κατ' άρχήν καί εις συνεχώς αυξανόμενου μεγέθους ρεύματα, διαβιβρώσκουν καί συμπαράσφρουν μόρια του εδάφους ποικιλωτάτων μεγεθών (άπό μικρομετρικών μέχρι κολοσειαίων διαστάσεων) άτινα παρασύρονται είτε αιώρουμενα εντός του ρέοντος ύδατος είτε ευρόμενα επί τής στερεάς ή κινουμένης επίσης κοίτης επί τής οποίας ρέει τό ύδωρ.

Η διάβρωσις του ύδατος δεν προκαλείται μόνον άπό τό ύδωρ άλλα καί άπό τόν άνεμον. Πλήν των μεγάλων μεταφορών λεπτοκόκκων εδαφών υπό του άνέμου (αιολικάί θίνες) οί άνεμοι μεταφέρουν καί μικράς ποσότητας λεπτοκόκκων υλικών άπινες, λόγω στροβιλισμών εις τας ανωμαλίας των ρυακίων, καθιζάνουν εντός αυτών καί παρασύρονται είτε υπό του ύδατος.

Διά των άποσαθρώσειν καί τήν κωνερτοποιήσειν του εδάφους καί τήν προετοιμασίαν διά τήν διάβρωσειν αυτου ευτελουν τα μεταβολογικά φαινόμενα (βροχή, παχωνιά πίκουσα τό ύδωρ των κενών, όπερ ούτω θραύει τό εδαφος) άλλα καί βιολογικά φαινόμενα (ρίζαι των φυτών, μικρόβια του εδάφους, μυκητες, παράσιτα κ.λ.π.).

Η υδατική διάβρωσις διακρίνεται εις τας δύο ακόλουθους μορφάς:

α) Ορεινή διάβρωσις, εις τας όρεινάς λεκάνας, εμφανιζομένη διά τής θραύσεως των βράχων καί τής παρασύσεως αυτών εις τα κατόντη (βλέπε καί σάρες, ολοκλήρους χειμάρρους, φερτών υλών επί των άποτομών προτογενών όρειών κλιτύων) εντός τής κοίτης των ρεοντων

υδάτων ένα δια τής συνεχώς τριβής έπέρχεται ελάττωσις του όγκου των μεμονωμένων τεμαχίων καί συνεχώς εκλέπτυνσις αυτών, ίδια κατά τας καταχίδας καί ύψηλάς άπορροάς. Κατά τήν κίνησειν ταύτην έχομεν λίαν ίσχυράς κλίσεις του εδάφους.

β) Πεδινή διάβρωσις, παρουσιαζομένη εις τα όμαλότερα εδάφη μετά ή άνευ φυτείας προκαλουμένη άπό τήν προσηδθειαν του ύδατος να ανοίξη διαδρομήν διά του εδάφους προς άπορροήν. Κατά τον Gustafsson, η πεδινή διάβρωσις διακρίνεται εις

1. έπιφανειακήν διάβρωσειν, έπιτελουμένην κατά λεπτά στρώματα επί όλης τής έπιφανείας του εδάφους.
2. Διάβρωσειν ρυακίων, προκαλουμένην κατά τον σχηματισμόν ρυακίων με ίκανήν κλίσειν καί μικράς διαστάσεις (2-5 εκατοστά).
3. Διάβρωσειν χαραδρών, ήτοι ρυακίων μεγαλυτέρων διαστάσεων ένα πλην του έπιφανειακού εδάφους, διαβιβρώσεται νυν καί τό ύπεδαφος.

Αι απώλειαι ύδατος καί εδάφους διά διάφορα είδη εδαφών άιόεται υπό του H. M. Heakin διά του ακόλουθου πίνακος:

| | Μέση ετησία απώλεια | | Ετησίαν ή διάβρωσειν 25 κιλ. |
|--------------------------------|---------------------|------------------------|------------------------------|
| | Βροχής, % | Εδάφους τόννοι/στρέμμα | |
| Χέρσα εδάφη, με άρρωειν 20 εκ. | 30,3 | 10,3 | 3,4 |
| Συνεχής άραβόσιτος | 29,4 | 5,0 | 7,1 |
| " είτος | 23,3 | 2,5 | 14,0 |
| Άραβόσιτος, είτος, τριφύλλι | 13,8 | 0,7 | 52,0 |
| Λειμώνες | 12,0 | 0,07 | 460,0 |

Διά τής διάβρωσεως του εδάφους γίνεται άφ ενός άπόσπυσις των λεπτων ευετατικών (ώς η κολλοειδής άργιλλος) των άπαρα-

τήτων διά τήν φυτεΐαν, ἐνῶ ἐξ ἄλλου ἄλλακῶ παρατηροῦνται προσχώσεις (κῶνοι ἐκκρίψεως, μαϊανδροί, κ.λ.π.) ζημιούσαι ὑπαρκούσας φυτεΐας. Ἐξ ἄλλου λεπτά αἰωρούμενα ὑλικά δύνανται μετὰ τοῦ ὕδατος νά εἶναι χρήσιμα εἰς τήν γεωργίαν (βλ. γεωργικὴν ὑδραυλικήν).

Αἱ φερταὶ ὕλαι ἐξ ἄλλου παρουσιάζουν μεγίστας ἐνίστε δυσχερείας εἰς τὰ ἔργα ὑδροληψίας, ἐξ ἀγωγῶν (ρουφράκται, ἀντλιοστάσια) ἐνῶ ἐκ παραλλήλου προκαλοῦσιν μεγάλας ἀπωλείας εἰς τὰ ἔργα ἀποθηκεύσεως (τεκνηταὶ λίμναι) ἐλαττώνουσαι βραδυσίως τὸν ἀφελίμον ὄγκον ἀποθηκεύσεως ὕδατος ὅπισθεν τῶν φραγμάτων.

2. Αἱ Φερταὶ ὕλαι.

Ἐφ' ὅσον τὰ ὑλικά διαβρώσεως εἰσέλθουν εἰς τὰ ρεύματα πλανῶνται ἐντὸς αὐτῶν συνεχῶς ἢ διακεκομμένως μέχρι τῆς τελικῆς σταθμεύσεως εἰς μεγάλας προσχώσεις ἢ τὰ ἔξλητα τῶν ποταμῶν (καὶ ἐκεῖθεν μέρος αὐτῶν ἐξακολουθεῖ νά πλανῶται κατὰ μήκος τῶν ἀκτῶν ἢ εἰς τὸ βάθος τῶν θαλασσῶν).

Ἐντὸς τῶν ρευμάτων, τὰ ὑλικά ταῦτα φερόμενα ὑπὸ τοῦ ὕδατος λέγονται φερταὶ ὕλαι, καὶ ὅτι αἱ μὲν εὐμεγέθεις ἐξ αὐτῶν εὐρόμεναι παρά τὸν πυθμένα καλοῦνται εὐρόμενα ὕλαι, αἱ δὲ λεπτόκοκοι αἰωρούμεναι ἐντὸς τοῦ ὕδατος καλοῦνται αἰωρούμενα ὕλαι.

Ὅς εὐνόητον δέν ὑπάρχουν σαφεῖ ὄρια διακρίσεως τῶν δύο κατηγοριῶν. Πλὴν τῶν ἀπολύτως φερτῶν ὑλικῶν ἅτινα δέν καθίστανον καὶ διὰ ἐλαχίστην κίνησιν τοῦ ὕδατος, αἱ λοιπαὶ ὕλαι ἐναλάσσουσιν κατάστασιν ἀναλόγως τῶν ὑδραυλικῶν συνθηκῶν (κλίσις, ταχύτης, στροβιλισμός) τοῦ παρασύροντος αὐτοῦ ρεύματος καὶ τῆς ἰδίας συνθέσεως αὐτῶν (κοκκομετρικὴ σύνθεσις, ἐκῆμα, εἰδικὸν βάρος).

Τὸ ποσὸν τῶν φερτῶν ὑλῶν ὅπερ διέρχεται ἐκ μιᾶς διατομῆς ρεύματος εἰς τὴν μονάδα τοῦ χρόνου καλοῦμεν ετερεῖαν πα-

ροχίαν (ευρομένην καὶ αἰωρούμένην), ἐνῶ τὸ σύνολον τῶν φερτῶν ὑλῶν ὅπερ διέρχεται εἰς μίαν ἀρισμένην διάρκειαν χρόνου (συνήθως μῆνα ἢ ἔτος) καλοῦμεν ετερεῶν φορτίον.

α) Συρόμεναι ὕλαι.

Αἱ φερταὶ ὕλαι κατὰ τὴν διαδρομὴν αὐτῶν ἀπὸ τῆς ὀρεινῆς περιοχῆς πρὸς τὰς πεδιάδας ἐλαττοῦνται συνεχῶς εἰς μέγεθος, πρῶτον λόγῳ συνεκοῦς τριβῆς, εἰς τὸν πυθμένα μετὰ τῶν καὶ πρὸς τὸν ἐνίστε βραχώδη πυθμένα καὶ δεῦτερον λόγῳ ἐλαττώσεως τῶν δυνάμεων αἰτίνας τὰς μεταφέρουν ἐπερχομένης τοιοῦτοτρόπως τῆς γνωστῆς ἐμφανοῦς διαλογῆς τοῦ ὑλικοῦ κατὰ μήκος τοῦ ρεύματος.

Ὁ H. Sterberg διδὼν θεωρητικὴν ἔκφρασιν τῆς ἐκ τῶν τριβῶν ἀπωλείας τῶν κόκκων ἐκκινῶν ἐκ τῆς παραδοχῆς ὅτι τὸ ἀρχικὸν βάρος P_0 , κόκκου τίνος μετὰ διαδρομὴν μήκους S γίνεται P μετ' ἀπώλειαν:

$$dP = -cPds$$

ἐνθα c ἢ ἀνά μέτρον ἀπώλεια βάρους, ὁπότε

$$\log_{nat} P = -cS + c$$

καὶ διὰ $S=0$ $\log_{nat} P_0 = c$

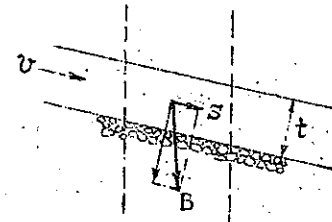
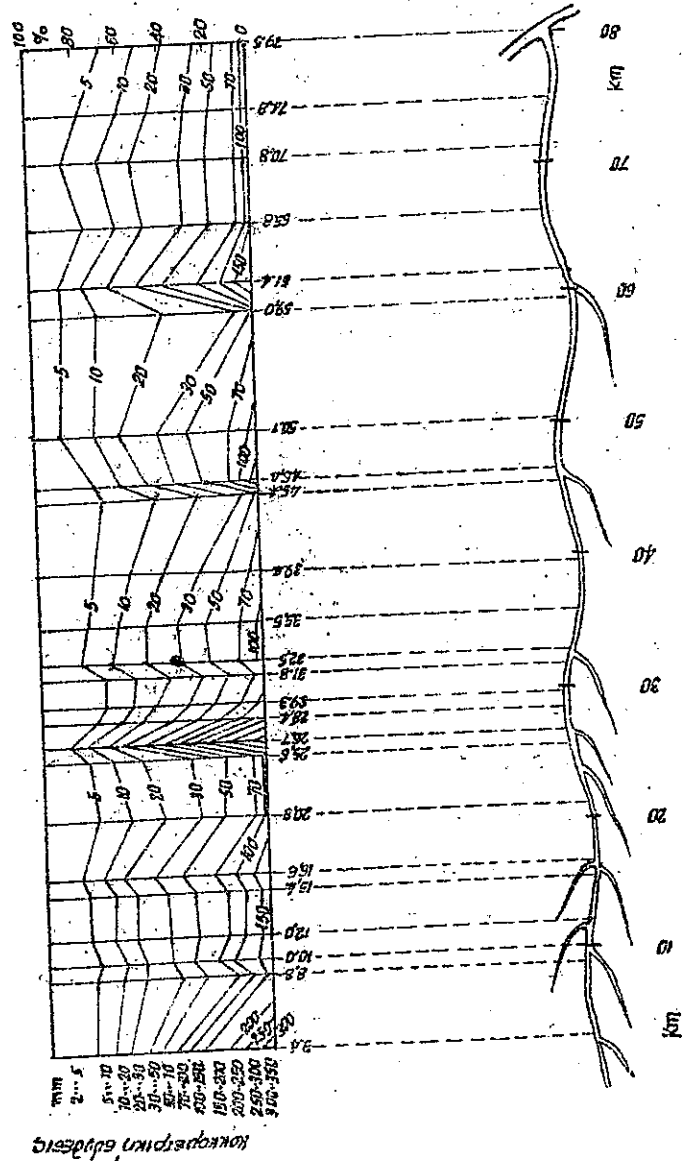
ὁπότε $P = P_0 e^{-cs}$

Ὁ συντελεστὴς c [$\frac{1}{m}$] διδεται τότε συναρτήσῃ τῶν περρογραφικῶν συνθηκῶν ὡς ἐξῆς:

| | | | |
|--------------------|----------------------|----------------------------|-------------------------------|
| Διὰ ἀββεστόλιθον : | 10×10^{-6} | Διὰ γνεῦσον καὶ γραφίτην : | $3,5 \div 5,0 \times 10^{-6}$ |
| " δολομίτην : | $8,3 \times 10^{-6}$ | δι' ἀμφοβολίτην : | $2,0 \div 3,5 \times 10^{-6}$ |
| " χαλασίαν : | $3,3 \times 10^{-6}$ | | |

Κοκκομετρικαὶ ἐξ ἄλλου ἀναλύσεις τῶν ποταμῶν δεικνύουσιν τὴν μεταβολὴν τῆς κοκκομετρικῆς συνθέσεως τῶν φερτῶν ὑλῶν κατὰ μήκος τῆς κοίτης ὡς καὶ τὴν ἐπιρροὴν τῶν παραποτάμων ὡς ἐμφαίνεται εἰς τὸ ἀκόλουθον ἐκῆμα (169).

ὡς μέτρον τῆς ὀριακῆς κινήσεως τῶν φερτῶν ὑλῶν λαμβάνεται ἡ εὐρτική δύναμις τοῦ ρεύματος ἢτοι ἡ εἰς τὸν πυθμένα τοῦ ρεύματος ἐφαπτομενικὴ συνιστώσα τῆς κινούσης τοῦ ὕδαρος δυνάμεως, τῆς βαρύτητος.
Ἡ εὐρτικὴ δύναμις ἰσοῦται μέ (βλ. μαθ. ὑδραυλικῆς).



Σχ. 169α. Συρτική δύναμις.

$$S = \gamma \cdot J \cdot R \quad [\text{kg/m}^2]$$

ἔνθα γ , εἶδ. βάρος ὑγροῦ, J ἡ κλίσις, R ἡ ὑδραυλικὴ ἀκτίς τοῦ ρεύματος (βλ. σκ. 169α). Διὰ μεγάλα πλάτη ἔνθα ἡ ὑδραυλικὴ ἀκτίς ἰσοῦται μέ τὸ βάθος t , ὁ τύπος γίνεται :

$$S = \gamma \cdot J \cdot t$$

διὰ χεῖμαρρον λ.χ. $i = 0,1$ καὶ $t = 2,0 \mu$. $S = 200 \text{ kg/m}^2$

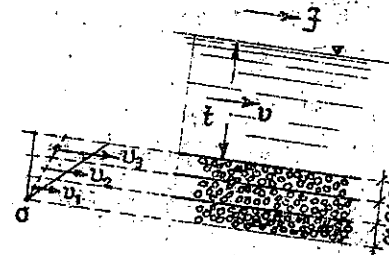
δι' ὄρεινόν ποταμόν $i = 0,005$ " $t = 3,0 \mu$. $S = 15$ "

διὰ τὰς ἐκβολὰς τοῦ Ρήνου $S = 9,5$ "

Μία ἐκ τῶν πρώτων θεωριῶν περὶ κινήσεως τῶν φερτῶν ὑλῶν, μολονότι βασιζομένη εἰς διαφορετικὴν ἀπὸ τὴν σημερινὴν ἀντίληψιν περὶ τῆς κινήσεως ταύτης κατέληξεν εἰς τύπον νεωστὶ ἐπαληθευθέντα πειραματικῶς.

Οὗτω ὁ De Bays ἐκκινῶν ἐκ τῆς ἐκέψεως ὅτι αἱ φερταὶ ὑλῆαι κινῶνται κατὰ στρώσεις ἴσου πάχους, ὁ δέχεται ὅτι τὸ πάχος τῆς πρώτης στρώσεως ὁ δίδεται ὑπὸ τῆς ἐξισώσεως:

$$(\gamma_1 - \gamma) \delta \cdot \epsilon \cdot \omega \geq \gamma t J \quad \text{ἔνθα } \gamma t J = S$$



Σχ. 169β.

ἔνθα ω ἡ γωνία τριβῆς τῆς πρώτης ἐπὶ τῆς δευτέρας στρώσεως (γ_1 εἶδ. βάρος φερτῶν ὑλῶν). Ἐάν ἡ εὐρτικὴ δύναμις εἶναι μεγαλύτερα τῆς τιμῆς ταύτης τότε τὸ πλεόνασμα αὐτῆς θὰ μετακινήσῃ τὴν δευτέραν στρώσιν καὶ θὰ ἰσοῦται μέ $\gamma t J - (\gamma_1 - \gamma) \delta \cdot \epsilon \cdot \omega$. δι' ἣν χρειάζεται δύναμις πάλιν $(\gamma_1 - \gamma) \delta \cdot \epsilon \cdot \omega$.

Ἐάν κινήθῃ καὶ αὐτὴ καὶ μείνῃ πλεόνασμα εὐρτικῆς δυνάμεως, τοῦτο θὰ ἰσοῦται μέ $\gamma t J - 2\delta (\gamma_1 - \gamma) \epsilon \cdot \omega$ καὶ τελικῶς, διὰ n στρώ-

εις; δ' απαιτηθῆ ευστική δύναμις.

$$(1) S = \gamma t f = v \cdot \delta \cdot (\gamma_1 - \gamma) \epsilon \phi \omega \quad \text{ἐξ οὗ} \quad (2) v \delta = \epsilon = \frac{\gamma t f}{(\gamma_1 - \gamma) \epsilon \phi \omega}$$

τὸ πάχος τῆς ὄλης κινουμένης μάζης διὰ ευστικήν δύναμιν: $\gamma t f$.

Δεχόμενος εἶτα ὁ Du Boys ὅτι ἡ καταπύτη στρώσις ἀκίνηται, ἡ πρώτη ἔχει ταχύτητα u_1 , ἡ δευτέρα u_2 , ... κ.ο.κ. (βλ. σχῆμα 169α), καταλήγει εἰς τὸ συμπέρασμα ὅτι τὸ φορτίον φερτῶν ὑλῶν ἀνά τρ. μ. πλάτους ἀγωγοῦ δά εἶναι:

$$(3) Q = \delta u + \delta \cdot 2u + \dots + (v-1) \delta \cdot v = \delta v \frac{v(v+1)}{2}$$

καὶ ἀντικαθιστῶν τὸ v ἐκ τῆς (2), εὐρίσκει.

$$(4) Q = \frac{v}{2} \frac{\gamma t f}{(\gamma_1 - \gamma) \epsilon \phi \omega} \left(\frac{\gamma t f}{\delta (\gamma_1 - \gamma) \epsilon \phi \omega} + 1 \right)$$

Εἶτα θέτων $S_0 = \gamma t_0 f$ τὴν ευστικήν δύναμιν τὴν απαιτούμενην διὰ τὴν μετακίνησιν τῆς 1^{ης} στρώσεως, λαμβάνει:

$$S = v S_0 = \gamma t f$$

καὶ δεχόμενος σταθερὰς τιμὰς διὰ δ καὶ v φθάνει εἰς τὸν τύπον

$$(5) G = \psi t f \left(t - f - \frac{S_0}{\gamma} \right) = \psi \cdot S (S - S_0)$$

ἔνθα ψ σταθερὰ διὰ κάθε εἰδικῆν περίπτωσιν. Ὁ Chiang δίδει ἐπὶ τῆ βάσει πολλῶν παρατηρήσεων τὸν τύπον:

$$(6) G = \frac{k \eta}{S_0^2} S (S - S_0)$$

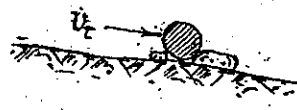
ἔνθα k σταθερὰ καὶ η ὁ συντελεστὴς τραχύτητος εἰς τὸν τύπον τοῦ Manning.

Τὰ ὅρια διὰ τὴν κίνησιν ὑλικῶν ἐντὸς τοῦ ὕδατος προστριβομένων, ἐπὶ πυθμένος ἐξ ὁμοίων ὑλικῶν δίδονται ὑπὸ διαφόρων πειραμάτων, ὡς ἀκολούθως.

- | | | | |
|----|-------------------------|-----------------------|-------------------------------------|
| 1) | Χάλασιακή ἄμμος | ϕ 0,2-0,4 χιλ. | $S_0 = 0,18 - 0,20 \text{ Kg/cm}^2$ |
| 2) | " " | ϕ 0,4-1,0 " | 0,25-0,30 " |
| 3) | " " | ϕ 2,0 " | 0,40 " |
| 4) | " | Χάλικες ϕ 5-15 " | 1,25 " |
| 5) | Χουμῶδες ἔδαφος | | 1,0 - 1,20 " |
| 6) | Χάλικες, ετρογγυλευμένη | 40-50 χιλ. | 4,8 " |
| 7) | Ἀβεστολιθικοὶ χάλικες | | |

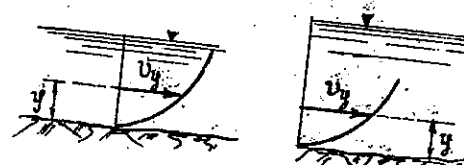
πεπλατυσμένοι: $10 \div 20 \times 40 = 60$ 5,6 "

Ὁ Schocklitsch, ἐκκινῶ ἐκ τῆς ἐκέφσεως, ὅτι αἱ φερταὶ ὑλαὶ δὲν μετακινουῦνται λόγῳ τῆς ευστικῆς δυνάμεως ἀλλὰ συνεπεία κρούσεως τῆς τριτοκῆς ταχύτητος u_3 ἐξετέλεσεν δὲ καὶ σχετικὰ πειράματα. Οὐκ ἦντον εἶναι πρακτικῶς ἀδύνατον νὰ μετρήσῃ τις τὴν ταχύτητα εἰς τὰ ὑπόθιν ἡμεῖα:



Σχ. 169 γ.

Μετὰ τὴν δημοσίευσιν τῶν ἐργασιῶν τοῦ Prandtl, Karman καὶ τῶν ἐξ αὐτῶν πειραμάτων τοῦ Nikuradse, παρατηρήθη (τὸ πρῶτον ὑπὸ τοῦ γραφόντος) ὅτι ἡ διανομή τῶν ταχυτήτων ἀεκέτως βάρους καὶ λοιπῶν στοιχείων ροῆς εἶναι ὁμόμοιος εἰς δύο οἴσουσδήποτε ἀγωγούς (ἀεκέτως βάρους) τῆς αὐτῆς τραχύτητος, ἐφ' ὅσον τὸ μέγεθος αὐτῆν τραχύτητα καὶ $\sqrt{R \cdot f}$ εἶναι σταθερὰ.



Σχ. 169 δ. = u_y ἡ αὐτὴ διὰ τὴν αὐτὴν τραχύτητα καὶ $\sqrt{R \cdot f}$

Τοιαυτοτρόπως ἡ ἀπόσις τοῦ Schocklitsch ἀποδεικνύεται ὀρθή; ταυτιζομένη μὲ τὴν τοῦ Du Boys.

Ἡ ἀπαιτούμενη δύναμις ὅμως διὰ ζήτησιν κίνησιν καὶ μεταφορᾶν τῶν ὑλικῶν τούτων εἶναι μεγαλυτέρα.

Ὁ αὐτὸς Schocklitsch ἐκκινῶν ἐκ τῆς ἐκέφσεως ὅτι ἡ δημιουργία

χομένη ισχύς προς κίνηση των φερτών υλών, ίσούνται προς την κινούσαν δύναμιν επί την ταχύτητα δέχεται την ισχύον ταυτην ίσων μέ:

$$L = C_1 u \cdot \gamma \cdot F (F - F_0) = C_1 \cdot \gamma \cdot F (Q - Q_0) \quad (1)$$

Ενθα $C_1 U$ ή ταχύτης του πυθμένος, ανάλογος προς την μέση ταχύτητα U του ρεύματος.

F_0 ή διατομή του ποταμού όταν αι φερται υλαι ακινητοῦσιν.

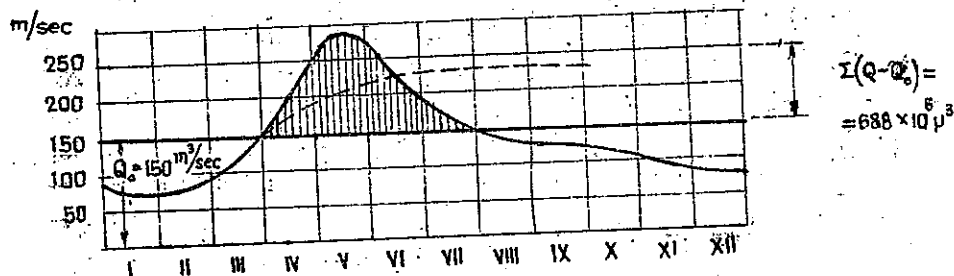
F ή διατομή του ποταμού όταν αι φερται υλαι κινούνται και ζυτείται η παροχή αυτών.

Ηδη η στερεά παροχή θα είναι ανάλογος προς την ισχύον ταυτην ήτοι:

$$G = C \cdot \gamma \cdot F (Q - Q_0) \quad (2)$$

και αν δεχθώμεν ότι η κλίσις παραμένει σταθερά (ή μεγαλύτερα πηγή εφάλματος) τότε η στερεά παροχή θα είναι $G = C (Q - Q_0)$ τό δε φορτίον των φερτών υλών θα οίδεται υπό του τύπου:

$$G = \Sigma G = C \Sigma (Q - Q_0) \quad (3)$$



Σχ. 170. Στερεά παροχή εις τον ποταμόν Mur εις Frohnlaiten.

Εις το σχ. 170 οίδεται τό υδρογράφημα του ποταμού Mur, εις τον οποίον μέχρι παροχής 150 m³/sec δεν παρατηρείται μεταφορά φερτών υλών. Άνω της παροχής ταυτης τό φορτίον είναι ανάλο-

γον των παροχών (διαγραμμεμένη επιφάνεια) και δη του ολοκληρώματος της επιφανείας ($\Sigma (Q - Q_0) = 688 \times 10^6 \mu^3$). Δοθέντος ότι τό στερεόν φορτίον έξετιμήθη εις 130.000 κ.μ. υπολογίζεται ο συν/τής C της εξισώσεως (3) να είναι:

$$C = \frac{G}{\Sigma(Q - Q_0)} = \frac{130.000}{688.000.000} = 0,00019$$

Οι Meyer Peter και Müller κατόπιν σειράς πειραμάτων δίδουν διά την στερεάν παροχήν τους τύπους:

α. Διά φορτίον με όμοιομορφον διάμετρον κόκκων d , ειδ.βάρους 2,68..

$$(4) \quad \frac{q_s^{2/3} \cdot F}{d} = 17 + 0,4 \frac{Q_s^{2/3}}{d}$$

όπου q_s ή παροχή υδατος (kg/m.sec) ή μεταφέρουσα την στερεάν παροχήν g_s (kg/cm.sec) άμφότεραι άνα τρέχον μέτρον πλάτους τάφρου, d ή διάμετρος των κόκκων εις μέτρα.

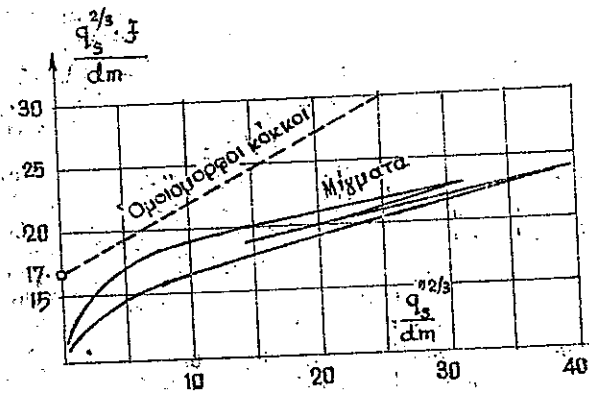
β. Διά φορτίον με όμοιομορφον διάμετρον άλλα διαφόρου ειδ.βάρους:

$$\frac{q_s^{2/3} \cdot F}{d} = 9,57 \gamma_s^{10/9} + 0,462 \cdot \gamma_s^{1/3} \cdot \frac{g_s^{2/3}}{d}$$

όπου $\gamma_s'' = \gamma_s - 1$ ήτοι βάρος των κόκκων ειδ.βάρους γ_s βυθισμένων εν τω ύδατι.

γ. Διά φορτίον με άνομοιομόρφους κόκκους και σταθερά $\gamma = 2,68$ οίδει τό διάγραμμα του σχήματος 171.

δ. Διά των τύπων όμως έκτιμήσεις του στερεού φορτίου ως εμφανίζεται εκ των άνωτέρω, είναι άρκουντως δυσχερής. Συνήθως εύκολώτερον μετράται τό σύνολον των φερτών υλών (συρομένων και αίφουρμένων) εις τας έκβολας ποταμών εντός λιμνών (φράγματα έναποθηκείσεως).



Ο Schoklitsch δει-
δει τὸ ὑλικὸν ἐπίσειαν
φορτίον διὰ 29 ποτα-
μούς με παρατηρήσεις
διαφόρων ἐπών. Εκλέχον-
τες μόνον τὰ ἐκ πο-
λυετῶν παρατηρήσεων
στοιχεῖα λαμβάνομεν τὸν
ἀκόλουθον πίνακα:

Σχ. 171. Φορτίον ὑλῶν μικτῶν διαμέτρων.
(Meyer Peter καὶ Müller)

| | " Ἐπὶ παρατηρήσεων | Λεκαν. ἀπορροῆς km ² | Ἐπιεία ὑγρῶ ὑπορροῆς $\frac{Q}{F}$ m ³ /km ² | Στερεὰ ἀπορροῆ $\frac{G}{F}$ m ³ /km ² | $\frac{m^3}{1000000}$ |
|-----------------------------------|-----------------------|---------------------------------------|---|--|------------------------------------|
| Vogelbach | 18 | 10,0 | 959.000 | 7545 | 0,001545 = 1,5 χιλ. διάρροιας |
| Zinkenbach | 18 | 56,8 | 1.139.000 | 130 | |
| Bregenzer Ache Δέλτα: Bodensea | 24 | 850 | 1.124.000 | 156 | |
| Kandern (Δέλτα: Thunersee) | 152 | 1073 | 1.140.000 | 362 | 0,000,362 m ³ /διάρρ. |
| Arca (Δέλτα: Bielersee) | 21 | 2648 | 812.000 | 162 | |
| Ρήνος (Δέλτα: Bodensea) | 20 | 6351 | 965.000 | 78 | |
| Verdon (" εἰς φρ.) | 21 | 1800 | 315.000 | 25 | |
| Soane (" Peroll'sea) | 14 | 1261 | — | 56 | |
| | 16 | " | — | 63 | |
| Lamone | 32 | 537 | 640.000 | 3471 | Κοίματιον 3 x 71 χιλ./διάρροιας |

(x) Δε γίνεται
διακρίσις
[G = G₀]

Ἐκ τοῦ πίνακος ἐμφαίνεται τὸ ὑπὸ τοῦ F. Stiny παρατηρηθὲν ὅ-
τι αἱ ἐναποτιθέμεναι ὑλαὶ (ἀνὰ km² λεκανῆς) εἶναι περιεσώτερα ὅσο
μικροτέρα εἶναι ἡ ἔκτασις τῆς λεκανῆς.

Ἐπὶ πλέον ὅμως σημαντικὸν ρόλον παίζουν ἡ γεωλογικὴ εὐστα-
εις τῶν πετρωμάτων ἢ κλίσεις τῶν πρηνῶν καὶ κοιτῶν τῶν ρευμάτων
ἢ κάλυψις τῶν λεκανῶν ὡς καὶ αἱ μετεωρολογικαὶ ευνεθῆκαι.

Κατὰ τὸν J.C. Stevens, ἡ περιεκτικότης τῶν φερτῶν ὑλῶν
(Silt) τοῖς % εἰς διαφόρους ποταμούς.

| River | Da mules | % |
|-----------------------------|----------|-------|
| Colorado | 242.000 | 1,0 |
| Salt | 5.760 | 0,2 |
| Mississippi (κάτω Missouri) | 700.000 | 0,2 |
| Illinois | 13.000 | 0,004 |
| Missouri | 500.000 | 0,4 |
| Upper Rio Grande | 30.000 | 1,4 |
| Lower " " | 180.000 | 0,4 |
| Yangtze | | 0,04 |
| Aiyangho | | 4,0 |

Αἱ τιμαὶ αὗται εἶναι μέσαι τιμαί. Τὰ μέγιστα — κατὰ τὰς
πλημμύρας — εἶναι 10 πλάσια καὶ περισσότερα.

Κατὰ τὸν J.C. Stevens αἱ ευρόμεναι ὑλαὶ εἶναι 10-20% τῶν
φερτῶν ὑλῶν δύναται δὲ ἐνίοτε νὰ φθάσουν 50%.

β. Αἰωρούμεναι ὑλαὶ.

Ἡ παροχὴ τῶν αἰωρουμένων ὑλῶν ἀποτελεῖ ὁμοίως
θέμα πρὸς ἔρευνα. Λόγω τῆς εὐχερῆς μετρήσεως (δειγματοληψία
ὑγροῦ ὄγκου) ἡ ἔρευνα αὕτη ἔχει περισσότερον ἐπεκταθῆ, ἰδίως ἂν

παλαιότερας παρατηρήσεις.

Η εξίσωσις καί ἐδῶ εἶναι ἀνάλογος πρὸς τὴν τοῦ Schoklitsch

$$Q = \psi h (h - h_0) J^2$$

δοθέντος ὅτι ὁ τύπος τοῦ Chezy εἶναι $V = c\sqrt{hJ}$ καί ἐπειδὴ $h_0 = 0$ ἡ αἰωρούμενη στερεὰ παροχὴ εἶναι:

$$S = \psi h^2 J^2 = \varphi V^4$$

καί ἡ περιεκτικότης τῶν αἰωρούμενων ὑλῶν εἰς τὸ ὕδωρ δα εἶναι:

$$\frac{S}{Q} = p = \frac{\varphi V^4}{V \cdot h} = \varphi V^3 \cdot h^{-1}$$

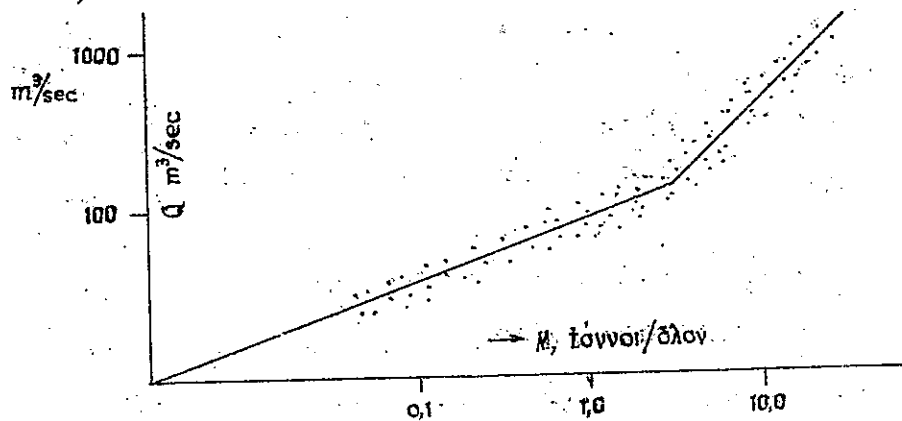
Ἄν ἐκτός τοῦ τύπου τοῦ Chezy - ὡς ἄνω - χρησιμοποιήσωμεν τὸν τύπον τοῦ Hermanek $I = U^2 : 1156 h^{3/2}$ [$U = cJ^{1/2} t^{0,75}$]

ἔχομεν
$$S = \alpha \frac{V^5}{Q} = (\text{ὡς ἄνω}) = \varphi V^4$$

Ὁ G. Gilboy (Proc. A.S.C.E., 1928 Febr) εὔρε ἐκ παραμύτων:

$$S \text{ m}^3/\text{sec} = 47 \cdot 10^{-8} V^5$$

Οἱ Campbell + Bauder ;, προσεδιόρισαν τὸ φορτίον αἰωρούμενων ὑλῶν εἰς τὸν Ἐρυθρὸν ποταμὸν τοῦ Texas (Red River, Denison Texas) διὰ τοῦ τύπου:



Σχ. 172.

$$M = K \cdot Q^n$$

ἦτοι: $M = 1,18 \cdot 10^{-5} \cdot Q^{2,04}$

ἔνθα: M εἰς τόνους/ἡμέραν

Q εἰς m³/ἡμέραν

Ἐξ ὑδρολογικῶν παρατηρήσεων εἰς ποταμοὺς τοῦ Turkestan ἔχομεν τὸν ἀκόλουθον πίνακα (ὅστις ἐξηγεῖ καί τὰ διδόμενα εἰς τὸν πίνακα τοῦ Stercus) (Davis).

TURKESTAN:

| | Amu-Darja bei Kerki | | | Syr-Darja b. Farosje | | |
|--------------|---------------------------|---|----------------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------------|
| | Μέση ὕψος ἀπορροῆς m³/sec | Φορτίον αἰωρούμ. ὑλικού εἰς 1000 m³/24 ἡμέραν | % ἀναλογ. αἰωρούμεν. ὑλῶν | Ὑψὸς εἰς 1000 m³/sec | Στερεὰ εἰς 1000 m³/24 | % αἰωρούμ. ὑλῶν |
| 1911 | | | | | | |
| O | 1167,0 | 126,9 | 0,126 | 439,0 | 32,6 | 0,086 |
| N | 906,0 | 118,1 | 0,151 | 358,5 | 57,05 | 0,184 |
| Δ | 825,0 | 103,3 | 0,145 | 343,0 | 31,7 | 0,107 |
| 1912 | | | | | | |
| I | 770,5 | 93,2 | 0,140 | 320,5 | 13,3 | 0,048 |
| Φ | 820,0 | 126,0 | 0,178 | 355,5 | 22,1 | 0,072 |
| M | 1069,0 | 381,5 | 0,413 | 407,0 | 36,9 | 0,105 |
| A | 2245,0 | 1327,0 | 0,658 | 825,0 | 260,0 | 0,365 |
| M | 2787,0 | 1658,0 | 0,688 | 789,0 | 130,8 | 0,192 |
| I | 4170,0 | 1929,0 | 0,536 | 917,0 | 162,5 | 0,205 |
| I | 5100,0 | 2906,0 | 0,660 | 763,0 | 113,2 | 0,172 |
| A | 2730,0 | 1054,0 | 0,447 | 487,0 | 104,3 | 0,248 |
| Σ | 1603,0 | 322,0 | 0,220 | 369,3 | 41,2 | 0,129 |
| Μέση ἐτήσια | 2010,0 | 862,0 | 0,496 | 591,5 | 83,2 | |
| Ὀλικὴ ἐτήσια | 63 km³ | 314,5 x 10⁶ m³ | 1·IV - 1·X 285,5 10⁶ m³ | 16,8 km³ | 31,1 x 10⁶ m³ | 1·IV - 1·X 24,5 x 10⁶ m³ |

Τὰ ὑγρά καὶ στερεὰ αἰωρούμενων ὑλῶν φορτία εἰς τὸν ποταμὸν Don δίδεται ὑπὸ τοῦ κατωτέρου πίνακος.

Μηνιαῖα φορτία εἰς μ³

| | Υγρά m ³ x 10 ⁶ | % τοῦ ἐτησίου | Στερεὰ αἰωρού- μένα 1000 m ³ | % ἐτησίας |
|---------|--|------------------|--|--------------|
| 1926 VI | 1731 | 6,5 | 86,9 | 2,72 |
| VII | 1834 | 3,11 | 69,0 | 2,13 |
| VIII | 558 | 2,07 | 19,14 | 0,64 |
| IX | 513 | 1,89 | 13,64 | 0,42 |
| X | 598 | 2,21 | 11,19 | 0,31 |
| XI | 139 | 2,95 | 6,30 | 0,20 |
| XII | 629 | 2,33 | 3,98 | 0,13 |
| 1927 I | 561 | 2,08 | 5,50 | 0,17 |
| Φ | 431 | 1,61 | 2,69 | 0,08 |
| M. | 666 | 2,47 | 8,83 | 0,28 |
| A | 7708 | 29,34 | 1806,29 | 56,7 |
| M. | 11556 | 43,44 | 1144,30 | 36,22 |
| Σύνολον | 26524 | 100,00 | 3174,76 | 100% |

Ἐπὶ τῇ βάσει τοῦ πίνακος τῶν ποταμῶν τοῦ Turkestan τὸ ἐτήσιον φορτίον αἰωρούμενων ὑλῶν διὰ τὸ ἔτος 1912 δίδεται ὑπὸ τοῦ τύπου εἰς (m³ x 10⁶) $P = 0,0092 Q + 0,000709 Q^2$ εἴδη Q m³/λόν μῆσον ἐτησία παροχή.

Ἄνευ ἐλέγχου τοῦτο δὲν δύναται νὰ ἐφαρμοσθῇ εἰς ἄλλον ποταμὸν. Ἐπὶ τῇ βάσει τῶν αὐτῶν παρατηρήσεων, ἡ ἑκατοστιαία ἀναλογία αἰωρούμενων ὑλῶν (p) εἰς παροχὴν Q m³/δλον (μῆσον ἐτησία) δίδεται ὁ τύπος:

$$p = 0,029 + 0,000232 Q$$

Κατὰ τὸν Babb (Science, xxi, 1893 σσ 343) αἱ ὑπὸ τοῦ ποταμοῦ αἰωρούμεναί φέρται ὑλαὶ δύναται νὰ ἔχουσι τὰς ἀκολούθους τιμὰς:

[H. Ries καὶ Thio. Watson 1931 J. Wiley]

| | sq miles 11043 | Μῆσον ὑγρα ἀ- πορροαί c.f.s. | Ὑλικὸν στε- ρεὸν φορ- τίον tons | Ἀναλογία κα- τὰ βάρους ὑ- περὸς πρὸς ὑ- γράν ἀπορροήν | Μῆσον πλάτος διαβρῆσεως λεκάνης ἀ- πορροῆς inches |
|--------------|-------------------|------------------------------------|--|--|---|
| Potomac | 11.043 | 20.160 | 5.557.250 | 1: 3575 | 0,00433 |
| Mississippi | 1244.000 | 610.000 | 406.250.000 | 1: 1500 | 0,00223 |
| Rio Grande | 30.000 | 1.700 | 3.830.000 | 1: 291 | 0,00116 |
| Μηγουαῦ | 150.000 | 1.500.000 | 14.782.000 | 1: 10.000 | 0,00085 |
| Ρήνος | 34.800 | 65.850 | 36.000.000 | 1: 1755 | 0,01075 |
| Πάδος | 27.100 | 62.200 | 67.000.000 | 1: 900 | 0,01139 |
| Δούναβις | 320.300 | 315.200 | 108.000.000 | 1: 2880 | 0,00354 |
| Νεῖλος | 1.100.000 | 113.000 | 54.000.000 | 1: 2050 | 0,00642 |
| Irrawaddy | 125.000 | 475.000 | 291.430.000 | 1: 1610 | 0,02005 |
| Μέση (Μέσος) | 334.693 | 201.468 | 109.649.971 | 1: 2731 | 0,00614 |

Προφανῶς ποτάμει ἀρχίζοντες ἀπὸ λίμνας ἔχουν πολὺ ὀλιγωτέρας φέρτας ὑλας, λόγῳ τῆς προσηγηθείσης καθιζήσεως.

γ) Φέρται ὑλαὶ ἐν διαλύσει.

Πλὴν τῶν ευρομένων καὶ αἰωρούμενων ὑλῶν τὸ ὕδωρ τῶν ποταμῶν μεταφέρει καὶ ὑλικά ἐν διαλύσει, ἅτινα παραλαμβάνει ἐκ τῶν πετρωμάτων ἐπὶ τῶν ὁποίων ἢ διὰ μέσου τῶν ὁποίων ρεεῖ ἕως ὅτου εἰσελθεῖ εἰς τὰς κυρίας κοιτάς ἀπορροῆς.

Καὶ ἀπὸ τῆς πλευρᾶς αὐτῆς οἱ διάφοροι ποταμοὶ παρουσιάζ-

ζουν μεγάλην ποικιλίαν διαλελυμένων ετερεών, ήτις μεταβάλλεται και εις τον αυτόν ποταμόν αναλόγως της άπορροής αυτού. Ούτω ή εκληρότης εις πλείους ποταμούς φθάνει τό μέγιστον αυτής κατά τας Ήρας περιόδους, κατεφκομένη εις τό ελάχιστον κατά την περίοδον των πλημμυρών.

Εις τον ακόλουθον πίνακα δίδονται αι αναλύσεις ύδάτων ποταμών τινων και δη έκπεφρασμεναι ουχι εις οξειδια ή άλατα παροντα, άλλ εις ιόντα και δη εις την εκατοστιαίαν αναλογίαν εις ήν ταύτα ευρίσκονται εις τό όλικόν Ήρον άνόργανον υπόλειμμα.

ΠΙΝΑΞ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ ΥΔΑΤΩΝ ΠΟΤΑΜΩΝ ΤΙΝΩΝ ΕΙΣ Η.Π.Α.

| | I | II | III | IV | V | VI |
|--------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| CO ₂ | 41.66 | 44.43 | 28.15 | 35.45 | 13.69 | 47.22 |
| SO ₄ | 5.19 | 11.17 | 12.78 | 15.84 | 44.85 | 4.43 |
| Cl..... | 1.51 | 2.41 | 8.78 | 3.96 | 4.95 | 2.14 |
| NO ₃ | — | — | — | 0.79 | 0.70 | 1.86 |
| Ca..... | 20.08 | 20.67 | 17.14 | 20.79 | 18.58 | 22.85 |
| Mg..... | 4.52 | 6.44 | 4.18 | 3.76 | 3.56 | 5.86 |
| Na..... | 3.2 | 4.87 | 6.16 | 6.53 | 6.11 | 3.86 |
| K..... | 0.72 | — | ιχνη | 1.78 | 1.08 | 1.00 |
| S; O ₂ | 23.12 | 10.01 | 18.14 | 10.90 | 6.35 | 10.71 |
| Al ₂ O ₃ | — | — | 1.34 | — | — | — |
| Fe ₂ O ₃ | — | — | 3.33 | 0.20 | 0.15 | 0.07 |
| Χλωριούκον νάτριον % ₁₀₀ | 0.160 | 0.148 | — | 0.108 | 0.130 | 0.140 |

Οι αριθμοί αναφέρονται εις τα απόλυτα ρεύματα.

I και II ο ποταμός του Άγ. Λαυρεντίου, άνωθεν και κατόντω του Montreal.

III ο ποταμός Merrimac, New Hampshire.

IV ο ποταμός Hudson, εις Hudson της Ν. Υόρκης.

V. ο ποταμός Ροϊσπας, δεικνύων την παρουσία ύδατος εφραγίσεως μεταλλείων (παρουσία δείου πύξημένη).

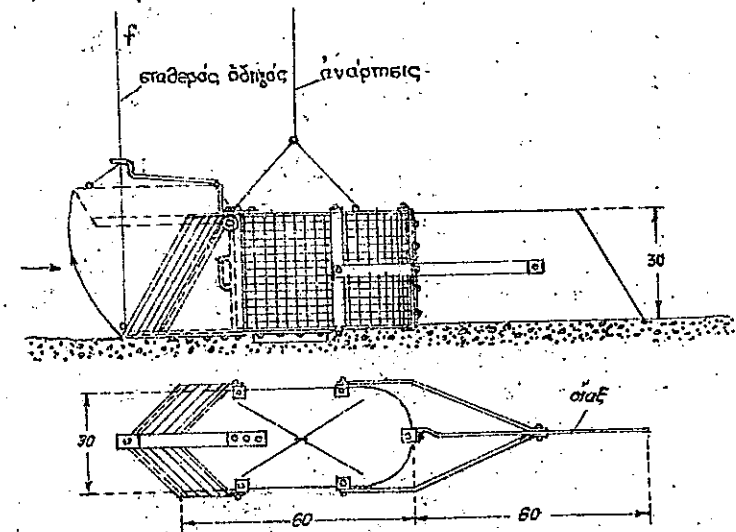
VI. ο ποταμός Shenandoah, West Virginia, δεικνύων την άεβεστολιθικήν περιοχήν εξ ής προέρχεται.

3. Η μέτρησης των φερτών ύλών.

Η άκριβής δειγματοληψία των φερτών ύλών είναι αρκετά δυσχερής, ιδία διά τας ευρομένας ύλας όπου ή τοποδέτησις της ευσκευής προκαλεί ήδη διαταράξεις της ροής αυτών.

Εις τα εκήματα 173 (α, β, γ) δίδονται αι συνήθεις ευσκευαι αι κρησιμοποιούμεναι διά τας δειγματοληψίας φερτών ύλών.

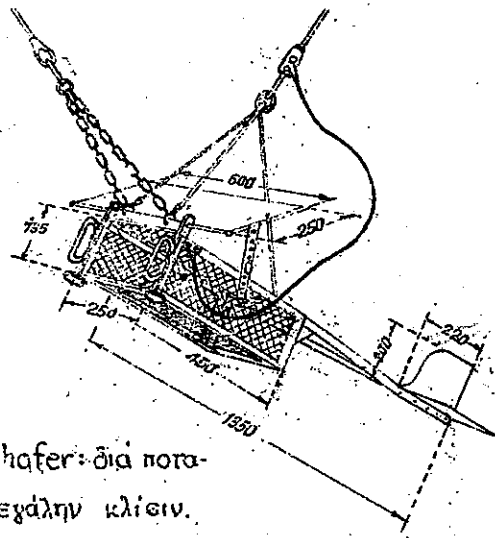
Εις τό εκήμα 173 δ δίδεται ευσκευή διά την λήψιν δείγμα-



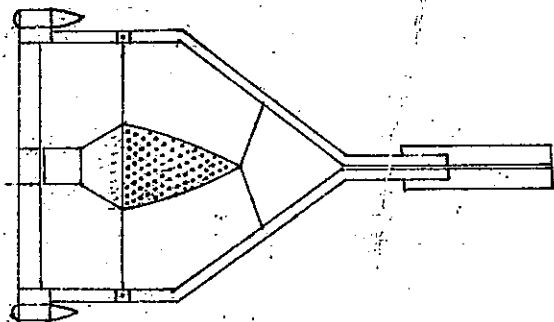
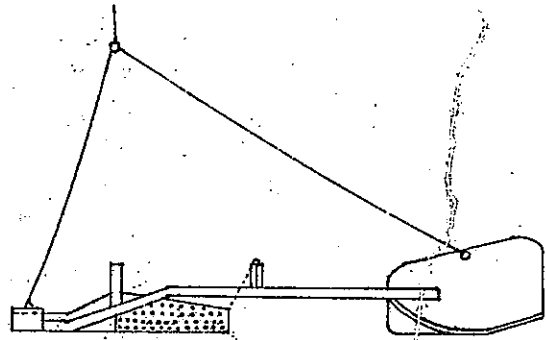
173 α. Κιβώτιον ευλογής φερτών ύλών κατά Born, διά πεδινούς ποταμούς.

τος αίφρουμένων ύλών εις διάφορα βήθη ενός ποταμού.

Διά τό σύνολον των φερτών ύλών ή καλύτερα μέτρησις είναι πάντοτε ή όγκομετρική έκτίμησις των εκαποδέσεων δι' άκριβοίς άποτυπώσεως αυτών, ως άνωτέρω έξετέθη.

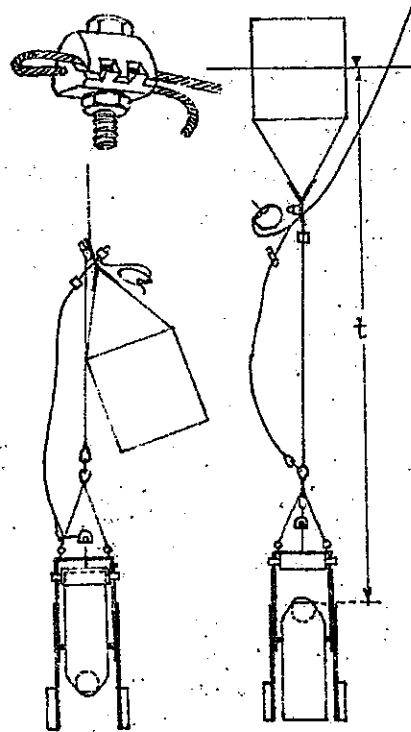


Σχ. 173 β. Mühlhafer - δια ποταμους με μεγάλην κλίσιν.



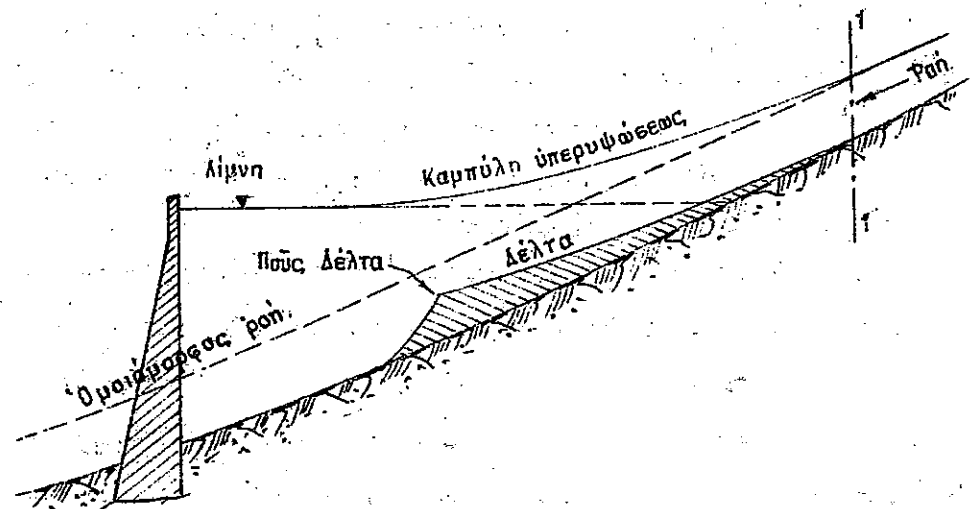
Σχ. 173 γ Συλλέκτης δειγμάτων φ. γλῶν τύπου διαφορᾶς πιέσεως τῆς Ολλανδικῆς Ἰπηρεσίας.

Σχ. 173. Συσκευαὶ δειγματοληψίας φερτῶν ὑλῶν.



Σχ. 173 δ. Συσκευὴ δειγματοληψίας αἰωρουμένων ὑλῶν (Höchstfetter).

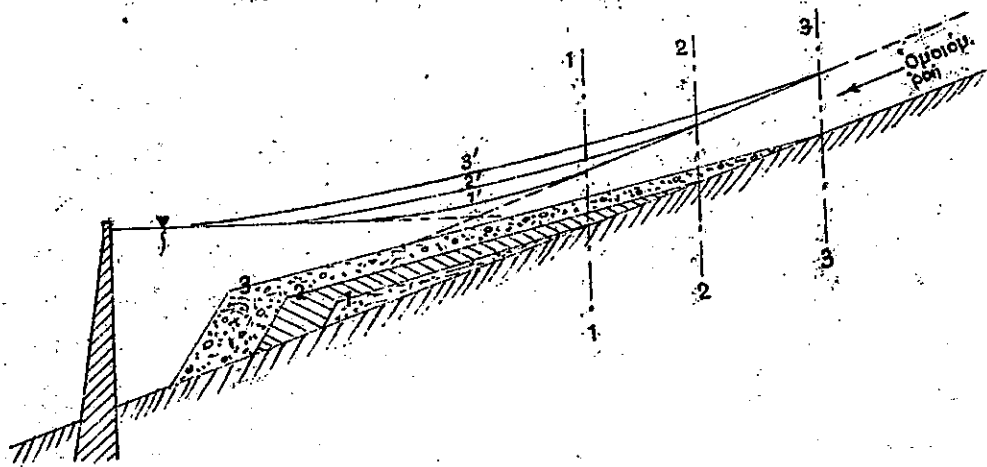
Οὕτω ἐγένοντο πλείεσται μελέται κυρίως εἰς τὰς ἐναποθέσεις τὰς σχηματιζούσας δέλτα ποταμῶν εἰς τὴν ἐκβολὴν αὐτῶν ἐντὸς τεχνητῶν λιμνῶν ἐχηματιζομένων ὑπὸ φραγμάτων (βλ. καὶ πίνακα σελίδος 256). Ὁ σχηματισμὸς τοῦ δέλτα ἀρκεταὶ ἀμέσως ἐκεῖ ἐνθα ἐπεκτείνεται ἡ καμπύλη ὑπερυψώσεως τοῦ ὕδατος ἢ σφαιλομένη εἰς τὴν παρεμβολὴν τοῦ φράγματος, ἤτοι εἰς θέσιν 1-1 (βλ. σχ. 174) ἐνθα ἡ ταχύτης καὶ ἡ εὐρτική δύναμις τῶν ποταμῶν ἀρκεταὶ μειωμένη. Εἰς τὸ σημεῖον τοῦτο ἀκινητοῦσιν κατ' ἀρχὴν τὰ πλέον κονδρόκκοκα ὑλικά, ἀρκεταὶ δὲ περαιτέρω ἢ καθίςκει τῶν λοιπῶν ὑλικῶν τῆς διαμέτρου τῶν κόκκων



Σχ. 174. Σχηματισμὸς δέλτα εἰς τεχνητὴν λίμνην (φ. 17).

αὐτῶν μειωμένης πρὸς τὰ κατάντη.

Ὁ σχηματισμὸς τῶν Δέλτα προκάρει πρὸς τὰ κατάντη ἴδια κατὰ τὰς διαδοχικὰς υδρολογικὰς περιόδους. Οὕτω εἰς τὸ ἐκπῆμα 174 α δίδονται διαδοχικαὶ δέσεις τοῦ Δέλτα ποταμοῦ εἰς χρονικὰ διαστήματα 1, 2, 3 κατὰ τὰ ὅποια ἐμφαίνονται αἱ ἀντίστοιχαί δέσεις τῆς ἀπαρκῆς τῆς καμπύλης ὑπερυψώσεως (1-1, 2-2, 3-3) ὡς καὶ αἱ ἀντίστοιχοὶ τροχιαὶ τῶν καμπύλων τούτων (1', 2', 3').



174 α... Διαδοχικὰ Δέλτα ποταμοῦ.

Αἱ αἰωρούμεναι ὑλὴν ἐναποτίθενται κατὰ διαφόρους τρόπους. Ἐνίστη ἴδια ὅταν ἡ ποιότης τοῦ ὕδατος τοῦ ποταμοῦ εἶναι διάφορα τοῦ τῆς λίμνης, ἡ ἴζηματοποιεῖς λαμβάνει χώραν ἅμα τῇ εἰσόδῳ τοῦ ὕδατος εἰς τὴν λίμνην καὶ τότε τὸ μεγαλύτερον ποσοστὸν τῶν αἰωρουμένων ὑλῶν καθιζάνει ἐντὸς τοῦ Δέλτα.

Ὅταν ἡ ἴζηματοποιεῖς δὲν λαμβάνει χώραν τὰ λεπτόκοκα αἰωρούμενα ὑλικά συναντῶνται ἐπὶ ὅλου τοῦ πυθμένος τῆς λίμνης μέχρι τοῦ ἔργου τοῦ φράγματος. Εἶναι εὐνόητον ὅτι ἡ ὅλη κίνησις τῶν πάσης φύσεως φερτῶν ὑλῶν δὲν ἐξαρτᾶται μόνον ἐκ τοῦ μεγέθους αὐτῶν καὶ τῆς φύσεως τοῦ μετακινουμένου καὶ παραλαμβάνοντος ὕδατος, ἀλλὰ καὶ ἐκ τῆς τοπογραφικῆς διαμορφώσεως

τοῦ ἐδάφους (πρὸ τῆς κατασκευῆς τῆς λίμνης) ὡς ἐπίσης καὶ ἐκ τῆς ἐκετικῆς στάθμης τῆς λίμνης καὶ τῆς ἐκάστοτε παροχῆς τοῦ ρεύματος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ V.

ΤΑ ΥΠΟΓΕΙΑ ΥΔΑΤΑ

Τὸ ἐντὸς τοῦ ἐδάφους ὕδωρ κυκλοφοροῦν ευνήθως καὶ ἐπιφανέστερον ἐτάσιμον, ἐμφανιζόμενον δὲ εἰς τὰς πλείστας τῶν περιπτώσεων καὶ μέχρις τῆς ἐπιφανείας τοῦ ἐδάφους εἰς τὸν ἀέρα ἢ ὑπὸ τὸ ὕδωρ (ὑπὸ τὴν ἐπίσταθμην ποταμῶν, λιμνῶν ἢ τῆς θαλάσσης), ἔχον ἐλευθέραν ἐπίσταθμην ἢ εὐρισκόμενον ὑπὸ πίεσιν (μεταξὺ δύο ἀδιαπεράτων στρωμάτων) ἀποτελεῖ μετὰ τὰ ἐπιφανειακά ὕδατα τὴν ἑτέραν πηγὴν ὕδατος διὰ τὴν χρησιμοποίησιν αὐτοῦ εἰς τὴν ὑδατικὴν οἰκονομίαν. Ἡ μορφή αὐτῆ τοῦ ὕδατος, εἰς ὀρισμένας περιφερείας τῆς γῆς ἀποτελεῖ λόγῳ κλιματικῶν, γεωλογικῶν καὶ τοπογραφικῶν συνθηκῶν τὸ σοβαρώτερον ἀπὸ ἀπόψεως ὀρθολογιστικῆς ἐκμεταλλεύσεως πόρον τῆς πρώτης ταύτης πολυτίμου ὕλης.

Οἱ τὴν δίαιτα γενικῶς τῶν ὑπογείων ὑδάτων διέποντες φυσικοὶ νόμοι εἶναι οἱ αὐτοὶ μετὰ τοὺς ἰσχύοντας διὰ τὴν δίαιταν τῶν ἐπιφανειακῶν ὑδάτων, πλὴν ἡ ἐφαρμογὴ τούτων προεκώπτεται εἰς τὴν ἀγνοίαν - κατ' ἀρχὴν - τοῦ ἐπουδαιότερου δεδομένου τοῦ θέματος ἢ τοῦ περιβάλλοντος ἐντὸς τοῦ ὁποίου ταῦτα κινουμένη.

Τὸ περιβάλλον τούτο εὐρισκόμενον ἐνίστη εἰς μεγάλα βάθη ὑπὸ τὴν γῆν καὶ παρουσιάζουν τὴν γνωστὴν φαντασιώδη ποικιλίαν δέν εἶναι εὐκόλως ἐρευνησίμων δι' ἀπλῶν παρατηρήσεων ἢ διὰ οἰκονομικῶν προσιτῶν μεθόδων. Τὴν δυσκέρειαν ταύτην ὅμως ἔρχεται νὰ ἐλαττώσῃ ἡ γνῶσις τῆς ἐπιστήμης τῆς γεωλογίας καὶ πετρογραφίας.

έν ὄλη τῇ εὐρύτητι αὐτῆς καί ἡ συμπλήρωσις αὐτῆς διὰ συνετῶν μεθόδων ἐρευνῶν. τοῦ ὑπεδάφους.

Εἰς τὸ κεφάλαιον τοῦτο δίδονται γενικαί τινες ἀπόψεις ἐκ τῆς εὐρυτάτης πείρας συνοψίζουσαι στοιχειώδεις κανόνας καὶ παρατηρήσεις ἐπὶ τῶν ὑπογείων ὑδάτων. Δέον ὅμως ὁ μηχανικός καὶ ἔχει ὑπὸ ὄψιν του ὅτι ἕκαστον πρόβλημα παρουσιάζει ἰδίαν περίπτωσιν καὶ δέον καὶ ἐρευναῖται ἐξονυχιστικῶς ἐνίσταται ὄχι εἰς τὴν στενὴν περιοχὴν του ἀλλ' εἰς εὐρεῖα περὶ αὐτὸ ἔκτασιν, πρὶν ἢ ἀποφασισθῇ ἡ κατασκευὴ καὶ ὀργανώσεις λειτουργίας ἔργων μεγαλύτερας σημασίας βασιζομένων εἰς τὴν χρησιμοποίησιν τῶν ὑπογείων ὑδάτων. Ἡ συνεργασία πεπειραμένου εἰς τὰ θέματα γεωλόγου δὲν εἶναι ἐπὶ τοῦ προκειμένου μόνον πολὺτιμος ἀλλὰ καὶ ἀπαραίτητος.

Α. Κυκλοφορία τοῦ ὑδάτος ἐντὸς τοῦ ὑπεδάφους.

1. Εἶδη ὑπογείων ὑδάτων.

Τὰ ὑπόγεια ὑδάτα ἐν τῷ συνόλῳ τῶν διακρίνονται εἰς τοὺς ἀκολούθους κατηγορίας:

α. Μαγματικὸν ὑδωρ (magmatic) ὀφείλεται εἰς τὴν βαθμιαίαν ψύξιν καὶ στερεοποίησιν τοῦ μάγματος (μίγματος τετηγμένων μετάλλων, ἐξ ὧν ἐκρηματίζονται τὰ πετρώματα, καὶ ἄερίων ἐξ ὧν σημαντικώτερα οἱ ὑδρατμοί). Μεταφέρει μέταλλα καὶ ἐκρηματίζει ἐναποθέσεις αὐτῶν εἰς τὰ σημεῖα ἐπαφῆς τοῦ μάγματος μέ ἄλλα πετρώματα.

Συναντῶνται συνήθως εἰς μεταλλεῖα καὶ εἶναι τὰ ὑδάτα κυρίως προελεύσεως τῶν μεταλλικῶν πηγῶν.

β. Σύμφυτον ὑδωρ (connate). Τὸ ὑδωρ τοῦτο ἦτο ἀρχικῶς θαλάσσιον ὑδωρ πληροῦν τὰ κενὰ ἱζηματογενῶν πετρωμάτων ὅταν ταῦτα εὕρισκοντο ὑπὸ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς θαλάσσης. Μετὰ τὴν ἀνύψωσιν αὐτῶν βρόχινον ὑδωρ ἐκτοπίζει αὐ-

το βραδέως καὶ τὸ ἀντικαθίσταται.

γ. Νεαρὸν ὑδωρ (juvenile) προέρχεται κυρίως ἀπὸ πὴν συμπίεσιν πορωθῶν πετρωμάτων (ἢ ἄρχιλλος διὰ συμπίεσεως μεταβάλλει πορώδες ἀπὸ 50% εἰς νεωστὶ ἐκρηματισθῆν ἐτρώμα εἰς 3-4% εἰς συμπεπυκνωμένη τοιαύτη (shales - ἐκιστόλιθος).

β. Μετεωρικὸν ὑδωρ (meteoric).

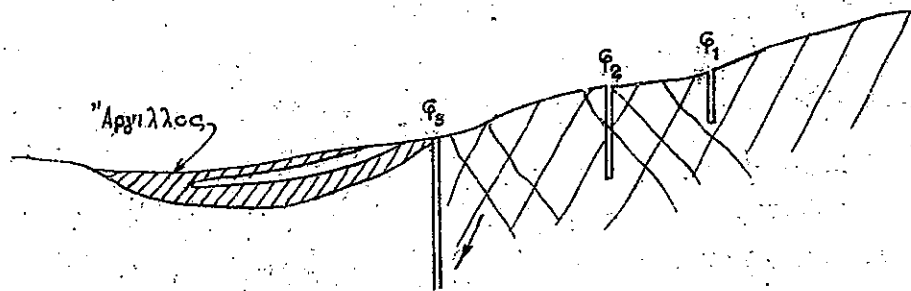
Τοῦτο προέρχεται ἀπὸ τὰ ἐντὸς τοῦ ἐδάφους διηθηθέντα ἐπιφανειακά ὑδάτα τῆς βροχῆς (βλ. "διείδουσις", κεφ. III § 167.) καὶ ἀποτελεῖ τὴν μεγίστην ἀναλόγιαν τῶν ὑπογείων ὑδάτων.

2. Οἱ ὑπὸ τοῦ ὑδάτος καταλαμβανόμενοι χώροι.

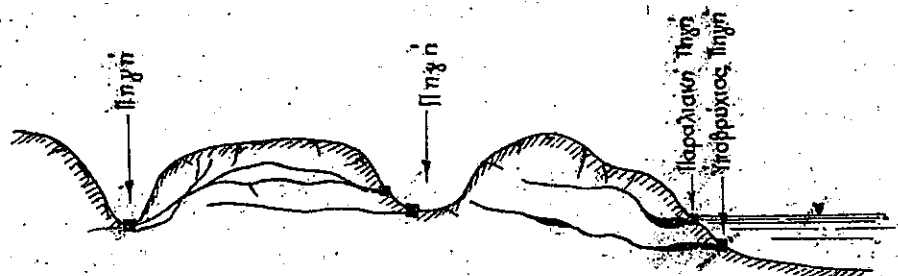
Τὸ ὑδωρ κυκλοφορεῖ (ἢ λιμνάζει ἐπιφανέστερον) ἐντὸς τῶν κενῶν τῶν δημιουργουμένων εἰς τὸ ἔδαφος. Τὰ κενὰ ταῦτα διακρίνομεν ἀναλόγως τῆς προελεύσεως τοῦ ἐδάφους εἰς δύο γενικὰς κατηγορίας:

α. τὰς ρωχμας, αἵτινες δυνατόν νὰ προέρχονται ἀπὸ τεκτονικὰ ἢ ἐπιρωσιγενῆ (εἰς τὰ ἱζηματογενῆ ἔδαφα) ἢ κημικὰ αἵτια (κοιλότητες ἐλαχίστων ἢ κωλοσειαίων διαστάσεων - ἐπηλαιο- ἰδία εἰς ἀεβεστολίθους) (βλ. ἐκρηματα 175 καὶ 176). Συνοδευόμεναι αἱ ρωχμαὶ ὑπὸ μεταπτώσεων καλοῦνται ῥήγματα.

καὶ **β. τοὺς πόρους,** οἵτινες ἀντιπροσωπεύουν τὰ κενὰ τὰ δημιουργουμένα μεταξὺ τῶν κόκκων τῶν ψαθυρῶν ὑλικῶν τῶν ἱζηματογενῶν ἐτρωμάτων (βλ. ἐκ. 176 α.) ἢ τῶν συχκεκολλημένων (συμπυκνωθῶν) ὑλικῶν τῶν κροκαλοπαγῶν καὶ φαιμικῶν πετρωμάτων, ἢ τέλος τῶν κημικῶν ἱζημάτων (ἀεβεστολιθικός τῶφος, Ὠλιθοί, τραβερτίνη).

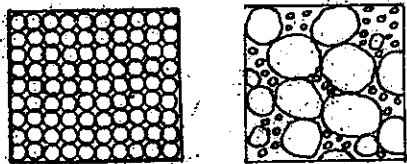


Σχ. 175. Ρωγμαί εις κρυσταλλοσκειτώδη πετρώματα. Φρέατα τέμνοντα ρωγμάς (σ_2, σ_4) δύνατον να εἶναι ὑδροφόρα - μη τέμνοντα ὁμοίως ρωγμάς εἶναι ξηρά.



Σχ. 176. Ρωγμαί εις καρστικά ἔδαφη.

Τὸ μέγεθος τῶν κενῶν τῆς πρώτης κατηγορίας εἶναι δύσκολον νὰ ὑπαχθῇ εἰς ὠριμένους κανόνας, καθ' ὅσον ὡς προκύπτει ἐκ τῶν προκαλουμένων αὐτὰ αἰτίων, εἶναι ἐκάστοτε διάφορον καὶ διὴ ἀπὸ θέσεως εἰς γειτονικὴν θέσιν τοῦ αὐτοῦ πετρώματος εἰς τινὰς δὲ κατηγορίας,



Σχ. 176 α. Πόροι εἰς ψαθურὰ ἔδαφη. Πορώδες εἰς 1 μεγαλύτερον τοῦ 2.

ὡς ἡ χημικὴ διάλυσις πετρωμάτων ὑπὸ τοῦ ὕδατος, μεταβάλλεται συνεχῶς μετὰ τοῦ χρόνου. Μόνον κατὰ προσέγγισιν τιμαὶ δύνανται νὰ δοθῶσιν ἐνίοτε διὰ καθωρισμένα πετρώματα (βλ. κατωτέρω πίνακα).

Ἐκ τῶν ἠφαιστειογενῶν πετρωμάτων σοβαροὶ ὑδροφόροι ὄρισντες ἐνίοτε παρουσιάζονται εἰς βα-

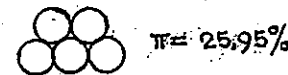
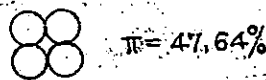
ραλτικὰς λάβας ὅπου οἱ σχηματιζόμενοι πόροι εἶναι ἐνίοτε σημαντικοί, ἀλλὰ δύσκολως νὰ ἐκτιμηθῶσιν ἄλλως ἢ διὰ τῆς συνεχούς παρατήρησης τοῦ ὑδατικοῦ ἰσοζυγίου.

Εὐκολώτερος κάπως εἶναι ὁ προσδιορισμὸς τῶν πόρων ἐντὸς τῶν κηρικῶν ἢ βιογενῶν ἰζημάτων τῶν ἰζηματογενῶν (ἀβεστολιθικοί τόφφοι, ὀλίθαι, μάρμαρα καὶ τῶν συμπαγῶν πετρωμάτων τῶν θραυσματογενῶν ἰζημάτων, (ψαμμίται κροκαλοπαγή) ὅπου ἐφ' ὅσον ὑπάρχει ἐκετικὴ ὁμοιομορφία τοῦ ὑλικοῦ, δύναται νὰ προσδιορισθῇ πειραματικῶς ἐπὶ δειγμάτων τὸ πορῶδες, ὅπερ θὰ ἐξαρτᾶται ἐκάστοτε καὶ ἀπὸ τὴν πυκνότητα καὶ τὸ εἶδος τῆς παρεμβαλλομένης ἢ ευκολούσης συνδετικῆς ὕλης.

Τέλος πολὺ εὐκολώτερος εἶναι ὁ προσδιορισμὸς τῶν κενῶν εἰς τὰ ψαθურὰ θραυσματοπαγῆ ἰζηματογενῆ πετρώματα (χαλίκες, ἀμμοχαλίκες ἀμμος, πηλός, ἀργιλλος) εὐθα προσδιορίζεται τὸ πορῶδες διὰ μηχανικῆς ἀναλύσεως τοῦ ἔδαφους ἢ διὰ πειραμάτων ἐπὶ δειγμάτων λαμβανόμενων ἐποραδικῶς.

Ἡ ἀναλογία τῶν κενῶν τῶν ἔδαφῶν τούτων, τὸ πορῶδες, ταυτέστιν τῶν ψαθυρῶν ὑλικῶν μετράται ὡς ποσοστὸν τῶν κενῶν ὡς πρὸς τὸν ὅλον ὑπὸ τοῦ ὑλικοῦ καταλαμβανόμενον ὄγκον καὶ ἐξαρτᾶται:

- 1) ἀπὸ τὴν συμπίκνωσιν τῶν ὑλικῶν
- 2) ἀπὸ τὸ μέγεθος τῶν κόκκων
- 3) τὴν διάταξιν τῶν κόκκων



- 4) τὸν βαθμὸν ὁμοιομορφίας, ὅστις εἶναι συνάρτησις τῆς κοκκομετρικῆς συνθέσεως τοῦ πετρώματος (προσδιοριζόμενος διὰ τῆς κοκκομετρικῆς ἀναλύσεως).
- 5) Τὸ σχῆμα τῶν κόκκων (ετρογγυλευμένοι, γωνιακοί, πλατεῖς κ.λπ.)

Είς περίπτωσιν συμπαγών ίζηματογενών έδαφών παρεμβάλλεται και τό θέμα της ευκολήσεως (εύστασις υλικού αυτής και ποσότης).

Είς τόν ακόλουθον πίνακα δίδεται η έκατοστιαία αναλογία τῶ πορώδους εἰς διάφορα πετρώματα (κατά τόν Fuller).

| Εἶδος πετρωμάτων | Αριθμ. δειγμάτων | Πορώδες | | | Ερευνητής | |
|--------------------------------|-------------------------------------|---------|---------|-------|-----------|------------------|
| | | Ελαχ. | Μεγιστ. | Μέσον | | |
| Συμπαγή πετρώματα | Γρανίται, σχιστολίθοι, γνεύσσιοι | 14 | 0,02 | 0,56 | 0,16 | Buckley |
| | " " " | 22 | 0,37 | 1,85 | 1,20 | Merrill |
| | Διαβάσεις και γάβριος | 3 | 0,84 | 1,18 | 1,01 | " |
| Σηλακώδη πετρώματα | Άβεστολιθικά, μάρμαρα και δολομίται | 11 | 0,53 | 13,36 | 4,85 | Buckley |
| | Βασιλιθικοί άβεστολίθοι | 8 | 3,28 | 12,44 | 7,18 | Merrill |
| | Κρητικός (Λουδίνου) | 6 | — | — | 16,83 | Charman |
| | Κρητικός (τουρνίσιας και γενόνιας) | 16 | 22,2 | 37,2 | 29,20 | Dollé |
| Πορώδη διαπερατά πετρώματα | Ψάμμιται | 16 | 14,81 | 28,28 | 19,89 | Buckley |
| | " πετρελαιοφόροι | 84 | 3,4 | 37,7 | 17,5 | Melcher |
| | " Άμμος (ομοιομαρφος) | | 26,0 | 47,0 | 35,0 | King |
| | " (λεπτόκοκκος >1 κιλ.) | | — | — | 55,5 | Renk |
| | " χαλικες (φ >1 κιλ) | | — | — | 37,9 | " |
| Άμμοχαλικό (πεδινά προσχώσεις) | | — | — | 48,0 | Meinzer | |
| Πορώδη άδιαπερατά πετρώματα | Πηλός (lacustre) | | — | — | 36,0 | Meinzer |
| | " Άργιλλος | | — | — | 45,0 | King |
| | " " | | — | — | 53,0 | Geikie |
| | Καλλ. έδαφος | | — | — | 55,0 | Υπ. Γεωγρ. Η.Π.Α |

Κατά τόν Fuller τό εἰς τό ύπέδαφος κυκλοφοροῦν ὕδωρ εκτιμάται εἰς πάχος 28,80 μ. ομοιομορφου στρώματος ὕδατος καλύπτοντος ὅλην τήν ἐπιφάνειαν τῆς γῆς.

Έκ τῶ πίνακος τούτου ἐμφαίνεται ὅτι τά πορώδη έδαφη δέν εἶναι πάντοτε και διαπερατά. Έδαφη λίαν πορώδη (ὡς ἡ άργιλλος πηλός κ.τ.τ.) εἶναι δυνατόν νά εἶναι άδιαπερατά ὅταν τό μέγεθος τῶν πόρων αὐτῶν εἶναι τόσον μικρόν ὥστε νά μὴν επιτρέπουν τήν δι' αὐτόν ἐλευθέραν διάσδον τῶ ὕδατος.

Ἡ μέτρησης τῶ πορώδους εἶναι γνωστή εκ τῆς φυσικῆς.

3. Τά ὕδροφόρα πετρώματα,

Διάφορα πετρώματα αναλόγως τῶ πορώδους αὐτῶν (δι' ὃ έδόθησαν τά άνωτέρω ὄλιγα παραδείγματα) περιέχουσιν ἢ ὀχι ὕδωρ και ἐνδεχομένως δύνανται νά αποδώσουν αὐτό. Κατωτέρω δίδεται πίναξ τῶν κυριωτέρων εἰδῶν πετρωμάτων εἴτε εἰς Εὐρώπην εἴτε εἰς Ἀμερικῆν, ἅτινα δύνανται νά αποδώσουν εσβαρόν ποσόν ὕδατος.

Ὁ πίναξ οὗτος συνετάχθη ἐπί τῆ βάσει μακρῶν πινάκων τῶ Imbeau.

Έκ τῶν ἐκρηξιγενῶν ἡ βασαλτικῆ λαβα εἶναι εσκανδικός ὕδροφόρος, ὡς άνωτέρω έξετέθη.

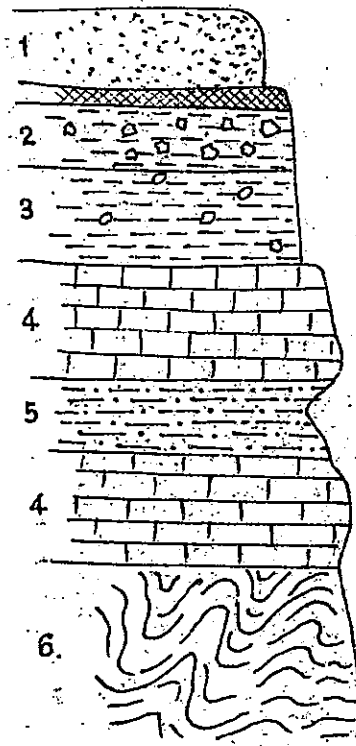
Κατά τήν γεωλογικῆν μελέτην τῶν λιμνῶν Ὑλίκης και Παραλίμνης ἐπιστοποιήθησαν τά ἐν τῶ εκήματι 177 στρώματα, ὧν ἡ διαπερατότης δίδεται ὡς ακόλουθος ὑπό τῶ Ι. Τρικκαλινοῦ.

1. Νεώτερα ἀλλουβιακά άβεστοψαμμιτικά διαπερατά στρώματα.

2. Ἀρχαιότερα ἀλλουβιακά στρώματα γνωστά ὡς πλευρικά κορηματα. Ἰσνήθως περατά, ἀλλά περιβαλλόμενα (ὡς ἐνταῦθα) ὑπό εκληρῆς, ετερεῆς ἐπιφλοιώσεως (κλιματολογικῆς γενεσιουργίας) μεταβάλλονται εἰς εκεπικῶς στεγανά.

| | | |
|-----------------------|---------------------------------------|---|
| Τεταρτογενής αιών | Ολοκαινόν (σύγχρον.) Πλειστόκαινον | Άλλουβιακά, άμμος, κλίκες, ψαμμίται, άργιλλική άββεστολίθος, πρασίνη, άμμος, άμμος, κλίκες. |
| Τριτογενής αιών | Πλειόκαινον Μειόκαινον | Άλλουβιακά, κλίκες, άμμος άββεστολιθικά, άμμος, κλίκες, μάργαι, φαμ- μίται. |
| | Ολιγόκαινον Κωκαινον | Άμμος, τραβερτίνης, ψαμμίται Άμμος, φαμμίται, άββεστολιθικά |
| Δευτερογενής αιών. | Κρητιδικόν | Μαρμαρυγιακή άμμος, άββεστολιθικά, άβε- στολιθικός τάρφος, καρσικά, Πρασίνη άμ- μος, φαμμίται, ούργονικός άββεστολίθος. |
| | Ψαλιδικόν Ιουρασιόν Λιθσιόν | Δολομιτικοί άββεστολίθοι, άββεστολιθικά άββεστολιθικά, φαμμίται, μαρσιstone |
| | Τριαδικόν | Ψαμμίται, κρακαλοπαγή, κοχχυλιατής άββε- στολίθος.** |
| Πρωτογενής αιών. | Περμιόν | κόκκινοι φαμμίται (Calcaire magnésien)*** |
| | Λιθανθρακοφόρον | Άββεστολίθοι |
| | Δεβόνειον | Άββεστολίθοι (έν Αμερικη και φαμμίται) |
| | Σιλουριόν | Άββεστολίθοι, φαμμίται, χαλασίται, βολομί- ται (έν Αμερικη) |
| | Καμβριόν | Δολομίται, Άββεστολίθοι, φαμμίται (έν Α- μερικη). |

3. Άλλουβιακός ερυθρός πηλός και άλλο άργιλλικά με έγκα-
τεσπαρμένας κροκάλας. Έξαιρετικώς στεγανόν.
4. Κρητιδικός άββεστολίθος. Υδροπερατότης κυμαινομένη και εξαρ-
τωμένη από περιεκτικότητα άργιλλικών παραμείξεων και βαθ-



μόν. διαροήξεως. Διά την υπ' όφιν περιο-
χήν υδροπερατά.

5. Λευκόφαια άργιλλοφαμμιτικά συναν-
τώμενα μεταξύ κρητιδικών άββεστο-
λίθων (φλύεσαι). Σχετικώς άδιαπερατά.

6. Σκιστοκερατολιθικά στρώματα έγκλειον-
τα κατά θέσεις πυριγενή. Ιδιαίτερος
άδιαπερατά.

Σχ. 177. - Στραματογραφική τομή περιοχής
Λιμνών Υλικής και Παραλίμνης
(Ι. Τρικκαλινός).

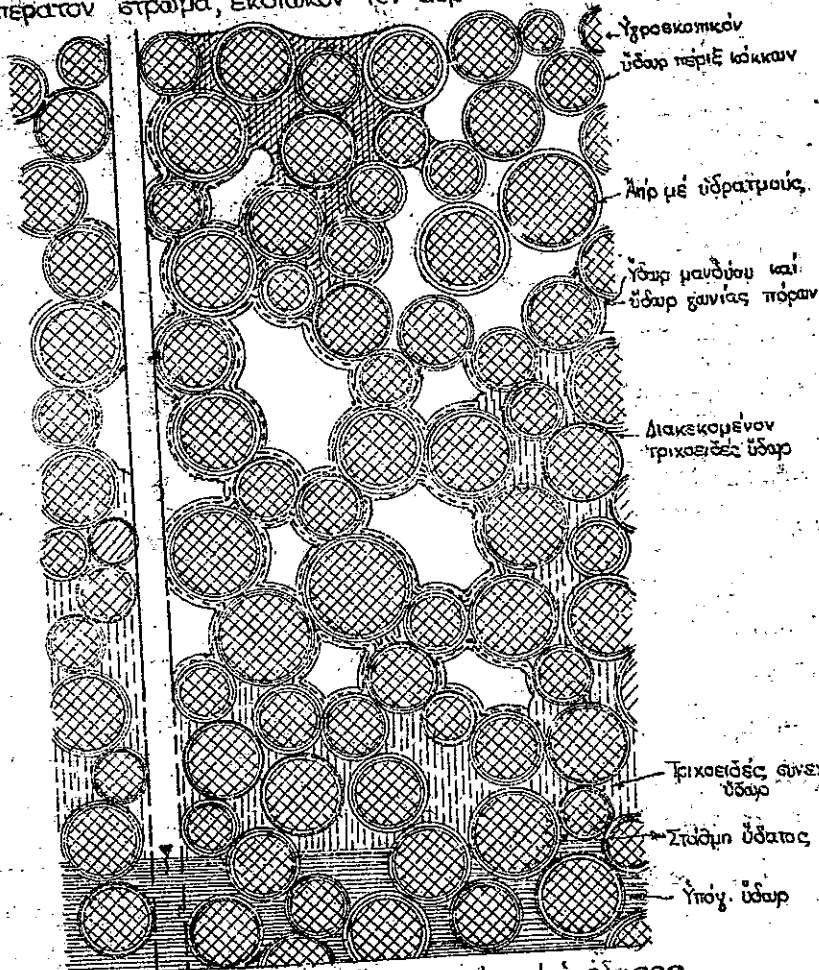
B. Μορφολογία των Υπογείων υδάτων.

1. Διείδσεις, συγκρατήσεις, και στάθμη Υπογ. υδάτων.

Το ύδωρ της βροχής προσπίπτον επί διαπερατών εδαφών διεισ-
δύει έντός αυτών και περιβάλλει τους κόκκους, και σταλάζον μετα-
ξύ αυτών βαινει. Διά της βαρύτητος προς τα κάτω, λόγω της εμ-
ναφείας (adhesion) του ύδατος προς τό υλικόν των κόκκων
συγκρατείται μονίμως ένα μέρος του ύδατος, επ' αυτών και άποσε-
λει συνεχή μανδύαν περίε' αυτών, ενώ έξ' άλλου λόγω της συ-
νοχής (cohesion) του ύδατος προσκολλούνται σταγονίδια ύδα-
τος επί του μανδύου και συγκρατούνται μονίμως. Εκεί άποτελούντα
τό γανιακόν ύδωρ των πόρων.

Τό υπόλοιπον μεταξύ μανδύου και γανιακω ύδατος προσετόν

των κενών καταλαμβάνεται υπό φεαλλίδων αέρος, ή υπό ύδατος κα-
τερχομένου δια της βαρύτητας (Σχ. 178). Όταν το ύδωρ αυτό συναντή-
σει αδιάπερατον στρώμα, εκδιώκον τον αέρα των κενών σχηματίζει κε-



Σχ. 178.- Διείδυνεις του ύδατος εις τή ύπεδαφος
(ZUNKER).

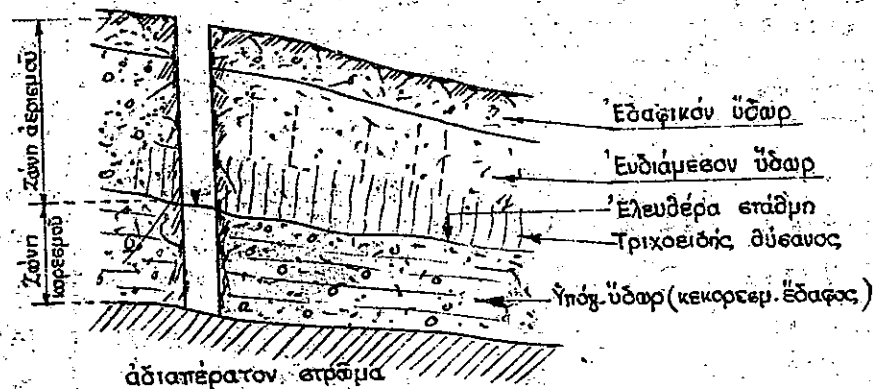
κορεσμένον στρώμα του εδάφους, ή άνω επιφάνεια του οποίου κα-
λείται ελευθέρα στάθμη του υπογείου ύδατος (wa-
ter table).

Έκ της στάθμης ταύτης, λόγω της συνεχείας των πόρων του
εδάφους, συνήθως μικρών διαστάσεων, ανέρχεται το ύδωρ δια των
τριχοειδούς (εις ύψος αντιστρόφως ανάλογον του ανοίγματος των πό-

ρων) και σχηματίζει τον τριχοειδή θύσανον, ή άνω επιφάνειαν του
εδάφους, έξ άλλου, συγκρατείται μέρος του ύδατος όπου και άπο-
τελεί το εδαφικόν ύδωρ.

Έάν ανοίξωμεν ήδη θρύγμα εντός του εδάφους (φρέαρ) ή ελευθέ-
ρα στάθμη σχηματίζει την στάθμην του ύδατος του φρέατος (βλ.
εχήμα 179).

Τά υπογεια ύδατα εφ' όσον υπάρχει κλίσις της ελευθέρας στάθ-
μης αυτών κινούνται δια των πόρων κατά την διεύθυνσιν της μεγί-



Σχ. 179.- Σχηματισμός υπογείων ύδατων.

εως κλίσεως, εφ' όσον δε παύσει ή διείδυνεις εκ των άνω, άπομα-
κρυνόμενα προκαλούν την πτώσιν της στάθμης αυτών, όπου
τω άπομακρυνόμενος όγκος δεν ίσούται με τον όγκον των πόρων εξ
ων άπομακρύνεται το ύδωρ αλλά με τμήμα αυτού.

Τό ποσοστόν τουτο όπερ εκφεί (εκπεφρασμένον εις ποσοστόν
του όλου όγκου του περιέχοντος πετρώματος), καλείται ειδική
άπορροή των υπογείων ύδατων (specific yield) ενώ τό συγ-
κρατούμενον (τό ύδωρ μανδύου και τό χωνιακόν των πόρων ύδωρ)
άποτελεί την συγκράτησιν (retention) του ύδατος (εις πο-
σοστόν όμοίως του όλου όγκου του πετρώματος).

Ούτω όταν 30 κ.μ. κεκορεσμένου πετρώματος στραγγίζομενον

δίδει 2,4 κ.μ. ενώ τῶν πορώδων αὐτοῦ εἶναι 21% τότε ἡ εἰδική ἀπορροή εἶναι 8% ἢ δὲ συγκράτησις 13%.

Δι' ἀργίλλον μὲ πορώδες 45% ἡ εἰδική ἀπορροή εἶναι 0% καὶ ἡ συγκράτησις 45%.

Εἰς τὸν κατωτέρω πίνακα δίδεται ἡ εἰδική ἀπορροή καὶ συγκράτησις ἀμμοῶδων ἐδαφῶν συναρτήσῃ τῆς διαμέτρου τῶν κόκκων, καὶ δὴ συναρτήσῃ τοῦ χρόνου ἀπὸ τῆς ἐναρξεως λειτουργίας τοῦ περάματος (λυσιμετρα) διαρκέσαντος ἐπὶ 2/2 ἔτη:

| Βαρύνουσα διάμετρος τῶν κόκκων (10%) χιλιοστά | Εἰδικὴ ἀπόδοσις % | | | | | Συγκράτησις % |
|---|-----------------------|------------------|--------------------|-------------------------|---------|---------------|
| | Συντελεστὴς ἠμωσμορφ. | τὸ πρῶτον ἡμῶρον | τὸ δεῦτερον ἡμῶρον | τὰς προσεχέσιν 9 ἡμέρας | Σύνολον | |
| 0,475 | | 10.70 | 4.90 | 8.70 | 26.90 | 6.90 |
| 0.185 | Περίεξ | 7.90 | 5.50 | 9.50 | 25.50 | 8.00 |
| 0.155 | του | 5.60 | 4.70 | 9.90 | 22.00 | 11.40 |
| 0.118 | ι. | 1.60 | 1.40 | 12.85 | 18.50 | 14.80 |
| 0.083 | | 1.26 | 0.90 | 11.30 | 15.50 | 18.90 |

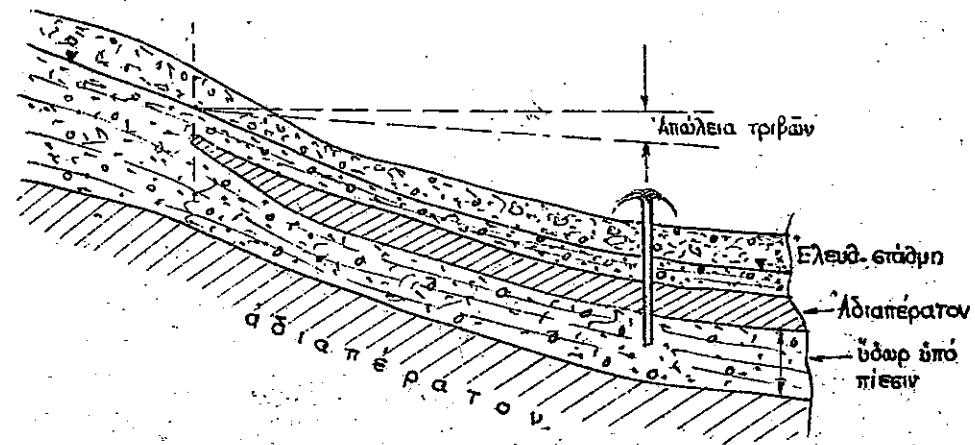
Παρατηρ. Εἰς τὴν ἐδαφοποίησιν διακρίνομεν εἶσθε καὶ τρίτην περίπτωσιν μετρήσεως περιεκτικότητος τοῦ ἐδάφους εἰς ὑγρασίαν διὰ τοῦ "συντελεστοῦ μαραιμοῦ" ὅστις μετρεῖ τὴν ἑκατοστιαίαν (εἰς ὄγκον τοῦ ἐδάφους) ἀναλογίαν ὕδατος κατωθεν τῆς ὁποίας τὰ φύλλα τοῦ ἐπ' αὐτοῦ ἀναπτυσσομένων φυτῶν ἀρχίζουν νὰ μαραίνωνται.

Ἡ διαφορὰ μεταξὺ συγκρατήσεως καὶ βαθμοῦ κορεσμοῦ, δίδει τὴν ἰκανότητα τοῦ ἐδάφους πρὸς συγκράτησιν ὕδατος διὰ τὴν ἀνάπτυξιν φυτῶν.

Συνήθως εἶναι ἡ περίπτωσης καθ' ἣν λόγῳ εστολιδώσεων ἀρκικῶς ἴζηματογενῶν πετρωμάτων ἢ διαφόρων σχηματῶν καὶ διαπερατοτήτων ἐναποθέσεων εὐρίσκονται διαπερατὰ πετρώματα μεταξὺ δύο ἀδιαπεράτων (βλ. σχ. 180).

Ἐν τῷ αὐτῷ περιπτώσει ἐχηματίζεται ὑπόγειος ὑδροφόρος ὀρίζων ὑπὸ πίεσιν διατρήσις θε καὶ ἐπιληνωσις αὐτοῦ εὐνάται νὰ φέρῃ τὸ ὕδωρ μέχρι τῆς ἐπιφανείας τοῦ ἐδάφους ἢ ὑπ' αὐτὴν ἀναλόγως. Αἱ μορφαὶ αὗται τῆς ἐλευθέρας ἐπιπέδου τοῦ ὕδατος πρὶν ἢ τοῦτο μεταβληθῇ εἰς ὕδωρ ὑπὸ πίεσιν ἀπαρχῆς ἐχηματισμοῦ ἀρτεσιανῶν ὀριζόντων συναντῶνται συνηθῶς εἰς τοὺς κώνους - ἀμωσας μετὰ τὸν λαίμον - τῶν ρευμάτων.

Διὰ τὴν δημιουργίαν ὁδῶν ὑπογείων ὑδάτων ἀπαιτεῖται ἡ παρουσία ἀδιαπεράτου στρώματος ἐφ' οὗ ἐπικαθίπται διαπερατὸν, ἐντός τοῦ ὁποίου ἐχηματίζεται ὁ ὑδροφόρος ὀρίζων μὲ ἐλευθέραν ἐπιπέδου.



Σχ. 180.- Ὑπὸ ὕδωρ ὑπὸ πίεσιν.

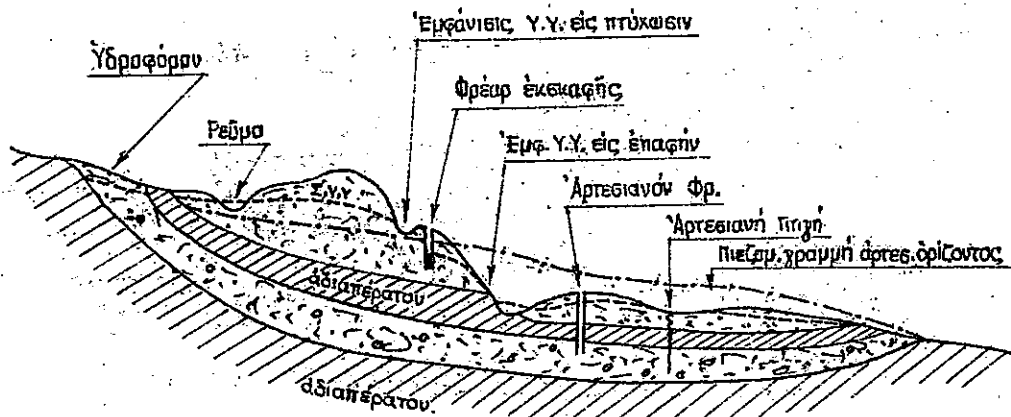
μην ἢ ὑπὸ πίεσιν (ἐπιπέδου πετρωμάτων διαφόρου περατότητας).

Συνήθεις τοιαύτας ἐπιφανείας ἐπαφῆς ἀποτελοῦν τὰ εὐνορα μεταξὺ ἀδιαπεράτου πηλοῦ ἢ ἀργίλλου καὶ ψαδυρῶν ἀμμοχαλίκων, ἢ ἡ παρουσία ἴζηματογενῶν πετρωμάτων (ὠδλιθοί, τραβερτίνοι, ψαμμίται) ἐπὶ ἀργίλλου ἢ ἐπίπεδου ἐπιπλασιῶδων ἀβεστολίθων ἐπὶ εριστολίθων ἢ ἀκόμη ἐπὶ συμπαγῶν ἀβεστολίθων, ἵνα ἀναφέραμεν τὰς συνηθετέρας τοιαύτας περιπτώσεις (βλ. σχήματα 199, 200, 201, 204).

2. Διαμόρφωσις, στάθμη, όίαιτα και αποθήκευσις των υπογείων υδάτων.

Τό μετεωρικών υδάτων μετά την διείσδυσιν εντός των κενών του εδάφους και άφου συναντήσει άδιαπέρατα πετρώματα ποικίλου μορφής εκηματίζει υδροφόρους όρίζοντας οίτινες κατά τας πρακτικάς εφαρμογάς αυτών εις την υδροτεχνίαν λαμβάνουσι την όνομασίαν αυτών άναλόγως της διαμορφώσεως της στάθμης αυτών ήτοι: υδροφόροι όρίζοντες, έλευθέρας στάθμης, αρτεσιανοί όρίζοντες, πηγαι.

Εις τό εκήμα 181 δίδονται α συνηδέεστεραι μορφαί των υπογείων υδροφόρων όρίζόντων.

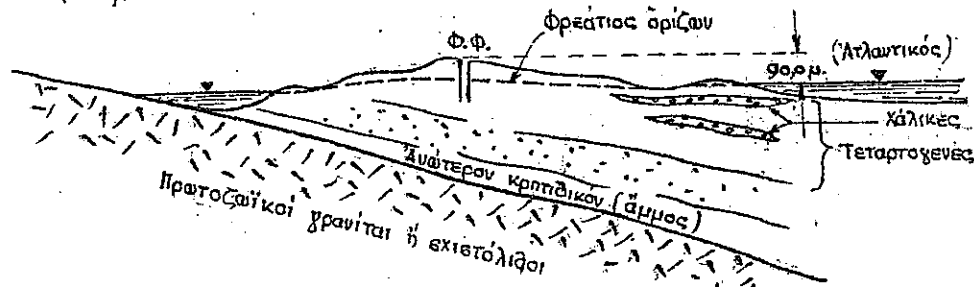


Σχ. 181.- Μορφαί υπογείων υδάτων.

Έλευθέρα στάθμη Υπογείων υδάτων.

Τά συνήθη υπογεια υδάτα με έλευθέραν, στάθμην είναι και τά εύκολώτερον έρευνώμενα δοθέντος, ότι εύρίσκονται εις μικρόν βάθος και ή άνεύρεσις ενός απλου φρεάτος εκκαίφης ή ή βύθισις ενός βραχέος σωλήνος δίδουσι άμέσως την στάθμην του υδάτος εις τό έν λόγω σημείον, δια περισσότερων δε τοιούτων σημείων προσδιορίζεται ή έπιφανεία του υδροφόρου όρίζοντος εις μεγάλας έκτασεις.

(βλ. εκ. 182. Φρεάτιος όρίζων και υδροληψία φρεάτων εις Long Island, Νέα Υόρκη).



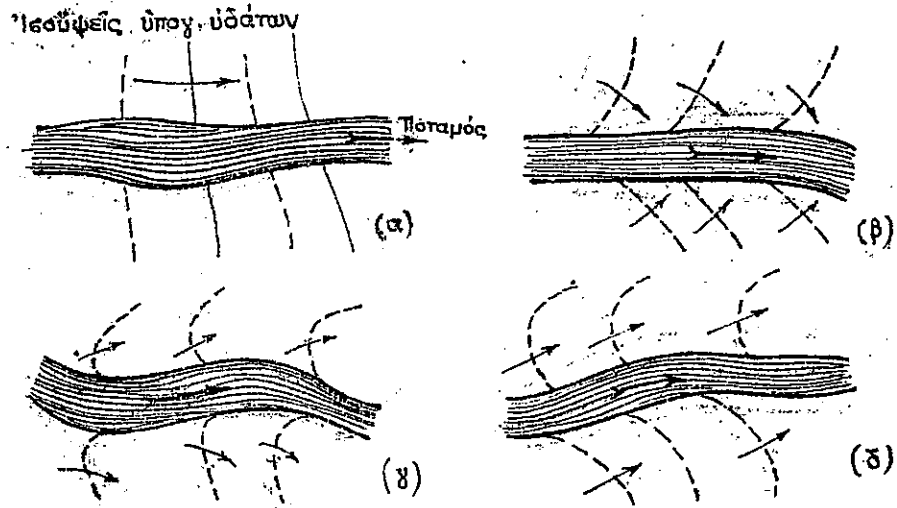
Σχ. 182.- Υδροφόρος όρίζων εις νήσον Long Island.

Τά υπογεια υδάτα συναντώντα αναδιπλώσεις του έπιφανειακού εδάφους εξικνουμένας, βαθύτερον της έπιφανείας αυτών μετατρέπονται εις έπιφανειακά υδάτα τροφοδοτούντα λίμνας ή χανδακας και έξερκόμενα με μεγάλην ροήν ή ενίοτε με έλαχίστην τοιαύτην (εκηματίζοντα συνήθως έλη εις όρίζοντια ή με μικράν κλίσιν εδάφους). Κατά την τομήν του ρου των υπογείων υδάτων υπό ρευμάτων υδάτος (ποταμών) τροφοδοτούν τά υπογεια υδάτα του ποταμών ή εάν κατά τας πλημμύρας ή στάθμην του ποταμού υπερβή την στάθμην των υπογείων υδάτων τροφοδοτούνται τά υπογεια υδάτα εκ των ποταμών.

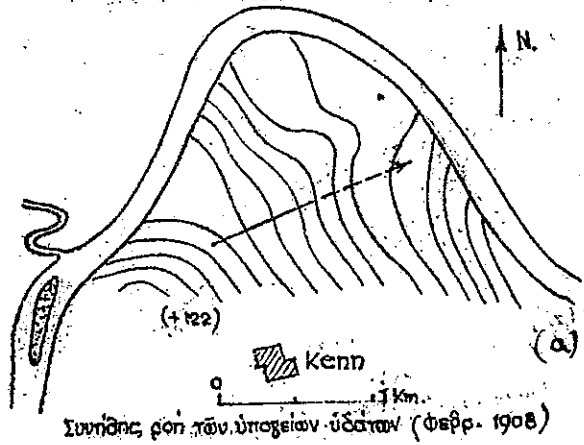
Εις τό εκ. 183 έμφαινόνται οι πιθανοί όμοιοι συνδυασμοί. Εις τά εκήματα 184 έμφαινόνται αί μορφαί των υπογείων υδάτων εις ένα μαίανδρον του Μοζέλα ποταμού, τόσο κατά την συνήθη ροήν των υπογείων υδάτων (α) όσον και κατά την χαμηλήν (β) και ύψηλήν στάθμην αυτου (γ).

Εις τό εκήμα 185, δίδεται τομή του Ρήνου (ένα χιλμ). Κατόντη του Εγγίσαυ, ένθα έμφαινείται ή εκ 2800 μ. προσκωθίσεια κείτη αυτου έπικαθημένη τριαδικού άδιαπέρατου πετρώματος και τροφοδοτούμενη υπό των υδάτων του ποταμού κατά τό πλείστον.

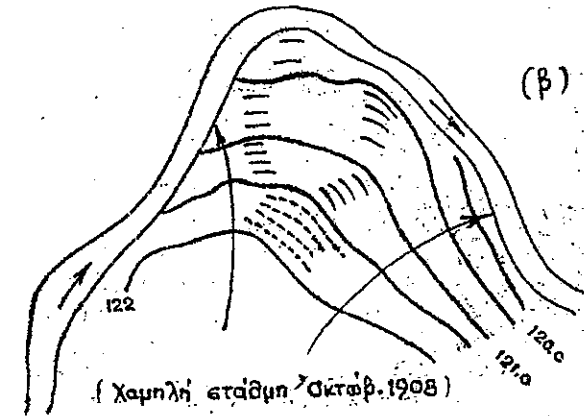
Εις τό εκήμα 186 δίδεται τομή πεδιάδος έντός της όποιας λαμβάνει κώραν ή υδροληψία δια την ύδρευσιν της πόλεως Λειψίας.



Σχ.183. Συσχετισμός στάθμης ποταμού και γειτονικών Υπ. Υδ.



Συνήθης μορφή των υπογείων υδάτων (Φεβρ. 1908)

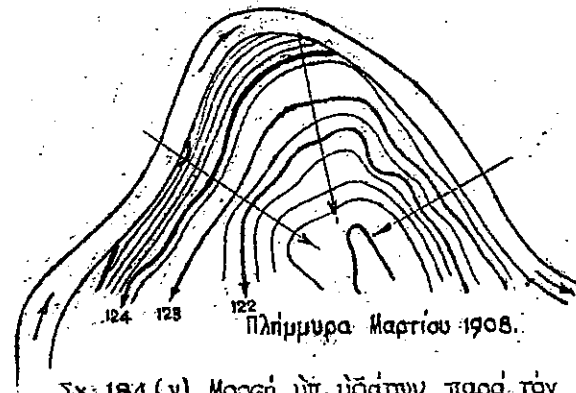


(Χαμηλή στάθμη Οκτωβ. 1908)

Σχ.184 (α,β) Μορφή Υπ. Υδάτων παρα τοῦ ποταμοῦ Μοζέλα (Schocklitsch).

Τρεῖς διαδοχικαὶ προσχώσεις δειλουβιακῶν με κεκλιμένα πρηνῆ ἐπικαθνται τριτογενεῶς ἀργίλλου, ἐντὸς τοῦ ὁποῖου προβάλλουν κορυφαὶ πορφύρη καὶ ἐπὶ τῶν ὁποῖων ἔχουσιν ἐναποτεθεῖ σπρώσεις πηλοῦ καὶ ἀργίλλου.

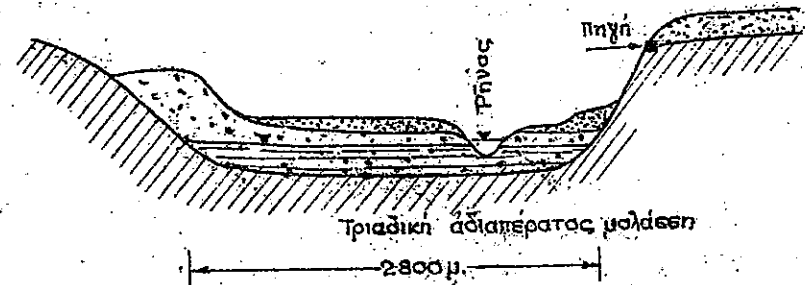
Ἡ ἐλευθέρα στάθμη τῶν υπογείων υδάτων μεταβάλλεται διὰ διαφοροῦς λόγους. Ὡς πῶς ἀνωτέρω ἐξετέθη (ἐκλήματα 183 καὶ 184) μεταβάλλεται μετὰ τῆς



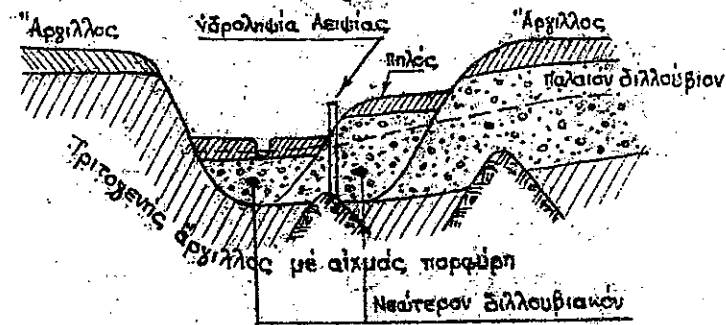
Σχ.184 (γ) Μορφή Υπ. Υδάτων παρα τὸν ποταμὸν Μοζέλα (Schocklitsch).

διακυμάνσεως τῆς ἐπιπέδου τῶν δι' αὐτῆς διερχομένων ρευμάτων. Ἐν ταιούτῃ περιπτώσει εἶναι δυνατόν νὰ ἐμφανισθῶσιν διαφοραὶ ευνεθῆκαί τῆς υδρολογικῆς διαίτης τῆς περιοχῆς ὡς ἂν κ. ἢ ἐρηρσεις φρεατῶν ἢ ρευμάτων ἄτινα ἐπηρεάζονται διὰ τῆς καταβιβασθείσης ἐπιπέδου υπογείων υδάτων (βλ. σχ. 187).

εθδείης ἐπιπέδου υπογείων υδάτων (βλ. σχ. 187).



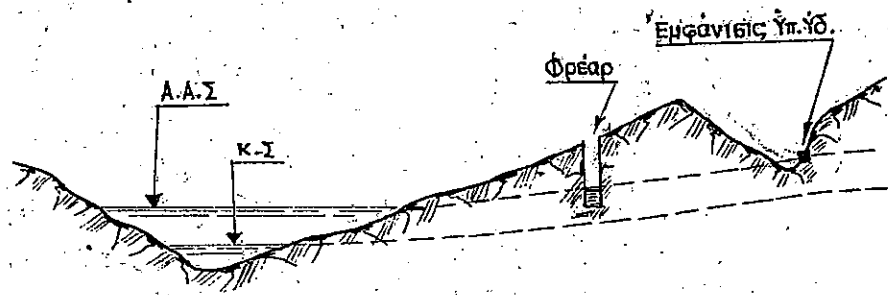
Σχ.185. Ὑδροφόρος ὄριζων Πήνου.



Σχ.186. Ὑδροφόρος ὄριζων Λειψίας.

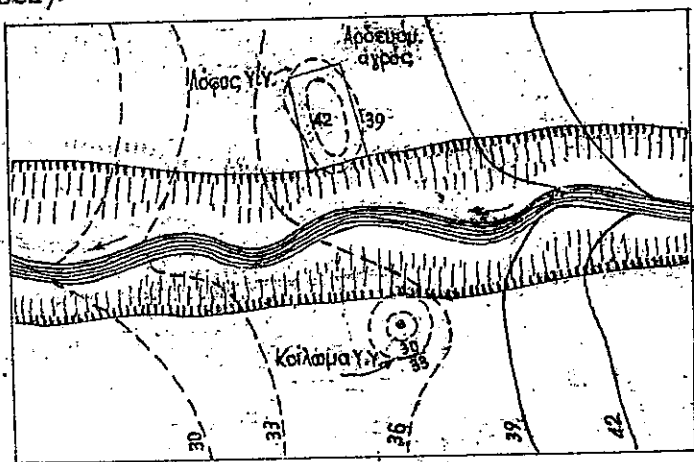
Εἰς τὸ σχ. 188 δίδεται θεωρητικὴ διαμόρφωσις τῶν ἰσοϋψῶν καμπύλων τῆς ἐπιπέδου υπογείων υδάτων προκαλουμένης δι' ἐντατικῆς

αύξησεως, ως και των ἀκαλόγων καμπύλων των προκαλουμένων δι' εν-
τατικής ἀρδεύσεως υπέρνω των υπογείων υδάτων.



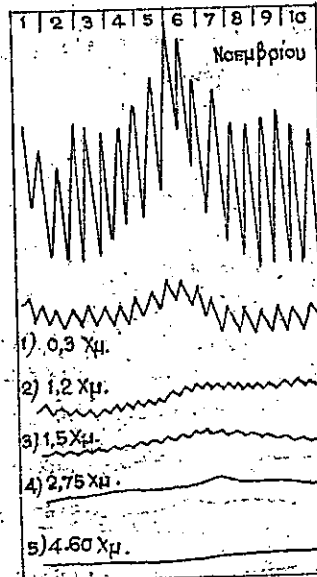
Σχ. 187. Ξηρανσις φρέατος και κανάκος

Η συνεχής διακυμάνσις της στάθμης του τελικού υποδοχείως επηρεάζει ἀντιστοίχως τὴν ἐλευθερὰν στάθμην των υπογείων υδά-
των εἰς μεγάλας ἀποστάσεις ἐνίοτε ἀλλὰ μὲ μειουμένας αἰχμὰς
μεταβολῆς. Εἰς τὸ ἐκῆμα 189 (Schocklitsch 6.166) ἐμφαίνονται αἱ μετα-
βολαὶ τῆς στάθμης φρεάτων κειμένων εἰς διαφόρους ἀποστάσεις
ἀπὸ τοῦ ποταμοῦ Εἰβε, κατὰ τὸ πρῶτον 10ήμερον φθινοπωρινοῦ μηνός.
(Schocklitsch).



Σχ. 188. Θεωρητικὴ μορφή στάθμης υπ. υδάτων δι' ἀντήθειν
καὶ ἀρδευσιν (Tolman)

Ἡ στάθμη ποικίλλει βεβαίως καὶ ἀνάλογως τῆς βροχῆς τῆς πι-
πτούσης ὄχι μόνον εἰς τὴν τρέφοδοτοῦσα λεκάνην ἀλλὰ καὶ ἐπὶ τοῦ



Σχ. 189. Διακυμάνσις σταθ-
μης φρεάτων.

ἐδάφους ἀπ' εὐθείας ἀνωθεν τοῦ ὀρίζοντος.
Ἐν τῇ τελευταίᾳ ταύτῃ περιπτώσει ἡ ἀ-
νοδος τῆς στάθμης εἶναι πολλαπλασιάσι τοῦ
ὑψους τῆς βροχῆς, διότι ὡς ἐλέχθη, τὰ κε-
νά εἶναι μικρὸν ποσοστὸν τῆς ἐπιφανείας,
ἐπὶ πλέον δὲ μέρας αὐτῶν εὐκρατεῖ ὕ-
δαρ καὶ μετὰ τὴν πτώσιν τῆς ἐλευθέρας
στάθμης.

Οὕτω ὁ W.N. White παρατήρησεν τὴν
κάτωδι ἀντιστοίχιαν ὑψους βροχῆς καὶ ὕ-
ψωσεως στάθμης ὕδατος.

Ὁ λόγος βροχῆς πρὸς ὕψος στάθ-
μης ἐκπεφρασζόμενος τοῖς ἑκατόν, δίδει εἰς
τὴν εἰδικὴν ἀπορροήν τοῦ ἐδά-
φους ἡ μεταβολὴ αὐτῆ διδεται λεπτομερῶς

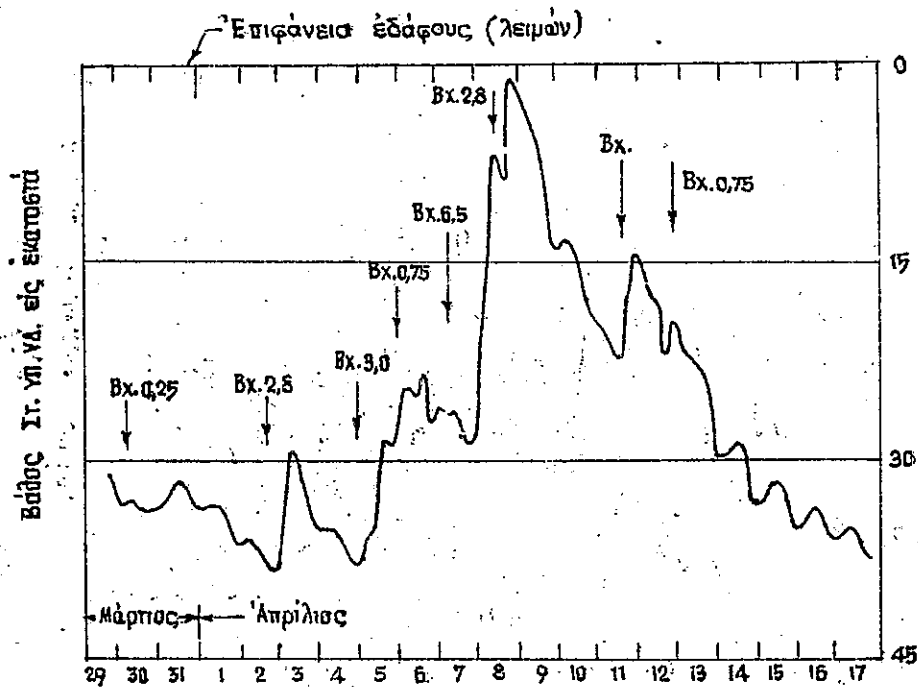
εἰς τὸ ἐκῆμα 190.

Περαιτέρω ὁ White παρατήρησεν εἰς τὴν αὐτὴν περιοχὴν τῆς πε-

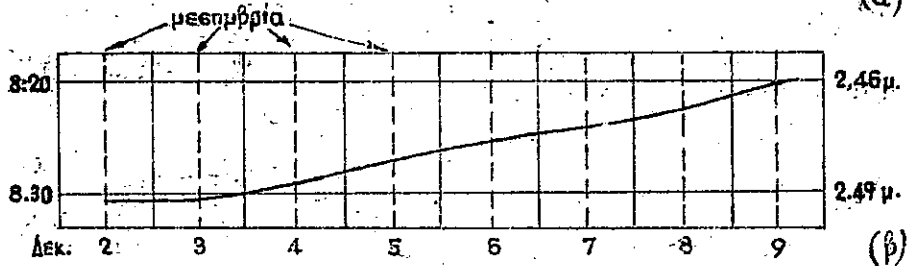
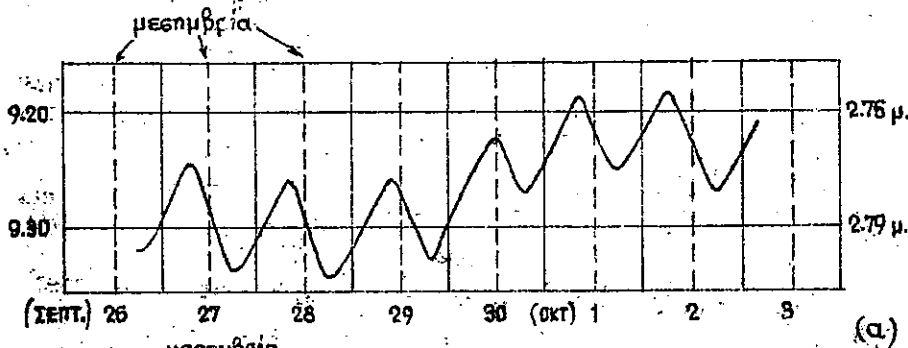
| Βροχὴ χιλ. | Ἀνοδος στάθμης (μλ) | Βροχὴ ὕψος στάθμης |
|----------------|---------------------|--------------------|
| Μάρτιος 0,25 | 15,0 | 1,7% |
| Ἀπρίλιος 3 2,8 | 99,0 | 3,0% |
| 5 3,0 | 96,0 | 3,2% |
| 6 0,75 | 45,0 | 1,6% |
| 7 6,5 | 240,0 | 2,8% |
| 8 2,8 | 73,0 | 3,8% |
| 12 0,75 | 27,5 | 2,7% |

διάδος Escalante (Utah, Η.Π.Α) ὅτι ἡ στάθμη των υπογείων υδάτων
μετεβάλλετο μετὰ τῆς βροχῆς, τῆς θερμοκρασίας τοῦ μηνός τοῦ ἔτους

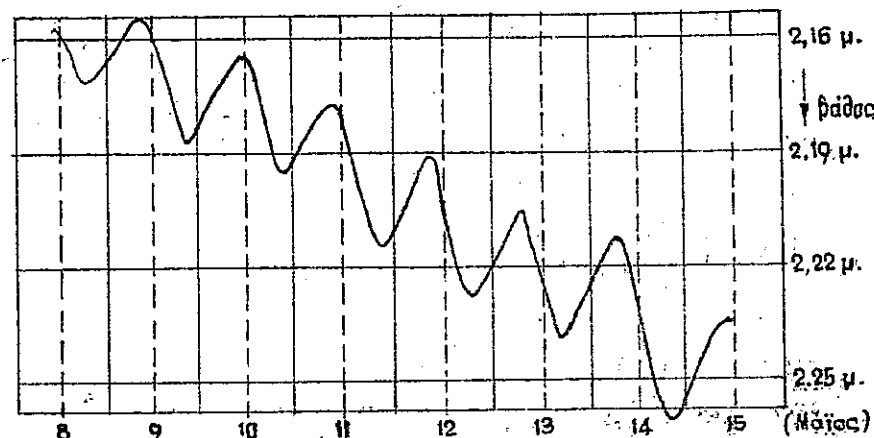
καί τῆς ὥρας τῆς ἡμέρας κατὰ καμπύλας διδομένας εἰς τὰ ἐκῆματα 191.



Σχ. 190. Βροχή καί στάθμη Υ.Υ. εἰς λειμώνα.



Σχ. 191 (α, β). Μεταβολή στάθμης Υ.Υ. κατὰ Σεπτέμβριον, Δεκέμβριον.



Σχ. 191 (γ) Μεταβολή στάθμης Υ.Υ. κατὰ Μαΐον

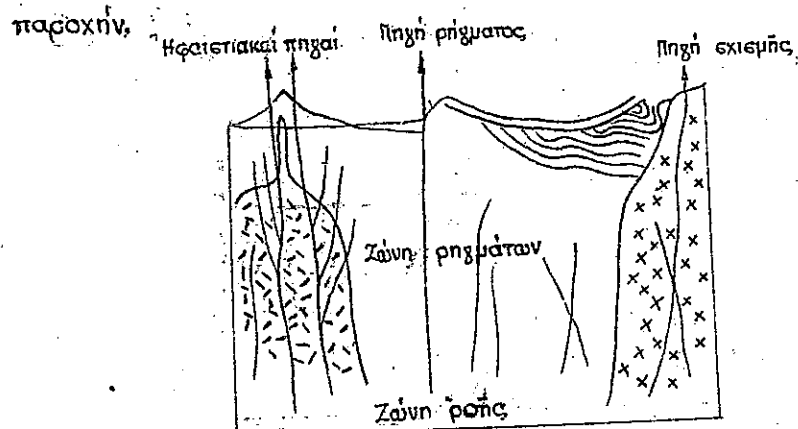
3. Πηγαί

Ἡ ἐμφάνισις τῶν ὑπογείων ὑδροφόρων ὀριζόντων ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ εδάφους, ὑπὸ ὀρισμένας προϋποθέσεις διαμορφώσεως τῶν πετρωμάτων, δύναται νὰ γίνη εἰς μεμονωμένα σημεῖα, ὅπου δημιουργοῦνται αἱ πηγαί. Ἀναλόγως τῆς προσελευσεως τοῦ ὕδατος καὶ τοῦ τρόπου δημιουργίας αὐτῶν αἱ πηγαί ταξινομοῦνται κατὰ τὸν Κ. Bryant εἰς τὰς ἀκολουθοῦσας κατηγορίας:

1. Πηγαί βαθέων ὑδάτων.

Εἰς αὐτάς ὑπάρχοντι αἱ φυσικοὶ καὶ πετρωματικοὶ ἀπορροήματα ἐκ μαγματικοῦ ἢ σιδηροῦς ὕδατος ἢ ἀκόμη ἐκ μετεωρικοῦ ὕδατος ὅπερ κατὰ τὴν εἰς μέγαν βάθος εἰς πετρώματα ὑψηλῆς θερμοκρασίας καὶ ἀπέκτησεν ὡς ἐκ τούτου ὀρισμένα χαρακτηριστικά. Αἱ πηγαί αὗται ἔχουσι σταθερὰν καὶ ὑψηλὴν παροχὴν, μεγάλην περιεκτικότητα μετᾶλλων καὶ πολλαὶ ἐξ αὐτῶν μεγάλην περιεκτικότητα ἀερίαν ἐν διαλύσει.

Εἰς τὸ ἐκῆμα 192 δίδεται διάγραμμα τοιαύτης φύσεως πηγῶν. Ἐνταῦθα ὑπάρχοντι ἐπίσης αἱ πηγαί σκιερῶν ἢ ῥηγμάτων προερχόμεναι ἐκ μεγάλου βάθους καὶ ἔχουσι ὁμοίως σταθερὰν

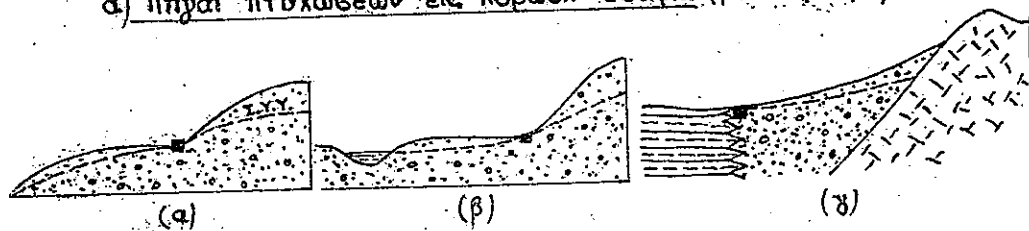


Σχ. 192. Πηγαί εκ βαθέων φρευσιακών.

II. Πηγαί αβαθών υδάτων.

Είς αυτάς υπάγονται τὰ πλείστον τῶν πηγῶν, ὧν ἡ παροχή προέρχεται ἀποκλειστικῶς ἐκ μετεωρικοῦ ὕδατος καὶ διακρίνονται εἰς τέσσαρας κυριώτερας κατηγορίας (α ἕως δ).

α) Πηγαί πτυχώσεων εἰς πορώδη ἐδάφη. (βλ. σχημ. 193)

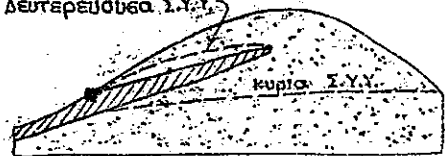


Σχ. 193. Πηγαί πτυχώσεων εἰς πορώδη ἐδάφη.

β) Πηγαί ἐπιφανῆς πορώδους ἐδάφους, ἐπὶ ἀδιαπεράτου ἐδάφους.



Δευτερεύουσα Σ.Υ.Υ.

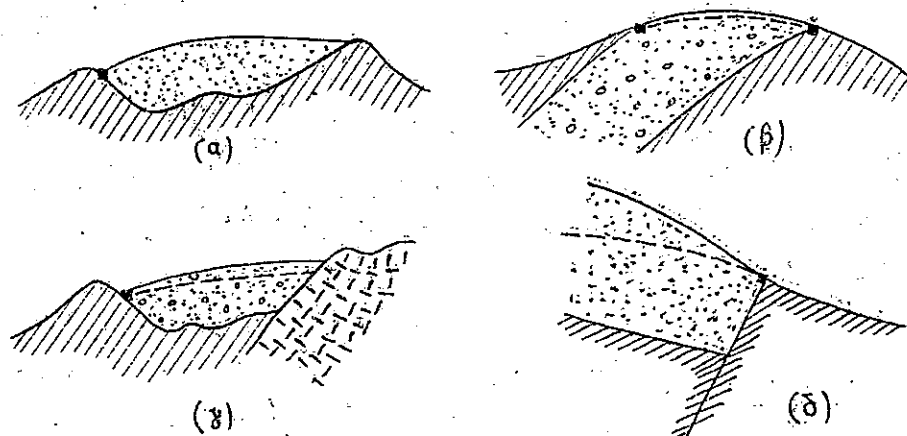


Σχ. 194. Πηγαί ἐπιφανῆς διαπερατοῦ ἐπὶ ἀδιαπεράτου πετρώματος.

Αἱ πηγαί αὗται διακρίνονται ἀναλόγως τοῦ ἐπιπέδου ἐπιφανῆς εἰς ὀριζόντια, κεκλιμμένα καὶ ἀνώμαλα ἐπίπεδα ἐπιφανῆς.

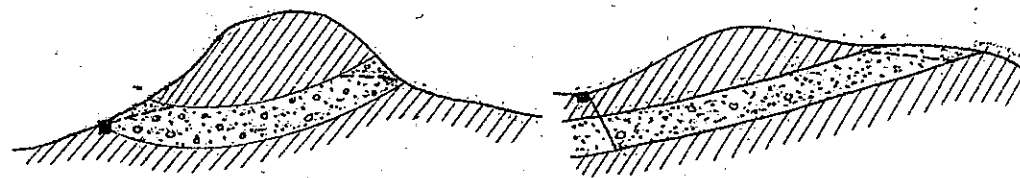
Εἰς τὸ σχῆμα 194 διδόνται τοιαῦται πηγαί ἐπιφανῆς μὲ ὀριζόντιον, κεκλιμένον ἢ καὶ αἰωρούμενον ἐπίπεδον ἐπιφανῆς.

Μορφολογικῶς αἱ πηγαί ἐπιφανῆς διακρίνονται ἀκόμη εἰς πηγάς ὀβλακῶς (α) πηγάς ὑπερχειλίσεως (β), πηγάς φράγματος (γ), πηγάς ρηγμάτων (δ), ὡς ἐμφαίνεται εἰς τὸ σχ. 195.



Σχ. 195. Πηγαί ἐπιφανῆς.

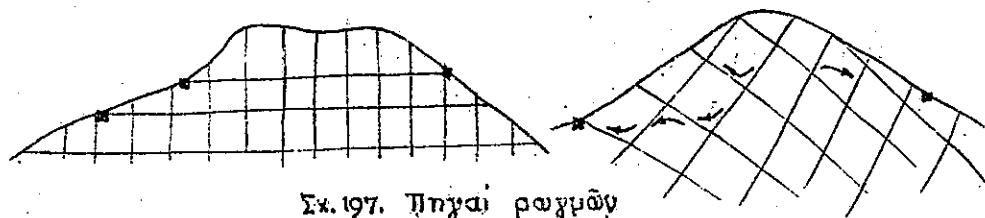
γ) Ἀρτεσιαναὶ πηγαί, ὡς ἐμφαίνονται αὗται εἰς τὸ σχ. 196.



Σχ. 196 (α) Σιφωνοειδῆς ἀρτεσιανή πηγή (β) Ἀρτεσιανή πηγή ρήγματος.

δ) Πηγαί εἰς ἀδιαπέρατα ἐδάφη.

Τέλος θεωροῦνται αἱ προερχόμεναι ἀπὸ ρωγμῶν ἢ ἐπήλαια ἀδιαπεράτων ἐδαφῶν, ὡς ἐμφαίνεται εἰς τὸ σχ. 197.



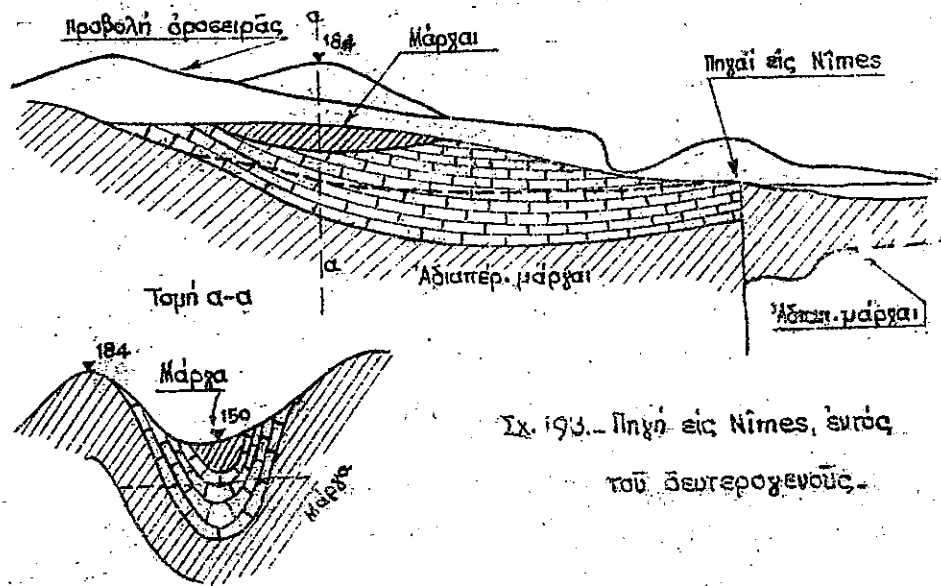
Σχ. 197. Πηγαί ρωγμών

ε) Παραδείγματα πηγών.

Αι ευνήδεις εν τη πράξει πηγαί δύνανται να καταταχθούσιν εις τας ως άνω κατηγορίας. Αι πηγαί ρωγμών, όμως, ίδια εν Ευρώπη αλλά και εν Ελλάδι, ευρισκόμεναι ευνήδως εις πετρώματα λίαν ρωγμώδη και έντόνως καρστικά εμφανίζονται συχνότατα και ως πηγαί έπαφής ευχρόνας των καρστικών πετρωμάτων επί άλλων πετρωμάτων άδιαπεράτων.

Κατωτέρω δίδονται αι ευνηθέστεραι εμφανίσεις πηγών προς πληρη κατανόησιν του τρόπου δημιουργίας αυτών.

Ούτω εις τό εκήμα 198^α δίδονται αι πηγαί της πόλεως Nîmes ευρισκόμεναι έντός διαστρώσεων δευτερογενούς επικαθήμενου εις άδιαπεράτους μάργας. Εις τό εκ. 198^β δίδεται τομή του εδάφους της

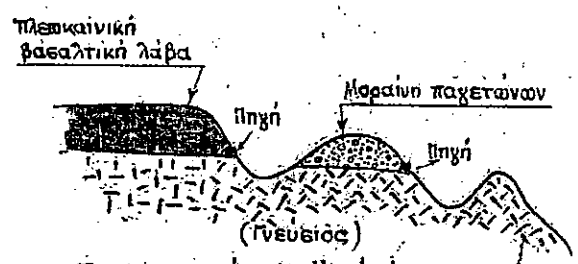


Σχ. 193. Πηγή εις Nîmes, έντός του δευτερογενούς.

εξηγεῖ τήν συγκέντρωσιν τών υδάτων του διαπερατού, λόγω του ευγκλί- νου, εις έν σημείον.

Η έν λόγω πηγή παρουσιάζει παροχάς κυμαινόμενας μεγάλως και δὴ μεταξύ 10 και 10000 λίτρων ανά δλον.

Εις τό εκήμα 199 δίδονται αι πηγαί εις τήν πεδιάδα Valbeix αιτινες εμφανίζονται εις τήν έπαφήν ύποκειμένου γυνευσίου μετά

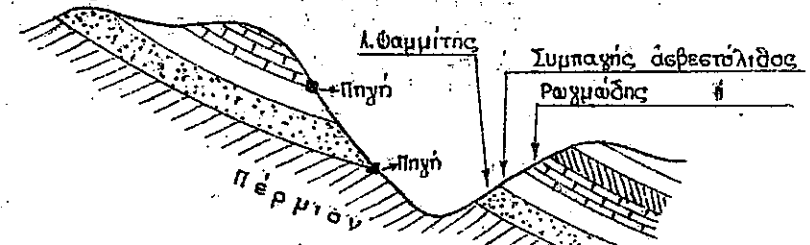


Σχ. 199. Πηγή Valbeix

πλειοκαινικής βασαλι- κής λάβας ή πρώτη και Μαριάνης παγετώ- νων ή δευτέρα.

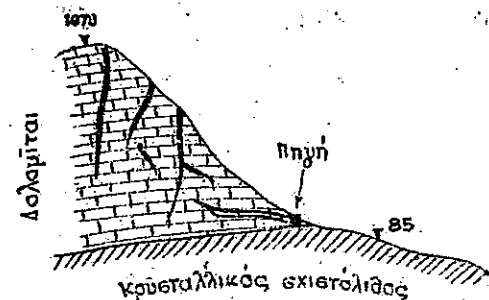
Εις τό εκήμα 200 δίδονται όμοίως δύο πη- γαί έπαφής του δευτε-

ρογενούς. Τα ύδατα της άνω έξέρχονται εις τήν έπαφήν ρωγμάδους άβρεστολίθου επί συμπαγούς άβρεστολίθου, της κάτω δε εις τήν έπα- φήν λευκών φαμμίτων επί του περμιού.



Σχ. 200. Πηγαί έπαφής δευτερογενούς.

Εις τό εκήμα 201 δίδε- ται τό κλασσικόν και εν Έλ- λάδι παράδειγμα πηγών έπα- φής καρστικού άβρεστολίθου επί κρυσταλλικού εκριστολί- θου.

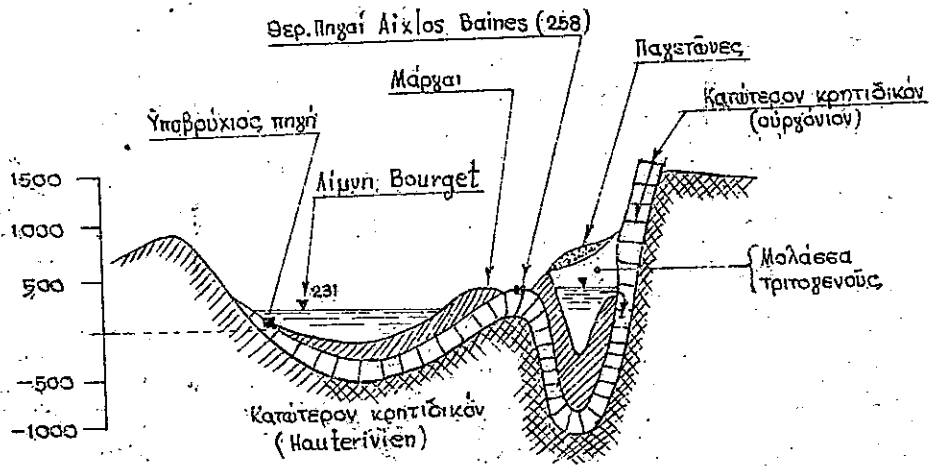


Σχ. 201. Πηγαί έπαφής άβρεστολίθου επί εκριστολίθου.

Εις τό εκήμα 202 δίδε-

ται η μορφή των ιαματικών θερμών πηχών (47° Κελσίου) εις τα λου-
τρα Aix-les-Baines.

Αι πηγαί τροφοδοτούνται εκ των μετεωρικών υδάτων, άτινα άφ'
ένος κατέρχονται εντός του έδάφους δια του κατωτέρου κρητιδικού
(σούργονιον), άφ' άλλου δε εκχειρίζουσιν εκ λεκάνης μολλάσεως τρι-
τογενούς και συγκεντρώνονται εις εις φωνα βράδους 1000 μέτρων περι-

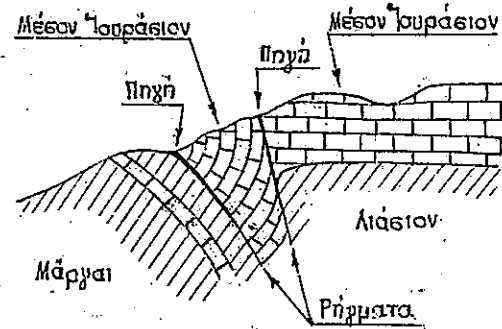


Σχ. 202. Πηγαί εις Aix-les-Baines

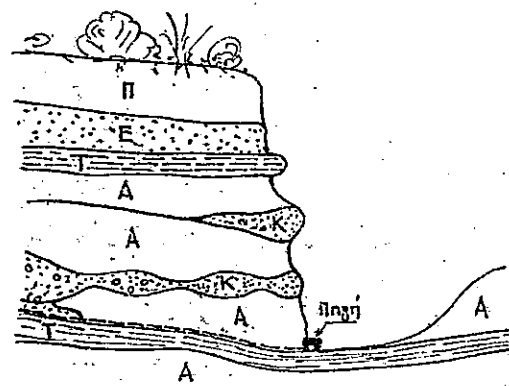
που εξ ου' ανερχόμεναι διαμοιράζονται εν μέρος εις τας πηχάς του
Aix-les-Baines το δε άλλον εις υποβρυχίους πηχάς υπό την
λίμνην Bourget. Ο εις φων εκηματίζεται από ετολίδωσιν του κατω-
τέρου ρωχμάδους κρητιδικού (σούργονιον) εντός επίσης κατωτέ-
ρου κρητιδικού άλλ' αδιαπεράτου στρώματος (Hauteriviien) (κατά τον
Revil.).

Εις το εχάμα 203 δίδονται αι πηγαί εις Poligny αιτινες προσφ-
ρονται από ύδατα ρηγμάτων εντός του δευτερογενούς μέσου Ιου-
ραίου επικαθημένου επί του λιασίου και μαρμών.

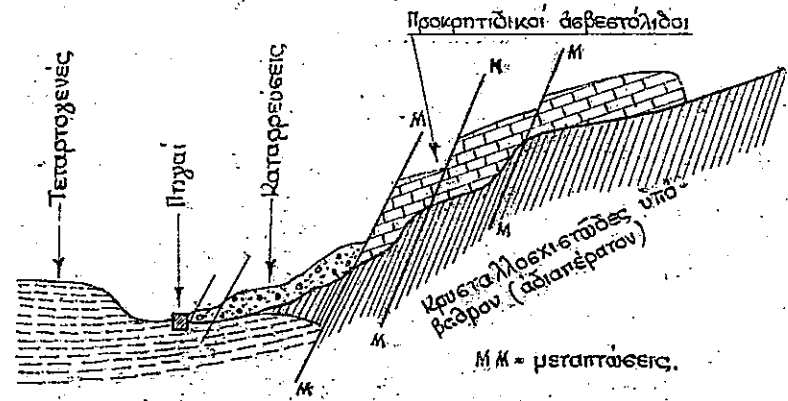
Τέλος εις τα κάτωτέρα εχημάτα δίδονται αι πηγαί εις Η.Τριγ-
λιαν Χαλκιδικής (σχ. 204) αιτινες εμφανίζονται εντός τραβερτινίου
επικαθημένου έρυθρών και κιτρίνων άργιλλων ως και εις



Σχ. 203. Πηγαί εις Poligny



Σχ. 204. Πηγαί Η.Τριγλιας, Χαλκιδικής (Μαραβελάκια).



Σχ. 205. Πηγαί Μπουναρ - Μπασί, Δράμας (Μαραβελάκια).

4. Καταβόδραι.

Όφειλόμεναι εις τα αυτά αίτια ως αι πηγαί ρωχμών, άλλά παρου-

ειάζεται μέ αντίθετον αποτέλεσμα τό φαινόμενον τῶν κ α τ α β ο θ ρ ω ν ἤτοι κενῶν τῶν ἀβεστολιθικῶν ἐδαφῶν οἷ ὧν ἀπάρχονται ὑδάτα ἐκ τῶν ἐπιφανειακῶν ἀπορροῶν ἐντός τοῦ ἐδάφους μέ τελικήν ἐκροήν συνήθως ἀγνωστον, προφανῶς δέ εἰς ἀπομεμακρυσμένας ἐπιφανειακάς ἢ ὑποβρυχίους πηγάς ἢ ἀκόμη εἰς ψαθυρά ἐδάφη ἔνθα μετατρέπονται εἰς ὑπόγεια ὕδατα, ἐντός τῶν πόρων τῶν ἐδαφῶν τούτων. Τό φαινόμενον τοῦτο εἶναι σύνθετος εἰς ὅλας τὰς καρστικάς περιοχάς (Β.Α. Τριέστης καί νοτίως μέχρι καί τῆς Ἑλλάδος).

Εἰς τήν κεντρικήν Πελοπόννησον, τήν Στερεάν Ἑλλάδα καί τήν γραμμήν τῆς Πίνδου, συνηδέεσθαι ἐμφανίζονται ὑδρολογικῶς κλίσεις τῶν λεκανῶν (ἀνευ οὐδεμιᾶς δυνατότητος ἐπιφανειακῆς ἀπορροῆς ἐκτός αὐτῶν) μοναδικήν διά βαρύτητος ἀποχέτευσιν (ἐκτός τῆς ἐξατμίσεως δηλονότι) ἀποτελοῦν ῥῆγμα ἐντός τοῦ ἀβεστολιθικοῦ ὑποβάθρου. Ἐνίστη αἱ καταβόθραι αὗται πληροῦνται ἐκ φερτῶν ὑλῶν, οὐκ ἐπανία δέ εἶναι ἢ περιπτώσεις καθ' ἣν οἱ ἀγρόται πειρῶνται ἱκανοποιητικῶς καθαρισμόν αὐτῶν διά τῆς ἐπιτύχου τήν ἔγκαιρον ἀποχέτευσιν ἀπὸ ἀναζόντων ἐπιφανειακῶν ὑδάτων διά τήν καλλιέργειαν τῶν ἀγρῶν.

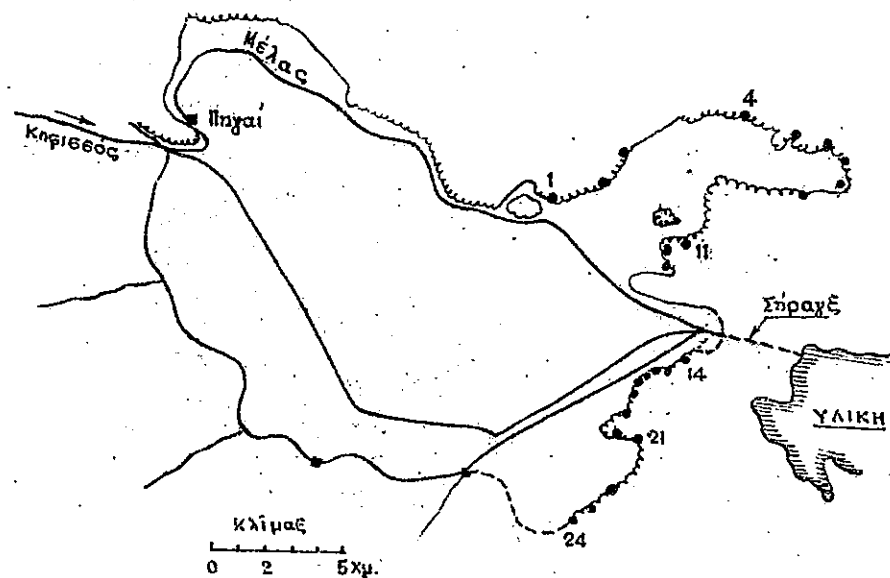
Τά λίμματα τῆς πόλεως τῆς Τριπόλεως (ἐξ ὀλοκλήρου τοῦ δικτύου ὑπονόμων τῆς πόλεως) φέρονται εἰς ῥεῦμα ἐκτός αὐτῆς, ὅπερ τελικῶς καταλήγει εἰς ταύτην καταβόθραν, ἀποτελεῖ ὅμως ἐπὶ τοῦ προκειμένου τοῦτο ἡ κίετα ὑγεινήν μέθοδον ἀποτετεύσεως.

Ἡ λίμνη τῆς Κωπαΐδος, τροφοδοτουμένη ἀπό τῶν ὑδάτων τοῦ Κηφισοῦ ποταμοῦ καί τῶν πηγῶν τοῦ Μέλαιος ποταμοῦ ἐχηματίζεται λόγῳ στερήσεως φυσικῆς ἀπορροῆς, ἀπό ἐνός ὅμως ἐρημίου βάθους αὐτῆς ὑπερεξεχείλιζε διά 24 καταβόθρων εἰς τὰ περίε ἀβεστολιθικά πετρώματα (βλ. εἰκ. 206).

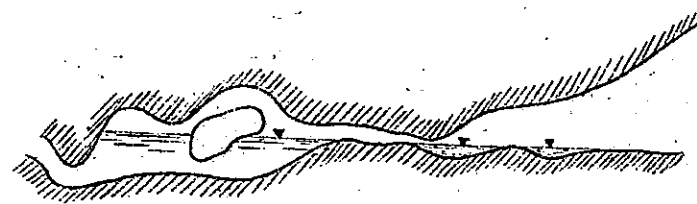
Ἀπό τῆς κατασκευῆς τῆς πρὸς τήν Ἰλικήν λίμνην ἐπιδραχῆς ἀποχετεύσεως καί τῆς ἐκ ταύτης προκυψάσης ἐπιδραχίσεως τῆς λίμνης,

τά στόμια καταβόθρων παρέμειναν εἰς μέγα ὕψος, κρημιμοποιούμενα ἐνίστη ὡς καταφύγια ποιμνίων.

Εἰς τό εἰκ. 207 δίδεται τό σπηλαίον Recca εἰς τὰ Ἰταλογιοκουσλαυικά σύνορα, ἐντός τοῦ ὁποίου ῥεεῖ καί ἐξαφανίζεται ὁ ὁμώνυμος ποταμός.



Σκ. 206. Πεδίος Κωπαΐδος, Πηγαι Μέλαιος καί καταβόθραι.



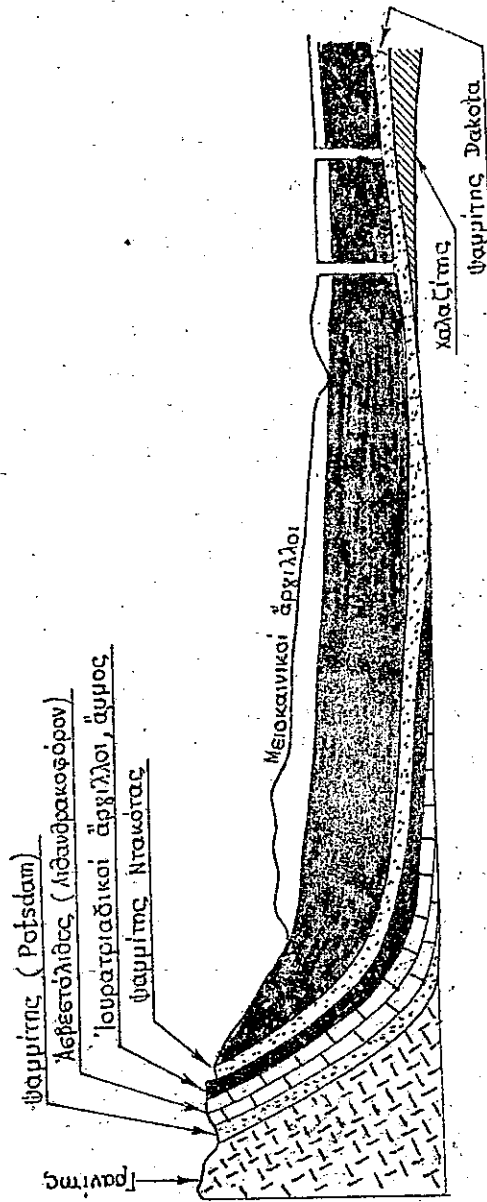
Σκ. 207. Καρστικά σπηλαία ἐντός τῶν ὁποίων ῥεεῖ ὁ ποταμός Recca.

5. Ἀρτεσιανοί ὀρίζοντες.

Εἰς τό εἰκ. 180 ἐδόθη ἡ γενική ἀρχή τῆς γενέσεως τῶν ἀρτεσιανῶν ὀριζόντων, ὡς ἐπίσης εἰς τὰ εἰκ. 196 καί 202 ἐδόθησαν μορφαί πηγῶν μέ ἐχηματισμόν ἀρτεσιανῆς φύσεως.

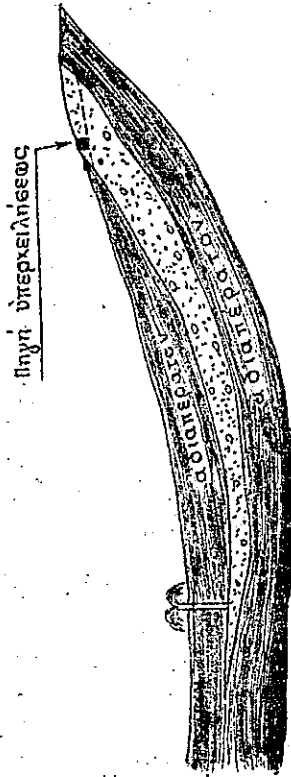
Εἰς τό εἰκ. 208 ἐμφαίνεται ὁ ἐχηματισμός τῶν ἀρτεσιανῶν

νῶν ὀριζόντων εἰς Νότιον Ντακότα (Η.Π.Α.), κυρίως ἐντός τῶν ψαμμι-
τῶν τῆς Ντακότας, περιβαλλομένην ἀνωθεν καὶ κατωθεν ἀπὸ Ἰουρα-
τριάδικων ἀδιαπεράτων ἀργίλλων καὶ ἄμμων.-



Σχ. 208. Ἀρτεσιανὸν ὑδροφόρον ὀριζόντες εἰς South Dakota

Εἰς τὸ ἐκῆμα 209 ἐμφαι-
νέται ἕτερα κλασικὴ μορφή
ἀρτεσιανῶν ὑδροφόρων ὀριζόν-
των ἀποσβεσνυμένων βαθμιαί-
ως ἐντός ἀδιαπεράτων στρω-
μάτων κατὰ τρόπον τοιούτου
ὥστε νὰ ἀποθηκεύεται πλήρως
ἐντός τῶν πρώτων ἢ διειθεύ-
ουσα ποσότης τοῦ ἐπιφανειακοῦ



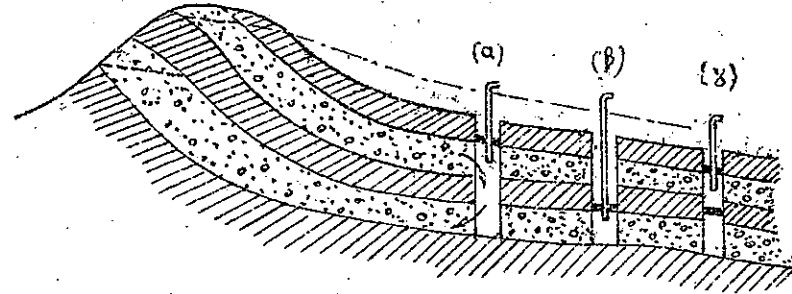
Σχ. 209. Ἀδιέξοδον διαπερατὸν στρώμα (Chamberlin).

ὑδάτος, ἀποκλειομένης πάσης περαιτέρω δυνατῆς ἐξόδου τοῦ ὑδάτος
πλὴν τῆς διὰ φρεάτων ἢ πηγῶν ὑπερχειλίσσεως εἰς τὴν πρὸς τὰ κατώτερα

πλευρὰν τῆς εἰσόδου διὰ διαπερατοῦ στρώματος.

Περαιτέρω εἰς τὸ ἐκῆμα 210 δίδονται εἰς διάφορον ἀρτεσιανόν
ὀριζόντα οἱ τρόποι ἐκμεταλλεύσεως αὐτοῦ διὰ γεωμένων γεωτρήσεων
εἰς μεγάλον βάθος διαπερόντων καὶ τοὺς δύο ὀριζόντας.

Εἰς τὴν περίπτωσιν (α) ὑπάρχει ὁ κίνδυνος τὸ ὕδωρ ἐκ τοῦ
ἄνω ὀριζόντος νὰ ρεῦσῃ εἰς τὸν κατώτερον (έχοντα εἰς τὸ αὐτὸ ἐπι-
μῆσον χαμηλοτέραν πιεζομετρικὴν γραμμὴν).



Σχ. 210. Τρόποι ἐκμεταλλεύσεως ὑδροφόρων
ὀριζόντων.

Εἰς τὴν περίπτωσιν (β) θὰ ἔχωμεν ἀνάμικτον τὸ ὕδωρ καὶ
ἐκ τῶν δύο ὀριζόντων ὅταν τοῦτο ἐξέρχεται τῆς διατρήσεως. Εἰς τὴν
περίπτωσιν (γ), γίνεται ἡ συλλήψις μόνου τοῦ πρώτου ὑδροφόρου
ὀριζόντος. Ἀρτεσιανοὶ ὑδροφόροι ὀριζόντες ἀπὸ ἀπόψεως περατό-
τητος καὶ ἐκηματισμοῦ τῶν κενῶν, εἶναι ὅμοιοι πρὸς τοὺς ὀριζόν-
τας ἐλευθέρως σταθμῆς.

Εἰς τὰ πορώδη ἔδαφη (ἄμμοι, χάλικες, ἀμμοχάλικες, παγετω-
νων, διαπερατοὶ ψαμμῖται κ.τ.π.) εὐναντᾶται κατὰ κανόνα τὸ ὕδωρ.
Εἰς τὰ ἀβεστολιθικά ἔδαφη εὐναντᾶται κυρίως εἰς τοὺς νεωτέ-
ρους ἀβεστολιθίους καὶ τοὺς κατατετρωμένους τοιούτους ἰδίᾳ ὅ-
ταν ἢ κατεύθυνσις τῶν ἀρμῶν βαίνει ἀπὸ τὰ ὑψηλότερα εἰς
τὰ χαμηλότερα ἐπιμῆσια.

Εὐνοεῖται ἡ συλλογὴ ὑδάτος εἰς ἀβεστολιθικούς ἀρτεσια-

νους όρίζοντας όταν αί φυσικαί έκροαί αυτών εις τά κατάντη φρακθώσιν διά φερτών υλικών όποτε αυξανει ή πίεσις (καί ή στάθμη του ύδατος) έντός των ρωγμωδών στρωμάτων των και ή εντός αυτών αποθήκευσις ή δε έκμετάλλευσις αυτών είναι καλλιτέρα.

Άρτεσιανοί όρίζοντας ευαντώνται και εις κρυσταλλικά πετρώματα του ύδατος κυκλοφορούντος και έδω έντός των ρηγματίων και σχισμωών αυτών, ιδία εις τά ανώτερα στρώματα αυτών (τουτο έμφαινεται κυρίως εις τά μεταλλεία, όπου ευαντώνται τοιαύται υδροφόροι φλέβαι). Τα φρέατα όμως έντός κρυσταλλικών έδαφών είναι πτωκά εις ύδωρ, διδόντα κατά μέγιστον όριον (ως σημερον παρατηρηθέν) παροχήν 5-6 λ/δλον ανά γεώτρειαν.

Κατά τον Clapp ή παροχή επί 160 φρεάτων άνευχθέντων εις κρυσταλλικά πετρώματα εις Connecticut (γρανίται, γνεύσεις, χαλαζίται, σχιστόλιθοι, γρανοδιορίται, φυλλίται) ή μέση παροχή ανήκετο εις 64,0 κυβ. μέτρα ήμερησίως).

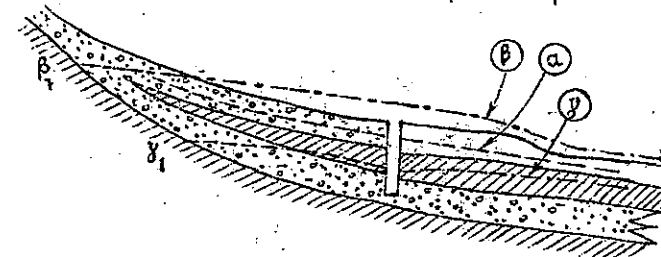
Τά εις διαφόρους όρίζοντας άρτεσιανά φρέατα παρουσιάζουν διακυμάνσεις της παροχής αυτών όφειλομένας—ως και εις τά έλευθέρας σταθμης φρέατα—εις την διαίταί των τροφοδοτούντων αυτά μετεωρικων ύδατων. Έκαστος των όρίζοντων τούτων έχει ιδίαν χωρητικότητα και ιδίαν λεκανήν τροφοδοτήσεως και άν άντλούμεν περισσότερον από την ελευρήν, τροφοδοτούμεθα και από πηλεκανήν αποθηκεύσεως ήτις συνηθως είναι μεγαλύτερα ή εις τας έλευθέρας σταθμιας, ουχι όμως και άνεξάντλητος ως άλλωστε ουτε εκείναι.

Λέον όθεν να γίνεται δοκιμαστικώς υπολογισμένη άντλησις των όρεζόντων τούτων.

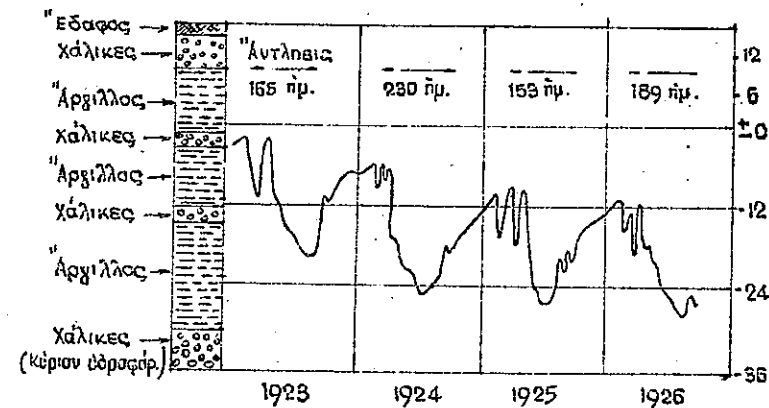
Εις τό σκήμα 211 έμφαινόνται αί έλευθεραι σταθμαι εις υδροφόρον όρίζοντα υπό πίεσιν, παρά την είσοδον αυτου ως και αί πίεσεις και ή πορεία αυτών (πιεζομετρική γραμμή) εις φρέαρ προς τά κατάντη.

Η πιεζομετρική γραμμή β, διδου τας πιέσεις δια την σταθμην β, ή πιεζομετρική γραμμή γ τας πιέσεις δια την σταθμην γ, μετά βαρείαν άντλησιν του φρεάτος. Η γραμμή α διδει την έλευθέραν σταθμην των υπογειων ύδατων υπεράνω του άδιαπεράτου στρωματος.

Εις τό σκήμα 212 διδόνται διά μίαν τετραετίαν αί διακυμάν-



Σκ. 211. Μεταβολαί πίεσεως όρίζοντας.



Σκ. 212. Έτήσιαι διακυμάνσεις πίεσεως άρτεσιανου αναλόγως ήμερων άντλήσεως (C. Lee).

εις πίεσεως εις άρτεσιανόν υδροφόρον, όρίζοντα βάθους 36 μ. αποτελούμενον από χάλικας εφ αν επικαθεται παχύ στρωμα άργίλλου. Αί διακυμάνσεις όφείλοντο εις άντλήσεις διαρκούσας 153-189 ήμερας κατ' έτος (βλ. σκήμα) και εκ του σκήματος έμφαινεται ευθύς άμέσως ότι αί άντλούμεναι κατ' έτος ποσότητες ήσαν μεγαλύτεραι από τας τροφοδοτούσας την υπάγειον λεκανήν διότι ουδέποτε ή σταθ-

μη της πιεζομετρικής γραμμής εντός της τετραετίας έφθασεν πίν αρχικήν αυτής στάθμην.

Έτερος λόγος μεταβολής παροχής και πίεσεως των άρτεσιανών ορίζοντων είναι τό βαθμιαίον κλείσιμον των πόρων δι' άργίλου ή άσβεστίου ή παιπάλης και ή έξ αυτών μείωσις της διαπερατότητος και αύξησις των τριβών κατά την κίνησιν του ύδατος.

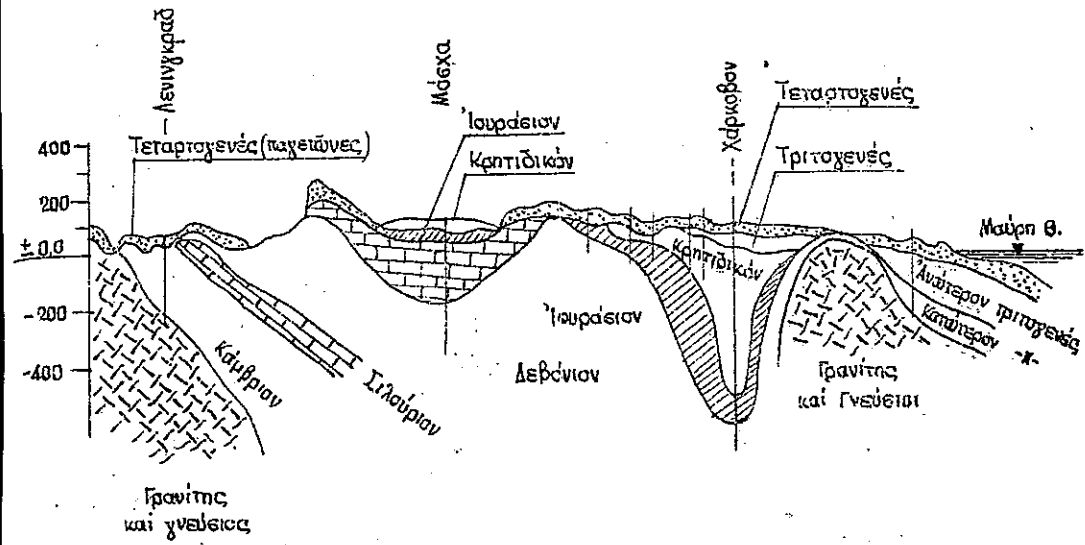
Όμοίως ή πίεσις και παροχή των φρεάτων έλαττούνται σημαντικώς διά της άνεώξεως γειτονικών φρεάτων όποτε αύξάνεται ή έκρέουσα παροχή και άντιστοίχως αί τριβαί του ύδροφόρου ορίζοντος.

Τέλος ή πενικρά κατασκευή του άρτεσιανού φρεάτος, ίδια έξ τό σημεϊον όπου τούτο συναντά τον ύδροφόρον ορίζοντα, επηρεάζει σημαντικώς την έκμετάλλευσιν του τελευταίου τούτου (Διαφυγή του άρτεσιανού ύδατος εις άλλα στρώματα διά των παρεϊών των σωληνώσεων, προσάμμωσις της γεωτρύσεως λόγω κακής κατασκευής ή πλήρους έλλείψεως κρησάρων εις λεπτόκκοκα έδάφη, κ.τ.τ.).

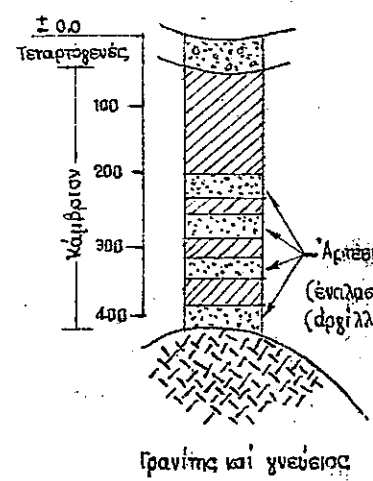
Είς τό σχήμα 213 δίδεται τομή εις δυτικήν Ρωσίαν άπό Λένινγκραντ εις Μόσχαν ένθα έμφαίνεται ή εκ γεωτρύσεων προκύψασα τομή του έδάφους διά την έρευναν των ύδροφόρων ορίζοντων αυτού.

Τό παράδειγμα τούτο δίδει μίαν καλήν γεωλογικήν άπεικόνισιν της άλληλουχίας των πετρωμάτων αί ός δύο τομαί δίδουν τά βάθη και τά είδη των έδαφών εις ά εύρέθησαν αί υπό πίεσιν ύδροφόροι ορίζοντες και την άλληλουχίαν των πετρωμάτων.

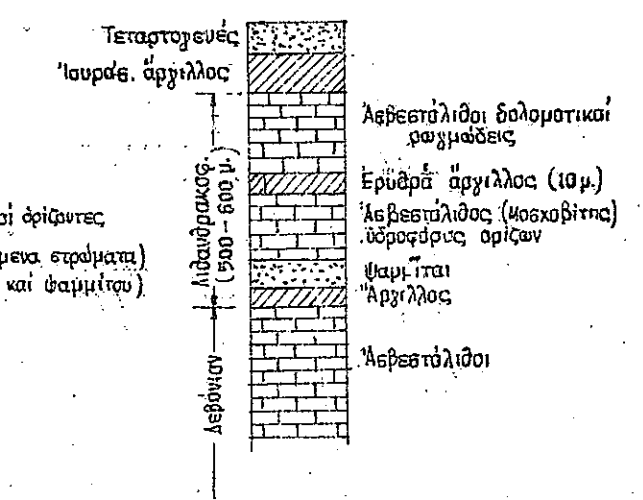
Είς τό σχήμα 214 δίδονται τομαί άρτεσιανών τινων εκτελεσθέντων έν Ελλάδα διá κρουστικών γεωτρυπάνων.



Λένινγκραντ

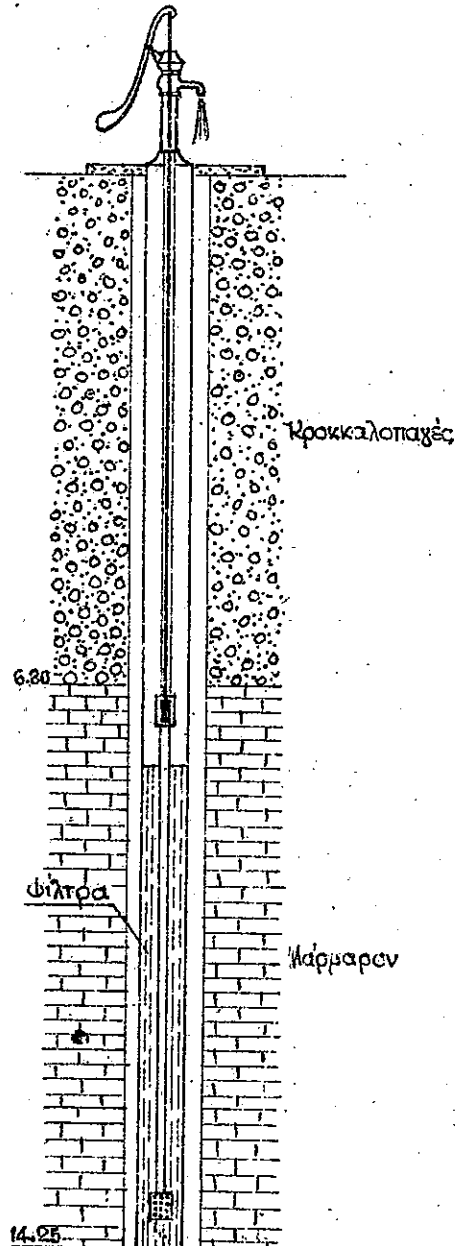


Μόσχα



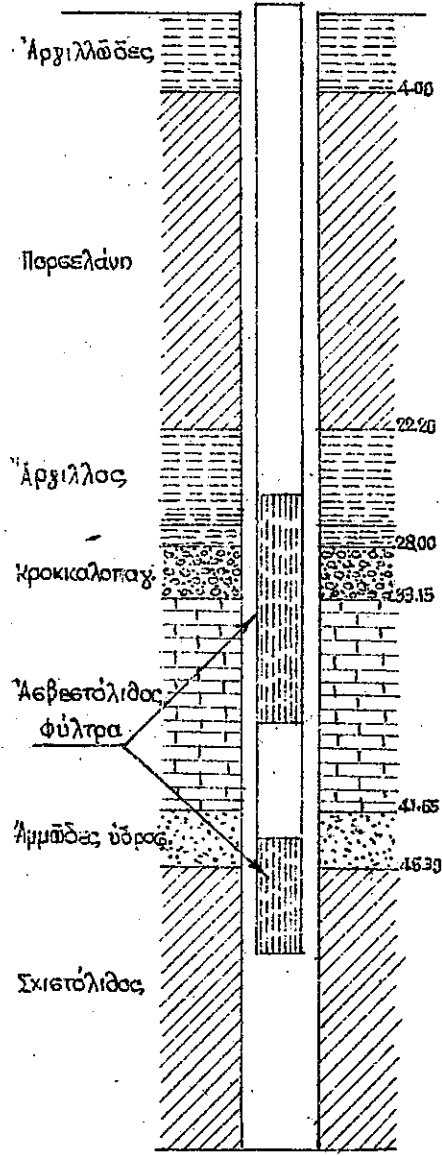
Σχ. 213. Γεωλογική τομή από Β εις Ν της Δυτικής Ρωσίας και τομαί των ύδροφόρων ορίζοντων εις Λένινγκραντ και Μόσχαν.

Γεωτρήσεις εις Αγ. Κυριακήν
καιν. Τρικκερών Νομού Μαχνησίας.



κλίμαξ 1:100.

Γεωτρήσεις εις Ράλυμνον
Αωδεκανήσου

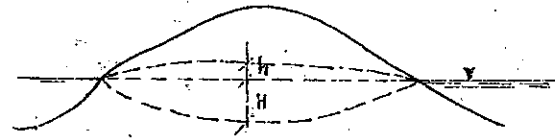


κλίμαξ 1:400

Σχ. 214.

6. Γλυκέα ύδατα θινών.

Εις ύδροφόρους όριζοντας πλησίον των θαλασσών παρατηρείται



Σχ. 216. Ύδροφόρος όριζών εις παρακτίουα θίνας.

ότι τα γλυκά ύδατα φθάνουν εις βάθη καμηλότερον από την στάθμην τής θαλάσσης (βλ. εκ. 216). Το φαινόμετον τουτο καλεείται Βαδέν-Γκίγμπερ ή Ηερζμπεργ από τούς κατά πρώτον παρατηρήσαντας αυτό έπιστήμονας και

έξηγείται εκ του διαφορετικου ειδικου βάρους του γλυκου και θαλασσιου ύδατος, ούτω (βλ. εκήμα):

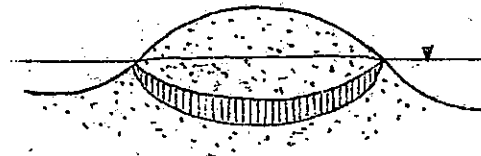
$$(h+H) \gamma = H \gamma_1$$

$$h = \frac{\gamma_1 H - \gamma H}{\gamma} = H \frac{\gamma_1 - \gamma}{\gamma} \quad \gamma_1 = 1,026$$

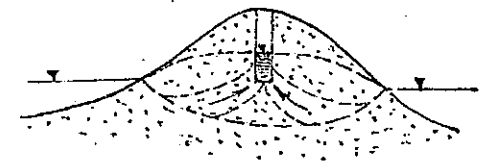
$$H = 37h.$$

Η εξίσωσις ισχύει εφ' όσον τα ύγρα έχουν την αυτήν συνεκτικότητα.

Ούσιαστικως σχηματίζεται μια ζώνη διαχύσεως μεταξύ των δύο ύδατων ήτις δύναται να κυμαίνεται μεταξύ 20 και 50 μέτρων. Διδ συνε-



Σχ. 217. Ζώνη διαχύσεως

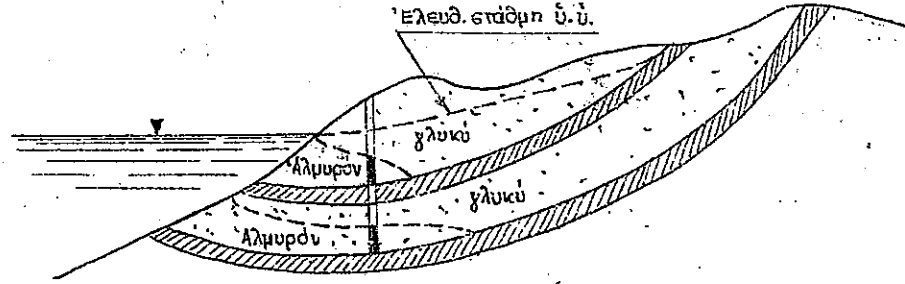


Σχ. 218.

χους ανιγήσεως προκαλείται διαπάραξις των στρωμάτων των γλυκών ύδατων και ενδέχεται δια σχηματισμού του κώνου ανιγήσεως να αυξηθώ ή διάχυσις και να αλατοποιηθώ το ύδωρ του φρεάτου (εκ. 218).

Εις αιτίας με έναλαεσόμενα διαπερατά και άδιαπερατα πετρώμα-

τα η̄ έπαφη των γλυκέων και αλμυρών υδάτων λαμβάνει πίν εν τῷ εκήματι 219 μορφήν.

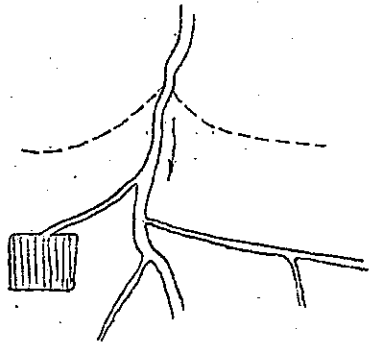


Σχ. 219. Διαμόρφωσις έπαφής γλυκέος και αλμυρού υδάτος εις έναλασόμενα πετρώματα.

7. Τεχνικοί υπόγειοι όρίζοντες.

Τήν τεχνητήν έναποθήκευσιν των έπιφανειακών υδάτων των ρευμάτων εντός φυσικών κοιλωμάτων δια της δημιουργίας τεχνητών έπιφανειακών λιμνών — μέσφ φραγμάτων — δια την εξίσωσιν των άπορραών, η̄κολούθησεν πολύ βραδύτερον η̄ άποθήκευσις των έπιφανειακών υδάτων εν τῷ εκδάφους δι' εμπλουτισμού των υπογείων υδροφόρων όριζόντων αυτοῡ.

Τήν άπλουετέραν μορφήν εμπλουτισμού των υπογείων υδροφόρων όριζόντων άποτελει η̄ μέθοδος της διαεπορας (βλ. εκήμα 220) των έπιφανειακών υδάτων επί του εκδάφους.

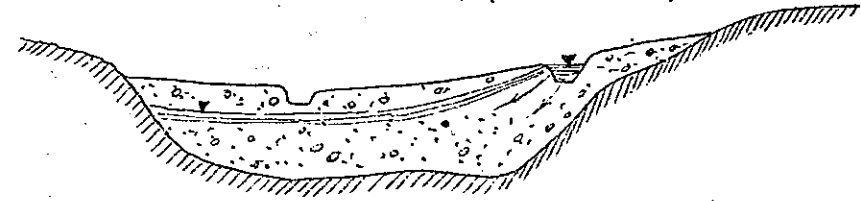


Σχ. 220. Διασπορά επί του εκδάφους.

Έτεραν μέθοδον εμπλουτισμού άποτελει η̄ δια της παρακαμπτηρίου τάφρου δι' η̄ς τα έπιφανειακά υδάτα συλλαμβανόμενα εις στενωμα τι του ποταμου παρακάμπτονται δια τάφρου με μικροτέραν κλίσιν του ποταμου εις ύψηλόν σημείον των έναποθέσεων της

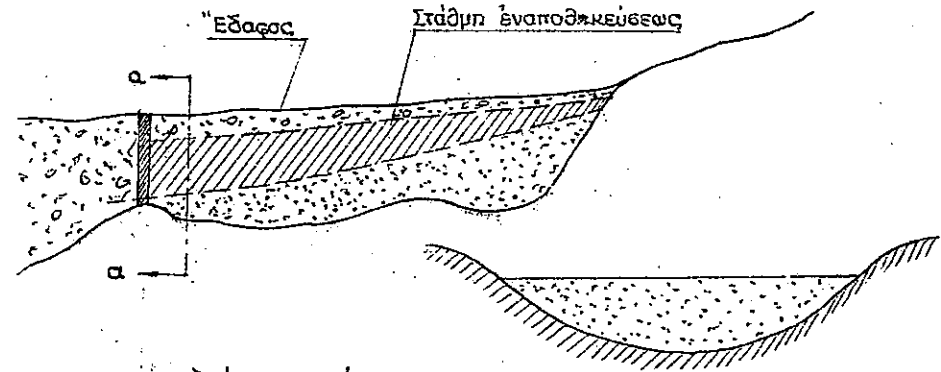
πεδιάδος και άφίνονται να διηθούνται εις τας προσκώσεις της πεδιάδος εμπλουτίζοντα αυτας εις υδωρ (βλ. εκήμα 221).

πεδιάδος και άφίνονται να διηθούνται εις τας προσκώσεις της πεδιάδος εμπλουτίζοντα αυτας εις υδωρ (βλ. εκήμα 221).



Σχ. 221. Εμπλουτισμός δια παρακαμπτηρίου τάφρου.

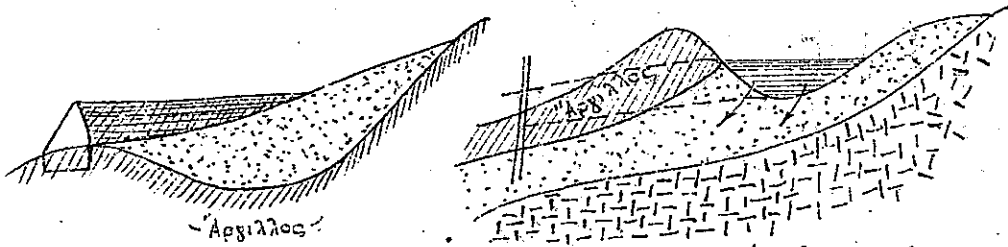
Εις περιπτώσειν καθ' η̄ν προσφέρεται η̄ μορφολογία του υπεδάφους κατασκευάζονται και υπόγεια φράγματα δημιουργούντα τεχνητήν υπεδάφιον λίμνην εις η̄ν έναποθήκεύοντα τα έπιφανειακά υδάτα μεταβαλλόμενα εις υπόγεια τοιαυτα δια την μελλοντικήν χρησημοποίησιν (βλ. εις εκήμα 222 κατασκευήν υπογείου φράγματος και 223 τμήν του υπεδάφους). Τα υπόγεια φράγματα ταυτα συνήθως πλεονεκτώσειν οίκονομικώς από τα υπεργεια συνήθη φράγματα.



Σχ. 222. Υπόγειον φράγμα.

Σχ. 223. Τμήν α-α

Ο εμπλουτισμός των υπογείων όριζόντων δύναται να γίνη και δι' έπιφανειακών φραγμάτων δημιουργούντων έπιφανειακάς λίμνας αν ο κύριος όμως πρσυρισμός είναι η̄ βοήθεια διεισδύσεως των έπιφανειακών υδάτων εντός του εκδάφους (βλ. εκ. 224 και 225).



Σχ. 224. Έμπλουτισμός υδροφόρων οριζώντων.

Σχ. 225. Έμπλουτισμός αρτεσιανών οριζώντων.

Τέλος προσφάτως δ' εμπλουτισμός των υπογείων υδροφόρων οριζώντων γίνεται και διά φρεσών γεωτρήσεως εντός διαπερατών πετρωμάτων. Ούτω εις την νοτίαν περιοχήν του Los Angeles τα καθαριζόμενα **λύματα** των υπονόμων διαχειρόνται διά γεωτρήσεων εντός του υπεδάφους, εκείθεν δέ άντλύνονται χρησιμοποιούμενα υπό βιομηχανιών. (Η ύδρευσις της πόλεως λαμβάνει χώραν δι' ειδικού δικτύου του καθαριζομένου ύδατος του ποταμού Colorado).

Η ύποχθις εναποθήκευσις χρησιμοποιούμενη όλσέν ευρύτερον όπου αι γεωλογικαί συνθήκαι επιτρέπουσιν τούτο έχει τό πλεονέκτημα της διαυγάσεως του ύδατος, της τηρήσεως χαμηλής θερμοκρασίας αυτού και της δημιουργίας ενίοτε μεγάλων χώρων εναποθήκευσεως αυτού.

Έξετάσις των εδάφων και από χημικής πλευράς επιβάλλεται έξ άλλου, υοθέντος ότι έδάφην δύναται να προσδώσουν εις τό ύδωρ δεβεστούχους προσμίξεις καθιστώσας αυτό σκληρόν ή κλάσιον ή βόρον αμφοτέρων τούτων καθιστώντων τα ύδατα άκατάλληλα προς άρδευσιν πέραν άρισμένης περιεκτικότητας.

Άπό της ποσοτικής πλευράς των τεχνητών υπογείων οριζώντων ήτοι προς προσδιορισμόν της φορτίσεως ή επαναπληρώσεως των υπογείων ύδάτων γίνονται πειράματα περί της χωρητικότητας και τιμής διεισδύσεως των εδάφων.

Ούτω εις την πεδιάδα του ποταμού San Joaquin της καλι-

φορνίας διά συνεχών πειραμάτων υπελοχίεθη δ' ευτελεστικής διεισδύσεως και εύρέθη ως άκολουθώς :

| Είδος εδάφους. | Συυτελεστικής διεισδύσεως | |
|--|------------------------------|--|
| | Βάθος εις χιλιοστά ήμερησίως | λίτρας ανά όλον ανά μ ² ύγρας περιμέτρου. |
| Διάρυχες και τάφροι εις προσφάτους κώνους εναποθέσεως..... | 390 | 0,0000395 |
| Φυσικά ρεύματα και κοιλάματα... | 1020 | 0,0001054 |
| Κόβεται ρευμάτων με άμμον..... | — | 0,001054-0,0013175 |
| Έπιφανεια διασποράς εις ήλυσαμμόδη έδάφην άλουβιακών δέλτα.... | 600-900 | ----- |

Τοιουτοτρόπως εις τέσσαρας υδρολογικας υπολεικάνας της περιοχής ή ποσότης του προς αποθήκευσιν ύδατος διά βάθος από 3,0 μ. κάτωθεν της επιφανείας του εδάφους μέχρι του υπολογισθέντος βάθους έξ ου ήτο δυνατή ή άντλησις ή προς αποθήκευσιν εντός του υπεδάφους ποσότης υπελοχίεθη εις 21594 εκατομμύρια κυβ. μέτρα επί οριζοντίας έκτάσεως 8604 τετραχ. χιλιομέτρων ήτοι περίπου 2,5 κ.μ./τετρ.μ.

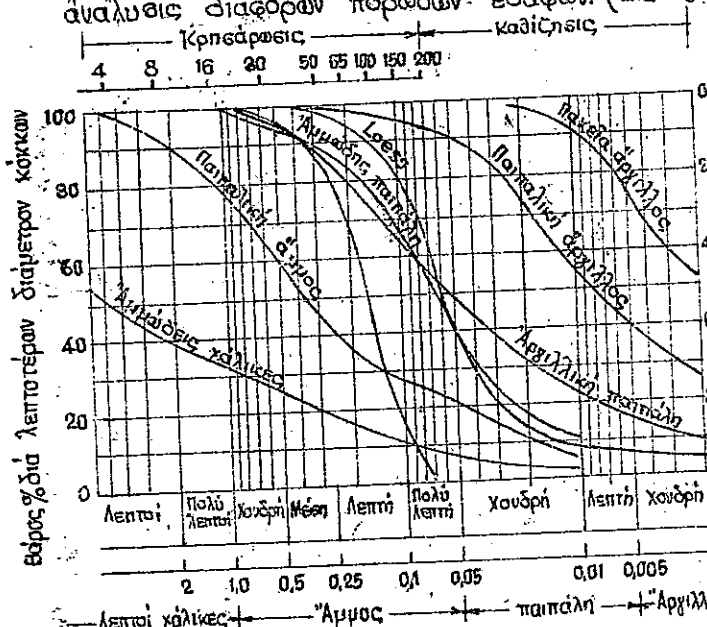
Εις τας έν λόγω έκτάσεις τό ποσοστόν των άποδοτικων ή κενών (βλ. άνωτέρω: ειδική άπορροή) προσδιορίεθη εις 15% διά τας άλουβιακάς εναποθέσεις, 10% διά τας άργιλλοαμμώδεις εκτάσεις και 12,5% διά τας ένδιαμέσους επιφανείας.

Γ. Ροή και μέτρησις τῶν ὑπογείων ὑδάτων.

Ι. Μηχανικὴ ἀνάλυσις τῶν πορωδῶν ἐδαφῶν.

Τὰ ψαθυρά (πλαστικά ἐδάφη) ἄτινα εὐγκινεῖται ἐκ διαφόρου διαμέτρου κόκκων, ἀναλύονται διὰ κρησαρώσεως, διὰ σειρᾶς εἰστρον γνωστοῦ ανοίγματος ἐκάστου, καὶ ἀνάγονται εἰς διάγραμμα μὲ τετμημένον τὴν διάμετρον ἣτις διέρχεται δι' ἐκάστου εἰστρον καὶ τεταγμένην τὸ ποσοστιαῖον βᾶρος (αἱ πρὸς τὸ ὅλον βᾶρος τοῦ δείγματος) ὅλων τῶν διαμέτρων μικροτέρων ἢ ἴσων πρὸς τὴν ὑπ' ὅσιν τοῦ εἰστρον διάμετρον.

Εἰς τὸ ἐκπῆμα 226 (βλ. Φραγμ. σελίς 254 ἐκ. 180) ἐμφαίνεται ἀνάλυσις διαφόρων πορωδῶν ἐδαφῶν. (Διὰ διαμέτρους πολὺ μικράς



ἢ διὰ τῶν εἰστρον ἀνάλυσις δὲν ἐπαρκεῖ καὶ γίνεται πλέον διὰ τῶν γνωστῶν ἐκ τῆς ἐδαφομηχανικῆς μεθόδων τῆς "ὕδραυλικῆς" ἀναλύσεως, πλὴν ἢ περίπτωσις αὕτη ἐνδιαφέρει διὰ τὰς τεχνικὰς ιδιότητες τοῦ ἐδαφους, οὐκ ὅμως τὴν περατότητα, διότι τόσοι λεπτά ὑλικά δὲν δίδουν περα-

Σχ. 226. Μηχανικὴ ἀνάλυσις τοῦ ἐδαφους.

τότητα καὶ δὲν ἐνδιαφέρει τὴν ὑδρολογίαν. βλ. μαθήματα "Φραγμάτων".

Ἐκ τοῦ διαγράμματος αὐτοῦ δύναμεθα νὰ κρίνωμεν ἀμέσως

ἐντὸς ποῖαν ὀρίαν διαμέτρων κυμαίνονται οἱ ἀποτελοῦντες τὸ δείγμα τοῦ ἐδαφους κόκκοι, ἐπὶ πλέον δὲ καὶ περὶ τῆς ὁμοιομορφίας τῆς συνθέσεως τῶν κόκκων. Διάγραμμα μὲ ἀπότομον τὴν κλίσιν τοῦ κυρίου κλάδου (μέγα ποσοστὸν τοῦ βάρους κυμαίνεται ἐντὸς στενῶν ὀρίαν διαμέτρου κόκκων, καμπύλη γ) παριστᾷ δείγμα ἐδαφους μὲ μεγάλην ὁμοιομορφίαν, ἐνῶ διάγραμμα μὲ μικρὰν κλίσιν τῆς καμπύλης παριστᾷ ἔδαφος μὲ μεγάλην ἀνομοιομορφίαν (καμπύλη α). Ἐκ τοῦ διαγράμματος τῆς κοκκομετρικῆς συνθέσεως διὰ τὸν χαρακτηρισμὸν τοῦ πορωδους τοῦ ἐδαφους λαμβάνονται συνήθως ἡ διάμετρος d_{10} (ἧτοι ἡ διάμετρος ἐκείνη δι' ἣν οἱ μικρότεροι κόκκοι ἔχουν βᾶρος 10% τοῦ ἐδαφους) ἣτις καλεῖται καὶ β α ρ ὕ ν ο υ σ ἄ διάμετρος (effective size) καὶ ἡ διάμετρος d_{60} ἧτοι ἐκείνη δι' ἣν ὅλοι οἱ κόκκοι μικροτέρας διαμέτρου ἔχουν βᾶρος 60% τοῦ δείγματος.

Ὁ λόγος τῶν δύο ὡς ἄνω διαμέτρων $\frac{d_{60}}{d_{10}}$, καλεῖται ευντελεστής ἀνομοιομορφίας (I.C. Uniformity coefficient, u.c.) καὶ ἀποτελεῖ ἓνα ἱκανοποιητικὸν μέτρον τῆς κατὰ μέγεθος διανομῆς τῶν κόκκων τοῦ ἐδαφους.

Εἶναι προφανές ἐκ τοῦ ἐκπῆματος 226 ὅτι τὸ δείγμα ἐδαφους τῆς καμπύλης α ἔχει συντελεστὴν ἀνομοιομορφίας μεγαλύτερον ἀπὸ τὸ δείγμα β ὅπερ πάλιν ἔχει συντελεστὴν ἀνομοιομορφίας μεγαλύτερον ἀπὸ τὸ γ. Ἄρα τὸ δείγμα τῆς καμπύλης γ παριστᾷ ἔδαφος μικροτέρας ἀνομοιομορφίας ἢτις εἶναι τὸ πλέον ὁμοιόμορφον.*

* Ἡ ἀγγλοσαξωνικὴ ὀρολογία διὰ τῆς φράσεως: τοῦ "ευντελεστοῦ ὁμοιομορφίας" (uniformity coefficient) κορίζομεν δὲν ἀποδίδει τὴν φυσικὴν ἔννοιαν μὲ ἀριθμητικὴν τάξιν, διότι καὶ αὐτὴν ἢ πλέον ἀνομοιόμορφος ἄμμος ἔχει ευντελεστὴν $\frac{d_{60}}{d_{10}} \sim 5$ ἐνῶ ἢ πλέον ὁμοιόμορφος ἔχει ευντελεστὴν 1,50 καὶ τσαυτοτρόπως ἢ πρώτη θα ἔχη ευντελεστὴν ὁμοιομορφίας 5 πολὺ μεγαλύτερον τῆς δευτέρας ἢτις ἔχει 1,5, ἐνῶ εἶναι πλέον ἀνομοιόμορφος. Ἀναγκάζεται τοῦτέστιν ὁ μηχανικός νὰ ἐκπέταται ἀντιθέτως πρὸς τὰ καθιερωμένα.

2. Ταχύτης των υπογείων υδάτων και απόλειαι τριβών.

Η ροή των υπογείων υδάτων δύναται να παραλληλισθῆ πρὸς τὴν ροὴν τοῦ ὕδατος ἐντὸς σωλήνων, ἔνθα σωλήνας ἐνταῦθα ἀποτελοῦν οἱ κατα τὰς τρεῖς διευθύνσεις τοῦ κένου τεθλασμένοι συνεχεῖς ἀγχοῖ οἱ ἐκρηπίζοντες ἀπὸ τὰ συνεχῆ ἀνομοιομορφα κενὰ τῶν πόρων τοῦ ἔδαφους...

Ἡ ροή αὕτη διὰ τὸ πλείστον τῶν ἔδαφῶν εἶναι στρωτὴ μόνον δὲ εἰς περίπτωσιν μεγάλων διαμέτρων ὑλικῶν (χαλίκες π.κ.) εἶναι **εστροβιλοειδής**.

Συνήθως ὡς ταχύτης τοῦ ἔδαφους λαμβάνεται τὸ πηλίκον τῆς παροχῆς (q) τῆς διερχομένης διὰ τῆς μονάδος ἐπιφανείας (τετρ.μ.) καθέτου πρὸς τὴν ροὴν ἥτοι.

$$U_f = \frac{Q}{F} = m/sec$$

Εἶναι προφανές ὅτι ἡ ταχύτης αὕτη δὲν εἶναι ἡ πραγματικὴ ἀλλὰ πολὺ μικροτέρα ταύτης καὶ εἶναι ἡ **φαινομενικὴ** ταχύτης, ἥτις ἐνίοτε καλεῖται καὶ ταχύτης **δι' ὑλιετηρίου**, καθότι λαμβάνεται ὡς βᾶσις διὰ τὸν ὑπολογισμὸν ταχύτητος τοῦ ὕδατος εἰς τὰ διύλιετήρια.

Διὰ νὰ προσδιορισθῆ ἡ ἀληθὴς ταχύτης λαμβάνεται ὑπ' ὄψιν τὸ πορῶδες τοῦ ἔδαφους καὶ διαιρεῖται ἡ παροχὴ (q) τῆς μονάδος τῆς ἐπιφανείας διὰ τοῦ ποσοστοῦ τοῦ πορῶδους (p%) ὅποτε δὲ προκύπτει ἡ ταχύτης:

$$U_v = \frac{q}{F \times p} = \frac{q}{p}$$

ὅπου διὰ πορῶδες 20% ἡ U_v δὲ εἶναι $q : 0,25 = 4 U_f$ ἥτοι δὲ εἶναι τετραπλασία τῆς φαινομενικῆς.

Ὡς ἤδη ὁμως ἐξετέθη ἀνωτέρω (βλ. καὶ ἐκῆμα 178) τὸ ὕδωρ

πληροῖ μὲν τὰ κενὰ τοῦ ἔδαφους ἀλλὰ δὲν κυκλοφορεῖ εἰς ὅλον τὸν ὄγκον αὐτῶν ἀλλ' εἰς τμήμα αὐτοῦ, τοῦ ὑπολοίπου τμήματος καταλαμβάνομένου ὑπὸ **ετασίμου ὕδατος**.

Τοιουτοτρόπως καὶ ἡ ἀνωτέρω ταχύτης εἶναι **ὑποθετικὴ** ἢ δὲ **πραγματικὴ** ταχύτης U_p δὲ εἶναι εἰς μεγαλυτέρα καὶ δὲ ἴσονται μὲ τὴν παροχὴν διαιρουμένην διὰ τοῦ πραγματικῶς **διαρρομένου** ποσοστοῦ τοῦ πόρου, ὅπου ἔχομεν:

$$U_f \ll U_v < U_p$$

Συνήθως εἰς τὴν πράξιν ὡς ταχύτης τῶν υπογείων υδάτων θεωρεῖται ἡ **φαινομενικὴ** ταχύτης (διύλιετηρίου). Περαιτέρω δὲ καλεῖται αὕτη U (ὡς συνήθως) δέον ὅμως νὰ ἔχωμεν ὑπ' ὄψιν ὅτι αὕτη δὲν εἶναι οὔτε ἡ πραγματικὴ, οὔτε καὶ ἡ ὑποθετικὴ.

Ἡ φαινομενικὴ ταχύτης συνήθως διδεται, διὰ τοῦ τύπου τῶν υπογείων υδάτων τοῦ Darcy

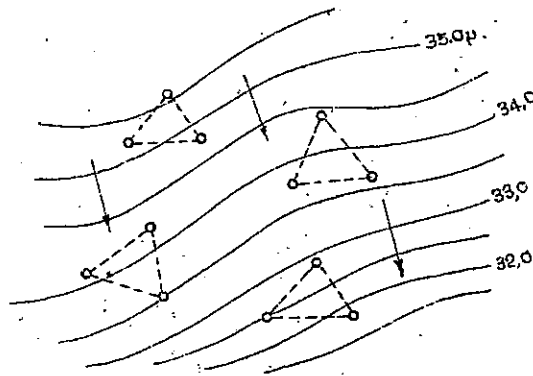
$$U = K \cdot J$$

ἔνθα K συντελεστὴς περιλαμβῶν τὴν διαμέτρον, τὸ ἐκῆμα a καὶ τὴν ἀνομοιομορφίαν τῶν κόκκων, τὸ πορῶδες τοῦ ἔδαφους, τὴν θερμοκρασίαν καὶ ὅτι ἄλλο δύναται εἰσεῖν νὰ ἐπιδράσῃ εἰς τὴν ταχύτητα τῶν υπογείων υδάτων, καὶ J ἡ ὑδραυλικὴ κλίσις ροῆς κατὰ τὴν κατεύθυνσιν τῆς κινήσεως ἥτοι ἡ εἰς μονάδα μήκους μεγίστη πτώσις τῆς ἐτάμης τῆς πιεζομετρικῆς γραμμῆς.

Ὡς ἐμφαίνεται καὶ ἐκ τοῦ ἀνωτέρου τύπου ἡ ροὴ εἶναι στρωτὴ ἐφ' ὅσον ἡ κλίσις εἶναι ἀνάλογος τοῦ U , ἐνῶ εἰς τὴν εστροβιλωδῆ ροὴν $J = f(v^2)$.

Ὁ προσδιορισμὸς τῆς κλίσεως τῆς πιεζομετρικῆς γραμμῆς εἶναι συνήθως ἀπλοῦς ἐπιτελεῖται δὲ εἰς τὸ πεδίου ροῆς δι' ὄψιν

Έως φρεάτων και μετρήσεως εντός αυτών της στάθμης του ύψους ορίζοντος. Επί τη βύσει των υψομέτρων τούτων χαράσσονται αι **ίσοσταθμικαί** καμπύλαι (βλ. εκ. 227). Εκ των



Σχ. 227. Ίσοσταθμικαί καμπύλαι υψογείων υδάτων.

καμπύλων τούτων προκύπτει άμεσως ή κατεύθυνσις ροής των υψογείων υδάτων (κατά την μεγίστην κλίσειν) και τό μέγεθος της κλίσεως.

Ο προσδιορισμός του συντελεστού Κ άμας είναι άρκούντως συσχετικής. Προς υπολογισμόν αυτού, κατόπιν πλήθους πει-

ραμάτων έδόθησαν διάφοροι τύποι, αποδιδοόμενοι κατωτέρω εν συντομία.

Ο Allen Hazen, δίδει τον τύπον:

$$K = 116 (0.7 + 0.03 t^{\circ}) d^2$$

ένθα τό Κ εις εκ/δλόν., t_{\circ} ή θερμοκρασία εις βαθμούς Κελσίου και d_B , εις εκατοστά, ή βαρύνουσα διάμετρος των κόκκων (d_{10}). Ο τύπος ούτος ισχύει βεβαίως δια τον τύπον της άμμου τον χρησιμοποιηθέντα δια τα πειράματα (Μαδαχουσέτη) είναι όμως και ο τύπος, ό συνηθέστερον χρησιμοποιούμενος δια τα διύλιστήρια.

Δια πλέον χονδράκων άμμον, ό Kresnik δίδει τον τύπον

$$K = K_{10} \left(1 + 0.0745 (t-10) \sqrt{d_B} \right) \text{ εκ/δλόν.}$$

ένθα K_{10} ό συντελεστής διαπερατότητας δια 10° Κελσίου.

Ο c.s. Slichter, εισάγων τό πορώδες του έδάφους, δίδει τον

τύπον

$$K_{10} = \alpha d_B$$

ένθα τό α δίδεται συαρηήσει του πορώδους p ως έξης:

| | | | | | | | | | |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| p = | 0,26 | 0,28 | 0,30 | 0,32 | 0,34 | 0,36 | 0,40 | 0,44 | 0,47 |
| a = | 90 | 120 | 150 | 190 | 230 | 290 | 370 | 520 | 680 |

Ο Kozeny, και άρχότερον οι Fair και Hatch, δίδουν τον τύπον, δι' όμοιογενές τεχνικόν υλικόν (σταθερόν d).

$$K = \frac{g}{\beta} \frac{\rho}{\eta} \frac{p^3}{(1-p)^2} \frac{d^2}{s^2}$$

ένθα: g ή έπιτάκυνσις της βαρύτητας
β σταθερά

p ή πυκνότης του υγρού ($\gamma: g$)

η τό ίξωδες, (σωεκτικότης) του υγρού

p τό ποσοτόν του πορώδους

s συντελεστής σχήματος των κόκκων

d ή διάμετρος των κόκκων.

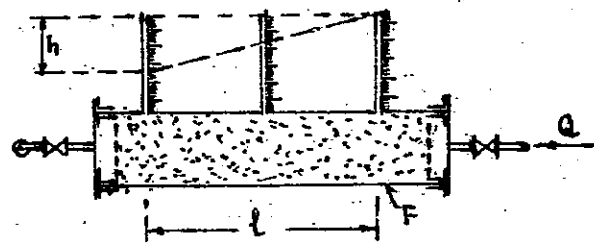
Δια άνομοισμόρους κόκκους, οι Fair και Hatch δίδουν τον

τύπου:

$$\frac{g}{\beta} \frac{\rho}{\eta} \frac{p^3}{(1-p)^2} \frac{1}{s^2 \left(\int_{P=0}^{P=1} \frac{dP}{d} \right)^2}$$

ένθα P είναι τό ποσοτόν του βάρους των κόκκων των μικρότερων ή ίσων προς d, ως προς τό όλον βάρος του δείγματος της άμμου. Το ολοκλήρωμα τούτο λαμβάνεται γραφικώς εκ της καμπύλης ανάλυσεως της άμμου (βλ. εκήμα 228).

Ο συντελεστής Κ δια δεδομένο έδαφος δύναται να προσδιοριθῃ έργαστηριακώς δια της εν τῷ εκήματι 228 συσκευής ένθα μετρουμένης της παροχής q και της άπωλείας $\mathcal{F} = \frac{h}{l}$ έχομεν:



$$k = \frac{v}{i} = \frac{Q}{F \cdot i}$$

Ἡ δυσχερέα του ἀκριβοῦς ὑπολογισμοῦ ἔγκειται εἰς τὴν μεταφοράν του δείγματος ἐκ τοῦ ἐδάφους καὶ τὴν τοποθέτησιν τοῦ ἀδ. α.

Σχ. 228. Προσδιορισμὸς τοῦ K.

ταράκτως ἐντὸς τῆς ὡς ἄνω συσκευῆς.

Ἐν τῇ πράξει μετρηθέντες συντελεσταὶ πινες διαπερατότητος εἶχον ὡς ἑξῆς:

| | Φ κλ. | K |
|---------------------------|-----------|------|
| λεπτὴ ἄμμος εἰς Ὀλλανδῖαν | — | 0,02 |
| Ἄμμος μέγκην πηλοῦ | — | 0,08 |
| Ποταρία ἄμμος | 0,1 — 0,3 | 0,25 |
| " " | 0,1 — 0,8 | 0,88 |
| Ἄμμος διυλήσεως | — | 0,77 |
| λεπτὰ χαλίκια | 2,0 — 4,0 | 3,00 |
| Μέσα " | 4,0 — 4,7 | 3,51 |

Κατὰ τὸν Schocklitsch μετρηθεῖσαι ταχύτητες εἰς διαφόρους ὑπογείους ὑδροφόρους ὀρίζοντας εἶχον ὡς ἀκόλουθως (μ/ἡμέραν)

| | | |
|--------------------------|-----------------------|------------------------|
| Gothenburg..... 0,5 | Fürth (Βαυαρ.) 1,5 | East Meadow... 0,80 |
| Brooklyn..... 0,33 | Mannheim..... 1,2-1,6 | Κανσπη..... 9,9 |
| Long Island... 0,6-2,88 | Ρῆνος..... 3,0-7,8 | Merrick..... 0,95 |
| Arkansas.... 2,2-6,9 | Κιέλον..... 4,7 | Mohave..... 29-15,9 |
| Μαννῆhof (Λειψία)... 2,5 | Ἀριζόνα..... 120,0 | Harlem.... 0,011-0,015 |

(λεπτὴ ἄμμος)

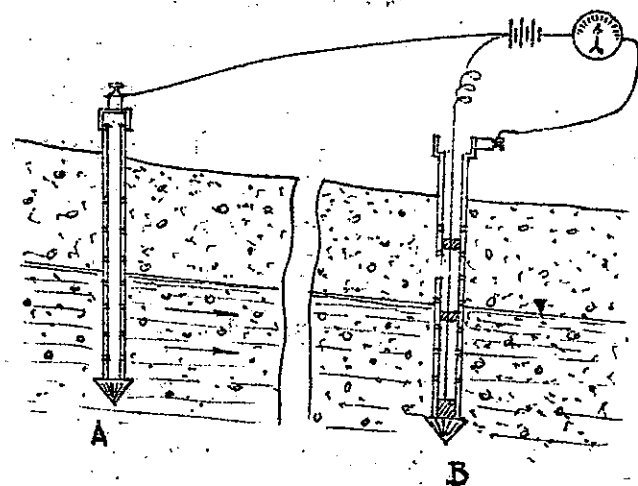
3. Ἐκτίμησις τῆς παροχῆς τῶν ὑπογείων ὑδάτων.

Εἰς περίπτωσιν καθ' ἣν λόγῳ ὑφισταμένης κλίσεως τοῦ ἐδάφους εἶναι δυνατὴ ἡ εὐλόγησις τοῦ ὑπογείου ὑδάτος, ἐπὶ χυμετοῦ μήκους καὶ ἐκροῇ αὐτοῦ διὰ βαρύτητος εἶναι δυνατὴ πλῆξιν ἢ μετρήσιν αὐτοῦ διὰ τῶν χυμετῶν ἢ δὴ μεθόδων (κεφάλαιον IV, § B). Ὅπου τοῦτο δὲν εἶναι δυνατόν μετρεῖται ἡ ταχύτης ἢ ὁ συντελεστὴς διαπερατότητος K.

3.1. Ἡ μέτρησις τῆς ταχύτητος τῶν ὑπογείων

ὑδάτων γίνεται διὰ προσθήκης χρώματος ἢ ἄλατος εἰς ἓν φρεῖαρ ἐντὸς αὐτῶν καὶ τῆς μετρήσεως τοῦ απαιτούμενου χρόνου ἵνα τὸ χρῶμα ἢ τὸ ἄλας ἐμφανισθῇ εἰς ἕτερον φρεῖαρ κατάντη τῆς ῥοῆς. Εἰς τὸ δευτέρον φρεῖαρ τὸ ὕδωρ παρακολουθεῖται διὰ δειγμάτων συνεχῶς ἵνα προσδιορισθῇ ὁ χρόνος ἐμφανίσεως τοῦ ἄλατος ἢ τοῦ χρώματος ἐντὸς αὐτοῦ.

Ὁ Slichter δίδει ἠλεκτρικὴν μέθοδον παρακολουθήσεως τῆς πορείας τοῦ ἄλατος ἐντὸς τοῦ ἐδάφους, ἐμφαινομένην εἰς



τὸ σχῆμα 229, εἰς ἣν ἐπιχειροῦται ἡ χρονικὴ ἐπιγμῆ καθ' ἣν διάλυσις ἄλατος (chlorure d'ammonium) ριφθεῖσα εἰς τὸ σημεῖον A εἰς τὸ σημεῖον B.

Ἡ εἶναι προφανές αἰετῶν.

Σχ. 229. Συσκευὴ Slichter.

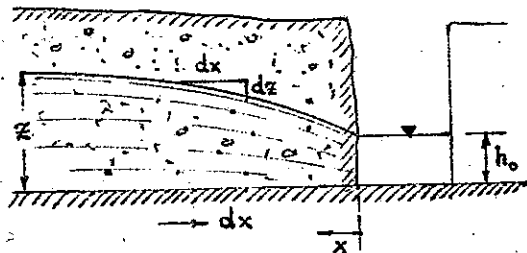
ρα μέθοδοι μετρούν την πραγματική ταχύτητα των υποχειών υδάτων και δεόν τουτο να λαμβάνεται υπό όφιν κατά την εκτίμησιν της παροχής αυτών.

3.2. Ο υπολογισμός του συντελεστού K, ως ήδη

ελέχθη δύναται να γίνη αναλυτικώς δια των ανωτέρω δοθέντων τύπων, ή και έργαστηριακώς δια της συσκευής του εκήματος 228. Η καλλίτερα όμως μέθοδος προσδιορισμού αυτού είναι ή δια του άπειθείας προσδιορισμού αυτού εντός του εδάφους, τοιούτοτρόπως απόφύγουμε την διατάραξιν του δείγματος άφ' ενός ένω έξ άλλου περιλαμβάνομεν εις τον προσδιορισμόν αυτού όλας τας πιθανάς φυσικάς ανωμαλίας εντός του εδάφους, όπερ έρευνώμεν (θεωρία του Thiem).

Ο συντελεστής K προσδιορίζεται ενταύθα δι' άντλήσεως.

Περίπτωσης α. Ο προσδιορισμός του K δύναται να γίνη κατ' αρχήν δι' άνεώξεως τάφρου ή συλλεκτηρίου στοάς έξκινουμένης μέχρι του άδιαπεράτου όρίζοντος, και έξ ής άντλείται τό ύδωρ δι' άντλίας γνωστής παροχής Q. Κατά την άντλησιν ή επιθμη του ύδροφόρου όρίζοντος κατέρχεται έκ του βάθους ζ εις τό h₀ (εκ. 230). Δοθέντος



Σχ. 230.- Στράγγισις διά τάφρου

ότι:

$$u = k \cdot z \quad \text{και} \quad q = z \cdot k \cdot z \quad \text{επει} \quad z = \frac{\partial z}{\partial x}$$

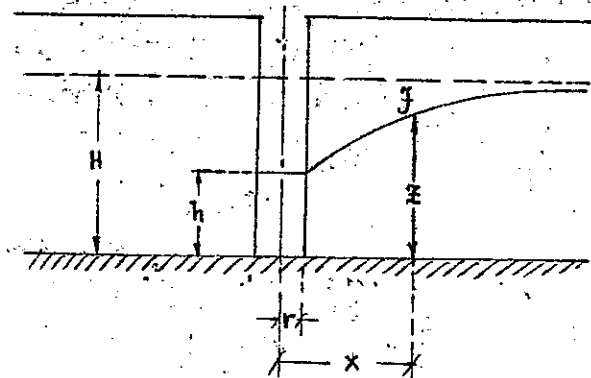
έχομεν:

$$q = z \cdot k \frac{dz}{dx} = \frac{k}{2} \cdot \frac{dz^2}{dx} \quad \text{ήτοι}$$

$$\frac{2q}{k} x = z^2 + C \quad \text{διά} \quad x=0 \quad z=h_0 \quad \text{άρα} \quad z^2 - h_0^2 = \frac{2q}{k} x$$

ή εξίσωσις της καμπύλης καταπτώσεως. Έάν ήδη μετρήσωμεν τό μεγέθη q, x, z, h₀ προσδιορίζομεν τό k.

Περίπτωσης β. Ο προσδιορισμός του K δύναται να γίνη



και δι' άνεώξεως φρέατος έξικινουμένου μέχρι του άδιαπεράτου στρώματος.

Τότε θα έχομεν πάλιν: (βλ. εκ. 231).

$$u = k \cdot z$$

$$u \cdot F = Q = k \cdot F \cdot z, \quad z = \frac{dz}{dx}$$

και
 $Q = k F z = k \frac{dz}{dx} \cdot 2\pi x z$
 ήτοι ή διαφορική εξίσωσις

Σχ. 231. Στράγγισις διά φρέατος μέχρι του άδιαπεράτου εδάφους

είς έχει την μορφήν:

$$\frac{dx}{x} = \frac{2\pi k}{Q} z dz$$

και ή ολοκλήρωσις αυτής έστει:

$$\ln x = \frac{\pi k}{Q} z^2 + C$$

Διά την όριακήν περίπτωσιν των παρειών του φρέατος θα έχομεν:

$$\ln r = \frac{\pi k}{Q} h^2 + C$$

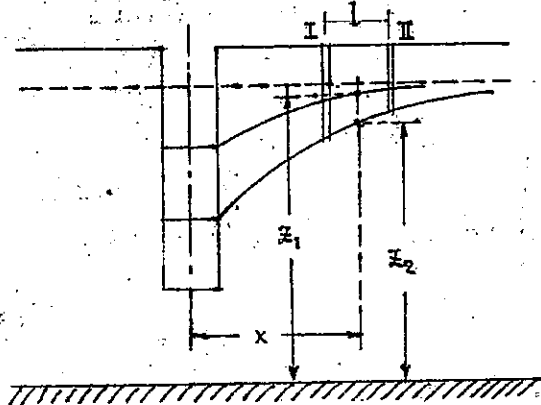
όπότε τελικώς προκύπτει ή εξίσωσις της επιφανείας του καταπίπτοντος ύδροφόρου όρίζοντος:

$$\ln \left(\frac{x}{r} \right) = \frac{\pi k}{Q} (z^2 - h^2) \quad \text{ή} \quad Q = \pi k \frac{z^2 - h^2}{\frac{x}{r}}$$

Διά μίας άντλήσεως (Q) και άνεώξεως κατά την άντλησιν των z₀, h, x, r προσδιορίζομεν τον συντελεστήν K.

Περίπτωσης γ.

Μέτρησης παροχής φρέατος, όταν το φρέαρ δεν φθάνει το αδιαπεράστον στρώμα. Ένταυθα ανοίχουμε δύο φρέατα παρατηρήσεων τα Ι και ΙΙ. Αν δεχθώμεν γραμμικήν την καμπύλην μεταξύ Ι, ΙΙ.



$$z_1 = \frac{h_1}{L}$$

$h_1 =$ διαφορά Ι, ΙΙ (άνω καμπύλη)

$h_2 =$ " Ι, ΙΙ (κάτω ")

$$z_2 = \frac{h_2}{L}$$

$$u = k \cdot z = \frac{Q}{F}$$

$$z = \frac{Q}{F \cdot k}$$

$$z_1 = \frac{Q_1}{2\pi x z_1 k}$$

$$z_2 = \frac{Q_2}{2\pi x z_2 k}$$

$$z_1 = \frac{Q}{2\pi x z_1 k}$$

$$z_2 = \frac{Q_2}{2\pi x z_2 k}$$

$$z_1 - z_2 = \Delta (\text{μετρηθείσα}) = \frac{1}{2\pi x k} \left(\frac{Q_1}{z_1} - \frac{Q_2}{z_2} \right)$$

καί μετρώντας τα μεγέθη $Q_1, Q_2, z_1, z_2,$ κ. Δ προσδιορίζομεν τον συντελεστήν k .

$$k = \frac{1}{2\pi x \Delta} \left(\frac{Q_1}{z_1} - \frac{Q_2}{z_2} \right)$$

έντευθεν δυναμέθα ακόμη να προσδιορίσωμεν και το βάθος του αδιαπεράστου στρώματος, εκ των εξισώσεων:

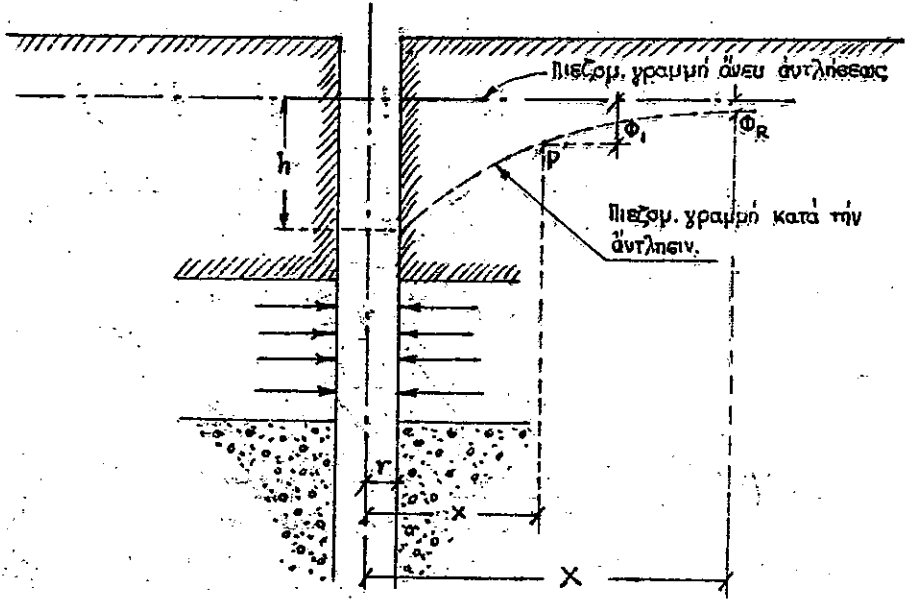
$$z_1 = \frac{Q_1}{2\pi x z_1 k} \quad \text{και} \quad z_2 = \frac{Q_2}{2\pi x z_2 k}$$

Περίπτωσης δ.

Είς περίπτωσιν άρτεσιανών φρέατων θα έχωμεν, εάν Φ τό δυναμικόν πίεσεως, του όριζοντος:

$$u = k z = -k \frac{d\Phi_1}{dx_1}$$

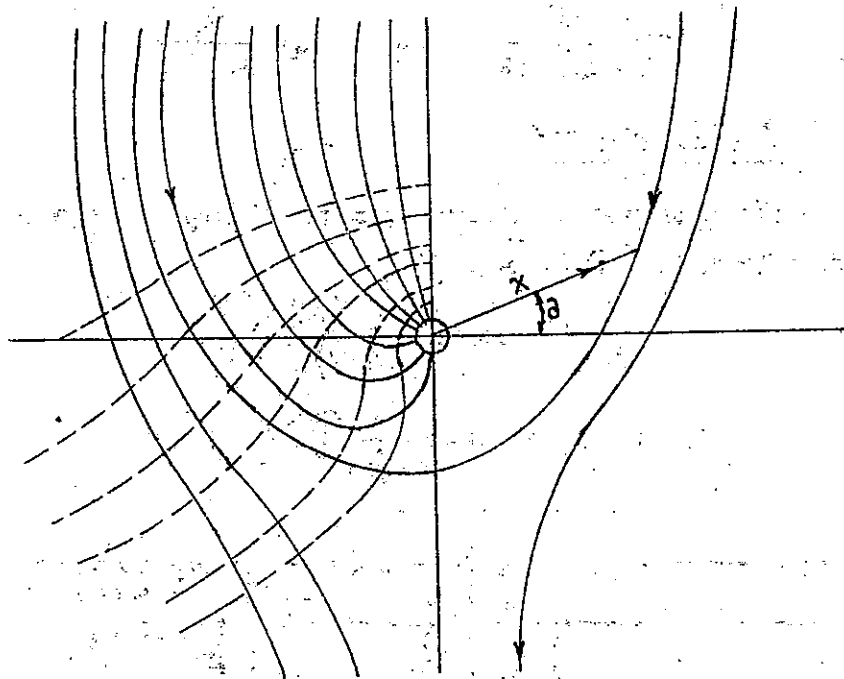
$$\Phi_1 = h - \frac{h - \Phi_R}{\ln \frac{x}{r}} \ln \frac{x}{r}$$



τχ. 233. "Άντλησις έξ άρτεσιανού

Έφ' όσον όμως υπάρχει και κλίσις της πιεζομετρικής γραμμής (κατά μήκος της ροής) S , τότε η ροή λαμβάνει τό ακόλουθον σχήμα: και θα έχωμεν

$$\Phi = h - \frac{h - \Phi_R}{\ln \frac{x}{r}} \ln \frac{x}{r} - S(x-r) \eta \mu \theta$$



Σχ. 234. Γραμμάι ροής εις άρτεσιανόν κατά την άντλησιν

$$v = \frac{k}{\rho} \left(\frac{h - \phi_R}{\ln \frac{x}{r}} + S x \eta \mu \theta \right)$$

καί η παροχή

$$Q = x \int_0^{2\pi} v d\theta = 2\pi k t \frac{h - \phi_R}{\ln \frac{x}{r}}$$

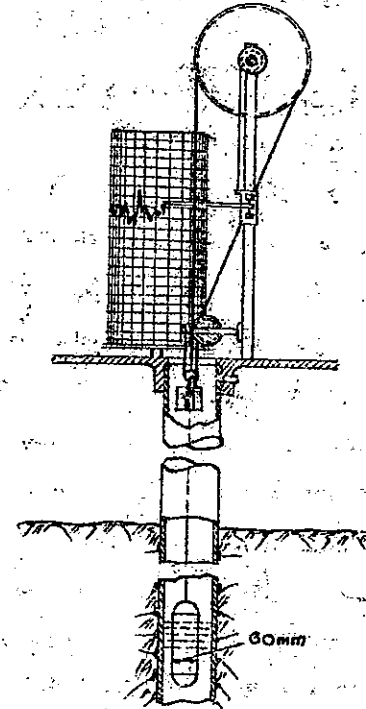
έξ ου προσδιορίζεται ο συντελεστής k μετρουμένων των Q, ϕ_R, r, x, h .

Διά των άνωτέρω μεθόδων εύρίσκεται ο συντελεστής k δια διαφόρων πιάσεις της στάθμης και έξ αυτών δυναμέθα να προσδιορίσωμεν την παροχήν Q . Άλλα δέν γνωρίζομεν έπακριβώς την μεταβολήν της στάθμης κατά την διάρκειαν του έτους, ήτις είναι άναλογος βροχής, της διηθήσεως, βαρ. πίεσεως κ.λ.π. Μόνον ευνεχείς παρατηρήσεις άντλησεως και παρακλουδήσεως στάθμης μπορούν να μās δώσουν εις διαφόρους έποχάς, τά δυνακίς περακάς.

4. Μέτρησις της στάθμης των υπογείων υδάτων.

Η μέτρησις της στάθμης εντός φρεάτων παρακολουθείται δια πλωτήρων και μετρήσεων του βάθους εις ό ούτοι επιπλέουν.

Οί πλωτήρες ούτοι συνδέονται ένίοτε δια αύτογράφων σταθμαμέτρων και κοινωτρόπως παρακολουθείται η συνεχής διάτα της στάθμης του φρεάτος (βλ. σχ. 235).



Σχ. 235 Μέτρησις στάθμης φρεάτος.

Είς περίπτωσιν φρεάτος μεγάλου βάθους και μικράς διαμέτρου καταλαμβάνομένης κατά μέγα μέρος υπό της άντλίας και του άπορροφητικού σωλήνος ή ως άνω ευσκευή δέν δύναται να χρησιμοποιηθή εύκολως, όποτε χρησιμοποιούμεν την εν του σχήματι 236 διάταξιν.

Είς αυτήν σωλήν μικράς διαμέτρου τίθεται εις μεγάλο βάθος και άφού κλεισθή ή κατ' άρχήν μέ τον άτμοσφαιρικόν άέρα συγκοινωνούσα δικλείς δ, πιέζεται άήρ έντός του σωληνίσκου έως ότου ή αυξανόμενη κατ' άρχήν πίεσις μείνει σταθερά (όποτε φυσαλίδες άέρος έξέρχονται του σωληνίσκου).

Η αναγκαστικόμενη τότε υπερπίεσις $p_1 - p_0$ εις τό μανόμετρον δίδει καθ' ακανήν προσέγγισιν τό βάθος h όπου περίπου

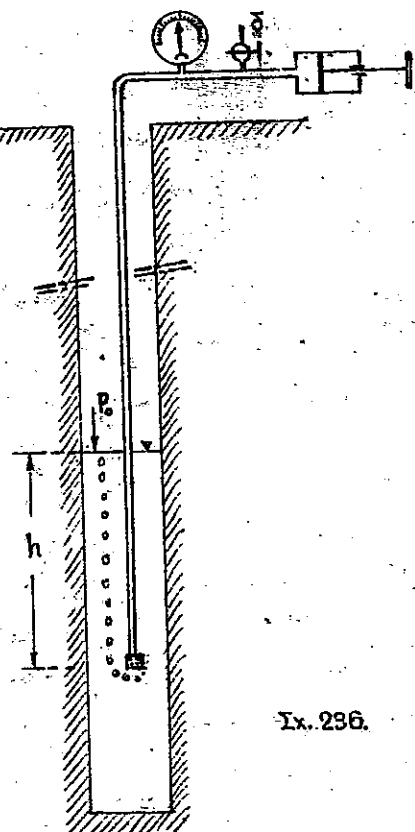
$$h \approx \frac{p_1 - p_0}{0,1}$$

Δ. Γεωφυσικαί έρευναι.

Δια την ταχύτεραν μελέτην του υπεδάφους και των υπογείων υδάτων καταφεύγουμεν συνήθως εις γεωφυσικας έρευνας, εξ όν τινες αναφέρονται εν περιλήψει κατωτέρω.

1. Ηλεκτρο-έκκρηκτική μέθοδος.

Ψαθυρά έδαφη μεταδίδουν τόν ήχον με πολύ μικροτέραν ταχύτητα από τα στερεά βραχώδη έδαφη. Εάν επομένως εκηματίσωμεν την ακόλουθον διάταξιν καθ' ην τοποθετούμεν τεμάχιον δυναμίτιδος εις τό σημείον S εις ό μεταδιδόμεν ηλεκτρικώς την έκρηξιν και



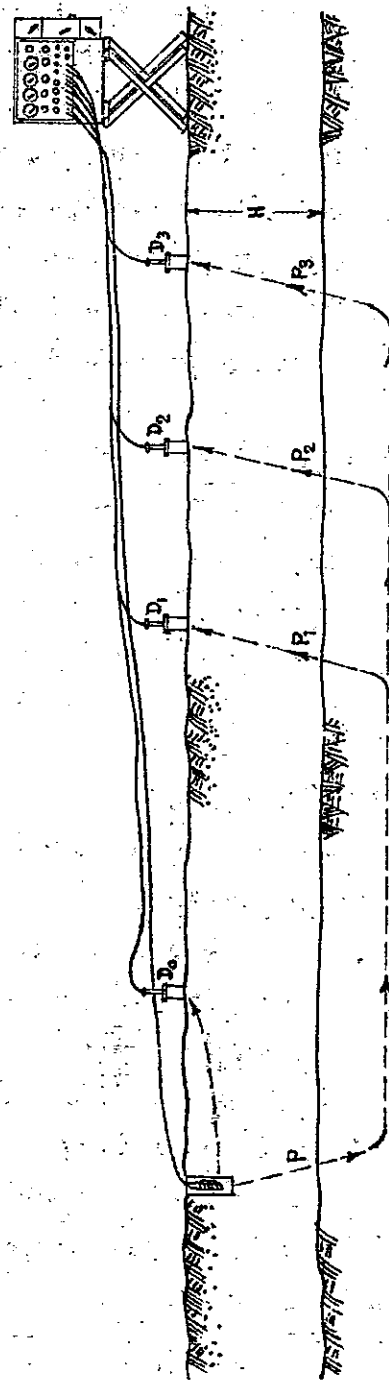
Σχ. 236.

μετρήσωμεν ηλεκτρικώς τους χρόνους T_0, T_1, T_2, T_3 καθ' ούς η δόνησις της έκρηξεως μεταδίδεται εις τους δείκτας D_0, D_1, D_2, D_3 εκηματίζομεν ιδέαν του βάθους του στερεού εδάφους εις τα αντίστοιχα σημεία της επιφανείας (βλ. εχ. 237).

2. Η αντίστασις (resistivity) και τό δυναμικόν (potential) του εδάφους.

Εκ μακρών δοκιμών έχει παρατηρηθή ότι η αντίστασις του εδάφους έλαττουται εφ' όσον αυξάνει η περιεκτικότητα αυτού εις ύγρασίαν.

Εις τό σχήμα 238 οίδεται η μεταβολή της αντιστάσεως διαφόρων εδαφών αναλόγως της περιεκτικότητος αυτών εις ύγρασίαν.



Σχ. 237. Ηλεκτρο-έκκρηκτική μέθοδος ανιχνεύσεως του υπεδάφους.

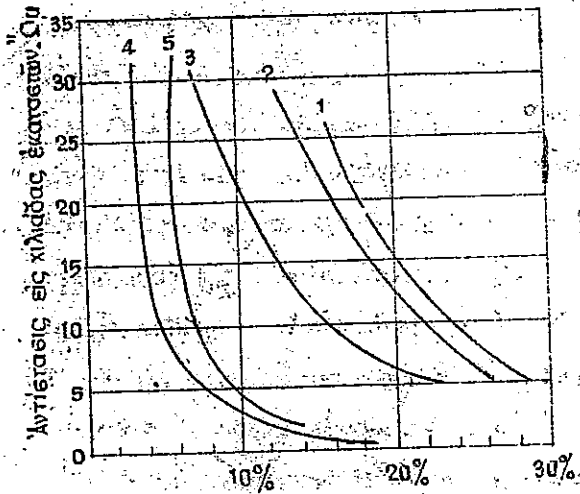
Η αντίστασις μετράται συνήθως δια τεσσάρων ήλεκτροδίων ένθα τό μέν έξωτερικόν (εις τά άκρα) ζεύγος συνδέεται μέσω σωρευτάς και άμπερομετρά (ampmeter) τό δε έξωτερικόν ζεύγος παραλαμβάνει τό ρεύμα και η διαφορά δυναμικου από τό έξωτερικόν ζεύγος μετράται δια βολτομέτρων (voltmeter).

Ο λόγος του ρεύματος και της τάσεως (voltage), πολλαπλασιάζόμενος επί ένα συντελεστήν εξαρτόμενον από τας μεταξύ των καλωδίων αποστάσεις οίδει την φαινομενικην άντηξήμενην άντίστασιν (resistivity).

Και αυτόν τον τρόπον δύνανται να σχεδιασθώσιν αρκεταί τόμοι του υπεδάφους και να προσδιορισθώσιν αι θέσεις των στεγανών ή υδροφόρων στρωμάτων.

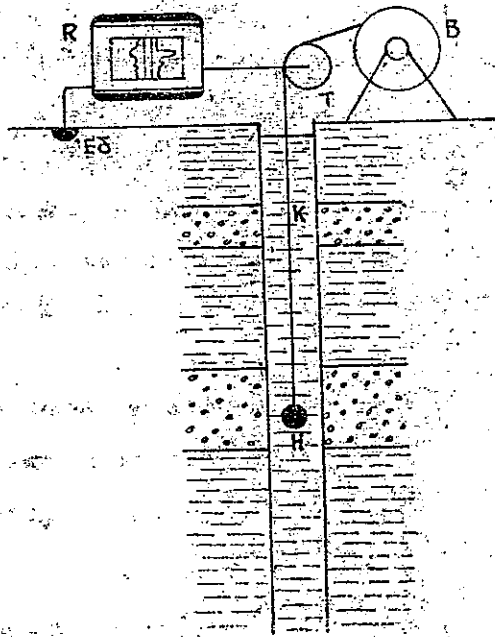
Εις περίπτωσιν υπάρχοντος βαθύς σωληνωτού φρέατος, τό ήλεκτροδίου Η φερόμενον εις τό άκρον καλωδίου κ

καταβιβάζεται έντός της σωληνώσεως (βλ. εχ. 239) μέσω βαρούλικου Β, περιστρέφει την αριθμημένην τροχαλίαν Τ και συν-



Σκ. 238.- Αντιστάσεις συναρτήσει υγρασίας.

- 1. Αεβεστόλιθος ... 2. Ψαμμίτης ...
- 3. Ψαμμίτης ... 4. Φυλλίτις ...
- 5. Γρανодиορίτης ...



Σκ. 239.- Μέτρηση αντίστασης εδάφους (resistivity).

δύεται με το όργανο μετρήσεως της αντίστασεως R ενώ εκ παραλλήλου η τροχαλία T μετακινεί τον χάρτην εφ' ου χαρασσεται η αντίστασις. Τοιαύτο τρόπον έχομεν αυτόγραφον πίνακα μετρήσεως της άνηχημένης αντίστασεως.

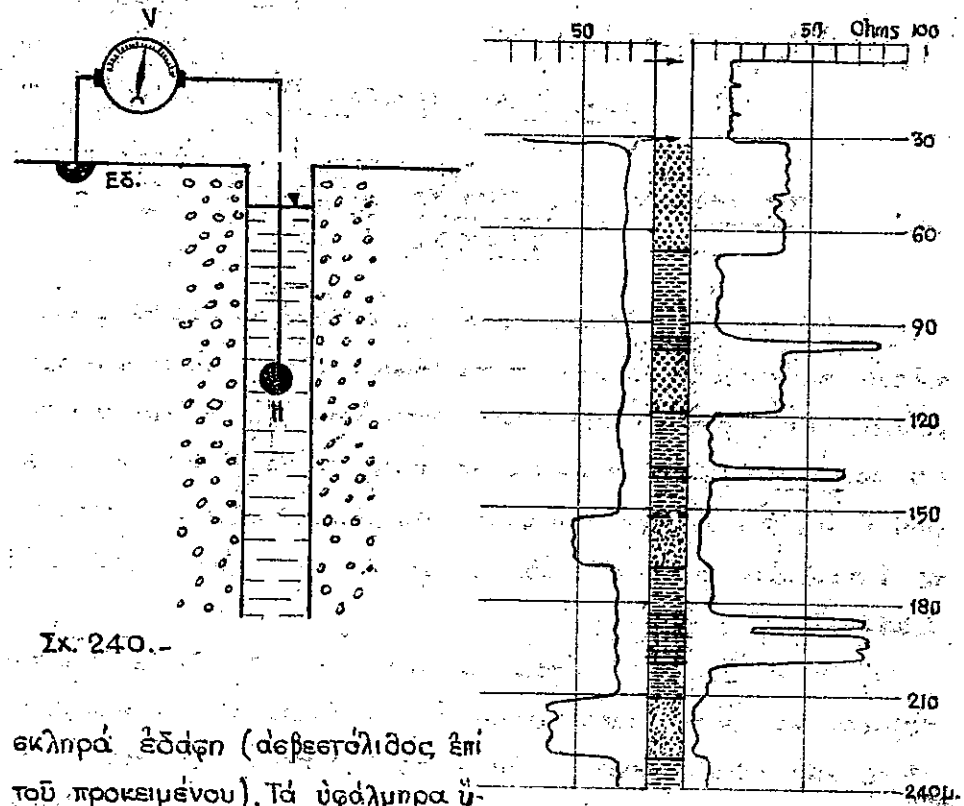
Δι' αναλόγου τρόπου δύναμεθα να μετρήσωμεν την τάσιν εντός μιας γεωτρήσεως και να λάβωμεν αντίστοιχον διάγραμμα.

Είς τό εχθμα 241 δίδονται τά διαγράμματα της άνηχημένης αντίστασεως και του δυναμικού είς γεωτρήσιν είς 11 ληνισίς, είς βάθος 240 μέτρων.

Ούτω παρατηρούμεν ότι τό δυναμικόν είς πν. (potentia) αύξάνει είς τα στρώματα ύδροφόρου άμμου με άλμυρόν ύδωρ.

Αί απότομαι άλλαγαι όρίζουν τά όρια των στρωμάτων τουύτων.

Εξ άλλου η καμπύλη της (resistivity) καθορίζει με τάς είνι τάς ταύτας ποσότητας.



Σκ. 240.-

εκληρά έδάφη (αεβεστόλιθος επί του προκειμένου). Τά υφάλμυρα ύδατα δεικνύουν μικράν αντίστασιν (resistivity)

Αποτελούν όθεν αι ηλεκτρικαι βυδομετρήσεις είς ύπάρχοντα φρέατα βοήθητικας μεθόδους διασαφήσεως των πετρωμάτων και της ποσότητος του ύδατος.

Αί μετρήσεις εήμερον γίνονται διά μικρών φορητών εσκευών (βάρους ~ 45 χιλιογραμμων) και είναι τελείως αυτόγραφοι.

- Άργιλλος
- Άμμος γλυκεός ύδατος
- Άμμος άλμυρό
- Αεβεστόλιθος

Σκ. 241.-

Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο Ν VI

ΤΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟΝ ΤΟΥ ΚΥΚΛΟΦΟΡΟΥΝΤΟΣ
ΥΔΑΤΟΣ

Εξ όσον δι' έκαστην υδρολογικήν λεκάνην κυρίαν τροφοδο-
τούσαν πηγήν των άπορροών άποτελοΰειν αι υδατώδεις κατακρη-
μνίσεις είναι φυσική ή προσπάθεια έκτιμήσεως των πρώτων συναρτή-
σει των τελευταίων. Έκτιμώντες επί πλέον τας άπωλείας και τα υπο-
γεια ύδατα διά μετρήσεων ή άλλως πως, δύναμεθα να καταρτίσωμεν
τό Ισοζυγίου του ύδατος επί έκάσεως μίας υδρολογικής
λεκάνης.

Η έκτιμήσεις των άπορροών συναρτήσει των υδατωδών κατα-
πτώσεων έχει και τό πλεονέκτημα ότι δύναμεθα να έκτιμήσωμεν έμ-
μέσως τας πιθανάς άκράϊας τιμάς των άπορροών διά διάστημα πολ-
λών έτών δοθέντος ότι αι παρατηρήσεις των καταπτώσεων υπάρχουν
διά μεγάλην σειράν έτών ενώ αι των άπορροών έκτείνονται εις μι-
κροτέρας σειράς έτών και τοΰτο διότι άπανταχού οι βροχομετρικοί
σταθμοί προηγήθησαν κατά πολύ των μετρήσεων των άπορροών. Ίδιαι-
τέρως εν Ελλάδι αι παρατηρήσεις άπορροών έκτείνονται εις έλα-
χίστας παρατηρήσεις ή εις διάρκειαν έλαχίστων έτών και δι' μόνον εις
τά κυριότερα ρεύματα.

Βασικόν θέμα διά τον καταρτισμόν του υδατικού Ισοζυγίου των
λεκανών αποτελεί ή έκτιμήσεις των άπορροών συναρτήσει των υδα-
τωδών καταπτώσεων, δοθέντος ότι αι άπορροαι παρουσιάζονται ως
άμεσάτερον χρήσιμα διά την μελέτην των περισσότερων υδραυλικών
 έργων. Διά την έκτιμήσιν των άπωλειών και των υπογείων υδάτων αι
 άνωτέρα δοδείξει βασικά στοιχεία δύνανται να χρησιμοποιηθώσιν διά

την έρευναν ειδικών προβλημάτων και τας έκάστοτε ειδικάς περι-
πτώσεις μελετών.

Η έρευνα και έκτιμήσεις των άπορροών ενδιαφέρει την μελέ-
την διαφόρων υδραυλικών έργων ή τμημάτων αυτών κατά διάφορον
έκάστοτε τρόπον και δι' μίας ενδιαφέρουσι κυρίως αι κατωτέρα πε-
ριπτώσεις :

- α) τό συνολον των έτησίαν άπορροών ήτοι ή ποσότης ύδατος
ή δυναμεναμένη να άπορρεύσθι έτησίως εκ μίας λεκάνης
- β) τό συνολον των μηνιαίων άπορροών ήτοι ή διανομή της έ-
τησίας άπορροής ανά μήνα και
- γ) αι άπορροαι αι δυναμενόμεναι κατά την συνεχούς βροχής
τινος (μίας, δύο ή περισσότεραν ήμερών) αιτίνας δι' δου-
σιν και τας μέγιστας μεμονωμένας τιμάς των άπορροών
ήτοι τας αιχμάς των υδρογραφήμάτων αιτίνας και άν-
τιπροσωπεύουν τας πλημμύρας.

Κατωτέρω εξετάζεται ή συσχέτισις αυτή άπορροών—κα-
ταπτώσεων με την ως άνω σειράν.

A. Έτησίαι άπορροαι.

Εάν ή έτησία άπορροή μίας λεκάνης άνακθι εις ύψος
ύδατος h_a κατανεμημένου επί όλης της λεκάνης άπορροής, ως τό
ύψος των έτησίαν υδατωδών κατακρημνήσεων ή τό καταπέσον κα-
τά τό αντίστοιχον προς την άπορροήν διάστημα, τότε ό λόγος των
δύο τούτων ύψών δι'ιδεται διά αριθμού μικροτέρου της μονάδος
καλουμένου ευντελεστου άπορροής φ_e , ήτοι :

$$h_a = \varphi_e \cdot h \quad \eta \quad \varphi_e = \frac{h_a}{h} \quad (1)$$

Ός άφετηρία διά την μέτρησιν βροχών και άπορροών δεόν να
λαμβάνηται εκείνη ή έποχή του έτους καθ' ην βροχαι και άπορ-
ροαι άλληλητηρεάζονται απ' ευθείας. Ός τιαύτη έποχή λαμβάνεται

η αρχή της περιόδου των βροχών, μετά το τέλος της ξηράς περιόδου, ώστε αι απορροαί της μιας περιόδου να μη περιλαμβάνουσιν βροχάς της παρελθούσης περιόδου η δέ επίδρασις των απορροών εκ των υποχείων υδάτων να είναι ελακίστη (ταπεινωτάτη σταθμο των υποχείων υδάτων). Παρ' ημίν τοιαύτην εποχή δύναται να θεωρηθῆ ἡ πρώτη Σεπτεμβρίου ἣτις ἀποτελεῖ σὺν τὴν ἔναρξιν τοῦ υδρολογικοῦ ἔτους, τῆς λήξεως αὐτοῦ ἀντιστοιχοῦσης τὴν 30^{ην} Αὐγούστου τοῦ ἀπομένου ἡμερολογιακοῦ ἔτους.

Ὁ ἐπίσης συντελεστὴς ἀπορροῆς, ϕ_E , εἶναι προφανές ὅτι δίδει μίαν κατὰ π ρ ο σ ε γ γ ι σ ι ν ἐκτίμησιν τῶν ἀπορροῶν ἐκ τῆς βροχῆς ^(*) δοθέντος ὅτι οὗτος δει περιλαμβάνει τὴν ἐντός τοῦ ἔτους κατὰ νομὴν τῶν βροχῶν αὐτῆς ἀντίστοιχον δίαιταν τῶν λοιπῶν μετεωρολογικῶν φαινομένων (θερμοκρασίας, ὑγρασίας, ἀνέμων) ἅτινα ἐπηρεάζουν τὰς ἀπωλείας τῆς βροχῆς. Καί ἐξ ἄσων μὲν ὁ συντελεστὴς ἐπείσεως ἀπορροῆς ὑπολογίζεται δι' ἐκάστην λεκάνην τότε οὗτος περιλαμβάνει, ἐμμέσως τοῦλάχιστον, τὴν ἐπιρροὴν τοῦ σχήματος, τῆς καλύψεως καὶ τῆς γεωλογίας τῆς υδρολογικῆς λεκάνης.

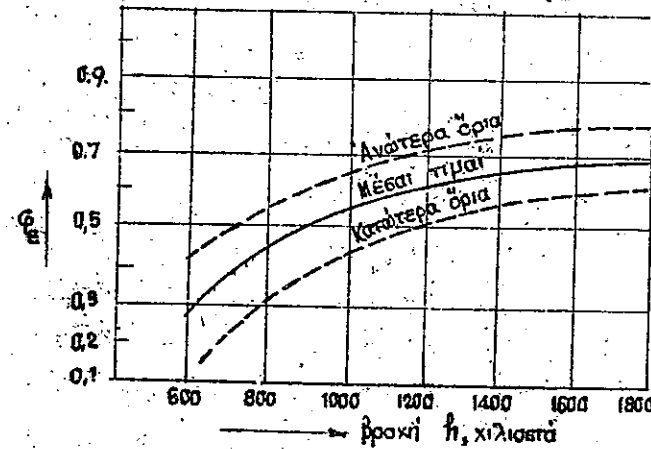
Ἐάν ὅμως ἐκτείνεται διὰ μεγαλύτεραν περιοχὴν, ἢτοι διὰ πολλὰς λεκάνας, τότε δὲν περιλαμβάνει οὐτὲ τοὺς συντελεστὰς ταύτους, ὁπότε ἡ ἐκτίμησις τῶν ἀπορροῶν γίνεται κατὰ ἔτι μεγαλύτεραν προσέγγισιν.

Ὁ ὑπολογισμὸς τοῦ ἐπίσειου συντελεστοῦ ἀπορροῆς γίνεται ἐπὶ τῇ βάσει παρατηρήσεων βροχῶν καὶ ἀπορροῶν.

Οὕτω διὰ συνθηκῶν υδρολογικῶν λεκανῶν ἐν Γερμανίᾳ

* Ἐφεξῆς τὸ ὕψος h τῶν υδάτωνδων καταπτώσεων καλεῖται ἐπὶ τὸ συντομώτερον καὶ ὕψος βροχῆς (ἐκφραζόμενον εἰς χιλιοστόμετρα) δοθέντος ὅτι τὰ βροχόμετρα μετροῦν καὶ τὴν πῶσιν κίονας εἰς ἰσοδύναμον ὕψος βροχῆς.

ὁ H. Keller δίδει τὸ ἐκῆμα 242 ἐνθα ἐμφαίνεται ὅτι ὁ συντελεστὴς ϕ_E



Σχ. 242. Ἐπίσειος συντελεστὴς ἀπορροῆς δια Γερμαν. λεκάνας.

ἀυξάνεται μετὰ τοῦ ὕψους τῆς βροχῆς, ἔχει δὲ τιλὴν τῆς μέσης τιμῆς καὶ τὰ ἀνώτερα καὶ κατώτερα ὄρια αὐτοῦ ἀναλόγως τῆς λεκάνης. Ἡ μέση τιμὴ τοῦ συντελεστοῦ δίδεται ὑπὸ τοῦ τύπου:

$$\phi_E = \frac{h_a}{h} = 0,942 - \frac{405}{h} \quad (2)$$

Ὁ τύπος οὗτος ἰσχύει εἰς τὴν Γερμανίᾳ διὰ βροχὰς ὕψους μεγαλύτερου τῶν 650 χιλιοστῶν.

Ὁ Giandotti δίδει τὸν ἐπίσειον συντελεστὴν ἀπορροῆς διὰ τῶν τύπων:

διὰ ὀρεινὰς περιοχὰς, μεγάλου ὕψους βροχῶν, $\phi_E = 1 - \frac{350}{h} \quad (3^a)$

διὰ μικρὰς λεκάνας ἀπορροῆς $\phi_E = 0,884 - \frac{460}{h} \quad (3^b)$

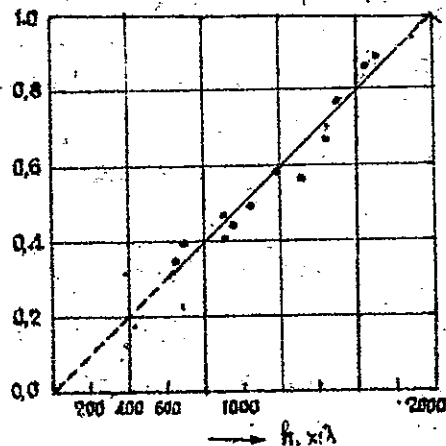
Ὁ Couagne (1922) διὰ λεκάνας τῆς κεντρικῆς Γαλλίας εὑρέν τὸν τύπον:

$$\phi_E = 0,25 + 0,00035 h \quad (4^a)$$

διὰ δὲ τὰς ὀρεινὰς περιοχὰς: $\phi_E = 0,0005 h \quad (4^b)$

ἐνθα h τὸ ὕψος βροχῆς εἰς χιλιοστά.

όστις βεβαίως θα ισχύη διά βροχήν ή μέχρις ύψους 2,0 μέτρων, οπότε ή άπορροή θα ίσούται με την βροχήν ($\varphi_e = 1,0$):



Σχ. 243. Επίσης, συντελεστής άπορροής, λεκανών της όρειρας Πίνδου-Όλωνού (Γ.Π.Κ. 1945)

Παρατηρήσεις, επί ελληνικών ρευμάτων με λεκάνας κειμένες έξ ολοκλήρου επί της γραμμής Πίνδου-Όλωνού, ήτοι με σχετικώς ομοιομόρφους ευδηκας άπορροής, δίδουν με ήκανήν προσέγγισιν, τον συντελεστήν άπορροής ίσον επίσης με τό ήμισυ του ύψους βροχής (βλ. σχήμα 243 και τύπον 4β).

Ο Vermeule κατόπιν πολλών μετρήσεων των βορειοανατολικών Πολιτειών των Η.Π.Α. προσδιώρισεν τας άπωλείας των βροχών

εις χιλιοστά ίσας προς:

$$A_e = (279 + 0,29 h) \text{ μ.}$$

ένθα Μ συντελεστής εξαρτώμενος εκ της μέσης έτησίας θερμοκρασίας και δή διά θερμοκρ. 4,5 °C M = 0,77

| | |
|------|------|
| 7,2 | 0,91 |
| 10,0 | 1,07 |
| 12,8 | 1,26 |
| 15,5 | 1,47 |

Εκ του άνωτέρω τύπου προκύπτει ή άπορροή $h_e = h - A_e = (1 - 0,29 \text{ μ}) h - 279 \text{ μ}$ και ο συντελεστής φ_e

$$\varphi_e = \frac{h_e}{h} = (1 - 0,29 \text{ μ}) - \frac{279}{h} \text{ μ} \quad (5)$$

ένθα ή εις χιλιοστά.

Ο Justin επί τη βάσει παρατηρήσεων εις 14 ρεύματα

των ανατολικών Η.Π.Α. δίδει άναλογον προς τον Coulangne τύπον ήτοι:

$$T = 180C + 32$$

$$\frac{h_e}{h} = \varphi_e = k \cdot \frac{S^{0,155}}{T} \cdot h = 0,0374 \cdot \frac{S^{0,155}}{T} \cdot h \quad (6)$$

ένθα ή τό ύφος βροχής εις χιλιοστά, S ή μέση κλίσις της λεκανης άπορροής (μεγιστη ύψομετρική διαφορά διαιρουμένη διά της τετραγωνικής ρίζης της επιφανείας). T ή μέση έτησία θερμοκρασία εις βαθμούς Fahrenheit και Κ συντελεστής έχων την τιμήν 0,0374.

Είναι προφανές, ότι οι δύο τελευταίοι τύποι δίδουσιν μικρούς συντελεστάς άπορροής και θα ίσχύουν δι' επίπεδους λεκάνας με ήκανήν διαπερατότητα και μικράς σχετικώς κλίσεις.

Ο Ν. Χωραφάς (1946) δίδει τον ακόλουθον πίνακα επί τη βάσει μελέτης του επί των άπορροών ενίων των κυριωτέρων ελληνικών ρευμάτων:

| Ποταμός | Λεκάνη άπορροής Km ² | Ειδική άπορροή λ/Km ² -όλον | Ποταμός | Λεκάνη άπορροής Km ² | Ειδική άπορροή λ/Km ² -όλον |
|-----------|---------------------------------|--|-----------|---------------------------------|--|
| Νέετος | 5890 | 8,85 | Άχελώος | 3720 | 33,90 |
| Άγγιτης | 2240 | 11,90 | Λούρας | 445 | 21,20 |
| Στρυμών | 11050 | 9,50 | Καλαμάς | 1638 | 52,50 |
| Άξιός | 22237 | 8,40 | Βουραϊκός | 180 | 22,60 |
| Βόδας | 81 | 57,00 | Λάδων | 806 | 30,20 |
| Άλιακμαν | 6570 | 12,00 | Άλφειος | 3550 | 20,50 |
| Πηνειός | 9060 | 7,60 | Πάμισος | 730 | 14,20 |
| Ιπερχειός | 1188 | 14,70 | | | |

Ο R. Iszkowski (1886) δίδει ένα εκ των πλέον διαδεδομένων τύπων διά την εκτίμησιν της άπορροής συναρτήσει

ύψους βροχής.

Κατ' αὐτὸν ἡ μέση ἔτησία ἀπορροή, εἰς μ³/ὄλον θα ἴσούται,

$$MQ = 0,03171 C_m \cdot h F \quad (7)$$

ἐνθα h τὸ ὕψος τῆς βροχῆς εἰς μέτρα, F ἡ λεκάνη ἀπορροῆς εἰς τετραγωνικά χιλιόμετρα MQ ἡ μέση ἔτησία ἀπορροή εἰς μ³/ὄλον, καὶ C_m συντελεστὴς διδόμενος ὑπὸ τοῦ κατωτέρω πίνακος.

Ἐὰν καταγράψωμεν τὸν ὡς ἀνω τύπον συμφωνῶς πρὸς τὸν τύπον (1) τῆς παρούσης παραγράφου θὰ λάβωμεν :

$$\varphi_E = C_m$$

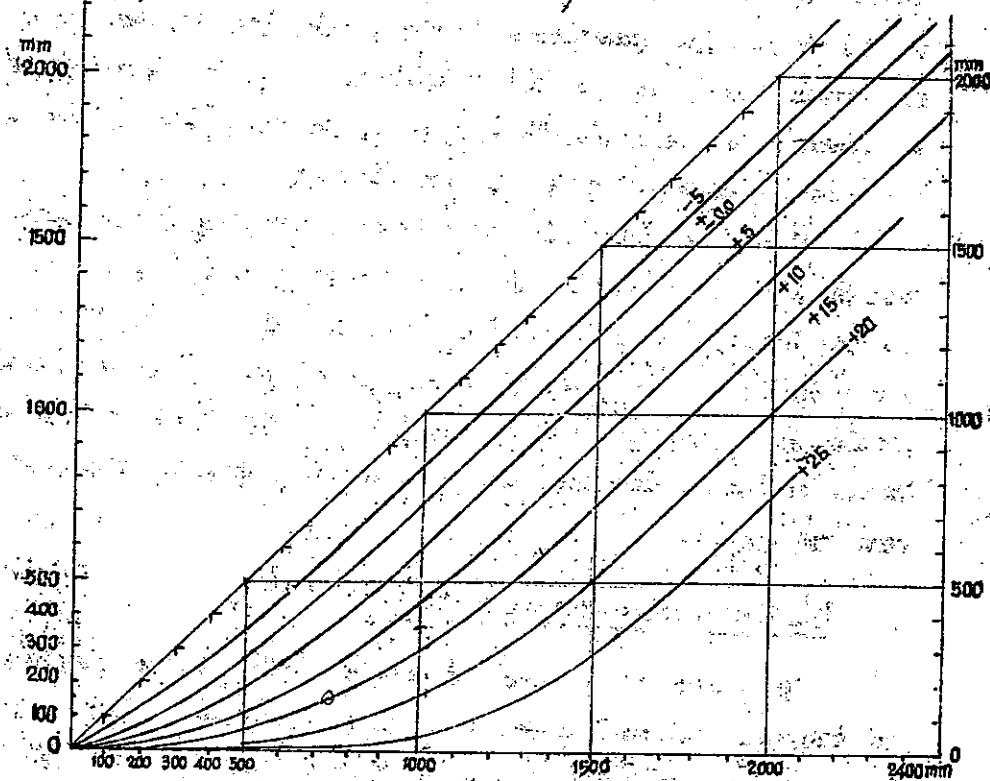
ἥτοι ὁ συντελεστὴς C_m δίδει τὸν ἐπίσειον συντελεστὴν ἀπορροῆς φ_E καὶ ἔχει κατὰ τὸν Iszkowski τὰς ἀκολουθοῦσας τιμὰς :

| | | |
|---|---|------|
| Δια πεδιάδας | $C_m = \varphi_E = 0,2$ | 0,2 |
| Κοιλώματα καὶ πεδινὰ ὑψίπεδα..... | | 0,25 |
| Πεδινολοφώδεις περιοχαί..... | | 0,30 |
| Ὁμαλοὶ λόφοι..... | | 0,35 |
| Ἡμιορεινοὶ ἢ ἰσχυροὶ λόφοι..... | | 0,40 |
| Ἐλαφρῶς ὄρεινὰ ἔδαφη..... | | 0,45 |
| Ὁρεινὰ ἔδαφη..... | | 0,50 |
| Μεγάλα ὄρη (Μέλας Δρυμός, Riesengebirge)..... | | 0,55 |
| Ὑψηλά ὄρη (ἀναλόγως καὶ τῆς κλίσεως αὐτῶν)..... | $\left\{ \begin{array}{l} 0,60 \\ 0,65 \\ 0,70 \end{array} \right.$ | |
| | | |
| | | |

Ὁ ἔτησιος συντελεστὴς ἀπορροῆς τοῦ Iszkowski ὅθεν εἶναι ἀνεξάρτητος τοῦ ὕψους βροχῆς καὶ ἀποτελεῖ συνάρτησιν τοῦ τύπου τῆς υδρολογικῆς λεκάνης μόνον.

Τέλος εἰς τὸ σχῆμα 244 δίδεται ἡ σχέσις βροχῆς (h), ἀπορροῆς (h_a) καὶ ἀπώλειαν ($h-h_a$) συναρτήσεως τῆς θερμοκρα-

σίας (t) (κατὰ τοὺς Keller καὶ Wundt).



Σχ. 244.

Ἄνα κεφαλαίοι οὖν τες τοὺς ἀνωτέρω τύπους παρατηροῦμεν ὅτι κατεβλήθη προσπάθεια ἐκφράσεως τοῦ συντελεστοῦ ἀπορροῆς συναρτήσεως ἀφ' ἑνὸς τῆς τοπογραφικῆς διαμορφώσεως τῆς λεκάνης (Iszkowski, Justin) ἀφ' ἑτέρου δὲ τοῦ ὕψους τῆς βροχῆς (Keller, Giandotti, Goutagne, Justin, Vermeule) καὶ τέλος συναρτήσεως τῆς μέσης ἔτησιος θερμοκρασίας (Vermeule, Justin, Wundt). Οὕτω, ὅσον μεγαλυτέρον εἶναι τὸ ὕψος βροχῆς τόσον ἐυκολώτερον κορρένουνται αἱ ἀπώλειαι καὶ ἐπομένως ἡ ἀπορροή εἶναι μεγαλυτέρα.

Ἐπιπλέον εἰς ὄρεινούς καὶ ἀποτόμους κλιτεῖς ἡ ἀπορροή εἶναι μεγαλυτέρα ἢ εἰς ἐπιπέδους ἐνθα ἡ ἐξάτμισις καὶ διείδουσι εἶναι μεγαλυτέρα καὶ ἡ φυτεία ἴσως πυκνιότεραι εἶναι προ-

φανές ότι τόσο μεγάλα χρονικά όρια, ως είναι τό έτος, χρησιμοποιούμενα διά τήν επουδών φαινόμενων ως τής βροχής ήτις λαμβάνει χώραν είς σχετικώς όλιγα και βραχεία διαστήματα έντός του έτους, δέν είναι δυνατόν να δώσουν άκριβή έξαχόμενα. Είς τούτο άλλωστε ευτελούν και εκάστοτε διαφοραί άνωμαλιών του έδαφους.

Παρό όλας όθεν τας προσπάθειάς δημιουργίας τύπων, ούτοι πιθανόν να ίσχύουν μόνον είς τήν περιοχόν διήν υπελογισθήσαν. Διά τούς λόγους τούτους ευνιστάται όπως διά κάθε υδρολογικόν λεκανήν ή ομάδα όμοίων λεκανών μελετώνται αι άπορροαί συναρτήσει των βροχών επί τι διάστημα ίνα εκηρατηθῆ ίδιος τύπος ώστε να επουδάζονται αι επίσειαι άπορροαί επί τη βάσει των μακροετών παρατηρήσεων των βροχών.

Β. Μηνιαία άπορροαί.

Η γνώσις των μηνιαίων άπορροών είναι ευνήδως χρήσιμος και έπαρκής διά πολλάς φάσεις διάφόρων υδραυλικών έργων, πάσα δέ προσέγγισις του μεγέδους αυτών αποτελεί πολύτιμον στοιχείον διά τήν μελέτην των αντίστοιχων έργων.

Τα άνωτέρω λεχθέντα περί των συντελεστών επίσειαι άπορροής ίσχύουν έν πκι μέτρῳ και διά τούς μηνιαίους συντελεστάς άπορροής q_p , μέ μόνην τήν διαφοράν ότι ένταῦθα επειδή τό χρονικόν διάστημα έπιμήσεως αυτών είναι πολύ μικρότερον ή άναμενομένη άκρίβεια αυτών όσον να είναι κατά τι μεγαλύτερα.

Αντιθέτως πηγῶν εφαλμάτων δύναται ν' άποτελέσῃ τό γεγονός ότι - κατά τούς χειμερινούς ίδιῳ μήνας - μεγάλη βροχή ή πεσοῦσα τήν τελευταίαν ήμέραν του προηγουμένου μηνός, έμφανίζεται ως άπορροή του επομένου, άναστρέφουσα ούτως τείλει τήν εξέσει βροχών - άπορροών και των δύο υπ' όφιν μηνῶν.

Διά των άνωτέρω λόγον ένίοτε αι μηνιαία άπορροαί ενός μηνός εκφράζονται συναρτήσει των βροχών του υπ' όφιν μηνός και

του προηγουμένου ή περισσότερων προηγουμένων μηνῶν.

Ούτοι δ Schacklitsch διδει τόν ακόλουθον πίνακα των μηνιαίων άπορροών (εις χιλιοστά) του ποταμού Teigitsch είς τό έράγμα Langmann κατά παρατηρήσεις του Kesslitz.

| | | Μέσων εφάλμα(%) |
|------------|---|-----------------|
| Ιανουάριος | $h_u = -8,6 + 0,0704 h (vii \text{ έως } xii)$ | $\pm 10,0$ |
| Φεβρουάρ. | $= +6,7 + 0,0422 h (viii \text{ έως } I)$ | $\pm 7,7$ |
| Μάρτιος | $= 13,2 + 0,0721 h (x \text{ έως } III)$ | $\pm 14,1$ |
| Άπρίλιος | $= -2,7 + 0,118 h (ix \text{ έως } IV) - 1,42 t (II + III)$ | $\pm 13,5$ |
| Μάιος | $= +56 + 0,373 h (IV + V) - 4,38 t (III + IV)$ | $\pm 14,3$ |
| Ιούνιος | $18, + 0,20 h (V + VI)$ | $\pm 12,0$ |
| Ιούλιος | $-8,9 + 0,239 h (VI + VII)$ | $\pm 15,7$ |
| Αύγουστος | $-23,9 + 0,346 h (VII + VIII)$ | $\pm 19,1$ |
| Σεπτέμβρ. | $+ 3,9 + 0,25 h (VIII + IX)$ | $\pm 15,8$ |
| Οκτώβριος | $-20,3 + 0,233 h (VIII + IX + X)$ | $\pm 8,8$ |
| Νοεμβριος | $-14,2 + 0,165 h (VIII \text{ έως } XI)$ | $\pm 7,1$ |
| Δεκέμβρ. | $+ 8,2 + 0,167 h (X + XI + XII)$ | $\pm 17,3$ |

Είς τούς άνωτέρω τύπους h (ix έως IV) σημαίνει βροχήν πεσοῦσαν τούς μήνας Νοεμβριον, Δεκέμβριον, Ιανουάριον, Φεβρουάριον, Μάρτιον και Άπρίλιον, και h (viii + ix) σημαίνει τας βροχάς Αύγουστου και Σεπτεμβρίου. t (III + IV) σημαίνει τό άθροισμα των μέσων θερμοκρασιών Μαρτίου και Άπριλίου εις βαθμούς Κελσίου.

Σημειώτέον ότι ή διανομή των βροχών έδῶ υπόκειται εις τό ήπειρωτικόν κλίμα και επομένως αι μεγαλύτεραι βροχαί παρουσιάζονται τό θέρος.

Ο Σκλαβουνός, κατόπιν μελέτης των βροχών και άπορ-

ροών των ποταμών Κραθίδος και Βουραϊκού δίδει τους κατωτέρω μηνιαίους συντελεστές απορροής :

| | | | | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| Σ. | Ο. | Ν. | Δ. | Ι. | Φ. | Μ. | Α. | Μ. | Ι. | Ι. | Α. |
| 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,4 | 0,1 | 0,05 |

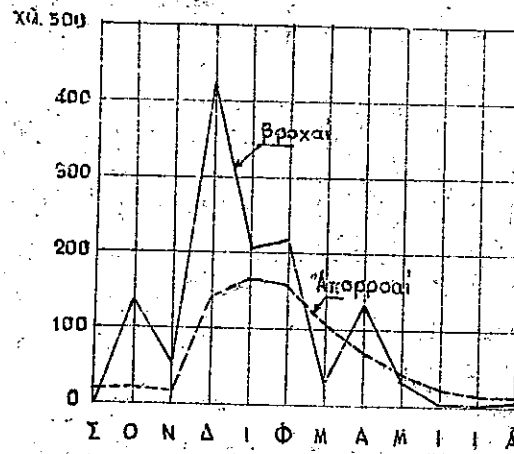
Δοθέντος ότι το βάρος των βροχών του έτους πέπτει με ταξύ των μηνών Δεκεμβρίου και Μαΐου είναι προφανές ότι ο έτησιος συντελεστής απορροής πλησιάζει τον αριθμόν 0,5.

Κατά την χρησιμοποίησιν τοιούτων απλών συντελεστών, μεγάλη προσοχή δέον να δίδεται εάν μεγάλοι βροχαί πέπτουν τας τελευταίας ημέρας, ενός μηνός, όποτε, ως έλεχθη, η απορροή αυτών θα εμφανίζηται τον έπόμενον μήνα.

Δοθέντος ότι αι μέσαι θερμοκρασίαι ώρισμένων μηνών (σημαπτικώς ένιοτε απέχοντων απ' άλλήλων) συμπίπτουν (ως λ.χ. Απριλίου και Οκτωβρίου ή Μαΐου και Σεπτεμβρίου κ.ο.κ.) ο συντελεστής μηνιαίων απορροών δύναται να έκφρασθή άκαλόγως των ομάδων των μηνών (θερμοκρασία και λοιπαί μετεωρολογικαί συνθήκαι) και του ύψους βροχής.

Είς τό εκήμα 245 δίδονται αι μηνιαία βροχαί και απορροαί δια πέντε Έλληνικά ρεύματα ένθα έκφαινεται η διάστα άφοτέρων των υδρολογικών τούτων μεγεθών έντος ενός έτους. Η έκταγωγή μηνιαίων συντελεστών απορροής ως έκφαινεται έκ των εκημάτων θα ήτο δυσχερής. Είς πολλάς περιπτώσεις οί συντελεσταί ούτοι θα ήσαν μεγαλύτεροι της μονάδος δοθέντος ότι είς πολλάς περιπτώσεις η απορροή ύπερβαίνει την βροχίν. Τούτο δύναται να άποδοσθ ή είς παρουσίαν χιονος έν τήξει ή είς πώσιν μεγάλης τινος βροχής τό τέλος του προηγούμενου μηνός ή τέλος είς παρουσίαν γεωλογικών και έδαφολογικών συνθηκών άμυνες παρουσιάζουσιν μεγάλην ικανότητα άποθηκείσεως των επιφανειακών υδάτων και έπιτρέπουσιν είς αυτά την έκροήν άρκετά βρα-

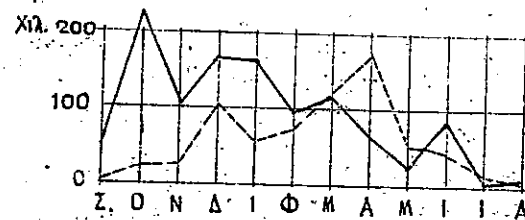
δυτερον. Έκ των κατωτέρω διαγραμμάτων έκφαινεται η δυσκολία ύπολογισμού μηνιαίων συντελεστών απορροής.



Βουραϊκός, 1940-41

F = 196,0 χμ² Βροχή : 1236,7

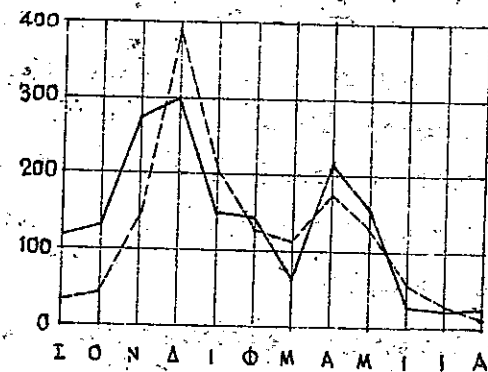
Άπορ. : 781,9



Ηλληνικός (Στεφανός) 1906-1907

F = 1450 χμ² Βροχή : 1192,0 χιλ.

Άπορ. : 695,0 "



Σχ. 245.

πολογισμού μηνιαίων συντελεστών απορροής.

Εύκολώτερον θα ήτο να λάβωμεν κανονικότερας σχέσεις βροχών-απορροών εάν λάβωμεν μέσους όρους των βροχών δυο ή τριών προχενεστέρων μηνών και των απορροών δι' ένα ή δυο μηνας.

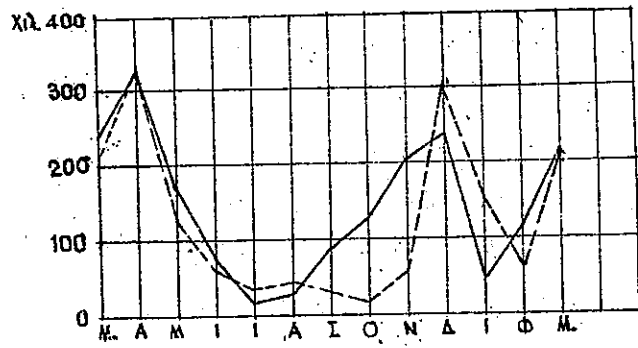
Είς τό εκήμα 246 δίδονται είς χιλιοστά αι βροχαί και απορροαί ένιων έλληνικών ρευμάτων είς ήμισθούσιν των αντίστοιχων μεγεθών του ύψους μινός και του προηγούμενου.

Είς τό εκήμα 247 δίδονται αι βροχαί (τοίς εκατόν του όλικού) δι' έ-

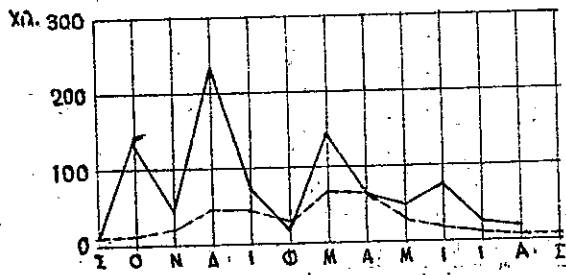
Άχελώος (Κρεμαστά) 1937-38

F ~ 3700 χμ² Βροχ. 1600 χιλ.

Άπορ. 1467 "



Άραχός (Άρτα) 1931-32.
 Βροχ. 1640. χιλ
 Άπόρ. 1414. "



Άλιιάκμων (Κόκοβα) 1938-39
 $F = 6181 \text{ Km}^2$ Βροχ. 898 χιλ
 Άπόρ. 364. "

Σχ. 245... Μηνιαία βροχαιά και άπορροαι εις Ελληνικά ρεύματα (ε.π.κ.)

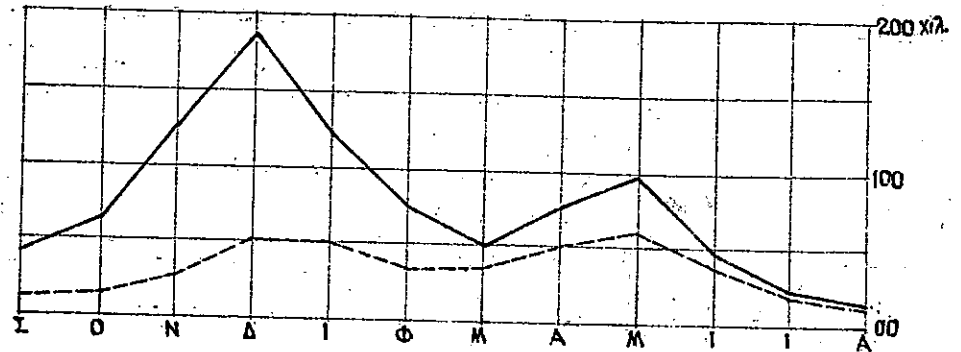
μηνιαίων μεταβολών. Δια κατασκευής αυτών ευρίσκομεν διαγράμματα αρκετά όμοια, πλησιάζοντα άλληλα και δύναμεθα να μελετήσωμεν τότε ώριωμένας πλευράς υδραυλικών έργων καθ' ίκανήν προσέγγισιν (βλ. και σχήμα 170 σελ. 222) ένθα εδόθησαν αι καμπύλαι διαρκείας μηνιαίων άπορροών.

Οι Wundt και Trassbach έμελέτησαν τας άπορροάς 38 ποταμών της Ευρώπης ζητούντες τά μέσον επίσης ισοώνχισιν διάσειράν έτών. Ούτοι έβασείθησαν εις τό γνωστόν διάγραμμα βροχίας

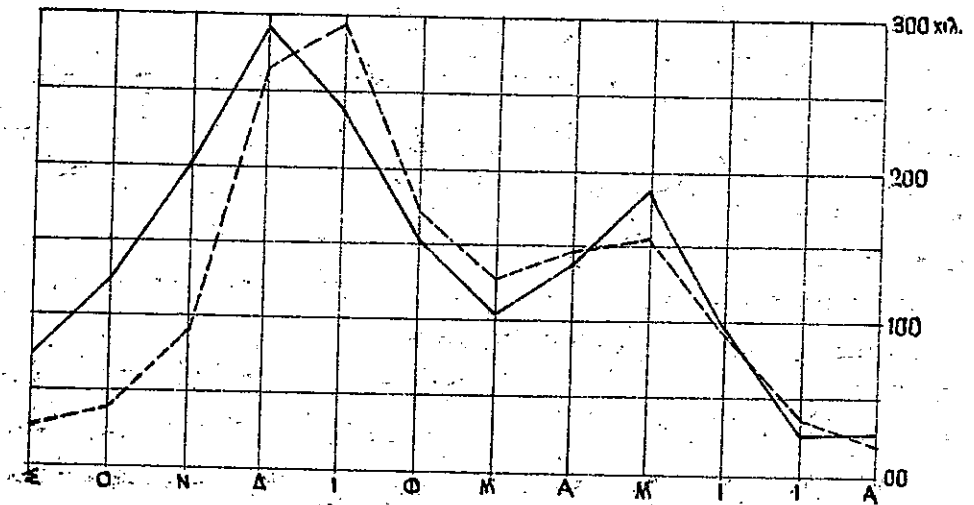
καετον μήνα και τών άμέσως προηγούμενου $[\frac{1}{2}(h+h_1)]$ και αι άπορροαι (ταίς έκατόν του όλικου) δι' έκαστον μήνα και τόν προηγούμενον αυτού: $[\frac{1}{2}(h_a+h_{a-1})]$.

Τέλος εις τό σχήμα (248) διδονται αι άθροιστικάί καμπύλαι των μηνιαίων βροχών (του τρέοντος και των δύο προηγούμενων $\frac{1}{3}(h+h_1+h_2)$ ώς και των μηνιαίων άπορροών εις έκατοστιαίαν αναλογίαν του τρέοντος και του προηγούμενου $(\frac{1}{2}(h_a+h_{a-1}))$.

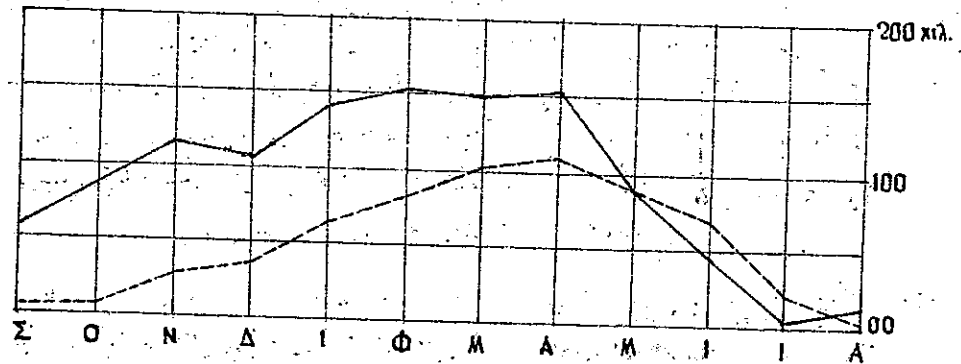
Άρκούντως βοηθήσικωτερον ετοιμασθαι άλλου αποτελούν αι καμπύλαι διαρκείας των



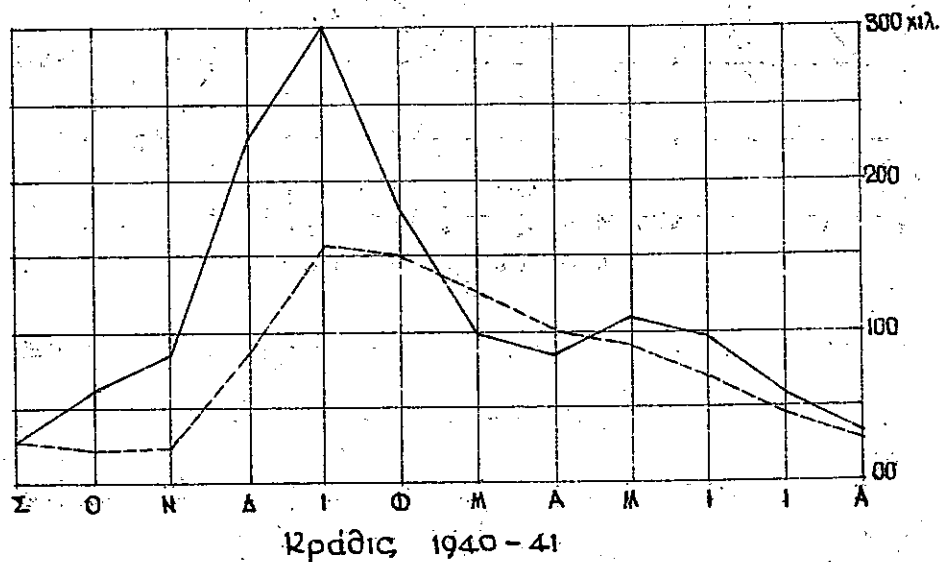
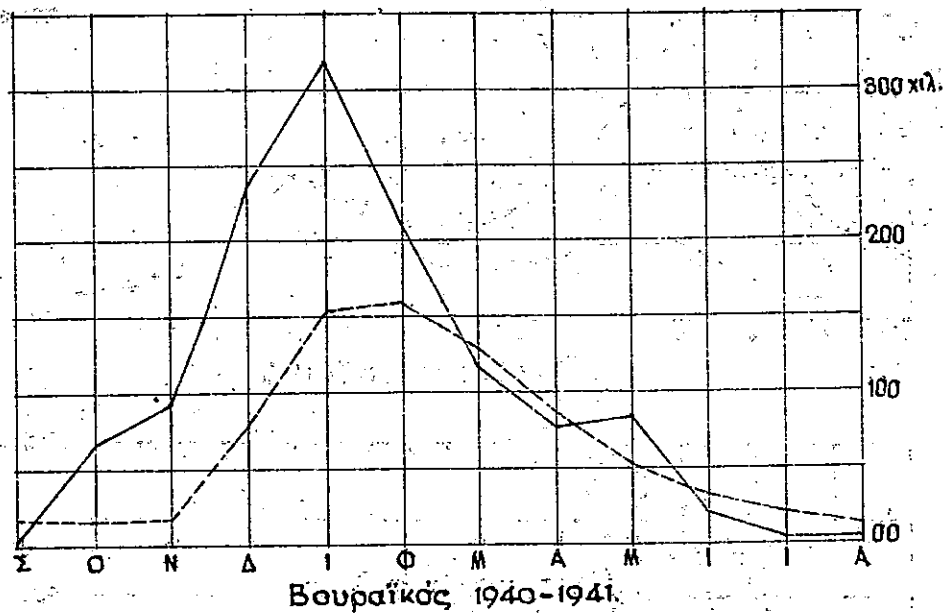
Άλιιάκμων 1937-1938



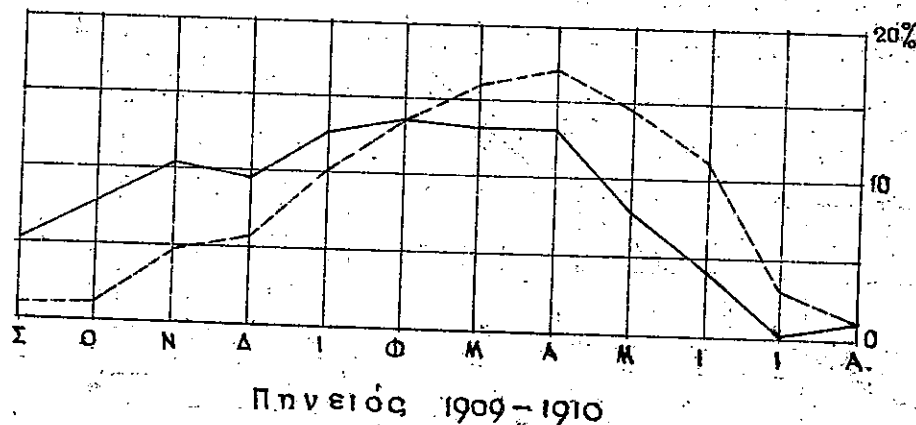
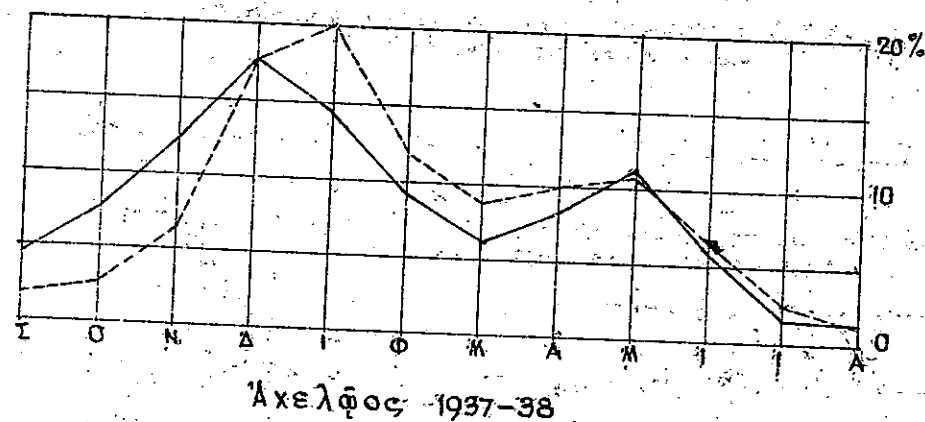
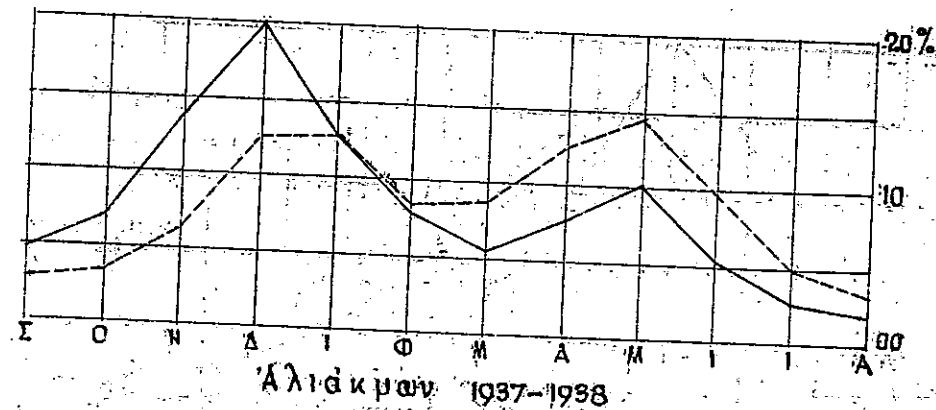
Άκελιώσ. 1937-1938.



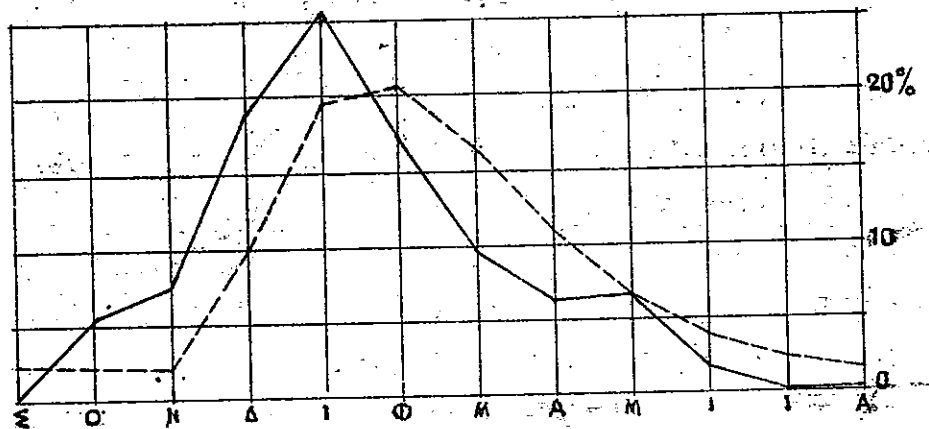
Πηνειός. 1909-1910.



Σχ. 246... Ημιόμβρισμα βροχών και απόρροων δύο συνεχών μηνών, εις χιλιοστά.

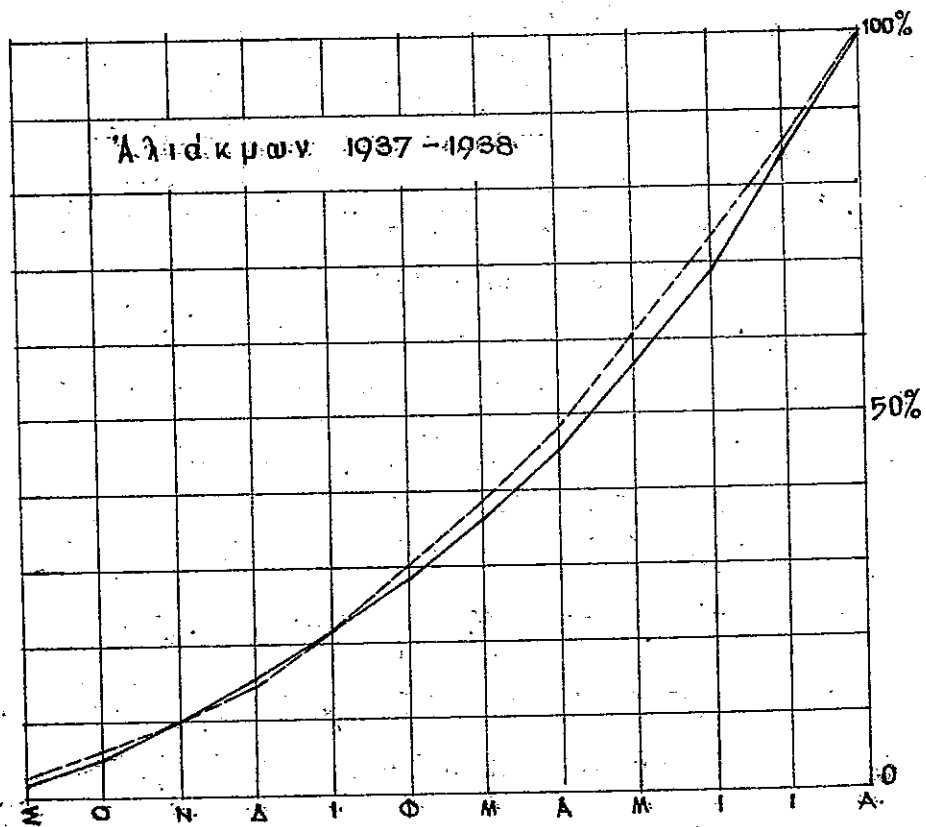


Σχ. 247.



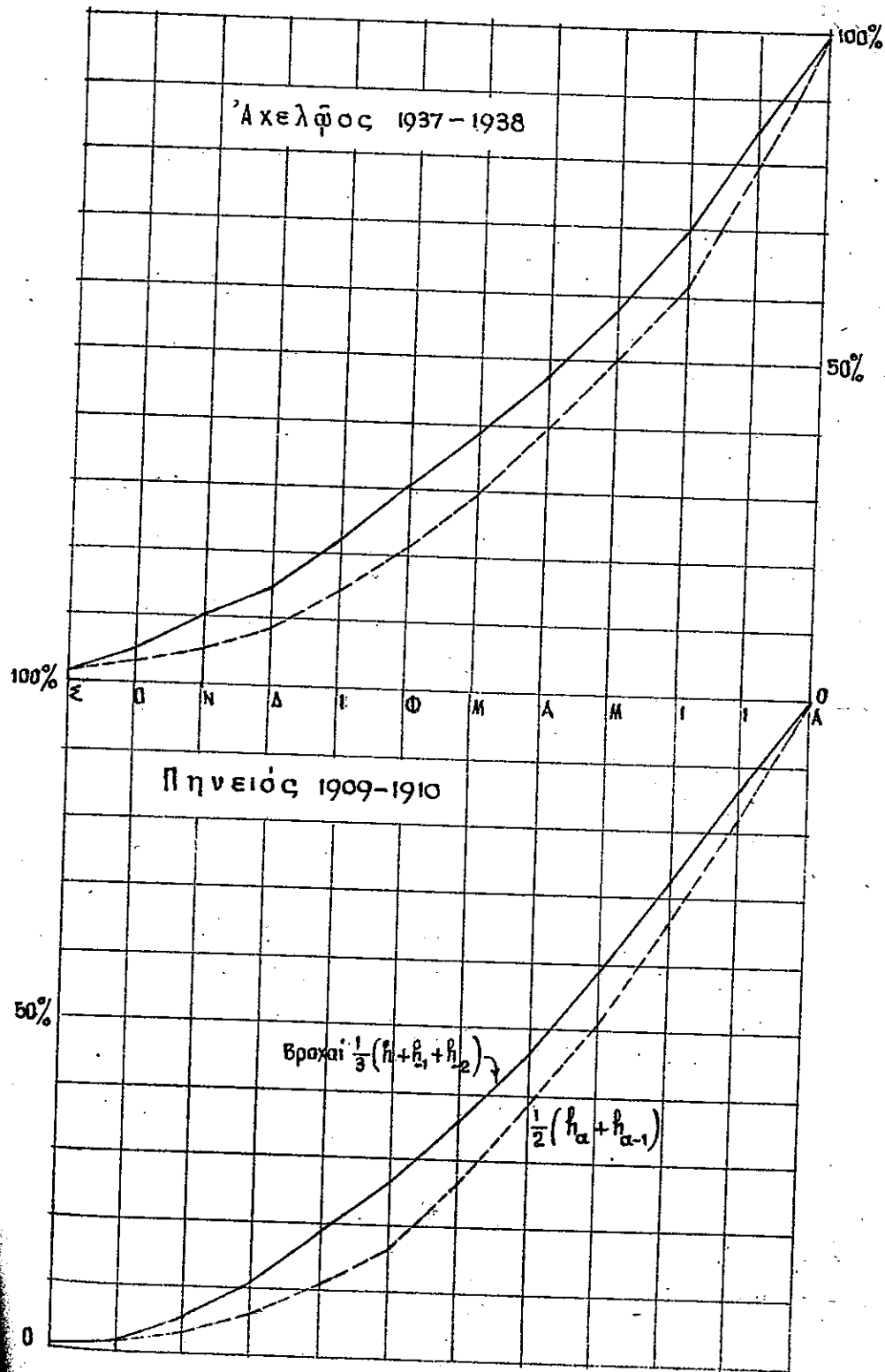
Βορραϊκός 1940-1941.

Σχ. 247. Ημερήσια βροχών και άποροών δύο συνεχών μηνών τούς εκατόν.

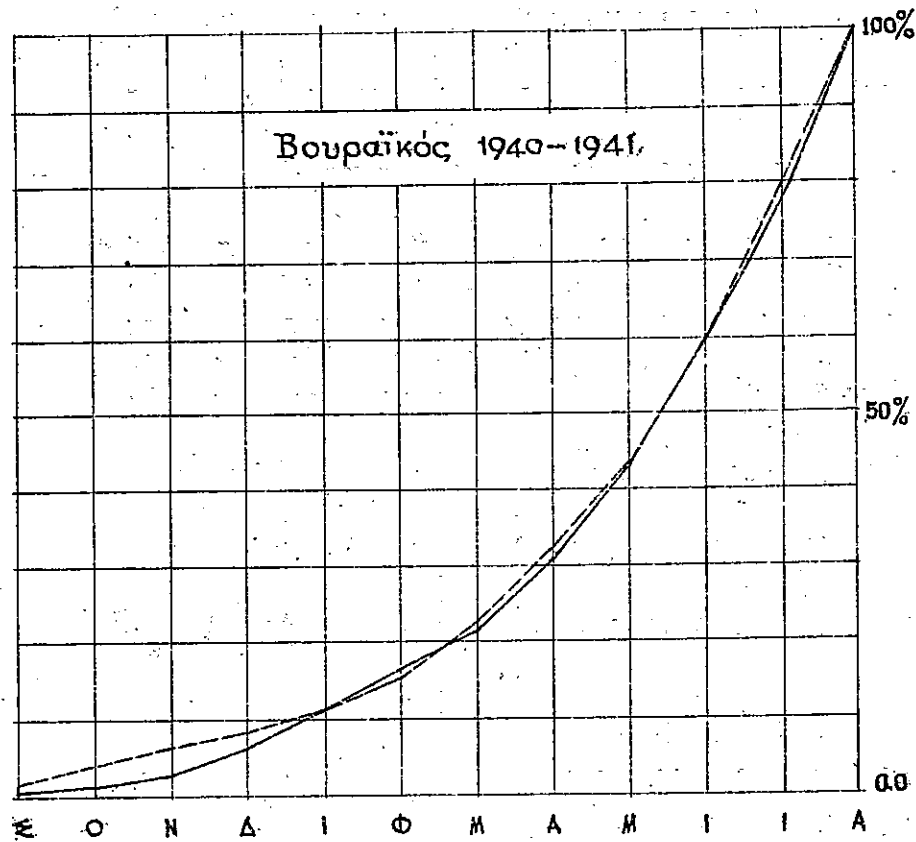


Άλιόκμων 1937-1938.

Σχ. 248



Σχ. 248.



Σχ. 248. Ημιάθροισμα άπορροών δύο συνεχών μηνών εις άθροιστικήν εκατοστιαίαν αναλογία συνάρτσει άθροίσματος τριών μηνών βροχών εις άθροιστικήν εκατοστιαίαν αναλογία.

άπορροής - διαπνοεξατμίσεως (βλ. εχῆμα 248), ὅπερ δίδεται διά τῆς ἐξισώσεως :

$$h = h_a + h_{\delta\epsilon} + (h_{\epsilon\pi} - h_{\epsilon\tau})$$

ὅπου h τὸ ὕψος βροχῆς, h_a τὸ ὕψος άπορροής, $h_{\delta\epsilon}$ τὸ ὕψος άπωλειῶν διαπνοῆς φυτῶν καὶ ἐξατμίσεως τοῦ ἐδάφους, $h_{\epsilon\pi}$ τὸ ἐντός τοῦ ἐδάφους διαπνόμενον ὕδωρ διὰ τὴν ἐπαναπλήρωσιν τῶν ἀπαιτήσεων αὐτοῦ εἰς ὕγρασίαν καὶ $h_{\epsilon\tau}$ τὸ ὑπὸ τοῦ ἐδάφους ἀποδιδόμενον ὕδωρ εἰς τὴν ἐπιφανειακὴν άπορροήν.

Ὁ ἄρος $h_{\epsilon\pi} - h_{\epsilon\tau}$ ἔχει θετικὸν σημεῖον ὅταν ἐπαναπληροῦνται τὸ ὑπέδαφος (Rückhalt, basin-recharge) καὶ ἀρνητικὸν σημεῖον ὅταν τοῦτο κενουῖται ἢ στραγγίζεται (Aufbrauch, basin-depletion).

Λοθέντος ὅτι εἰς τὸ τέλος ἐκάστου ὑδρολογικοῦ ἔτους ἰσχύει ἡ ἐξέσις :

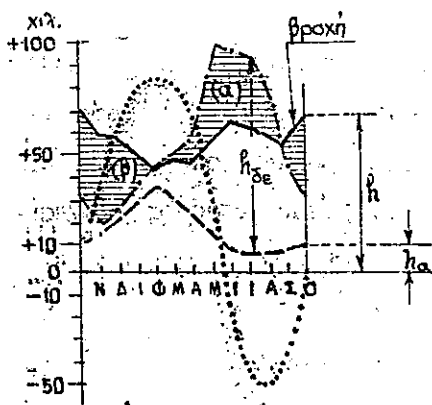
$$h = h_a + h_{\delta\epsilon}$$

Ἄρα πρέπει τὸ ἄθροισμα τῶν μηνιαίων ὀρων ἐπαναπληρώσεως καὶ ἐκκενώσεως τοῦ ἐδάφους νὰ ἰσοῦται μὲ μηδέν ἢ τῆς, δι' ἐν κανονικὸν ἔτος, ἄρα ἔχωμεν :

$$\sum_0^{12} (h_{\epsilon\pi} - h_{\epsilon\tau}) = 0$$

Εἰς τὸ εχῆμα 249 δίδεται τὸ ἰσοζύχιον τῶν μέσων παρατηρήσεων εἰς τὴν Ἰπικούανα (παρὰ τὸν σταθμὸν Παρισίων) διὰ τὴν πεντηκονταετίαν 1851-1900). Ἡ καμπύλη τῆς βροχῆς (παχεῖα γραμμὴ) ἀποτελεῖται ἀπὸ τὸ ἄθροισμα τῆς καμπύλης τῆς άπορροῆς (διακεκομμένη γραμμὴ) εἰς ἣν προστίθεται ἡ καμπύλη τῶν άπωλειῶν (μικτὴ γραμμὴ) καὶ ἀφαιρεῖται ἡ καμπύλη τοῦ ἐκκενουμένου ὕδατος $[-(h_{\epsilon\pi} - h_{\epsilon\tau})]$ (βλ. τμήμα α) ἢ προστίθεται ἡ καμπύλη τοῦ ἐπαναπληροῦντος τὸ ὑπέδαφος ὕδατος.

Ἡ ἀθροιστικὴ καμπύλη τῶν προσδαφαιρουμένων ποσοτή-



Σχ. 249. Μηνιαίον υδρολογικόν ισοζύγιον του Σηκουάνα ποταμού.

των $\left(\frac{Q_{\text{επ}}}{\rho A \Delta z} (h_{\text{επ}} - h_{\text{ετ}})\right)$ δίδεται δια της εφημεριδής γραμμής και κλείει εις τὸ τέλος τοῦ ἔτους (ἀθροισμὰ μηδέν).

Ἀνάλογοι καμπύλαι δὲν ἔχουσιν παρασκευασθῆ παρ' ἡμῶν, ὅμως νὰ ἀναμένωνται διάφοροι ἀπὸ τὴν ἀνωτέρω ἤτις ἀντιπροσωπεύει μᾶλλον ἠπειρωτικὸν κλίμα μὲ μεγάλην βροχὰς τὸ θέρος. Ἐν Ἑλλάδι εἰν αἱ βροχαὶ ὑποδέσμεν τοῦ αὐτοῦ μὲ τὰς εφημερινὰς ὑψους - ἐπιπτον τὸ θέρος, ὅποτε

καὶ ἡ ἐξάτμισις εἶναι μεγάλη, ὅα ἔπρεπεν νὰ ἀναμένωμεν πολὺ μικρότερας ἀπορροὰς πρὸς ἐκμετάλλεισιν (φράγματα ἀποθηκείσεως, πλώσεις, κ.τ.τ.) παρὰ ὑπὸ τὰς εφημερινὰς συνθήκας διαίτης.

Γ. Αἱ καθέκασται ἀπορροαὶ - Πλήμμυρα.

Ἀληθὴ εἰκόνα υδρογραφήματος ἑνὸς ποταμοῦ δύναμεθα νὰ λάβωμεν μόνον ἐκ τῶν συνεχῶν αὐτογράφων σταθμημέτρων δι' ἀνάγκης αὐτῶν μέσω τῆς καμπύλης στάθμης - παροχῆς.

Ἐπὶ τοῦ υδρογραφήματος αὐτοῦ πλέον ἀναγιγνωσκета ἡ διαίτα τῶν ἀπορροῶν ἀλλὰ καὶ αἱ κρίσιμαί τιμαὶ αὐτῶν ἢτοι αἱ αἰχμαὶ ἢ αἱ μέγιστα ἀπορροαί, ἢ πλήμμυρα, αἱ ἐλάχισται τιμαὶ ἢ ἔρηρασίαι καὶ αἱ μέσαι ἐπίσαι τιμαί.

Εἰς πλείστα ὅμως ρεῦματα - ἰδίᾳ ἐν Ἑλλάδι - δὲν ὑπάρχουν ἀντίγραφα σταθμημέτρου, οὐδὲ καν σταθμημετρικαὶ πῆλεις, ἢ καὶ ὅπου ὑπάρχει ἓν ἐκ τῶν δύο ἢ λειτουργία ἐπεκτείνεται εἰς μικρὸν χρονικὸν διάστημα ὥστε νὰ μὴ καλύπτει τὰς μέγιστας τιμὰς τῶν αἰχμῶν ἢ τὰς ἐλάχιστας τιμὰς τῆς ἔρηρασίας (διὰ ὑδροκίαν πα-

ρατηρίεων περισσότερῶν ἔτων).

Διὰ πολὺν χρόνον εἰσέτι ὄθεν οἱ μελετηταὶ υδραυλικῶν ἔργων ὁμῶς καταφεύχον εἰς ἐμπειρικάς ἢ θεωρητικὰς μεθόδους πρὸς ὑπολογισμὸν τῶν κρίσιμων τιμῶν τῶν υδρογραφήματων συναρτήσῃ τῶν βροχῶν ὅπως γίνεταί τοῦτο διὰ τὰς μέσας ἐπεισῆς ἢ μηνιαίας τιμὰς. Ἐγγυτέρα μελέτη τῶν υδρογραφήματων ἀποδεικνύει ὅτι αἱ αἰχμαὶ ἢ πλήμμυρα προέρχονται κυρίως ἀπὸ συνεχεῖς ἰσχυρὰς βροχὰς ἐνισχυομένης ἀπὸ πῆξιν χιόνος ὅπου αὐτὴ ὑπάρχει, πιπτούσας κυρίως ἐπὶ κεκορεσμένον ἔδαφος.

Εἶναι εὐνόητον ὄθεν ὅτι πλὴν τῶν καθαρῶς ἐμπειρικῶν τύπων, κατεβλήθη προσπάθεια συσχετίσεως βροχῶν καὶ ἀμέσων ἐξ αὐτῶν ἀπορροῶν διὰ πολλῶν μεθόδων, ἐξ ὧν τινες εἶναι λίαν ἀξιολόγοι.

1. Ἐμπειρικοὶ τύποι.

Εἰς προηγούμενον κεφάλαιον ἐδόθη ἤδη ἀριθμὸς ἐμπειρικῶν τύπων διὰ τὸν ὑπολογισμὸν τῆς μέγιστης δυνατῆς τιμῆς τῆς ἀπορροῆς ἀμβροδύσχων λεκανῶν ἐπὶ τῇ βάσει τῆς ἐκτάσεως καὶ μόνον τῆς λεκάνης (βλ. κεφ. IV, Γ, 2. σελίς κ.ε.ε.).

Ἡδὴ ἐπιζητούμεν τὴν μέγιστην τιμὴν τῆς ἀπορροῆς συναρτήσῃ καὶ τοπικῶν υδρολογικῶν στοιχείων.

α) Ἡ Ἀυστριακὴ υδρολογικὴ Ὑπηρεσία δίδει τὸν τύπον:

$$(2) Q = a \left(\frac{h_{\text{α}}}{3600} \cdot 10^3 \cdot 25 + \frac{h_{\text{β}}}{86400} \cdot 10^3 (A - 25) \right)^{3/5} \frac{h}{A} \text{χιλ. κμ}^2$$

α. ἐκ τῶν πινάκων τοῦ Iszkowski ἢ ἐκ τοπικῶν παρατηρήσεων.

$$E = 121 \text{ κμ}^2 \quad h_{\text{α}} = 58 \quad h_{\text{β}} = 62 \text{ χιλ.} \quad a = 0,72 \quad \text{max } Q = 340 \text{ m}^3/\text{sec.}$$

β) Τύπος Iszkowski.

$$(1) Q = 10^3 \cdot c \cdot m \cdot h \cdot A \text{ m}^3/\text{sec}$$

εἰδοὶ ἡ ἐπίσειον ὕψος βροχῆς εἰς χιλ/εὶ
καὶ A λεκάνη εἰς κμ².

Ἐνταῦθα ὁ μὲν συντελεστὴς m εἶναι συναρτήσει τῆς ἐκτάσεως

της λεκάνης, ο δε συντελεστής C εξαρτάται ως και εἰς τὸν τύπον 7 ἐκ τῆς διαμορφώσεως τοῦ ἐδάφους ἀλλὰ καὶ γενικώτερον τῆς φύσεως αὐτοῦ ὥστε νὰ κατατασσόνται εἰς τέσσαρας ὁμάδας ἀκολουθίας :

| | Ο μ α δ ε ς | | | |
|---------------------------------------|-------------|-------------|-----------|-----------|
| | I | II | III | IV |
| Πεδιάδες..... | 0,017 | 0,030 | — | — |
| Κοιλώματα καὶ ὑψίπεδα... | 0,025 | 0,040 | — | — |
| Πεδινολοφώδεις περιοχαί... | 0,030 | 0,055 | — | — |
| Ὀμαλοὶ λόφοι..... | 0,035 | 0,070 | 0,125 | — |
| Ἡμισφαινοὶ ἢ ἰσχυροὶ λόφοι... | 0,04 | 0,082 | 0,155 | 0,400 |
| Ἐλαφρῶς ὄρεινά ἐδάφη..... | 0,045 | 0,10 | 0,190 | 0,450 |
| Ὀρεινά ἐδάφη..... | 0,05 | 0,120 | 0,225 | 0,500 |
| Μεγάλα ὄρη..... | 0,055 | 0,140 | 0,290 | 0,55 |
| Υψηλά ὄρη ἀναλόγου κλίσεως αὐτῶν..... | 0,06—0,08 | 0,160—0,210 | 0,36—0,60 | 0,60—0,80 |

Ὅπου αἱ ὁμάδες I ἕως IV περιλαμβάνουν τὰς ἀκολουθίας κατηγορίας ἐδαφῶν :

Ὀμάς I. Δι' ὅλας τὰς κλίσεις ἀλλὰ διὰ διαπερατὰ ἐδάφη μὲ κανονικὴν φυτεῖαν ἢ διὰ μικτὰ ἐδάφη, μὲ ἀφθονὸν βλάστησιν ἢ δι' ἀγρούς.

Μέχρι ἐκτάσεως $A = 4000 \text{ κλμ}^2$ καὶ διὰ μικρὰς λεκάνας μὲ ὑψηλὴν εἰσάμμιν ὑπογείων ὑδάτων δίδει μικρὰς ἀπορροάς. Δεῖν ὅθεν νὰ ἐφαρμόζεται μέχρι $A = 1000$ ἢ δευτέρα ὁμάς, καὶ δι' $A = 1000 - 4000 \text{ κλμ}^2$ συνδυασμός τῆς I καὶ II ὁμάδος.

Ἡ ὁμάς I ἰσχύει δι' $A < 1000$ μόνον διὰ λίαν διαπερατὰ ἐδάφη.

Ὀμάς II. Δι' ἐδάφη μικτῆς ευστάσεως μὲ κανονικὴν βλάστησιν εἰς λοφώδεις καὶ ὄρεινὰς περιοχὰς ἢ εἰς ὀλιγώτερον διαπερατὰ ἐδάφη μὲ κανονικὴν βλάστησιν εἰς τὰς πεδιάδας καὶ ὄμαλας κυματοειδεῖς ἐκτάσεις. Διὰ μεγάλας ἀνωμαλίας τοῦ ἐδάφους δι' A μέχρι 150 κλμ^2 ἐφαρμόζεται ἡ ὁμάς III, δι' $A = 150 - 1000 \text{ κλμ}^2$ συνδυασμός τῶν ὁμάδων II καὶ III, καὶ διὰ μεγαλυτέρας ἐκτάσεως ἡ ὁμάς II.

Ὀμάς III. Δι' ἀδιαπέρατα ἐδάφη μὲ κανονικὴν βλάστησιν εἰς ἀποτομώτερα λοφώδη καὶ ὄρεινά ἐδάφη μέχρις ἐκτάσεως $A = 5000 \text{ κλμ}^2$. Δι' $A = 5000 - 12000 \text{ κλμ}^2$ συνδυασμός τῶν ὁμάδων II καὶ III, δι' $A > 12000$ ἡ ὁμάς II ἢ συνδυασμός I καὶ II. Διὰ μικρὰς ἐκτάσεις μὲ ἰσχυροτέρας κλίσεις ἕως $A = 50 \text{ κλμ}^2$ ἐφαρμόζεται ἡ ὁμάς IV καὶ δι' $A = 50 - 300 \text{ κλμ}^2$ συνδυασμός III καὶ IV.

Ὀμάς IV. Διὰ πολὺ ἀδιαπέρατα ἐδάφη μὲ σπανίαν ἢ οὐδεμίαν βλάστησιν καὶ ἀποτόμους κλιτεῖς.

Ὁ συντελεστής m εξαρτῶμενος μόνον ἐκ τῆς ἐκτάσεως τῆς λεκάνης δίδεται ὑπὸ τοῦ Iszkowski διὰ τοῦ κατωτέρω πίνακος :

| A | m | A | m | A | m |
|-----|--------|-------|-------|---------|-------|
| 1 | 10.000 | 700 | 5,35 | 20.000 | 2,909 |
| 10 | 9,5 | 1000 | 4,70 | 40.000 | 2,693 |
| 20 | 9,0 | 1400 | 4,32 | 70.000 | 2,365 |
| 30 | 8,5 | 1800 | 3,96 | 100.000 | 2,050 |
| 50 | 7,95 | 2000 | 3,775 | 120.000 | 1,920 |
| 70 | 7,60 | 2,500 | 3,613 | 160.000 | 1,65 |
| 90 | 7,43 | 3,000 | 3,45 | 180.000 | 1,425 |
| 100 | 7,40 | 4,000 | 3,25 | 200.000 | 1,350 |

| A | m | A | m | A | m |
|-----|------|--------|-------|---------|-------|
| 150 | 7,10 | 5.000 | 3,125 | 225.000 | 1,175 |
| 200 | 6,87 | 6.000 | 3,103 | 250.000 | 1,000 |
| 250 | 6,70 | 7.000 | 3,082 | | |
| 300 | 6,55 | 8.000 | 3,06 | | |
| 400 | 6,22 | 9.000 | 3,038 | | |
| 500 | 5,90 | 10.000 | 3,017 | | |

Επί πλέον ο Iszkowski δίδει διά την εξαιρετικήν παροχήν Επρασίας (κ.κ.γ) και την κανονικην κατωτάτην σταθμην τας ακόλουθους τιμάς:

$$Q_{κ.κ.γ} = 0,2 \cdot \gamma \cdot Q_{\mu}$$

$$Q_{κ.γ} = 0,4 \gamma \cdot Q_{\mu}$$

Ενθα Q_{μ} η μέση ετήσια απόρροη η διδόμενη εις τον τύπον 7ης προηγουμένης παραγράφου (ΣΑ) ο δε συντελεστής γ δίδεται διά του ακόλουθου πίνακος:

Πίναξ προσδιορισμού του γ.

| Ι. α | γ = 1 | Μέσας τιμάς εδαφών με κανονικον βλάστησιν | |
|------|---------|---|---|
| β | 1,5 | Εις τα διά λιμνών διευθετούμενα ρεύματα | |
| γ | μέχρι | 0,4 | δι' εδάφη ως επί το πολύ διαπερατά και ολίγας βλαστήσας |
| | | 0,8 | δι' εδάφη ως επί το πολύ διαπερατά με περισσότεραν βλάστησιν. |
| δ | 1-1,5 | εις εδάφη αδιαπερατά χθαμαλών εκτάσεων | |
| ε | 0,8-0,5 | εις εδάφη αδιαπερατά λασαδών εκτάσεων, ελαττωμενον συν τη ελάττωσει των φυτειών | |
| στ | 0,6-0,3 | ως εν ε) άλλα εις όρη και μικρά ρυάκια κατερχόμενα μέχρι μηδενος. | |

2. α) δια $E \leq 200 \text{ κιλ}^2$ και πολλήν βλάστησιν το ανωτέρω γ δεον να αυξάνεται κατά 25%.
- β) δια $200 < E < 20000$ μένει το γ αμετάβλητον.
- γ) " $20000 < E < 50000$ το γ ν' αυξάνη κατά 0-15%
- " $50000 < E < 100000$ " " " " 10-50%
- " $100000 < E < 200000$ " " " " 50-100%

3. Όσον η διανομή των βροχών είναι κανονικωτέρα τόσον μεγαλείτερον λαμβάνεται το γ, και δύναται εις κλίματα θαλάσσια να αυξηση μέχρι 50%.

γ) Ο Passenti δίδει διά την μεγίστην παροχήν τον τύπον:

$$(3) \quad Q_{\text{max}} = \frac{C \cdot h}{L} \left(A_0 + \frac{A_{\pi}}{3} \right) \quad (m^3/\delta\lambda\omicron\nu)$$

Ενθα η το ύψος βροχής του εικοσιτετραώρου εις χιλιοστά A_0 και A_{π} η όρεινή και πεδινή έντασις της λεκανης εις κλμ², L το μέγιστον μήκος της λεκανης εις χιλιόμετρα και C συντελεστής κυμαινόμενος από 0,600-0,800 ανάλογως των συνθηκών έκροης.

Διά Έλληνικας συνθηκας δεν υπάρχουν τοιούτοι τύποι. Κατωτέρω δίδεται πίναξ των ειδικών απόρροων αίτινες εσημείωθησαν εις διάφορα ρεύματα της πεδιάδος Θεσ/κης κατά την πλήμμυραν 9-12 Δεκεμβρίου 1935 (εξ ανεκδότων στοιχείων Α. Σίνου).

Εις τον πίνακα περιλαμβάνονται και αι μέγιστα παροχαι επί τη βάσει των οποίων υπελογίσθησαν τα έργα της πεδιάδος.

Μέγιστα υπολογισθείσαι παροχαί πλημμυρών των χει-
μαρρών και ποταμών της πεδιάδος Θεσ/κης
κατά τις 9-12 Δεκεμβρίου 1935.

| Ρεῦμα | Επιφάνεια ἀπορροῆς km ² | Ἀρχικὴ ἀπ- φθεῖσα πα- ροχὴ (εἰς με- λέτην καὶ ἐκτέλεσιν) m ³ /sec | ὑπολογισθεῖ- σα παροχὴ (ἐκτιμηθεῖ- σα ἀπὸ ἐπι- τύπου στοι- χείου) | Εἰδικὴ ἐκ- ροή (ἀνά km ² καὶ ὄλιον) | ἡμερομην. |
|---|--|---|--|---|-----------|
| 1) Ἄξιός (εἰς πίν. στενὴν καί- την ἐξόδου) | 22237 | 3500 | 2445 | 0,09 | 11-12-35 |
| 2) Ἀλιάκιον (Μόλοβου) 8795 | 3448 | 4040 | 0,46 | 0,46 | 10-12-35 |
| " (Κόκοβα) 6570 | 2158 | 3300 | 0,50 | 0,50 | " " " |
| 3) Περιφερειακὴ διώρυξ : | | | | | |
| ἐτόμιον ἐκροῆς | 2021 | 1572 | 11,75 | (0,58) | " " " |
| " εἰροῆς | 1409 | 1198 | 840 | (0,595) | " " " |
| 4) Μογλενίτσα..... | 999 | 1085 | 850 | 0,85 | " " " |
| 5) Δυτικῶς Μογλενίτσης..... | 65 | — | 130 | 2,00 | 9 " " |
| 6) Γαλλικός..... | 1000 | 700 | 635 | 0,635 | " " " |
| 7) Βόδας..... | 262 | 367 | 285 | 1,09 | " " " |
| 8) Ἀγιάκ..... | 260 | 140 | 173 | 0,665 | 10-12-35 |
| 9) Ἀγὰ Ντερέ..... | 166 | 350 | 635 | 3,82 | " " " |
| 10) Ἀραπίτσα } 11) Καλέ Μαρέκα } | 170 | 349 | 152 } 110 } 262 | 1,54 | " " " |
| 12) Σελιμλή..... | 93 | 80 | 112 | 1,20 | 10-12-35 |
| 13) Τειναρλή..... | 56 | 85 | 59 | 1,055 | " " " |
| 14) Τσεκρέ..... | 40 | 65 | 51 | 1,275 | " " " |
| 15) Ἰκρόπ..... | 52 | — | 180 | 3,46 | " " " |
| 16) Κούτικας..... | 66 | | 125 | 1,89 | " " " |

Ἐν τῇ εἰδικῇ βιβλιογραφίᾳ εὐρίσκεται πλήθος τοιού-
των ἐμπειρικῶν τύπων, οἵτινες εἶναι ἐξαχόμενα μετρήσεων
εἰς καθορισμένας ὑδρολογικὰς λεκάνας καὶ ἰσχύουσιν ὑπὸ τῆς αὐ-
τῆς γεωλογικῆς καὶ μετεωρολογικῆς συνθήκας ὡς καὶ συν-
θηκῆς βλαστήσεως.

Ἡ μεταφορὰ αὐτῶν εἰς ἄλλας λεκάνας δίδει ἀπο-
τελέσματα μεγαλῶς διαφέροντα μεταξὺ των καὶ παύον-
τα ἐπομένως νὰ ἔχουν οἰανδήποτε ἀξίαν.

Αἱ καταπληκτικαὶ διαφοραὶ ποὺ δίδονται ὑπὸ
τοῦ τύπου τοῦ Iszkowski ἐξηγοῦν ἀκριβῶς τὸ φαινόμενον τοῦτο
[c = 0,017-0,85(!)] καὶ εἰδοποιοῦν τοὺς τεχνικούς ὅτι βασικὸν
θεμὰ παραμένει ὁ καθορισμὸς ὅλων ἐκείνων τῶν στοιχείων
τῆς λεκάνης ἐξ ἧν θὰ δύναται νὰ υπολογισθῇ ἡ ὑδρολογικὴ
δίαιτα αὐτῆς ἐκ τῆς πορείας τῶν μετεωρολογικῶν φαινομέ-
νων.

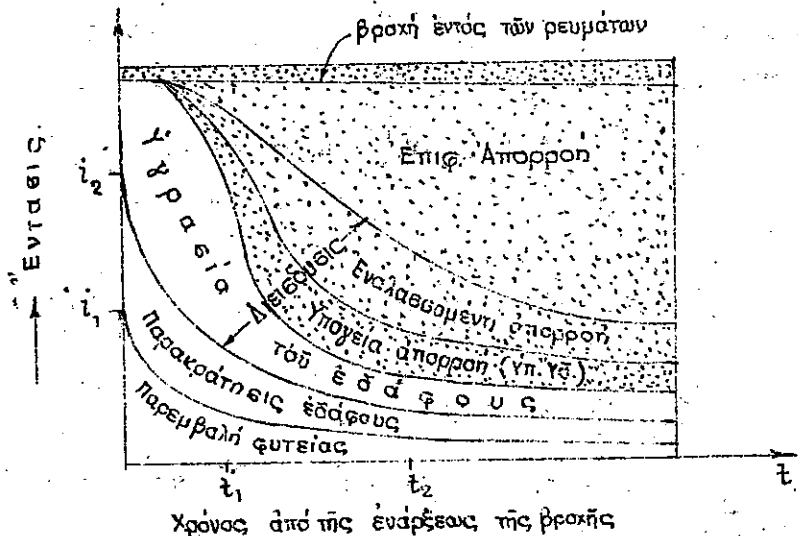
2. Γενικὴ θεωρητικὴ ἐρευνα.

Πρὶν ἢ ἐκτεθῶσιν αἱ μέχρι σήμερον εορφαῶτεροι ἐκτε-
θεῖσαι μέθοδοι ὑπολογισμοῦ τῶν ἀπορροῶν ἐκ τῶν βροχῶν
ἐκσπῆμον θὰ ἦτο νὰ ἀνακεφαλαιωθῶν τὰ προηγουμένως λεχθέν-
τα ἐν τῇ συνόλῳ των ἵνα δοθῇ πλήρης εἰκὼν τῶν φαινομένων
τῆς κυκλοφορίας τοῦ ὕδατος ἐπὶ τῆς γῆς.

Εἰς τὸ ἐκτὸν 250 δίδεται ἐπιτυχῆς γραφικὴ παράστα-
σις ἐντάσεως τῶν διαφορῶν κατὰ μέρος ὑδρολογικῶν στοιχείων
συναρτήσεως τοῦ χρόνου ἀπὸ τῆς ἐκάρξεως τῆς βροχῆς.

Ἡ ἐστιγμένη ἐπιφάνεια παριστᾷ τὸ τμήμα ἐκεῖνο τῆς βρο-
χῆς ὅπερ τελικῶς δύναται νὰ καταγραφῇ ὡς ἀπορροή ἐς σταθ-
μημετρον κατὰ τὴν μελετωμένην λεκάνην. Βροχὴ ἐντάσεως \bar{t} , καὶ
διάρκειας \bar{t} , εἶναι δυνατόν νὰ μὴ δώσῃ αὐδεμίαν ἀπορροήν,
ἀπορροφουμένη ὑπὸ τοῦ ἐδάφους καὶ τῆς φυτείας. Βροχὴ δια-

κείας t_2 και έντασης i_2 εξ άλλου είναι δυνατόν να δώση
 ικανή απορροή. Διά βροχήν σταθεράς έντασεως και μακράς



Σχ. 250. Διάγραμμα των υδρολογικών στοιχείων
 (Linsley, Kohler & Raubtus)

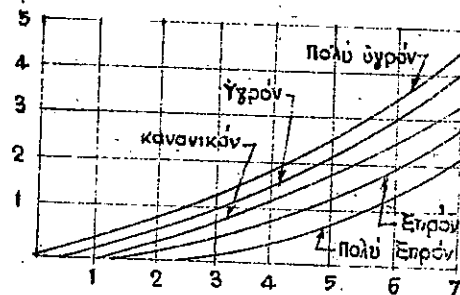
διαρκείας η απορροή αρχεται εκ του μηδενός συνεχώς αυξανου-
 σα και δύναται να φθάση ενα ωρισμένον ποσοστόν, σχετικώς
 σταθερόν, της πιπτούσης βροχής. Το ποσοστόν τούτον ως και η
 όλη απορροή εξαρτώνται από την έντασιν της βροχής.

Η τιμή της εναλασσομένης απορροής (ήτις παρου-
 σιάζεται είτε ως επιφανειακή είτε ως υπογεία απορροή) είναι
 άσταθής και καταλήγει εις θεμα καθαρόν όρολογίας.

Εάν χωρίσωμεν από όλα τα ήδη των υδάτων, εις α με-
 τατρέπεται η βροχή, την επιφανειακήν απορροήν τα υπόλοι-
 πα δυνάμεθα να χαρακτηρίσωμεν υπό το γενικόν χαρακτηρι-
 σμόν " έπαναπλήρωσις της λεκάνης " (βλ.
 και άνωτέρω σ. 272, 273.) διότι πράγματι όσον να καλυφθώσιν ό-
 λαι αι ανάγκαι αυταί μιας λεκάνης ίνα αυτή θεωρηθῆ πλη-
 ρωθείσα και να αρχίση μετά ταύτη να αποδίδη συνεχῆ έλευ-

θεραν επιφανειακήν απορροήν.

Από πρακτικῆς πλευράς όθεν η απορροή εκφράζεται
 συναρτήσει του ύψους της βροχής, (ως τούτο εχένετο ήδη εις
 την άνωτέρω παράγραφον) η συναρτήσει του ύψους της βρο-
 χῆς και της περιεκτικότητος εις υγρασίαν (βλ. λ.χ. σχή-
 μα 251) η συναρτήσει της βροχής και άκωπληρώσεως της λε-
 κάνης.



Σχ. 251. Απορροή συναρτήσει
 βροχής και υγρασίας έδα-
 φους

Όμοίως, δι ωρισμένα
 τουλάχιστον κλίματα, η απορ-
 ροή διόεται ως συνάρτη-
 εις της βροχής και της
 εξατμίσεως του έδαφους, έν-
 θα αυτή υπολογίζεται ίση
 με 99/100 της άπωλείας υ-
 γρου εξατμιδομέτρου (εξα-
 τμίσεως ύδατος).

Πρός εγχύτερον υπο-
 λογισμόν της υπάρχουσας, κατά την έναρξιν μιας βροχής, υγρα-
 σίας του έδαφους, χρησιμοποιείται ένιοτε ο " δείκτης της
 προηγηθείσης βροχής. Ο δείκτης ούτος διόεται συνήθως υπό
 του τύπου:

$$P_a = b_1 h_1 + b_2 h_2 + b_3 h_3 + \dots + b_t h_t$$

ένθα h_t το ύψος βροχής πρό t ημερών, και b_t σταθερά διά την
 ημέραν εκείνην.

Συνήθως ο συντελεστής b_t λαμβάνεται ίσος, προς $1/t$
 ήτοι διά βροχήν ύψους h_3 πεσοῦσαν πρό 3 ημερών ο δείκτης
 είναι $1/3$ κ.ο.κ.

Ένιοτε τίθεται $b_t = kt$ ένθα k είναι μία σταθερά. Τό-
 τε ο δείκτης της προηγηθείσης βροχής διά t ημέρας θα ίσού-

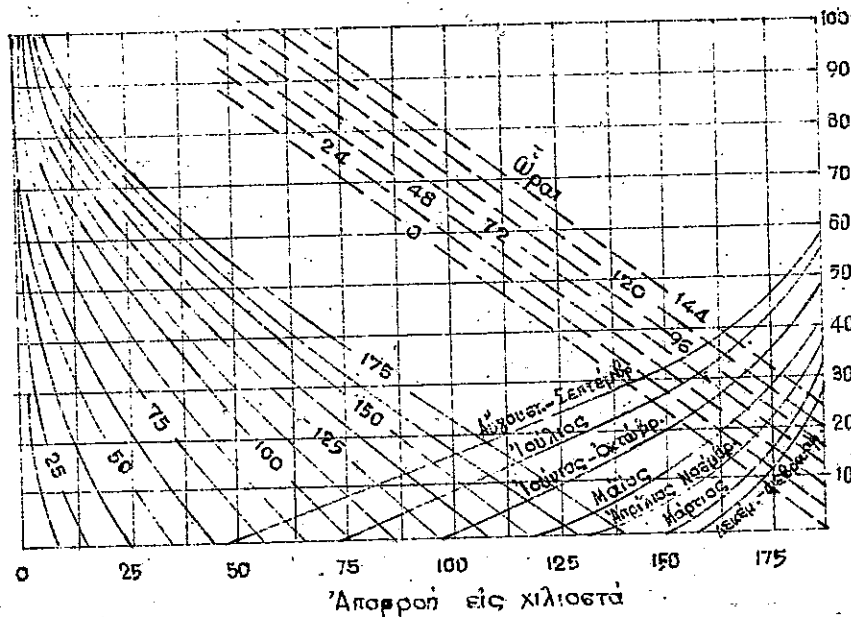
ται μέ...

$$P_{at} = P_{ao} k^t$$

και εαν t=1 ημέρα

$$P_{a1} = k \cdot P_{ao}$$

ητοι ο δείκτης οιαδηποτε ημερας (P_{ai}) ισυται με τον της προηγουμενης (P_{ao}) πολλαπλασιαζομενον επι k. Ο συντελεστης ουτος δια τας Η.Π.Α. ευρεθη κυμαινόμενος από 0,76 ÷ 0,94. Εις το σχημα 252 οιδεται τροπος υπολογισμου της απορροης συναρτησει: του δεικτου της προηγυεισης βροχης, του μηνος καθ'ην ζητειται η απορροη της διαρκειας της πεσουσης βροχης και του υψους αυτης (Μετεωρολογικη υπηρεσια Η.Π.).

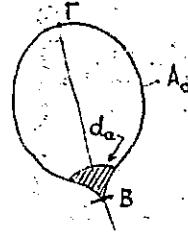


Σχ. 252. Υπολογισμός απορροης συνεπεία προγενεστερων βροχων και της πεσουσης.

3. Η κινηματικη θεωρια.

Η γενικη αυτη θεωρια, καλουμενη ενιςτε και ορθολογι-

ετικη, βασιζεται εις την αρχην οτι η απορροη εκ μιας λεκανης A₀ εις το σημειον B του ρευματος, αρχεται εχεδον ταυτοχρονας με την βροχην οποτε απορρει το απειροστον τμημα της λεκανης da και τελειωνει οταν η τελευταια βροχη η πεσουσα εις το πλεον απομεμακρυσμενον σημειον Γ της λεκανης φθασει εις το σημειον B οποτε παυει και η απορροη.



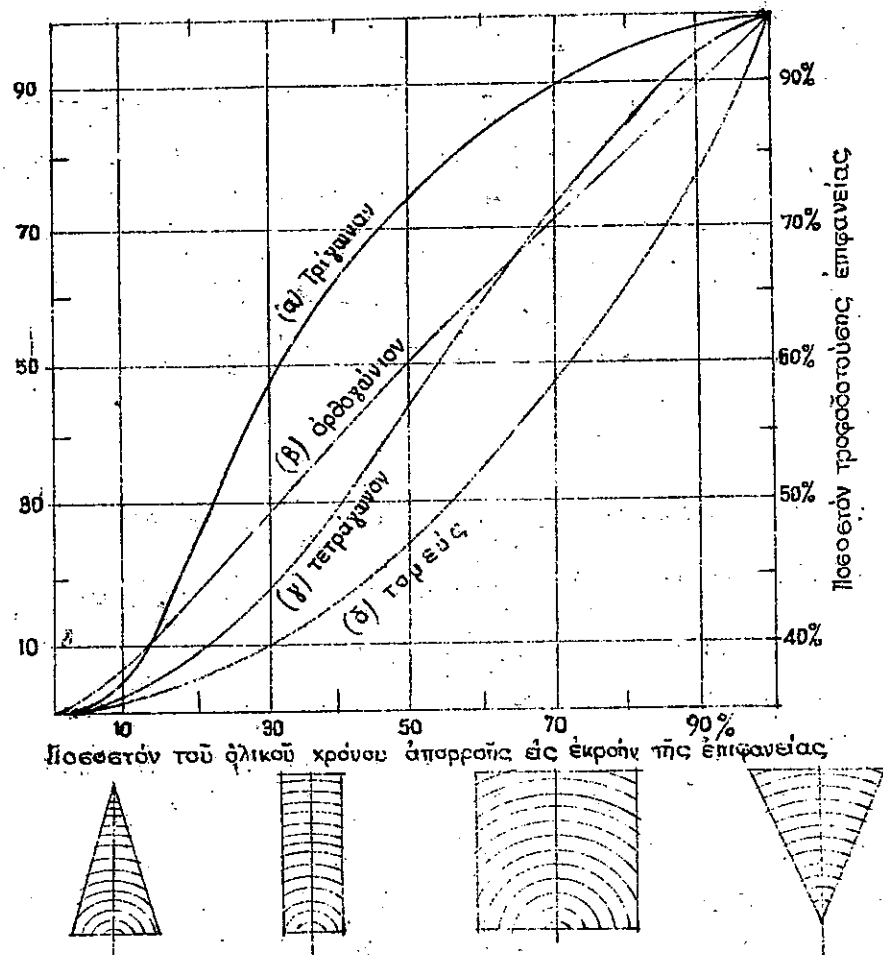
Σχ. 253. Απορροη

Βεβαιως και εις την μεθοδον αυτην δεον να αφαιρεθωσιν ολαι αι χυσιται απωλειαι (βλ. κεφ. III) και δε κατω τροπον κατω του δυνατον πλησιάζονται την τοπικην και χρονικην μεταβολην αυτων, ενω παραλληλας δεον κατω του δυνατον να υπεισερχεται και η διατα των μετεωρικων καταπτώσεων (έντασις, διάρκεια και τοπικη διανομη της βροχης).

Εκ παραλληλου ομως ενταυθα εισερχεται και ο χρόνος διαδρομης του υδατος επι του εδαφους, δια του εδαφους (διειδυσις μεταβαλλομενη πάλιν εις απορροην) και εν τω ρευματος εως του υψωρ φθασει εις το σημειον B. Δεον οθεν να οριεθῃ η ταχυτης του υδατος ητις δια τας τρεις αυτας περιπτώσεις ενδεχομενως είναι και διαφορος.

Η ευχετεισις του χρονου διαδρομης, (συνήθως λαμβανόμενου μονοτιμωσ με μιαν μέσην τιμην) προς την διάρκειαν της βροχης, αποτελει εν βασικόν στοιχειον δια την διαμόρφωσιν της καμπυλης απορροης. Ετερον στοιχειον σημαντικόν αποτελει το σχημα της λεκανης.

Ουτω αν θεωρησωμεν οτι η λεκανη δυναται να εχη μιαν των μορφων των διδομενων υπο του σχηματος 254 οτε η απορροη αυτης θα οιδεται υπο μιαν μορφη των καμπυλων του σχηματος αντιστοιχοσαν εις την μορφη της λεκανης.

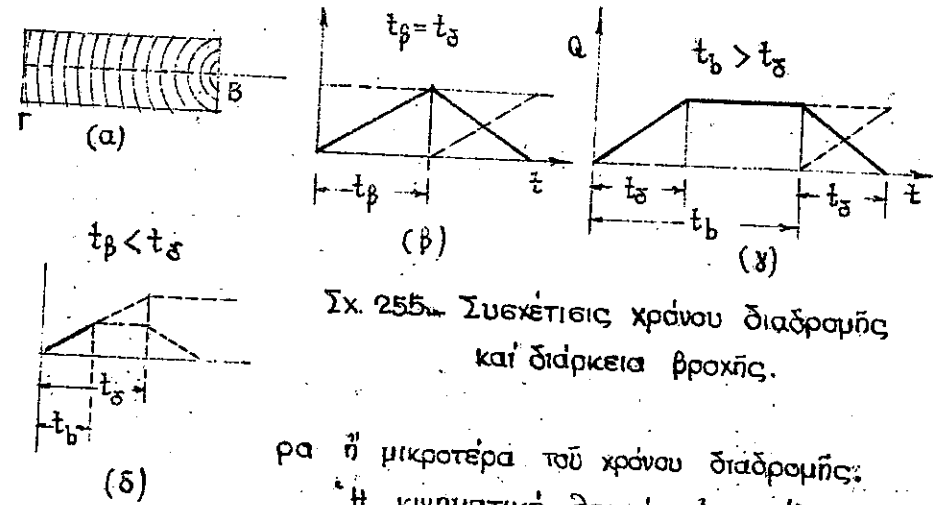


Σχ. 254. Μορφαι λεκανών και διάγραμμα απορροής αυτών.

Ός αναμένετο η ορθογώνια μορφή της λεκάνης δίδει την πλέον ομοιόμορφον απορροήν.

Η συσχέτισις χρόνου διαδρομής και διάρκειας βροχής, εξ άλλου καταλήγει εις τας ακόλουθους μορφάς της απορροής.

Έάν κατέσωμεν τον χρόνον διαδρομής από ΓΒ με t_{β} την δέ διάρκειαν της βροχής t_{β} τότε η απορροή λαμβάνει τας τρεις εν τῷ σχήματι 255 μορφάς (παχέια γραμμάι) διαλόγως του αν η διάρκεια της βροχής είναι ίση, μεγαλύτε-



Σχ. 255. Συσχέτισις χρόνου διαδρομής και διάρκειας βροχής.

ρα η μικρότερα του χρόνου διαδρομής. Η κινηματική θεωρία εφαρμόζεται εις πλείετας μεθόδους. Κατωτέρω δίδονται αι τρεις πλέον χρησιμοποιοίμεσαι εξ αυτών.

3^α Η μέθοδος Hauf - Vicari

Η γραφική αυτή μέθοδος, αναπτυχθείσα υπό του Hauf, εφαρμόσθη υπό του Vicari δια τον υπολογισμόν των μεγίστων απορροών των υπονόμων; δια τον οποίον και μένον κυρίως χρησιμοποιείται εήμερον εις την Γερμανίαν.

Ένταύθα μεταφέρεται η μέθοδος αυτή ως εκτίθεται εις την υδρολογίαν του Schaffernak (*)

Η μέθοδος επιζητεί τον καθορισμόν των υδρογραφημάτων πλημμύρας εις χαρακτηριστικά σημεία μιας λεκάνης με την βοήθειαν των εις την περιοχὴν γνωστών καμπυλῶν βροχής,

(*) F. Schaffernak: HYDROGRAPHIE. Wien 1935. Η μέθοδος αυτή μεταφέρθη εις την Ἑλληνικὴν και ἐξετυπώθη εις λιθογράφων υπό της Διευθύνσεως Ὑδραυλικῶν Κατασκευῶν (τμήμα μελετῶν) του Ὑπουργείου Γεωργίας πρὸς χρῆσιν των μηχανικῶν αὐτῆς (1950).

των τμητων του συντελεστου απορροης δια τα διαφορα μορφολογικως παραλλελοτα τμηματα της λεκανης ως και των χρονων διαδρομης του υδατος εις τα διαφορα ρευματα συναρτησει της μορφης της λεκανης.

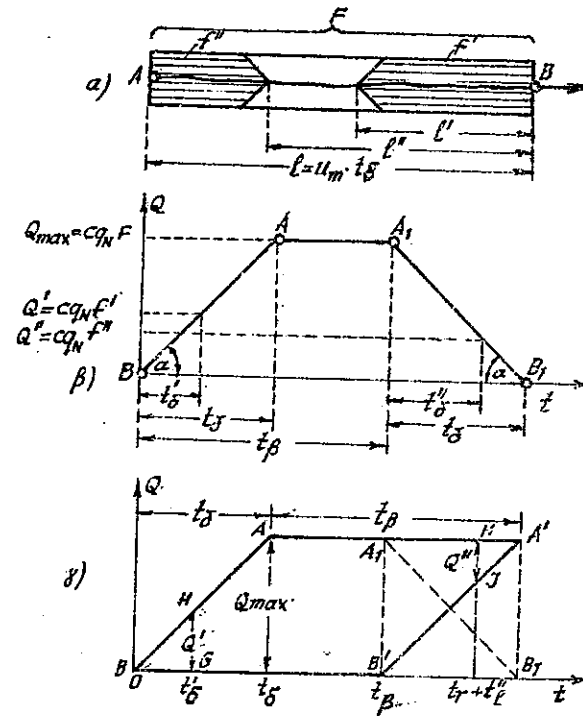
Η μεθοδος εις την αρχικην της διαμορφωσιν δεχεται ωρισμενας απλουστευσεις προς διευκολυνειν των γραφικων υπολογισμων. Προπαντως δεχεται την εντασιν της βροχης σταθεραν δι' ολοκληρον την επιφανειαν της λεκανης και καθ' ολην την διάρκειαν της βροχης ητοι κατα το χρονικον διαστημα t_β . Επισως λαμβανει τον συντελεστην απορροης ϕ σταθερον καθ' ολην την διάρκειαν του φαινομενου της απορροης, ητοι κατα το χρονικον διαστημα της πωσεως της βροχης t_β πυξημενον κατα τον χρονον διαδρομης t_β .

Η μορφη της λεκανης απορροης δυναται να ειναι τυχουσα, την φανταζομεθα ομως συντεδειμενην απο επιμηκη τμηματα εκοντα ορθογωνικην μορφην και το ρευμα απορροης αυτων κειμενον περιπου εις τον αξονα συμμετριας των τμηματων αυτων (βλ. εχημα 256α.).

Υπο τας ανωτερω απλουστευτικας προυποθεσεις το διαγραμμα απορροων στοιχειωδους τμηματος λαμβανει την εν τω εχηματι τραπεζοειδη μορφην BAA₁B₁ (Σχ. 256 β).

Κατα την χρονικην στιγμην t_β η παροχη ειναι $Q' = \phi q_N f'$, οπου f' η κατα την στιγμην αυτην τροφοδοτουσα επιφανεια η επιφανεια συμμετοχης δηλ. το τμημα εκεινο της ολης επιφανειας εξ ου κατα την θεωρηθεισαν χρονικην στιγμην προσερχεται η δια του Β εκρεσυσα παροχη και q_N η σταθερα ειδικη απορροη(*) εις λ/δλον εκτ.

(*) βλ. μετατροπην βροχης σταθερας εντασεως (i) εις απορροην (q_N) εις εελιδα 122 σποικον 21.



Σχ. 256.

Ο χρονος διαδρομης δια την παροχην Q' ειναι:

$$t'_\beta = \frac{l'}{U_m}$$

οπου U_m ειναι η μεση ταχυτης εις το ρευμα.

Καθ' ομοιον τροπον προκυπτει η μεγιστη δυνατη ποσοτης απορροης $Q_{max} = \phi q_N F$ μετα χρονον t_β οστις ειναι ο χρονος διαδρομης $t_\beta = \frac{l}{U_m}$ μοριου ευρισκομενου εις την μεγιστην αποστασιν AB

απο του Β και εν ευνεχεια η παροχη $Q'' = \phi q_N f''$ μετα χρονον t'_β απο του τερματισμου της βροχης, οστις παριστα και τον χρονον διαδρομης $t'_\beta = \frac{l''}{U_m}$ του τελευταίου απορρευσαντος ηδη μοριου υδατος.

Ο χρονος ροης εκαστου μοριου εντος των στοιχειωδων επιμηκων τμηματων αυτων της λεκανης εχκαρσειως προς τον αξονα αυτων μεχρι του αυλακος παραλειπεται, παραδοχη ανεκτη λογω της παραδοχης της μορφης του υπ' αυτων τμηματος.

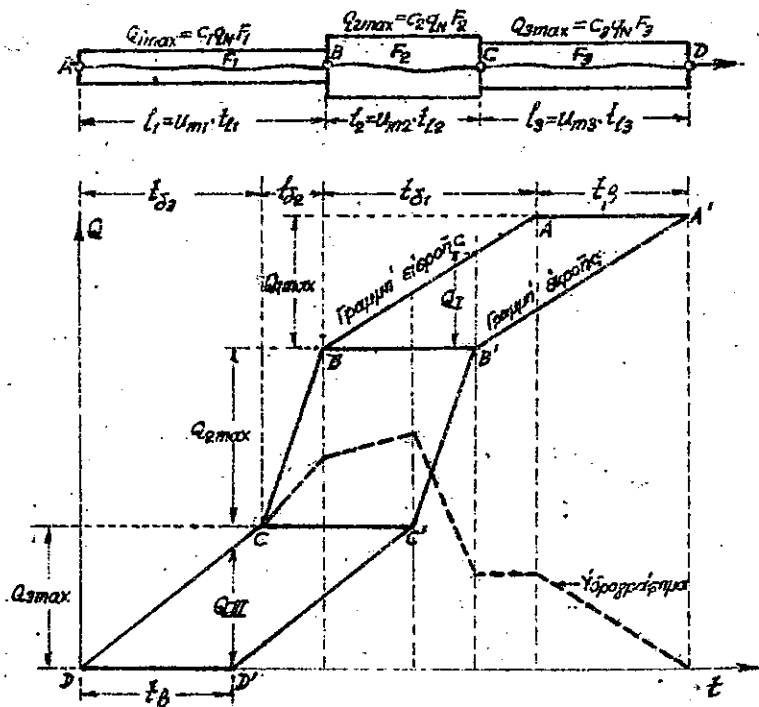
Το διαγραμμα της παροχης μεταεχηματιζομεν προς απλοποιησιν της περαιτερω γραφικης επεξεργασιας αντικαθιστωντας το τριγωνον A₁B₁B' (Σχ. 256 γ) με το A₁B'A' ισον προς αυτο και με αντιστοιχους ισας τεταχμενας και αυτω το διαγραμμα παροχης μετατρεπεται εις το παραλληλογραμμον BAA'B'.

μέ ύψος τὸ Q_{max} καί δύο παραλλήλους πλευράς μήκους t_β .
 Εἰς τὸ διάγραμμα τούτο αἱ ἀποτεμνόμεναι τεταγμέναι ΗΓ καί
 ΚΨ δίδουν τὰς εἰς τὸν χρόνον t'_β ἢ $t_\beta + t''_\beta$ ἀναμενομένας πα-
 ροχάς Q' καί Q'' .

Τὰ διαγράμματα πλημμυρῶν τῶν διαφόρων ὡς ἀνω τμη-
 μάτων τῆς λεκάνης ἀπορροῆς συντίθενται εἰς ἑνιαῖον τοιοῦτον
 τῆς ὅλης λεκάνης.

Δι' ἐπιμνηκετέρους αὐλακας ἀπορροῆς ἢ μέ-
 χρι τοῦδε γενομένη δεκτὴ σταθερὰ τιμὴ τῆς U_m δι' ἐκάστην
 λωρίδα δέν εἶναι πλῆθον παραδεικτὴ δεδομένου ὅτι ἢ αἱ πα-
 ροχαί κατὰ μήκος τῆς ζώνης ταύτης παρουσιάζουν μεγάλας
 διαφοράς ἢ ἡ κλίσις τοῦ πυθμένου μεταβάλλεται ἰσχυρῶς.

Χωρίζομεν ἐν τοιαύτῃ περιπτώσει τὴν λωρίδα εἰς περιε-
 σότερα τμήματα 1, 2, 3, (Σχ. 257), σχεδιάζομεν διὰ τὰ

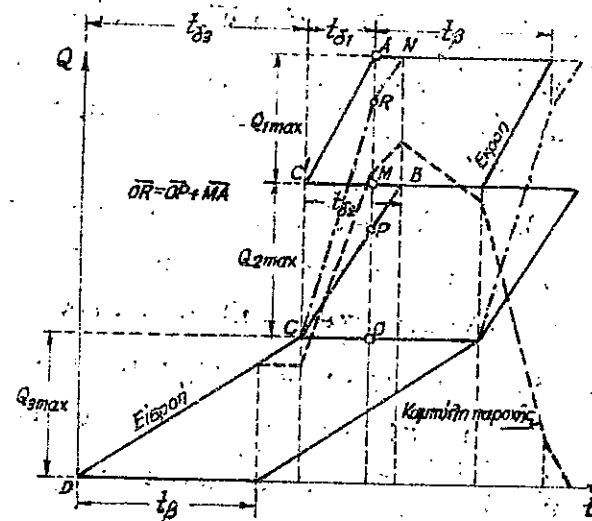
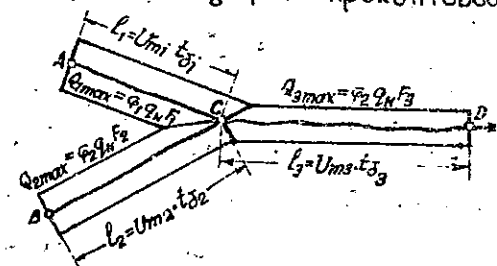


Σχ. 257.- Υδρογράφημα κατὰ Hauff

κατώτερα σημεῖα Β, C, D..... ἐκάστου τούτων διαγράμματα παρο-
 χῆς καί παραθέτομεν εἴτα ταῦτα τὸ ἐν ἐπὶ τοῦ ἄλλου ὡς ἐμφαί-
 νεται εἰς τὸ εἶγμα.

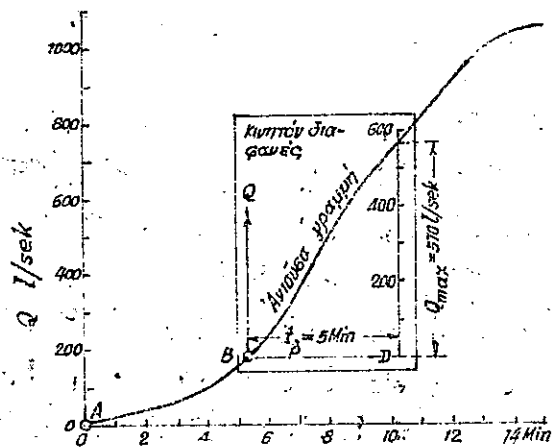
Συγκρίνοντας τὰ διαγράμματα ἀπορροῆς διὰ τὰ σημεῖα
 Β, C, D παρατηροῦμεν οὐσιώδη μορφολογικὴν διαφορὰν μεταξὺ τῶν.

Εἰς τὰ διαγράμματα ἀπορροῆς διὰ τὰ Β, C, αἱ ἐκ τοῦ
 μήκους τῶν τμημάτων καὶ τῶν ταχυτήτων ροῆς προσδιορίζο-
 μενοι χρόνοι ροῆς t_{β_1} , t_{β_2} εἶναι μεγαλύτεροι ἀπὸ τὴν διάρ-
 κειαν t_β τῆς βροχῆς ἀντιθέτως εἰς τὸ διάγραμμα διὰ τὸ C
 ὁ χρόνος t_{β_2} εἶναι μικρότερος τοῦ t_β . Ἀποτέλεσμα τούτου εἶ-
 ναι ὅτι διὰ τὰ Β καὶ D αἱ μέγιστα ἐκ τῶν τμημάτων l_1 καὶ l_3
 ἀπορρέουσαι ποσότητες ὕδατος Q_I καὶ Q_{III} εἶναι μικρότεροι
 ἀπὸ τὰς ἐξ ὑπολογισμοῦ προκυπτούσας τιμὰς $Q_{I,max}$ καὶ $Q_{III,max}$



Σχ. 258.

φαίνομενον τὸ ὅποιον
 καλεῖται μείωσις τῆς
 ἀπορροῆς. Εἰς τὸ
 C πραγματοποιεῖται
 ἢ ἐξ ὑπολογισμοῦ
 τιμὴ $Q_{2,max}$ καὶ δια-
 τηρεῖται ἐπὶ χρονι-
 κὸν διάστημα $t_\beta - t_{\beta_2}$
 Δυναμεῖα νῦν
 νὰ μετασχηματίσα-
 μεν τὸ ὡς ἀνω
 διάγραμμα παροχῶν
 ὥστε νὰ προκύψῃ
 τὸ ὑδρογράφημα
 διὰ τὸ σημεῖον D.
 Πρὸς τούτο λαμβά-
 νομεν δι' ἐκάστην



Σχ. 259-

χρονική στιγμή t την ενδιάμεσον τεταγμένην η οποία αποτέμνεται μεταξύ των γραμμών είσοδος ΑΒCΔ και έκροσης Α' Β' C' Δ' από του άξονος t . Προκύπτει ούτω η καμπύλη παροχής διά τον χρόνον απορροής

$$t_{\beta} + t_{\delta_1} + t_{\delta_2} + t_{\delta_3}$$

Είς περίπτωσιν

δυο η περισσότερων συμβαλλόντων κλάδων, εις το σημειον συμβολής C δυο λαυρίδων (σχ. 258) τοποθετούνται τα στοιχειώδη διαγράμματα (παράλληλογραμμο) διά τους κλάδους Α-С και Β-С ούτως ώστε τα άκρα σημεία αυτών C, να εὐρίσκονται επί της αὐτῆς κατακορύφου. Τὴν παροχὴν εἰς τὴν θέσιν C καθ' ἑκάστην χρονικὴν στιγμήν δίδει τότε τὸ άδροίωμα των ενδιάμεσων τεταγμένων, ἢτοι τὸ τμήμα $\overline{OR} = \overline{OP} + \overline{MA}$, διὰ τὴν ἀπορροὴν διὰ τοῦ C μετὰ πέρουον χρόνου t_{β} ἀπὸ τῆς ἔναρσιν τῆς βροχῆς. Τὸ R εἶναι ἐπομένως ἐν σημείον τῆς ἀνωτέρας γραμμῆς διὰ τὸ σημείον C.

Εάν μετὰ τὸ C ἀκολουθῆ ἕτερος κλάδος C-D ὁ ὅποιος ἔχει νὰ ἀποχετεύσῃ καὶ τοὺς κλάδους Α'С και Β-С, τότε ἡ ἀνωτέρα γραμμὴ διὰ τὸ D προκύπτει καθ' ὅν τρόπον ἐκτίθεται εἰς τὸ σχῆμα (257) διὰ διαδοχικὰ τμήματα. Οἱ κλάδοι Α-С και Β-С συναντῶνται κατόπιν τῆς συνθέσεως των διαγράμμάτων των ὡς άνω, νὰ θεωρηθοῦν ὡς ἓν τμήμα μὲ γραμμὴν είσοδος τὴν C-R-N καὶ γραμμὴν έκροσης βαινουσαν παράλληλως πρὸς ταύτην καὶ εἰς ἀπόστασιν t_{β} διότι ἐδέχθημεν διὰ

τὴν ὄλην ἐπιφάνειαν ἀπορροῆς τὴν διάρκειαν βροχῆς t_{β} σταθεράν.

Τέλος προκύπτει ὡς προηγουμένως ἡ καμπύλη των παροχων Q, ἡ ὁποία ἐσχεδιάσθη διὰ τὸ σημειον D εἰς τὸ σχῆμα 258.

Κατόπιν των άνωτέρων δυναμέων ἤδη νὰ χαραξάμεν τὰς γραμμάς είσοδος καὶ έκροσης, ὡς καὶ τὸ υδρογράφημα δι' οἱανδήποτε μορφήν μιᾶς λεκανῆς μετὴν προϋπόθεσιν ὅτι δίδονται ἡ ἔντασις ἢτοι ἡ εἰδικὴ ἀπορροσὴ q_N εἰς λίτ/δλ. καὶ ἑκτάρ. καὶ αἱ ταχύτητες ροῆς U_m εἰς τοὺς διαφόρους κλάδους.

Ἡ μέγιστη τιμὴ τῆς Q δι' ἓν σημειον τοῦ δικτύου δίδεται ὑπὸ τῆς μέγιστης ενδιάμεσου τεταγμένης μεταξύ των δυο καμπυλων είσοδος καὶ έκροσης.

Πρὸς ἀπλοῦστευσιν δυναμέων νὰ ἀσκεσάμεν εἰς τὴν ἐσχέσιν μόνον τῆς γραμμῆς είσοδος διὰ τὴν Q ἔχοντες ὑπ' ὄψει ὅτι ἡ γραμμὴ έκροσης εὐρίσκεται παράλληλως πρὸς ταύτην καὶ εἰς ἀπόστασιν t_{β} . Ἡ μέγιστη τιμὴ Q εὐρίσκεται ὡς ἑξῆς:

Χαραξάσωμεν ἐπὶ διαφανοῦς (Σχ. 259) εὐστημα ὀρθογωνίων άξόνων Q καὶ t_{β} μετὰ κλίμακα τὴν αὐτὴν ὡς εἰς τὸ διάγραμμα καὶ ἐπὶ τοῦ άξονος t εἰς τὸ σημειον D, ἐκλεχθῆν ἄρατε $BD = t_{\beta}$, φέρομεν τεταγμένην ἐφ' ἧς σημειοῦμεν ὑπὸ τὴν αὐτὴν κλίμακα τὰς παροχὰς Q. Μετακινούμεν εἶτα τὸ διαφανὸς μετὰ τὸ σημειον τομῆς των άξόνων ἐπὶ τῆς καμπύλης καὶ μετὰ τοὺς άξονας παράλληλους πρὸς τοὺς τοῦ διαγράμματος μέχρις οὔ ἀνεύρωμεν τὴν μέγιστην τιμὴν ἐπὶ τῆς ὡς άνω εἰς ἀπόστασιν t_{β} τεταγμένης ἀνερχομένην ἐν τῷ σχῆματι (259) εἰς $Q_{max} = 570$ λίτ/δλ.

Άνωτέρω καθωρίσθη ἡ μέγιστη παροχὴ ἢ διερχομένη ἀπὸ σημειον τι τῆς λεκανῆς ὑπὸ τὴν προϋπόθεσιν βροχῆς σταθερᾶς ἔντασεως καὶ δεδομένης διάρκειας t_{β} .

Εἶναι δυνατόν ὅμως ἡ ἔντασις τῆς βροχῆς εἰς μίαν λεκάνην νὰ λάβῃ ἀναριθμητοὺς τιμάς.

Καί κατ' αρχήν ἐκλέγομεν τὴν ευκνότητα τῆς βροχῆς (βλ. εἰ-
μα 89, σελ. 126) εἰς ἣν θὰ ἔχωμεν ἀναρίθμητα ζεύγη τιμῶν i ἢ q_N
καὶ t_B . Ἐκαστὸν q_N δίδει μίαν ἀριστένην ἀπορροήν εἰς τὸ ἐπιπέδον
ἐνθα ζητεῖται ἡ πλήμμυρα καὶ τίθεται τὸ θέμα νὰ προσδιορίσω-
μεν τὸ σημεῖον τῆς καμπύλης (q_N, t_B) ὅπερ ἀὰ δόση τὴν μέγιστην ἀ-
πορροήν Q .

Ἡ γνώσις τῆς ἐξέσεως $q_N = f(t_B)$ ἐν συνδιασμῶ μετὰ τὴν χάρα-
ξιν τῆς γραμμῆς εἰσορῆς δι' ἐν οἰονδήποτε q_N ἐπιτρέπει τὸν προσ-
διορισμὸν αὐτὸν κατὰ τὸν ἀπλούτερον τρόπον. Ἡ ἀπορροή κατὰ
τὴν χρονικὴν στιγμήν t ἐκ μιᾶς ἐπιφανείας ἀπορροῆς f εἶναι:

$$Q = \varphi \cdot q_N \cdot f$$

Διὰ δύο διαφορετικὰς πυκνότητας βροχῆς q'_N, q''_N , ἢ ἀναλο-
γία τῶν παροχῶν τῶν ἐμφανιζομένων κατὰ τὴν αὐτὴν χρονικὴν στιγ-
μὴν t εἶναι:

$$\frac{Q'}{Q''} = \frac{\varphi q'_N \cdot f}{\varphi q''_N \cdot f} = \frac{q'_N}{q''_N}$$

Δυνάμεθα νῦν νὰ εὐρωμεν τὴν Q'' ἐκ τοῦ διαγράμματος
τοῦ ἐκεδιδεμένου, διὰ τὴν q'_N . Πρὸς τοῦτο θὰ πρέπει τὰ Q' καὶ Q''
νὰ παρίεστανται διὰ μήκους τοῦ αὐτοῦ μεγέθους.

Ἐάν e' καὶ e'' εἶναι αἱ μονάδες τῶν κλίμακων Q', Q'' θὰ
εἶναι $Q' \cdot e' = Q'' \cdot e''$ ἐξ ἧς ἔπεται:

$$\frac{Q'}{Q''} = \frac{e''}{e'} = \frac{q'_N}{q''_N}$$

ἢτοι: αἱ μονάδες κλίμακων τῶν ἀπορροῶν εἶναι ἀντιστρόφως ἀνά-
λογοι πρὸς τὰς ἐντάσεις τῆς βροχῆς q_N .

Ἡ διεξαγωγή τῆς ἀναζητήσεως ταύτης πραγματοποιεῖται πο-
λύ εὐχερῶς μετὰ τὴν βνήθειαν τοῦ καλουμένου διαγράμματος εἰ-
κόνος τῆς βροχῆς.

Μετὰ τοῦτο εὐρύνεται πλέον ἡ ἀναζήτησις ἢ ἐμφανισμένη εἰς
τὸ εἶμα 259 ὅπου ἐθεωρήθη μόνον ἡ διάρκεια βροχῆς $t_B = 5'$:

καὶ δι' ἄλλας τιμὰς τῆς διάρκειας βροχῆς $t_B = 10', 15', 30'$
κ.λπ. Ἐάν ἐκ τῆς θεωρητικῆς καμπύλης βροχῆς προκύπτουν
τὰ κατωθί ζεύγη τιμῶν:

$$t_B = 5 \quad 10 \quad 15 \quad 30'$$

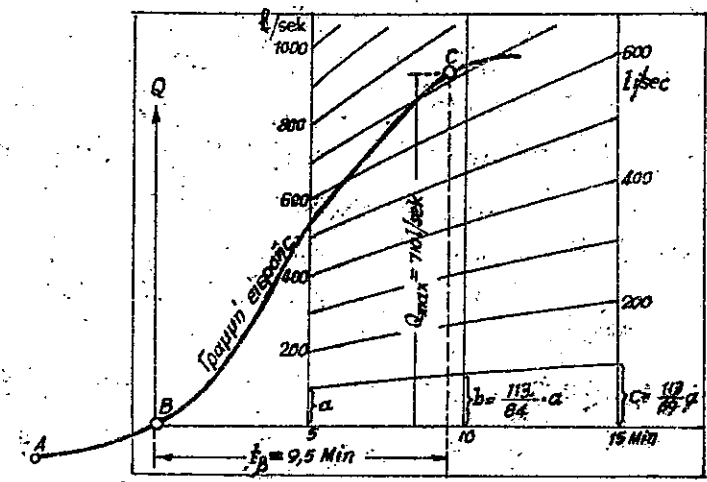
$$q_N = 113 \quad 84 \quad 69 \quad 50 \text{ λίτ/δλ καὶ ἑκτάριον}$$

καὶ ἐλήφθη διὰ τὴν χάραξιν τῆς γραμμῆς εἰσορῆς τῶν παροχῶν
 Q , χρονομένην διὰ $t_B = 5'$ καὶ $q_N = 113 \lambda/1''$ καὶ ἐκτ. ὡς κλίμαξ,
 $100 \lambda/1'' = 10$ χλστ. αἱ ἀντίστοιχοι κλίμακες θὰ εἶναι:

Διὰ 10' διάρκειαν βροχῆς $\frac{113}{84} \cdot 10 = 13,5$ χλστ.

Διὰ 15' " " " $\frac{113}{69} \cdot 10 = 15,4$ "

Διὰ 30' " " " $\frac{113}{50} \cdot 10 = 22,6$ "



Σχ. 260.

Αἱ διαφορετικαὶ κλίμακες αὗται λαμβάνονται εἰς τὸ διαφα-
νές μετὰ τὸ σύστημα ὀρθογωνίου ἄξονων t_B καὶ Q ἐπὶ τῶν τεταχ-
μένων διὰ $t_B = 10', 15'$ κ.α.κ. καὶ συνδέονται εἴτα τὰ ἀντίστοι-
χα σημεῖα τῶν $200 \lambda/δλ, 400 \lambda/δλ$ κ.α.κ. Τὸ προκύπτον διάγραμμα

μετακινείται πλέον μέ το 0 επί της ανιούσης γραμμής ως έχε-
νετο εἰς τό εκήμα 259 μέ τήν μοναδικήν κλίμακα διά τας Q.

Ἡ μετακίνησις αὕτη γίνεται μέχρις ὅτου δώση τήν μεγί-
στην ἀνάγκωσιν διά τήν Q. Εἰς τό εκήμα 260 τό μέγιστον Q
προκύπτει ὅταν τό 0 τοῦ συστήματος εὑρίσκειται ἐπί τοῦ ση-
μείου B τῆς καμπύλης ὅπου προκύπτει ἡ μέγιστη ποσότης ἀ-
πορροῆς ἴση πρὸς 710 λιτ/ὄλ. διά τήν ἀνάγκωσιν εἰς C.

Ἡ μέθοδος δεικνύει ὅτι δι' ἕκαστον σημεῖον τοῦ δικτύου
ἡ ἀπολύτως μέγιστη παροχή προκύπτει διά διαφορετικόν εἰκά-
στοτε q_N , ἐπομένως συμφωνοῦσιν πρὸς τήν καμπύλην βροχῆς καί
διαφορετικόν t_B . Δεδωμένου ὅτι αὐξάνοντος τοῦ t_B γενικῶς τὰ
κρίσιμα t_B αὐξάνουν, ἔπεται ὅτι ἡ κρίσιμος ἔντασις βροχῆς
δι' ὅσα σημεῖα εὑρίσκονται πρὸς τήν ἔξοδον τῆς λεκάνης γίνεται
μικροτέρα.

Εἰς τὸν περιγραφέντα τρόπον ὑπολογισμοῦ ἐπιπροστίθει-
ται (ὑπὸ τὴν προϋπόθεσιν ὅτι δύνανται νὰ γίνωνται) εἰς τὰς
ἡδὴ ἐν ἀρχῇ ἀναφερθεῖσας παραδοχὰς καί ἄλλαι πηγὲς ἀνακρί-
βειαι.

Πρῶτον ὑποτίθεται ὅτι αἱ ταχύτητες ροῆς ἐπομένως καί
οἱ χρόνοι ροῆς εἰς τὰ διάφορα τμήματα τῶν ἀγωγῶν (ρεύματων)
εἶναι οἱ αὐτοί δι' ἀσθητότατον ἔντασιν βροχῆν. Τὴν ἔννοιαν ταύ-
την ἔχει ἡ χρησιμοποίησις τῆς αὐτῆς γραμμῆς εἰσοῆς (τῶν αὐτῶν
τιμῶν διά τὰ t_B) δι' ὅλας τὰς θεωρουμένας βροχὰς.

Τὸ ἐντεῦθεν εἶδημα ἴδιον προκειμένου περὶ ὑπονόμου
δὲν εἶναι συνήθως σοβαρὸν. Διότι εἰς τὰς ὑπονόμους ἡ μεταβο-
λή τῆς ταχύτητος διά διατομὴν πεπληρωμένην ἀπὸ τοῦ μέ-
σου τοῦ ὕψους μέχρι τοῦ ὅλου ὕψους δὲν εἶναι μεγάλη.

Ἐτερον λάθος ὀφείλεται εἰς τό ὅτι λαμβάνεται ἡ κλίσις
τοῦ πυθμένου καί ὄχι τῆς ἐπιφανείας. Τοῦτο δεδομένου ὅτι λό-
γα ἀναβαθμῶν κλπ. λαμβάνει χώραν ἀνομοιόμορφος ροή μέ κα-

μπύλας καταπτώσεις (ἢ ὑπερυψώσεις) πρέπει εἰς ὠριμένους πε-
ριπτώσεις νὰ λαμβάνεται ὑπ' ὄψιν εἰς τὰς ὑπολογισμούς καί
τὰ διαγράμματα.

Τρίτον λάθος ὀφείλεται εἰς τό ὅτι δὲν λαμβάνεται ὑπ' ὄ-
ψιν ἡ ἰκανότης τοῦ ρεύματος (ἢ δικτύου ὑπονόμων) νὰ συγκατη-
σῇ ὠριμένον ὄγκον ὑδάτων μέχρις οὗ πληρωθῇ. Δι' αὐτό δὲν
θεωροῦμεν ποτὲ βροχὰς διαρκείας μικροτέρας τῶν 5'.

Ὡς ἐλέχθη ἡδὴ ἡ μέθοδος αὕτη εἶναι μᾶλλον ἐνδεοειγ-
μένη διὰ τὸν ὑπολογισμὸν ἀπορροῶν προκειμένου ὑπολογισμοῦ
δικτύου ὑπονόμων καί ἐπανιζήματα χρησιμοποιεῖται διὰ φυσικὰ
ρεύματα (βλ. καί μαθήματα περὶ ὑπονόμων).

3β. Ἡ μέθοδος Τατς ζ ζ α.

Ἀπλουτέρα εἰσέτι διά τὸν ὑπολογισμὸν ἀπορροῆς ρεύματος
εἶναι ἡ μέθοδος ἡ ἐφαρμοζομένη συνήθως ἐν Ἰταλία καί καλουμέ-
νη Τατς ζ ζ α.

Κατ' αὐτὴν ἡ ἐπὶ λεκάνης ἐκτάσεως A (εἰς ἐκάρια) πεσοῦσα
βροχή ὕψους H (χιλιοστά), διαρκείας t_B (εἰς ἡμέρας), διά διάρκειαν
διασπορῆς t_S , δὲ ἔδοξεν (εἰάν ἀπέρρεεν ὁμοιομόρφως) μέσση ἀ-
πορροὴν Q_M (κ.μ./ὄλον) ἴσην μέ

$$Q_M = \frac{10 \cdot \phi \cdot A \cdot H}{(t_B + t_S) 86400}$$

ἔνθα ϕ ὁ συντελεστής ἀπορροῆς κατὰ τὸ ἐν λόγῳ διάστημα
($t_B + t_S$). Ἐπειδὴ ὁμως ἡ ἀπορροή ἔχει τό γνωστον εκήμα αἰχ-
μῆς (βλ. ε.κ. 181 σελίς 238.) ἡ αἰχρὴ αὐτῆς διδεται ὑπὸ τοῦ τύπου:

$$Q_{max} = \frac{10 \cdot \alpha \cdot \phi \cdot A \cdot H}{(t_B + t_S) 86400}$$

ἔνθα α μεταβλητὸς συντελεστής ὁστις δι' ὁμαλὰ καμπυλὰ ἐδάφη

προεδιωρίσθη υπό του Rasini ίσος πρὸς 1,40^(*)

Διὰ τὸν χρόνον διαδρομῆς t_g ὁ Rasini ὁμοίως δίδει τὸν τύπον:

$$t_g = a \sqrt[3]{\frac{L \times A}{i}}$$

ἔνθα $a=0,0045$, L τὸ μεγαλύτερον μῆκος διαδρομῆς εἰς χιλιόμετρα, A ἡ λεκάνη εἰς τετραγ. χιλιόμετρα καὶ i ἡ ἰσοδύναμος κλίσις τῆς διαδρομῆς.

Διὰ διάφορα τμήματα τοῦ ρεύματος L_1, L_2, L_3 μὲ ἀντιστοιχοὺς κλίσεις i_1, i_2, i_3 ἡ ἰσοδύναμος κλίσις δίδεται ὑπὸ τοῦ τύπου:

$$\sqrt{i} = \frac{L_1 + L_2 + L_3}{\frac{L_1}{\sqrt{i_1}} + \frac{L_2}{\sqrt{i_2}} + \frac{L_3}{\sqrt{i_3}}}$$

Ὁ Giandotti δίδει τὸν χρόνον διανομῆς t_g ὑπὸ τοῦ τύπου

$$t_g = \frac{4\sqrt{A} + 1,5 \cdot L}{0,8\sqrt{h_2}}$$

ἔνθα L καὶ A ὡς ἀνωτέρω καὶ h_2 τὸ μέσον ὑψόμετρον τῆς λεκάνης εἰς μέτρα.

Ὁ συντελεστὴς ἀπορροῆς φ λαμβάνεται ἴσος πρὸς 0,50-0,80 ἀναλόγως τῆς φύσεως τῶν ἐδαφῶν, τῆς κλίσεως αὐτῶν, τῶν προηγουμένων βροχῶν κ.ο.κ. κατὰ τὰ ἐκτεθέντα εἰς προηγούμενα κεφάλαια.

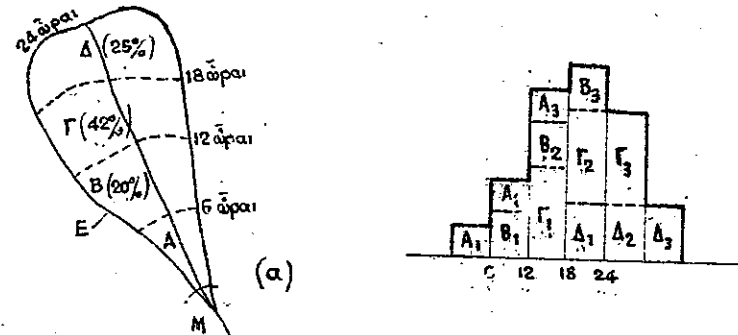
3γ. Τὸ ἀναλυτικὸν ὑδρογράφημα.

Τὸ ἀναλυτικὸν ὑδρογράφημα κατασκευάζεται ἀναλυτικῶς

* βλ. Π. Ασπρέστη. Ἱταλικά μεθόδοι ὑπολογισμοῦ παροχῆς ἐξ ὀμβροδόχων λεκανῶν. Ἐπίτομος βιβλιοθήκη Τεχν. Ἐπιμ. Ἑλλ., Βιβλίον 2, 1936.-

ἀπὸ τὸ ἐκέδιον τῆς λεκάνης ἀπορροῆς καὶ τὸ διάγραμμα τῶν βροχῶν ὑπὸ ἀριστέρας παραδοχᾶς καὶ αὐτὸ, παρομοίως μὲ τὰς εἰς πᾶν μέθοδον Hauf-Vicari γενόμενας, ἴδια ὅσον ἀφορᾷ τοὺς συντελεστὰς ἀπορροῆς καὶ τὸν χρόνον διαδρομῆς τοῦ ὕδατος ἐπὶ ἢ ἐντὸς τοῦ ἐδάφους καὶ ἐντὸς τοῦ ρεύματος^(*)

Λεχθῶμεν μίαν ὑδρολογικὴν λεκάνην ἐκτάσεως E (βλ. σχήμα 261) ἀποτελουμένης ἀπὸ τῶν τμηματικῶν ἐπιφανείας A (13% E),



Σχ. 261. Ἀναλυτικὸν ὑδρογράφημα (β) ἐκ δοδείσεως λεκάνης ἀπορροῆς (α) [ὁμοιομορφος βροχὴ 18 ὥρου διάρκειας κατανέμεται ἕξ ἴσου εἰς τρία ἐξάωρα].

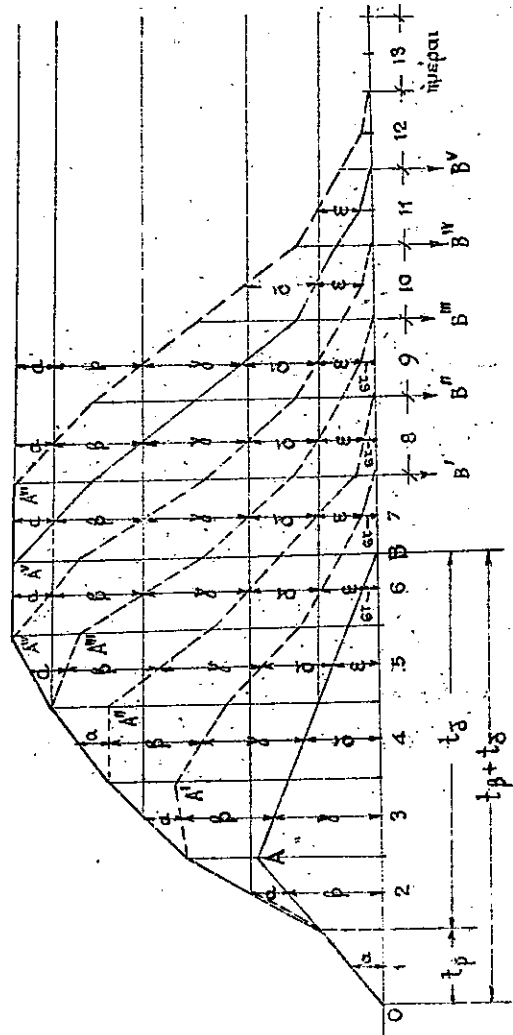
B (20% E), Γ (42% E) καὶ Δ (25% E), διαχωρισμέναις μετὰ τῶν διαγραμμάτων ἐκ τῶν ὁποίων ἡ πίπτουσα βροχὴ ἀελεῖ διὰ τὴν φθῶσιν εἰς τὸ σημεῖον μετρήσεως M , 6, 12, 18 καὶ 24 ὥρας. Ἦδη δεχθῶμεν ὅτι μία ἐκ τῶν δυσμενεστέρας καταγίγδων τῆς περιοχῆς

(*) Ἡ μέθοδος αὕτη εὐκρᾶ φέρεται ὑπὸ τὸ ὄνομα μέθοδος « μοναδιαίου ὑδρογραφήματος » (unit hydrograph) εἰς τὴν ἀμερικανικὴν βιβλιογραφίαν, πλὴν ἐσφαλμένως.

Ἡ μέθοδος τοῦ μοναδιαίου ὑδρογραφήματος, ἥτις ἀναπτύσσεται εἰς τὴν ἐπαμένην παράγραφον, διαφέρει τῆς παρούσης ὡς ἐμφαίνεται ἐξ ἀντιπαραβολῆς τῶν δύο μεθόδων.

ἔπτεσεν ὁμοιομόρφως διανεμημένη ἐπὶ τῆς λεκάνης μὲ ἴσων περιέσειαν βροχῆς διανεμομένην εἰς τρεῖς ἑξαώρουσ περιόδουσ. Τότε τὸ διάγραμμα ἀπορροῆς, ἢτοι τὸ ὑδρογράφημα, δίδεται ἀναλυτικῶς εἰς τὸ ἐκῆμα 261 β. Ὁ ἐκρηματισμὸς τούτου εἶναι ἀπτεξήγητος.

Συναφῆς γραφικὴ κατασκευὴ δίδεται ὑπὸ τοῦ ἐκῆματος 262. Ἐστω ὅτι περίσσεια βροχῆς διάρκειας t_b μιᾶς ἡμέρας ἔπτεσεν ἐπὶ δοθείσῃ λεκάνῃ καὶ ὅτι εὐρέθη (μετρηθὲν ἢ ὑπολογισθὲν κατὰ τὴν ἀμέσως προηγουμένην μέθοδον) τὸ ὑδρογράφημα τῆς ἀπορροῆς αὐτῆς ἔχον τὴν μορφήν τοῦ τριγώνου OAB τοῦ ἐκῆματος 262 ἢτοι ἔχον διάρκειαν ἀπορροῆς $t_g = 5$ ἡμέρας.



Σχ. 262. Ἀναλυτικο-γραφικὸν ὑδρογράφημα.

Αἱ τεταγμέναι τοῦ ὑδρογραφήματος διὰ τὰς συνεχεῖς ἡμέρας δὲ εἶναι α, β, γ, δ, ε καὶ στ. Ἐὰν τὴν ἐπομένην ἡμέραν ἔχομεν βροχὴν τῆς αὐτῆς ἐντάσεως καὶ διάρκειας, τὸ ὑδρογράφημα τῶν δύο βροχῶν δὲ δίδεται ὑπὸ τῆς πρώτης ἐστιγμένης γραμμῆς ὑπεράνω τοῦ ὑδρογραφήματος (A'B'). Ἐὰν ὑπάρξῃ βροχὴ τῆς αὐτῆς περιπέσειας καὶ τῆς αὐτῆς διάρ-

κείας τὴν 3^{ην}, 4^{ην}, 5^{ην} καὶ 6^{ην} ἡμέραν τὸ ὑδρογράφημα δὲ λάβῃ ἀντιστοιχῶς τὰς θέσεις A''B'', A'''B''', A''''B'''' καὶ A''''''B'''''' τιμάς. Ἄφ' ἧς ἐστιγμῆς ἢ διάρκειας τῆς περιπέσειας βροχῆς, t_b γίνετ' ἴση μὲ τὴν διάρκειαν ἀπορροῆς (τὴν 6^{ην} ἡμέραν, γραμμὴ A'') τότε ἀπὸ τὴν ἡμέραν αὐτὴν καὶ δι' ὅλας τὰς πιθανὰς προσεχεῖς ἡμέρας βροχῆς τὸ διάγραμμα δὲ ἔχη τὴν ἐπάνω αὐτοῦ πλευρὰν παράλληλον πρὸς τὴν βάσιν συμφώνως καὶ πρὸς τὸ ἐκῆμα 255 γ τῆς ἐελίδος 359. Ἐὰν τὸ ὕψος τῆς περιπέσειας βροχῆς τῶν ἐπομένων τῆς πρώτης ἡμερῶν εἶναι διάφορον τὰ ἀρχικὰ ὕψη ἀπορροῆς δέσιν νὰ ληφθῶσιν ἀναλογικῶς πρὸς τὴν δύο περιπέσειας βροχῆς ἢτοι:

$$\frac{a_2}{a_1} = \frac{h_{a2}}{h_{a1}}$$

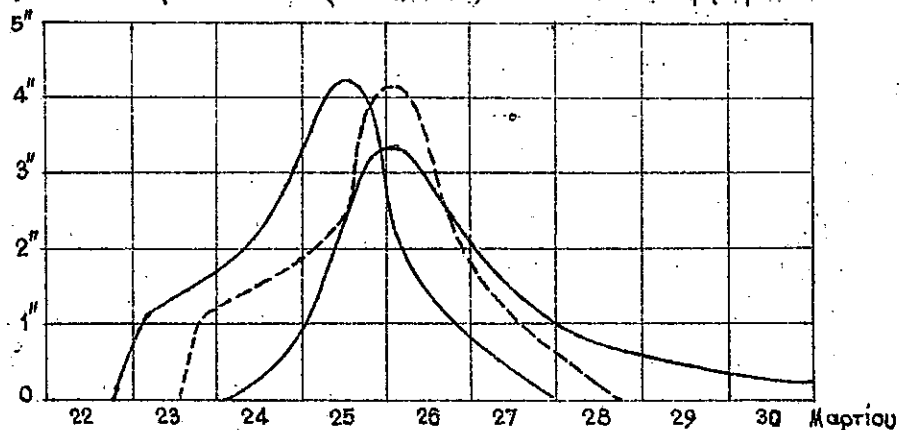
Ἐὰν ὁμοίως ἢ διάρκειαν τῆς βροχῆς μιᾶς τῶν προσεχῶν ἡμερῶν εἶναι διάφορος τῆς πρώτης (6ῶρου ἢ 15ῶρου λ.χ. μόνον) τότε αἱ τεταγμέναι τοῦ βασιμοῦ διαγράμματος δέν εἶναι δυνατόν νὰ ἰσχύσουν, ἀλλὰ δὲ πρέπει νὰ ληφθῶσιν εἴτε ἐκ βασικοῦ διαγράμματος (ὡς τὸ ΔAB) συντασσόμενου ἐπὶ βάσεως βροχῆς ἀντιστοιχοῦ διάρκειας (6ῶρου ἢ 15ῶρου, ἀντιστοιχῶς) ἢ δὲ πρέπει νὰ ἀναχθῶσιν λογιστικῶς, ὡς τοῦτο ἀναπτύσσεται εἰς τὴν ἐπομένην παράγραφον (μοναδιαῖον ὑδρογράφημα).

Κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον ἐμελετήθη ἡ μεγάλη καταστρεπτικὴ πλημμύρα τοῦ Μαρτίου 1913 εἰς Dayton, Ohio ἐπὶ τῆς βάσει τῆς ὁποίας ἐγένοντο τὰ ἀντιπλημμυρικὰ ἔργα τῆς λεκάνης ταύτης.

Ὁ Woodward ἐπὶ τῆς βάσει τῶν βροχῶν καὶ τῶν ἀπορροῶν ὑπελόγησεν τὸν συντελεστὴν ἀπορροῆς κατὰ τὴν διάρκειαν τῆς πλημμύρας εἰς 84-91% ὡς ἐμφαίνεται ἐκ τοῦ κατωτέρου πίνακος:

| h | Βροχή χιλ. | Απορροή χιλ. | φ ήμερ. % |
|-----|---------------|-----------------|--------------|
| 24 | 103,0 | 87,0 | 84 |
| 48 | 162,0 | 147,0 | 91 |
| 72 | 202,0 | 183,0 | 91 |
| 96 | 232,0 | 203,0 | 87 |
| 120 | 241,4 | 214,0 | 88 |

Εἰς τὸ ἐκῆμα 263 δίδονται αἱ καμπύλαι βροχῆς καὶ ἀπορροῆς τοῦ ποταμοῦ Miami (Ohio, U.S.A) κατὰ τὴν πλημμύραν ταύτην.



Σχ. 263. Βροχή καὶ ἀπορροή εἰς ποταμὸν Miami (Ohio, Η.Π.Α.).

35. Τὸ "μοναδιαῖον" ὑδρογράφημα.

Ἡ μέθοδος αὕτη, ὀφειλομένη εἰς τὸν L. Sherman (1932), ἀποτελεῖ ἑταδμόν εἰς τὴν ὑδρολογίαν, δεόν νά θεωρηθῇ δὲ ὡς πειραματικὴ μέθοδος με' ἑκτασιν δοκιμῶν εἰς φυσικὴν κλίμακα, φαινόμενον ἑπανίως εὐναντώμενον εἰς οἰανδήποτε πειραματικὴν ὑδραυλικὴν ἔρευναν διὰ τὸσον μεγάλης ἑκτάσεως δοκιμῆν.

Ἡ μέθοδος ἐπιρίζεται εἰς τὴν λήψιν μεμονωμένου, εὐνεχοῦς ὑδρογραφήματος τῆς μελετωμένης λεκάνης (δυναμένου νά προκύψῃ διὰ αὐτογράφου σταθμημέτρου καὶ τῆ βοήθεια τῆς καμπύλης σταθμῆς - παροχῆς) προκύπτοντες ἀπὸ βροχὴν πλήρως καταγεγραμμένην (δίαίτα ἐντάσεως, ἑκτάσεως καὶ διάρκειας) καὶ τὴν εὐσεχέτιεσιν τῆς βροχῆς καὶ τοῦ ὑδρογραφήματος.

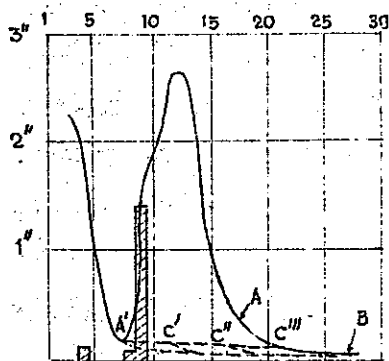
Ἡ εὐσεχέτιεσιν αὕτη περιλαμβάνει αὐτομάτως τὴν ἐπίδρασιν τῆς ὅλης τοπογραφίας, μορφολογίας, γεωλογίας καὶ καλύψεως τῆς λεκάνης, τὴν μεταβολὴν τῶν εὐντελεστῶν ἀπορροῆς καὶ τὴν διάιταν τῶν ὑδρολογικῶν φαινομένων, (ὡς αὕτη δίδεται ὑπὸ τοῦ ἐκῆματος 250 βλ. σελίς 254).

Ἐάν νῦν τὸ ὑδρογράφημα τοῦτο ἀναχθῇ (διὰ ὑπολογισμῶν διευκρινιζομένων κατωτέρω) εἰς ὕψη ἀποδίδοντα, ἐν τῷ συνόλῳ τῶν ἀπορροῆν ὀφειλομένην εἰς περίσσειαν βροχῆς (τὴν πεσοῦσαν βροχὴν ἐξ ἧς ἀφαιροῦνται ὅλαι αἱ ἀπώλειαι ὥστε τὸ ὑπόλοιπον νά μετῶ τὴν εἰς τὸ ρεῦμα ἀπορρέουσαν περίσσειαν βροχῆς) ἰσομένην μετὴν μονάδα ὕψους βροχῆς (ἥτις μονὰς λαμβάνεται ἴση μετ' 25,4 χιλιοστά ἤτοι μίαν Ἴντσιν) τότε ἔχομεν τὸ μοναδιαῖον ὑδρογράφημα τοῦ ποταμοῦ (*).

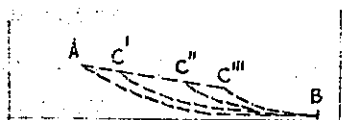
Ἐπὶ τῆ βάσει ταύτου δυναμέδα νῦν νά ὑπολογίσωμεν τὸ ὑδρογράφημα δι' οἰανδήποτε διάρκειαν βροχῆς καὶ δι' οἰανδήποτε μεταβολὴν τῆς ἐντάσεως αὐτῆς.

Εἰς τὸ ἐκῆμα 264 δίδεται ἓνα μεμονωμένον ὑδρογράφημα τοῦ ποταμοῦ Big Muddy (σταθμός Plumfield Ill) ὅπερ προῆλθεν ἐκ βροχῆς μέσου ὕψους 36,35 χιλ. πεσοῦσης τὴν 9 Ἀπριλίου 1924 ἐπὶ λεκάνης ἑκτάσεως 1950 κμ² (ἡ προηγηθεῖσα πρό πενθημέρου βροχὴ 3 χιλ. καὶ ἡ ἐπακολουθήσασα μετὰ 5,12

(*). Ἡ περίσσεια βροχῆς (excess rainfall) καλεῖται ἐνίοτε καὶ καθαρά βροχὴ (net rainfall) ἢ καὶ ἀπορρέουσα βροχὴ.



Σκ. 264. Μεμονωμένον υδρογράφημα του ποταμού Big Muddy (Sherman).



Σκ. 264α Μεγέθυνσις τῆς ὑπογείου ἀπορροῆς.

καὶ 16 ἡμέρας ἐκ 0,75 χιλιοσῶν ἐκάστη, ἐδεωρήθησαν ἀμελητέαι). Ἡ δὲ ἐκ τοῦ υδρογραφήματος, δυνάμεθα νὰ ὑπολογίσωμεν τὰς ἀνά ἑκάστην ἡμέραν ἀπορροῆς ἐκ τῆς βροχῆς αὐτῆς λαβόμεν τὰς τεταχμένας αὐτοῦ καὶ ἀφαιρέσωμεν τὴν βασικὴν ἀπορροὴν τῶν ὑπογείων ὑδάτων ἣτις δὲ ἦτο ἡ A'B' (παράλληλος πρὸς τὴν AC) ἂν δὲν παρενέβαινον αἱ μεσολαμβάνουσαι μικραὶ βροχαὶ αἰτίτινες μετασχηματίζουσαι τὴν βασικὴν ἀπορροὴν εἰς τὴν γραμμὴν A'C'C''C'''B (βλ. μεγέθυνσιν εἰς σχῆμα 264α).

Ἡ διαφορὰ τῶν τεταχμέων τοῦ υδρογραφήματος, καὶ τῆς βασικῆς ἀπορροῆς, μᾶς δίδει τὰς ἀπορροῆς τὰς ὀφειλόμενας εἰς τὴν βροχὴν.

Ἐάν ἤδη λάβωμεν ὑπὸ ὄψιν ὅτι ἡ οὕτω προκύπτουσα ἀπορροὴ ἀνῆλθεν συνολικῶς εἰς 32.787.763 κ.μ. ἐνῶ ἡ πεσοῦσα βροχὴ ἦτο 69.882.500 κ.μ. ὑπολογίζομεν τὴν συντελεστὴν ἀπορροῆς ἴσον μὲ 0,468 ἢτοι ἀπορροὴ = 46,8% βροχῆς.

Τὸ υδρογράφημα τοῦ σχήματος 264 μᾶς δίδει τὴν ἀπορροὴν τῆς πεσοῦσης βροχῆς μὲ συντελεστὴν ἀπορροῆς 46,8% ἢτοι μὲ καθαρὰν ἀπορρέουσαν βροχὴν $36,85 \times 0,46,8 = 16,766$ κμ.

Ἐάν ἡ ἀπορρέουσα βροχὴ διπλασιασθῇ ἀντιστοίχως, δὲ διπλασιασθῶν καὶ αἱ τεταχμένας τοῦ υδρογραφήματος. Ἐάν δὲ θελήσωμεν νὰ κατασκευάσωμεν τὸ « μὲναδιαίαν » υδρογράφημα ἦτοι νὰ ἔχωμεν ἀπορρέουσαν βροχὴν 25,4 χιλιοσῶν δὲ πρέπει νὰ πολλαπλασιάσωμεν τὰς τεταχμένας τοῦ υδρογραφήματος ἐπὶ: