

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
ΤΜΗΜΑ ΑΓΡΟΝΟΜΩΝ ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ
ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΤΩΝ ΤΡΟΠΩΝ ΑΡΔΕΥΣΗΣ ΜΕ
ΕΜΦΑΣΗ ΣΤΗΝ ΥΠΟΓΕΙΑ ΣΤΑΓΔΗΝ ΑΡΔΕΥΣΗ

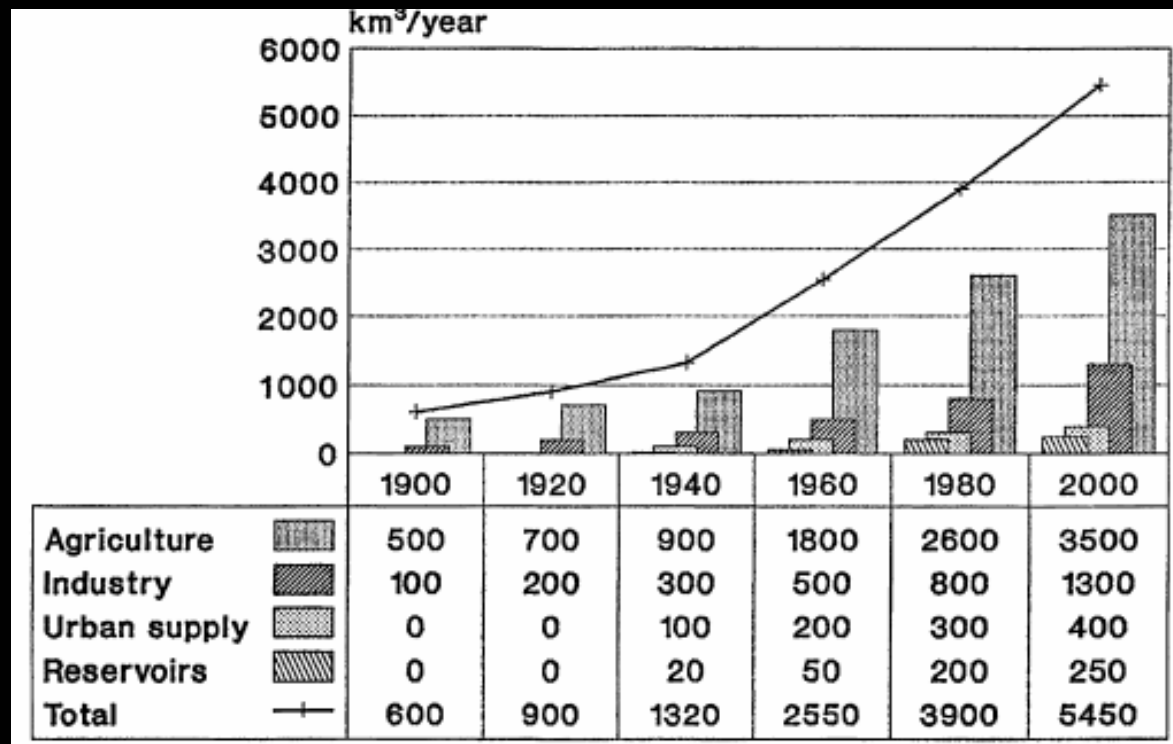
ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΑΘΑΝΑΣΙΑΔΟΥ ΒΑΣΙΛΙΚΗ
ΚΟΝΣΟΥΛΑ ΑΘΑΝΑΣΙΑ
ΜΠΑΤΣΟΥΚΑ ΑΣΠΑΣΙΑ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: Χ. ΕΥΑΓΓΕΛΙΔΗΣ

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 2007

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το νερό είναι ζωτικής σημασίας για το μέλλον της ανθρωπότητας και οι γεωργικές καλλιέργειες απειλούν παγκοσμίως τα αποθέματα νερού τόσο ποσοτικά όσο και ποιοτικά.



ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Επιφανειακή

Τεχνητή βροχή

Επιφανειακή στάγδην

1. Επιφανειακή

★ Άρδευση με αυλάκια



Το αρδευτικό νερό ρέει μέσα σε αυλάκια που κατασκευάζονται μεταξύ των φυτών.



Η κλίση του εδάφους δεν πρέπει να ξεπερνά το 1%

★ Άρδευση με λωρίδες

Το χωράφι το οποίο πρόκειται να αρδευτεί χωρίζεται σε λωρίδες με παράλληλα αναχώματα και κάθε λωρίδα αρδεύεται ξεχωριστά.

★ Άρδευση με κατάκλιση (λεκάνες)



Το χωράφι χωρίζεται με χωμάτινα αναχώματα σε ορθογώνιες οριζόντιες λεκάνες.



Το νερό λιμνάζει

1. Επιφανειακή



Πλεονεκτήματα

- ✓ Απλός σχεδιασμός
- ✓ Μικρή δαπάνη προετοιμασίας του εδάφους
- ✓ Αναγκαία σε ορισμένους τύπους καλλιέργειας

Μειονεκτήματα

- ✓ Μεγάλη κατανάλωση νερού
- ✓ Έκλυση θρεπτικών συστατικών
- ✓ Ανομοιόμορφο πότισμα
- ✓ Μεγάλες απώλειες νερού από επιφανειακή απορροή (2-3%)

2. Τεχνητή βροχή

★ Άρδευση με κλασικό καταιονισμό



- Υδροληψία
- Κύρια γραμμή μεταφοράς
- Γραμμές αρδεύσεως που φέρουν εκτοξευτήρες

★ Άρδευση με αυτοκινούμενους εκτοξευτήρες
υψηλής πίεσης (καρούλια)



Ένας μεγάλος υψηλής πίεσης καταιονιστήρας τροφοδοτείται με νερό μέσω ενός εύκαμπτου πλαστικού σωλήνα και κινείται από το ένα μέχρι το άλλο άκρο του χωραφιού αρδεύοντας μια λωρίδα εδάφους.

★ Άρδευση με ράμπα



Η ράμπα είναι ένας μεγάλος υπερυψωμένος σωλήνας που φέρει επάνω του εκτοξευτήρες νερού.

2. Τεχνητή βροχή

```
graph TD; A[2. Τεχνητή βροχή] --> B[Πλεονεκτήματα]; A --> C[Μειονεκτήματα];
```

Πλεονεκτήματα

- ✓ Μεγάλη οικονομία νερού
- ✓ Η συντήρηση του δικτύου καθώς και η διαχείρισή του δεν απαιτεί ιδιαίτερες δαπάνες.
- ✓ Απλή στη διαχείριση

Μειονεκτήματα

- ✓ Επίδραση του αέρα στην κατανομή της βροχής.
- ✓ Υψηλή δαπάνη εγκατάστασης

3. Επιφανειακή στάγδην άρδευση

Το νερό παρέχεται με τη μορφή σταγόνων στις ρίζες των φυτών δια μέσω των σταλακτήρων.



- Αντλία
- Κύριοι αγωγοί μεταφοράς
- Σωλήνες εφαρμογής που φέρουν σταλακτήρες

3. Επιφανειακή στάγδην άρδευση



Πλεονεκτήματα

- ✓ Μικρές απώλειες νερού
- ✓ Μηδενική έκπλυση θρεπτικών στοιχείων
- ✓ Καλή λειτουργία σε επικλινή εδάφη

Μειονεκτήματα

- ✓ Υψηλό κόστος επένδυσης
- ✓ Απαιτεί υψηλό επίπεδο τεχνογνωσίας (λειτουργία-συντήρηση)

ΥΠΟΓΕΙΑ ΣΤΑΓΔΗΝ ΑΡΔΕΥΣΗ

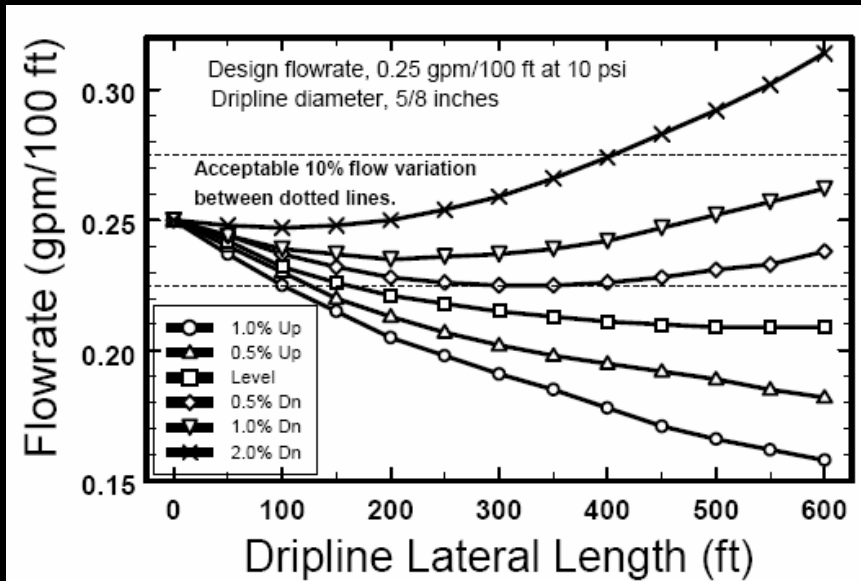
Subsurface Drip Irrigation

Η υπόγεια στάγδην άρδευση (SDI) είναι μια χαμηλής πίεσης μέθοδος άρδευσης που μεταφέρει το νερό κατευθείαν στις ρίζες των φυτών μέσω πλαστικών αγωγών εφαρμογής που είναι μόνιμα θαμμένοι στο υπέδαφος. Το νερό διαβρέχει το περιβάλλον έδαφος μέσω ειδικών σταλακτιήρων.

- Χαμηλής πίεσης σύστημα μικρο-άρδευσης
- Χρησιμοποιεί πλαστικούς σωλήνες που είναι μόνιμα θαμμένοι στο έδαφος
- Το νερό ρέει δια μέσω των υπόγειων αγωγών
- Μικρά ανοίγματα (σταλακτιήρες) κατά μήκος των αγωγών εφαρμογής επιτρέπουν στο νερό να διεισδύει στο έδαφος
- Μεταφέρει το νερό στις ρίζες των φυτών
- Επιτρέπει στο νερό να διανέμεται ομοιόμορφα ανεξάρτητα από το σχήμα των αρδευόμενων εκτάσεων

Γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά

Ποιότητα νερού



1. Μέτρηση της οξύτητας (pH)
2. Μέτρηση της συγκέντρωσης κατιόντων (Ca, Mg, Na)
3. Μέτρηση της συγκέντρωσης ανιόντων χλωρίου, θειικών, ανθρακικών και οξυανθρακικών
4. Σίδηρος, μαγγάνιο και υδρόθειο
5. Ολικά αιωρούμενα στερεά
6. Συγκέντρωση βακτηρίων



Η μέγιστη αποδεκτή μεταβολή της παροχής κατά μήκος των αγωγών ανέρχεται σε 10%

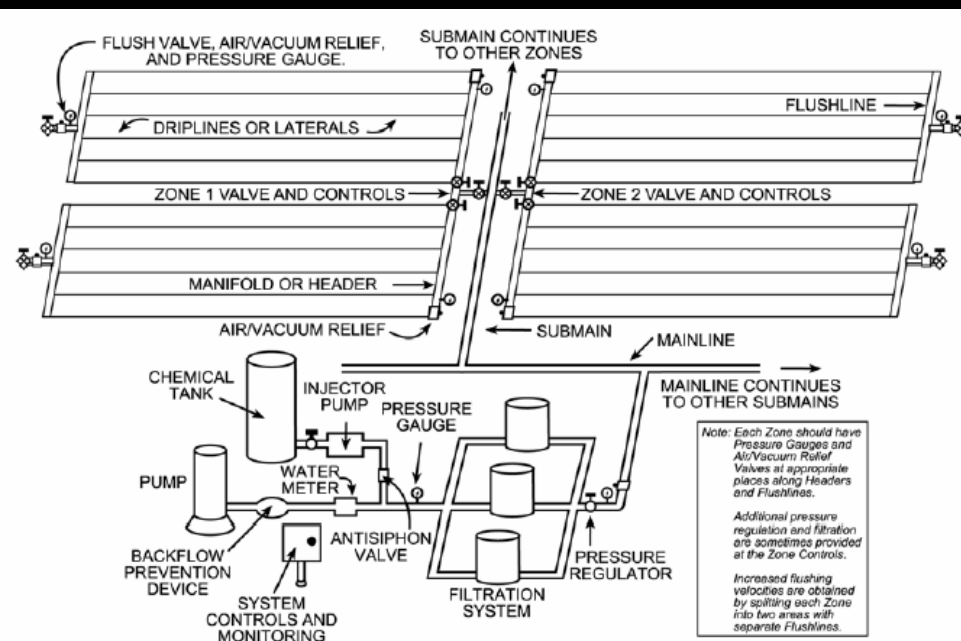
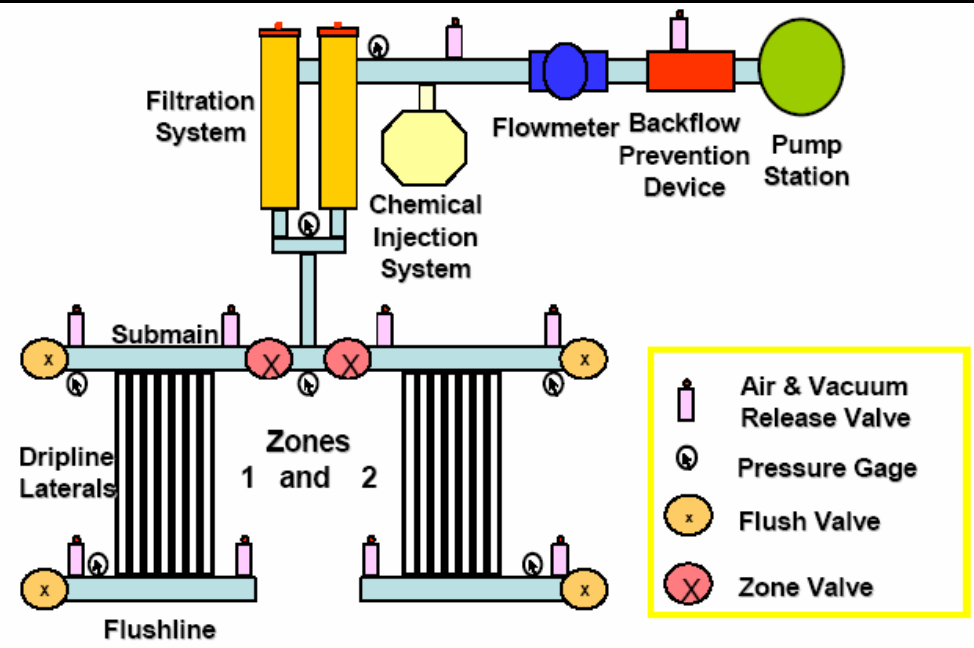
ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ SDI

ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΝΕΡΟΥ

- Αντλία
- Κύριος και δευτερεύων αγωγός
- Αγωγοί εφαρμογής

ΟΡΓΑΝΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

- Σύστημα διήθησης
 - ↳ φίλτρο με κόσκινο
 - ↳ φίλτρο περιστρεφόμενων δίσκων
 - ↳ Υδροκυκλώνας
 - ↳ Αμμόφιλο
 - ↳ Φιλτρόπρεσα



- Μανόμετρα
- Βαλβίδες αντεπιστροφής
- Εγχυτής χημικών
- Υδρόμετρο
- Βαλβίδες ζώνης
- Βαλβίδες εκκένωσης
- Αγωγοί απόφραξης
- Ελεγκτής άρδευσης

ΕΠΙΛΟΓΗ ΒΑΘΟΥΣ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ ΑΓΩΓΩΝ

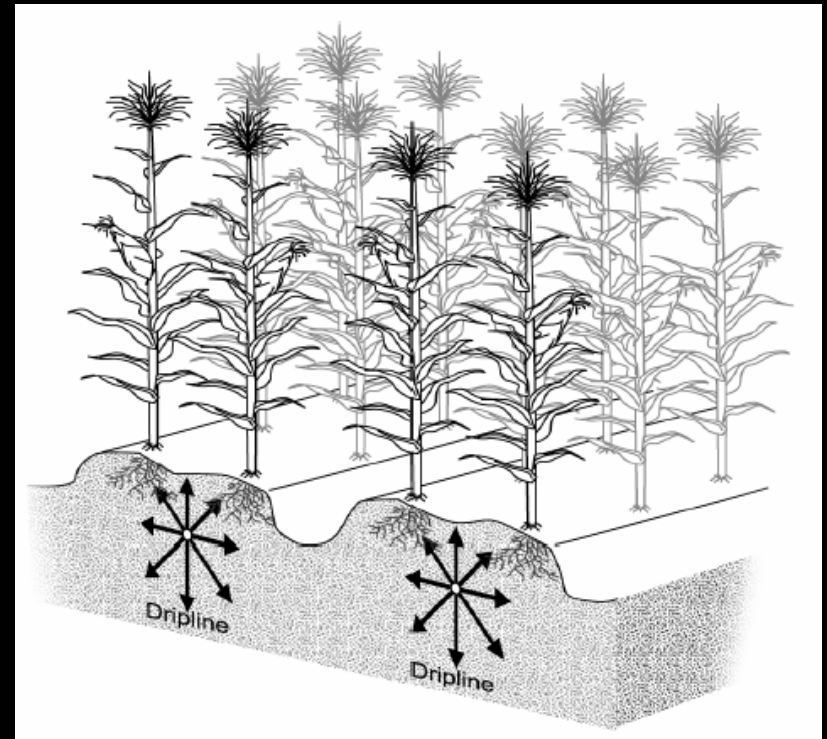
- ❖ Μικρό βάθος: 0.5-10 cm
- ❖ Μεσαίο βάθος: 10-25 cm
- ❖ Μεγάλο βάθος: > 25 cm

1. Τη δομή και την υφή του εδάφους
2. Το βάθος ανάπτυξης των ριζών των φυτών
3. Χρήση συστήματος στο αρχικό στάδιο ανάπτυξης των φυτών
4. Το βάθος στο οποίο μπορούν να φτάσουν οι γεωργικές εργασίες

ΕΠΙΛΟΓΗ ΑΠΟΣΤΑΣΕΩΝ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ ΑΓΩΓΩΝ ΚΑΙ ΣΤΑΛΑΚΤΗΡΩΝ



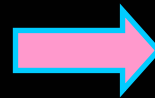
1. Το έδαφος και την κατανομή του νερού σε αυτό
2. Το είδος της καλλιέργειας



3. Τις γεωργικές εργασίες που πρόκειται να εφαρμοστούν

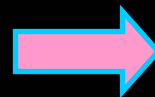
ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΒΑΘΟΥΣ ΚΑΙ ΑΠΟΣΤΑΣΕΩΝ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ ΤΩΝ ΑΓΩΓΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

❖ Με χρήση των μοντέλων
ροής του νερού στο
έδαφος



Ακρίβεια, υδραυλικά
χαρακτηριστικά

❖ Με βάση την υφή του
εδάφους



Κατάταξη σε κατηγορία,
εμπειρία του σχεδιαστή

! πιο αξιόπιστη

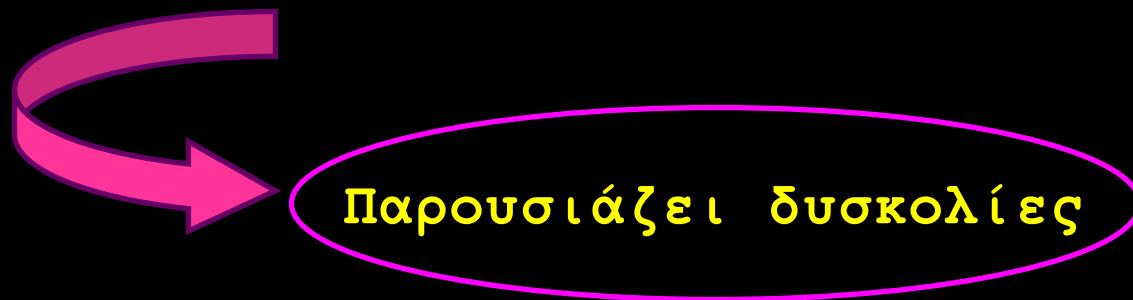
❖ Με απ' ευθείας
παρακολούθηση της
διαβροχής του εδάφους
από τους σταλακτιήρες
"soil pit method"



Αντικειμενικές, άμεσες
παρατηρήσεις
χρονοβόρα διαδικασία

ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ SDI

- ❖ Προετοιμασία του εδάφους
- ❖ Αποφεύγεται κατά την περίοδο των βροχοπτώσεων
- ❖ Πριν ή μετά τη σπορά



ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

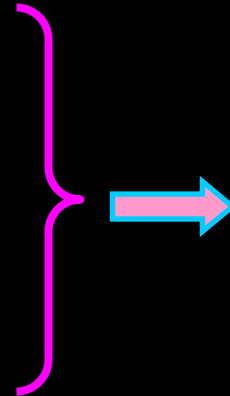
- ❖ Την υφή του εδάφους
- ❖ Τα χαρακτηριστικά της καλλιέργειας (μοτίβο ριζών)
- ❖ Το επιθυμητό μοτίβο διαβροχής γύρω από τον αγωγό εφαρμογής
- ❖ Την εξατμισοδιαπνοή
- ❖ Τη βροχόπτωση

ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΛΙΠΑΣΜΑΤΩΝ

ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ

Έλεγχος καταλληλότητας για
το συγκεκριμένο τύπο νερού

Προσοχή στο συνδυασμό
διαφορετικών λιπασμάτων



*Κίνδυνος έμφραξης
συστήματος*

«ΠΡΩΤΟΠΟΡΙΑΚΗ» ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ SDI

Αριζόνα → Διοχέτευση ζεστού νερού

ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ SDI

✓ Συντήρηση πηγής νερού → Χλωρίωση
Απομάκρυνση του χλωριωμένου νερού

✓ Έλεγχος σωστής λειτουργίας εξοπλισμού

✓ Αξιολόγηση ενδείξεων οργάνων

A → Πιθανή καταστροφή σε κάποιον από τους αγωγούς εφαρμογής

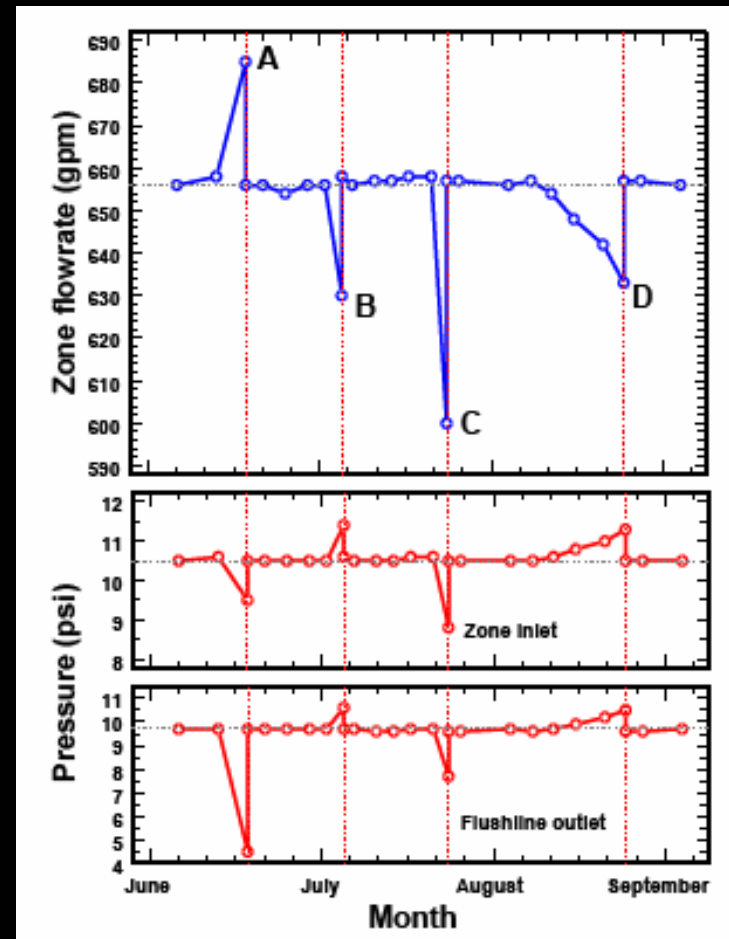
B → Συσσώρευση βακτηρίων στους αγωγούς εφαρμογής

C → Έλεγχος πίεσης συστήματος διήθησης

D → Πιθανή έμφραξη αγωγών εφαρμογής

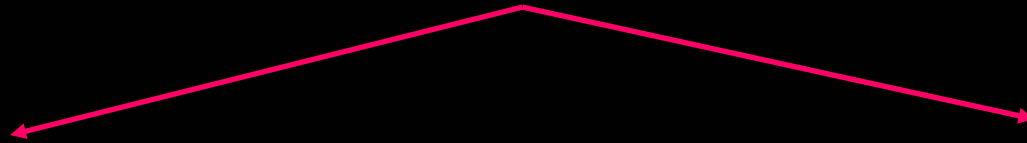
✓ Καταγραφή γεγονότων

- ↳ Παροχή και πίεση
- ↳ Στοιχεία ποιότητας νερού
- ↳ Στάθμη νερού στη γεώτρηση
- ↳ Αρχείο εφαρμογής χημικών και λιπασμάτων



ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΚΑΙ Η ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΟΥΣ

- Έμφραξη αγωγών και σταλακτιήρων



ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ

1. **Φυσικοί:**
Διήθηση-Μέθοδος απόφραξης
2. **Βιολογικοί:**
Διήθηση-Χλωρίωση
3. **Χημικοί**
 - ↳ Ιζήματα ανθρακικού ασβεστίου:
Οξίνιση του νερού
 - ↳ Ιζήματα σιδήρου:
Χλωρίωση και απομάκρυνση
ιζημάτων με διήθηση ή οξίνιση
του νερού

ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ

1. **Ρίζες φυτών:**
 - (α) φυσικά εμπόδια
(πορώδεις αγωγοί)
 - (β) χημικά εμπόδια
(οξέα, χλωρίωση ή
ζιζανιοκτόνα)
2. **Εισχώρηση εδάφους:**
βαλβίδες εκκένωσης

- Συγκέντρωση αλάτων

Διοχέτευση μεγαλύτερης ποσότητας νερού

Συμπληρωματική άρδευση με μικρούς εκτοξευτήρες

- Καταστροφές από ζώα και γεωργικές εργασίες

- Διαβροχή της επιφάνειας του εδάφους

Μείωση της παροχής των σταλακτιήρων και αύξηση του αριθμού τους

Τοποθέτηση των αγωγών εφαρμογής σε κοιλοότητες με χονδρή άμμο ή χαλίκια (μέθοδος GRAV)



ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΜΕΣΩ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ SDI

Η αξιοποίηση των υγρών αποβλήτων στην άρδευση μέσω του συστήματος SDI έκανε την εμφάνισή της τη δεκαετία του '90

- ↳ Χαβάη
- ↳ ΗΠΑ
- ↳ Ισραήλ !

Ο άνθρωπος δεν έρχεται σε επαφή με τα απόβλητα καθώς διοχετεύονται κατευθείαν στο υπέδαφος

Το σύστημα δεν διαφέρει σημαντικά από ένα συμβατικό σύστημα SDI



Επιλογή συστήματος διήθησης, μεγέθους ανοίγματος των σταλακτήρων και τη διοχέτευση χημικών

ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕ ΑΛΛΕΣ ΜΕΘΟΔΟΥΣ ΑΡΔΕΥΣΗΣ (στην αξιοποίηση υγρών αποβλήτων)

■ Σύγκριση SDI με την επιφανειακή στάγδην άρδευση

- ↳ Άμεση απορρόφηση αζώτου και φωσφόρου από τις ρίζες των φυτών – Μικρότερη μόλυνση του εδάφους
- ↳ Αποφυγή μόλυνσης των φύλλων και των καρπών των φυτών

■ Σύγκριση SDI με την άρδευση με μικρούς εκτοξευτήρες

- ↳ Αποφυγή μόλυνσης των φύλλων και των καρπών των φυτών
- ↳ Άρδευση υπό αντίξοες καιρικές συνθήκες

■ Σύγκριση SDI με την άρδευση με αυλάκια

- ↳ Ελάχιστη εισροή αποβλήτων στα υπόγεια ύδατα

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ–ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ SDI

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

1. Αποδοτικότερη χρήση του νερού
2. Προστασία της ποιότητας του νερού
3. Αξιοποίηση υγρών αποβλήτων και αλκαλικών νερών
4. Ομοιόμορφη κατανομή του νερού
5. Βελτιώνεται η ανάπτυξη των φυτών, η συνολική σοδειά και η ποιότητά της
6. Βελτιώνεται η υγεία των φυτών
7. Καλύτερη εφαρμογή λιπασμάτων και παρασιτοκτόνων
8. Έλεγχος των αγριόχορτων
9. Μονιμότητα εγκατάστασης
10. Καλύτερη διαχείριση
11. Λειτουργία ανεπηρέαστη από τις καιρικές συνθήκες
12. Αυτοματισμός της λειτουργίας
13. Εξοικονόμηση ενέργειας
14. Ακεραιότητα του συστήματος
15. Μεγάλη διάρκεια ζωής

ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

1. Μικρότερο μοτίβο διαβροχής
2. Δύσκολη επίβλεψη της λειτουργίας – συντήρηση
3. Περιορισμός των γεωργικών εργασιών
4. Σχεδιαστικός περιορισμός
5. Ανταπόκριση των φυτών
6. Αρχικό κόστος εγκατάστασης
7. Πολύπλοκο σύστημα διήθησης
8. Αδυναμία εφαρμογής της μεθόδου SDI στο αρχικό στάδιο ανάπτυξης των φυτών

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- ✓ Εφαρμογή του νερού απ' ευθείας στις ρίζες
- ✓ Διατήρηση στεγνής της επιφάνειας του εδάφους
- ✓ Περιορισμός της απώλειας νερού: βαθιά διήθηση, επιφανειακή απορροή, εξάτμιση
- ✓ Μεγάλη διάρκεια ζωής

Απαιτείται :

- ❑ Σωστός σχεδιασμός και συντήρηση του συστήματος
- ❑ Υψηλό επίπεδο τεχνογνωσίας των παραγωγών

Σας ευχαριστούμε για την προσοχή σας