

# Εξοπλισμός υδροπονικών εγκαταστάσεων

## 2<sup>η</sup> Διάλεξη

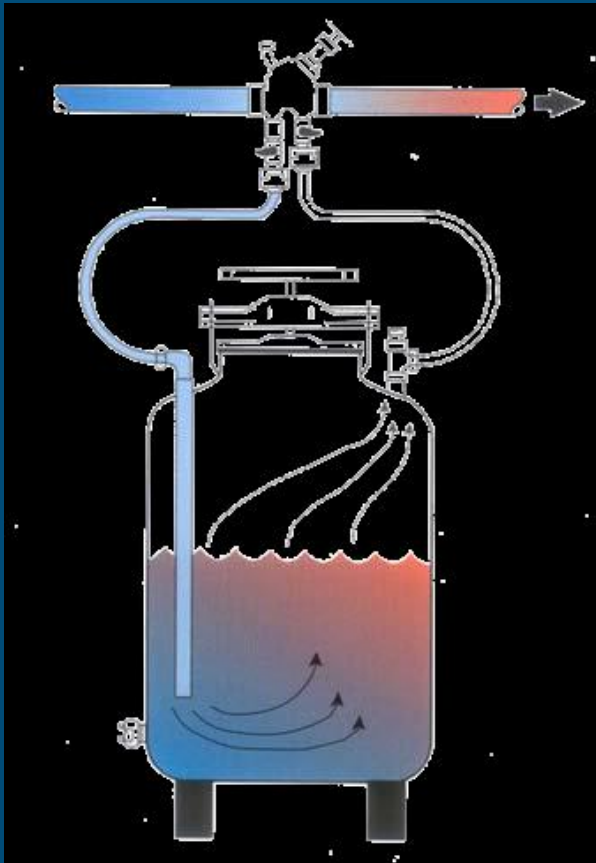
### Αρχές υδρολιπάνσεων

### Συστήματα παρασκευής θρεπτικών διαλυμάτων

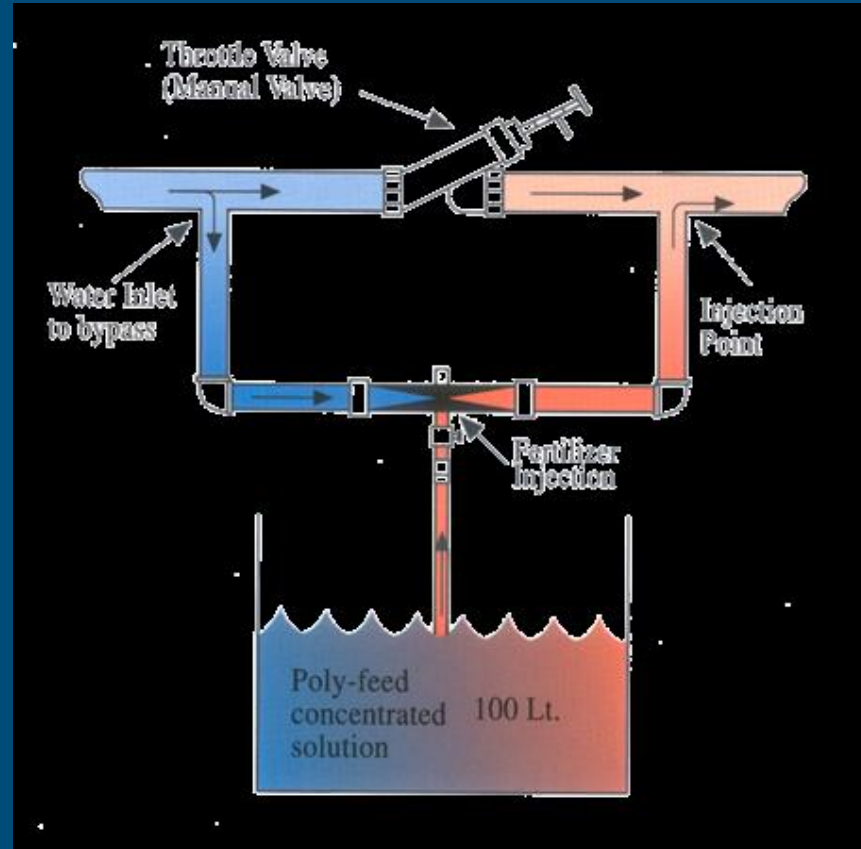
Αναστάσιος Ι. Κώτσιρας  
Αναπληρωτής Καθηγητής

# Η Εξέλιξη της Υδρολίπανσης

ΠΟΣΟΤΙΚΗ





αναλογική



Από την ποσοτική στην αναλογική υδρολίπανση

# Εξοπλισμός υδροπονικών εγκαταστάσεων

- Εγκατάσταση παρασκευής του θρεπτικού διαλύματος
- Εξοπλισμός μεταφοράς και διανομής του θρεπτικού διαλύματος
- Υποδοχείς των υποστρωμάτων και των φυτών
  -  στερεά υποστρώματα
  -  θρεπτικό διάλυμα

# Εγκατάσταση παρασκευής του θρεπτικού διαλύματος



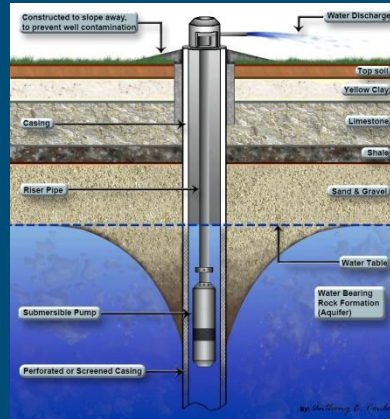
# Εξοπλισμός παρασκευής θρεπτικού διαλύματος

- Εγκατάσταση παροχής νερού
- Μονάδα αυτόματης αραιώσεως των πυκνών διαλυμάτων
- Δοχεία πυκνών διαλυμάτων

# Εγκατάσταση παροχής νερού

## Υπόγεια ύδατα

- Γεώτρηση
- Πηγάδι



## Επιφανειακά ύδατα

- Ποτάμια
- Αρδευτικά κανάλια



## Βρόχινο νερό από την οροφή των θερμοκηπίων

# Χαρακτηριστικά του αρδευτικού νερού

## Καλή ποιότητα

- Χαμηλή περιεκτικότητα σε ιόντα (χαμηλή-μέτρια EC)
- Χαμηλή περιεκτικότητα σε “**ανεπιθύμητα**” ιόντα
- Επαρκής παροχή
- Χαμηλός κίνδυνος για το αρδευτικό δίκτυο (φθορές, εμφράξεις, κλπ)



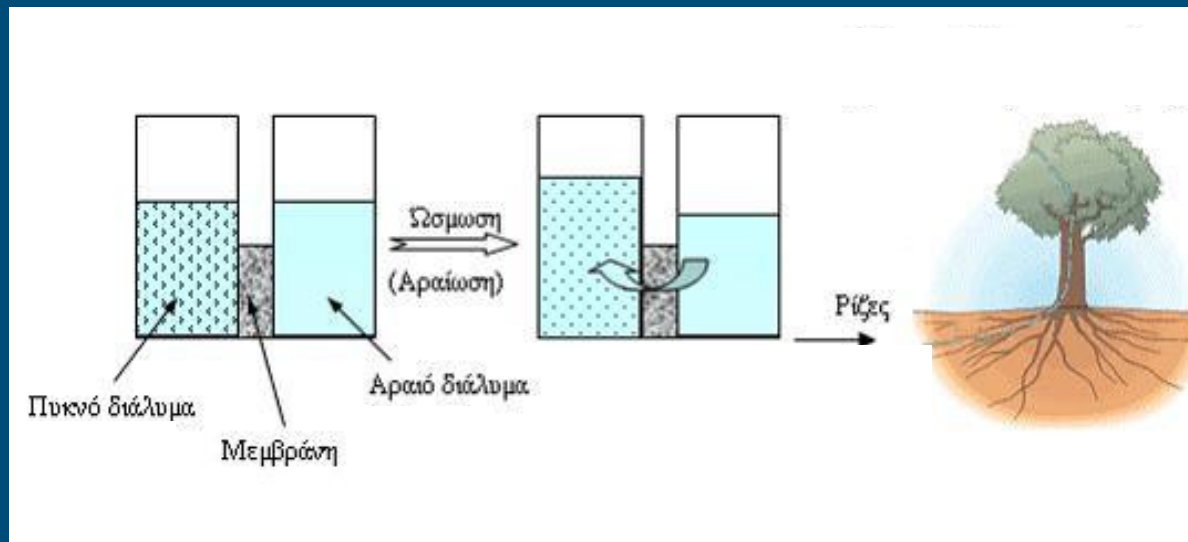
# Περιεκτικότητα σε στερεά σωματίδια

- Μικρή ή μεγάλη περιεκτικότητα σε στερεά σωματίδια:
  - κόκκοι άμμου, αργίλου, ιλύος, σπόροι φυτών
- Τα στερεά σωματίδια μπορεί να δημιουργήσουν:
  - προβλήματα εμφράξεων στο αρδευτικό δίκτυο
  - ανομοιογενή παροχή των θρεπτικών διαλυμάτων
  - επιθέματα στην επιφάνεια των μεμβρανών σε συστήματα αντίστροφης ώσμωσης



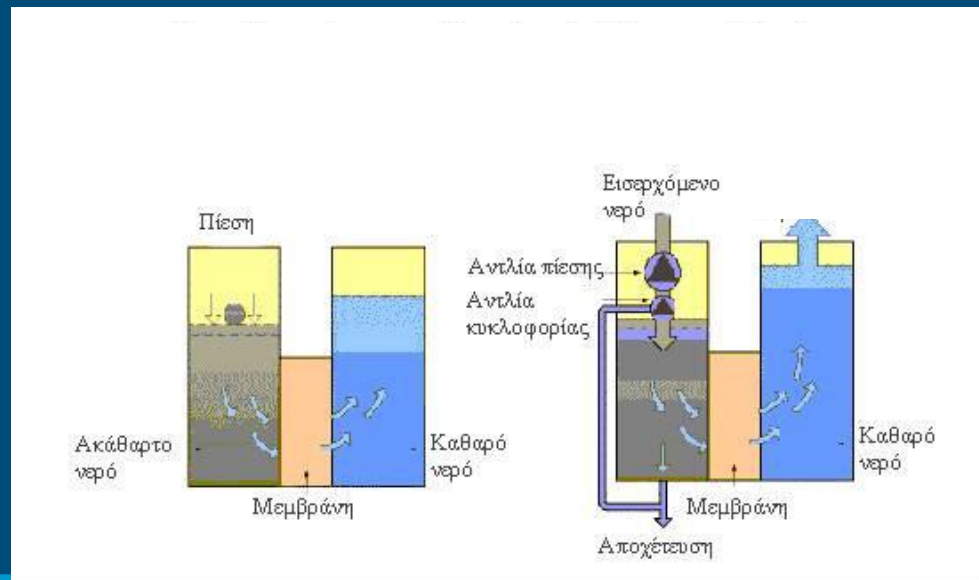
# Βελτίωση της ποιότητας του νερού

- **Αφαλάτωση** (αντίστροφη ώσμωση, reverse osmosis)
  - διαχωρισμός ποσοστού των διαλυτών αλάτων από το νερό
  - **ώσμωση**: η ροή του νερού μέσω μεμβράνης από το αραιότερο στο πυκνότερο διάλυμα.
  - η ροή συνεχίζεται μέχρι να επιτευχθεί ισορροπία



# Αντίστροφη ώσμωση

- Η αντίστροφη διαδικασία της ώσμωσης
  - αντιστρέφοντας την διαδικασία, το νερό αναγκάζεται να περάσει από μια επιλεκτική μεμβράνη που δεν επιτρέπει την διέλευση αλάτων ή άλλων ουσιών, παρά μόνο του νερού



# Συστήματα αντίστροφης ώσμωσης

- Αξιόπιστα συστήματα
- Εξασφάλιση νερού καλής ποιότητας
- Υψηλό κόστος

- εγκατάστασας
- αποσβέσας
- λειτουργίας



- Σε προϊόντα υψηλής προστιθέμενης αξίας
- Είναι εγκατεστημένα σε αρκετές υδροπονικές μονάδες στην Ελλάδα

# Καθαρισμός των στερεών σωματιδίων

Πραγματοποιείται με διάφορα φίλτρα που επιλέγονται βάσει:

- του τύπου, του μεγέθους, της συγκεντρώσεως των στερεών σωματιδίων
- του επιθυμητού βαθμού καθαρότητας του νερού
- του ύψους της παροχής του νερού
- του κόστους

## Τύποι φίλτρων:

- σίτας
- άμμου-χαλικιού
- υδροκυκλώνες



# Διάφοροι τύποι φίλτρων σίτας



Αυτοκαθαριζόμενα φίλτρα σίτας υδραυλικά ή ηλεκτροκίνητα παροχής 80-100 m<sup>3</sup>/h (μέγιστη πίεση 10 bar)



# Χαρακτηριστικά υλικών αρδευτικού δικτύου

- α Κεντρικοί και δευτερεύοντες αγωγοί
- α Αντλίες



- Κατασκευή από υλικά (PVC) που να μην εκχυλίζονται στο θρεπτικό διάλυμα στοιχεία όπως: Fe, Zn, Cu, κλπ:



Κίνδυνος αλλοιώσεως της συστάσεως ή τοξικότητας

# Διαθεσιμότητα-Επάρκεια αρδευτικού νερού

Αρχικός προγραμματισμός της μονάδας: διαθεσιμότητα και επάρκεια του αρδευτικού νερού

Προσαρμογή στις μέγιστες απαιτήσεις της διαπνοής μιας καλλιέργειας σε πλήρη ανάπτυξη σε μια ζεστή καλοκαιρινή ημέρα!!

Η διαπνοή εξαρτάται:

- φυτικό είδος
- στάδιο αναπτύξεως
- εποχή
- ώρα της ημέρας



Για μια μονάδα 10 στρεμμάτων τομάτας οι ημερήσιες ανάγκες κυμαίνονται από 50-90 m<sup>3</sup>

# Θρεπτικά Διαλύματα-Υδροπονία

**Υδροπονία:** άρδευση **αποκλειστικά** με θρεπτικό διάλυμα

**Συχνότητα ημερησίων αρδεύσεων:**

- μικρή (3-4 αρδεύσεις)
- μεγάλη (15-20 αρδεύσεις)

**Απαιτήση για ακρίβεια στην σύσταση:**

- πολύ μεγάλη (σε αντίθεση με τις καλλιέργειες στο έδαφος)



# Θρεπτικό Διάλυμα

**Αραιό υδατικό διάλυμα** όλων των θρεπτικών στοιχείων που είναι απαραίτητα για τα φυτά, τα οποία βρίσκονται διαλυμένα στο νερό:

- είτε ως ιόντα ανόργανων αλάτων
- είτε ως ευδιάλυτες ανόργανες χημικές ενώσεις
- είτε ως ευδιάλυτες οργανικές χημικές ενώσεις

Μακροστοιχεία

Ιχνοστοιχεία



# Μορφές των θρεπτικών στοιχείων στα θρεπτικά διαλύματα

Μακροστοιχείο	Χημική μορφή	Ιχνοστοιχείο	Χημική μορφή
Άζωτο (N)	$\text{NO}_3^-$ , $\text{NH}_4^+$	Σίδηρος (Fe)	$\text{Fe}^{2+}$
Φώσφορος (P)	$\text{H}_2\text{PO}_4^-$	Μαγγάνιο (Mn)	$\text{Mn}^{2+}$
Θείο (S)	$\text{SO}_4^{2-}$	Ψευδάργυρος (Zn)	$\text{Zn}^{2+}$
Κάλιο (K)	$\text{K}^+$	Χαλκός (Cu)	$\text{Cu}^{2+}$
Ασβέστιο (Ca)	$\text{Ca}^{2+}$	Βόριο (B)	$\text{H}_3\text{BO}_3$
Μαγνήσιο (Mg)	$\text{Mg}^{2+}$	Μολυβδαίνιο (Mo)	$\text{MoO}_4^{2-}$

# Ιδιότητες των θρεπτικών διαλυμάτων

- Ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC)
- pH
- Αναλογίες μεταξύ των κύριων θρεπτικών στοιχείων
- Συγκεντρώσεις ιχνοστοιχείων

# Υδρολίπανση (Fertigation, Nutrigation)

- Με την υδρολίπανση, τα θρεπτικά στοιχεία εφαρμόζονται στα φυτά μέσω του αρδευτικού δικτύου υπό μορφή υδατοδιαλυτών λιπασμάτων.
- Η υδρολίπανση επιτρέπει την ρύθμιση των θρεπτικών αναγκών κατά τα διάφορα στάδια αναπτύξεως των φυτών (βλάστηση, καρποφορία, ωρίμανση κλπ)
- Μονόδρομος για την υδροπονία:
  - όλα τα θρεπτικά στοιχεία παρέχονται μέσω των θρεπτικών διαλυμάτων

# Απαραίτητος Εξοπλισμός Υδρολιπάνσεως

## Fertilizer Injection Systems

### Κεφαλή Υδρολιπάνσεως:

- παρασκευάζει το θρεπτικό διάλυμα
- ελέγχει την σύστασή του (pH, EC)
- διορθώνει την σύστασή του σε περιπτώσεις εκτροπών
- πραγματοποιεί τις αρδεύσεις στους επιλεγμένους χρόνους

# Κεφαλή Υδρολιπάνσεως- Μονάδα αυτόματης αραιώσεως των θρεπτικών διαλυμάτων

**Στόχος:** η παρασκευή θρεπτικού διαλύματος

**Τρόπος:** η σταθερή αραιώση των πυκνών διαλυμάτων με νερό

**Εξελιγμένη υδρολίπανση:**



**Κάθε σταγόνα νερού περιέχει τις ενδεδειγμένες συγκεντρώσεις και αναλογίες μεταξύ των θρεπτικών στοιχείων**

# Εξοπλισμός Υδρολιπάνσεως





# Χειρωνακτική Αραίωση

- Μικρές υδροπονικές μονάδες
- Μεγάλη δεξαμενή βαθμονομημένη
- Προσθήκη πυκνών διαλυμάτων και γέμισμα με νερό
  - με δοσομετρικές αντλίες (με αυτοματισμό)
  - με ογκομετρικά δοχεία
- Συχνή πλήρωση της δεξαμενής
- Πολλά εργατικά
- Μικρή ακρίβεια
- Μικρή δυνατότητα αυτοματισμών



# Αυτόματη Αραίωση των πυκνών διαλυμάτων

Κεφαλή υδρολιπάνσεως-αυτοματισμός λειτουργιών:



- αραίωσης των πυκνών διαλυμάτων
- τροφοδοσίας των φυτών μέσω του αρδευτικού δικτύου



Προκατασκευασμένη Κεφαλή

# Κεφαλή υδρολιπάνσεως

## Τμήματα:

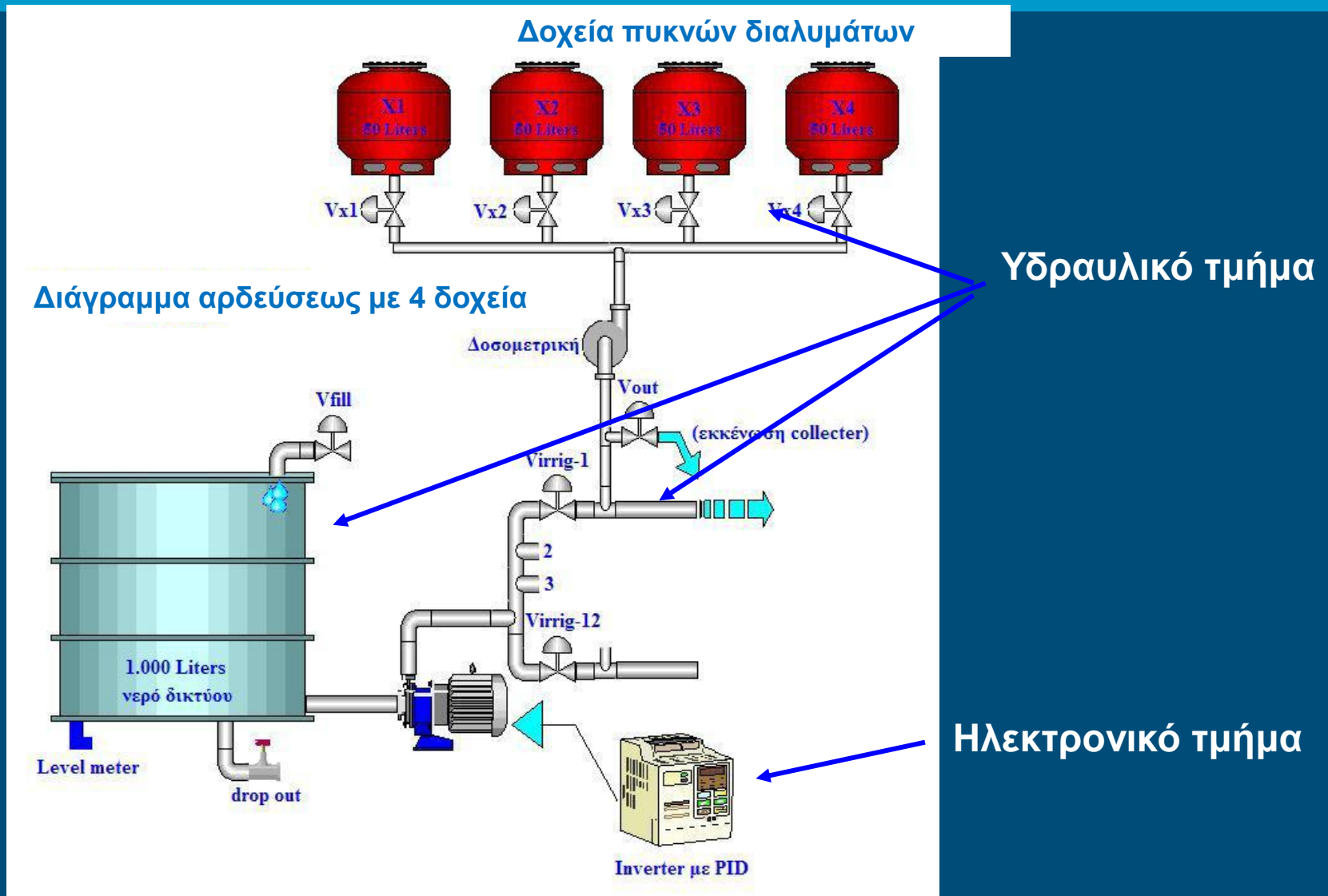
- **Υδραυλικό τμήμα**
  - αραίωση των πυκνών διαλυμάτων (μίξη νερού και λιπασμάτων)
- **Ηλεκτρονικό τμήμα**
  - αυτόματος έλεγχος των λειτουργιών

Απαραίτητος εξοπλισμός οι δυο αισθητήρες:

- **pH, EC**



# Κεφαλή Υδρολιπάνσεως



# Απλή Κεφαλή Υδρολιπάνσεως

Τμήματα συστήματος αυτομάτου ελέγχου:

- Ηλεκτρονικός πίνακας με πλήκτρα (παλιά τεχνολογία)
  - ρύθμιση pH, EC
- Χρονοδιακόπτης (έναρξη-λήξη)
- Χρονορυθμιστής (διάρκεια παροχής)
- Αισθητήρες μετρήσεως pH, EC



**Καλύτερος έλεγχος μέσω συνδέσεως με υπολογιστή**



# Σύγχρονη Κεφαλή Υδρολιπάνσεως

## Σύνδεση της κεφαλής με υπολογιστή

- Προσαρμοσμένο πρόγραμμα εφαρμογών
- Ηλεκτρονική σύνδεση με ηλεκτροβάνες (προγραμματισμός και αυτόματος έλεγχος αρδεύσεων)
- Επιμερισμός της αρδεύσεως σε τομείς
- Σύνδεση με περισσότερα από 3 πυκνά δοχεία



# Τύποι Κεφαλών Υδρολιπάνσεως

## Κατηγοριοποίηση βάσει:

- **Του μεγέθους τους**
  - μέγεθος της μονάδας
- **Του εύρους των δυνατοτήτων τους**
  - υποστήριξη πολλών συνταγών
- **Των αρχών λειτουργίας τους**
  - ακρίβεια λειτουργίας

# Εξοπλισμός εγχύσεως των πυκνών διαλυμάτων

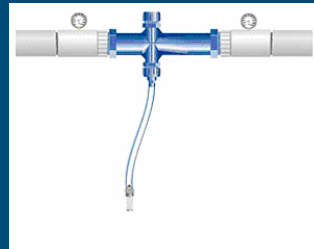
## Injection systems for chemigation

1. Δοσομετρικές αναλογικές αντλίες
2. Σύστημα Venturi
3. Περισταλτικές αντλίες



# Εγχυτές τύπου Venturi

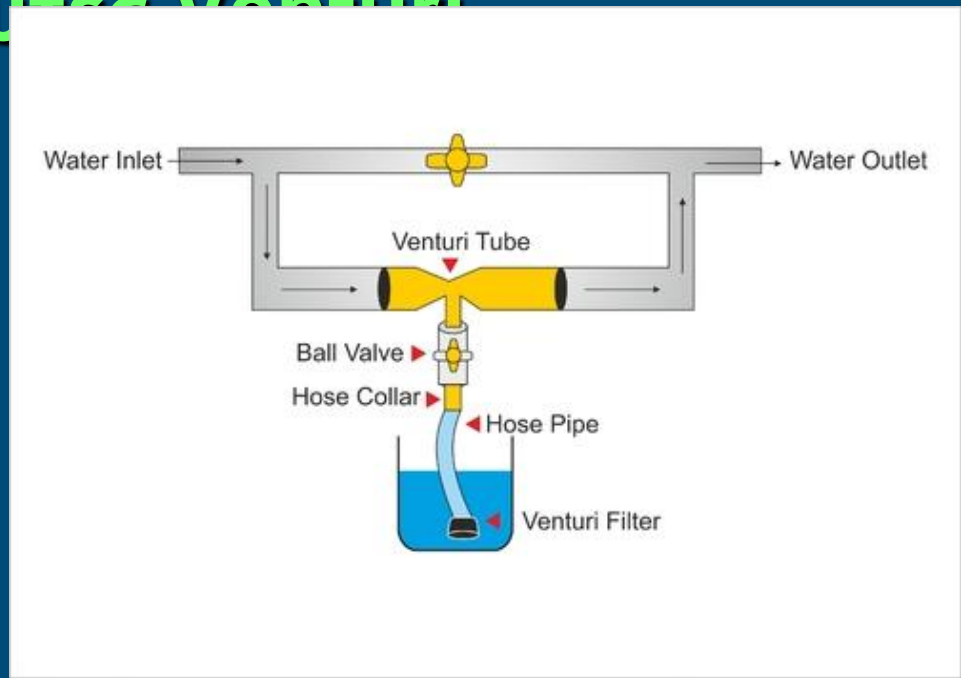
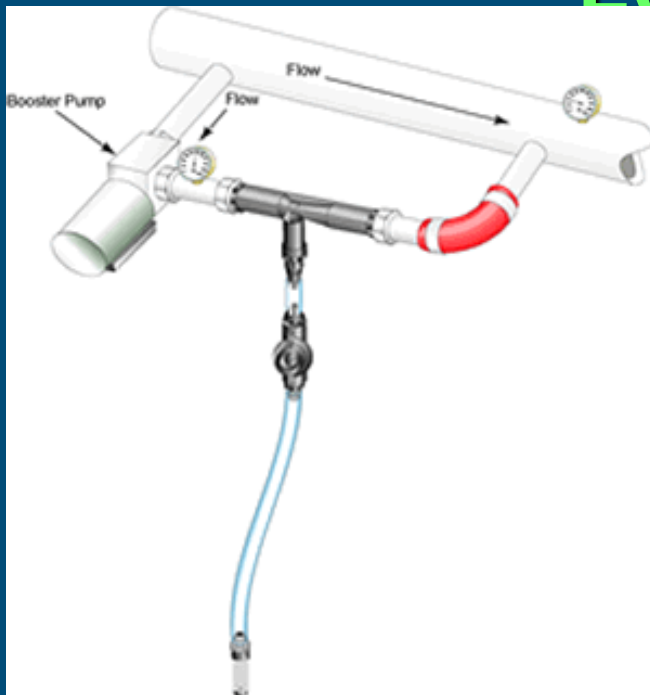
- Αναρρόφηση του πυκνού θρεπτικού διαλύματος με βάση την αρχή Venturi:
  - Η διέλευση του νερού από μια απότομη στένωση ενός αγωγού έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση της ταχύτητας ροής στο σημείο αυτό, με αποτέλεσμα την σημαντική πτώση της πίεσεως σε επίπεδα χαμηλότερα της ατμοσφαιρικής.



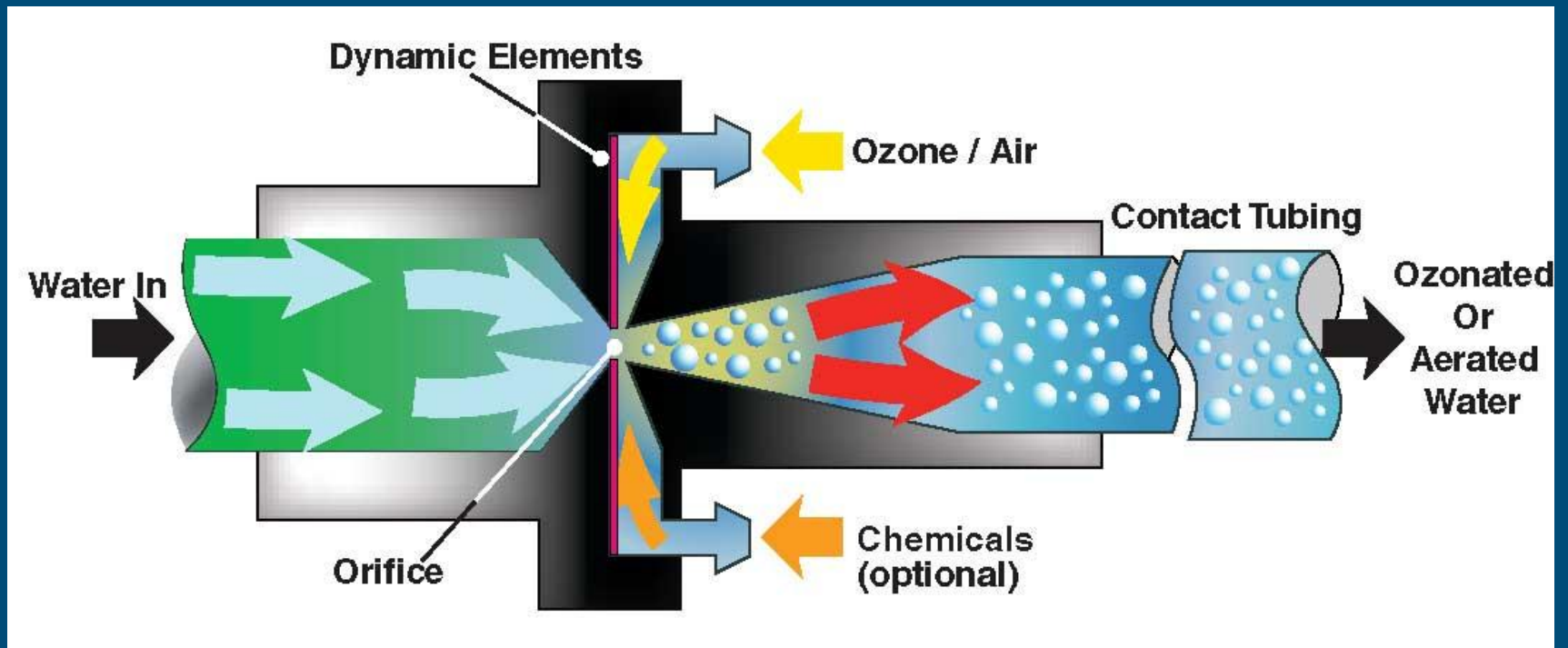
## Αποτέλεσμα:

- η αναρρόφηση των πυκνών διαλυμάτων μέσω του σωλήνα αναρρόφησης, ο οποίος συνδέεται στο σημείο της στένωσης.
- οι εγχυτές Venturi βρίσκουν εφαρμογές και στην οξυγόνωση θρεπτικών διαλυμάτων (αναρρόφηση αέρα)

# Types of Venturi



# Λειτουργία εγχυτή τύπου Venturi



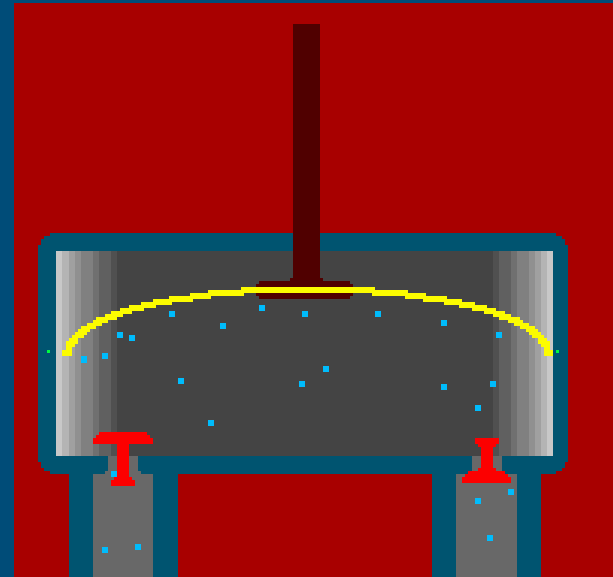
# Δοσομετρικές αναλογικές αντλίες (proportional pumps)

- Κινητήριος ενέργεια ηλεκτρική ή υδραυλική
- Ρυθμιζόμενη χρονικά σταθερή αναλογία αραιώσεως
- Αναλογίες αραιώσεως:
  - από 1:1000 έως 1:50 (0,1-2%)
  - **συνηθέστερες 1:100 ή 1:200**



# Διαφραγματική δοσομετρική αντλία

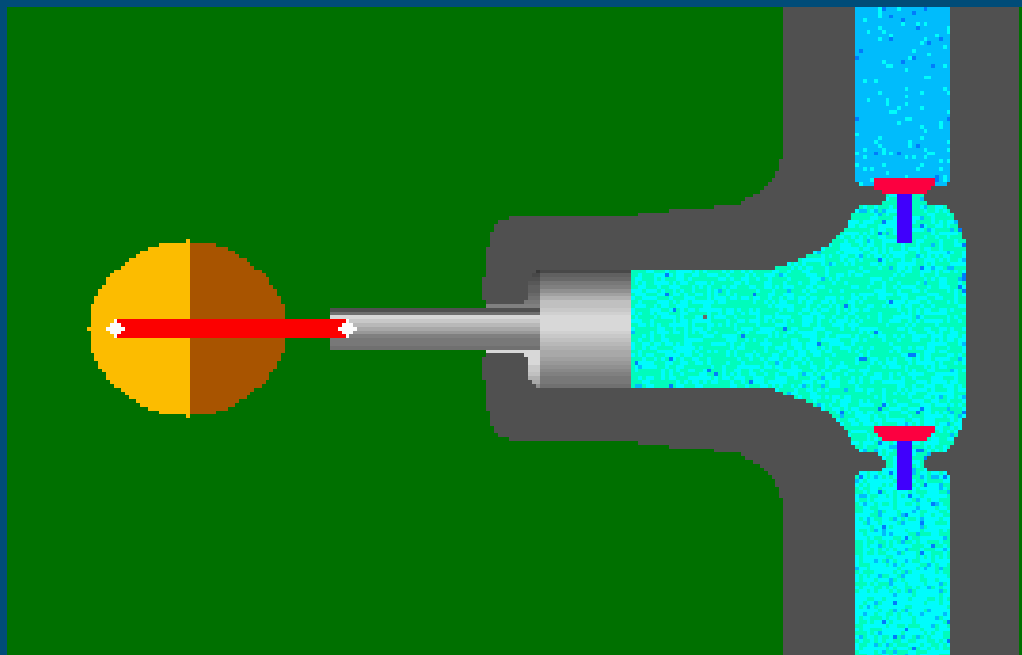
Εφαρμογές  
δοσομετρήσεως όλων  
σχεδόν των χημικών της  
βιομηχανίας



## Αντλίες θετικής μετατόπισης

- παραλαβή του διαλύματος από τον αγωγό αναρροφήσεως
- **εγκλωβισμός** στον θάλαμο κινουμένων τμημάτων της αντλίας
- **μετατόπιση** στον αγωγό κατάθλιψης
- εξαναγκασμός μετατοπίσεως του διαλύματος ανεξαρτήτως της υδραυλικής αντιστάσεως των αγωγών

# Εμβολοφόρος οοσομετρική αντλία



Αντλίες θετικής μετατόπισης

## Δοσομετρικές αναλογικές αντλίες (proportional pumps)

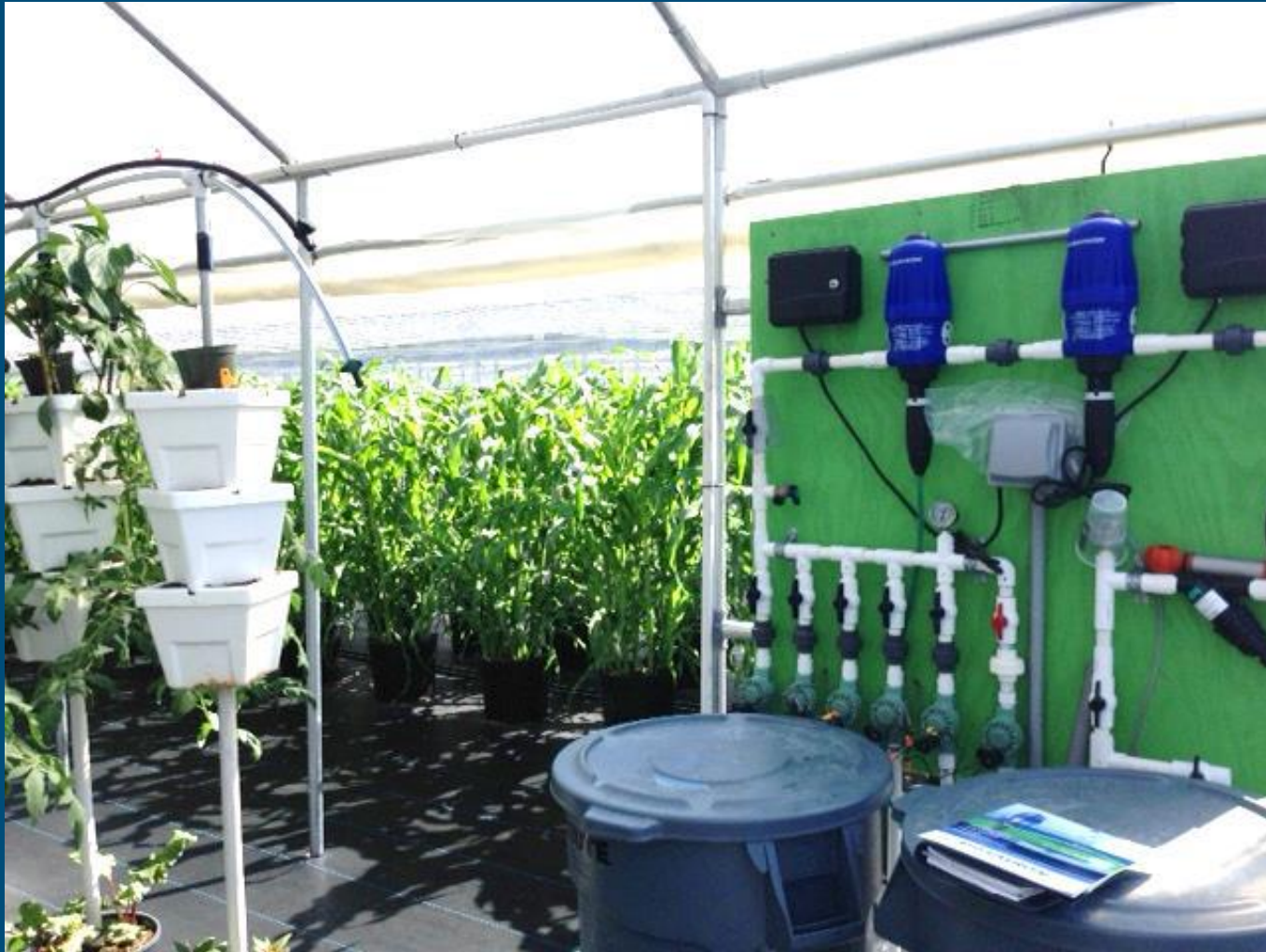
- **Δεν χρησιμοποιούνται ως ανεξάρτητες αντλίες:** προβλήματα σταθερότητας στην έγχυση όταν υπάρχουν μεταβολές στην πίεση (παροχή) του δικτύου.
- Η παροχή τους ρυθμίζεται μέσω του κεντρικού συστήματος αυτομάτου ελέγχου (παλμική έγχυση)

### Παράδειγμα προδιαγραφών υδραυλικών αντλιών

- Εύρος αναρροφήσεως: 0,02-160 l/h
- Παροχή-Πίεση λειτουργίας: 100-8.000 l/h, πίεση 0,5-8 bar



# Δοσομετρικές αναλογικές αντλίες (proportional pumps)





# Δοσομετρικές αναλογικές αντλίες (proportional pumps)

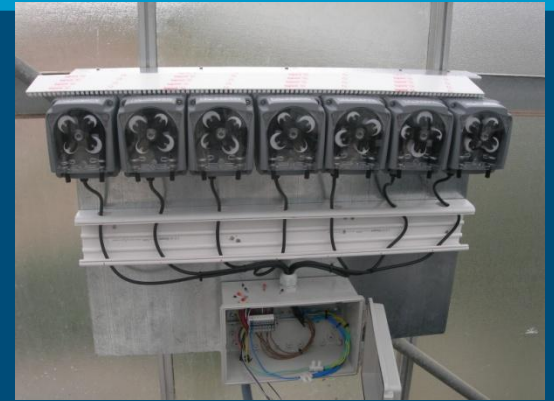


Ερασιτεχνικές εφαρμογές



# Περισταλτικές αντλίες ( pumps)

- Μεγάλη ακρίβεια εγχύσεως.
- Μικρές παροχές 30-60 l/h.

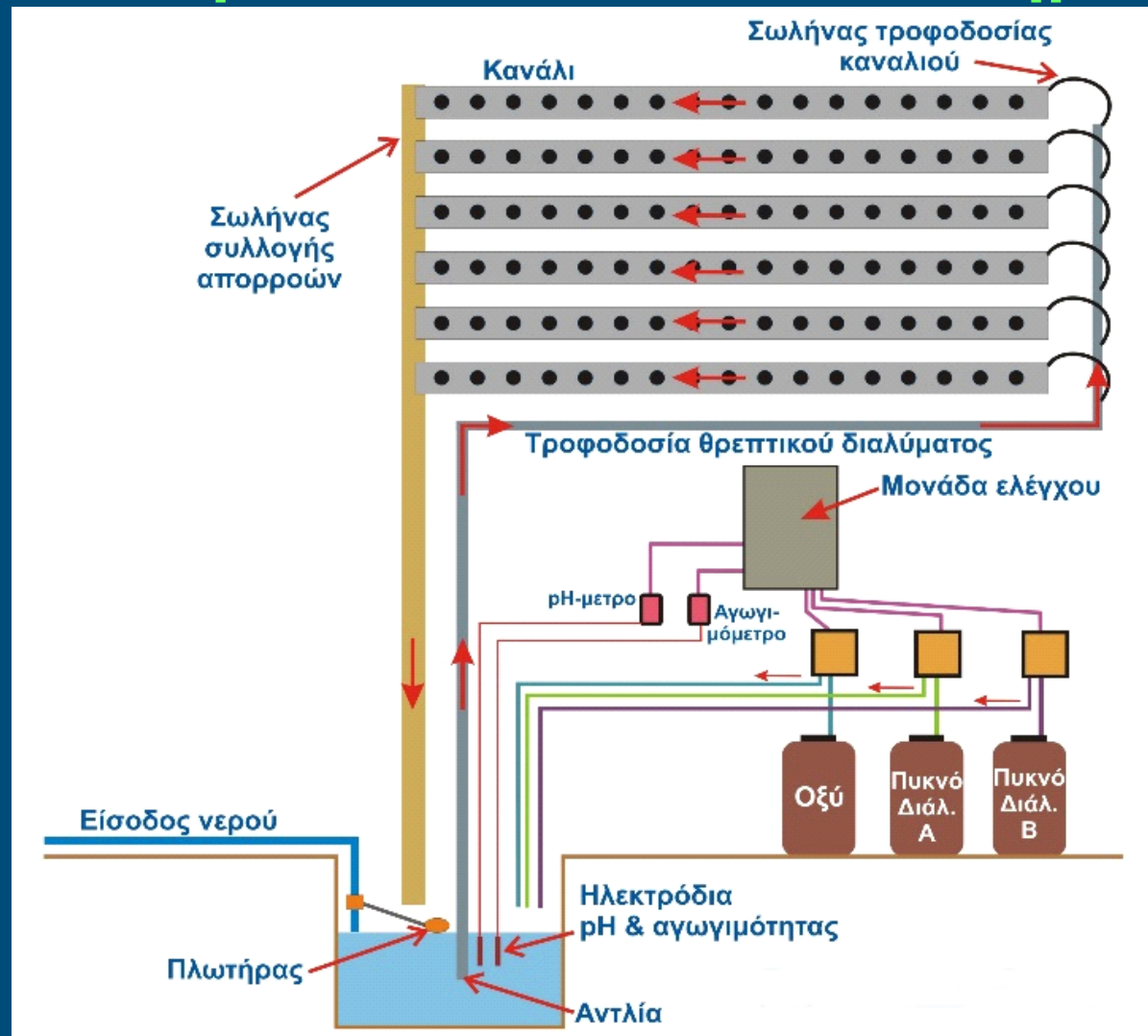


# Τύποι Κεφαλών (αρχή λειτουργίας)

1. Εισαγωγή των πυκνών διαλυμάτων στον αγωγό αρδεύσεως σε **προκαθορισμένη αναλογία** με το νερό
2. Εισαγωγή των πυκνών διαλυμάτων και νερού σε δοχείο αναμείξεως σε **προκαθορισμένη αναλογία**
3. Εισαγωγή των πυκνών διαλυμάτων στον αγωγό αρδεύσεως βάσει **προκαθορισμένων τιμών pH, EC** στο παρασκευαζόμενο διάλυμα
4. Εισαγωγή των πυκνών διαλυμάτων σε δοχείο αναμείξεως βάσει **προκαθορισμένων τιμών pH, EC** στο παρασκευαζόμενο διάλυμα



# Σχηματική απεικόνιση παρασκευής θρεπτικών διαλυμάτων σε κλειστό σύστημα



# Κεφαλές υδρολιπάνσεως



Κεφαλή της προηγούμενης 20ετίας (Netafim)

# Κεφαλή 1 (έγχυση στον αγωγό-προκαθορισμένη αναλογία)

- δυο ή τρεις **δοσομετρικές αντλίες** εν σειρά πάνω στο αρδευτικό δίκτυο.
- η κάθε μια εισάγει στο δίκτυο του νερού πυκνό διάλυμα από ένα δοχείο.
- ο απαιτούμενος αριθμός τους είναι ίσος με τα δοχεία πυκνών διαλυμάτων που χρησιμοποιούνται.
- η δοσομετρική του οξέως συνδέεται υποχρεωτικά μετά τις αντίστοιχες των πυκνών διαλυμάτων.
- **Δεν χρησιμοποιούνται πλέον** (παρωχημένη τεχνολογία)





## Κεφαλή 2 (έγχυση σε δοχείο αναμείξεως-προκαθορισμένη αναλογία)

- ο Ανάμειξη πυκνών και νερού σε συγκεκριμένη αναλογία σε δοχείο αναμείξεως.
- ο Έγχυση πυκνών και οξέως με αναλογικές ή περισταλτικές αντλίες
- ο Ανάδευση του διαλύματος με αντλία ή εισαγωγή αέρα (ομογενοποίηση)



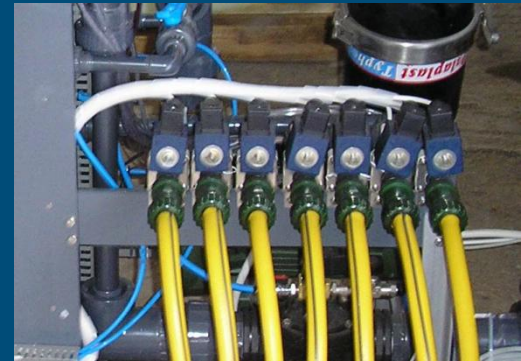
- **Μειονεκτήματα:**
  - ο χώρος για το δοχείο αναμείξεως ( $>1\text{m}^3$ )
  - αργή διαδικασία (πρώτα παρασκευή διαλύματος και στη συνέχεια άρδευση)
- **Πλεονέκτημα: η ακρίβεια σε EC και pH**





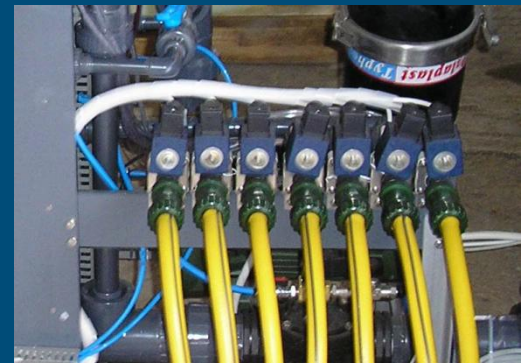
## Κεφαλή 3 (έγχυση στον αγωγό-προκαθορισμός EC, pH)

- **Ανάμειξη πυκνών και νερού** σε αναλογίες που καθορίζονται από τις **τιμές στόχους** EC και pH
- **Απευθείας έγχυση** μέσα στον αγωγό αρδεύσεως μέσω δοσομετρικών αντλιών ή συστήματος Venturi
- **Η έγχυση** των πυκνών πραγματοποιείται από ηλεκτροβάνες που ελέγχονται από το σύστημα αυτομάτου ελέγχου
- **Μειονεκτήματα:** η μικρή καθυστέρηση στην επίτευξη των τιμών στόχων
- Δυνατότητα απορρίψεως του αρχικού διαλύματος
- Μειωμένη αξιοπιστία ρυθμίσεως του pH (μεταβολή παροχής νερού)



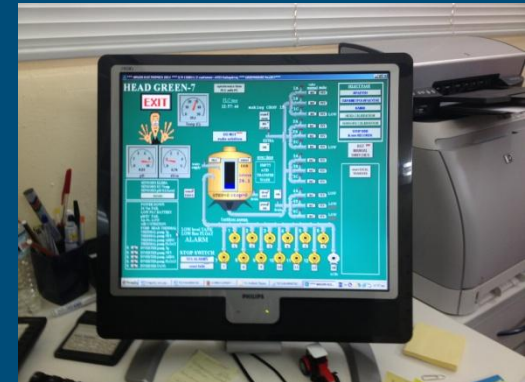
## Κεφαλή 4 (έγχυση σε δοχείο αναμείξεως-προκαθορισμός EC, pH)

- **Ανάμειξη πυκνών και νερού** σε αναλογίες που καθορίζονται από τις **τιμές στόχους** EC και pH
- Έλεγχος της εισαγωγής νερού από ηλεκτροβάννα (έναρξη αρδεύσεως)
- **Έγχυση των πυκνών** στο δοχείο αναμείξεως ( $0,2-2 \text{ m}^3$ ) μέσω δοσομετρικών αντλιών (παλμικά) ή συστήματος Venturi
- Αρχικά, ο αγωγός αρδεύσεως είναι κλειστός και το θρεπτικό διάλυμα επιστρέφει στο δοχείο αναμείξεως μέχρι να επιτευχθούν οι τιμές στόχοι οπότε και ανοίγει η ηλεκτροβάννα
- Ένα μέρος του διαλύματος επιστρέφει στο δοχείο
- Οι πιο αξιόπιστες κεφαλές



# Εξελιγμένες κεφαλές

- **Ξεχωριστό δοχείο** πυκνού διαλύματος για κάθε λίπασμα (12-13 δοχεία)
- Πολλοί συνδυασμοί συνταγών
- Αλλαγή της συνταγής με εισαγωγή των δεδομένων των αναλύσεων στον Η/Υ
- Συστήματα τηλεδοποίησης, συναγερμών, τηλεχειρισμού, λήψης εικόνας
- Σύνδεση αισθητήρων καταγραφής κλιματικών παραμέτρων με το σύστημα αυτομάτου ελέγχου





# Έλεγχος κλίματος του θερμοκηπίου μέσω Η/Υ

CLOSE PAGE

LOW FUEL

0,0

VPD = 00,00 KPa

0,00

0,00

0,00

GND Heat

**ΠΑΡΑΘΥΡΑ**

ΔΕΞΙ

↑ ↓

αυτο

**ΟΡΟΦΗΣ**

↑ ↓

αυτο

**ΑΡΙΣΤΕΡΟ**

↑ ↓

αυτο

Δ temp windows

Κίνηση παραθύρων

κάθε min ON sec

Κλείσε το βράδι

		Light-3 (W/m2)
T-3 (C)	RH-3 (%)	0,00
		Light OUT (W/m2)
T-OUT (C)	RH-OUT (%)	0,00
		Wind (m/sec)
Air DIR	0,0	0,00

Check wind speed every (sec)

Δ temp

Δ hum

Circ FAN

**HEAT AUTO DAY**

↑ ↓ ↑ ↓ ↑ ↓

(C) FAN (C) V (%RH)

**HEAT AUTO NIGHT**

↑ ↓ ↑ ↓ ↑ ↓

(C) FAN (C) V (%RH)

αρχή (H) αρχή (M)

τέλος (H) τέλος (M)

RECORD sample (minutes)

RST REC in 0 minutes

see DATA BASE

set max speed-1: 0,0 in

set max speed-2: 0,0 in

set max speed-3: 0,0 in

**ALLOWED ANGLE**

min D-1: 0 max D-1: 0

min D-2: 0 max D-2: 0

min D-3: 0 max D-3: 0

**LOCKED ANGLE**

D1: 0 D2: 0 D3: 0

# Έλεγχος της συστάσεως των θρ. διαλυμάτων σε υδροπονικά συστήματα μέσω Η/Υ

\*\*\* ARGOS electronics 2010 \*\*\* S/N 081010/141212 (customer : Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας)

**Parameters as previous EXCEL**

see actual working param

see previous stored parameters

**Klima modems**

METEO ON

GREEN-1 ON

GREEN-2 ON

GREEN-3 ON

EXTRA ON

PLC time 0: 0: 0

PC time 11: 1: 32

synchro clock PLC with PC

**EXIT**

see CROP 1 see CROP 5

see CROP 2 see CROP 6

see CROP 3 see BOX-1

see CROP 4 see BOX-2

**BOX**

IRRIGATION way GR-3

IRRIGATION way BOX

GR-1 GR-2 GR-3

RST MANUAL SWITCHES

see ALARMS

DATA BASE

**HEAD**

**REC tank**

REC pump

water supply

pH 0,00

dS/m 0,00

see CALIBRATION

manual STEP FRW

**Fertilizer pumps**

ACID 0 ON

1 0 ON

2 0 ON

3 0 ON

4 0 ON

5 0 ON

6 0 ON

7 0 ON

**MIXER**

000

LITERS 0,0

STEP=0

times=0000 (since 4/6/2012)

**PROGRAM SELECTION**

NO make 1 NO make 2 NO make 3

NOW 0 NOW 0 NOW 0

NO make 4 NO make 5 NO make 6 NO make BOX-1 NO make BOX-2

NOW 0 NOW 0 NOW 0 NOW 0 NOW 0

**MIXER FERTS**

from: 0000 to: 0000

every sec AUTO

for sec ON

Forced to solution: 1

Forced FIRST TIME=0

Forced FIRST TIME=1

over times

set DELAY after TRANSFER (sec)

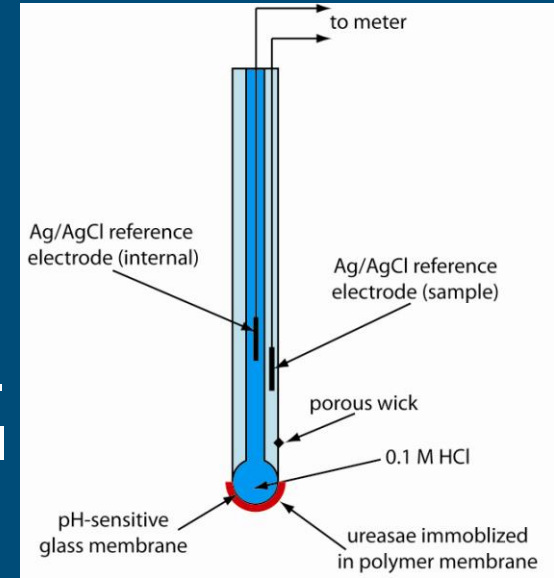
# Αισθητήρες κεφαλής

- Ο βασικός έλεγχος του προς άρδευση-λίπανση διαλύματος, γίνεται μέσω των αισθητήρων του pH και της EC
- Οι τιμές του pH και της EC, ορίζονται από το σχήμα λιπάνσεως
- Η επιθυμητή EC επιτυγχάνεται με την προσθήκη λιπασμάτων (από 2 έως και 12)
- Το επιθυμητό pH επιτυγχάνεται κυρίως με την προσθήκη νιτρικού οξέως.
- Οι αισθητήρες μεταφέρουν τις πραγματικές τιμές στο σύστημα αυτόματης διαχείρισης (ελέγχου)



# Αισθητήρες pH

- Παράγεται μία τάση, ανάλογη του pH.
- Τιμές στόχος: 5,5-6,0.
- Ο αισθητήρας παράγει μία ηλεκτρική τάση, ανάλογη του pH του διαλύματος. Η τάση αυτή είναι 59,16 mV σε pH 7 και 25° C.



- Η τιμή του pH αλλάζει με την θερμοκρασία (μεταβολή της δραστηριότητας των  $H^+$ ).
- Οι αισθητήρες pH πλένονται με απιονισμένο νερό και φυλάσσονται σε διάλυμα 3M KCl



# Αισθητήρες EC

- Ένδειξη της συγκεντρώσεως των διαλυμένων αλάτων στο διάλυμα.
- Δεν απαιτείται ιδιαίτερη συντήρηση
- Χρειάζεται βαθμονόμηση (όχι τόσο τακτική όσο του αισθητήρα του pH)
- Η αγωγιμότητα μεταβάλλεται με την θερμοκρασία (αυξάνεται με την άνοδο της θερμοκρασίας) Για την σωστή βαθμονόμηση, λαμβάνεται υπ' όψιν η θερμοκρασία



# Ζητούμενες προδιαγραφές συστήματος αυτομάτου ελέγχου

1. Δυνατότητα μεγάλου αριθμού ημερησίων προγραμμάτων αρδεύσεως
2. Εύκολη επέκταση σε 6 δοχεία πυκνών διαλυμάτων.
3. Διάθεση ορίων ασφαλείας ελάχιστης και μέγιστης συχνότητας αρδεύσεως
4. Πλεόνασμα παροχής για πιθανές μελλοντικές προεκτάσεις των καλλιεργειών, καθώς και επεκτασιμότητα των γραμμών αρδεύσεως.

# Ζητούμενες προδιαγραφές συστήματος αυτομάτου ελέγχου

5. Δυνατότητα αξιοποίησως των απορροών (διάλυμα ανακυκλώσως)
6. Εκκίνηση της αρδεύσως αφού επιτύχει την τελική σύνθεση του θρεπτικού διαλύματος με απόκλιση μικρότερη του 10%
7. Διατήρηση σταθερότητας σε pH και EC κατά την διάρκεια της αρδεύσως:
  - αποκλίσεις από τις επιθυμητές τιμές όχι > του 5% στην EC και στο pH.
8. Ενεργοποίηση ηλεκτροπαραγωγών ζευγών σε ενδεχόμενη διακοπή ηλεκτρικού ρεύματος

# Ζητούμενες προδιαγραφές συστήματος αυτομάτου ελέγχου

9. Τοποθέτηση διπλών, με μεγάλη ακρίβεια, αισθητήρων EC και pH.
10. Καταγραφή των συμβάντων στην μνήμη του Η/Υ, μέσω επιλογής του χρήστη.
11. Όλα τα εξαρτήματα που έρχονται σε επαφή με τα θρεπτικά διαλύματα να είναι ανοξειδωτα ή από υψηλής ποιότητας PVC.
12. Αυτόματη σύνδεση των επιθυμητών παραμέτρων των προγραμμάτων υδροπονίας με τους αισθητήρες κλίματος.

# Δοχεία Πυκνών Διαλυμάτων

- Δοχεία χωρητικότητας 0,5-5 m<sup>3</sup>
- Ο όγκος τους επιλέγεται βάσει:
  - των απαιτήσεων της καλλιέργειας
  - του διαθέσιμου χώρου
  - εξασφάλιση διαλυμάτων για αρκετές ημέρες (λιγότερα εργατικά)
- Κατασκευάζονται από πλαστικά υλικά (ανθεκτικά στη διάβρωση από τα λιπάσματα).
- Συνοδεύονται από σύστημα ανάδευσης (αντλία επανακυκλοφορίας ή εισαγωγή αέρα από αεροσυμπιεστή)
  - καλύτερη διάλυση των λιπασμάτων
  - ομογενοποίηση σε περίπτωση δημιουργίας ιζήματος.



# Τρόπος Παρασκευής Πυκνών Διαλυμάτων

- Αρχικά προστίθεται νερό (όχι πλήρωση)
- Στην συνέχεια προστίθενται τα λιπάσματα
- Οι ποσότητες των λιπασμάτων είναι συμπυκνωμένες κατά 50, 100, 200 φορές σε σχέση τις τελικές συγκεντρώσεις των διαλυμάτων
- Δεν θα πρέπει να ξεπερνώνται οι διαλυτότητες των λιπασμάτων
- Προκύπτει ένα πυκνό διάλυμα του οποίου την αραίωση αναλαμβάνουν οι αυτοματισμοί

# Τρόπος Παρασκευής Πυκνών Διαλυμάτων

- Απαιτείται η ύπαρξη τουλάχιστον 2 δοχείων (Α, Β) για τα λιπάσματα και 1 για το οξύ (Γ) για την ρύθμιση του pH.
- **διαχωρισμός των θειικών και φωσφορικών λιπασμάτων από το νιτρικό ασβέστιο και τον χηλικό σίδηρο**
- Τα ιχνοστοιχεία προστίθενται στο τέλος
- Σε κάποιες εξελεγμένες μονάδες τα λιπάσματα του κάθε δοχείου αναμιγνύονται σε στερεή μορφή σε ποσότητες που καθορίζονται βάσει των αναλύσεων.

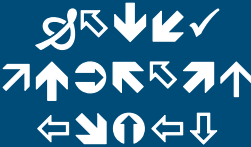
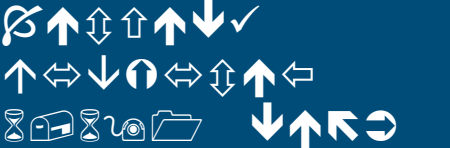






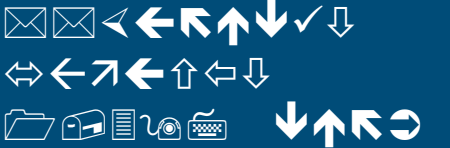







# Συμβατότητα μεταξύ των λιπασμάτων

ΝΑ: Νιτρική αμμωνία, ΘΑ: Θειική αμμωνία, ΦΜΚ: Φωσφορικό μονοκάλιο, ΦΜΑ: Φωσφορικό μονοαμμώνιο, ΝΑΒ: Νιτρικό ασβέστιο, ΝΚ: Νιτρικό κάλιο, ΘΚ: Θειικό κάλιο, ΘΜ: Θειικό μαγνήσιο, ΝΜ: Νιτρικό μαγνήσιο, Ο: Ουρία. Σ: Συμβατό, ΠΣ: Περιορισμένη Συμβατότητα, ΜΣ: μη συμβατό.

ΝΑ	Σ									
ΘΑ	ΠΣ	Σ								
ΦΜΚ	Σ	Σ	Σ							
ΦΜΑ	Σ	ΠΣ	ΠΣ	Σ						
ΝΑΒ	ΠΣ	Σ	ΜΣ	ΜΣ	ΜΣ					
ΝΚ	Σ	Σ	ΠΣ	Σ	Σ	Σ				
ΘΚ	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	ΜΣ	Σ			
ΘΜ	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	ΜΣ	Σ	Σ		
ΝΜ	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ
	Ο	ΝΑ	ΘΑ	ΦΜΚ	ΦΜΑ	ΝΑΒ	ΝΚ	ΘΚ	ΘΜ	

# Παράδειγμα τοποθέτησής των λιπασμάτων

Πυκνό διάλυμα A		
		
		
		
		
		
		
		
		

# Κεφαλές Υδρολίπανσεως (διευθύνσεις εταιρειών)

- **ΜΑΝΑΝΑΣ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΙ**

<http://www.mananas.gr>

"αλέξανδρος" κεφαλή υδρολίπανσης με κάδο

"φίλιππος" κεφαλή υδρολίπανσης στη ροή

Άθυρα Πέλλας Τηλ. 6973660722, 6945264090, Fax 2391051304.

- **AGROinvent Αυτοματισμοί θερμοκηπίων και υδροπονίας**

<http://www.agroinvent.com>

Hydria 2+,4+,5+,8++

Δημήτρης Μπέσης τηλ. 6932460611, 2297026227 Αίγινα

[agroinvent@gmail.com](mailto:agroinvent@gmail.com) , [info@agroinvent.com](mailto:info@agroinvent.com)

# Κεφαλές Υδρολιπάνσεως (διευθύνσεις)

- **AGROSTIS** Αγροτικά Πληροφοριακά Συστήματα  
<http://agrostis.gr> Mix Master SC 720, 800  
Αντιπρόσωπος της Ολλανδικής SERCOM ( [www.sercom.nl](http://www.sercom.nl) )  
Α.Τρίτση 21, Πυλαία 57001, Θεσσαλονίκη,  
Τηλ: 2310 804981-2, Fax: 2310 804810,  
[info@agrostis.gr](mailto:info@agrostis.gr)
- **ARGOS electronics** Βιομηχανικοί Αυτοματισμοί  
<http://www.argoselectronics.com>  
Εκάλης 17 Αθήνα – Κηφισιά  
τηλ: 210 8003420 , Fax: 210 8003426  
[info@argoselectronics.gr](mailto:info@argoselectronics.gr)

- **GREENTECH - Trading & Consulting Co. LTD**  
<http://www.green-tech.gr/>  
AMI 900, AMI Completa 4000 (<http://www.senmatic.com> )  
Αγ. Σπυρίδωνας , Πικέρμι, Αθήνα  
τηλ. 210 6035150, Fax.:210 6035150  
Κιν.: 6976006117, 6976006116  
[greentech.gr@hotmail.com](mailto:greentech.gr@hotmail.com),  
Υπεύθυνος Τ. Χουδάλης

- **ΑΝΟΔΟΣ Α.Ε.-ΓΕΩΡΓΙΚΗ ΕΜΠΟΡΙΚΗ ΕΤΑΙΡΙΑ**  
[www.anodosae.com](http://www.anodosae.com)  
Υπηρεσίες: Μελέτη και εγκατάσταση υδροπονικών θερμοκηπίων  
Προϊόντα: υποστρώματα υδροπονίας (αντιπρόσωπος κοκοφοίνικα BIOGROW), κεφαλές υδρολίπανσης Priva, αυτοματισμοί θερμοκηπίων.  
3ο χμ. Ιεράπετρας - Γρα Λυγιάς, Λασιίθι, Κρήτη  
Τηλ: 28420 28921 Fax: 28420 25038  
[p.pantazis@anodosae.com](mailto:p.pantazis@anodosae.com),

# Κεφαλές Υδρολιπάνσεως (διευθύνσεις)

- **ALAGRO Alternative Agricultural Options**

Βικέλα 40 111 45 Πατήσια

Τηλ: 211 4000324 Φαξ: 216 7004349

Email: [info@alagro.gr](mailto:info@alagro.gr) Ν. Μουτεβελής

- **INTA (INNOVACIONES TÉCNICAS AGRÍCOLAS, S.L.)**

<http://www.inta.com.es/> ALLMIX, CDN

Ισπανική εταιρία, αντιπρ. στην Ελλάδα ΑΓΡΟΧΟΥΜ Α.Ε.

<http://www.agrohoum.gr>

Ηράκλειο, Λεωφ. Ελ. Βενιζέλου 141, Γάζι Μεγ. Λάκος, Τ.Κ. 71414

Τηλ.: 2810 822301 Fax: 2810 822902 e-mail: [info@agrohoum.gr](mailto:info@agrohoum.gr)