

Τμήμα 2.4: Διαχείριση εδάφους και νερού

Κύρια σημεία εκμάθησης



- Υδάτινες πηγές
- Διατήρηση εδάφους
- Συστήματα άρδευσης
- Αποστράγγιση εδάφους

Κύριοι στόχοι του τμήματος

Στο τέλος αυτού του τμήματος, οι συμμετέχοντες θα είναι σε θέση να:



- Κατανοούν τις εναλλακτικές πηγές νερού
- Υπολογίσουν το υδατικό ισοζύγιο και τις απαιτήσεις σε νερό άρδευσης για τις διάφορες καλλιέργειες.
- Αξιολογούν τα συστήματα άρδευσης με ψεκασμό και με σταγόνες (στάγδην).
- Σχεδιάζουν και να κατασκευάζουν ένα αυτόματο σύστημα άρδευσης.
- Διατηρούν το έδαφος με αποτελεσματικό τρόπο.
- Αποστραγγίζουν αποτελεσματικά το έδαφος χρησιμοποιώντας επιφανειακές και υπόγειες μεθόδους.

2.4.1 Υδάτινες πηγές

Η μέγιστη απαίτηση για νερό οφείλεται στη γεωργική δραστηριότητα. Στην Ευρώπη, περισσότερο από τα δύο τρίτα του νερού που λαμβάνεται από τους ποταμούς και τις λίμνες χρησιμοποιούνται για την άρδευση. Ο αγρότης είναι όχι μόνο ο μεγαλύτερος χρήστης του νερού, αλλά και ο λιγότερο αποδοτικός: Κατά μέσο όρο, περίπου 60% του νερού που λαμβάνεται για την άρδευση χάνεται, και συγχρόνως η νομοθεσία απαιτεί από τους αγρότες να παραχωρήσουν νερό για τη βιομηχανική και τη δημόσια χρήση.

Το ευκολότερα διαθέσιμο νερό είναι το επιφανειακό νερό από τους ποταμούς, τα ρυάκια και τις φυσικές ή τεχνητές λίμνες συλλογής ύδατος, που μεταφέρεται στους αγρούς είτε με υπαίθρια κανάλια είτε με τη διοχέτευση με σωλήνες. Τα τελευταία χρόνια αυξάνεται η χρήση των υπόγειων νερών, τα οποία επιτρέπουν την άρδευση σύμφωνα με τις ιδιαίτερες ανάγκες, με σχετικά οικονομικές δαπάνες για άντλησης και απελευθερώνουν τους αγρότες από τις καθορισμένες εγκαταστάσεις και τα προγράμματα των συνεταιριστικών δικτύων διανομής ύδατος.

Όσον αφορά τα υπόγεια ύδατα, υπάρχουν διάφορα υδροφόρα στρώματα, τα οποία είναι αριθμημένα ξεκινώντας από την επιφάνεια προς τα κάτω. Το ανώτατο στρώμα είναι γνωστό ως στάθμη νερού, και όταν το στεγανό στρώμα που το υποστηρίζει είναι περιορισμένο σε μέγεθος, καλείται υψηλή στάθμη νερού. Τα βαθύτερα στρώματα, συνήθως αρτεσιανά, είναι αριθμημένα σταδιακά με τους αριθμούς 2,3, κ.λπ. Τα υδροφόρα στρώματα της επιφάνειας αλληλεπιδρούν συνήθως με τους ποταμούς που τα τέμνουν, δίνοντας ή λαμβάνοντας νερό αναλόγως αν η στάθμη νερού των ποταμών είναι κάτω ή επάνω από αυτό του περιβάλλοντος στρώματος. Τα ποτάμια ενεργούν λίγο - πολύ ως ρυθμιστές για το επίπεδο των υπόγειων νερών. Τα υδροφόρα στρώματα υπόκεινται έτσι σε ένα καθεστώς ύδατος που ποικίλλει κατά τη διάρκεια κάθε εποχής ως λειτουργία της άμεσης εισροής από την πτώση καθώς επίσης και από τους ποταμούς που τα τέμνουν.

Η άντληση των υπόγειων νερών από τα φρεάτια έχει εφαρμοστεί προ αμνημονεύτων χρόνων, ειδικά στις πεδιάδες και τις κοιλάδες. Τα πρώτα φρεάτια σκάφτηκαν με το χέρι για να λαμβάνουν το νερό στη στάθμη νερού, και έτσι είχαν βάθος από μερικά μέτρα έως μερικές δωδεκάδες μέτρα. Αυτά είναι τα φρεάτια μεγάλης διαμέτρου που μπορούμε ακόμα να δούμε στα προαύλια των παλιών αγροτόσπιτων, με τοιχώματα από πέτρα ή τούβλο. Το νερό αντλούνταν με τον κλασικό κάδο για οικογενειακή χρήση, ή με ένα είδος μεταφορέα κάδου τροφοδοτούμενο με τον αέρα ή με κάποιο ζώο για τη χρήση άρδευσης. Με τις βελτιώσεις στην τεχνολογία, όλο και πιο βαθιά υδροφόρα στρώματα είναι εκμεταλλεύσιμα με την κατασκευή μικρών σωληνοειδών φρεατίων διαμέτρων 100-300 χιλ.

Η ποσότητα ύδατος που μπορεί να εξαχθεί από ένα φρεάτιο με ένα σταθερό και συνεχιζόμενο τρόπο καλείται παραγωγή φρεατίου. Το νερό φρεατίων μπορεί να αντληθεί:

- Με μια επιφανειακή αντλία εάν το δυναμικό επίπεδο του νερού δεν μειώνεται κάτω από τα 7-8 μέτρα.
- Με μια υποβρύχια ηλεκτρική αντλία όταν το δυναμικό επίπεδο του ύδατος φρεατίων βρίσκεται κάτω από τα 7-8 μέτρα.

Για την οικιακή χρήση και για το πότισμα των λουλουδιών και των λαχανόκηπων μια ικανότητα άντλησης νερού 50-100 λίτρων /μέτρο του μπορεί να είναι ικανοποιητική, ενώ για τη γεωργική χρήση η εποχιακή κατανάλωση κυμαίνεται από 1.200 - 1.800 κ.μ./ εκτάριο για τις καλλιέργειες χαμηλής απαίτησης νερού (αμπέλι και μερικά οπωροφόρα δέντρα) έως 6.000 - 8.000 κ.μ./ εκτάριο για τον αραβόσιτο. Κατά συνέπεια ένα φρεάτιο για την άρδευση αγρών πρέπει να είναι σε θέση να παρέχει μια συνεχή παραγωγή 40-50 λίτρων / λεπτό ανά αρδεύσιμο εκτάριο.

2.4.2 Διατήρηση εδάφους

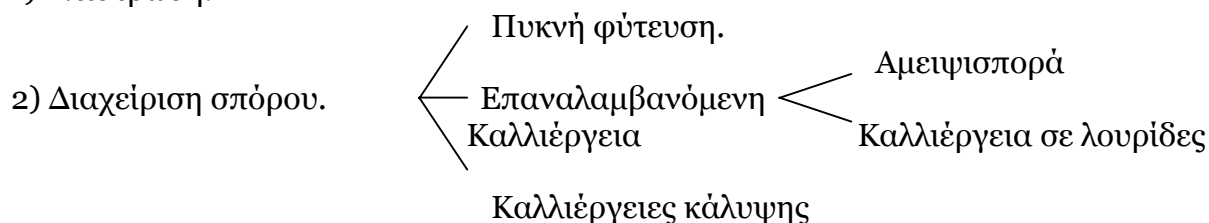
Η έννοια της διατήρησης του εδάφους, όπως την γνωρίζουμε σήμερα, αναπτύχθηκε στη δεκαετία του '30 όταν η ανησυχία σχετικά με τα προβλήματα εδαφικής διάβρωσης οδήγησε στη δημιουργία των υπηρεσιών συντήρησης εδάφους στις Ηνωμένες Πολιτείες και, αμέσως μετά, σε άλλες χώρες. Από τότε ένα τεράστιο ποσό χρημάτων, χρόνου και προσπάθειών έχει χρησιμοποιηθεί σε πολλά διαφορετικά έργα και προγράμματα συντήρησης εδάφους. Η εδαφική διάβρωση είναι το αποτέλεσμα πολλών παραγόντων, που περιλαμβάνουν:

- Υπερβολικά βαθύ όργωμα των εκτάσεων βουνοπλαγιών
- Υπερβολικές κλίσεις εδάφους
- Έντονες βροχοπτώσεις
- Η ποσότητα και η ποιότητα της παρούσας βλάστησης.

Η ακόλουθη περίληψη συνοψίζει τα κύρια μέτρα διατήρησης εδάφους για τις καλλιέργειες οπωροκηπευτικών:

Καλλιεργητικές πρακτικές:

1) Επίστρωση.



3) Καλλιέργεια σύμφωνα με γραμμές πλαισίου.

4) Ελάχιστο ή καθόλου όργωμα.

Μηχανικές μέθοδοι:

- 1) Κατασκευή αναβαθμίδων.
- 2) Κατασκευή φραγμάτων διατήρησης.
- 3) Εγκατάσταση δομών προστασίας.

Είναι δύσκολο να προτείνουμε μια μοναδική λύση για να καλύψουμε όλες τις κλιματολογικές, τις καλλιεργητικές και τις πεδολογικές περιπτώσεις. Για παράδειγμα, η παραδοσιακή μέθοδος του οργώματος που ακολουθείται από έναν περιστροφικό καλλιεργητή δημιουργεί μεγαλύτερο πορώδες στην επιφάνεια του εδάφους και αυτό

διευκολύνει τη διήθηση και αυξάνει την επιφανειακή απορροή. Ταυτόχρονα, η δημιουργία μιας κρούστας στο βάθος του υνιού εμποδίζει τη διείσδυση νερού και έχει σαν αποτέλεσμα την υπεδάφια απορροή η οποία προκαλεί τη διάβρωση του οργωμένου στρώματος. Οι παραγωγοί πρέπει να εξελίξουν αυτές τις μεθόδους με το χρόνο και με την υιοθέτηση πειραματικών και ερευνητικών αποτελεσμάτων για τις συνθήκες των αγρών τους, καθώς και με τη χρήση της δικής του εμπειρίας και την καθοδήγηση από τους συμβούλους των γεωργικών εφαρμογών.

2.4.3 Συστήματα άρδευσης

Σκοπός της άρδευσης είναι να ενσωματωθούν οι φυσικοί υδάτινοι πόροι του εδάφους και να διατηρηθεί ένα βέλτιστο επίπεδο υγρασίας για την καλλιέργεια. Η ανάγκη μιας συγκεκριμένης καλλιέργειας σε νερό άρδευσης είναι η διαφορά μεταξύ των αναγκών της καλλιέργειας σε νερό και του τμήματος της βροχόπτωσης που μπορεί να χρησιμοποιηθεί από την καλλιέργεια (αποτελεσματική βροχόπτωση). Η αποτελεσματική βροχόπτωση εκτιμάται σε μηνιαία βάση, με τη χρησιμοποίηση καταμετρημένων δεδομένων βροχοπτώσεων. Για κάθε μία από τις καλλιέργειες σε ένα σύστημα άρδευσης προσδιορίζεται η ανάγκη της καλλιέργειας σε νερό, συνήθως σε μηνιαία βάση.



Ο προσδιορισμός της ποσότητας του νερού άρδευσης που απαιτεί μια καλλιέργεια γίνεται με τον υπολογισμό του *υδατικού ισοζυγίου*. Υπολογίζονται: η φυσική εισροή νερού (A), οι απώλειες (P) λόγω της επιφανειακής απορροής και της διήθησης, και η κατανάλωση λόγω της εξατμισοδιαπνοής (ET). Είναι επίσης σημαντικό να εκτιμήσουμε τα εδαφικά αποθέματα σε νερό (R), τα οποία ποικίλουν σε συνάρτηση με την εποχή και τον τύπο εδάφους.

Οι ετήσιες απαιτήσεις σε νερό άρδευσης (I) δίνονται από τον απλό τύπο: $I = (ET + P) - (A + R)$.

Για παράδειγμα, για να υπολογίσουμε τον όγκο του νερού άρδευσης που θα προμηθευτεί σε ένα εκτάριο γης που φυτεύεται με ζαχαρότευτλα, τα παρακάτω στοιχεία πρέπει να είναι γνωστά:

- Μοναδιαία κατανάλωση νερού = 350 l/kg ξηρού βάρους (ξ.β.)
- Παραγωγή: ρίζες = 40 τόνοι (25% ξ.β.) = 10.0 τόνοι ξ.β.
 φύλλα = 15 τόνοι (16% ξ.β.) = 2.4 τόνοι ξ.β.

12.4 τόνοι ξ.β.

- Υδατικό ισοζύγιο:

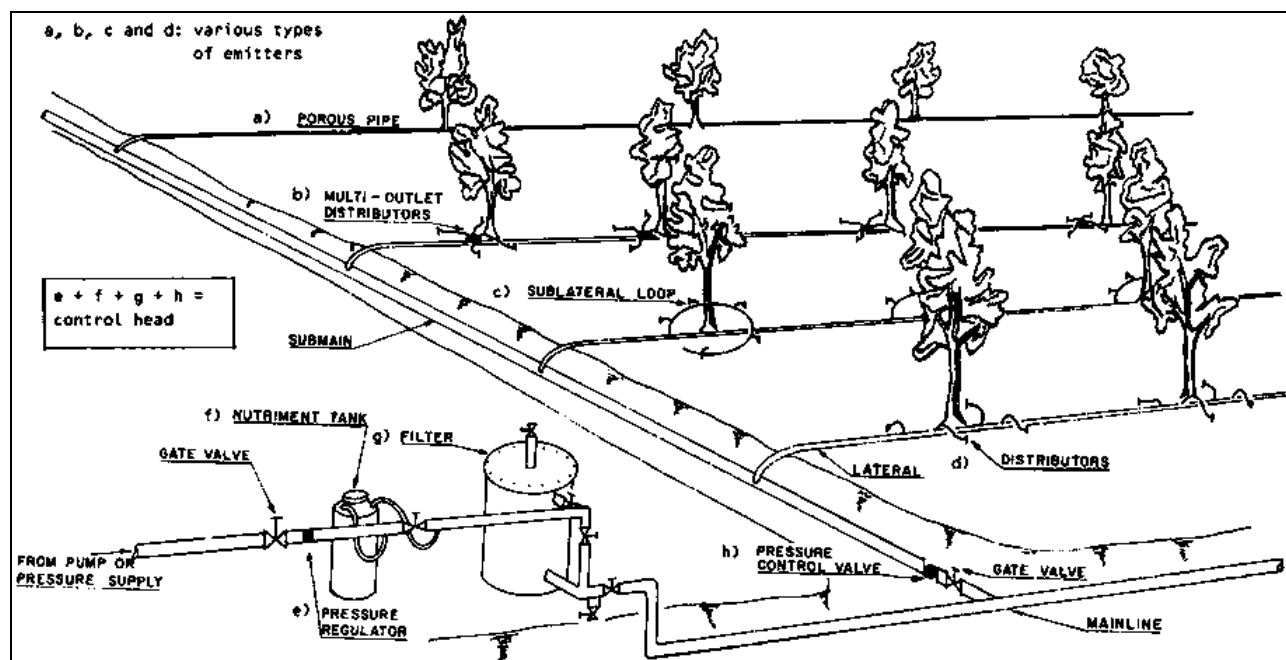
- | | |
|---|--------------|
| 1. Κατανάλωση νερού (ET)/εκτάριο = 12.4 τόνοι x 350 l/kg | = 4 340 κ.μ. |
| 2. Εποχιακή εισροή νερού (A) = 500 χιλιοστά | = 5 000 κ.μ. |
| 3. Απώλειες (P) = 50% του A | = 2 500 κ.μ. |
| 4. Αποθέματα (R) | = 1 000 κ.μ. |
| 5. Όγκος νερού άρδευσης (I) = (4 340 + 2 500) - (5 000 + 1 000) | = 840 κ.μ. |

Δεδομένου ότι οι απώλειες και η κατανάλωση είναι μεγαλύτερες από την εισροή, η καλλιέργεια πρέπει να ποτιστεί. Δεδομένου ότι μόνο το 70% του παρεχόμενου νερού χρησιμοποιείται λόγω των αναπόφευκτων απωλειών στο σύστημα άρδευσης, η παρούσα απαίτηση νερού αυξάνεται σε: $840 / 0.7 = 1\ 200$ κ.μ.

Τα συνηθέστερα χρησιμοποιούμενα συστήματα άρδευσης είναι τα συστήματα ψεκασμού και τα στάγδην. Τα συστήματα ψεκασμού δημιουργούν μια τεχνητή βροχή πάνω από την καλλιέργεια. Αποτελούνται από μια μηχανική αντλία, σωλήνες υπό πίεση και τις συσκευές ψεκασμού. Οι συνηθέστεροι χρησιμοποιούμενοι τύποι είναι: τα φορητά συστήματα σωληνώσεων, τα αυτοπροωθούμενα συστήματα σπειρών και τα συστήματα άξονα. Τα συστήματα άρδευσης χαμηλής πίεσης με μικρούς ψεκαστήρες είναι πολύ πρακτικά ειδικά για καλλιέργειες που απαιτούν μεγάλες ποσότητες νερού και συχνή άρδευση (όπως το σέλινο, το μαρούλι και ο μάραθος). Ένα άλλο αυτόματο σύστημα ψεκασμού είναι το μεγάλο καρούλι ή κυλιόμενο τραπέζι. Ο ψεκαστήρας τοποθετείται πάνω σε ένα κυλιόμενο τραπέζι, το οποίο μετακινείται με έναν υδραυλικό κινητήρα που παίρνει ενέργεια από την πίεση του νερού άρδευσης. Αυτά τα συστήματα έχουν ένα εύρος 80 μέτρων και καλύπτουν μία περιοχή 2 εκταρίων με ταχύτητα μεταξύ 12 και 120 μέτρων / ώρα.

Τα συστήματα στάγδην εξασφαλίζουν τη συνεχή παροχή νερού σε μικρές ποσότητες με τη βοήθεια των σταλακτήρων που συνδέονται με τους πλαστικούς σωλήνες. Είναι κατάλληλα για περιοχές με λίγο διαθέσιμο νερό και καθιστούν δυνατό το πότισμα ακόμη και όταν φυσούν δυνατοί άνεμοι. Πολλά αυτόματα συστήματα είναι διαθέσιμα για σταλακτοφόρα ή στάγδην άρδευση, όπως οι σταλακτοφόροι σωλήνες που μπορεί να έχουν εποχιακή ή πολυ-εποχιακή διάρκεια. Αυτά τα συστήματα εξοικονομούν από το 1/3 έως το 1/2 της ποσότητας του νερού που χρησιμοποιείται με την άρδευση με ψεκαστήρες και αποτελούνται από ένα κύριο δίκτυο τροφοδοτούμενο από μία μονάδα αντλίας-κινητήρα, το οποίο στη συνέχεια διακλαδίζεται σε ένα δίκτυο πλευρικών σωλήνων διασύνδεσης από λάστιχο ή πλαστικό. Το κύριο δίκτυο μπορεί να τοποθετηθεί κάτω από την επιφάνεια ή απλά να απλωθεί στο έδαφος, ο σωλήνας διασύνδεσης απλώνεται στο έδαφος ή αναρτάται σε ύψος 1 έως 1,5 μέτρων από το έδαφος. Οι μέσες πιέσεις λειτουργίας ποικίλουν μεταξύ 1,5 και 4 bar, και η ροή ποικίλει για κάθε πομπό από 1 έως 15 λίτρα / ώρα. Ένα συνηθισμένο σύστημα στάγδην άρδευσης φαίνεται στο παρακάτω σχήμα:

Παράδειγμα: Απεικόνιση συστήματος στάγδην



(Πηγή: Οδηγίες για το σχεδιασμό και την αξιολόγηση των επιφανειακών συστημάτων άρδευσης, FAO, 1989)

Ο παρακάτω πίνακας συγκρίνει τα συστήματα ψεκασμού με τα συστήματα στάγδην

Πίνακας: Σύγκριση συστημάτων ψεκασμού και στάγδην

Παράμετρος	Μονάδα μέτρησης	Σύστημα ψεκασμού	Σύστημα στάγδην
Εποχιακή Κατανάλωση Νερού.....	κ.μ./εκτάριο	4.300	1.350
Εποχιακές Λειτουργίες.....	-	10	30
Διάρκεια Λειτουργίας.....	Εκτάριο	8	6
Εποχιακή διάρκεια άρδευσης..	Εκτάριο	80	180
Πίεση λειτουργίας συστήματος.....	bar	5	4
Πίεση λειτουργίας στον πομπό.....	bar	3,5	1,5
Ροή του αρδευτήρα... ..	λίτρα/δευτ.	0,6	0,0011
Εγκατεστημένη ενέργεια.....	KW	15	5.6
Κατανάλωση ενέργειας για κάθε μονάδα λειτουργίας	KWh/εκταρ.	120	33,6
Κατανάλωση ενέργειας κατά την εποχή.....	KWh/εκτάρ.	1.200	1.008

Μελέτη περίπτωσης

Ανάγκες σε νερό για την καλλιέργεια της τομάτας

Ας υποθέσουμε ότι η καλλιέργεια τομάτας σε μια περιοχή έχει συνολική περίοδο ανάπτυξης 150 μέρες και τις ακόλουθες ανάγκες της καλλιέργειας σε νερό:

	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μάι	Ιουν	Σύνολο
Ανάγκες της καλλιέργειας σε νερό (χιλιοστά/ μήνα)	69	123	180	234	180	786

Αυτό σημαίνει ότι το Φεβρουάριο οι τομάτες χρειάζονται 69 χιλιοστά νερού, το Μάρτιο 123 χιλιοστά νερού, κ.λ.π. Η ανάγκη σε νερό της τομάτας για ολόκληρη την περίοδο ανάπτυξης (Φεβρουάριο – Ιούνιο: 150 μέρες) είναι 768 χιλιοστά.

Ας υποθέσουμε ότι από τη Μετεωρολογική Υπηρεσία του Υπουργείου Γεωργίας έχουν αποκτηθεί τα παρακάτω δεδομένα βροχοπτώσεων για την περιοχή που καλλιεργούνται οι τομάτες.

	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαι	Ιουν	Σύνολο
Βροχοπτώσεις: P (χιλιοστά/ μήνα)	20	38	40	80	16	194

Αυτό σημαίνει ότι οι μέσες βροχοπτώσεις για το Φεβρουάριο είναι 20 χιλιοστά, για το Μάρτιο 38 χιλιοστά, κ.λ.π. Οι βροχοπτώσεις για ολόκληρη την περίοδο ανάπτυξης (Φεβρουάριο – Ιούνιο: 150 μέρες) είναι 194 χιλιοστά. Μόνο τμήμα της βροχόπτωσης είναι αποτελεσματικό, και το αποτελεσματικό τμήμα υπολογίζεται.

	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαι	Ιουν	Σύνολο
Βροχοπτώσεις: P (χιλιοστά/ μήνα)	20	38	40	80	16	194
Αποτελεσματικές Βροχοπτώσεις: Pe (χιλιοστά/ μήνα)	2	13	14	39	0	68

Αυτό σημαίνει ότι οι αποτελεσματικές βροχοπτώσεις κατά το Φεβρουάριο είναι μόνο 2 χιλιοστά, κατά τον Απρίλιο είναι 13 χιλιοστά, κ.λ.π. Οι αποτελεσματικές βροχοπτώσεις για ολόκληρη την περίοδο ανάπτυξης (Φεβρουάριο – Ιούνιο: 150 μέρες) είναι 68 χιλιοστά. Τώρα μπορούν να υπολογιστούν σε μηνιαία βάση οι ανάγκες σε νερό άρδευσης για τις τομάτες, όπως φαίνεται παρακάτω:

	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαι	Ιουν	Σύνολο
Ανάγκες της καλλιέργειας σε νερό (χιλιοστά/ μήνα)	69	123	180	234	180	786
Αποτελεσματικές Βροχοπτώσεις: Pe (χιλιοστά/ μήνα)	2	13	14	39	0	68
Ανάγκη νερού άρδευσης (χιλιοστά/ μήνα)	67	110	166	195	180	718

Κοιτάζοντας το παράδειγμα για το μήνα Μάρτιο, είναι φανερό πως οι τομάτες χρειάζονται 123 χιλιοστά κατά το Μάρτιο. Από αυτά τα 123 χιλιοστά, τα 13 χιλιοστά παρέχονται από τις βροχοπτώσεις. Τα υπόλοιπα (123 -13 =) 110 χιλιοστά πρέπει να παρέχονται από την άρδευση. Η συνολική ανάγκη σε νερό της τομάτας για μια ολόκληρη καλλιεργητική περίοδο είναι 768 χιλιοστά από τα οποία, τα 68 χιλιοστά παρέχονται από τη βροχόπτωση. Η υπόλοιπη ποσότητα (786 - 68 = 718 χιλιοστά) πρέπει να προμηθευτεί από την άρδευση.

Κοιτάζοντας τους υπολογισμούς πιο πάνω, είναι φανερό ότι ο μήνας Μάιος είναι ο μήνας της κορυφαίας ανάγκης σε νερό άρδευσης (195 χιλιοστά νερού άρδευσης το Μάιο). Αν οι τομάτες ήταν η μόνη καλλιέργεια στο σύστημα άρδευσης, τα κανάλια θα έπρεπε να σχεδιάζονταν με τέτοιο τρόπο ώστε να επιτρέπουν μια μεγάλη ροή αρκετή για να προμηθεύσει ένα καθαρό στρώμα νερού 195 χιλιοστών για ολόκληρη την περιοχή που καλύπτεται από τομάτες κατά το μήνα Μάιο. Με άλλα λόγια, για το σχεδιασμό ενός συστήματος άρδευσης, ο μήνας κορυφαίας παροχής είναι ο κρίσιμος μήνας.

Άσκηση: Υπολογισμός του υδατικού ισοζυγίου

Χρήση του ηλεκτρονικού επισυναπτόμενου φύλλου για τον υπολογισμό του υδατικού ισοζυγίου.

Πίνακας: Υπολογισμός του υδατικού ισοζυγίου

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΣΤΑΔΙΟ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ		ΕΚΡΟΗ				ΕΙΣΡΟΗ				ΕΛΛΕΙΜΜΑ		ΟΓΚΟΣ ΝΕΡΟΥ Mc/Ha		
		T min	T max	Εξάτ. Λεκ. mm	ETP mm	Kc	ETE mm	ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗ		ΑΡΔΕΥΣΗ S		Ολικά χρυσ. mm	Ημερήσια πρόοδος mm		ΣΥΝ. Mm	
								Πραγμ. mm	Χρυσ. mm	Πραγ. mm	Χρυσ. mm					
01-Ιαν.	2	10.1	26.1	5.0	4.0	0.6	2.4							-2.4	-2.4	24
02-Ιαν.	2	9.0	24.0	5.0	4.0	0.6	2.4							-2.4	-4.8	48
03-Ιαν.	2	10.9	22.5	2.5	2.0	0.6	1.2							-1.2	-6.0	60
04-Ιαν.	2	6.4	21.1	7.4	5.9	0.7	4.1							-4.1	-10.1	101
05-Ιαν.	2	3.5	23.3	2.8	2.2	0.7	1.5							-1.5	-11.6	116
06-Ιαν.	2	5.5	23.3	5.3	4.2	0.7	3.0							-3.0	-14.6	146
07-Ιαν.	2	5.8	24.3	1.6	1.3	0.7	0.9	2.0	1.5			1.5	0.6	-14.0		140
08-Ιαν.	2	7.8	25.6	5.4	4.3	0.8	3.4	5.0	3.8			3.8	0.4	-13.6		136
09-Ιαν.	2	7.1	27.9	7.7	6.2	0.8	5.0							-5.0	-18.6	186
10-Ιαν.	2	9.5	29.2	6.0	4.8	0.8	3.8							-3.8	-22.4	224
11-Ιαν	2	13.1	26.1	5.0	4.0	0.0	3.2							-3.2	-25.6	256
12-	2	11.5	26.5	5.0	4.0	0.8	3.2							-3.2	-28.8	288

Ιαν.																
13-Ιαν.	2	12.0	26.5	7.0	5.6	0.8	4.5							-4.5	-33.3	333
14-Ιαν	2	9.7	22.9	6.0	4.8	0.8	3.8			47.0	35.0	35.0		3.8	5.5	55
15-Ιαν	2	6.1	26.1	6.0	4.8	0.8	3.8							-3.8	9.3	93

Άσκηση: Κατασκευή ενός αυτόματου συστήματος άρδευσης

Υπολογίστε το υδατικό ισοζύγιο για καλλιέργεια κουνουπιδιού από τις παρακάτω πληροφορίες:

- | | |
|--|-----------------------|
| <input type="checkbox"/> Μέση παραγωγή ανθοκεφαλών: | 12 τόνοι / εκτάριο |
| <input type="checkbox"/> Παραγωγή ξηρού βάρους: | 8 τόνοι / εκτάριο |
| <input type="checkbox"/> Μοναδιαία κατανάλωση νερού: | 700 λίτρα / κιλό ξ.β. |
| <input type="checkbox"/> Απαιτήσεις σε νερό (ET): 8 x 700 | 5.600 κ.μ./ εκτάριο |
| <input type="checkbox"/> Εποχιακή εισροή νερού (A): 350 mm | 3.500 κ.μ./ εκτάριο |
| <input type="checkbox"/> Απώλειες (P) = 30% of A | 1.050 κ.μ./ εκτάριο |
| <input type="checkbox"/> Αποθέματα (R) | 300 κ.μ./ εκτάριο |

Απάντηση: Οι ανάγκες σε νερό άρδευσης είναι $(I) = (ET + P) - (A + R) = 2850 \text{ m}^3/\text{ha}$

2.4.4 Αποστράγγιση εδάφους

Πολλά προβλήματα εδαφικής δομής οφείλονται στην κακή αποστράγγιση του εδάφους. Το όργωμα και η καλλιέργεια του εδάφους όταν αυτό είναι πολύ υγρό οδηγούν στη γρήγορη επιδείνωση της δομής του. Ένα πλεόνασμα του νερού στο έδαφος μπορεί να οφείλεται σε μια υψηλή στάθμη νερού ή στη φτωχή διαπερατότητα του ίδιου του εδάφους. Αυτό έχει πολλές αρνητικές επιπτώσεις στα φυτά:

- Ανεπαρκής αερισμός του ριζικού συστήματος.
- Μειωμένη απορρόφηση των θρεπτικών ουσιών και λόγω της έκπλυσης και λόγω της φτωχής απορρόφησης του ριζικού συστήματος.
- Επιβράδυνση της ευνοϊκής μικροβιακής δραστηριότητας: χουμοποίηση, νιτροποίηση, κ.λπ.
- Χαμηλότερος βαθμός θερμότητας.
- Απώλεια της δομικής κατάστασης.

Για αυτούς τους λόγους το υπερβολικό νερό πρέπει να αφαιρεθεί με τη βοήθεια ενός επιφανειακού ή υπόγειου δικτύου αποστράγγισης.

Η *υπόγεια αποστράγγιση* γίνεται με τη βοήθεια ενός δικτύου καλυμμένων καναλιών που τοποθετούνται σε ένα κατάλληλο βάθος τα οποία συλλέγουν το νερό διήθησης ή τα υπόγεια νερά και τα κατευθύνουν σε μία δεξαμενή αποξήρασης. Η μέγιστη πιθανή αποξήραση υπολογίζεται σε 2 λίτρα /δευτ. / εκτάριο, ίσο με περίπου 170 κ.μ. /εκτάριο ανά ημέρα. Στις περιοχές με πολλές βροχοπτώσεις, αυτή η δυνατότητα είναι πάρα πολύ μικρή, και σε αυτές τις περιπτώσεις δεν είναι το μόνο μέσο απομάκρυνσης του πλεονάζοντος νερού αλλά χρησιμοποιούνται και άλλες τεχνικές όπως η επιφανειακή αποστράγγιση.

Η υπόγεια αποστράγγιση μπορεί να γίνει με τη χρησιμοποίηση διαφόρων υλικών όπως: Πέτρες, κλαδιά δέντρων, πήλινοι ή πλαστικοί σωλήνες. Σήμερα το συνηθέστερα χρησιμοποιημένο υλικό είναι το PVC, με τη μορφή άκαμπτων σωλήνων 6 μέτρων ή εύκαμπτων σωληνώσεων μήκους δεκάδων ή εκατοντάδων μέτρων. Αυτοί έχουν κατά μήκος ή εγκάρσιες σχισμές για να επιτρέπουν στο νερό να εισέλθει. Το καλύτερο βάθος ποικίλει με τη χρησιμοποίηση μεγαλύτερου βάθους για πολύ διαπερατά εδάφη, και μικρότερου βάθους για συμπαγή εδάφη. Είναι δύσκολο να υπολογιστεί σε ποια απόσταση πρέπει να τοποθετηθούν οι αγωγοί. Κατά γενικό κανόνα, όσο μεγαλύτερος ο αριθμός λεπτών μορίων στο έδαφος και όσο πιο ρηχά τοποθετούνται οι αγωγοί, τόσο μικρότερη πρέπει να είναι η απόσταση. Γενικά κυμαίνονται από ένα μέγιστο 15-20 μέτρων στα πιο διαπερατά εδάφη σε ένα ελάχιστο 5 μέτρων στα συμπαγέστερα εδάφη.

Η *επιφανειακή αποστράγγιση* γίνεται με τη δημιουργία ανοικτών τραπεζοειδών τάφρων που συλλέγουν τα όμβρια ύδατα και τα υπόγεια νερά και τα αδειάζουν στις τάφρους εξόδου ή τα κανάλια κ.λπ. Τα τεχνικά στοιχεία της επιφανειακής αποστράγγισης είναι: ο όγκος αποθήκευσης, η απόσταση, η κλίση, το τμήμα. Ο όγκος υπολογίζεται σύμφωνα με το ποσό βροχής που πέφτει και το ποσό νερού που πρέπει να συγκεντρωθεί (αποθηκευτεί) πριν στραγγιστεί. Οι συντελεστές ροής θεωρούνται ότι είναι 0.4-0.6. Όσον αφορά στις βροχοπτώσεις, λαμβάνονται υπόψη εκείνες που θεωρούνται βαριές και συχνές.