



Ελληνική Δημοκρατία
Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό
Ίδρυμα Ηπείρου

Αρδεύσεις (Θεωρία)

Ενότητα 11 : Η υπόγεια άρδευση
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



11.

Η υπόγεια άρδευση

11.1. Γενικά.

Η υπόγεια άρδευση ή υπάρδευση συνίσταται στην τεχνητή ρύθμιση της στάθμης του υπόγειου νερού (με προσθήκη νερού) σε κατάλληλο υψόμετρο ώστε να εξασφαλίζεται η καλύτερη αναλογία νερού και αέρα μέσα στο ριζόστρωμα των καλλιεργειών. Έτσι, η υπόγεια άρδευση μπορεί να θεωρηθεί σαν το αντίστροφο της στράγγισης.

Η υπόγεια άρδευση είναι πολύ διαδεδομένη σε βροχερές περιοχές γιατί συνδυάζεται άριστα με το υπάρχον σύστημα στράγγισης των νερών της βροχής. Έτσι, κατά τις περιόδους ξηρασίας, όταν η εξάτμιση είναι μεγαλύτερη από τη βροχόπτωση, εμποδίζεται η ροή του νερού στις τάφρους στράγγισης και με αυτό τον τρόπο ρυθμίζεται το ύψος της υπόγειας στάθμης, για τον εφοδιασμό των καλλιεργειών με νερό. Το σύστημα αυτό είναι πολύ διαδεδομένο στην Ολλανδία όπου το κλίμα, η τοπογραφία και τα αξιοποιηθέντα από τη θάλασσα εδάφη (Polders) απαίτησαν την κατασκευή στραγγιστικών τάφρων. Συνήθως, τα Polders της Ολλανδίας είναι 2 - 5 m κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας. Κάθε κίνδυνος αλάτωσης των εδαφών (μόνιμη απειλή για τα Polders) κατά την διάρκεια της υπάρδευσης, όπου έχουμε ανοδική κίνηση του νερού, αντισταθμίζεται από την προς τα κάτω κίνηση του νερού κατά την βροχερή περίοδο.

Καλό είναι να σημειωθεί ότι η υπόγεια άρδευση γίνεται είτε με υπόγειες σωληνώσεις είτε με διάτρητες σωληνώσεις από τις οποίες το νερό διαβρέχει το έδαφος με βαρύτητα, τριχοειδή ανύψωση και διάχυση.

11.2. Αρχές της υπόγειας άρδευσης.

Με την επιφανειακή άρδευση, όπως και με την άρδευση με καταιονισμό, η εδαφική υγρασία στην περιοχή του ριζοστρώματος μεταβάλλεται συνεχώς.

Κατά την άρδευση, οι πόροι του εδάφους γεμίζουν τελείως με νερό (σημείο κορεσμού ή υδατοχωρητικότητας) αμέσως δε, μετά το τέλος της άρδευσης το νερό της βαρύτητας απομακρύνεται με βαθιά διήθηση και απομένει το νερό το οποίο συγκρατείται, αφ' ενός λόγω των αναπτυσσομένων τριχοειδών δυνάμεων στα σημεία επαφής με τους κόκκους του εδάφους και αφ' ετέρου λόγω των κολλοειδών φαινομένων της αργίλου. Το νερό αυτό είναι το νερό της υδατοϊκανότητας του εδάφους.

Το νερό αυτό της υδατοϊκανότητας αρχίζει να ελαττώνεται λόγω εξαντλήσεώς του από τα φυτά ή από την επιφανειακή εξάτμιση μέχρις ότου φθάσει στο σημείο μάρανσης όπου τα φυτά μαραίνονται. Είναι συνεπώς εύλογο, ότι προσθήκη νερού με άρδευση πρέπει να γίνει προτού φθάσει το νερό στο σημείο μάρανσης.

Αντίθετα προς τα παραπάνω, στην υπόγεια άρδευση δεν λαμβάνει χώρα αυτή η διαρκής μεταβολή της περιεκτικότητας του εδάφους σε νερό.

Έτσι, εάν αγνοήσουμε την εξατμισοδιαπνοή, η κατανομή του εδαφικού νερού, που είναι πάνω από την υπόγεια στάθμη, παραμένει σταθερή με την πάροδο του χρόνου, όπως φαίνεται στην καμπύλη b του σχήματος 16.

Η καμπύλη α παριστάνει την κατανομή του εδαφικού νερού όταν επισυμβαίνει εξάτμιση από την επιφάνεια του εδάφους ενώ η υπόγεια στάθμη του νερού παραμένει πάντοτε στο ίδιο υψόμετρο. Εάν επιπλέον λαμβάνει χώρα και διαπνοή λόγω ύπαρξης φυτών, η καμπύλη α καταλήγει στην α₁.

Πρέπει να σημειωθεί ότι η καμπύλη b δείχνει την μέγιστη δυνατή περιεκτικότητα του εδάφους σε νερό, για ορισμένη υπόγεια στάθμη νερού και για ορισμένο έδαφος. Η θέση αυτή της καμπύλης επιτυγχάνεται κάτω από τις παρακάτω συνθήκες:

α. Μετά από μεγάλη βροχόπτωση η οποία γέμισε τους πόρους του εδάφους μεταξύ καμπύλης α και b

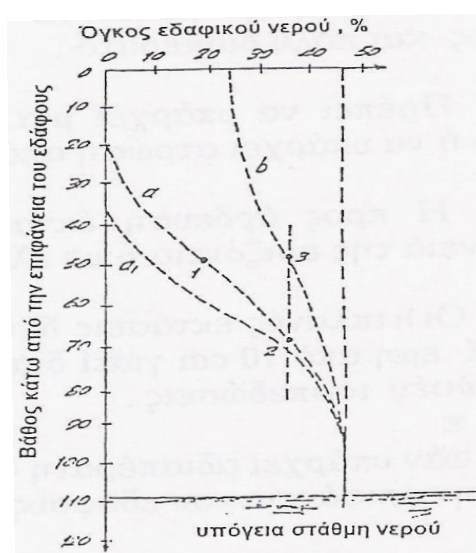
β. Όταν η υπόγεια στάθμη του νερού ανεβεί σχεδόν μέχρι την επιφάνεια του εδάφους και μετά υποβιβασθεί στην οριστική θέση της.

Από το σχήμα 16 φαίνεται ότι οι ρίζες των φυτών έχουν στην διάθεσή τους περισσότερο νερό όσο βαθύτερα εισχωρούν. Υπάρχει όμως ένα μέγιστο βάθος γιατί εάν υποθέσουμε ότι τα φυτά χρειάζονται ένα ελάχιστο 10 % αέρα στο ριζόστρωμά τους, τότε οι ρίζες δεν μπορούν να εισχωρήσουν, σχήμα 16α, κάτω από το σημείο 2 (δηλαδή 35 cm) στην περίπτωση της καμπύλης α και κάτω από το σημείο 3 (δηλαδή 30) στη συνθήκη της καμπύλης b.

Καλό είναι να σημειωθεί ότι σε περίπτωση ύπαρξης στρωμάτων αργίλου με μικρή διαπερατότητα, η τριχοειδής ανύψωση είναι βραδύτατη με αποτέλεσμα να μην ενδείκνυται το σύστημα υπόγειας άρδευσης.



(α) Χοντρόκοκκο αμμώδες έδαφος



(β) Λεπτόκοκκο αμμώδες έδαφος

Σχήμα 16. Διάγραμμα της περιεκτικότητας του εδάφους σε νερό σε δύο αμμώδη εδάφη αρδευόμενα με υπόγεια άρδευση.

11.3. Προϋποθέσεις για την επιλογή της υπόγειας άρδευσης.

Παρακάτω συνοψίζονται οι γενικές προϋποθέσεις που απαιτούνται για ένα σύστημα υπόγειας άρδευσης.

- α. Το έδαφος πρέπει να είναι ομοιόμορφης υφής, αρκετού βάθους και πολύ διαπερατό.
- β. Πρέπει να υπάρχει μία πολύ υψηλή φυσική υπόγεια στάθμη νερού ή να υπάρχει στρώση από άργιλο.
- γ. Η προς άρδευση έκταση πρέπει να είναι μεγάλη και η επιφάνειά της οριζόντια ή με ελαφριά κλίση προς μία διεύθυνση.
- δ. Οι διπλανές εκτάσεις δεν πρέπει να έχουν διαφορά υψομέτρου μεγαλύτερη από 10 cm γιατί διαφορετικά είναι πιθανό να χρειάζονται δαπανηρές ισοπεδώσεις.
- ε. Εάν υπάρχει αδιαπέρατη στρώση θα πρέπει να είναι παράλληλη προς την επιφάνεια του εδάφους.
- στ. Το νερό άρδευσης πρέπει να είναι ιδιαίτερα απαλλαγμένο από άλατα, ιλύ, άργιλο και άλλα φερτά υλικά που μπορούν να προκαλέσουν φράξιμο των σωληνογραμμών
- ζ. Όταν η υπόγεια στάθμη ανεβαίνει και κατεβαίνει κατά κανονικά διαστήματα, και το νερό περιέχει άλατα, σχηματίζει σχετικά αδιαπέρατη στρώση αλάτων η οποία επιβραδύνει την κίνηση του νερού.
- η. Εάν η ετήσια βροχόπτωση είναι μικρή, χρειάζεται μία φορά τον χρόνο επιφανειακή άρδευση (συνήθως με καταιονισμό) για την απομάκρυνση των αλάτων
- θ. Πολύ λίγες καλλιέργειες ανέχονται μεγάλες διακυμάνσεις στην υπόγεια στάθμη του νερού. Έτσι, χρειάζεται πολύ προσεκτική ρύθμιση της στάθμης ανάλογα με την καλλιέργεια και το στάδιο ανάπτυξης των φυτών.
- ι. Χρειάζεται ιδιαίτερη συμφωνία με τους γείτονες καλλιεργητές γιατί επηρεάζονται από την ρύθμιση της υπόγειας στάθμης.
- ια. Ειδική φροντίδα χρειάζεται για την βλάστηση των σπόρων.

Έτσι, πιθανόν να χρειάζεται μία άρδευση με καταιονισμό, ή με επιφανειακή άρδευση την περίοδο της βλάστησης των σπόρων (π.χ. στο βαμβάκι).

11.4. Παράγοντες που επηρεάζουν την εκλογή της υπόγειας άρδευσης.

Παρακάτω εκθέτονται συνοπτικά οι παράγοντες, οι οποίοι πρέπει να λαμβάνονται υπόψη προκειμένου, να ληφθεί απόφαση για την επιλογή ή όχι ενός συστήματος υπόγειας άρδευσης.

- α. Εδαφικές στρώσεις της προς άρδευση έκτασης.
- β. Υφή και υδραυλική αγωγιμότητα των διαφόρων στρώσεων.
- γ. Τοπογραφία των διαφόρων στρώσεων.
- δ. Θέση της φυσικής υπόγειας στάθμης του νερού και διεύθυνση της ροής.
- ε. Αναμενόμενη πλαγία κίνηση της ροής και οι συνέπειες της υπόγειας άρδευσης στις γειτονικές εκτάσεις.

- στ. Καταλληλότητα του εδάφους από τοπογραφική άποψη, για την κατασκευή διωρύγων, τάφρων, υπογείων σωληνογραμμών και άλλων έργων για την παροχή ή απομάκρυνση του νερού.
- ζ. Πιθανό κόστος και ωφέλειες.
- η. Επάρκεια καταλλήλου νερού.

11.5. Πλεονεκτηματα & μειονεκτηματα της υπογειαυ αρδευσης.

Οι συγκριτικοί παράγοντες για το εάν η υπόγεια άρδευση μπορεί να προκριθεί ή όχι, είναι οι παρακάτω:

11.5.1. Πλεονεκτήματα.

- α. Είναι αποτελεσματική σε ξηρά εδάφη με μικρή υδατοϊκανότητα και υψηλή υδραυλική αγωγιμότητα.
- β. Οι απαιτήσεις σε εργατικά χέρια είναι πολύ μικρές.
- γ. Η ανάπτυξη αγριόχορτων είναι ελάχιστη ώστε και τα έξοδα καταπολεμήσεώς των είναι ελάχιστα.
- δ. Δεν χρειάζονται ισοπεδώσεις, αυλακώσεις κ.λπ.
- ε. Η εξάτμιση νερού είναι ελάχιστη.
- στ. Η ανάπτυξη των καλλιεργειών είναι καλή.

11.5.2. Μειονεκτήματα.

- α. Τα γειτονικά κτήματα επηρεάζονται.
- β. Η ποιότητα του νερού πρέπει να είναι καλή για να αποφευχθούν προβλήματα αλάτωσης των εδαφών.
- γ. Χρειάζεται εντατικότερη στράγγιση και απόπλυση των εδαφών για τον έλεγχο της περιεκτικότητας των σε άλατα.
- δ. Η βλάστηση των σπόρων δεν είναι ομοιόμορφη εάν ο έλεγχος της υπόγειαυ στάθμης είναι ακανόνιστος.

11.6. Κριτήρια επιλογης του τροπου εκτελεσης της υπογειαυ αρδευσης.

Οι συγκριτικοί παράγοντες για το εάν η υπόγεια άρδευση πρέπει να είναι με κλειστούς υπόγειους αγωγούς ή με ανοικτές τάφρους, είναι οι παρακάτω:

11.6.1. Πλεονεκτήματα των κλειστών υπόγειων αγωγών.

- α. Δεν χάνεται χρήσιμη επιφάνεια εδάφους.
- β. Υπάρχει ευχέρεια αραιώματος, καταπολέμησης αγριόχορτων, συγκομιδής κ.λπ.
- γ. Χαμηλότερο κόστος συντήρησης.

δ. Οι σωληνογραμμές μπορεί να τοποθετηθούν βαθύτερα σε εδάφη με υψηλή τριχοειδή ανύψωση (30cm χαμηλότερα από την επιθυμητή τριχοειδή ανύψωση).

11.6.2. Μειονεκτήματα των κλειστών υπόγειων αγωγών.

α. Οι υπόγειες σωληνογραμμές είναι ακριβότερες, εκτός από τις περιπτώσεις που εγκαθίστανται σε τυρφώδη εδάφη όπου είναι δυνατές οι δραινώσεις (mole) και το κόστος συντήρησης, όσο αφορά τον καθαρισμό και την αντικατάσταση των σωληνογραμμών που φράζουν.

β. Δεν μπορεί να χρησιμοποιηθούν για την στράγγιση των επιφανειακών νερών.

γ. Ο καθορισμός της θέσης της υπόγειας στάθμης είναι δυσκολότερος.

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



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ