

# Υδρολίπανση λαχανικών

# Σκοπιμότητα υδρολίπανσης

- Αφορά την παροχή θρεπτικών στοιχείων στα φυτά σε δόσεις μετά την εγκατάστασή τους στον χώρο καλλιέργειας.
- Αποσκοπεί στην αναπλήρωση των θρεπτικών στοιχείων που απορροφώνται από τα φυτά.
- Ιδιαίτερα απαραίτητη για το άζωτο (κίνδυνοι έκπλυσης, και χρονικά ανομοιόμορφης διαθεσιμότητας στα φυτά)
- Προϋποθέτει την χρήση πλήρως υδατοδιαλυτών λιπασμάτων.

# Βασικές αρχές υδρολίπανσης

- Απαραίτητη η προσθήκη N και K
- Ο P παρέχεται κυρίως μέσω της βασικής λίπανσης
- Mg & ιχνοστοιχεία: Συνήθως χορηγούνται αν υπάρχει ένδειξη με βάση ανάλυση εδάφους
- Ca: Μόνο σε όξινα εδάφη

# Υδατοδιαλυτά λιπάσματα

## 1. Απλά υδατοδιαλυτά λιπάσματα

- Ουρία (46% N),
- Νιτρική αμμωνία ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ , 35% N)
- Νιτρικό κάλιο ( $\text{KNO}_3$ , 38% K και 13% N)
- Θειικό κάλιο ( $\text{K}_2\text{SO}_4$ , 45% K),
- Θειικό μαγνήσιο ( $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ , 9,7% Mg)
- Διάφορες μορφές χηλικού σιδήρου,
- Βόρακας,
- Υδατοδιαλυτά θειικά άλατα Mn, Zn, Cu

## 2. Σύνθετα υδατοδιαλυτά λιπάσματα:

1. Σταθερές αναλογίες μεταξύ θρεπτικών στοιχείων
2. Πολύ πιο ακριβά από τα απλά υδατοδιαλυτά λιπάσματα

**Ενδεικτικά όρια συγκεντρώσεων θρεπτικών στοιχείων  
στα θρεπτικά διαλύματα για υδρολίπανση κηπευτικών**

<b>Θρεπτικό στοιχείο</b>	<b>N</b>	<b>P</b>	<b>K</b>	<b>Mg</b>	<b>Ca</b>
<b>Συγκέντρωση (mg/L)</b>	<b>80-250</b>	<b>15-45</b>	<b>60-350</b>	<b>25-60</b>	<b>100-250</b>

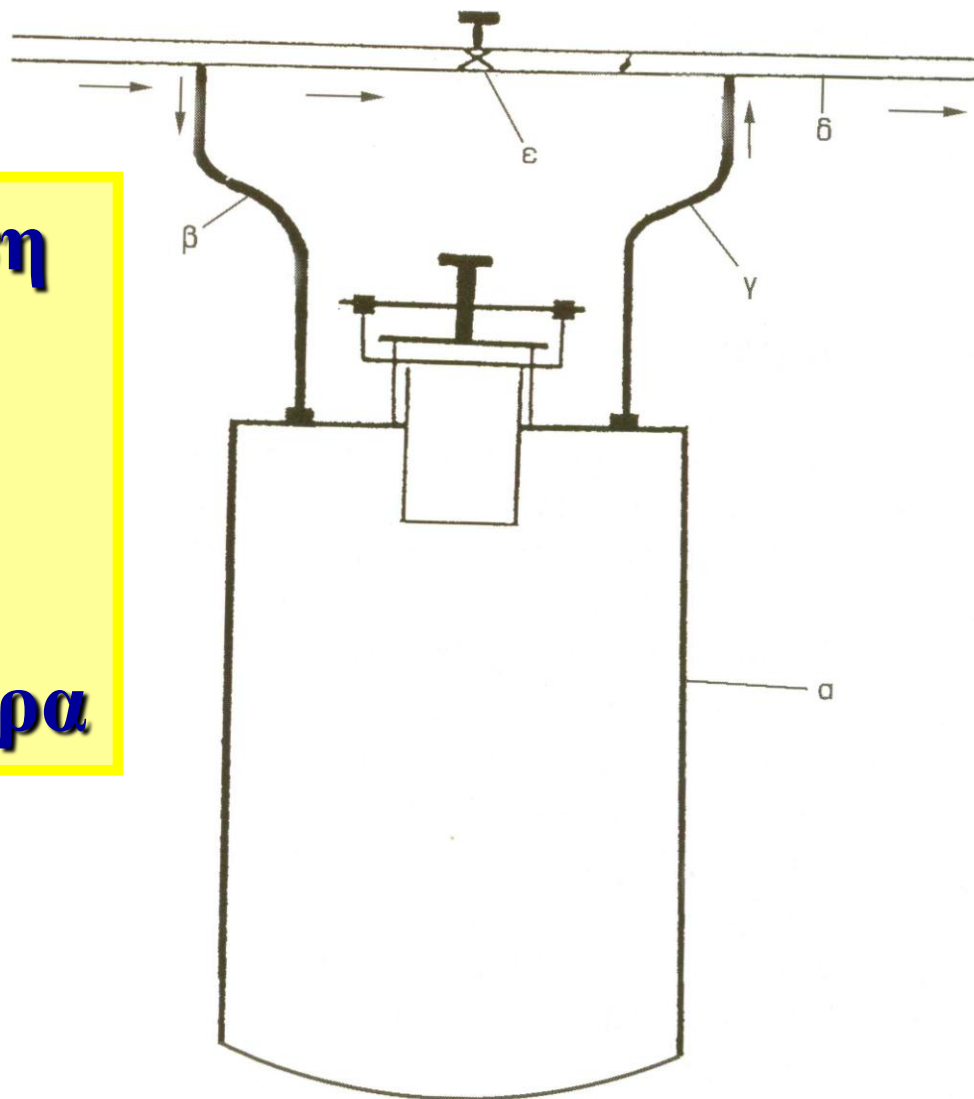
Ο εξοπλισμός που χρησιμοποιείται για την παροχή των λιπασμάτων μέσω του νερού στα φυτά μπορεί να είναι:

- ❖ Υδρολιπαντήρες
- ❖ Δοσομετρικές αντλίες

**Νερό + λιπάσματα = θρεπτικό διάλυμα**

Στις περισσότερες λαχανοκομικές καλλιέργειες και ιδιαίτερα στις θερμοκηπιακές καλλιέργειες η υδρολίπανση εφαρμόζεται μέσω συστημάτων στάγδην άρδευσης.

**Υδρολίπανση  
με  
κοινό  
υδρολιπαντήρα**



Εικ. 6.3. Σχηματική απεικόνιση κοινού υδρολιπαντήρα: α=κάδος υδρολιπαντήρα, β=σωλήνας εισαγωγής νερού στον κάδο, γ=σωλήνας εξαγωγής νερού από τον κάδο, δ=κεντρικός αγωγός άρδευσης και ε=βαλβίδα στραγγαλισμού ροής.

# Κοινός υδρολιπαντήρας





# Υδρολίπανση με δοσομετρητές

## 1. Δοσομετρική αντλία

Αραίωση πυκνών διαλυμάτων με το νερό της άρδευσης σε μία συγκεκριμένη, χρονικά σταθερή αναλογία (από 1:50 έως 1:1000).

Επομένως οι συγκεντρώσεις θρεπτικών στοιχείων είναι χρονικά σταθερές

## Τύποι δοσομετρικών αντλιών

Οι δοσομετρικές αντλίες μπορεί να είναι:

- ❖ μηχανικές (ηλεκτρικός ή εσωτερικής καύσεως κινητήρας)
- ❖ υδραυλικές (ενέργεια από πίεση δικτύου παροχής νερού)

## Τρόποι σύνδεσης δοσομετρικών αντλιών στο δίκτυο

Η δοσομετρική αντλία συνδέεται με το δίκτυο άρδευσης:

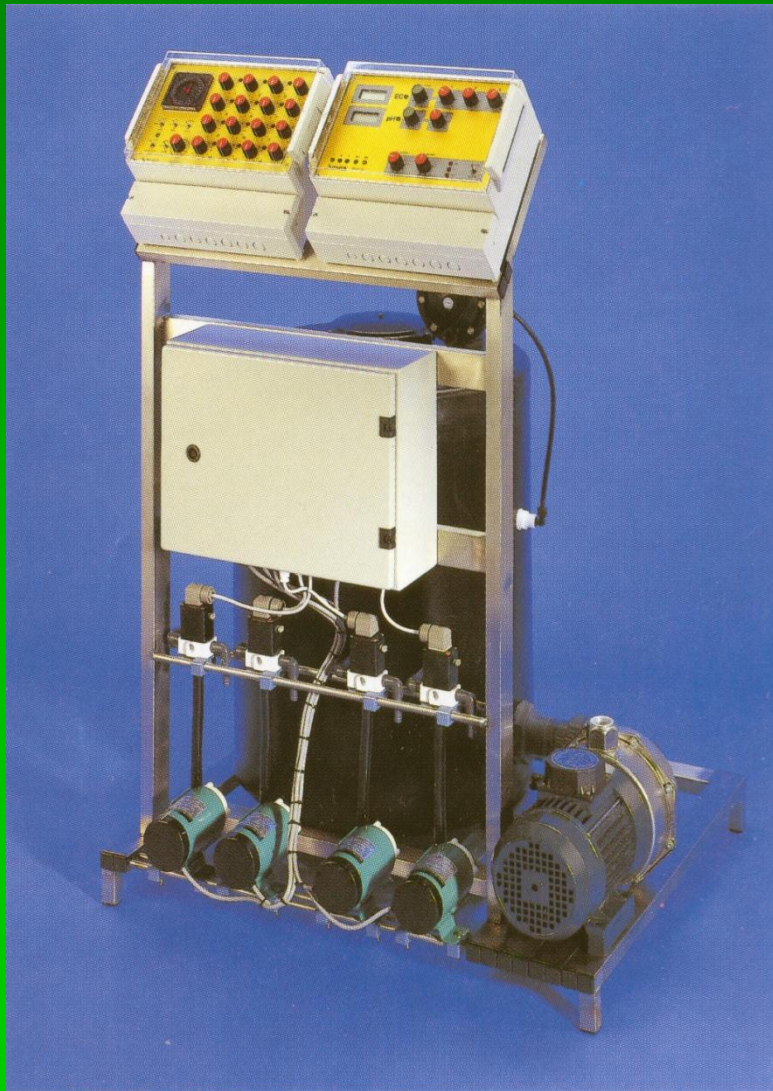
- πάνω στον κεντρικό αγωγό
- παράλληλα με αυτόν (by pass)

# Υδραυλικές δοσομετρικές αντλίες για εφαρμογή υδρολίπανσης



## Αυτόματοι δοσομετρητές υγρών λιπασμάτων:

Πρόκειται για εξελιγμένους τύπους δοσομετρικών αντλιών που παρέχουν πολλές δυνατότητες αυτοματοποίησης μέσω ηλεκτρονικού πίνακα ή Η/Υ.



# Κατάρτιση σχήματος υδρολίπανσης με υδρολιπαντήρα

Η διαδικασία υπολογισμού του βάρους των λιπασμάτων μπορεί να τυποποιηθεί στην εφαρμογή της σχέσης:

$$\Lambda = \Sigma \cdot \Delta / (10 \cdot \Pi)$$

όπου:

$\Lambda$  = ποσότητα λιπάσματος σε kg,

$\Sigma$  = μέση συγκέντρωση θρεπτικού στοιχείου σε mg/l,

$\Delta$  = όγκος του νερού που θα χορηγηθεί στα φυτά σε m<sup>3</sup>

$\Pi$  = περιεκτικότητα (%) λιπάσματος στο θρεπτικό στοιχείο.

Η μετατροπή της περιεκτικότητας από οξείδιο σε καθαρό στοιχείο γίνεται μέσω των σχέσεων:

$$\text{K (\%)} = 0,83 \cdot \text{K}_2\text{O (\%)}$$

$$\text{P (\%)} = 0,44 \cdot \text{P}_2\text{O}_5 (\%)$$

$$\text{Mg (\%)} = 0,60 \cdot \text{MgO (\%)}$$

Αν ενδιαφέρει η χορήγηση δεδομένων ποσοτήτων από κάθε θρεπτικό στοιχείο στην καλλιέργεια και όχι συγκεκριμένων μέσων συγκεντρώσεων οι υπολογισμοί γίνονται μέσω της σχέσης:

$$\Lambda = B \cdot E \cdot 100 / (A \cdot \Pi)$$

όπου:

---

**B** = ποσότητα θρεπτικού στοιχείου σε kg/στρ.,

---

**E** = έκταση της καλλιέργειας σε στρέμματα,

---

**A** = προβλεπόμενος αριθμός υδρολιπάνσεων

---

**Π** = περιεκτικότητα (%) θρεπτικού στοιχείου στο λίπασμα

---

# Αριθμητικό παράδειγμα υδρολίπανσης με υδρολιπαντήρα



## Καλλιέργεια τομάτας

Πυκνότητα: 2.500 φυτά/στρ.

Έκταση: 5 στρέμματα

Διαθέσιμα λιπάσματα:

νιτρικό κάλιο, νιτρική αμμωνία, θειικό μαγνήσιο.

Επιθυμητές μέσες συγκεντρώσεις:

Στάδιο καλλιέργειας	N (mg/l)	K (mg/l)	Mg (mg/l)
<u>1</u> <sup>ο</sup> : μεταφύτευση – άνθηση πρώτης ταξιανθίας	180	180	45
<u>2</u> <sup>ο</sup> : Μέχρι άνθηση 5 <sup>ης</sup> ταξιανθίας	180	230	35
<u>3</u> <sup>ο</sup> : Μέχρι το τέλος της καλλιέργειας	120	100	15

Στο παράδειγμα αυτό οι υπολογισμοί αναφέρονται σε τρεις συγκεκριμένες ημερομηνίες άρδευσης, αντιπροσωπευτικές για το καθένα από τα τρία στάδια.

Οι ποσότητες νερού που θα χορηγηθούν στα φυτά αυτές τις ημερομηνίες άρδευσης παρατίθενται στον παρακάτω Πίνακα:

στάδιο καλλιέργειας	νερό (m <sup>3</sup> /στρ.)	νερό (m <sup>3</sup> στα 5 στρ.)
<u>1</u> <sup>ο</sup> : μεταφύτευση - άνθηση πρώτης ταξιανθίας	3	15
<u>2</u> <sup>ο</sup> : Μέχρι άνθηση 5 <sup>ης</sup> ταξιανθίας	6	30
<u>3</u> <sup>ο</sup> : Μέχρι το τέλος της καλλιέργειας	8	40

## Πορεία υπολογισμών

Κάλιο: Θα χρησιμοποιηθεί νιτρικό κάλιο ( $\text{KNO}_3$ ), το οποίο έχει περιεκτικότητα 38% κάλιο (K) και 13% άζωτο (N).

Επομένως:

1 <sup>ο</sup> στάδιο καλλιέργειας:	$\Lambda_1 = 180 \cdot 15 / (10 \cdot 38) = 7,100 \text{ kg KNO}_3$
2 <sup>ο</sup> στάδιο καλλιέργειας:	$\Lambda_2 = 230 \cdot 30 / (10 \cdot 38) = 18,160 \text{ kg KNO}_3$
3 <sup>ο</sup> στάδιο καλλιέργειας:	$\Lambda_3 = 100 \cdot 40 / (10 \cdot 38) = 10,525 \text{ kg KNO}_3$

Αφού το  $\text{KNO}_3$  περιέχει και 13% N, θα υπολογίσουμε πόσο άζωτο παρέχεται στην καλλιέργεια όταν της χορηγούνται οι παραπάνω ποσότητες  $\text{KNO}_3$ :

$$\Lambda = \Sigma \cdot \Delta / 10 \cdot \Pi \leftrightarrow \Sigma = 10 \cdot \Lambda \cdot \Pi / \Delta$$

$$\text{Στα } 7,100 \text{ kg } \text{KNO}_3 \quad \Sigma 1 = 10 \cdot 13 \cdot 7,100 / 15 = 61,5 \text{ mg/l N}$$

$$\text{Στα } 18,160 \text{ kg } \text{KNO}_3 \quad \Sigma 2 = 10 \cdot 13 \cdot 18,160 / 30 = 78,7 \text{ mg/l N}$$

$$\text{Στα } 10,525 \text{ kg } \text{KNO}_3 \quad \Sigma 3 = 10 \cdot 13 \cdot 10,525 / 40 = 34,2 \text{ mg/l N}$$

Αυτές οι συγκεντρώσεις θα αφαιρεθούν από τις συνολικές συγκεντρώσεις N που επιδιώκονται σε κάθε καλλιεργητικό στάδιο. Έτσι θα προκύψουν οι συγκεντρώσεις N που πρέπει να επιτευχθούν με προσθήκη άλλου αζωτούχου λιπάσματος. Στο παρόν παράδειγμα αυτό θα γίνει με προσθήκη  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ :

1 <sup>ο</sup> στάδιο:	$180 - 61,5 = 118,5 \text{ mg/l N}$ (μέσω προσθήκης $\text{NH}_4\text{NO}_3$ )
2 <sup>ο</sup> στάδιο:	$180 - 78,7 = 101,3 \text{ mg/l N}$ (μέσω προσθήκης $\text{NH}_4\text{NO}_3$ )
3 <sup>ο</sup> στάδιο:	$120 - 34,2 = 85,8 \text{ mg/l N}$ (μέσω προσθήκης $\text{NH}_4\text{NO}_3$ )

Οι ποσότητες  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  (περιεκτικότητα σε N 35%) που απαιτούνται κάθε φορά για να δώσουν τις παραπάνω συγκεντρώσεις N υπολογίζονται μέσω της σχέσης:

1 <sup>ο</sup> στάδιο:	$\Lambda_1 = 118,5 \cdot 15 / (10 \cdot 35) = 5,080 \text{ kg NH}_4\text{NO}_3$
2 <sup>ο</sup> στάδιο:	$\Lambda_2 = 101,3 \cdot 30 / (10 \cdot 35) = 8,680 \text{ kg NH}_4\text{NO}_3$
3 <sup>ο</sup> στάδιο:	$\Lambda_3 = 85,8 \cdot 40 / (10 \cdot 35) = 9,800 \text{ kg NH}_4\text{NO}_3$

Η προσθήκη μαγνησίου θα γίνει σε μορφή θειικού μαγνησίου ( $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ), το οποίο περιέχει 9,7% Mg.

Υπολογισμοί:

1 <sup>ο</sup> στάδιο:	$\Lambda_1 = 45 \cdot 15/10 \cdot 9,7 = 6,960 \text{ kg MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$
2 <sup>ο</sup> στάδιο:	$\Lambda_2 = 35 \cdot 30/10 \cdot 9,7 = 10,820 \text{ kg MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$
3 <sup>ο</sup> στάδιο:	$\Lambda_3 = 15 \cdot 40/10 \cdot 9,7 = 6,185 \text{ kg MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$

Για κάθε λίπασμα υπολογίζεται η απαιτούμενη ποσότητα ( $\Lambda$ ) ως εξής:

$$\Lambda = (\Sigma \cdot A \cdot O) / (10 \cdot \Pi)$$

Όπου:

$\Lambda$  = ποσότητα λιπάσματος σε kg,

$\Sigma$  = επιδιωκόμενη συγκέντρωση θρεπτικού στοιχείου, mg/l,

$A$  = αναλογία αραίωσης στην δοσομετρική αντλία ορισμένη ως λίτρα νερού άρδευσης που αναμειγνύονται με 1 λίτρο πυκνού διαλύματος (1 : A),

$O$  = χωρητικότητα του δοχείου πυκνού διαλύματος σε m<sup>3</sup>,

$\Pi$  = περιεκτικότητα (%) του λιπάσματος στο εν λόγω θρεπτικό στοιχείο.



---

# Αριθμητικό παράδειγμα υδρολίπανσης με δοσομετρητή

## Καλλιέργεια αγγουριάς

Επιθυμητές συγκεντρώσεις (Σ) θρεπτικών στοιχείων στο νερό άρδευσης:

άζωτο (N): 150 mg l<sup>-1</sup>,

κάλιο (K): 180 mg l<sup>-1</sup>,

μαγνήσιο (Mg): 35 mg l<sup>-1</sup>

Αναλογία αραίωσης πυκνών διαλυμάτων: 1:200

Όγκος πυκνών διαλυμάτων: 500 l (0,5 m<sup>3</sup>)

Διαθέσιμα λιπάσματα: νιτρικό κάλιο, ουρία, θειικό μαγνήσιο.

# Υπολογισμοί

Κάλιο: Προστίθεται ως νιτρικό κάλιο (38% K).

$$\Lambda = (\Sigma \cdot A \cdot O) / (10 \cdot \Pi) = (180 \cdot 500 \cdot 200) / (10 \cdot 38) = 47,370 \text{ kg KNO}_3.$$

2. Το  $\text{KNO}_3$  περιέχει και 13% άζωτο. Επομένως, από την προσθήκη  $\text{KNO}_3$  θα προκύψει και η εξής συγκέντρωση N μετά την δίοδό του μέσω της δοσομετρικής αντλίας:

$$\Sigma = 10 \cdot 13 \cdot 47,370 / (200 \cdot 0,5) = 61,6 \text{ mg l}^{-1} \text{ N}$$

$$\Lambda = (\Sigma \cdot A \cdot O) / (10 \cdot \Pi) \leftrightarrow \Sigma = 10 \cdot \Pi \cdot \Lambda / (A \cdot O)$$

Η επιζητούμενη συγκέντρωση αζώτου όμως είναι 150 mg/l N.

Επομένως:

$$150 - 61,6 \text{ mg l}^{-1} \text{ N} = 88,4 \text{ mg l}^{-1} \text{ N}$$

Η συγκέντρωση αυτή θα πρέπει να επιτευχθεί μέσω προσθήκης ενός άλλου αζωτούχου λιπάσματος.

Το λίπασμα αυτό είναι η ουρία (46% N)

Άρα:

$$\Lambda = (88,4 \cdot 0,5 \cdot 200) / (10 \cdot 46) = 19,220 \text{ kg ουρίας}$$

**Μαγνήσιο:** Θα προστεθεί σαν  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  (Mg=9,7%):

Επιδιώκεται συγκέντρωση 35 mg l<sup>-1</sup> Mg. Επομένως:

$$\Lambda = (35 \cdot 0,5 \cdot 200) / (10 \cdot 9,7) = 36,080 \text{ kg MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$$