



Ελληνική Δημοκρατία  
Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό  
Ίδρυμα Ηπείρου

# Αρδεύσεις (Θεωρία)

Ενότητα 9 : Η άρδευση με περιορισμένη  
διάχυση

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

# 9.

## Η άρδευση με περιορισμένη διάχυση

### Γενικά.

Η ομοιόμορφη εφαρμογή του αρδευτικού νερού είναι πάντοτε ο πρωταρχικός παράγοντας της αρδευόμενης γεωργίας για την αποδοτική χρησιμοποίηση του νερού.

Ο έλεγχος του αρδευτικού νερού, για να επιτευχθεί ομοιόμορφη διανομή πάνω στην έκταση που πρόκειται να αρδευτεί, είναι ένα από τα πιο δύσκολα προβλήματα του καλού χειρισμού του νερού, και εξακολουθεί να υπάρχει σαν πρόβλημα στις περισσότερες αρδευόμενες εκτάσεις.

*Για να είναι εύκολος ο έλεγχος της ροής του αρδευτικού νερού, εγκαταλείφθηκε η ελεύθερη διάχυση του και αντικαταστάθηκε με την περιορισμένη διάχυση.*

Τυπική μέθοδος άρδευσης με περιορισμένη διάχυση είναι η άρδευση κατά λωρίδες μεταξύ παράλληλων αναχωμάτων (Border, Planche, Beet).

Σύμφωνα με τη μέθοδο αυτή η έκταση, που είναι για άρδευση, διαιρείται με μικρά αναχώματα σε ορθογώνια επιμήκη τεμάχια (λωρίδες).

Συνήθως το έδαφος προετοιμάζεται κατά τέτοιο τρόπο, ώστε οι μεταξύ των παράλληλων αναχωμάτων λωρίδες του, να έχουν κλίση μόνο κατά τη διεύθυνση της άρδευσης και μηδενική ή και ελάχιστη κατά την εγκάρσια διεύθυνση.

Το μήκος, το πλάτος των λωρίδων, ο χρόνος εφαρμογής του αρδευτικού νερού, η παροχή κατά λωρίδα, το ύψος της εφαρμοζόμενης αρδευτικής δόσης, η κατά μήκος και κατά πλάτος κλίση των λωρίδων, καθώς και η διήθητικότητα του αρδευόμενου εδάφους, είναι οι συντελεστές ελέγχου της άρδευσης για την εφαρμογή μίας ορισμένης ποσότητας αρδευτικού νερού, και για την επίτευξη ομοιόμορφης άρδευσης σε ολόκληρο το μήκος της λωρίδας.

Οι παράγοντες αυτοί βρίσκονται σε στενή αλληλεπίδραση και αποτελούν τις συνθήκες ροής, που θα εξεταστούν στη συνέχεια.

Αφού με την άρδευση επιδιώκεται η διήθηση του νερού μέσα στο έδαφος, δια μέσου της επιφάνειάς του, ο βαθμός διηθητικότητας του εδάφους έχει πρωταρχική σημασία για τον υπολογισμό των υπόλοιπων παραμέτρων της άρδευσης.

Γενικά, η επιφάνεια που προσφέρεται για άρδευση μπορεί να υπολογιστεί από τη γενική σχέση:

$$E = \frac{Q}{\Delta}$$

όπου: E = η αρδευόμενη επιφάνεια

Q = η παροχή

Δ = ο βαθμός διηθητικότητας

Από τη σχέση αυτή παρατηρούμε ότι η επιφάνεια, που μπορεί να αρδευτεί, είναι ανάλογη με την παροχή, που χορηγείται, και αντίστροφα ανάλογη με το βαθμό διηθητικότητας. Δηλαδή όσο μεγαλύτερη παροχή χρησιμοποιείται κατά την άρδευση και όσο μικρότερη είναι η ταχύτητα διήθησης του νερού, τόσο λιγότερο νερό προσλαμβάνεται από το έδαφος και, επομένως, το υπόλοιπο νερό διανύει μεγαλύτερη διαδρομή και αρδεύει μεγαλύτερη έκταση.

Όμως, είναι πολύ δύσκολο να καθοριστεί μια ορισμένη τιμή της διηθητικότητας. Η τιμή της τελικής ή βασικής διηθητικότητας, αποδείχτηκε ότι δεν έχει καμιά πρακτική σημασία στην προκείμενη περίπτωση, επειδή το φαινόμενο της διήθησης δεν έχει μια σταθερή, αλλά μεταβλητή τιμή. Το νερό, από την αρχή της εφαρμογής του στο έδαφος, διηθείται συνέχεια με ρυθμό επιβραδυνόμενο.

Η ποσότητα του διηθούμενου νερού μέσα στο έδαφος, για μία ορισμένη χρονική περίοδο από την πρώτη εφαρμογή του νερού στο χωράφι, δίνεται από την εξίσωση της αθροιστικής διήθησης:

$$D = k_1 \cdot t^n$$

Από τη σχέση αυτή μπορούμε εύκολα να υπολογίσουμε το χρόνο, που χρειάζεται να παραμείνει το νερό στην επιφάνεια του εδάφους για την εφαρμογή μιας συγκεκριμένης αρδευτικής δόσης στο χωράφι.

## Αρδευτική δόση και χρόνος άρδευσης.

Με τις σύγχρονες αντιλήψεις της αρδευόμενης γεωργίας, κατά την άρδευση επιδιώκεται να μπει στο έδαφος εκείνη η αρδευτική δόση, που είναι απαραίτητη για τη συμπλήρωση μέχρι της υδατοϊκανότητας της υγρασίας του ριζοστρώματος των καλλιεργούμενων φυτών. Η αρδευτική αυτή δόση υπολογίζεται ως διαφορά της ποσότητας που υπάρχει στο έδαφος από την υδατοϊκανότητά του. Η αρδευτική δόση που υπολογίζεται με αυτό τον τρόπο προσαρξάνεται ανάλογα με το βαθμό εφαρμογής του νερού για την κάλυψη των απωλειών που δεν μπορούν να αποφευχθούν κατά την εφαρμογή του νερού.

Η αρδευτική δόση, που πρόκειται να εφαρμοστεί, υπολογίζεται κατά τα γνωστά από την σχέση:

$$D = k_1 \cdot t^n = d_a$$

και από αυτή έχουμε τη σχέση:

$$d_a = \frac{\Delta Y_\beta}{100} E_\phi \cdot d_c \cdot c$$

και ο χρόνος εφαρμογής του νερού στο χωράφι, που χρειάζεται για να γεμίσει το ριζόστρωμα των καλλιεργούμενων φυτών υπολογίζεται από τη γνωστή σχέση:

$$t = \sqrt[n]{\frac{d_a}{k_1}}$$

όπου:  $t$  = ο χρόνος εφαρμογής του αρδευτικού νερού σε ώρες

$d_a$  = η αρδευτική δόση σε  $m^3$  / στρέμμα

$k_1$  = η αθροιστική διήθηση της πρώτης ώρας σε m και

$n = \eta$  κλίση της γραμμής συσχέτισης.

Στο χρόνο  $t$  το ψηλότερο τετραγωνικό μέτρο της λωρίδας παίρνει τόσο νερό, όσο υπολογίσαμε ως νερό εφαρμογής και δεν επιτρέπεται στη συνέχεια να παραμείνει καλυμμένο με νερό. Για το λόγο αυτό μετά από  $t$  ώρες, από την έναρξη της άρδευσης, επιβάλλεται η διακοπή της παροχής του νερού στη λωρίδα, οπότε πια το νερό που υπάρχει μέσα στη λωρίδα, ρέει, κάτω από την επίδραση της βαρύτητας, από τα ψηλότερα τμήματα της λωρίδας προς τα χαμηλότερα.

Έτσι, ο χρόνος  $t$ , στον οποίο διηθείται η αρδευτική δόση στο έδαφος, είναι συγχρόνως και ο χρόνος εφαρμογής του αρδευτικού νερού στη λωρίδα. Και είναι μια τιμή πολύ μεγάλης σημασίας για την πρακτική της άρδευσης.

Από τη σχέση προκύπτει ότι ο χρόνος  $t$  δεν είναι ανάλογος της αρδευτικής δόσης  $d_a$ , αλλά ανάλογος της  $n$  (νιοστής) ρίζας της αρδευτικής δόσης.

Αύξηση της αρδευτικής δόσης για να γεμίσει με νερό μεγαλύτερο βάθος ριζοστρώματος, συνεπάγεται πολλαπλασιασμό του χρόνου εφαρμογής του νερού.

Ο χρόνος εφαρμογής θα ήταν ανάλογος με την εφαρμοζόμενη αρδευτική δόση, αν η άρδευση άρχιζε, όταν το έδαφος θα είχε την τελική τιμή της διηθητικότητας. Με τέτοιες όμως συνθήκες υγρασίας εδάφους δεν χρειάζεται άρδευση.

Ο χρόνος εφαρμογής του νερού είναι συνάρτηση του μεγέθους της αρχικής διήθησης του εδάφους και της τιμής της κλίσης της καμπύλης διήθησης.

Πολλές φορές, υπολογίζοντας το χρόνο άρδευσης, είναι δυνατό να βρούμε χρόνο εφαρμογής του νερού πρακτικά ανεφάρμοστο. Στην περίπτωση αυτή, αν μειώσουμε την αρδευτική δόση, υποπολλαπλασιάζεται ο χρόνος εφαρμογής του νερού.

Για το λόγο αυτό σε συνεκτικά εδάφη, που έχουν κάτω από συνηθισμένες συνθήκες, υψηλές τιμές υδατοϊκανότητας και απαιτούν βαριές αρδευτικές δόσεις, ενώ αντίθετα έχουν μικρές τιμές της κλίσης της καμπύλης διήθησης, επιβάλλεται, για να μειωθεί ο χρόνος εφαρμογής σε πρακτικά εφαρμόσιμα όρια, να μην αφήνεται να εξαντληθεί ολόκληρη η υγρασία στο χωράφι, αλλά η άρδευση να γίνεται, όταν υπάρχει ακόμη στο έδαφος το 40 - 50 % της διαθέσιμης υγρασίας, οπότε μειώνεται αντίστοιχα η αρδευτική δόση και ελαττώνεται σημαντικά ο χρόνος εφαρμογής του νερού.

### **Αριθμητικά παραδείγματα:**

1. Σε ένα χωράφι της περιοχής του αρδευτικού δικτύου Γραμμενίτσας Άρτας, έχουμε έδαφος κατηγορίας "αργιλοπηλός", καλλιέργεια βαμβακιού, και βαθμό απόδοσης της άρδευσης 80 %.

Υπολογίζουμε επομένως:

α. Δόση άρδευσης:  $d_a = c \cdot \Delta Y_\beta \cdot E_\phi \cdot d_e$

Είναι:  $c = 0,50$  (πίνακας 2),  $\Delta Y_\beta = 0,14$  (πίνακας 3)

$E_\phi = 1,35 \text{ gr} / \text{cm}^3$  (πίνακας 3) και  $d_e = 700 \text{ mm}$  (πίνακας 3)

Άρα:  $d_a = 0,50 \cdot 0,14 \cdot 1,35 \cdot 600 = 56,70 \text{ m}^3 / \text{στρέμμα}$ .

και  $d_b = 66,15 : 0,80 = 70,87 \text{ m}^3 / \text{στρέμμα}$ .

β. Η αθροιστική διήθηση είναι:  $D = k t^n$

Από τον πίνακα 4 έχουμε  $k = 1,2$  και  $n = 0,54$

Άρα:  $D = 1,2 \cdot t^{0,54}$

Κατά την πρώτη ώρα της άρδευσης διηθούνται:

$k_1 = 1, 2 \cdot 60^{0,54} = 10,949$  mm νερού οπότε βρίσκουμε:

$$t = \sqrt[n]{\frac{d_u}{k_1}} = \sqrt[0,54]{\frac{70,87}{10,949}} = 31,76 \text{ ώρες}$$

Ο χρόνος αυτός θεωρείται ανεφάρμοστος στην πράξη.

Με μείωση της αρδευτικής δόσης, που υπολογίσαμε, στο 60 %, ήτοι με εφαρμογή της άρδευσης, όταν η διαθέσιμη υγρασία του εδάφους εξαντλείται κατά 30 %, η απαιτούμενη δόση υπολογίζεται σε  $34,02 \text{ m}^3$  το στρέμμα, επίσης η δόση εφαρμογής υπολογίζεται σε  $42,52 \text{ m}^3$  το στρέμμα, και επομένως ο χρόνος άρδευσης υπολογίζεται μόνο σε 12 ώρες 20 ', ήτοι με μείωση της αρδευτικής δόσης στο 60 %, ο χρόνος εφαρμογής του νερού ελαττώνεται στο 39 % περίπου και είναι πρακτικά εφαρμόσιμος.

2. Αντίθετα, σε ένα χωράφι στην ίδια περιοχή και με την ίδια καλλιέργεια, το οποίο από πλευράς μηχανικής σύστασης είναι ιλυώδης άργιλος βρίσκουμε:

α. Δόση άρδευσης:  $d_a = 0,50 \cdot 0,18 \cdot 1,30 \cdot 600 = 70,20 \text{ m}^3 / \text{στρέμμα}$ .

και  $d_b = 70,20 \cdot 0,80 = 87,75 \text{ m}^3 / \text{στρέμμα}$ .

β. Η αθροιστική διήθηση είναι:  $D = k t^n$

Από τον πίνακα 4 έχουμε  $k = 3,6$  και  $n = 0,52$

Άρα:  $D = 3,6 \cdot t^{0,52}$

Κατά την πρώτη ώρα της άρδευσης διηθούνται:

$k_1 = 3,6 \cdot 60^{0,52} = 30,26$  mm νερού οπότε βρίσκουμε:

$$t = \sqrt[n]{\frac{d_u}{k_1}} = \sqrt[0,52]{\frac{87,75}{30,26}} = 7,74 \text{ ώρες}$$

Από τα παραπάνω παραδείγματα αποδεικνύεται ότι ο απαιτούμενος χρόνος για την εφαρμογή του αρδευτικού νερού δεν αυξομειώνεται ανάλογα με την αυξομείωση του βάθους του ριζοστρώματος, ούτε ανάλογα με την αυξομείωση της αρδευτικής δόσης, αλλά είναι συνάρτηση της αρχικής διήθησης και του εκθέτη του χρόνου.

Με τα παραπάνω παραδείγματα δίνεται επίσης μία απάντηση στο επίμαχο θέμα των αρδεύσεων:

Αν τα συνεκτικά εδάφη έχουν ανάγκη από βαριές αρδευτικές δόσεις με αραιές αρδεύσεις ή από ελαφρές αρδευτικές δόσεις με συχνές αρδεύσεις. Ο καθορισμός της αρδευτικής δόσης δεν πρέπει να υπολογίζεται μόνο ως συνάρτηση των οριακών τιμών της εδαφικής υγρασίας, αλλά και του απαιτούμενου χρόνου για την εφαρμογή της ο οποίος υπολογίζεται σε συνάρτηση με την αθροιστική διήθηση.

Σε αμμώδη εδάφη οι εξισώσεις της αθροιστικής διήθησης έχουν συνήθως τιμές αρχικής διήθησης μεγαλύτερες της μονάδας και εκθέτες του χρόνου, που κυμαίνονται γύρω στην τιμή του 0,8.

Αν πάρουμε υπόψη μας ότι, το διαθέσιμο νερό, των αμμωδών εδαφών, λόγω της μικρής υδατοϊκανότητάς τους, έχει χαμηλές τιμές, μπορεί σε αμμώδη εδάφη να προκύψουν εξαιρετικά χαμηλές τιμές του χρόνου εφαρμογής του αρδευτικού νερού.

**Όταν οι υπολογισμοί του χρόνου εφαρμογής της αρδευτικής δόσης μας δίνουν ακραίες τιμές, θα πρέπει να εξετάζεται η περίπτωση εγκατάλειψης της άρδευσης με τη μέθοδο της περιορισμένης διάχυσης και να ερευνάται η περίπτωση άρδευσης με καταιονισμό.**

## **Υπολογισμός των διαστάσεων των λωρίδων.**

Ο χρόνος άρδευσης,  $t$ , για την εφαρμογή της απαιτούμενης αρδευτικής δόσης, είναι συγχρόνως και η διάρκεια παροχής νερού στη λωρίδα.

Στο χρόνο αυτό πρέπει μια παροχή,  $Q$ , να χορηγήσει στο μήκος,  $L$ , της λωρίδας  $d_a$ .  $L$  mm νερού και επομένως προκύπτει η σχέση:

$$Q \cdot t = d_a \cdot L$$

όπου:  $Q$  = η παροχή ανά μέτρο πλάτους λωρίδας σε  $m^3 / h$ .

$t$  = ο χρόνος χορήγησης του νερού σε ώρες.

$d_a$  = η αρδευτική δόση σε  $m^3 / στρέμμα$  και

$L$  = μήκος της λωρίδας σε μέτρα  $m$ .

Στη σχέση αυτή, έχουμε δύο άγνωστους, το  $Q$  και το  $L$ , οι οποίοι βρίσκονται σε στενή σχέση μεταξύ τους.

Για κάθε τιμή του  $Q$  αντιστοιχεί μια τιμή του  $L$  και αντίστροφα.

Στην περίπτωση αξιοποίησης ενός αρδευτικού δικτύου που λειτουργεί, το  $L$  είναι καθορισμένο από την απόσταση της τριτεύουσας αρδευτικής διώρυγας και της αντίστοιχης στραγγιστικής τάφρου, γιατί στις συνθήκες που επικρατούν στη χώρα μας, επειδή ο κλήρος είναι συνήθως μικρός, με τον αναδασμό τακτοποιούνται τα κληροτεμάχια των γεωργών κατά τέτοιο τρόπο, ώστε να περιλαμβάνονται μεταξύ αρδευτικής διώρυγας και αντίστοιχης στραγγιστικής τάφρου, για να μπορούν να εφάπτονται της διώρυγας με την ανώτερη πλευρά τους, πράγμα που θα διευκολύνει τη λήψη του νερού από τη διώρυγα, και να καταλήγουν με την αντίθετη (κατώτερη) πλευρά τους στη στραγγιστική τάφρο για εύκολη απορροή των νερών που πλεονάζουν, από κακή διαχείριση του νερού άρδευσης.

Τα αρδευτικά δίκτυα, που κατασκευάζονται σήμερα στη χώρα μας, προσπαθούν να δώσουν αποστάσεις μεταξύ τριτεύουσών αρδευτικών διωρύγων και των αντίστοιχων τάφρων τέτοιες, ώστε να είναι δυνατή η μεταξύ αυτών εγκατάσταση των κληροτεμαχίων των γεωργών και μάλιστα κατά το δυνατό σε ορθογώνιο σχήμα με αναλογία πλευρών 1:6.

Έτσι, στις Ελληνικές συνθήκες, οι λωρίδες άρδευσης έχουν μήκος την απόσταση μεταξύ τριτεύουσας διώρυγας και αντίστοιχης στραγγιστικής τάφρου και επομένως το  $L$  της σχέσης είναι καθορισμένο και γι' αυτό το λόγο είναι εύκολη η λύση της εξίσωσης ως προς ένα άγνωστο, την παροχή  $Q$ .

Κατά το στάδιο όμως της μελέτης ενός αρδευτικού έργου πρέπει ο καθορισμός των αποστάσεων να μην εξαρτάται μόνο από το μέγεθος των κλήρων, αλλά κυρίως να επιδιώκεται η επίτευξη ιδανικών συνθηκών άρδευσης.

Όπως προκύπτει από τη σχέση:  $Q \cdot t = d_a \cdot L$ , θεωρητικά υπάρχει άπειρος αριθμός συνδυασμών  $Q$  και  $L$ .

Όμως, ένας από αυτούς θα είναι ο ιδανικός, ο οποίος μπορεί να καθοριστεί μόνο με πειραματική εργασία.

Ας προσπαθήσουμε όμως να δώσουμε παρακάτω μια γενική κατεύθυνση, σχετικά με τον τρόπο υπολογισμού της παροχής,  $Q$ , και του μήκους,  $L$ , έχοντας υπόψη πάντοτε ότι πρωταρχικός παράγοντας της άρδευσης είναι μία ομοιόμορφη διύγρυνση του εδάφους σε ολόκληρο το μήκος της διαδρομής της λωρίδας και το βάθος του ενεργού ριζοστρώματος.

Κατά τη διάρκεια του χρόνου εφαρμογής του νερού,  $t$ , το υδάτινο στρώμα απλώνεται πάνω στη λωρίδα, ρέει κατά μήκος της και καλύπτει μια ορισμένη απόσταση, που κυμαίνεται, ανάλογα με τη χρησιμοποιούμενη παροχή, από 0,07 - 0,9 του συνολικού μήκους της λωρίδας.

Μετά το τέλος του χρόνου,  $t$ , διακόπτεται η παροχή, αλλά το υδάτινο στρώμα εξακολουθεί να κινείται εξαιτίας της βαρύτητας προς τα κάτω μέρη της λωρίδας, και τελικά φτάνει στο τέρμα της λωρίδας.

Ο χρόνος της αποχώρησης του νερού, αν και θεωρείται από πολλούς ασήμαντος και παραβλέπεται, έχει μεγάλη σημασία για την ομοιομορφία της άρδευσης.

Στο χρόνο της αποχώρησης, το νερό διηθείται συνεχώς και αδιαλείπτως μέσα στο έδαφος και συντελεί στην ομοιόμορφη διανομή του σε όλο το μήκος της λωρίδας.

Η ροή του νερού πάνω στην επιφάνεια της λωρίδας είναι μια κίνηση που συνεχώς επιβραδύνεται, γιατί λόγω της εξάπλωσής της στην επιφάνεια της λωρίδας και της διήθησης του νερού μέσα στο έδαφος, το ύψος του υδάτινου στρώματος διαρκώς γίνεται μικρότερο και σε κάθε επόμενο μέτρο της διαδρομής το νερό παραμένει για μεγαλύτερο χρόνο από το προηγούμενο, δηλαδή ο χρόνος διήθησης αυξάνει. Από την άλλη πλευρά, όσο προχωρεί η άρδευση, η διηθούμενη στη μονάδα του χρόνου ποσότητα συνεχώς μειώνεται.

Έτσι, η ποσότητα νερού που ρέει μέσα στο έδαφος εξαρτάται από δύο μεταβλητές.

α. Στις μικρές παροχές, η διήθηση υπερνικά το χρόνο ροής του νερού, και τα ανώτερα τμήματα της λωρίδας αρδεύονται εντονότερα από τα κατώτερα τμήματά της.

β. Αντίθετα, μεγάλες παροχές αρδεύουν εντονότερα τα κατώτερα τμήματα της λωρίδας.

Ελαφρά εδάφη, ή εδάφη με καλή δομή, απορροφούν το νερό με απληστία. Για το λόγο αυτό, στις περιπτώσεις αυτές χρειάζεται μεγάλη παροχή,  $Q$ , που να απλώνεται γρήγορα στο ανώτερο τμήμα της λωρίδας, να υγραίνει το τμήμα αυτό κανονικά και να περισσεύει αρκετό νερό, το οποίο με την κλίση του εδάφους να οδηγείται στα κατώτερα τμήματα της λωρίδας.

Βαριά και χωρίς δομή εδάφη ροφούν νερό με βραδύτητα και για το λόγο αυτό χρησιμοποιούνται μικρές παροχές άρδευσης. Τελικά, για κάθε κατηγορία εδάφους υπάρχει ένας συνδυασμός μήκους και παροχής, με τον οποίο η μείωση της

διηθούμενης ποσότητας συμψηφίζεται με το χρόνο παραμονής του νερού και έτσι η λωρίδα άρδευσης υγραίνεται ομοιόμορφα σε όλο το μήκος της.

Στην πράξη αποδείχτηκε ότι χωράφια με μήκος μεγαλύτερο από 200-220 m, είναι δύσκολο να παρακολουθηθούν για την εφαρμογή της άρδευσης, και γι' αυτό, σε περιπτώσεις που οι υπολογισμοί οδηγούν σε μεγάλα μήκη θα πρέπει το L να περιορίζεται στα 200 - 220 m.

Η ταχύτητα ροής του νερού μέσα στη λεκάνη εξαρτάται από τέσσερις παράγοντες:

- Από την παροχή, Q, ανά μονάδα επιφάνειας.
- Από την κλίση του εδάφους, i, σε μέτρα ανά μέτρο.
- Από το πάχος του υδάτινου στρώματος, α, σε μέτρα.
- Από τη φύση της επιφάνειας πάνω στην οποία ρέει το νερό και την οποία χαρακτηρίζουμε με ένα συντελεστή C.

Ο Tscherkasow δίνει την ακόλουθη σχέση της ταχύτητας ροής:

$$u = C \cdot Q^{1/2} \cdot i^{1/4}$$

όπου: u = η ταχύτητα ροής σε m/sec

i = η κλίση της επιφάνειας του εδάφους σε m/m.

Q = η παροχή του νερού σε m<sup>3</sup>/sec και

C = ο συντελεστής που παίρνει τιμές από 4 έως 6 και που εξαρτάται από τη φύση της επιφάνειας του αρδευόμενου εδάφους.

Ο συντελεστής αυτός μειώνεται, όταν αυξάνουν οι ανωμαλίες της επιφάνειας του εδάφους.

Ανάλογα με τη δομή του εδάφους και για να αποφεύγεται η διάβρωση, η ταχύτητα, u, πρέπει να έχει τιμές που να κυμαίνονται από 0,1 ως 0,2 m/sec.

Μπορούμε, λοιπόν, κατά το στάδιο της μελέτης, με διαδοχικές προσεγγίσεις, να υπολογίζουμε το μήκος διαδρομής του νερού από την ταχύτητα ροής, u, και το χρόνο εφαρμογής του αρδευτικού νερού, που έχει ήδη υπολογιστεί

Όμως, κατά τον υπολογισμό του μήκους και της παροχής, πρέπει να έχουμε υπόψη μας ορισμένες προϋποθέσεις, που προέρχονται από την πείρα της εφαρμογής του αρδευτικού νερού δηλαδή:

α. Το νερό που ρέει μέσα στη λωρίδα πρέπει να καλύπτει όλες τις ανωμαλίες, που προέρχονται από την καλλιέργεια (άροση), γιατί αν σχηματιστούν νησίδες εδάφους, μπορεί να οδηγήσει σε μια ανομοιόμορφη διύγρανση του εδάφους και ακόμη και σε εμπλουτισμό των νησίδων με άλατα.

Για το λόγο αυτό πρέπει το πάχος, α, του υδάτινου στρώματος, που ρέει, να είναι μεγαλύτερο από 2-3 cm. Το α μπορεί να υπολογιστεί από τη βασική εξίσωση της υδραυλικής:

$$Q = E \cdot u.$$

Επειδή στην τυπική λωρίδα πλάτους 1m το E = α.1 έχουμε:

$$Q = \alpha \cdot u = \alpha \cdot C \cdot Q^{1/2} \cdot i^{1/4} \text{ και επομένως:}$$

$$\alpha = Q^{1/2} \cdot [ C \cdot i^{1/4} ]$$



β. Η πείρα έχει δείξει ότι παροχές κατά λωρίδα μικρότερες των 2,5-3,0 lit/sec, δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν, γιατί το νερό δεν εξαπλώνεται εύκολα σε όλο το πλάτος της λωρίδας.

γ. Λωρίδες με μικρό μήκος διαδρομής χρειάζονται μεγάλο αριθμό διωρύγων διανομής του νερού, που έχουν ως συνέπεια σημαντική απώλεια πολύτιμου εδάφους και δυσκολεύουν την εργασία των αγροτικών μηχανημάτων.

Λωρίδες με μήκος μικρότερο των 30 μέτρων είναι απαράδεκτες στην επιφανειακή άρδευση.

δ. Σε λωρίδα μεγάλου μήκους η ανομοιομορφία των εδαφικών συνθηκών είναι πιθανότερη και για το λόγο αυτό είναι δυσκολότερο να πετύχουμε μια ομοιόμορφη άρδευση. Συνήθως λωρίδες με μήκος μεγαλύτερο από 200 μέτρα δεν κάνουν για άρδευση.

Το πλάτος της λωρίδας, β, σε μέτρα μπορεί να υπολογιστεί από τους παρακάτω συλλογισμούς:

Αν η λωρίδα έχει μια εγκάρσια κλίση, j, τότε η τομή του ρέοντος στρώματος νερού έχει μορφή τραπεζίου.

Το ελάχιστο βάθος,  $\alpha_{\min}$ , της εγκάρσιας τομής, για τους λόγους που αναφέραμε προηγούμενα, δεν πρέπει να είναι μικρότερο των 2-3 cm. Το μέσο βάθος της τομής προκύπτει από την εξίσωση:

$$\frac{\sqrt{Q}}{C \cdot i^{1/4}} = \alpha_{\min} + \frac{b}{2} \cdot j$$

Και από αυτή υπολογίζεται το πλάτος της λωρίδας ως ακολούθως:

$$\beta = \frac{2(Q^{1/2} - \alpha_{\min} C \cdot i^{1/4})}{C \cdot j \cdot i^{1/4}}$$

Και αν παραδεχτούμε μέση τιμή του συντελεστή  $C = 5$ , τότε η σχέση παίρνει τη μορφή:

$$\beta = 0,4 \frac{Q^{1/2} - 5\alpha_{\min} \cdot i^{1/4}}{j \cdot i^{1/4}}$$

Από τη σχέση παρατηρούμε ότι το πλάτος της λωρίδας, β, είναι συνάρτηση της παροχής και των κατά μήκος και κατά πλάτος κλίσεων της λωρίδας.

## Τρόποι εφαρμογής του νερού.

Γενικά, στην επιφανειακή άρδευση διακρίνουμε δύο τρόπους εφαρμογής του αρδευτικού νερού, την **κεκλιμένη άρδευση** και την **οριζόντια άρδευση**.

### Κεκλιμένη άρδευση.

Στις περιπτώσεις εκείνες που το έδαφος έχει μικρή τιμή διηθητικότητας και η κλίση, i, είναι μεγαλύτερη του 0,005, το μέτωπο του ρέοντος υδάτινου στρώματος κινείται τόσο γρήγορα, ώστε αυτό φτάνει στο τέρμα της λωρίδας σε χρόνο μικρότερο

από το χρόνο διήθησης ή εφαρμογής του νερού που υπολογίστηκε. Σε αυτή την περίπτωση, όταν το νερό καλύψει το μήκος διαδρομής, περιορίζεται η χορηγούμενη παροχή, ώστε αυτή να είναι ίση προς τη διηθούμενη ποσότητα νερού για όλο το μήκος της λωρίδας.

Ο υπολογισμός της παροχής αυτής είναι εύκολος από τη σχέση:  $Q \cdot t = d_a \cdot L$

Το νερό χορηγείται στη λωρίδα επί τόσο χρόνο, όσος χρειάζεται για τη διήθηση της αρδευτικής δόσης στο πρώτο τρέχον μέτρο της λωρίδας.

Όμως, το νερό που περισσεύει, χύνεται στη στραγγιστική τάφρο και αποτελεί τις απώλειες από την επιφανειακή απορροή, με δυσμενείς παρενέργειες στη διάβρωση του αρδευόμενου εδάφους και στη μεταφορά των θρεπτικών συστατικών αυτού στο στραγγιστικό δίκτυο, που αργά, αλλά συνεχώς προσχώνεται και χρειάζεται συνεχείς δαπάνες συντήρησης.

Το είδος αυτό της άρδευσης με ελεύθερη απορροή ονομάζεται **κεκλιμένη άρδευση**.

Επειδή στην περίπτωση αυτή της ελεύθερης απορροής ο χρόνος αποχώρησης του νερού, μετά τη διακοπή της εφαρμογής του, είναι συντομότερος από το χρόνο κάλυψης από το νερό του μήκους διαδρομής, είναι επόμενο το νερό να παραμείνει στην επιφάνεια του χωραφιού, σε κάθε επόμενο μέτρο αυτού, για λιγότερο χρόνο από το προηγούμενο μέτρο, οπότε προκύπτει ανομοιόμορφος χρόνος διήθησης του νερού, που οδηγεί σε ανομοιόμορφη άρδευση κατά μήκος της λωρίδας.

Για τη βελτίωση της ομοιομορφίας της άρδευσης, Αμερικανοί συγγραφείς προτείνουν τη μείωση του μήκους διαδρομής της λωρίδας στο μήκος εκείνο, που πετυχαίνεται στο 1/4 του χρόνου εφαρμογής του νερού και την επί 1/4, επί πλέον του συνολικού χρόνου εφαρμογής του νερού, χορήγηση αρδευτικού νερού με τη μειωμένη παροχή αυτού, όπως υπολογίστηκε παραπάνω.

Επειδή η διηθούμενη ποσότητα του νερού, όπως προκύπτει από τη την εξίσωση της διήθησης, μειώνεται συνεχώς, η συνολική βαθιά διήθηση φτάνει μόνο στο 5 % του χορηγούμενου νερού ενώ πετυχαίνεται μια σχετικά ομοιόμορφη εφαρμογή του αρδευτικού νερού.

Η μέθοδος αυτή της κεκλιμένης άρδευσης πρέπει στην πράξη να αποφεύγεται, γιατί οδηγεί πάντοτε σε ανεπιθύμητες απώλειες νερού από επιφανειακή απορροή, που μαζί με τις απώλειες από τη βαθιά διήθηση μπορούν να φθάσουν από κακό χειρισμό μέχρι 70 % του χορηγούμενου νερού.

### **Οριζόντια άρδευση.**

Τα τελευταία χρόνια έχει αναπτυχθεί στις Νοτιοδυτικές Πολιτείες των Η.Π.Α. η **οριζόντια άρδευση**, που είναι ένας επιτυχής συνδυασμός εφαρμογής του νερού με ροή και με κατάκλυση. Η μέθοδος αυτή εφαρμόστηκε στη χώρα μας από το Ινστιτούτο Εγγείων Βελτιώσεων και μερικώς στις υποδειγματικές αρδεύσεις της ΥΕΒ και αποδείχτηκε ότι απλοποιεί σημαντικά την εφαρμογή του νερού.

Η μέθοδος αυτή απαιτεί λεπτομερέστατη ισοπέδωση, κατά το δυνατό μηδενική εγκάρσια κλίση του χωραφιού και μικρή κλίση κατά τη ροή του νερού  $i \leq 0005$ . Γενικά, δεν επιτρέπεται η συνολική πτώση του επιπέδου να είναι μεγαλύτερη από τα 6 εκατοστά του μέτρου. Όμως, σε πειραματικές εργασίες του Ινστιτούτου Εγγείων

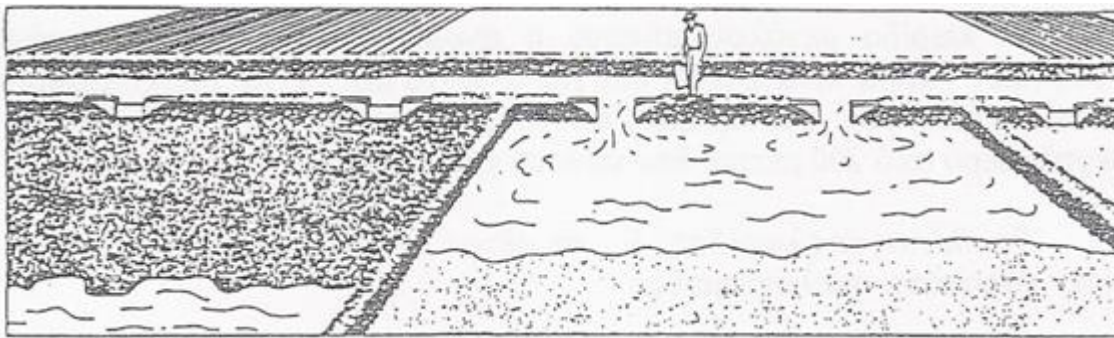
Βελτιώσεων επιτεύχθηκαν καλοί βαθμοί απόδοσης της άρδευσης και με κλίσεις 0,0015 - 0,0025.

Ο υπολογισμός του χρόνου άρδευσης από την αθροιστική διήθηση και στη συνέχεια ο υπολογισμός της παροχής από το χρόνο και το μήκος της λωρίδας, διευκολύνει στη χρησιμοποίηση της μεθόδου και σε χωράφια με κλίση μεγαλύτερη του 0,0005.

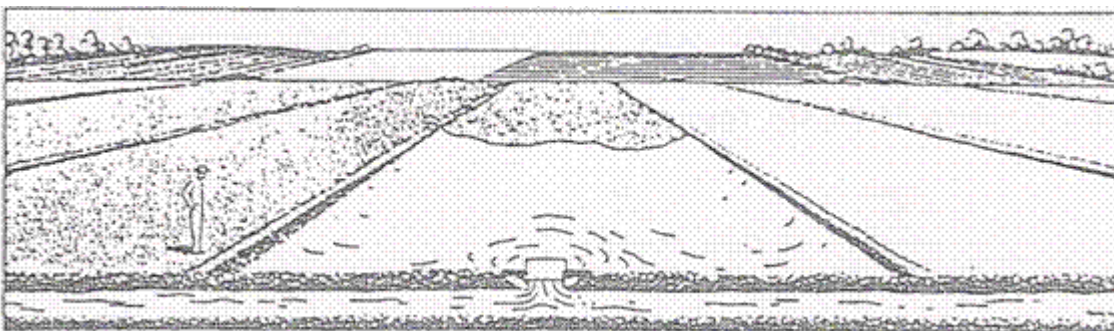
Το σημαντικότερο στο σύστημα οριζόντιας άρδευσης είναι η κατασκευή ενός εγκάρσιου μικρού αναχώματος στο κατώτερο άκρο του χωραφιού, δηλαδή στο τέλος της διαδρομής του νερού. Το ανάχωμα αυτό συντελεί, ώστε το νερό, που θα φθάσει πρώτο στο τέρμα μιας λωρίδας, να αντιστρέψει τη ροή του και να καλύψει άλλα τμήματα της έκτασης που είναι για άρδευση.

Με την οριζόντια άρδευση το νερό στα αρχικά τμήματα της λωρίδας διηθείται κατά το χρόνο της ροής του στην επιφάνεια του χωραφιού, ενώ στα κάτω τμήματα της λεκάνης κατά το χρόνο της παραμονής του σε αυτό.

Αυτό έχει διπλή πρακτική σημασία. Από τη μια μεριά επιτρέπει την αντιστροφή του νερού προς τις λωρίδες που παρουσιάζουν επιβράδυνση της ροής, κι από την άλλη διευκολύνει την κίνηση των καλλιεργητικών μηχανημάτων από λωρίδα σε λωρίδα.



Σχήμα 8. Κεκλιμένη άρδευση.

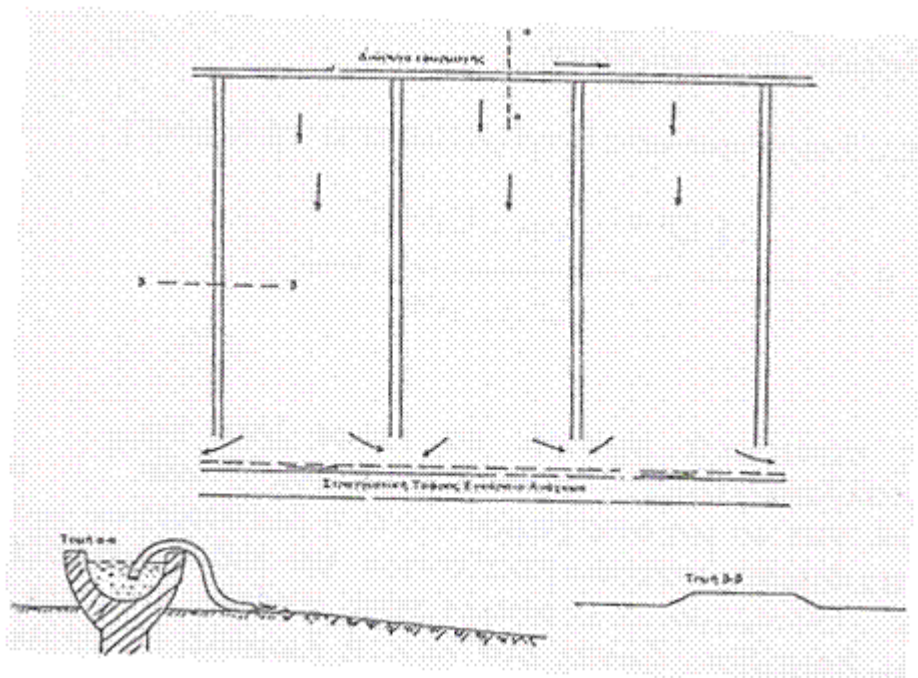


Σχήμα 9. Οριζόντια άρδευση.

Στην πράξη, λόγω αστάθμητων παραγόντων, ο χρόνος κάλυψης από το νερό των λωρίδων του ίδιου χωραφιού παρουσιάζει συχνά ανομοιομορφία, που οφείλεται στη διαφορετική διήθηση που παρουσιάζουν τα χωράφια.

Επειδή ο υπολογισμός της αθροιστικής διήθησης, από την οποία γίνονται οι παραπέρα υπολογισμοί του μήκους, του πλάτους και παροχής των λωρίδων, στηρίζεται στο μέσο όρο περισσότερων μετρήσεων της διηθητικότητας του χωραφιού κατά την εφαρμογή του νερού, η παροχή, που υπολογίστηκε σε συνάρτηση με το μέσο όρο, είναι επόμενο να παρουσιάσει την ανομοιομορφία του χρόνου κάλυψης των λωρίδων. Με το σύστημα του σχετικού εξαφανισμού των λωρίδων στα κατώτερα τμήματά τους και με την επικοινωνία που έχουν αυτές, μπορούν γρηγορότερα να καλυφθούν από το νερό οι λωρίδες που παρουσίασαν επιβράδυνση της ροής και με αυτό τον τρόπο να καλυφθεί όλο το χωράφι γρηγορότερα. Έτσι πετυχαίνεται ομοιομορφία άρδευσης μέχρι 90% και πολύ υψηλοί βαθμοί εφαρμογής του αρδευτικού νερού.

Όπως παρατηρούμε στο σχήμα 10, τα επιμήκη αναχώματα των λωρίδων, που περιορίζουν τη διάχυση μέσα στις λωρίδες, δεν φθάνουν μέχρι το εγκάρσιο ανάχωμα αλλά διακόπτονται μπροστά από αυτό.



**Σχήμα 10.** Λεπτομέρεια κατασκευής λωρίδων μεταξύ παράλληλων αναχωμάτων.

Αν και γενικά η επιφανειακή άρδευση δεν προσφέρεται για τα χονδρόκοκκα αμμώδη και πολύ διαπερατά εδάφη, με την οριζόντια άρδευση μπορούμε στα αμμώδη διαπερατά εδάφη να πετύχουμε ομοιόμορφη άρδευση με μήκη διαδρομής του νερού μέχρι 40 m (στα μέσα εδάφη τα μήκη διαδρομής κυμαίνονται μεταξύ 140-180 m, ενώ στα λεπτόκοκκα συνεκτικά και με αργή διήθηση εδάφη, το μήκος διαδρομής κυμαίνεται από 180 - 250 m).

## **Κατασκευαστικά στοιχεία και εφαρμογή της άρδευσης.**

**Για την ορθή εφαρμογή της μεθόδου άρδευσης με περιορισμένη διάχυση, είναι απαραίτητη η συστηματοποίηση του χωραφιού.** Ομοιόμορφη κλίση κατά τη διεύθυνση της άρδευσης είναι η πιο επιθυμητή. Ανομοιόμορφες κλίσεις συντελούν στην ανομοιόμορφη διήθηση του νερού μέσα στο έδαφος. Επίσης πρέπει κυρίως να αποφεύγονται οι εγκάρσιες κλίσεις, γιατί αυτές συντελούν στο να κατευθύνεται το νερό προς τη μια πλευρά της λωρίδας. Το μικρό πλάτος συνήθως των λωρίδων (8 - 12 m), μας επιτρέπει να κατασκευάζουμε εύκολα λωρίδες με σχεδόν μηδενική εγκάρσια κλίση.

Αφού συστηματοποιηθεί το χωράφι κατασκευάζονται τα αναχώματα διαχωρισμού των λωρίδων.

Το πλάτος των λωρίδων υπολογίζεται από τη σχέση:

$$\beta = \frac{2(Q^{1/2} - \alpha_{\min} C \cdot i^{1/4})}{C \cdot j \cdot i^{1/4}}$$

Όμως πρακτικά πρέπει να είναι ίσο προς το πλησιέστερο ακέραιο πολλαπλάσιο του πλάτους των καλλιεργητικών μηχανημάτων, για να μη δυσχεραίνεται η λειτουργία τους.

Τα αναχώματα κατασκευάζονται με ειδικό αποξέστη (Ridger), σχήματος V. Θεωρητικά ο αποξέστης πρέπει να έχει το πλάτος της υποτιθέμενης λωρίδας, ξύνει μια λεπτή λωρίδα εδάφους, το μισό από κάθε γειτονική λωρίδα, συγκεντρώνει το χώμα και κατασκευάζει το ανάχωμα χωρίς να αφήνει ανωμαλίες πάνω στις λωρίδες. Αν δεν μπορούμε να έχουμε τέτοιο ειδικό αποξέστη, κατασκευάζουμε τα αναχώματα με το άροτρο κάνοντας συγκλίνουσα άροση στη θέση του αναχώματος.

Η στέψη των αναχωμάτων πρέπει να είναι 5-7 cm πάνω από τη στάθμη του νερού που ρέει και που υπολογίζεται από τη σχέση:  $\alpha = Q^{1/2} \cdot [C \cdot i^{1/4}]$ .

Το ύψος των αναχωμάτων κατά κανόνα είναι 15 - 22 cm.

Τα πρανή των αναχωμάτων έχουν κλίση 2: 1. Το πλάτος στέψης των αναχωμάτων πρέπει να είναι διπλάσιο από το ύψος. Τα αναχώματα κατασκευάζονται στρογγυλεμένα, ώστε να έχουν τομή ημιελλειπτική και σπέρνονται μαζί με την έκταση. Η απόδοση όμως των φυτών πάνω σε αυτά είναι μειωμένη σε σχέση με την απόδοση των φυτών της λωρίδας.

Το νερό από τις τριτεύουσες διώρυγες χορηγείται στις λωρίδες με τη βοήθεια ειδικού στομίου ή με τη βοήθεια σιφωνίων. Ο αρδευτής έχει τη δυνατότητα να ρυθμίζει την παροχή στο μέγεθος που υπολογίστηκε. Μόλις ρυθμιστεί η παροχή, το νερό απλώνεται γρήγορα πάνω σε όλο το πλάτος της λωρίδας. Σε αυτό βοηθά η ισοπέδωση των πρώτων μέτρων της λωρίδας κατά τέτοιο τρόπο, ώστε να έχουν μηδενική κλίση, τόσο κατά τη διεύθυνση της ροής, όσο και κατά την εγκάρσια έννοια. Αν η παροχή κατά λωρίδα έχει υπολογιστεί μεγαλύτερη από 10 lit / sec, συνήθως δε χρειάζεται άλλη επέμβαση του αρδευτή εκτός από το να περιμένει να περάσει ο χρόνος άρδευσης. Σε μικρότερες όμως παροχές χρειάζεται ο αρδευτής να διευκολύνει τη ροή του υδάτινου στρώματος, η οποία συνήθως εμποδίζεται από τις μικροανωμαλίες της καλλιεργούμενης έκτασης. Συνήθως ο αρδευτής χρησιμοποιεί ένα φτυάρι ή μικρές σανίδες, τις οποίες τοποθετεί υπό γωνία προς τη ροή του νερού, ώστε να διευκολύνει την εξάπλωσή του. Ανάλογα με την παροχή της τριτεύουσας

διώρυγας και της ανά λωρίδα παροχής, μπορούν να αρδεύονται συγχρόνως 2-3 λωρίδες.

Ύστερα από τη διακοπή της παροχής της άρδευσης το νερό που τρέχει συγκεντρώνεται, εξαιτίας της αντίδρασης του εγκάρσιου αναχώματος, στα κατώτερα τμήματα των λωρίδων, όπου αργά διηθείται στο έδαφος.

Αν οι υπολογισμοί της καμπύλης διήθησης, του χρόνου εφαρμογής του νερού, του μήκους και του πλάτους της λωρίδας καθώς και της παροχής ανά λωρίδα, έχουν γίνει με μεγάλη ακρίβεια, τότε πετυχαίνεται μια ομοιόμορφη άρδευση της λωρίδας, η οποία με την ομοιόμορφη διύγρανση του εδάφους βοηθά στον ομοιόμορφο εφοδιασμό των φυτών με νερό και κατά συνέπεια στην εξασφάλιση ευνοϊκών συνθηκών για το μέγιστο της παραγωγής της αρδευόμενης καλλιέργειας.

# 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



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ