



Ελληνική Δημοκρατία
Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό
Ίδρυμα Ηπείρου

Αρδεύσεις (Θεωρία)

Ενότητα 2 : Το έδαφος
Δρ. Μενέλαος Θεοχάρης



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

2.

Το έδαφος

2.1. Γενικά.

Έδαφος είναι ένα πολύπλοκο σύστημα αποτελούμενο από στερεά, υγρά και αέρια υλικά.

Το ορυκτό τμήμα αποτελείται από τεμαχίδια διαφόρων μεγεθών, σχημάτων και χημικής σύνθεσης. Τα τεμαχίδια αυτά κατατάσσονται σύμφωνα με το μέγεθος των κόκκων σε άμμο, ιλύ και άργιλο που βασικά καθορίζουν την υφή του εδάφους. Το οργανικό κλάσμα αποτελείται τόσο από φυτικά όσο και από ζωικά υλικά, μερικά από τα οποία είναι ζωντανά, ενώ άλλα βρίσκονται σε διάφορα στάδια αποσύνθεσης. Η συγκέντρωση μερικά αποσυντιθέμενης οργανικής ουσίας είναι το κλάσμα του χούμου και συνήθως αποτελεί ένα πολύ μικρό τμήμα της στερεάς φάσης του εδάφους σε ξηρές περιοχές.

Το υγρό τμήμα του εδάφους αποτελείται από νερά, διαλυμένα ορυκτά και ευδιάλυτη οργανική ουσία που γεμίζει μικρό ή μεγάλο μέρος του χώρου μεταξύ των στερεών τεμαχιδίων. Το νερό αυτό απορροφάται από τις ρίζες και πρέπει περιοδικά να αναπληρώνεται από τη βροχή ή την άρδευση για την εξασφάλιση πετυχημένης παραγωγής. Έτσι το έδαφος χρησιμοποιείται σαν αποθήκη υγρασίας, της οποίας η γνώση της χωρητικότητας αποτελεί σπουδαίο παράγοντα για τον καθορισμό της συχνότητας άρδευσης και της αρδευτικής δόσης που πρέπει να εφαρμοσθεί.

Η αέρια φάση του εδάφους καταλαμβάνει εκείνο το μέρος των πόρων που δεν γεμίζει με νερό. Είναι μία σπουδαία φάση του εδαφικού συστήματος επειδή τα περισσότερα φυτά χρειάζονται κάποιο αερισμό του ριζικού συστήματος, με εξαίρεση τα υδρόβια φυτά όπως το ρύζι. Η άρδευση αποτελεί ένα σπουδαίο παράγοντα διατήρησης ενός λογικού ισοζυγίου εδαφικής υγρασίας και αέρα.

Η γνώση των σχέσεων μεταξύ εδάφους και νερού αποτελεί στοιχείο πολύτιμο για τους παραγωγούς οι οποίοι επιδιώκουν την πιο αποδοτική χρησιμοποίηση του διαθέσιμου νερού για την άρδευση των κτημάτων τους.

Η παρουσία υπερβολικών ποσοτήτων νερού στο έδαφος προκαλεί καθυστέρηση ή και παρεμποδίζει την ανάπτυξη των φυτών ενώ, εξάλλου, η μικρή γονιμότητα των εδαφών σε ξηρές περιοχές οφείλεται στην έλλειψη επαρκούς ποσότητας νερού.

Αυτοί που ασχολούνται με την μελέτη των αρδεύσεων, εξετάζουν και τους φυσικούς νόμους, που επηρεάζουν τις σχέσεις εδάφους και νερού, σε όχι κορεσμένα εδάφη.

Οι δυνάμεις, που ασκούνται μεταξύ των κόκκων του εδάφους, εξαρτώνται από την μηχανική σύσταση και τη δομή του. Αυτές οι δυνάμεις προκαλούν στα εδάφη τριχοειδή φαινόμενα. Η στενή επαφή των κόκκων του εδάφους με άλλους, που περιβάλλονται από λεπτές μεμβράνες νερού, έχει συνέπεια την εμφάνιση ελκτικών δυνάμεων μεγάλου μεγέθους.

2.2. Η μηχανική σύσταση του εδάφους.

Το μέγεθος των τεμαχιδίων ή κόκκων, του εδάφους, προσδιορίζει την μηχανική σύσταση, ή υφή του.

Ανάλογα με το μέγεθός τους οι κόκκοι του εδάφους κυμαίνονται από λεπτά χαλίκια μέχρι άργιλο.

Κόκκοι με διάμετρο μεγαλύτερη από 2 χιλιοστά, είναι χαλίκια, με διάμετρο από 0,05 έως 2 χιλιοστά, είναι άμμος, με διάμετρο από 0,002 έως 0,05 χιλιοστά είναι ιλύς, και τέλος με διάμετρο μικρότερη από 0,002 χιλιοστά είναι άργιλος. Κόκκοι εδάφους με διάμετρο μικρότερη από 0,0002 χιλιοστά λέγονται κολλοειδή.

Τα πιο πολλά εδάφη αποτελούνται από μείγμα άμμου ιλύος και αργίλου. Στις περιπτώσεις που τα τεμάχια της άμμου αποτελούν το μεγαλύτερο ποσοστό, το έδαφος ονομάζεται αμμώδες και στις περιπτώσεις που τα τεμάχια της αργίλου αποτελούν το μεγαλύτερο ποσοστό, το έδαφος ονομάζεται αργιλώδες.

Η ιλύς είναι ενδιάμεση κατηγορία, μεταξύ αργίλου και άμμου, ενώ ο πηλός είναι έδαφος μέσης σύστασης, που αποτελείται από περίπου ίσες ποσότητες αργίλου, ιλύος και άμμου.

Τα τεμαχίδια της άμμου είναι αισθητά με την αφή και διακρίνονται εύκολα με γυμνό μάτι.

Η ιλύς έχει εμφάνιση και υφή αλεύρου και τα τεμαχίδιά της μόλις που διακρίνονται με γυμνό μάτι.

Τα μεμονωμένα τεμαχίδια της αργίλου, δεν διακρίνονται με γυμνό μάτι και συναντώνται σε μεγάλο ποσοστό σε τόσο μικρό μέγεθος, που δεν διακρίνονται ούτε με το μικροσκόπιο.

Όσο η διόγκωση και το κολλοειδές των υγρών εδαφών, καθώς και η ρωγμάτωσή τους όταν είναι σε ξηρή κατάσταση, οφείλονται στην περιεχόμενη άργιλο.

Το μέγεθος των εδαφικών κόκκων έχει σημαντική επίδραση στη ροή του εδαφικού νερού, στην κυκλοφορία του αέρα μέσα στο έδαφος, και στις φυσικοχημικές αντιδράσεις οι οποίες έχουν μεγάλη σημασία στην ανάπτυξη και επιβίωση των καλλιεργειών.

Ένα έδαφος χοντρόκοκκο συγκρατεί λίγο νερό σε σχέση με ένα λεπτόκοκκο έδαφος. Για το λόγο αυτό η δόση και η συχνότητα άρδευσης διαφοροποιείται από τη μία κατηγορία στην άλλη κατηγορία εδάφους.

Ο αριθμός των τεμαχιδίων ανά μονάδα βάρους εδάφους και κατ' επέκταση η εκτεθειμένη επιφάνειά τους, έχει σχέση με τη γονιμότητα του εδάφους. Όσο μεγαλύτερη είναι η εκτεθειμένη επιφάνεια ανά μονάδα βάρους, τόσο το έδαφος αυτό συγκρατεί περισσότερο νερό και θρεπτικά στοιχεία.

Στον πίνακα που ακολουθεί, δίνονται μερικά χαρακτηριστικά των εδαφικών τεμαχιδίων.

Πίνακας 1. Χαρακτηριστικά εδαφικών τεμαχιδίων.

Όνομασία	Διάμετρος τεμαχιδίων		Αριθμός τεμαχιδίων ανά gr εδάφους	Επιφάνεια ανά gr εδάφους cm ²
	(mm)	(μm)		
Πολύ χοντρή άμμος	2,00 - 1,00	2000-1000	90	11
Χοντρή άμμος	1,00 - 0,50	1000-500	722	23
Ενδιάμεση άμμος	0,50 - 0,25	500-250	5.777	45
Λεπτή άμμος	0,25 - 0,10	250-100	46.213	91
Πολύ λεπτή άμμος	0,10 - 0,05	100-50	722.074	227
ΐλύς	0,05- 0,002	50-2	5.776.674	454
Άργιλος	< 0,002	< 2	90.260.853.860	8.000.000

Από τις τιμές του παραπάνω πίνακα διαπιστώνεται ότι η πολύ χοντρή άμμος έχει ελάχιστο αριθμό τεμαχιδίων για κάθε gr εδάφους, ενώ η εκτεθειμένη επιφάνεια αυτής μόλις ανέρχεται σε 11 cm².

Η πολύ λεπτή άμμος έχει σε κάθε gr εδάφους 722.024 τεμαχίδια και εκτεθειμένη επιφάνεια που φτάνει τα 227 cm².

Αυτό σημαίνει ότι η χοντρή άμμος δεν μπορεί να συγκρατήσει ούτε νερό αλλά ούτε και θρεπτικά στοιχεία, ενώ η πολύ λεπτή άμμος έχει κάποια μικρή σχέση με την συγκράτηση νερού και θρεπτικών στοιχείων.

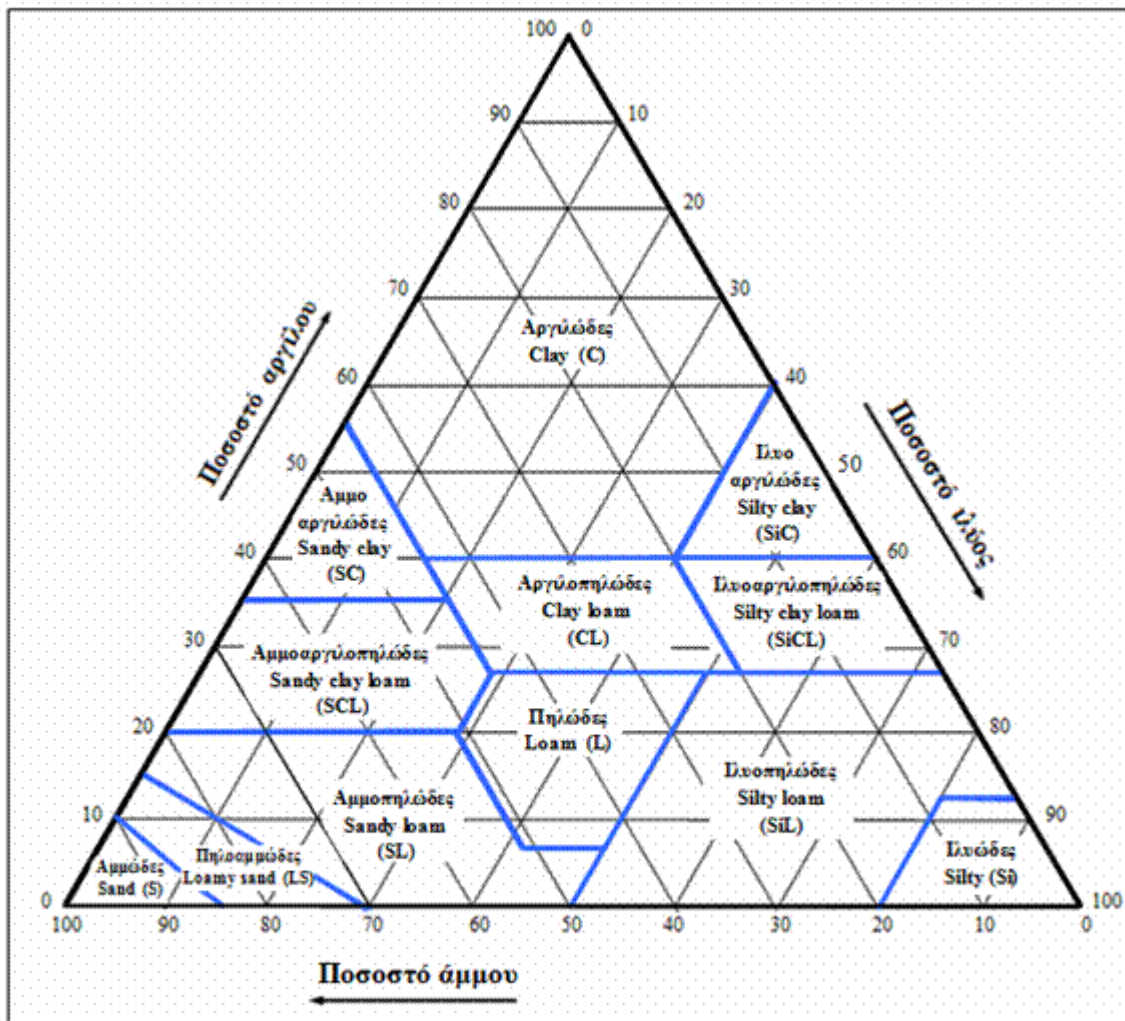
Η ίλύς έχει σε κάθε gr εδάφους 5.776.674 τεμαχίδια και μόνο ένα διπλασιασμό της εκτεθειμένης επιφάνειας σε σχέση με την πολύ λεπτή άμμο.

Η άργιλος έχει σε κάθε gr εδάφους έναν αστρονομικό αριθμό τεμαχιδίων και εκτεθειμένη επιφάνεια που φτάνει τα 8.000.000 cm². Τούτο σημαίνει ότι η άργιλος συγκρατεί πολύ νερό αλλά και θρεπτικά στοιχεία.

2.3. Τύποι εδαφών.

Έναν εύκολο τρόπο χαρακτηρισμού του εδάφους ανάλογα με την ποσοστιαία (%) περιεκτικότητα του δείγματος σε άμμο, ιλύ και άργιλο δίνει το τριγωνικό διάγραμμα της Διοικήσεως Δημοσίων οδών των Η.Π.Α. (U.S. PUBLIC ROADS ADMINISTRATION ή P.R.A.).

Στο τρίγωνο βλέπουμε ότι υπάρχουν 12 τύποι εδαφών, ανάλογα με τα δομικά στοιχεία που επικρατούν κάθε φορά στο εξεταζόμενο δείγμα. Τα λατινικά στοιχεία, που αναγράφονται σε κάθε τύπο εδάφους, παριστάνουν το διεθνή συμβολισμό του.



Σχήμα 2.1. Τριγωνικό διάγραμμα για την κατάταξη των εδαφών ανάλογα με την μηχανική τους σύσταση.

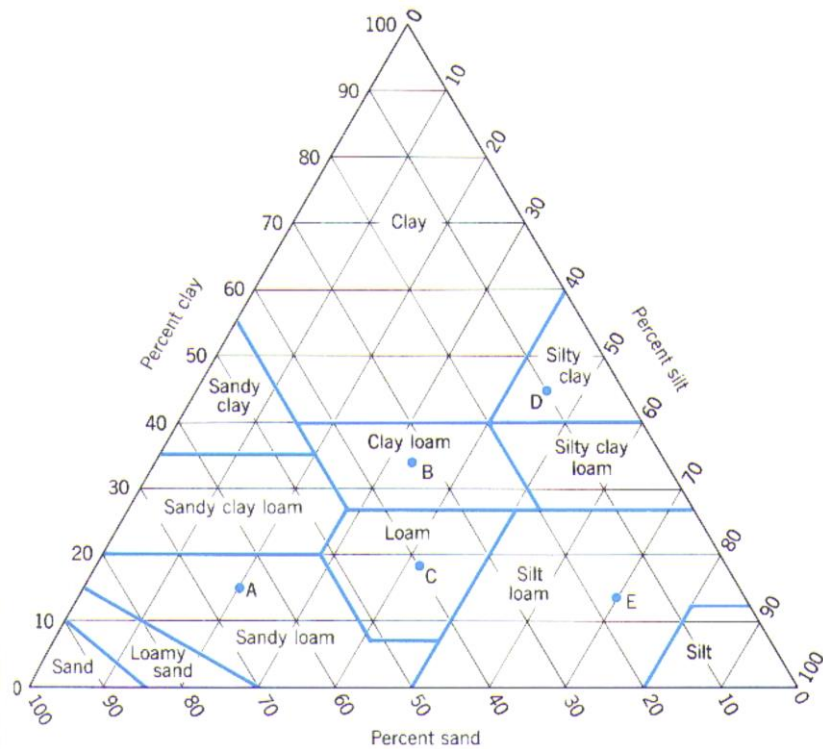
Παράδειγμα:

Εδαφικό δείγμα που περιέχει κατά βάρος 60 % άμμο και 30 % ιλύ και 10 % άργιλο, χαρακτηρίζεται σαν αμμοπηλώδες (SL).

Εδώ πρέπει να τονιστεί ιδιαίτερα η μεγάλη σημασία που έχουν για το έδαφος τα κολλοειδή συστατικά του. Χαρακτηριστική ιδιότητα των κολλοειδών είναι η μεγάλη υγροσκοπικότητά τους. Όταν προσλάβουν νερό διογκώνονται, γεμίζουν τους πόρους του εδάφους και το καθιστούν αδιαπέρατο. Υπάρχουν άλατα που επιδρούν στα κολλοειδή και καθιστούν το έδαφος αδιαπέρατο. Τέτοια άλατα είναι τα Na_2CO_3 , NaCl και NaNO_3 .

Υπάρχουν αντίθετα άλατα που θρομβώνουν το έδαφος και το καθιστούν έδαφος διαπερατό. Τέτοια είναι τα άλατα του ασβεστίου CaCl , CaSO_4 και CaCO_3

Πρέπει, επομένως, ο ασχολούμενος με την άρδευση ή την αποστράγγιση κάποιου εδάφους, να δώσει ιδιαίτερη προσοχή όταν το συγκεκριμένο έδαφος έχει σημαντική περιεκτικότητα σε κολλοειδή.



Πίνακας 4. Κλάσεις Κοκκομετρικής Σύστασης

Χαρτ. σύμβολο	Τμήμα Α 0-25 cm	Τμήμα Β 25-75 cm	Τμήμα Γ 75-150 cm
0	Χαλίκια >60%	Χαλίκια >60%	Χαλίκια >60%
1	Αμμώδης (S), Πηλοαμμώδης (LS)	Αμμώδης (S), Πηλοαμμώδης (LS) Αμμοπηλώδης(SL) ή στρώσεις με χονδρόκοκκα υλικά	Αμμώδης (S), Πηλοαμμώδης (LS) Αμμοπηλώδης(SL)
2	Αμμοπηλώδης (SL)	Ιλυώδης (Si) Ιλοοπηλώδης (SiL) Πηλώδης (L) ή στρώσεις με επικρατέστερη πηλώδη(L)	Πηλώδης (L) Ιλυώδης (Si) Ιλοοπηλώδης (SiL) ή στρώσεις με επικρατέστερα μέσης συστάσεως υλικά
3	Ιλυώδης (Si) Ιλοοπηλώδης (SiL) Λεπτή αμμοπι/δης (FSL) Πηλώδης (L)	Αργιλοπηλώδης (CL) Ιλοοαργιλοπηλώδης(SiCL) Αμμοαργιλώδης (SC) ή στρώσεις με επικρατέστερα λεπτόκοκκα υλικά	Λεπτότερη από πηλώδη (L) ή στρώσεις με επικρατέστερα λεπτόκοκκα υλικά
4	Αμμοαργιλοπηλώδης (SCL) Αργιλοπηλώδης (CL) Ιλοοαργιλοπηλώδης (SiCL)	Αργιλώδης (C) Ιλοοαργιλώδης (SiC) Αμμοαργιλώδης (SC)	
5	Αμμοαργιλώδης (SC) Ιλοοαργιλώδης (SiC) Αργιλώδης (C)		

2.4. Οι φυσικές παράμετροι του εδάφους.

2.4.1. Ειδικά βάρη του εδάφους.

2.4.1.1. Το πραγματικό ειδικό βάρος.

Πραγματικό ειδικό βάρος εδαφικού υλικού είναι, εξ ορισμού, η ποσότητα E_{π} που δίνεται από τη σχέση:

$$E_{\pi} = \frac{G_s}{V_s}$$

όπου G_s = το ξηρό βάρος του εδαφικού υλικού και

V_s = ο όγκος της στερεάς μάζας των κόκκων.

Το πραγματικό ειδικό βάρος E_{π} δεν είναι το ίδιο για τα διάφορα εδαφικά υλικά και κυμαίνεται μεταξύ 25 - 28 kN/m³ γιατί το έδαφος αποτελείται από διάφορα συστατικά σε τυχούσα αναλογία.

2.4.1.2. Το φαινόμενο ειδικό βάρος.

Φαινόμενο ειδικό βάρος εδαφικού υλικού είναι, εξ ορισμού, η ποσότητα E_{ϕ} που δίνεται από τη σχέση:

$$E_{\phi} = \frac{G_s}{V_t}$$

όπου G_s = το ξηρό βάρος του εδαφικού υλικού και

V_t = ο συνολικός όγκος εδάφους και πόρων.

Το φαινόμενο ειδικό βάρος εξαρτάται από τη δομή του εδάφους, ήτοι από τη διάταξη των συστατικών αυτό τεμαχιδίων, τη μηχανική σύσταση και τον βαθμό συμπίεσής του.

Το φαινόμενο ειδικό βάρος αποτελεί παράγοντα μεγάλης σπουδαιότητας για τον προσδιορισμό της ικανότητας των εδαφών να συγκρατούν αρδευτικό νερό.

Με τη συμπίεση εδάφους σταθερού πραγματικού ειδικού βάρους, αυξάνεται το φαινόμενο ειδικό βάρος του, εξ αιτίας της μείωσης του όγκου των πόρων.

Κατά την εφαρμογή των αρδεύσεων απαιτείται η γνώση του φαινόμενου ειδικού βάρους για τον υπολογισμό της απαιτούμενης ποσότητας αρδευτικού νερού, επειδή δεν είναι πρακτικά εφικτή η απ' ευθείας μέτρηση της υγρασίας που υπάρχει μέσα στο έδαφος.

Για το σκοπό αυτό υπολογίζεται το βάρος του νερού που περιέχεται μέσα στο εδαφικό δείγμα. Αυτό ισούται με την απώλεια βάρους του δείγματος κατά την ξήρασή του.

Στη συνέχεια το ποσοστό της περιεχόμενης υγρασίας στο ξηρό βάρος μετατρέπεται σε ποσοστό επί του όγκου με βάση το φαινόμενο ειδικό βάρος.

Για τον προσδιορισμό του φαινόμενου ειδικού βάρους του εδάφους, παίρνεται συνήθως δείγμα ορισμένου όγκου. Αυτό επιτυγχάνεται με τη λήψη αδιατάρακτου δείγματος με τη βοήθεια σωλήνα με αιχμηρά χείλη ο οποίος μπηγεται στο έδαφος. Σε μερικές περιπτώσεις, αντί για τη χρήση εδαφοληπτών ανοίγεται φρεάτιο μικρού βάθους, από το οποίο παίρνονται τα δείγματα του εδάφους.

Για τη λήψη δείγματος μπορούν να χρησιμοποιηθούν επίσης και χειροκίνητα γεωτρήματα. Το δείγμα που παίρνεται από την οπή της γεώτρησης, ξηραίνεται και ζυγίζεται.

Στην περίπτωση αυτή ο όγκος του δείγματος προσδιορίζεται με βάση τις διαστάσεις της οπής, ή με την τοποθέτηση ελαστικού, ή πλαστικού, σωλήνα μέσα σ' αυτή και με μέτρηση του όγκου που απαιτείται για το γέμισμα του σωλήνα με νερό.

Το φαινόμενο ειδικό βάρος μπορεί επίσης να προσδιοριστεί και με ακτινοβολία ακτίνων γάμα. Ύστερα από έρευνες διαπιστώθηκε ότι ο βαθμός απορρόφησης από το έδαφος των ακτίνων γάμα, δεν επηρεάζεται από τη χημική του σύσταση, αλλά εξαρτάται σχεδόν αποκλειστικά από την πυκνότητά του. Για την παραγωγή της ακτινοβολίας γάμα χρησιμοποιείται συνήθως Κοβάλτιο 60, το οποίο είναι σταθερό και σχετικά οικονομικό ραδιοϊσότοπο. Αυτό συνδυάζεται με φορητό μετρητή και μικρό ανιχνευτή.

Η πηγή ακτινοβολίας και ο ανιχνευτής τοποθετούνται μέσα στην οπή, που έχει διανοιγεί, και στο βάθος στο οποίο πρόκειται να γίνει η μέτρηση. Ο μετρητής είναι κατάλληλα βαθμολογημένος, ώστε οι ενδείξεις του να δίνουν κατ' ευθείαν το φαινόμενο ειδικό βάρος.

2.4.2. Το πορώδες του εδάφους.

Το ποσοστό του όγκου του εδάφους που δεν καταλαμβάνεται από τα στερεά συστατικά αυτού, ονομάζεται πορώδες.

Το πορώδες του εδάφους εξαρτάται από τη δομή του εδάφους. Σε εδάφη με μικρό ποσοστό ιλύος και αργίλου το συνολικό ποσοστό των πόρων είναι μικρό αλλά έχει πόρους μεγάλης διαμέτρου. Αντίθετα εδάφη πλούσια σε ιλύ και άργιλο το ποσοστό των πόρων είναι μεγαλύτερο αλλά με πόρους μικρότερης διαμέτρου και αν έχει καλή συσσωμάτωση είναι δυνατό να είναι μεγαλύτερος ο όγκος από τη στερεά φάση.

Οι πόροι περιέχουν νερό ή αέρα και συμβάλλουν στη γονιμότητα του εδάφους.

Γενικά τα χονδρόκοκα, αμμώδη εδάφη, έχουν μικρό πορώδες (μέχρι 36 %).

Τα λεπτόκοκα ή αργιλώδη εδάφη έχουν μεγάλο πορώδες (μέχρι 60 %).

Όμως κατά την κίνηση του νερού στα αργιλώδη εδάφη (συνεκτικά), εξ' αιτίας των τριχοειδών δυνάμεων κατακρατείται στο στερεό σκελετό του εδάφους ένας σημαντικός όγκος νερού και έτσι ένα ποσοστό μονάχα του συνολικού όγκου νερού στραγγίζεται λόγω της βαρύτητας.

Έτσι το **ενεργό πορώδες**, που ορίζεται σαν το ποσοστό των κενών μέσα από τα οποία πραγματικά κινείται το νερό, είναι μικρότερο στα αργιλώδη εδάφη από ότι στα αμμώδη, όπου το ποσοστό του συγκρατούμενου νερού στο έδαφος είναι αμελητέα.

Το πορώδες του εδάφους δίδεται από τη σχέση:

$$n = \frac{V_f}{V_t}$$

Αν το πορώδες εκφραστεί ως συνάρτηση των E_π και E_ϕ προκύπτει:

$$n = 1 - \frac{E_\phi}{E_\pi}$$

διότι

$$n = \frac{V_t - V_{\text{στερ.}}}{V_t} = 1 - \frac{V_{\text{στερ.}}}{V_t} = 1 - \frac{G_s / E_\pi}{G_s / E_\varphi}$$

Επίσης ορίζεται ως δείκτη πόρων (e) ο λόγος:

$$e = \frac{V_f}{V_s}$$

Εύκολα υπολογίζεται ότι τα n και e συνδέονται με τη σχέση:

$$n = \frac{e}{1 + e}$$

2.5. Η δομή του εδάφους.

Δομή του εδάφους ονομάζεται ο τρόπος διάταξης των εδαφικών τεμαχιδίων.

Όταν τα τεμαχίδια, που αποτελούν το έδαφος, είναι σχετικά ισομεγέθη, η διάταξή τους είναι αραιά και τα μεταξύ τους διάκενα μεγάλα. Όταν όμως αυτά ποικίλλουν σημαντικά σε μέγεθος, τα μεταξύ τους διάκενα είναι μικρά. Πέρα από αυτό τα λεπτότερα σωματίδια συνενώνονται μεταξύ τους και σχηματίζουν συσσωματώματα τα οποία εξασφαλίζουν ευνοϊκή δομή στο έδαφος.

Η δομή του εδάφους είναι ένας από τους βασικούς παράγοντες που καθορίζουν τη γονιμότητά του, γιατί αυτή έχει σχέση με την ικανότητα του εδάφους να συγκρατεί νερό, να στραγγίζει η πλεονάζουσα ποσότητα νερού, να επιτρέπει την ανάπτυξη των ριζών και την ελεύθερη κίνηση του αέρα.

Στο έδαφος διακρίνονται δύο μεγάλες κατηγορίες δομής, η κοκκώδης και συσσωματώδης.

Στην πρώτη κατηγορία οι εδαφικοί κόκκοι δεν συνδέονται μεταξύ τους με οποιαδήποτε συνδετική ύλη. Στη δεύτερη όμως κατηγορία η άργιλος θρομβώνεται και αναμειγνύεται με τους κόκκους της άμμου σχηματίζοντας έτσι συσσωματώματα και συντελώντας στη δημιουργία αυξημένου πορώδους.

Η άρδευση, η άροση και οι υπόλοιπες καλλιεργητικές εργασίες όταν γίνονται σε πολύ ξηρά ή πολύ υγρά εδάφη, προκαλούν διάσπαση των συσσωματωμάτων.

Καλλιεργητικές εργασίες, όταν γίνονται σε πολύ υγρά εδάφη, τα κάνουν συσσωματώδη με άμεση καταστρεπτική συνέπεια, την κακή έως ανύπαρκτη κυκλοφορία του αέρα και του νερού μέσα στο έδαφος.

Η καλή κυκλοφορία του αέρα και του νερού μέσα στο έδαφος, καθώς και η ανεμπόδιση εισχώρηση των ριζών των φυτών, είναι εξίσου σημαντικές για την ανάπτυξη των καλλιεργειών, όσο και η ύπαρξη θρεπτικών ουσιών σε επαρκείς ποσότητες.

Τη διαμόρφωση της δομής του εδάφους, επηρεάζουν βασικά οι παρακάτω παράγοντες:

- α. Η διαβροχή του εδάφους, η οποία μπορεί να προκαλέσει θρυμματισμό των συσσωματωμάτων με την διαλυτοποίηση των συγκολλητικών ουσιών.
- β. Η αποξήρανση του εδάφους, η οποία τείνει να θρυμματίσει μεγάλα και να σταθεροποιήσει μικρά συσσωματώματα.

- γ. Ο παγετός και η τήξη αυτού, που προκαλούν αύξηση της σταθερότητας των συσσωματωμάτων με συνέπεια την διατήρηση καλής δομής.
- δ. Η ύπαρξη οργανικής ουσίας, που συντελεί στη σταθερότητα των συσσωματωμάτων λόγω συγκόλλησης των τεμαχιδίων.
- ε. Η ύπαρξη σκουληκιών και μικροοργανισμών στο έδαφος, η οποία συντελεί στην καλή δομή του εδάφους.
- στ. Το ανθρακικό ασβέστιο CaCO_3 , που προκαλεί συσσωμάτωση, ιδιαίτερα στα αργιλώδη εδάφη.
- ζ. Η προσθήκη γύψου ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) στα αλκαλιωμένα εδάφη και το ασβέστιο στα όξινα εδάφη προκαλούν συσσωμάτωση.

Οι ρίζες των φυτών, που εισχωρούν στο έδαφος, απορροφούν το νερό με αποτέλεσμα να ξηραίνεται το έδαφος και επομένως να απαιτείται νέα διαβροχή του. Επίσης ο ρόλος του χούμου και των υπόλοιπων οργανικών ουσιών, που περιέχονται, συμβάλλουν στην ενίσχυση της σταθερότητας των συσσωματωμάτων και προσδίδουν σ' αυτά ελαστικότητα έναντι των κρούσεων που δημιουργούνται κατά τις καλλιεργητικές εργασίες.

Οι κυριότερες μέθοδοι, των οποίων η εφαρμογή είναι αναγκαία για την διατήρηση και βελτίωση της δομής των αρδευόμενων εδαφών, είναι οι παρακάτω:

1. Άροση μέσα στα συμπαγή στρώματα, αλλά σε διαφορετικό βάθος κάθε χρόνο.
2. Έκθεση του εδάφους στον ατμοσφαιρικό αέρα για όσο το δυνατό μεγαλύτερο χρονικό διάστημα μετά την προ της σποράς άροση.
3. Επαρκής εφοδιασμός του εδάφους με οργανικές ουσίες.
4. Εφαρμογή κατάλληλης αμεινισποράς με ψυχανθή, βιομηχανικά φυτά και φυτά με ινώδεις ρίζες και
5. Περιορισμός των καλλιεργητικών εργασιών στο ελάχιστο απαραίτητο όριο.

Επειδή τα νεώτερα καλλιεργητικά μηχανήματα είναι εφοδιασμένα με τροχούς μεγάλου βάρους και με δίσκους, προκαλούν συμπίεση του εδάφους, και για το λόγο αυτό η χρήση τους πρέπει να περιορίζεται μόνο στην προετοιμασία των κτημάτων για την σπορά και την καταπολέμηση των ζιζανίων.

2.6. Το βάθος του εδάφους.

Το βάθος του εδάφους, αποτελεί σπουδαιότατο παράγοντα για τις αρδεύσεις, διότι από αυτό εξαρτάται η ικανότητα του εδάφους να εναποθηκεύσει επαρκείς ποσότητες αρδευτικού νερού.

Τα αβαθή εδάφη απαιτούν άρδευση σε συχνά χρονικά διαστήματα. Σε αβαθή εδάφη, που βρίσκονται πάνω από αμμοχάλικο, παρατηρούνται υπερβολικές απώλειες νερού κατά την άρδευση λόγω διηθήσεως.

Αντίθετα, τα βαθιά εδάφη μέσης συστάσεως και χαλαρής δομής, αφ' ενός μεν διευκολύνουν την διείσδυση των ριζών των φυτών σε βάθος, αφ' ετέρου δε, έχουν ικανότητα εναποθήκευσης μεγάλων ποσοτήτων αρδευτικού νερού, και έτσι εξασφαλίζουν την ικανοποιητική ανάπτυξη των φυτών, χωρίς να χρειάζεται άρδευση σε πυκνά χρονικά διαστήματα.

2.7. Τα θρεπτικά συστατικά του εδάφους.

Τα σπουδαιότερα χημικά στοιχεία, που είναι αναγκαία για την ανάπτυξη των φυτών, είναι το ασβέστιο, ο άνθρακας, το υδρογόνο, ο σίδηρος, το μαγνήσιο, το άζωτο, το οξυγόνο, το κάλιο, ο φωσφόρος και το θείο.

Τα φυτά προσλαμβάνουν άζωτο υπό μορφή νιτρικών αλάτων, τα οποία διαλύονται στο εδαφικό νερό. Ο εφοδιασμός των αρδευόμενων κτημάτων με αζωτούχες ουσίες γίνεται με την προσθήκη σ' αυτά κοπριάς και χημικών λιπασμάτων καθώς και με την καλλιέργεια ψυχανθών.

Οι συνθήκες περιεκτικότητας σε νερό, δομής και αεροϊκανότητας του εδάφους, πρέπει να γίνονται όσο το δυνατό ευνοϊκότερες για την ανάπτυξη της βακτηριακής δράσης, στην οποία κυρίως οφείλεται ο σχηματισμός των νιτρικών αλάτων.

2.8. Το έδαφος σαν ταμιευτήρας νερού.

2.8.1. Ταξινόμηση της εδαφικής υγρασίας.

Τα φυτά προμηθεύονται το απαραίτητο για τις λειτουργίες τους νερό σχεδόν αποκλειστικά από το έδαφος. Στο έδαφος αποθηκεύεται το νερό ανάμεσα στους πόρους του.

Ανάλογα με το μέγεθος των κόκκων του εδάφους, και με την διάταξή τους στο χώρο, σχηματίζονται στο έδαφος διάφοροι μικροί, ή μεγάλοι πόροι, οι οποίοι είναι γεμάτοι με νερό ή αέρα.

Το νερό μέσα στο έδαφος κάτω από την επίδραση ειδικών κλιματολογικών συνθηκών, μπορεί να βρίσκεται σε στερεά, υγρή ή αέρια κατάσταση και διακρίνεται στις ακόλουθες κατηγορίες.

α. Ελεύθερο νερό, ή νερό βαρύτητας.

Έτσι χαρακτηρίζεται το νερό που γεμίζει προσωρινά τους μεγάλους πόρους ή τα κενά του εδάφους, και, κάτω από την επίδραση της βαρύτητας, διηθείται προς τα βαθύτερα στρώματα του εδάφους. Το νερό αυτό χάνεται σχεδόν για τα φυτά. Βέβαια, αν κατά την εφαρμογή των αρδεύσεων ληφθεί μέριμνα, ώστε η δόση άρδευσης να είναι τέτοια που η κάθοδος του νερού να μην ξεπερνά το βάθος του ενεργού ριζοστρώματος, τότε περιορίζονται στο μέγιστο οι απώλειες λόγω βαθιάς διηθήσεως. Δυστυχώς όμως στην πράξη, λόγω ατελειών των κλασσικών συστημάτων άρδευσης, αυτό δεν είναι εύκολο να πραγματοποιηθεί, με αποτέλεσμα ένα ποσοστό του αρδευτικού νερού να χάνεται για τα φυτά.

β. Τριχοειδές νερό.

Έτσι χαρακτηρίζεται το νερό που συγκρατείται στους τριχοειδείς πόρους του εδάφους κάτω από την επίδραση δυνάμεων επιφανειακής τάσεως και μοριακής έλξεως. Το τμήμα αυτό της εδαφικής υγρασίας είναι ουσιαστικά η κύρια πηγή τροφοδοσίας των φυτών σε νερό, γιατί και εύκολα προσφέρεται, αλλά και εύκολα απορροφάται από το ριζικό σύστημα των φυτών.

γ. Υγροσκοπικό νερό.

Έτσι χαρακτηρίζεται το νερό που συγκρατείται με τη μορφή λεπτότατων μεμβρανών γύρω από την επιφάνεια των κόκκων του εδάφους λόγω ισχυρών συνεκτικών δυνάμεων και, πρακτικά, δεν

μπορεί να απορροφηθεί από το ριζικό σύστημα των φυτών, γιατί η απαιτούμενη αρνητική τάση (μύζηση) που πρέπει να ασκηθεί από αυτό είναι πολύ μεγάλη.

δ. Νερό σε αέρια κατάσταση.

Είναι το νερό που βρίσκεται στους πόρους του εδάφους σε αέρια κατάσταση και κινείται από τις υψηλές προς τις χαμηλές πιέσεις.

2.8.2. Έκφραση της εδαφικής υγρασίας.

Η εδαφική υγρασία εκφράζεται:

α. Σε βάρος, σαν ποσοστό επί τοις εκατό του ξηρού βάρους εδάφους από τη σχέση:

$$w = \frac{\text{βάρος νερού}}{\text{βάρος ξηρού εδάφους}} = \frac{G_w}{G_s}$$

Για τον παραπάνω προσδιορισμό παίρνουμε, χρησιμοποιώντας εδαφολογικό τρυπάνι, δείγμα εδάφους, το οποίο βάζουμε μέσα σε ειδικό και καλά καλυμμένο δοχείο για να αποφευχθεί κάθε πιθανή απώλεια υγρασίας από εξάτμιση. Το δοχείο με το δείγμα το ζυγίζουμε σε ζυγό ακριβείας και στη συνέχεια το τοποθετούμε μέσα σε κλίβανο, θερμοκρασίας 105 - 110 °C όπου παραμένει μέχρις ότου αποκτήσει σταθερό βάρος. Η διαφορά του βάρους πριν και μετά την ξήρανση μας δίνει το βάρος του νερού που περιείχε το δείγμα.

Το τελευταίο διαιρούμενο με το βάρος του ξηρού εδάφους, μας δίνει την εκατοστιαία αναλογία της περιεχόμενης στο δείγμα υγρασίας προς το βάρος του ξηρού εδάφους.

Παράδειγμα:

Έστω: = Βάρος υγρού εδάφους μαζί με το δοχείο = 180 N
= Βάρος ξηρού εδάφους μαζί με το δοχείο = 160 N
= Βάρος δοχείου = 20 N

Τότε:

$$w = \frac{180 - 160}{160 - 20} = 14,3 \%$$

Επομένως η περιεχόμενη στο δείγμα υγρασία είναι 14,3 % του ξηρού βάρους εδάφους.

β. Σε όγκο, ως ποσοστό επί τοις εκατόν του συνολικού όγκου εδάφους και πόρων από τη σχέση:

$$\theta = \frac{\text{όγκος νερού}}{\text{συνολικός όγκος εδάφους και πόρων}} = \frac{V_w}{V_t}$$

Σχέση μεταξύ w και θ.

$$\text{Είναι: } \frac{w}{\theta} = \frac{(G_w / G_s)}{V_w / V_t} = \frac{G_w \cdot V_t}{G_s \cdot V_w} = \frac{V_w \gamma_w V_t}{G_s \cdot V_w} = \frac{\gamma_w V_t}{G_s} = \frac{\gamma_w}{E_\phi} \quad \text{δηλαδή } w = \frac{\theta}{E_\phi}$$

ή ακόμη $\theta = w E_\phi$.

Παράδειγμα:

Έστω ότι έδαφος με βάρος 120 gr στη φυσική του κατάσταση, έχασε, ξηραίνόμενο μέχρι να αποκτήσει σταθερό βάρος, 20 gr και ότι το φαινόμενο ειδικό του βάρος είναι $E_\phi = 1,30 \text{ gr} / \text{cm}^3$.

Βρίσκομε:

$$W_\beta = \frac{G_{\text{νερού}}}{G_\xi} = \frac{20}{120 - 20} = 20 \%$$

οπότε και

$$W_o = W_\beta \frac{E_\phi}{\gamma_{\text{νερού}}} = 20 \% \cdot \frac{1,30 \text{ gr} / \text{cm}^3}{1,00 \text{ gr} / \text{cm}^3} = 26 \% \quad \text{του συνολικού όγκου του εδάφους}$$

ή

$$W_o = W_\beta \cdot E_{\phi \text{ σχετ.}} = 20 \% \cdot 1,30 \text{ gr} / \text{cm}^3 = 26,0 \%$$

2.8.3. Αποθήκευση της εδαφικής υγρασίας.

Το έδαφος είναι ένα πορώδες υλικό που αποτελείται από τεμαχίδια διαφόρων μεγεθών που βρίσκονται το ένα κοντά στο άλλο που αφήνουν όμως κενούς χώρους μεταξύ τους.

Οι χώροι αυτοί είναι γνωστοί ως πόροι και για τα περισσότερα εδάφη αποτελούν το 40 - 60 % του συνολικού εδαφικού όγκου. Το νερό αποθηκεύεται στους πόρους αυτούς.

Το αποθηκευμένο νερό, ή εδαφική υγρασία, χρησιμοποιείται από τα φυτά και όταν η βροχόπτωση είναι χαμηλή πρέπει να αναπληρώνεται με άρδευση.

2.8.3.1. Κορεσμός.

Κατά τη διάρκεια της επιφανειακής άρδευσης και αμέσως μετά, το έδαφος κάτω από την επιφάνεια του είναι σχεδόν κορεσμένο. Όλοι οι πόροι ή τα μικρά ανοίγματα μεταξύ των εδαφικών τεμαχιδίων είναι σχεδόν γεμάτοι με νερό, όπως δείχνεται στο σχήμα 2α.

Στο κορεσμένο έδαφος υπάρχει λίγος αέρας. Επειδή τα φυτά, με εξαίρεση το ρύζι, χρειάζονται αέρα, όπως επίσης και νερό, ένα ποσοστό νερού πρέπει να απομακρυνθεί από τους μεγαλύτερους πόρους σε ένα εύλογο χρονικό διάστημα, για να μην καταστραφούν οι καλλιέργειες. Αν το έδαφος στραγγίζει καλά, μέρος του νερού θα κινηθεί με τη βαρύτητα προς τα κάτω και σε μικρή έκταση πλευρικά με τα τριχοειδή.

Το νερό που κινείται προς τα κάτω λόγω της βαρύτητας, είναι το νερό βαρύτητας, ή ελεύθερο νερό που περιγράψαμε παραπάνω.

2.8.3.2. Υδατοϊκανότητα.

Το ποσό του νερού που παραμένει μετά τη στράγγιση του κορεσμένου εδάφους λέγεται υδατοϊκανότητα.

Στην υδατοϊκανότητα κάθε εδαφικό τεμαχίδιο περιβάλλεται από ένα λεπτό στρώμα νερού.

Όμως το μεγαλύτερο μέρος του νερού βρίσκεται υπό μορφή σφηνών ανάμεσα στα τεμαχίδια, όπως φαίνεται στο σχήμα 2β.

Από τις σφήνες αυτές τα φυτά παίρνουν το περισσότερο νερό.

Η υγρασία που συγκρατείται στο έδαφος ενάντια στη βαρύτητα, μπορεί να εκφραστεί με τη μορφή αρνητικής πίεσης.

Οι τιμές της αρνητικής πίεσης μπορούν να εκφραστούν σε ατμόσφαιρες ή ύψος υδατικής στήλης σε εκατοστά.

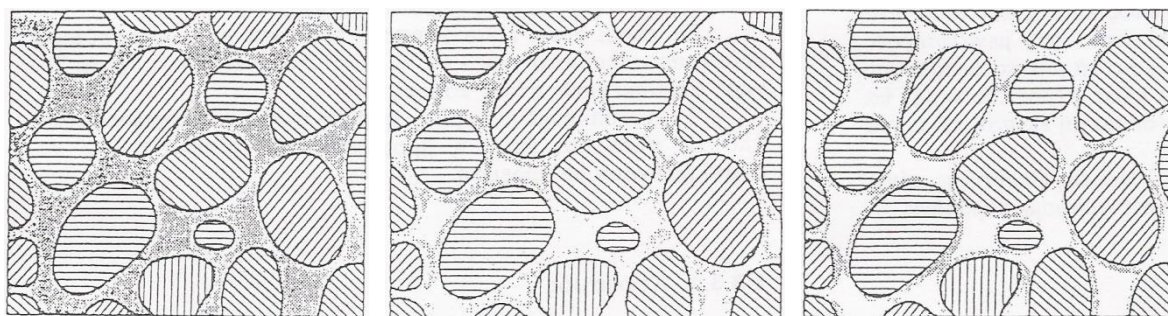
Η γνώση ότι η 1 Atm ισούται περίπου με μύζηση, ή αρνητική πίεση υδάτινης στήλης ύψους 1000 cm, είναι απαραίτητη, για τη μετατροπή της αρνητικής εδαφικής πίεσης (τάσης) σε ισοδύναμες ατμόσφαιρες.

Η υγρασία, που συγκρατείται σε ένα πηλώδες ή ένα αργιλώδες έδαφος, όταν εφαρμόζεται πίεση ίση με $1/3$ Atm ή 300 cm ανταποκρίνεται στην υδατοϊκανότητα, ενώ στο αμμώδες έδαφος η υδατοϊκανότητα ανταποκρίνεται σε πίεση ίση με $1/10$ Atm ή 100 cm.

Ο όγκος του εδάφους που έχει φθάσει στην υδατοϊκανότητα, ύστερα από μία άρδευση, εξαρτάται από το επίπεδο υγρασίας του εδάφους, την υφή και δομή του καθώς και από τη δόση άρδευσης.

Ένα έδαφος στραγγιζόμενο με ομοιόμορφη υφή και δομή, φθάνει στην υδατοϊκανότητά του, δύο ή τρεις μέρες μετά από τη βροχή, ή την άρδευση.

Αυτός ο χρόνος αυξάνεται αν υπάρχουν στρώματα που εμποδίζουν την προς τα κάτω κίνηση του νερού, ή αν το έδαφος είναι πολύ βαρύ.



α. Κορεσμός

(Οι πόροι είναι γεμάτοι με νερό).

β. Υδατοϊκανότητα

(Το νερό συγκρατείται από τους εδαφικούς κόκκους, μετά την απομάκρυνση με τη βαρύτητα του πλεονάζοντος νερού)

γ. Σημείο μόνιμης μάρανσης

(Το νερό συγκρατείται από τους εδαφικούς κόκκους πολύ σφιχτά και δεν μπορεί να απορροφηθεί από τα φυτά.)

Σχήμα 2. Συνθήκες εδαφικής υγρασίας.

2.8.3.3. Σημείο μόνιμης μάρανσης.

Η απομάκρυνση του νερού από το έδαφος με τις ρίζες των φυτών, προκαλεί ελάττωση του πάχους του νερού, που περιβάλλει τους κόκκους και εξαφάνιση των σφηνών που υπάρχουν μεταξύ αυτών. Τελικά η μείωση της υγρασίας είναι τόσο μεγάλη ώστε το νερό συγκρατείται πολύ σφιχτά

από τους εδαφικούς κόκκους και οι ρίζες αδυνατούν να το κινήσουν με ταχύτητα που να εμποδίζει τη μάρανση των φύλλων.

Όταν λοιπόν φθάσουμε στο σημείο αυτό, το έδαφος βρίσκεται στο σημείο μόνιμης μάρανσης, όπως δείχνεται στο σχήμα 2γ.

Η τάση της εδαφικής υγρασίας έχει φθάσει στις 14 έως 15 Atm περίπου, που ισοδυναμεί με μύζηση ή αρνητική πίεση στήλης νερού ύψους 15 X 1000 cm.

Σ' αυτό το επίπεδο εδαφικής υγρασίας, η μετακίνηση πολύ μικρής ποσότητας νερού, (μείωση της εδαφικής υγρασίας κατά 0,5 έως 1 %) θα απαιτήσει μεγάλες αρνητικές πιέσεις της τάξης των 30 Atm, ή και περισσότερο, με αποτέλεσμα τη μάρανση των περισσότερων φυτών.

Η μάρανση των φύλλων είναι ένα κακό σύμπτωμα των φυτών όταν η υγρασία φτάσει στο σημείο μόνιμης μάρανσης. Μερικά φυτά δεν μαραίνονται, αλλά εμφανίζουν σημάδια όπως μειωμένη ανάπτυξη και παραγωγή ή και αλλαγή στην εμφάνιση όπως ο χρωματισμός των φύλλων.

Επειδή είναι δύσκολο να έχουμε ακριβή αποτελέσματα από την εδαφοληψία και να καθορίσουμε ακριβώς πότε ένα φυτό μαραίνεται, ο όρος **“σημείο μόνιμης μάρανσης”** καθορίζεται με μία μικρή διακύμανση, μέσα στην οποία συμβαίνει η μάρανση.

Το **“σημείο μόνιμης μάρανσης”** καλύπτει ένα εύρος περίπου 1 % της περιεχόμενης εδαφικής υγρασίας σε εδάφη λεπτής υφής και περίπου 0,5 % σε αμμώδη εδάφη.

Για κάθε ένα έδαφος, όλα τα φυτά με καλά αναπτυγμένο ριζικό σύστημα θα μαραθούν στο ίδιο υγρασιακό επίπεδο.

Το σημείο μόνιμης μάρανσης επηρεάζεται από την υφή κατά τον ίδιο τρόπο όπως και η υδατοϊκανότητα π.χ. τα λεπτής υφής εδάφη έχουν υψηλότερο σημείο μόνιμης μάρανσης από ότι τα εδάφη με αδρομερή υφή.

Η μάρανση των φύλλων το μεσημέρι (μεσημέριασμα), ή όταν η θερμοκρασία είναι πολύ υψηλή, είναι σημάδι ότι η υγρασία του εδάφους πλησίασε το σημείο μόνιμης μάρανσης. Αν η κατάσταση μάρανσης εξακολουθεί και το επόμενο πρωινό, για τα περισσότερα εδάφη αυτό σημαίνει ότι η υγρασιακή κατάσταση του εδάφους, στο οποίο βρίσκεται το μεγαλύτερο μέρος του ριζικού συστήματος έχει φθάσει στο σημείο μόνιμης μάρανσης. Κάτω από αυτές τις συνθήκες οι δραστηριότητες του φυτού περιορίζονται.

2.8.3.4. Διαθέσιμη υγρασία.

Η υγρασία του εδάφους, που βρίσκεται πάνω από το σημείο μόνιμης μάρανσης και μέχρι την υδατοϊκανότητα, θεωρείται ως διαθέσιμη υγρασία.

Οποσδήποτε αξιοσημείωτο ποσό υγρασίας υπάρχει και κάτω από το σημείο μόνιμης μάρανσης, αλλά συγκρατείται τόσο σφικτά από τους εδαφικούς κόκκους ώστε οι ρίζες των φυτών δεν μπορούν να το απορροφήσουν αρκετά γρήγορα για να εμποδιστεί η μάρανση.

Ο λόγος της υδατοϊκανότητας με το σημείο μόνιμης μάρανσης, δεν είναι σταθερός.

Η πείρα έχει δείξει ότι για πολλά εδάφη το μισό νερό που αντιστοιχεί στην υδατοϊκανότητα είναι διαθέσιμο για τα φυτά, έτσι λοιπόν έχουμε ένα λόγο περίπου 2. Επομένως για πρακτικούς σκοπούς, η γνώση είτε της υδατοϊκανότητας, είτε του σημείου μόνιμης μάρανσης μπορεί να οδηγήσει στον υπολογισμό της άγνωστης “σταθερής” του εδάφους.

Σε εδάφη λεπτής υφής, όπως αργιλώδη ή αργιλοπηλλώδη, το νερό βαρύτερα κινείται αργά με τη στράγγιση και η υδατοϊκανότητα και το σημείο μόνιμης μάρανσης έχουν μεγάλες τιμές. Τα εδάφη αυτά έχουν συνήθως μεγάλη διαθέσιμη υγρασία.

Για πρακτικούς σκοπούς, η υδατοϊκανότητα και το σημείο μόνιμης μάρανσης θεωρούνται σταθερά για ένα δοσμένο έδαφος.

Είναι κοινά παραδεκτό ότι προσθέτοντας οργανική ουσία στο έδαφος βελτιώνεται η συγκράτηση του νερού.

Παρόλα αυτά, οι ποσότητες που συνήθως εφαρμόζονται στο έδαφος δεν αλλάζουν σημαντικά τις σχέσεις εδάφους - νερού, ώστε να έχουν πρακτική σημασία.

Το ποσό νερού που είναι απαραίτητο για να διυγράνει ένα βάθος εδάφους 30 cm, όταν το έδαφος είναι ξηρό (όταν όλη η διαθέσιμη υγρασία έχει καταναλωθεί) εξαρτάται από τον εδαφικό τύπο.

Η υφή του εδάφους συχνά αλλάζει με το βάθος του ριζοστρώματος με αντίστοιχη βέβαια μεταβολή και της ποσότητας διαθέσιμου νερού.

Η έννοια της εδαφικής διαθεσιμότητας του νερού στα φυτά αποτέλεσε ένα αμφιλεγόμενο θέμα για αρκετό καιρό. Από γενική άποψη, το εδαφικό νερό που ορίζεται από το επάνω όριο με την υδατοϊκανότητα και από το κάτω όριο με το σημείο μόνιμης μάρανσης, θεωρείται διαθέσιμο στα φυτά. Πρόσφατες έρευνες έδειξαν ότι, η πραγματική διαθεσιμότητα, που αφορά το σύνολο ή μέρος της ποσότητας αυτής, εξαρτάται από το είδος του φυτού (πυκνότητα, βάθος και βαθμό επιμήκυνσης του ριζικού συστήματος), το έδαφος (αποθήκευση, αγωγιμότητα, δυναμικό) και κατά ένα πολύ σημαντικό βαθμό από τις κυριαρχούσες μικροκλιματικές συνθήκες (οι οποίες επηρεάζουν την τιμή της διαπνοής).

Σε κανονικές αρδεύσεις όμως, ο χρόνος μεταξύ των αρδεύσεων επεκτείνεται μέχρι του σημείου χρησιμοποίησης της μισής ή περισσότερης διαθέσιμης υγρασίας.

Το Σχήμα 3 δίνει τις χαρακτηριστικές καμπύλες για ορισμένους αντιπροσωπευτικούς εδαφικούς τύπους.

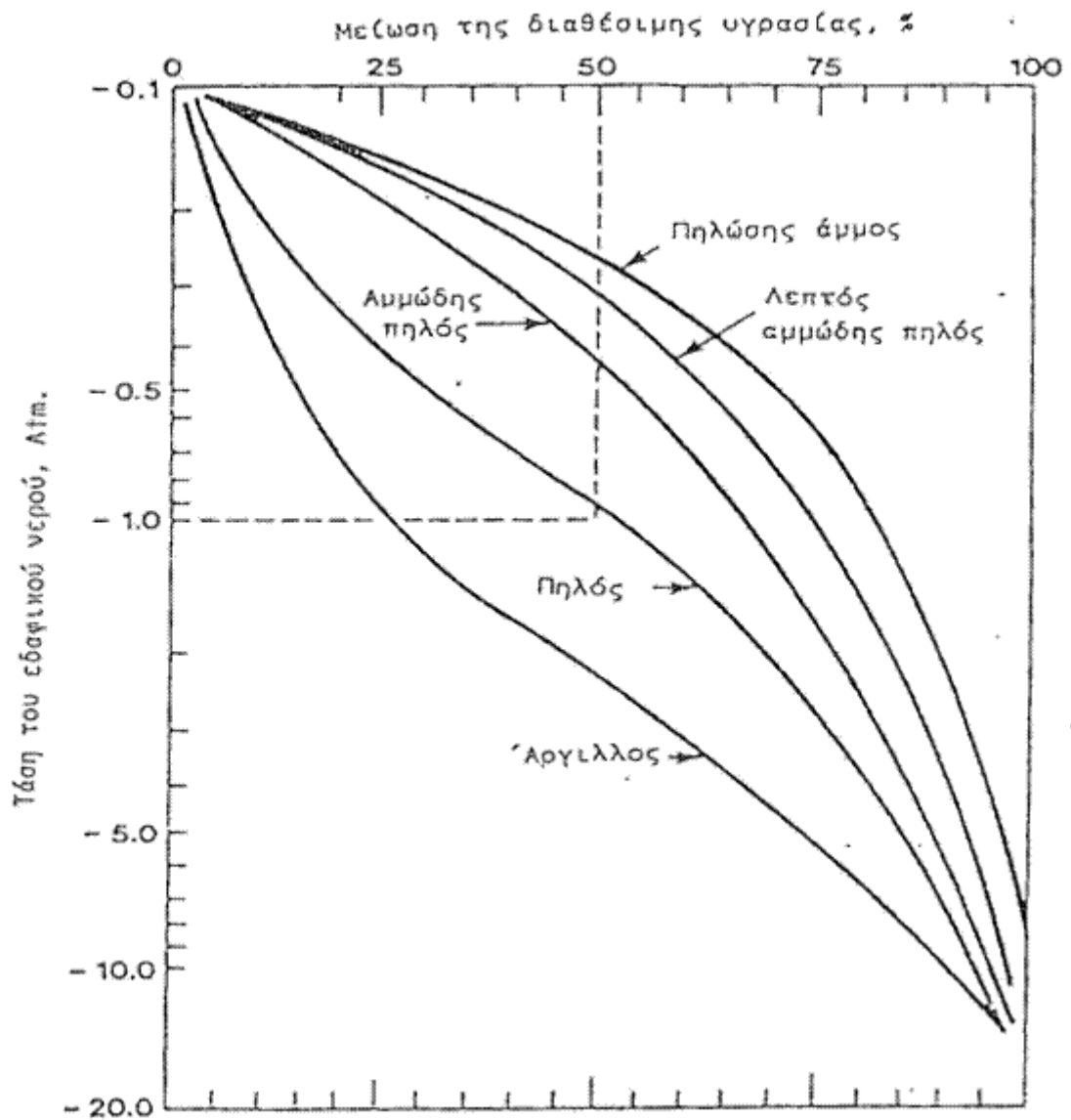
Έτσι, σε ένα πηλώδες έδαφος χρησιμοποιείται σχεδόν το 50 % του διαθέσιμου εδαφικού νερού μέχρις ότου η τάση φθάσει τη 1 Atm, ενώ λιγότερο από 50 % χρησιμοποιείται από ένα λεπτότερης υφής έδαφος.

Ο βαθμός εξάντλησης του εδαφικού νερού μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν εργαλείο για την άρδευση του χωραφιού.

Ο πίνακας 2 δίνει πρόσφατα δεδομένα που καθορίζουν τα επίπεδα εξάντλησης που δεν εμφανίζουν απώλειες παραγωγής.

Έδαφος που έχει μεγάλη περιεκτικότητα διαλυτών αλάτων ή τοξικών ουσιών είναι εξαίρεση.

Η καταστροφική αυτή επίδραση ξεπερνιέται διατηρώντας ψηλά την εδαφική υγρασία, έτσι ώστε να αραιώσει το εδαφικό διάλυμα και να βοηθήσει στην έκπλυση των αλάτων και στην κίνησή τους κάτω από το ριζικό σύστημα.



Σχήμα 3. Χαρακτηριστικές καμπύλες εδαφικής υγρασίας.

Πίνακας 2.1. Επιτρεπόμενη εξάντληση του νερού στο ριζόστρωμα, μεταξύ δύο διαδοχικών αρδεύσεων, για την απόκτηση της μέγιστης παραγωγής.

Καλλιέργεια	Μείωση της διαθέσιμης υγρασίας (%)
Αλφάλφα	30 - 50
Φασόλια	50 - 70
Καλαμπόκι	40 - 60
Βαμβάκι	50 - 65
Φυλλοβόλα δέντρα	50 - 70

Πατάτες	25 - 50
Ζαχαρότευτλα	30 - 60
Σόργο	50 - 70
Σόγια	50 - 60
Σιτάρι	50 - 70
Λαχανικά	25 - 50

2.8.4. Μέθοδοι προσδιορισμού της εδαφικής υγρασίας.

Για τη διαπίστωση του χρόνου άρδευσης, αλλά και της δόσης άρδευσης, είναι απαραίτητο να προσδιοριστεί η υγρασία του εδάφους.

Το θέμα αυτό είναι από τα πιο βασικά θέματα των αρδεύσεων, προκειμένου να αυξήσουμε, αλλά και να βελτιώσουμε τη γεωργική παραγωγή.

Για τον προσδιορισμό της εδαφικής υγρασίας αναπτύχθηκαν από διάφορους ερευνητές μέθοδοι οι οποίες διακρίνονται σε άμεσες και έμμεσες.

2.8.4.1. Άμεσες μέθοδοι.

Μέθοδος του πυριαντηρίου στους 105 - 110 °C.

Η μέθοδος αυτή είναι κλασική. Παρουσιάζει όμως το μειονέκτημα ότι από τη στιγμή που παίρνεται το δείγμα από το έδαφος, μέχρι το αποτέλεσμα περνάει χρόνος από 24 έως 48 ώρες.

Η λήψη εδαφικών δειγμάτων από διάφορες θέσεις και βάθη του χωραφιού είναι η πιο απλή, η πιο χρησιμοποιούμενη και πιθανόν η καλύτερη μέθοδος μέτρησης της υγρασίας. Το εδαφικό δείγμα τοποθετείται σε αεροστεγές δοχείο π.χ. ένα αλουμινένιο κουτί ή ένα γυάλινο δοχείο που σφραγίζεται αμέσως για να εμποδιστεί η απώλεια υγρασίας στο δρόμο προς το εργαστήριο. Οι σχηματιζόμενοι υδρατμοί μέσα στο δοχείο πρέπει να ζυγιστούν και να περιληφθούν στον προσδιορισμό της υγρασίας επειδή ήταν μέρος της υγρασίας του εδάφους όταν πάρθηκε το δείγμα. Τα υγρά δείγματα ζυγίζονται, ξηραίνονται σε θερμοκρασία 105 - 110 ° C και ξαναζυγίζονται. Η διαφορά σε βάρος οφείλεται στην απώλεια νερού και διαιρείται με το βάρος ξηρού εδάφους για να δώσει το ποσοστό εδαφικής υγρασίας, εκφρασμένο στα % ξηρού βάρους εδάφους.

Όταν χρησιμοποιείται η μέθοδος αυτή, παίρνονται συνήθως δείγματα από αρκετές θέσεις του χωραφιού και αναμειγνύονται, για να δώσουν ένα μέσο όρο. Τα δείγματα παίρνονται με τη χρήση εδαφοληπτών που δίνουν πυρήνες περίπου ίσου όγκου, ή ειδικά τρυπάνια που επιτρέπουν τη δειγματοληψία σε διάφορα βάθη. Αν επιθυμούμε να εξασφαλίσουμε ένα αντιπροσωπευτικό δείγμα πρέπει να πάρουμε αρκετές προφυλάξεις και να χρησιμοποιηθεί ένα φτυάρι. Η μέθοδος αυτή είναι κουραστική και χρονοβόρα εκτός από τα επιφανειακά δείγματα. Στην περίπτωση ανάμειξης των δειγμάτων πρέπει να χρησιμοποιούνται ίσοι περίπου όγκοι εδάφους από τα επιμέρους δείγματα.

2.8.4.2. Έμμεσες μέθοδοι.

α. Προσδιορισμός υγρασίας βάσει των ηλεκτρικών ιδιοτήτων πορώδους σώματος.

Η υγρασία του εδάφους μπορεί να προσδιορισθεί με τη βοήθεια της ηλεκτρικής αντίστασης (ή αγωγιμότητας), της ηλεκτρικής χωρητικότητας, καθώς και της διηλεκτρικής σταθεράς πορωδών σωμάτων, οι οποίες επηρεάζονται από την μεταβολή της υγρασίας.

Ειδικές πορώδεις πλάκες με δεδομένες ηλεκτρικές ιδιότητες τοποθετούνται μέσα στο έδαφος. Όταν μεταβάλλεται η υγρασία των πλακών, μεταβάλλονται και οι ηλεκτρικές ιδιότητες τους.

Η μέτρηση της υγρασίας βάσει της ηλεκτρικής χωρητικότητας, ή της διηλεκτρικής σταθεράς, δεν απέδωσε ικανοποιητικά αποτελέσματα.

Αντίθετα η μέθοδος με την ηλεκτρική αντίσταση (ή αγωγιμότητα) αποδείχτηκε επιτυχής, και έτσι διαθέτονται σήμερα τελειοποιημένες συσκευές που βασίζονται σ' αυτή την αρχή.

Ο Γ. Ι. Βουγιούκος επινόησε συσκευή που αποτελείται από δύο ηλεκτρόδια ενσωματωμένα σε πλάκα από γύψο. Η πλάκα τοποθετείται στο έδαφος και έτσι η υγρασία της τείνει να εξισωθεί με την υγρασία του εδάφους.

Όσο αυξάνεται η υγρασία της πλάκας, αυξάνεται και το ποσοστό της γύψου που διαλύεται, οπότε η μεταξύ των δυο ηλεκτροδίων αντίσταση ελαττώνεται. Για την κατασκευή των πλακών χρησιμοποιούνται επίσης και άλλα υλικά, όπως πλαστικό, συνθετικό γυαλί και συνδυασμός αυτών με τη γύψο.

Η παραπάνω συσκευή βελτιώθηκε και τελειοποιήθηκε, και έτσι σήμερα υπάρχουν πολλοί τύποι με πλάκες διαφόρων σχημάτων και ηλεκτρόδια διαφόρων μεγεθών και μορφής.

Γενικά, οι συσκευές από πλαστικό, ή συνθετικό γυαλί, είναι περισσότερο ευαίσθητες σε υψηλά ποσοστά υγρασίας και χαμηλές επιφανειακές τάσεις του εδαφικού νερού. Οι πλαστικές συσκευές είναι οι πιο κατάλληλες για επιφανειακές τάσεις μικρότερες από 2 Atm, ενώ οι συσκευές γύψου δίνουν καλά αποτελέσματα μεταξύ 1 μέχρι 15 Atm.

Οι πλάκες γύψου είναι ευδιάλυτες και φθίρονται μετά από χρήση ενός έως τριών ετών.

Συγκρινόμενες όμως με τις πλαστικές, ή με τις πλάκες από συνθετικό γυαλί, οι γύψινες πλάκες υφίστανται σε μικρότερο βαθμό την επίδραση των διαλυτών αλάτων, λόγω της παρουσίας μέσα στο νερό της πλάκας ποσότητας διαλυμένης γύψου.

Συνήθως οι πλάκες, και ιδιαίτερα οι γύψινες, διαφέρουν μεταξύ τους ως προς τις ηλεκτρικές ιδιοτητές τους.

Επίσης εμφανίζεται μεταβολή των ιδιοτήτων της ίδιας πλάκας, κατά την διάρκεια της ίδιας αρδευτικής περιόδου.

Ειδικές πορώδεις πλάκες και όργανα εφοδιασμένα με τρανζίστορς, για τη μέτρηση των ηλεκτρικών ιδιοτήτων, διαθέτονται στο εμπόριο και χρησιμοποιούνται σε πολλές περιοχές για την παρακολούθηση και τον έλεγχο της υγρασίας του εδάφους.

β. Τασίμετρα.

Το τασίμετρο αποτελείται από κλειστό δοχείο με πορώδη τοιχώματα, το οποίο γεμίζεται με νερό και συνδέεται με κατάλληλο μανόμετρο. Αφού διανοιχτεί μία τρύπα δεδομένου βάθους στο έδαφος, ρίχνεται στον πυθμένα της μικρή ποσότητα χαλαρού εδαφικού υλικού, μέσα στο οποίο βυθίζεται το παραπάνω δοχείο.

Κατόπιν, προστίθεται και άλλο εδαφικό υλικό μέχρις ότου να καλυφθεί το δοχείο, ώστε να εξασφαλισθεί πλήρης επαφή του με το έδαφος. Μετά την πάροδο λίγου χρόνου αποκαθίσταται,

προσωρινά, επικοινωνία μεταξύ του νερού που είναι μέσα στο δοχείο και του εκτός του δοχείου εδαφικού νερού.

Η κίνηση του νερού από το δοχείο στο έδαφος, που προκαλείται είτε από την αναρρόφηση, είτε από την επιφανειακή τάση, δημιουργεί κενό στο δοχείο, το οποίο σημειώνεται στο μετρητή. Αντίθετα όταν αυξάνεται η υγρασία του εδάφους, ελαττώνεται η επιφανειακή τάση και το νερό κινείται προς το δοχείο, οπότε η ένδειξη του μανομέτρου είναι μικρότερη.

Το τασίμετρο σημειώνει τις διακυμάνσεις της υγρασίας του εδάφους, εφ' όσον η επιφανειακή τάση δεν ξεπερνά τις 0,8 Atm περίπου. Για μεγαλύτερες τιμές της επιφανειακής τάσης μπαίνει αέρας μέσα στο δοχείο, ο οποίος επηρεάζει την ακρίβεια της μέτρησης.

Η επιφανειακή τάση μειώνεται ύστερα από βροχόπτωση ή άρδευση. Για το λόγο αυτό το δοχείο πρέπει να γεμιστεί πάλι με νερό ώστε να καταστεί δυνατή η κανονική λειτουργία της συσκευής.

Μετά την εμφάνιση των πρώτων τασιμέτρων, τα οποία επινοήθηκαν από τους L.A. Richards και Willard Gardner του Πανεπιστημίου της Πολιτείας Utah των Η.Π.Α., αυτά τελειοποιήθηκαν και σήμερα αποδίδουν πάρα πολύ ικανοποιητικά αποτελέσματα.

Επειδή, όπως αναφέρθηκε, αυτές οι συσκευές λειτουργούν ικανοποιητικά μόνο εφ' όσον η επιφανειακή τάση δεν ξεπερνά τις 0,8 Atm, ενδείκνυνται σε περιπτώσεις όπου η τιμή αυτή αντιστοιχεί σε σημαντικό ποσοστό της διαθέσιμης υγρασίας, πράγμα το οποίο συμβαίνει στα αμμώδη εδάφη, ή σε εκτάσεις με καλλιέργειες που απαιτούν άρδευση με μεγάλη συχνότητα.

Το παρακάτω παράδειγμα επεξηγεί τον τρόπο χρήσης των τασιμέτρων για τον προσδιορισμό της συχνότητας των αρδεύσεων.

Εάν το τασίμετρο σταματήσει να λειτουργεί αφού περάσουν τρεις μέρες μετά την άρδευση, πιθανόν για ορισμένη καλλιέργεια η χορήγηση νερού σε αμμώδες μεν έδαφος θα πρέπει να γίνεται ανά χρονικό διάστημα διπλάσιο από την περίοδο αυτή ήτοι ανά εξ ημέρες, ενώ σε λυοπηλώδες έδαφος το νερό θα πρέπει να χορηγείται ανά χρονικό διάστημα τριπλάσιο, ήτοι ανά εννέα ημέρες.

Στην παραπάνω περίπτωση το τασίμετρο χρησιμοποιείται για την ένδειξη του ρυθμού μείωσης της υγρασίας του εδάφους, αλλά δεν μπορεί να μετρήσει ολόκληρη τη μεταβολή της. Για το λόγο αυτό το τασίμετρο, λόγω της μικρής κλίμακάς του, είναι κατάλληλο για μετρήσεις σε υγρά εδάφη, ενώ στα ξηρότερα πρέπει να χρησιμοποιούνται πορώδεις πλάκες.

Μερικές φορές χρησιμοποιούνται και οι δύο συσκευές, δεδομένου ότι οι πορώδεις πλάκες δίνουν καλές μετρήσεις από εκείνο το ποσοστό υγρασίας και πέρα, για το οποίο το τασίμετρο παύει να λειτουργεί.

Τα τασίμετρα πρέπει να τοποθετούνται μέσα στο ριζόστρωμα των φυτών, ώστε να είναι όσο το δυνατό περισσότερο ευαίσθητα στις μεταβολές της υγρασίας του εδάφους. Πάντως, η διαθέσιμη υγρασία σε βαθύτερα στρώματα δεν πρέπει να αγνοείται, όταν τα τασίμετρα τοποθετούνται σε μικρότερα βάθη.

γ. Μέθοδος των νετρονίων.

Η μέθοδος αυτή συνίσταται στο βομβαρδισμό του εδάφους με νετρόνια. Λόγω της παρουσίας του εδαφικού νερού, η κίνηση των ταχέων νετρονίων επιβραδύνεται και έτσι αυτά μετατρέπονται σε βραδέα. Ειδικό όργανο, που τοποθετείται μέσα στο έδαφος, μετράει μόνο τα βραδέα νετρόνια.

Όσο η περιεκτικότητα του εδάφους σε υγρασία είναι μεγαλύτερη, τόσο περισσότερα ταχέα νετρόνια μετατρέπονται σε βραδέα και μετρούνται από το όργανο. Το κυριότερο στοιχείο, το οποίο

απορροφά τα ταχέα νετρόνια, είναι το υδρογόνο. Δεδομένου δε ότι το νερό αποτελεί τη βασική πηγή υδρογόνου μέσα στο έδαφος, υπάρχει στενή σχέση μεταξύ της ποσότητας του εδαφικού νερού και του αριθμού των βραδέων νετρονίων που σημειώνονται από το όργανο μετρήσεως.

Η παραπάνω μέθοδος εφαρμόζεται ως εξής:

Με χειροκίνητο εδαφοτρύπανο ανοίγεται στο έδαφος οπή, μέσα στην οποία εισάγεται ένας σωλήνας για τη συγκράτηση του εδάφους.

Μέσα στην οπή και στο επιθυμητό βάθος τοποθετείται η συσκευή εκπομπής των νετρονίων και ο μετρητής.

Ο αριθμός βραδέων νετρονίων, που σημειώνονται από τον μετρητή στη μονάδα του χρόνου, είναι ανάλογος με το ποσοστό υγρασίας του γύρω εδάφους. Για να πετύχουμε αντιπροσωπευτικότερο αποτέλεσμα συνιστάται να ανοιχτούν αρκετές οπές σε διάφορα σημεία της περιοχής και εκτελεσθούν μετρήσεις σε κάθε μία από αυτές.

Ορισμένα ορυκτά, όπως επίσης το βόριο και το χλώριο, απορροφούν επίσης ταχέα νετρόνια και έτσι επηρεάζουν τη μέτρηση.

Η μέτρηση επηρεάζεται πάλι από τη διαμόρφωση του εδάφους. Ο αριθμός των σημειούμενων βραδέων νετρονίων στη μονάδα του χρόνου, όταν ο μετρητής βρίσκεται κοντά στην επιφάνεια του εδάφους, διαφέρει σημαντικά από εκείνον που σημειώνεται σε μεγαλύτερο βάθος με το ίδιο ποσοστό υγρασίας, λόγω της υφιστάμενης διαφοράς στη διαμόρφωση του εδάφους γύρω από το μετρητή.

Όσο μεγαλύτερη είναι η περιεκτικότητα του εδάφους σε υγρασία, τόσο η επίδραση της διαμόρφωσης του εδάφους στην ακρίβεια των μετρήσεων είναι μικρότερη.

Οι συσκευές νετρονίων έχουν σήμερα βελτιωθεί σημαντικά. Το βάρος τους έχει περιοριστεί, οι κίνδυνοι από την ακτινοβολία των νετρονίων έχουν ουσιαστικά εξουδετερωθεί, και οι ενδείξεις του μετρητή έγιναν ακριβέστερες.

Η εφαρμογή της μεθόδου δεν συνεπάγεται απώλεια χρόνου, δεδομένου ότι οι ενδείξεις παίρνονται αμέσως μόλις τοποθετηθεί η συσκευή.

Εξ άλλου, είναι δυνατή η επανάληψη της μέτρησης στην ίδια θέση κάτω από τις ίδιες συνθήκες.

Γενικά, λόγω των προοπτικών που υπάρχουν για παραπέρα βελτίωση των συσκευών νετρονίων, προβλέπεται ότι η μέθοδος αυτή θα καταστεί πολύ αποτελεσματική και πρακτική για τη μέτρηση της υγρασίας του εδάφους.

δ. Προσδιορισμός της υγρασίας από τη θερμική αγωγιμότητα του εδάφους.

Η υγρασία του εδάφους μπορεί επίσης να προσδιοριστεί βάσει της θερμικής αγωγιμότητάς του, δεδομένου ότι τα μεγέθη αυτά βρίσκονται σε άμεση εξάρτηση.

Η μέθοδος εφαρμόζεται με τη χρησιμοποίηση θερμικά ευαίσθητης συσκευής, και στηρίζεται στην επίδραση της θερμοκρασίας στη θερμική αγωγιμότητα.

Η συσκευή αποτελείται από πορώδες υλικό, μέσα στο οποίο ενσωματώνεται ένα όργανο πολύ ευαίσθητο στις μεταβολές των θερμικών ιδιοτήτων.

2.8.4.3. Ακρίβεια μετρήσεων υγρασίας.

Η ακρίβεια των μετρήσεων της υγρασίας του εδάφους υπήρξε αντικείμενο συνεχούς μελέτης για τους επιστήμονες που ασχολούνται με το θέμα αυτό. Το κυριότερο πρόβλημα αποτελεί η λήψη αντιπροσωπευτικών δειγμάτων του εδάφους.

Η παρατηρούμενη ανομοιομορφία τόσο στο ρυθμό ανάπτυξης των καλλιεργειών, ο οποίος ποικίλλει ανάλογα με το είδος τους, όσον και στο βάθος στο οποίο μπορούν να φθάσουν οι ρίζες τους, επιδρά στο ποσοστό υγρασίας του εδάφους. Επί πλέον, η μηχανική σύσταση και η δομή του εδάφους επιδρούν στη διήθηση, στην κίνηση και στη συγκράτηση του νερού.

Η διηθητικότητα του εδάφους εξαρτάται από την διαμόρφωση της επιφανείας του, καθώς και από την διατομή των αρδευτικών αυλακιών.

Όλοι οι παραπάνω παράγοντες συμβάλλουν στην παρατηρούμενη διαφορά του ποσοστού υγρασίας του εδάφους μεταξύ των διαφόρων σημείων του ίδιου χωραφιού. Επομένως, για την επίτευξη μεγαλύτερης προσέγγισης κατά τις μετρήσεις της υγρασίας, απαιτείται η εκτέλεση των μετρήσεων να γίνεται σε όσο το δυνατό περισσότερες θέσεις. Όσο μεγαλύτερες διαφορές σε περιεκτικότητα υγρασίας παρατηρούνται μέσα στην εξεταζόμενη περιοχή τόσο περισσότερες μετρήσεις απαιτούνται.

Σοβαρό πρόβλημα κατά τις μετρήσεις δημιουργείται επίσης από το γεγονός ότι, αφ' ενός μεν τα δείγματα που παίρνονται από το έδαφος είναι μικρά σε όγκο, αφ' ετέρου δε, δεν είναι ομοιόμορφα σε μέγεθος αλλά πρακτικά διαφέρουν από μέσο όρου τους κατά $\pm 20\%$.

Γενικά, οι τρόποι μέτρησης της υγρασίας του εδάφους, που χρησιμοποιούνται σήμερα, δεν θεωρείται ότι δίνουν αντιπροσωπευτικές τιμές και επομένως απαιτείται περισσότερο εντατική έρευνα για την επινόηση πρακτικότερων και ακριβέστερων μεθόδων.

2.8.5. Προσδιορισμοί της υδατοϊκανότητας.

2.8.5.1. 1η μέθοδος.

Η υδατοϊκανότητα μπορεί να καθοριστεί απλά, εξασφαλίζοντας ένα μικρό δείγμα εδάφους λίγες μέρες μετά την ύγρανση από βροχή, ή άρδευση, και τον καθορισμό της υγρασίας του ύστερα από την ξήρανσή του σε φούρνο. Για την εξασφάλιση των εδαφικών δειγμάτων πρέπει να παίρνονται οι παρακάτω προφυλάξεις:

- α. Το έδαφος πρέπει να έχει υγρανθεί πρόσφατα μέχρι το βάθος δειγματοληψίας
- β. Η εσωτερική στράγγιση πρέπει ουσιαστικά να ολοκληρωθεί.
- γ. Ο υπόγειος ορίζοντας δεν πρέπει να είναι υψηλός. Στα αμμώδη εδάφη αυτό μπορεί να γίνει μετά από 1 με 2 μέρες και για εδάφη με λεπτότερη υφή, όπως τα αργιλώδη και τα πηλώδη, 3 με 4 μέρες.
- δ. Αν τα φυτά μεγαλώνουν στο έδαφος, τα δείγματα πρέπει να παίρνονται πριν οι ρίζες απορροφήσουν σημαντικές ποσότητες νερού και μειώσουν το επίπεδο υγρασίας κάτω από την υδατοϊκανότητα.
- ε. Αν το δείγμα περιλαμβάνει επιφανειακό έδαφος, δεν πρέπει να έχουμε απώλειες από εξάτμιση.

2.8.5.2. 2η μέθοδος.

Μια εργαστηριακή διαδικασία μέτρησης της ικανότητας συγκράτησης του εδαφικού νερού είναι το ισοδύναμο υγρασίας. Η τιμή αυτή συμφωνεί πολύ καλά με την υδατοϊκανότητα των περισσότερων λεπτόκοκκων εδαφών αλλά είναι συνήθως χαμηλότερη για τα αμμώδη εδάφη. Το

ισοδύναμο υγρασίας συχνά χρησιμοποιείται για την εκτίμηση της ποσότητας του νερού που θα κρατήσει ένα έδαφος σε μικρό χρόνο μετά από βροχή ή από άρδευση π.χ. της υδατοϊκανότητάς του. Ο καθορισμός του ισοδύναμου υγρασίας είναι μία σχετικά δαπανηρή διαδικασία. Παρόλα αυτά δίνει μία γρήγορη και βολική μέθοδο για την εκτίμηση της υδατοϊκανότητας σε μεγάλο αριθμό εδαφών όπου δεν θα μπορούσε πρακτικά να γίνει απευθείας μέτρηση.

2.8.5.3. 3η μέθοδος.

Η πλάκα πίεσης είναι μία άλλη εργαστηριακή διαδικασία για την εκτίμηση της υδατοϊκανότητας που σήμερα είναι η πιο επιθυμητή. Η πίεση, ή μύζηση που εφαρμόζεται σε ένα κορεσμένο έδαφος είναι 0,1 Atm για τα αμμώδη εδάφη και 0,3 Atm για τα αργιλώδη εδάφη. Η υγρασία που μένει στο έδαφος μετά την εφαρμογή των πιέσεων αυτών είναι περίπου η υδατοϊκανότητα.

Οι τελευταίες δύο μέθοδοι είναι πολύ χρήσιμες στην εκτίμηση του ανώτερου ορίου της διαθέσιμης υγρασίας. Αναγνωρίζεται όμως ότι οι προσδιορισμοί μόνο της υδατοϊκανότητας δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν στον υπολογισμό του διαθέσιμου για τα φυτά νερού.

2.8.6. Προσδιορισμοί του σημείου μόνιμης μάρανσης.

Το σημείο μόνιμης μάρανσης καθορίζεται κάτω από συγκεκριμένες εδαφικές συνθήκες, αλλά συνήθως ο προσδιορισμός γίνεται στο εργαστήριο. Λόγω της σημασίας, που αποδίδεται στο σημείο μόνιμης μάρανσης, που είναι το κατώτερο όριο της διαθέσιμης υγρασίας, οι μέθοδοι παρουσιάζονται με λεπτομέρεια.

2.8.6.1. 1η μέθοδος.

Για να καθορίσουμε το σημείο μόνιμης μάρανσης κάτω από συνθήκες χωραφιού, είναι απαραίτητο να καλλιεργήσουμε φυτά σε έδαφος που βρέχεται μέχρι την υδατοϊκανότητα. Όταν τα φυτά φθάσουν το μέγιστο της ανάπτυξής τους σταματά η άρδευση και αφήνονται να μαραθούν. Στο σημείο αυτό παίρνεται δείγμα εδάφους, ξεραινεται σε θερμοκρασία 105 - 110 °C και προσδιορίζεται η υγρασία του.

Απαραίτητες είναι οι ακόλουθες προφυλάξεις:

- α. Το εδαφικό δείγμα πρέπει να παίρνεται μέσα από τη ριζική ζώνη.
- β. Φυτά που έχουν φτωχό ριζικό σύστημα πρέπει να αποφεύγονται.
- γ. Επιφανειακό έδαφος 15 cm θα έχει υγρασία χαμηλότερη από το σημείο μόνιμης μάρανσης λόγω της εξάτμισης.

Σε εδάφη που παρουσιάζεται το φαινόμενο της μάρανσης των καλλιεργειών, αν και είναι γνωστό ότι το έδαφος ήταν στην υδατοϊκανότητα είτε από χειμερινή βροχή, είτε από προηγούμενη άρδευση και τα φυτά έχουν μια έντονη ριζική ανάπτυξη, δεν λαμβάνεται υπόψη το επιφανειακό στρώμα για τον προσδιορισμό του σημείου μόνιμης μάρανσης.

2.8.6.2. 2η μέθοδος.

Έδαφος που, αφού ξηράθηκε στον αέρα, κοσκινίστηκε με σίτα 2 - 6 mm, τοποθετήθηκε σε κατάλληλο δοχείο, που μπορεί να καλυφθεί με φύλλο αλουμινίου ή μολύβδου, για να αποφευχθεί η εξάτμιση.

Το έδαφος μουσκεύεται μέχρι την υδατοϊκανότητα και φυτεύεται στο δοχείο η ποικιλία ενός νάνου ηλιάνθου.

Μπορούν να φυτευτούν και άλλα φυτά, αλλά πρέπει να έχουν πλατιά φύλλα έτσι ώστε η μάρανση να διακρίνεται εύκολα. Το φυτό αφήνεται να μεγαλώσει μέχρις ότου βγάλει 3 ή 4 ζευγάρια φύλλων, (τον περιορισμένο εδαφικό όγκο του δοχείου, συχνά χρειάζεται λίπανση, για την κανονική ανάπτυξη φυτών με πλατιά φύλλα).

Αυτό ίσως απαιτήσει μια, ή περισσότερες επιπρόσθετες αρδεύσεις, αλλά μετά την τελευταία άρδευση το δοχείο πρέπει να καλυφθεί, για να εμποδιστεί η εξάτμιση και να αφεθεί το φυτό να μαραθεί. Το πρώτο σημάδι έλλειψης υγρασίας φαίνεται με τη μάρανση του ενός, ή δύο, κάτω ζευγών φύλλων. Αν τα φύλλα αυτά δεν αναλαμβάνουν, όταν τοποθετούνται σε υγρό, σκοτεινό θάλαμο, τότε το φυτό έχει φτάσει στο σημείο μόνιμης μάρανσης. Όταν φθάσουμε στο σημείο μόνιμης μάρανσης, το φυτό ξεριζώνεται και καθορίζεται το ποσοστό εδαφικής υγρασίας μετά από ξήρανση στους 105 - 110 °C.

Μετά από διόρθωση λόγω του βάρους και της υγρασίας των ριζών, υπολογίζεται το σημείο μόνιμης μάρανσης.

Για να μειώσουμε το σφάλμα των ανθρώπινων χειρισμών στον υπολογισμό αυτό, εκτελούνται τουλάχιστον τρεις προσδιορισμοί σε κάθε δείγμα. Αυτό όμως εξαρτάται από την απαιτούμενη ακρίβεια.

Η μέθοδος αυτή χρειάζεται 5 με 6 εβδομάδες, για να γίνουν πλήρεις προσδιορισμοί.

2.8.6.3. 3η μέθοδος.

Με τη συσκευή μεμβράνης πίεσης για τον προσδιορισμό του μόνιμου σημείου μάρανσης, η αρχή είναι ίδια όπως με την πλάκα πίεσης για τον προσδιορισμό της υδατοϊκανότητας, με τη μόνη διαφορά ότι χρειάζεται πολύ μεγαλύτερη πίεση 14 - 15 Atm.

Αυτό απαιτεί ειδικό και μάλλον ακριβό εξοπλισμό που να προμηθεύει την απαιτούμενη, για τον προσδιορισμό, πίεση αέρα. Η πίεση των 15 Atm πρέπει να διατηρηθεί για 1 ή 2 μέρες, ή μέχρις ότου επιτευχθεί υδραυλικό ισοζύγιο.

Για εδάφη με υψηλό ποσοστό αργίλου ίσως χρειαστεί μεγαλύτερος χρόνος πίεσης.

Η μέθοδος αυτή προσδιορισμού του σημείου μόνιμης μάρανσης έχει υιοθετηθεί από πολλά εργαστήρια.

2.8.7. Εκτίμηση της εδαφικής υγρασίας στο χωράφι.

Ο γεωργός αρδευτής δεν είναι εύκολο να προσδιορίσει την εδαφική υγρασία, ούτε έχει τα απαραίτητα όργανα για την εκτέλεση της εργασίας αυτής.

Πρέπει να βασίζεται στην κρίση για το χρόνο και το εφαρμοζόμενο νερό άρδευσης.

Βέβαια όταν τα φυτά μαραίνονται, ή τα φύλλα αρχίζουν να χάνουν τη σπαργή τους, στις ζεστές ώρες της ημέρας, ή αλλάζει το χρώμα τους από το συνηθισμένο πράσινο προς το σκούρο, είναι φανερό ότι χρειάζεται άρδευση.

Μεγάλη σημασία έχει η γνώση του επιπέδου της εδαφικής υγρασίας πριν εμφανισθούν σημάδια μάρανσης, δηλαδή όταν εξαντληθεί το μεγαλύτερο μέρος της διαθέσιμης υγρασίας και λίγο πριν από τη μάρανση. Οι καλοί αρδευτές έχουν μάθει από πείρα και παρατήρηση, πως να

εκτιμούν την εδαφική υγρασία, ιδίως μετά την εφαρμογή αρδεύσεων στο ίδιο χωράφι για αρκετά χρόνια. Το εδαφικό προφίλ πρέπει να ερευνάται σε αρκετά σημεία.

Μία απλή, και εύκολη στην πράξη μέθοδος προσδιορισμού της εδαφικής υγρασίας, είναι η καύση των δειγμάτων με φωτιστικό οινόπνευμα, η οποία μοιάζει με την κλασική μέθοδο, την οποία και περιγράφομε.

Σύμφωνα, λοιπόν, με τη μέθοδο αυτή, δείγμα εδάφους βάρους 20-30 γραμμαρίων, τοποθετείται σε ένα αβαθή μεταλλικό δίσκο διαμέτρου 8-10 εκατοστών και βάθους 2 περίπου εκατοστών.

Ζυγίζεται το δείγμα σε υγρή κατάσταση, και κατόπιν διαβρέχεται με φωτιστικό οινόπνευμα μέχρις ότου να καλυφτεί η επιφάνειά του από λεπτό στρώμα οινόπνευματος.

Αναφλέγουμε το οινόπνευμα, και μετά την πρώτη καύση ξαναδιαβρέχουμε και ξανακαίμε το δείγμα. Κοντά στο τέλος της δεύτερης φάσης της καύσης, αναμειγνύεται το έδαφος με προσοχή. 'Αν το δείγμα είναι πολύ υγρό, είναι πιθανό να χρειαστεί και τρίτη καύση.

Στη συνέχεια ξαναζυγίζεται ο δίσκος μαζί με το, ξηρό πλέον, έδαφος και κατόπιν, αφού αφαιρεθεί το εδαφικό υλικό παίρνουμε το απόβαρο του δίσκου.

Η στιγμιαία υγρασία επί τοις εκατό είναι:

$$\Sigma Y = \frac{\text{Μικτό βάρος υγρού δείγματος} - \text{Μικτό βάρος ξηρού δείγματος}}{\text{Καθαρό βάρος ξηρού δείγματος}}$$

Για να αποφεύγονται τα σφάλματα, πρέπει η διαδικασία που περιγράψαμε να επαναλαμβάνεται τουλάχιστο τρεις φορές και, εφ' όσον ο μέσος όρος δεν διαφέρει περισσότερο από 10 % από την μεγαλύτερη και την μικρότερη τιμή, είναι η ζητούμενη τιμή της ΣΥ. Σε αντίθετη περίπτωση πρέπει να επαναλάβουμε την διαδικασία περισσότερες φορές.

Σημειώνουμε ότι η μέθοδος που περιγράψαμε είναι απλή και πρακτική, όμως αν τα δείγματα του εδάφους έχουν μεγάλο ποσοστό οργανικών ουσιών, η ακρίβειά της είναι αμφίβολη.

Στον πίνακα 3, που ακολουθεί, δίνονται οι τιμές του φαινομένου βάρους, της υδατοϊκανότητας και του σημείου μάρανσης, για χαρακτηριστικές κατηγορίες εδαφών.

Οι τιμές αυτές, οι οποίες είναι ο μέσος όρος της συνήθους διακύμανσης των υπόψη μεγεθών, μπορούν να χρησιμοποιούνται κατά προσέγγιση για την σύνταξη των μελετών άρδευσης.

Πίνακας 3. Τιμές του φαινομένου βάρους, της υδατοϊκανότητας και του σημείου μάρανσης για χαρακτηριστικές κατηγορίες εδαφών.

Μηχανική σύσταση εδάφους	Φαινόμενο βάρος gr/cm ³	Υδατοϊκανότητα %	Σημείο μάρανσης %
(1)	(2)	(3)	(4)
Αμμώδες	1,65	6	4
Αμμώδης πηλός	1,50	14	6
Πηλός	1,40	22	10

Αργιλοπηλός	1,35	27	13
Ιλυοπηλός	1,30	31	15
Άργιλος	1,25	35	17

2.9. Διηθητική ικανότητα του εδάφους.

2.9.1. Γενικά.

Η διηθητικότητα του εδάφους, δηλαδή η τελική ταχύτητα με την οποία το νερό διηθείται δια μέσου των πόρων του, έχει μεγάλη σπουδαιότητα για την εφαρμογή των αρδεύσεων.

Στην άρδευση, όταν χρησιμοποιείται ωριαίο ύψος βροχής μεγαλύτερο από την διηθητική ικανότητα του εδάφους, τότε το νερό που περισσεύει, δρα δυσμενώς στην επιφάνεια του εδάφους διότι διαλυτοποιεί τα συσσωματώματα και σχηματίζει την επιβλαβή επιφανειακή κρούστα. Το νερό που πλεονάζει είτε υφίσταται βαθιά διήθηση, είτε απορρέει επιφανειακά.

Η βαθιά διήθηση μπορεί να ανυψώσει επικίνδυνα την υπόγεια στάθμη της περιοχής με αποτέλεσμα την πιθανή άνοδο και συγκέντρωση επιβλαβών αλάτων στην επιφάνεια του εδάφους.

Το νερό που απορρέει συμπαρασύρει όλα τα επιφανειακά θρεπτικά συστατικά του εδάφους με συνέπειες:

α. Την αποδυνάμωση του εδάφους, όσον αφορά την θρεπτική του ικανότητα.

β. Την διάβρωση του εδάφους και την μεταφορά του λεπτόκοκκου υλικού στις τάφρους με αποτέλεσμα την επίχυσή τους.

γ. Τα μεταφερόμενα υλικά, ενώ για το κτήμα ήταν πολύτιμα, ρυπαίνουν το περιβάλλον, διότι δημιουργούν καταστάσεις ευτροφισμού στους αποδέκτες (ρέματα, ποτάμια, θάλασσα), οι οποίες ανατρέπουν την οικολογική ισορροπία.

Όταν χρησιμοποιείται ωριαίο ύψος βροχής μικρότερο από την διηθητική ικανότητα του εδάφους, τότε παρατείνεται αδικαιολόγητα ο χρόνος άρδευσης οπότε αυξάνονται οι απώλειες νερού από εξάτμιση.

Για τους παραπάνω λόγους πρέπει να μελετηθεί από πριν ο τρόπος με τον οποίο διηθείται το νερό στο έδαφος, για να υπολογιστεί στη συνέχεια ο χρόνος εφαρμογής της αρδευτικής δόσης, και ακόμα να υπολογιστεί η παροχή στη μονάδα της αρδευόμενης επιφάνειας και να μειωθούν έτσι οι απώλειες εφαρμογής του αρδευτικού νερού.

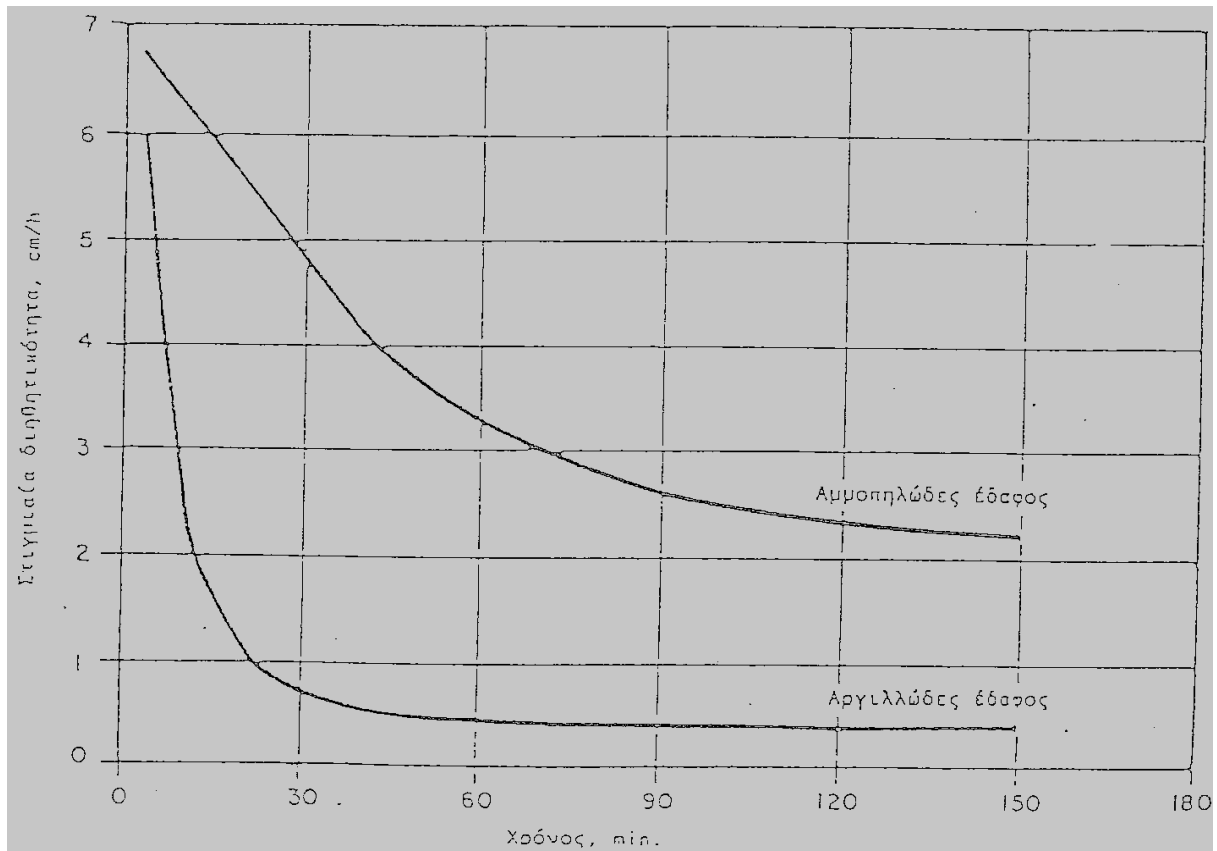
Στις αρδεύσεις πρέπει να χορηγούμε νερό στην επιφάνεια του εδάφους, με ένταση ίση με τη βασική διηθητικότητα. Εάν τηρηθεί αυτός ο όρος, τότε στο έδαφος θα εισχωρήσει περισσότερο νερό και θα συγκρατηθεί από αυτό, με αποτέλεσμα την αποφυγή της επιφανειακής απορροής αλλά και της βαθιάς διήθησης.

2.9.2. Παράγοντες που επηρεάζουν τη διηθητικότητα.

Οι κυριότεροι παράγοντες, που επηρεάζουν τη διηθητικότητα είναι:

α. Η δομή του εδάφους.

Το σχήμα 4 δείχνει τις καμπύλες της στιγμιαίας διηθητικότητας για δύο εδάφη.



Σχήμα 4. Μεταβολή της στιγμιαίας διηθητικότητας με το χρόνο, για δύο τύπους εδαφών.

Το αμμοπηλώδες έδαφος αρχίζει με 7 cm / h και κατά τη διάρκεια της πρώτης 1,5 ώρας μειώνεται σε 2,5 cm / h και στη συνέχεια συνεχίζει με μία ελαφρά πτώση.

Στο αργιλλώδες έδαφος η τιμή της στιγμιαίας διηθητικότητας μειώνεται πολύ γρήγορα κατά τη διάρκεια των 30 πρώτων λεπτών και μετά από 1 ώρα σταθεροποιείται στην τιμή των 0,2 cm / h περίπου.

Αυτό είναι ένα καλό παράδειγμα επίδρασης της υφής στη διηθητικότητα του εδάφους αν και ορισμένες φορές παρουσιάζεται κάποια ξεχωριστή συμπεριφορά.

β. Ο βαθμός κορεσμού του εδάφους.

Ο ρυθμός διηθητικότητας είναι πολύ μεγαλύτερος στον αρχικό χρόνο εφαρμογής του νερού στο έδαφος. Καθώς όμως η άρδευση συνεχίζεται το επιφανειακό έδαφος καθίσταται κορεσμένο και η διόγκωση της αργίλου προκαλεί μια βαθμιαία μείωση του ρυθμού διηθητικότητας μέχρις ότου γίνει σχεδόν σταθερός.

γ. Η στεγανοποίηση της επιφάνειας του εδάφους.

Με τη στεγανοποίηση της επιφάνειας του εδάφους έχουμε το σχηματισμό κρούστας, που είναι αποτέλεσμα της καταστροφής της δομής του εδάφους, και λόγω της οποίας μειώνεται αρκετά η διηθητικότητα.

δ. Η συμπίεση του εδάφους.

Αυτή προκαλείται από τα γεωργικά μηχανήματα λόγω της συμπίεσης σε ένα ορισμένο βάθος, με αποτέλεσμα τη μείωση της διηθητικότητας.

ε. Η εμφάνιση ρωγμών στο έδαφος.

Αυτό συμβαίνει στα αργιλώδη εδάφη και αυξάνει τη διηθητικότητα.

στ. Η αμειψισπορά.

Τα οργανικά υλικά, με την εναλλαγή των καλλιεργειών, βελτιώνουν τη δομή του εδάφους, με παράλληλη αύξηση της διηθητικής ικανότητας του εδάφους.

ζ. Οι καλλιεργητικές εργασίες.

Η διηθητικότητα αυξάνει με το όργωμα και με το δισκοσβάρνισμα, γιατί αυξάνεται με αυτά το μέγεθος των πόρων.

η. Τα φερτά υλικά του αρδευτικού νερού.

Πολλές φορές το αρδευτικό νερό φέρει αιωρούμενη λεπτή ιλύ και άργιλο. Αυτά είναι ωφέλιμα σε αμμώδη εδάφη και επιβλαβή στα συνεκτικά όσο αφορά τη διηθητικότητα.

θ. Η διάβρωση του εδάφους.

Μία παρατεταμένη διάβρωση αποκαλύπτει στρώσεις διαπερατές με διηθητικότητα βελτιωμένη. Αντίθετα, εάν η διάβρωση αποκαλύπτει συνεκτικές στρώσεις εδάφους, η διηθητικότητα θα χειροτερέψει.

ι. Η ισοπέδωση του εδάφους.

Επηρεάζει τη διηθητικότητα όπως και η διάβρωση, ανάλογα με τη στρώση εδάφους που θα αποκαλυφτεί.

ια. Τα άλατα στο έδαφος και στο αρδευτικό νερό.

Τα αλατούχα νερά, κατά την άρδευση εγκαταλείπουν τα διάφορα άλατα, που περιέχουν, στο έδαφος όπου και συγκεντρώνονται με την πάροδο του χρόνου, με αποτέλεσμα την ελάττωση της διηθητικότητας.

ιβ. Η θερμοκρασία του νερού.

Νερό με χαμηλή θερμοκρασία διηθείται βραδύτερα σε σχέση με εκείνο που έχει υψηλότερη θερμοκρασία, και αυτό οφείλεται στην αύξηση, ή ελάττωση της συνεκτικότητας του νερού αντίστοιχα.

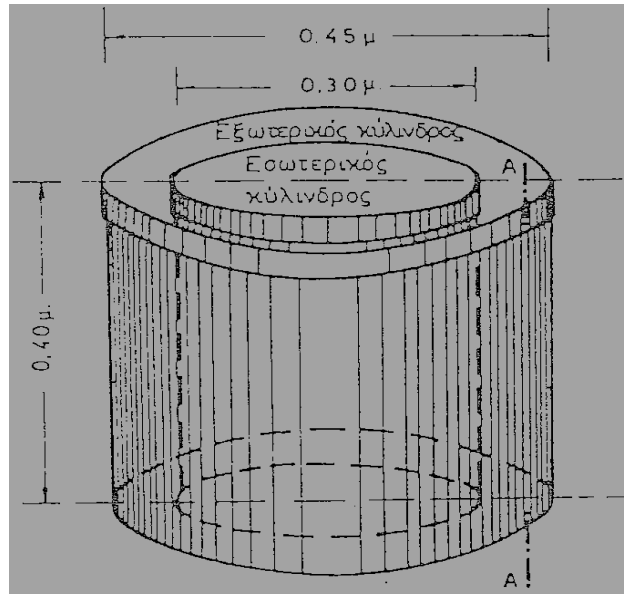
2.9.3. Μέτρηση της διηθητικότητας.

2.9.3.1. Μέτρηση της διηθητικότητας στο χωράφι.

Η μέτρηση της διηθητικής ικανότητας του εδάφους μπορεί, και πρέπει, να γίνεται στο χωράφι κάτω από φυσιολογικές συνθήκες.

Για την μέτρηση της διηθητικής ικανότητας του εδάφους, επινοήθηκε η μέθοδος μετρήσεως της διηθήσεως από τους διπλούς ομόκεντρους κυλίνδρους.

Χρησιμοποιούμε δύο μεταλλικούς κυλίνδρους από τους οποίους ο ένας έχει διάμετρο 0,30 m και ο άλλος 0,45 m και ύψος 0,40 m ο καθένας. Εμπηγνύουμε τους δύο κυλίνδρους κατακόρυφα και ομόκεντρα στο έδαφος και σε βάθος 0,20 m περίπου.



Σχήμα 5. Σχηματική παράσταση συσκευής ομόκεντρων κυλίνδρων, για τη μέτρηση της διηθητικότητας του εδάφους.

Από αυτούς ο εξωτερικός κύλινδρος χρησιμοποιείται κυρίως για να υποβοηθά την διαβροχή του εδάφους σε όλη τη διάρκεια της μετρήσεως, έτσι ώστε να περιοριστεί στο ελάχιστο η πλάγια κίνηση του νερού από τον εσωτερικό κύλινδρο.

Γεμίζουμε και τους δύο κυλίνδρους με νερό, τοποθετούμε στον εσωτερικό κύλινδρο έναν πήχη υποδιαιρεμένο σε εκατοστά του μέτρου και μετράμε σε κανονικά χρονικά διαστήματα το πάχος του απορροφουμένου νερού σε χιλιοστά.

Την πρώτη μέτρηση την κάνουμε 10 λεπτά μετά το γέμισμα των κυλίνδρων με νερό, έξη επόμενες μετρήσεις τις κάνουμε κάθε 20 λεπτά, και άλλες πέντε μετρήσεις τις κάνουμε κάθε ώρα.

Οι μετρήσεις συνεχίζονται μέχρις ότου επιτευχθεί σταθερή περίπου τιμή της διηθουμένης ποσότητας σε τρία τουλάχιστον ίσα χρονικά διαστήματα.

Διαιρώντας τον όγκο του διηθουμένου νερού δια της επιφάνειας της βάσεως του εσωτερικού κυλίνδρου, και δια του αντιστοίχου χρόνου, έχουμε βρει την ταχύτητα διήθησης.

2.9.3.2. Θεωρητικός υπολογισμός της διηθητικότητας.

Η πιο συνηθισμένη μεθοδολογία για τον υπολογισμό της διηθητικότητας είναι η εφαρμογή μίας εμπειρικής σχέσης στην οποία χρησιμοποιούνται τα δεδομένα των επιτόπου μετρήσεων.

Η εμπειρική σχέση, που χρησιμοποιείται κατά κύριο λόγο, είναι η εξίσωση Kostiakov:

$$D = kt^n$$

όπου $D = \int idt$ είναι η αθροιστική διηθητικότητα και k και n σταθερές που υπολογίζονται από τα πειραματικά δεδομένα (π.χ. με τη μέθοδο ελαχίστων τετραγώνων). Η τιμή του n είναι θετική αλλά μικρότερη της μονάδας.

Έτσι τελικά η διηθητικότητα προκύπτει ίση με:

$$i = nkt^{n-1}$$

και φαίνεται ότι τείνει στο μηδέν με την αύξηση του χρόνου. Είναι λοιπόν προφανές ότι η παραπάνω σχέση ισχύει με ακρίβεια μόνο για μικρούς χρόνους εφαρμογής του νερού.

Για καλυφθεί το γενικότερο φαινόμενο θα πρέπει να παίρνεται υπόψη και η τελική διηθητικότητα.

Για πρακτικές πάντως εφαρμογές της εμπειρικής σχέσης του Kostiaκον δίνονται στον πίνακα 4 κάποιες μέσες τιμές για τους συντελεστές k και n (εφόσον ο χρόνος t μετριέται σε min και η αθροιστική διηθητικότητα D σε mm).

Πίνακας 2.4. Παράμετροι διηθητικότητας εδαφών.

Τύπος εδάφους	k	n
Αμμώδης πηλός	3,8	0,80
Πηλός	4,8	0,70
Αργιλοπηλός	1,2	0,54
Ιλυοπηλός	2,1	0,52
Ιλυώδης άργιλος	3,6	0,52

2.9.3.3. Υπολογισμός της διηθητικότητας από πίνακες.

Αν δεν μπορούμε να μετρήσουμε την ταχύτητα διηθήσεως με την παραπάνω μέθοδο, μπορούμε να πάρουμε χοντρικές τιμές της από πίνακες.

Στον πίνακα που ακολουθεί δίνονται οι τιμές της τελικής ταχύτητας διήθησης για χαρακτηριστικές κατηγορίες εδαφών.

Πίνακας 2.5. Τιμές της τελικής ταχύτητας διήθησης για χαρακτηριστικές κατηγορίες εδαφών.

Τύπος εδάφους	Τελική ταχύτητα διήθησης, i_f (mm/h)
Αμμώδες	50
Αμμώδης Πηλός	25
Πηλός	13
Αργιλοπηλός	8
Ιλυοπηλός	2,5
Άργιλος	5

Η γνώση της διηθητικότητας μας διευκολύνει κυρίως στην επιλογή της έντασης με την οποία θα χορηγηθεί το αρδευτικό νερό στο έδαφος. Έχοντας υπόψη τη γενική μορφή της καμπύλης

διηθητικότητας, έχει κανείς τη δυνατότητα να επιλέξει μεταξύ διάφορων τιμών της έντασης, π.χ. μίας τεχνητής βροχής.

Έτσι μικρές τιμές έντασης δεν προκαλούν μεγάλο πλεόνασμα (απώλεια) νερού που απορρέει επιφανειακά, όμως εξαιτίας των συγκεκριμένων απαιτήσεων για συνολικό όγκο νερού για την ανάπτυξη των φυτών, οι μικρές αυτές εντάσεις οδηγούν σε υπερβολικά μεγάλους χρόνους άρδευσης. Από την άλλη πλευρά μεγάλες τιμές έντασης καλύπτουν γρήγορα τον συνολικά απαιτούμενο όγκο νερού, συγχρόνως όμως προκαλούν και σημαντικές απώλειες λόγω πλεονάσματος. Έτσι πρέπει κάθε φορά να σταθμίζονται τα δεδομένα του προβλήματος πριν αποφασιστεί.

2.10. Ταξινόμηση των εδαφών.

2.10.1. Γενικά.

Υπάρχουν διάφορα συστατικά αναγκαία για την ανάπτυξη των φυτών. Μάλιστα η περιεκτικότητα τους στο έδαφος καθορίζει και την αποδοτικότητα του εδάφους.

Τα κυριότερα συστατικά για την ανάπτυξη των φυτών είναι το ασβέστιο, ο άνθρακας, το υδρογόνο, ο σίδηρος, το μαγνήσιο, το άζωτο, το οξυγόνο, το κάλιο, ο φωσφόρος και το θείο. Ένα μεγάλο μέρος από αυτά προσλαμβάνεται από τα φυτά υπό μορφή αλάτων διαλυμένων στο νερό του εδάφους.

Παρατηρήσεις έδειξαν ότι η περιεκτικότητα του εδάφους σε διαλυτά άλατα των αλκαλίων (Na, K, Ca, Mg) επιδρά στην αποδοτικότητα του εδάφους.

Συγκεκριμένα η μεγάλη περιεκτικότητα του εδάφους σε διαλυτά άλατα αλκαλίων τα κάνει άγονα και ακατάλληλα για καλλιέργεια. Επίσης άγονα θεωρούνται τα εδάφη με μεγάλη περιεκτικότητα ανταλλάξιμου νατρίου. Τα άγονα εδάφη, για να γίνουν γόνιμα χρειάζεται βελτίωσή τους.

Για την ταξινόμηση των εδαφών είναι απαραίτητη η επεξήγηση των παρακάτω βασικών όρων:

α. Αλκαλικότητα:

Είναι χημικός όρος και αναφέρεται στην ύπαρξη ιόντων στο νερό του εδάφους. Δείκτης της αλκαλικότητας είναι το PH.

Νερό εδάφους χαρακτηρίζεται αλκαλικό όταν $PH > 7$, όξινο όταν $PH < 7$ και ουδέτερο όταν $PH = 7$.

β. Ποσοστό Ανταλλάξιμου Νατρίου:

Είναι το ποσοστό συμμετοχής του νατρίου στο σύνολο των ανταλλάξιμων κατιόντων, εκφρασμένο σε ποσοστά %.

Υπολογίζεται από την ακόλουθη σχέση:

$$Na \cdot 100 = \frac{Na\%}{Na + Ca + Mg}$$

γ. Ειδική Ηλεκτρική Αγωγιμότητα:

Είναι το αντίστροφο της ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης δηλ. της αντίστασης σε Ohms ενός αγωγού διατομής 1 cm².

Η ειδική ηλεκτρική αγωγιμότητα μετράται σε milliohms / cm².

2.10.2. Αλατούχα και αλκαλικά εδάφη.

Αλατούχα είναι τα εδάφη που έχουν τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

Ειδική ηλεκτρική αγωγιμότητα > 4 milliohms / cm².

Ποσοστό ανταλλαξιμού νατρίου < 15 % και PH < 8,5.

Τα αλατούχα εδάφη έχουν ανοικτό χρώμα και χαρακτηρίζονται σαν “λευκά εδάφη”.

Αν απομακρυνθούν τα άλατα με απόπλυση και επαρκή στράγγιση τα εδάφη αυτά γίνονται κανονικά.

Αντίστροφα κανονικά εδάφη μπορούν να μετατραπούν σε αλατούχα με την συγκέντρωση αλάτων που προέρχονται από το νερό της άρδευσης, ή από την προς τα πάνω κίνηση των υπογείων νερών.

Η παρουσία αλάτων σε μεγάλες ποσότητες και η μικρή σχετικά περιεκτικότητα σε ανταλλάξιμο νάτριο στα εδάφη αυτά, έχει σαν συνέπεια την συσσωμάτωση των κολλοειδών συστατικών του εδάφους και την δημιουργία ευνοϊκής δομής με υψηλή διαπερατότητα στον αέρα και το νερό.

2.10.2.1. Αλκαλικά ή αλκαλιωμένα εδάφη.

Είναι τα εδάφη που έχουν τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

Ειδική ηλεκτρική αγωγιμότητα < 4 milliohms / cm².

Ποσοστό ανταλλαξιμού νατρίου > 15 % και 8,5 < PH < 10,0.

Τα αλκαλικά εδάφη έχουν σκούρο χρώμα και βρίσκονται σε ξηρές ή ημίξηρες περιοχές.

Η υψηλή περιεκτικότητα ανταλλαξιμού νατρίου σε σχέση με τα διαλυτά άλατα έχει σαν συνέπεια την διασπορά των κολλοειδών συστατικών και την δημιουργία δυσμενούς δομής για την διήθηση του νερού και την καλλιέργεια αυτών των εδαφών.

2.10.2.2. Αλατουχοαλκαλικά ή αλατουχοαλκαλιωμένα εδάφη.

Είναι μία ενδιάμεση κατηγορία εδαφών με τα ακόλουθα χαρακτηριστικά: Ειδική ηλεκτρική αγωγιμότητα > 4 milliohms / cm².

Ποσοστό ανταλλαξιμού νατρίου > 15 % και PH περίπου 8,5.

Ανάλογα με την περιεκτικότητά τους σε άλατα μοιάζουν με τα αλατούχα (μεγάλη περιεκτικότητα), ή τα αλκαλικά (μικρή περιεκτικότητα).

Προτεινόμενη Βιβλιογραφία

1. Μενέλαος Θεοχάρης, "ΑΡΔΕΥΣΕΙΣ", Τ.Ε.Ι. Ηπείρου, Άρτα, 2012.
2. Μενέλαος Θεοχάρης, "Η ΑΡΔΕΥΣΗ ΜΕ ΣΤΑΓΟΝΕΣ", Τ.Ε.Ι. Ηπείρου, Άρτα, 1998.
3. Θεοχάρης Μ.: " Αρδεύσεις - Στραγγίσεις ", Άρτα 1998
4. Θεοχάρης Μ.: " Η Άρδευση με Σταγόνες ", Άρτα 1998
5. Θεοχάρης Μ.: " Αρδεύσεις - Στραγγίσεις , Εργαστηριακές Ασκήσεις", Άρτα 1998
6. Καρακατσούλης Π. : " Αρδεύσεις - Στραγγίσεις και Προστασία των Εδαφών ", Αθήνα 1993.
7. Κωνσταντινίδης Κ. : "Η μέθοδος αρδεύσεως δια καταιονήσεως ", Θεσσαλονίκη - Αθήνα 1975.
8. Μιχελάκης Ν. : "Συστήματα Αυτόματης Άρδευσης - Άρδευση με Σταγόνες"
9. Daugerty - Franzini : "Υδραυλική" Τόμοι I , II, Εκδόσεις Πλαίσιο , Αθήνα.
10. Davis- Sorensen : " Handbook of applied Hydraulics" Third edition McGraw-Hill Book Company, 1969.
11. Ουζούνης Δ. "Θεωρητική και Πρακτική Μέθοδος της Άρδευσης με Σταγόνες" Εκδόσεις Γαρταγάνη, Θεσσαλονίκη 1997.
12. Τερζίδης Γ. : "Μαθήματα Υδραυλικής " , Τόμοι I ,II , III, Θεσσαλονίκη 1986.
13. Τερζίδης Γ. - Παπαζαφειρίου Ζ. : " Γεωργική Υδραυλική " Εκδόσεις Ζήτη , Θεσσαλονίκη 1997.
14. Τζιμόπουλος Χ. : " Γεωργική Υδραυλική ", Τόμοι I , II, Εκδόσεις Ζήτη , Θεσ-σαλονίκη 1982.
15. Τσακίρης Γ. : "Μαθήματα Εγγειοβελτιωτικών Έργων ", Αθήνα
16. Hansen V. - Israelsen : "Αρδεύσεις. Βασικοί Αρχαί και Μέθοδοι . Μετάφραση από τους Α. Νικολαΐδη και Α. Κοκκινίδη ", Αθήνα 1968.

Σημείωμα Αναφοράς

Θεοχάρης Μενέλαος, (2015). Αρδεύσεις (Θεωρία). ΤΕΙ Ηπείρου.
Διαθέσιμο από:

<http://eclass.teiep.gr/courses/TEXG108/>

Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά Δημιουργού-Μη Εμπορική Χρήση-Όχι Παράγωγα Έργα 4.0 Διεθνές [1] ή μεταγενέστερη. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, Διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».

[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.el>



Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.

Επεξεργασία: Δημήτριος Κατέρης

Άρτα, 2015



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

