



ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

AGRICULTURAL UNIVERSITY OF ATHENS

# ΓΕΝΙΚΗ ΛΑΧΑΝΟΚΟΜΙΑ

Ενότητα 4η:

Καλλιέργεια λαχανικών  
εκτός εδάφους

Τμήμα: ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

Διδάσκοντες: Δ. ΣΑΒΒΑΣ, Χ. ΠΑΣΣΑΜ



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης





# Καλλιέργεια εκτός εδάφους

## ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ

- Το ριζικό σύστημα αναπτύσσεται εξ' ολοκλήρου εκτός του φυσικού εδάφους με τέτοιο τρόπο, ώστε να έχει στην διάθεσή του αρκετό νερό για να μπορεί να επιτελεί τις απαραίτητες λειτουργίες για την ζωή του φυτού.
- Οι ρίζες αναπτύσσονται
  - είτε απευθείας σε υδατικό διάλυμα ανόργανων αλάτων τα οποία χρησιμοποιούνται από το φυτό ως θρεπτικά στοιχεία (θρεπτικό διάλυμα)
  - είτε σε πορώδη στερεά υλικά τα οποία καλούνται υποστρώματα και διαβρέχονται τακτικά με θρεπτικό διάλυμα στα πλαίσια της άρδευσης του φυτού



# Θρεπτικό διάλυμα

Είναι ένα αραιό υδατικό διάλυμα όλων των θρεπτικών στοιχείων που είναι απαραίτητα για τα φυτά, τα οποία βρίσκονται διαλυμένα στο νερό:

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



# Ηλεκτρική Αγωγιμότητα (EC) 1/3

Electrical Conductivity (EC): Είναι ένα μέγεθος που εκφράζει την ικανότητα ενός υδατικού διαλύματος να άγει το ηλεκτρικό ρεύμα.

Η ηλεκτρική αγωγιμότητα στην πραγματικότητα είναι η ειδική ηλεκτρική αγωγιμότητα ενός αγωγού ηλεκτρικού ρεύματος η οποία ως γνωστόν εξαρτάται από την φύση του αγωγού.

Η (ειδική) ηλεκτρική αγωγιμότητα ( $C_a$ ) ορίζεται ως το αντίστροφο της ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης,  $\rho$ :

$$C_a = 1/\rho$$

Η ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC) μετράται σε  $\text{dS m}^{-1}$ .

$$(1 \text{ dS m}^{-1} = 1 \text{ mS cm}^{-1} = 1 \text{ mmho cm}^{-1})$$



# Ηλεκτρική Αγωγιμότητα (EC) 2/3

- Η ικανότητα ενός υδατικού διαλύματος να άγει το ηλεκτρικό ρεύμα οφείλεται στην παρουσία ιόντων.
- Συνεπώς όσο πιο πολλά ιόντα είναι διαλυμένα στο νερό τόσο μεγαλύτερη είναι η ικανότητά του να άγει το ηλεκτρικό ρεύμα.
- Συνεπώς, η EC είναι ανάλογη της συνολικής συγκέντρωσης ιόντων στο διάλυμα.
- Όμως, η EC δεν μας δίνει πληροφορίες για το είδος των ιόντων ( $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $SO_4^{2-}$ , κ.λπ.) που περιέχονται στο υδατικό διάλυμα.



# Ηλεκτρική Αγωγιμότητα (EC) 3/3

- Η EC μπορεί να μετρηθεί εύκολα και γρήγορα στο θερμοκήπιο με την βοήθεια εύχρηστων, φορητών οργάνων.
- Γι' αυτό, η μέτρηση της EC χρησιμοποιείται ευρύτατα για τον γρήγορο προσδιορισμό της συνολικής συγκέντρωσης αλάτων σε θρεπτικά διαλύματα.





# Το pH

- Ένας αριθμός που εκφράζει την συγκέντρωση ιόντων υδρογόνου ( $H_3O^+$ ) σε ένα θρεπτικό διάλυμα σε λογαριθμική κλίμακα (1 – 14 ).
- Το pH ενός θρεπτικού διαλύματος είναι πολύ σημαντικό για την θρέψη των φυτών γιατί επηρεάζει τις χημικές ισορροπίες μεταξύ διαφόρων ιόντων και χημικών ενώσεων στο θρεπτικό διάλυμα
- Κατά συνέπεια, το pH καθορίζει την διαλυτότητα και επομένως την διαθεσιμότητα πολλών θρεπτικών στοιχείων για τα φυτά.



# Υποστρώματα

Πορώδη υλικά που δεν προκαλούν φυτοτοξικότητα και χρησιμοποιούνται για να υποκαταστήσουν το έδαφος ως μέσου ανάπτυξης του ριζικού συστήματος των φυτών.

- Χημικά αδρανή υποστρώματα:

Δεν διαθέτουν ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων

- Χημικά ενεργά υποστρώματα:

Έχουν σημαντική ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων





# Τύποι υποστρωμάτων



**Πετροβάμβακας**



**ελαφρόπετρα**



**τύρφη**



**κόκος**



# Υποκατάσταση λειτουργιών εδάφους

**Λειτουργίες εδάφους που πρέπει να υποκατασταθούν με άλλα μέσα στις υδροπονικές καλλιέργειες:**

- Παροχή νερού στα φυτά
- Παροχή θρεπτικών στοιχείων στα φυτά
- Παροχή οξυγόνου στη ρίζα
- Στήριξη των φυτών



# Κύρια πλεονεκτήματα καλλιεργειών εκτός εδάφους



# Δίνουν αυξημένες αποδόσεις







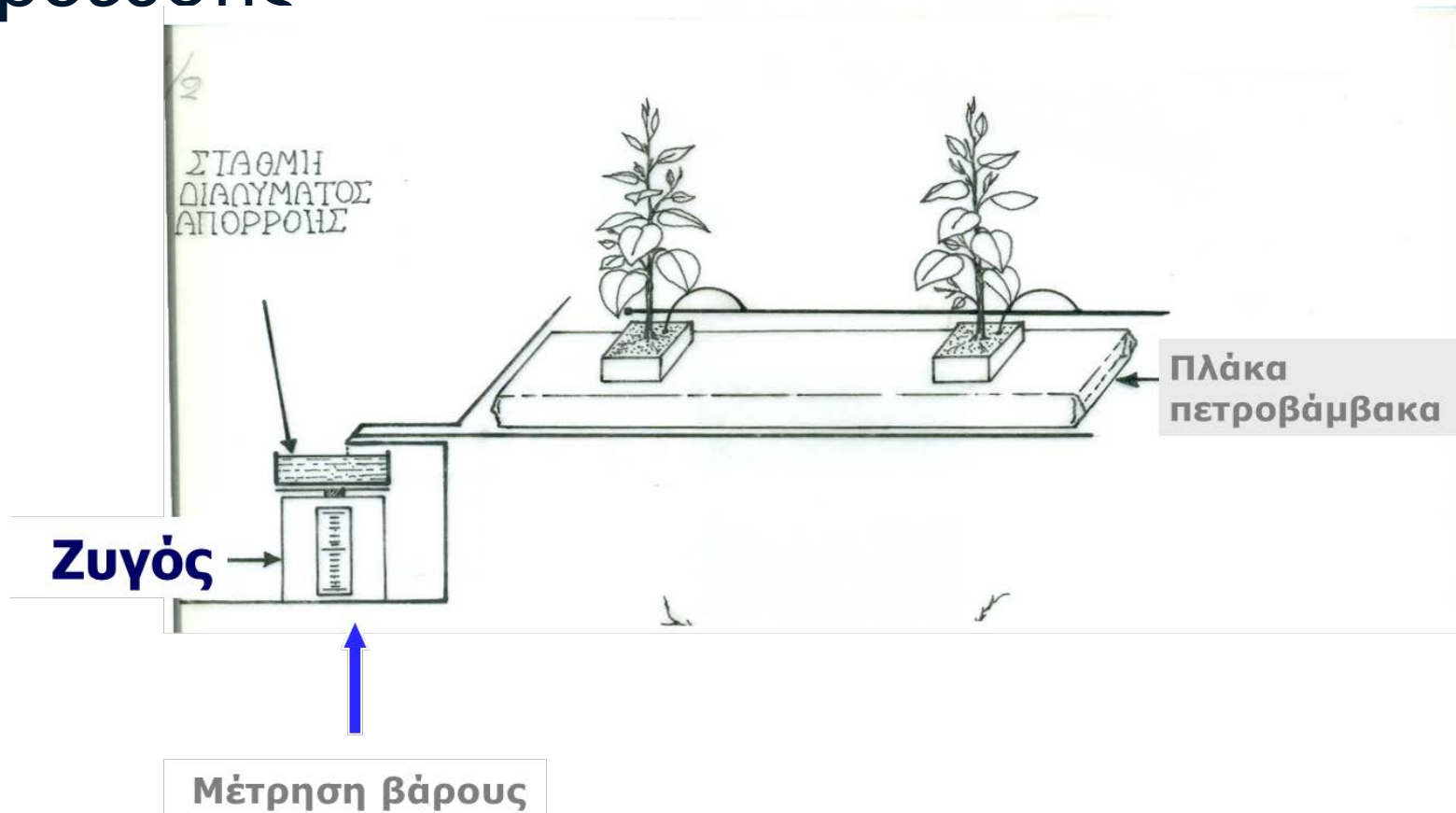
# Έλεγχος της διατροφής των φυτών





# Παροχή νερού άρδευσης

Οικονομία & έλεγχος στην παροχή νερού άρδευσης





# Μείωση αναγκών σε εργατικά

- Δεν χρειάζεται προετοιμασία του εδάφους
- Καθιστούν ευκολότερη την μηχανοποίηση πολλών καλλιεργητικών εργασιών.





# Αντιμετώπιση εδαφογενών ασθενειών

Αποτελεσματική  
αντιμετώπιση  
εδαφογενών  
ασθενειών χωρίς  
απολύμανση  
εδάφους με  
βρωμιούχο μεθύλιο







# Έλεγχος ριζικού περιβάλλοντος

- Επιφέρουν πρωίμηση της παραγωγής
- Έλεγχος αλατότητας νερού άρδευσης
- Η καλλιέργεια δεν εξαρτάται από γονιμότητα εδάφους





# Αύξηση αριθμού καλλιεργειών/ έτος







# Περιορισμός της μόλυνσης

Περιορίζουν την νιτρορύπανση και γενικότερα την μόλυνση των υδάτινων πόρων (κλειστά συστήματα)





# Μειονεκτήματα καλλιεργειών εκτός εδάφους



# Ανάγκη επένδυσης υψηλών κεφαλαίων







# Αυξημένες τεχνικές γνώσεις στη διαχείριση της καλλιέργειας





# Προσβολές από ασθένειες

**Κίνδυνοι  
προσβολών  
από ασθένειες  
(κλειστά  
συστήματα)**





# Εγκαταστάσεις παρασκευής θρεπτικών διαλυμάτων

- κεφαλές υδρολίπανσης που εισάγουν πυκνά διαλύματα απευθείας στον αγωγό άρδευσης σε προκαθορισμένη αναλογία με το νερό
- κεφαλές υδρολίπανσης που εισάγουν τα πυκνά διαλύματα και το νερό σε έναν κάδο ανάμειξης σε προκαθορισμένη αναλογία
- κεφαλές υδρολίπανσης που εισάγουν τα πυκνά διαλύματα απευθείας στον αγωγό άρδευσης με βάση την ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC)
- κεφαλές υδρολίπανσης που εισάγουν τα πυκνά διαλύματα και το νερό σε έναν κάδο ανάμειξης με βάση την EC στο προκύπτον διάλυμα





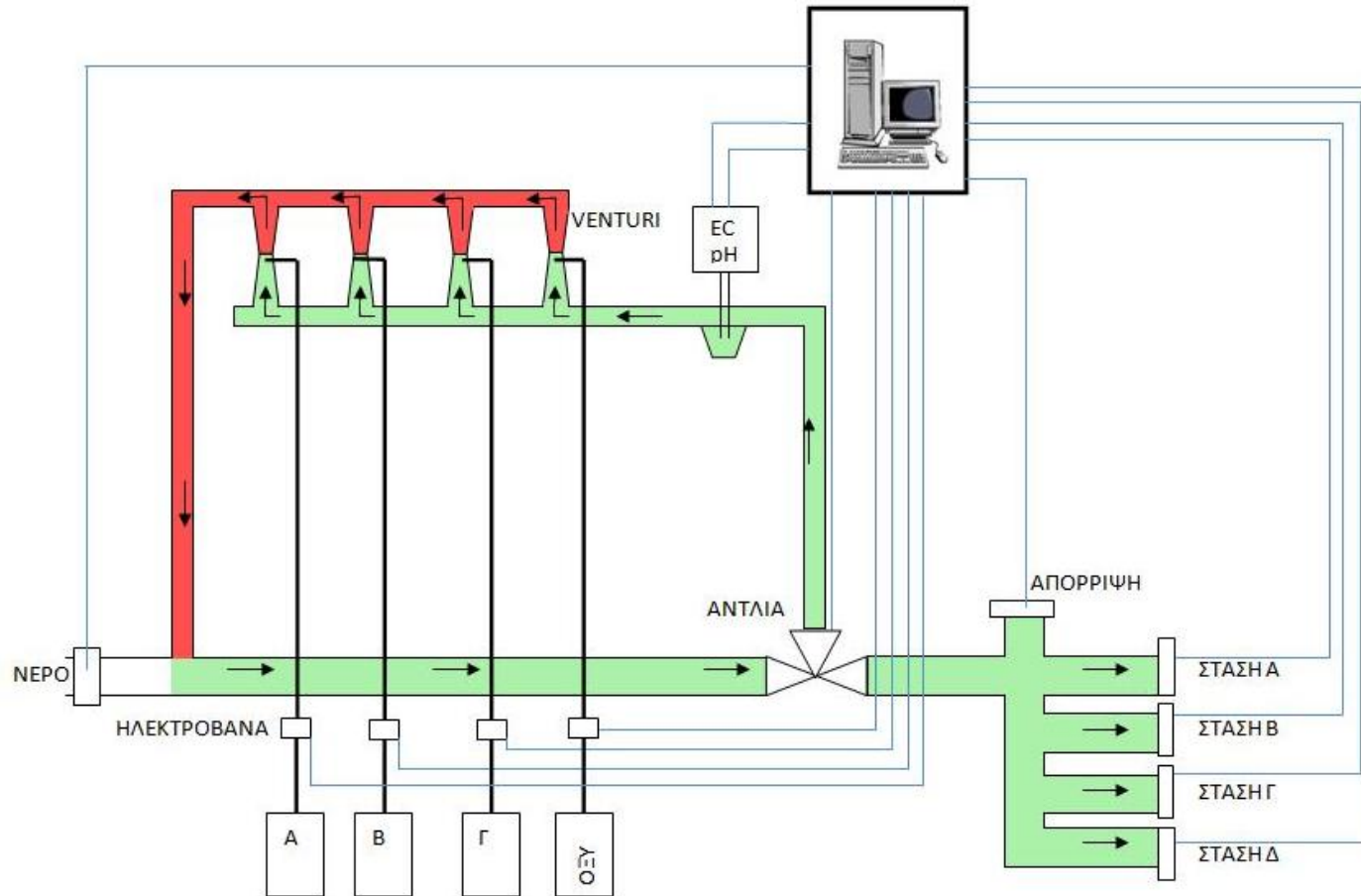
# Κεφαλή υδρολίπανσης 1/2



Κεφαλή υδρολίπανσης που εισάγει πυκνά διαλύματα απευθείας στον αγωγό άρδευσης σε προκαθορισμένη αναλογία με το νερό



# Κεφαλή υδρολίπανσης 2/2



Κεφαλή υδρολίπανσης με έγχυση πυκνών διαλυμάτων στον αγωγό άρδευσης σε προκαθορισμένη αναλογία



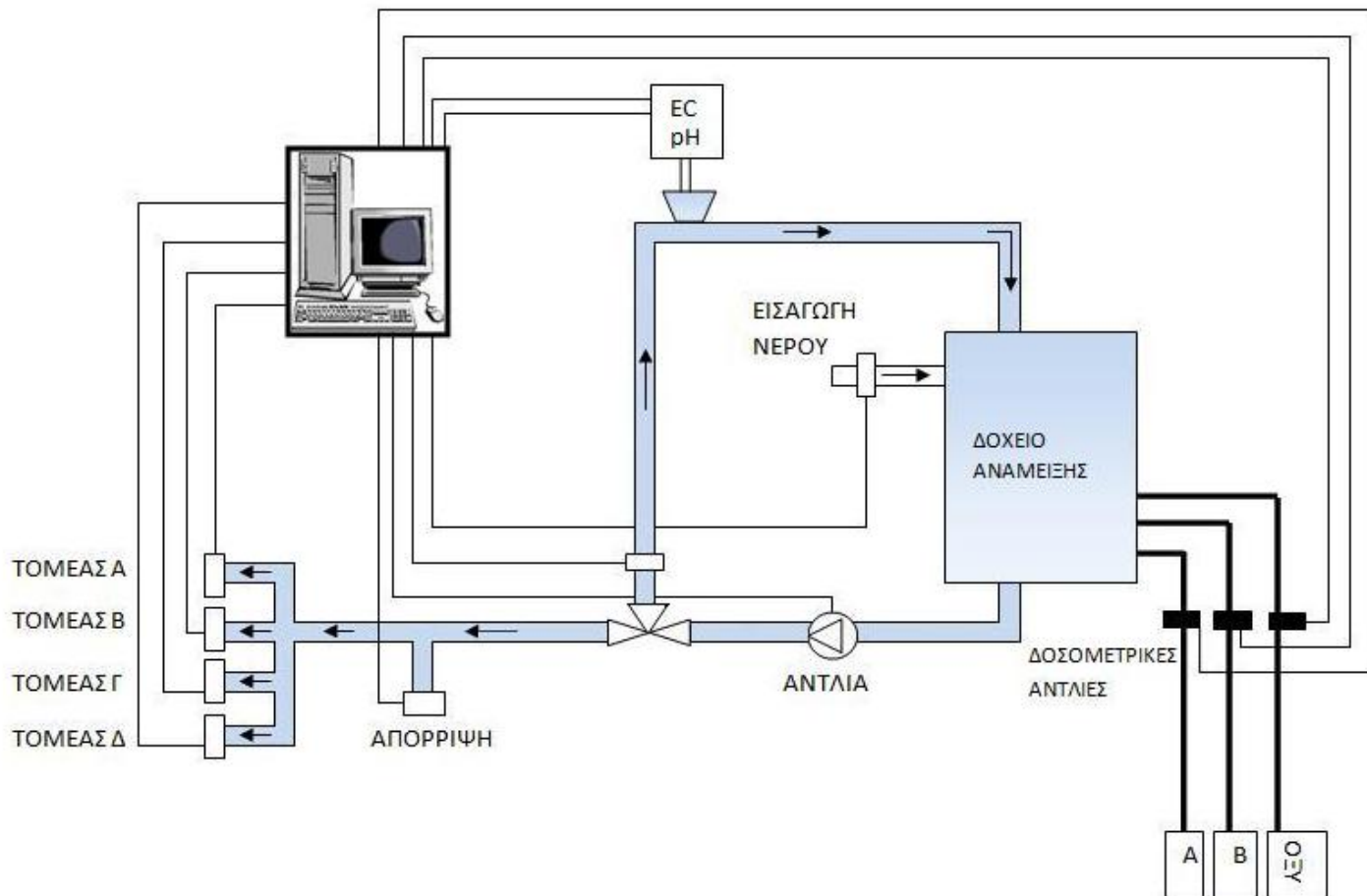
# Σύστημα παρασκευής θρεπτικών διαλυμάτων 1/3



Σύστημα παρασκευής θρεπτικών διαλυμάτων με έγχυση πυκνών διαλυμάτων απευθείας στον αγωγό άρδευσης



# Σύστημα παρασκευής θρεπτικών διαλυμάτων 2/3



Συστήματα παρασκευής θρεπτικών διαλυμάτων με έγχυση πυκνών διαλυμάτων σε κάδο ανάμειξης





# Σύστημα παρασκευής θρεπτικών διαλυμάτων 3/3



Σύστημα παρασκευής θρεπτικών διαλυμάτων με έγχυση πυκνών διαλυμάτων σε κάδο ανάμειξης



# Συστήματα καλλιεργειών εκτός εδάφους

## Ταξινόμηση με κριτήρια:

- I. το μέσο ανάπτυξης του ριζικού συστήματος, το οποίο λαμβάνεται ως κύριο κριτήριο και
- II. τα κατασκευαστικά χαρακτηριστικά του συστήματος, τα οποία λαμβάνονται ως δευτερεύοντα κριτήρια διάκρισης



## Ταξινόμηση συστημάτων καλλιέργειας εκτός εδάφους με κριτήριο το μέσο ανάπτυξης του ριζικού συστήματος

- Υδροπονία
  - Υδροκαλλιέργεια
  - Καλλιέργεια σε αδρανή υποστρώματα
- Εκτός εδάφους καλλιέργεια σε υποστρώματα με χημική δραστικότητα
  - Ανόργανα υποστρώματα με ανταλλακτική ικανότητα
  - Οργανικά υποστρώματα με ανταλλακτική ικανότητα



# Υδροκαλλιέργεια

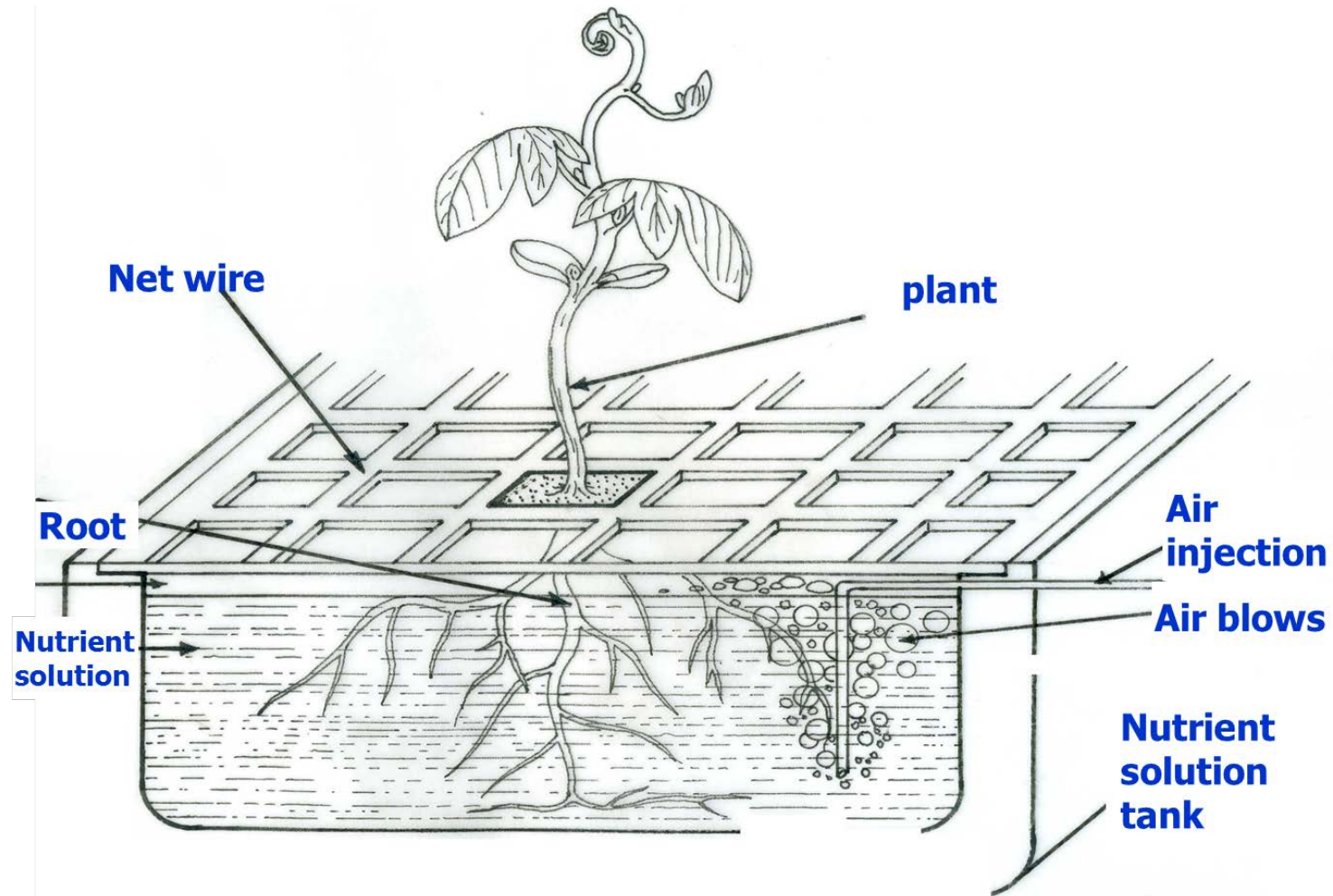
**Μέθοδοι καλλιέργειας φυτών χωρίς την χρήση ενός πορώδους υλικού για την συγκράτηση του θρεπτικού διαλύματος στον χώρο των ριζών.**

Το θρεπτικό διάλυμα μπορεί είτε να παραμένει στάσιμο είτε να ρέει.





# Σχηματική απεικόνιση υδροκαλλιέργειας σε θρεπτικό διάλυμα που διατηρείται στάσιμο





# Σύστημα επίπλευσης 1/2





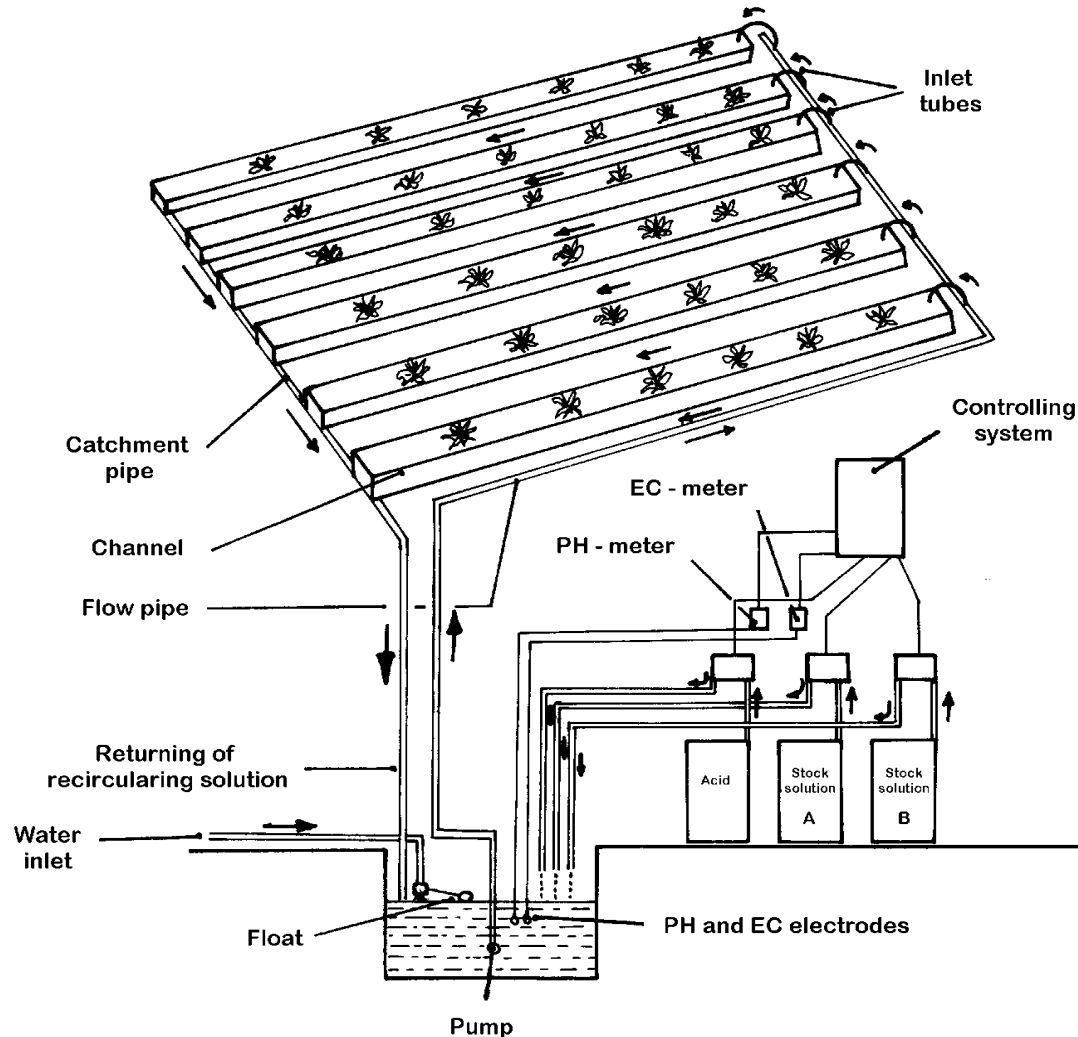
# Σύστημα επίπλευσης 2/2

## Χαρακτηριστικά:

- Πλάτος λεκανών καλλιέργειας
  - Ποικίλλει (ενδεικτικά: 60 cm)
- Ύψος λεκανών καλλιέργειας
  - Τουλάχιστον 20 cm, μέχρι και 80-100 cm
- Αδύνατο σημείο: οξυγόνωση ρίζας
- Τα προβλήματα με O<sub>2</sub> είναι πιο έντονα το καλοκαίρι
- Συνιστάται η κυκλική κίνηση του διαλύματος με αντλία
- Εφαρμόζεται κυρίως σε καλλιέργειες μικρής διάρκειας
- Πιο συχνή χρήση για μαρούλι – φυλλώδη λαχανικά



# Σχηματική απεικόνιση καλλιέργειας που αναπτύσσεται σε ρηχό ρεύμα θρεπτικού διαλύματος (Σύστημα NFT)







# Χαρακτηριστικά συστήματος NFT

- Αβαθές ρεύμα θρεπτικού διαλύματος
- Καλύτερη οξυγόνωση λόγω:
  - Αύξηση ταχύτητας διάχυσης O<sub>2</sub> λόγω μείωσης απόστασης
  - Μεταφορά O<sub>2</sub> μέσω μαζικής ροής
  - Φυσικός εμπλουτισμός με O<sub>2</sub> μέσω παφλασμού
- Παροχή: 0,1-0,2 m<sup>3</sup> h<sup>-1</sup>
- Διαστάσεις υδροροών:
  - πλάτος 25 – 30 cm
  - Μήκος: μέχρι 16 m
  - Ύψος: 10-15 cm



# Τομάτα σε σύστημα NFT





# Ριζικό σύστημα τομάτας που καλλιεργείται σε σύστημα NFT







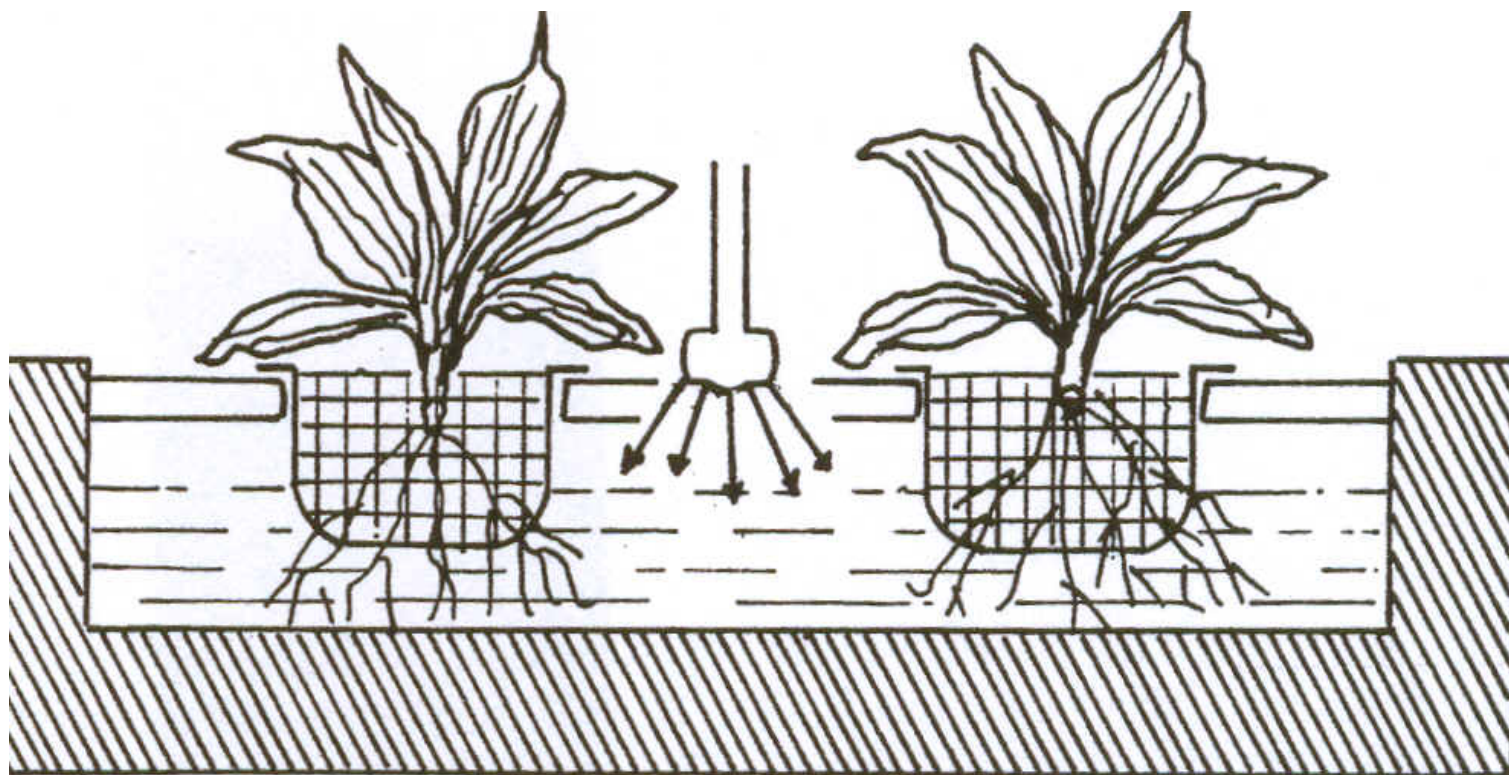
# Μαρούλι σε σύστημα NFT







# Καλλιέργεια σε βαθύ ρεύμα διαλύματος



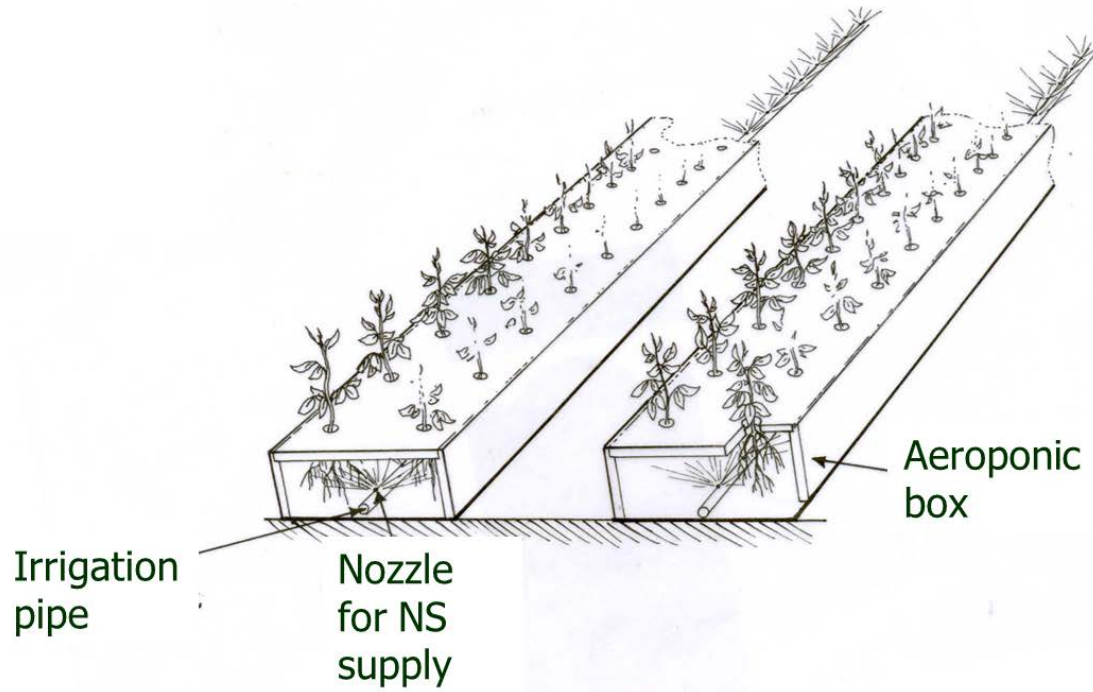


# Επιδαπέδια υδροπονία (Plant Plane Hydroponics)





# Αεροπονία







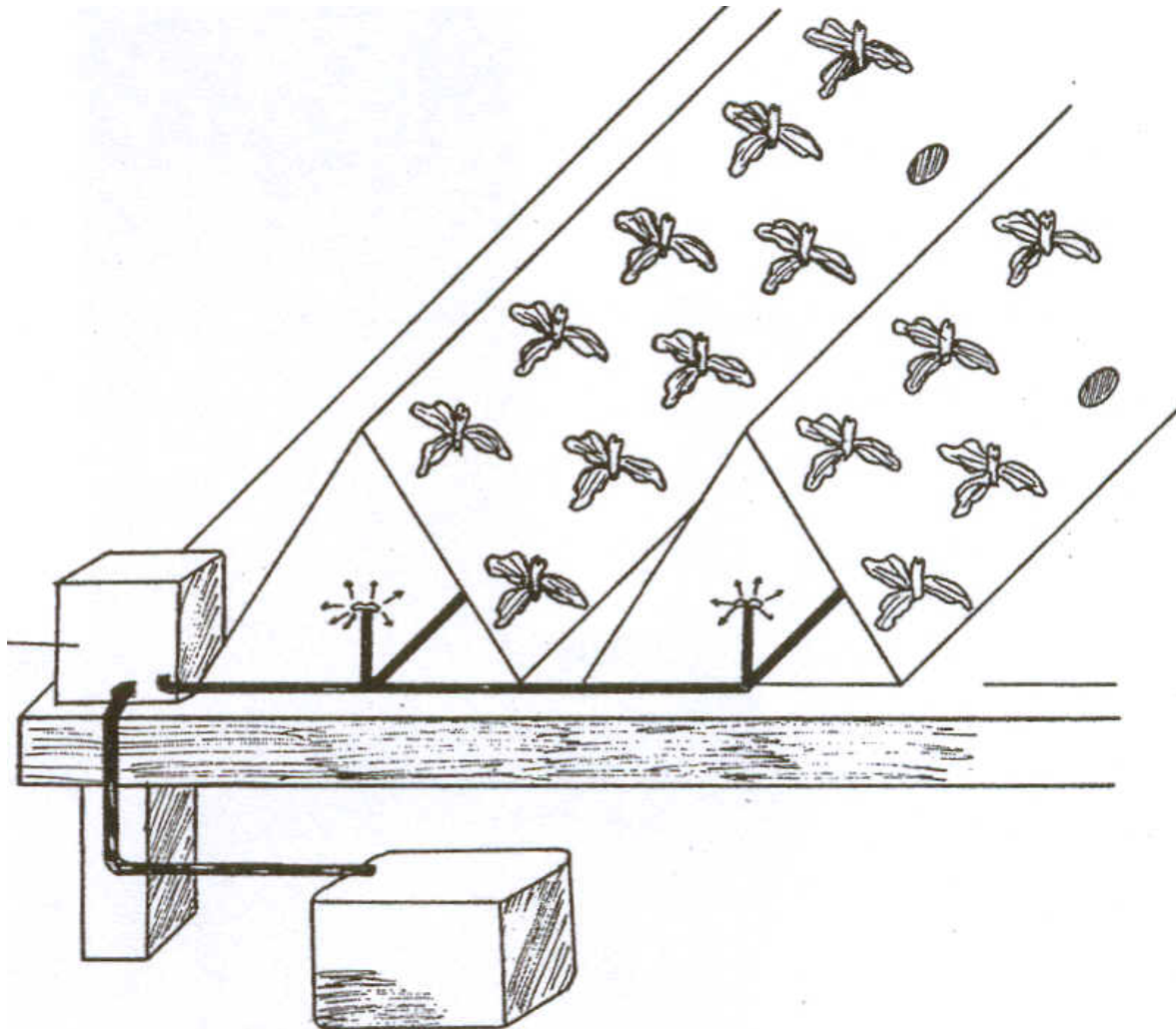
# Αεροπονική καλλιέργεια μαρουλιού







# Σχηματική απεικόνιση αεροτονικής καλλιέργειας σε κεκλιμένα πλαίσια





# Υδροπονική καλλιέργεια σε υποστρώματα 1/2

- Καλλιέργεια σε πυριτική άμμο
- Καλλιέργεια σε χαλίκι
- Καλλιέργεια σε πετροβάμβακα
- Καλλιέργεια σε περλίτη
- Καλλιέργεια σε ελαφρόπετρα
- Καλλιέργεια σε διογκωμένη άργιλο

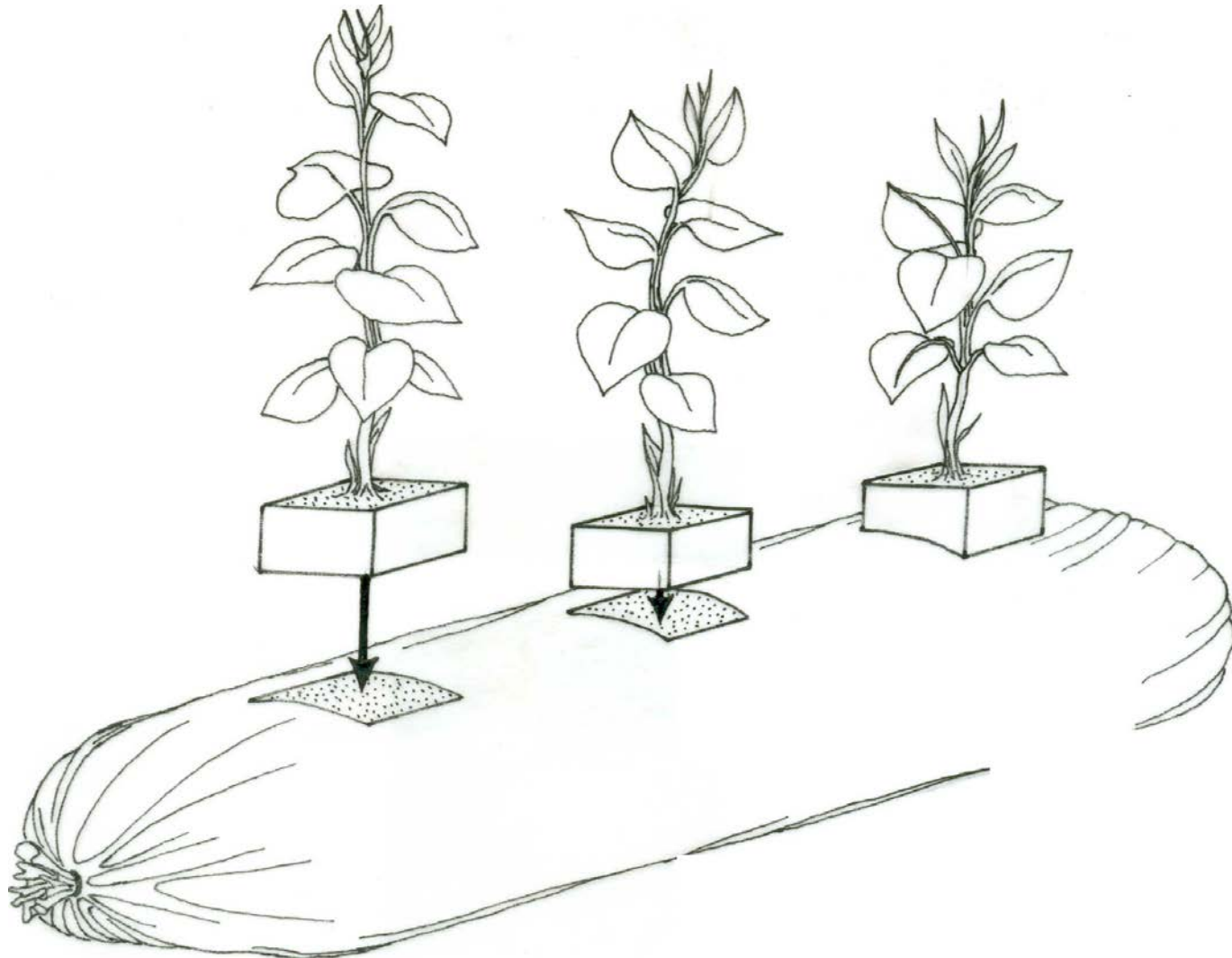


# Υδροπονική καλλιέργεια σε υποστρώματα 2/2

- Καλλιέργεια εκτός εδάφους σε σάκους
- Καλλιέργεια εκτός εδάφους σε πορώδεις πλάκες
- Καλλιέργεια εκτός εδάφους σε γλάστρες
- Καλλιέργεια εκτός εδάφους σε φυτοδοχεία
- Καλλιέργεια εκτός εδάφους σε κανάλια
- Κάθετη καλλιέργεια εκτός εδάφους

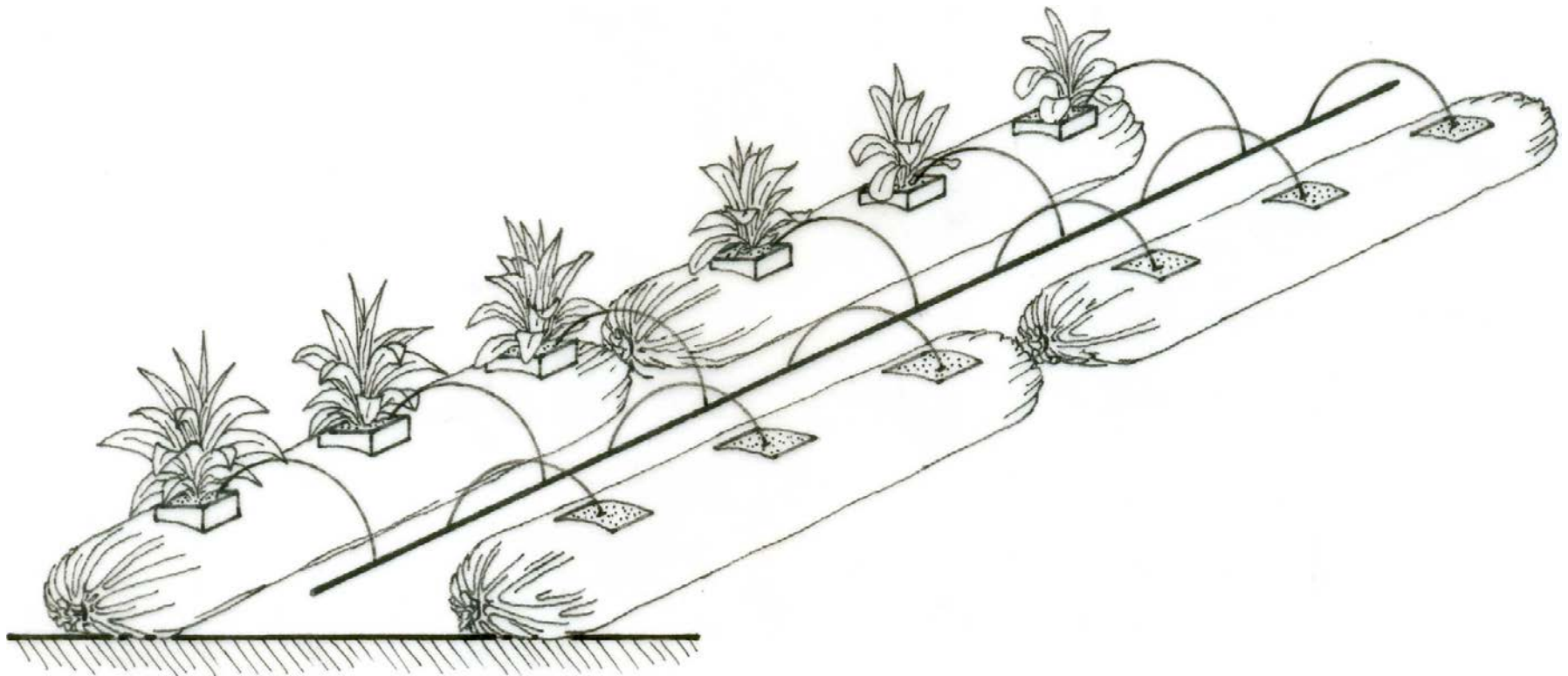


# Καλλιέργεια σε σάκους





# Σχηματική απεικόνιση τρόπου διάταξης μίας καλλιέργειας σε σάκους γεμισμένους με υπόστρωμα





# Καλλιέργεια τομάτας σε σάκκους με περλίτη







# Καλλιέργεια αγγουριού σε σάκους με τύρφη



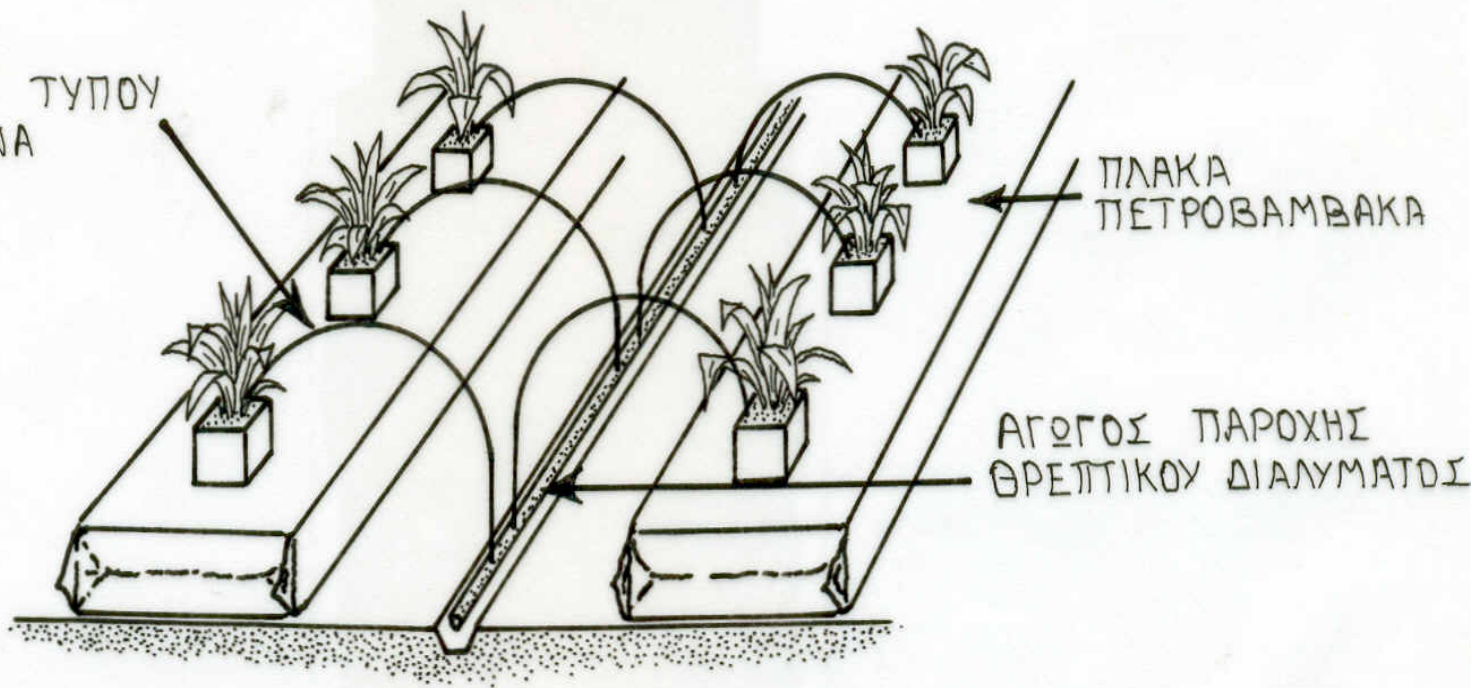


# Σχηματική απεικόνιση καλλιέργειας σε σάκους με πλάκες πετροβάμβακα

ΣΤΑΛΑΚΤΗΣ ΤΥΠΟΥ  
ΜΙΚΡΟΣΙΩΛΗΝΑ

ΠΛΑΚΑ  
ΠΕΤΡΟΒΑΜΒΑΚΑ

ΑΓΩΓΟΣ ΠΑΡΟΧΗΣ  
ΘΡΕΠΤΙΚΟΥ ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ







# Καλλιέργεια τομάτας σε πετροβάμβακα





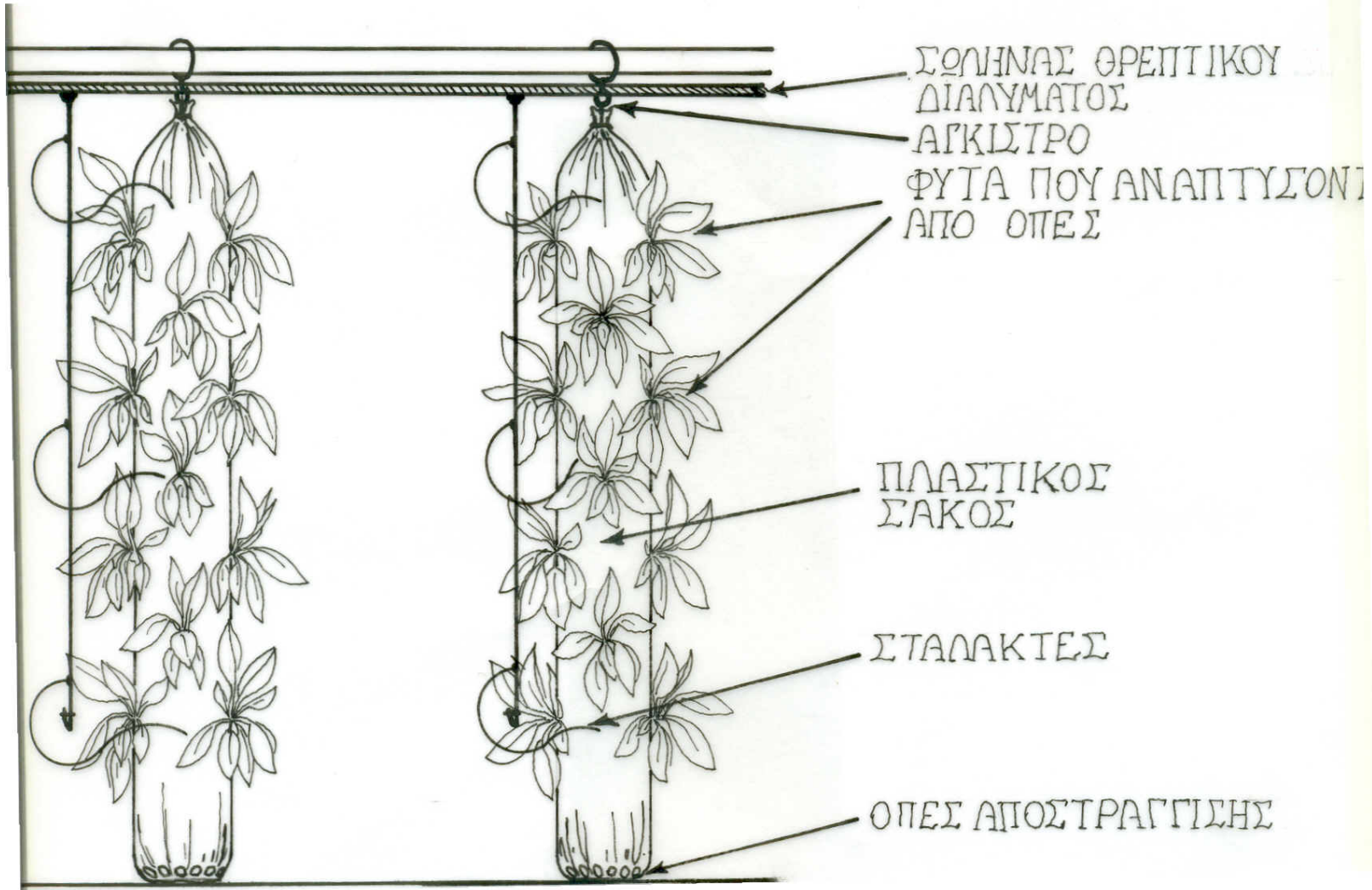


# Καλλιέργεια πιπεριάς σε πετροβάμβακα





# Κάθετη καλλιέργεια σε σάκους







# Σταμναγκάθι σε κάθετη καλλιέργεια με σάκους γεμισμένους με ελαφρόπετρα







# Καλλιέργεια σε φυτοδοχεία γεμισμένα με υπόστρωμα



Μελιτζάνα σε γλάστρες με πυριτική άμμο



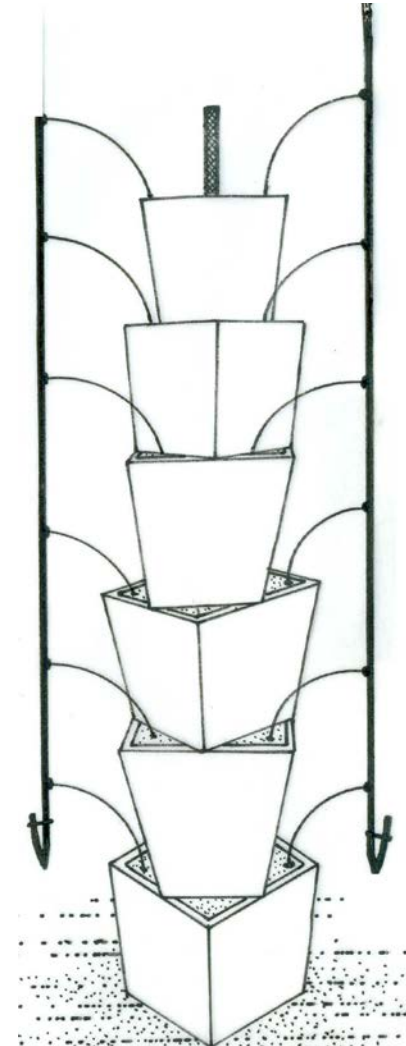


# Αγγούρι καλλιεργούμενο σε γλάστρες





# Κάθετη καλλιέργεια σε γλάστρες







# Τομάτα σε αυτοσχέδια φυτοδοχεία







# Τομάτα σε φυτοδοχεία με περλίτη



8 13:42



# Καλλιέργεια σε κανάλια γεμισμένα με υπόστρωμα





# Τομάτα καλλιεργούμενη σε κανάλια γεμισμένα με κοκκώδες υπόστρωμα







# Καλλιέργεια αγγουριού σε κανάλια με ελαφρόπετρα







# Καλλιέργεια τομάτας σε κανάλια με ελαφρόπετρα





# Καλλιέργεια μαρουλιού σε κανάλια με ελαφρόπετρα







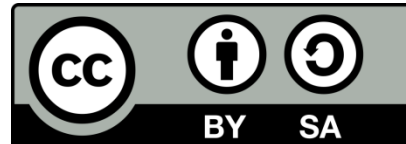
# Κόκος σε κανάλι





# Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδεια χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.







# Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στο πλαίσιο του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο την αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.





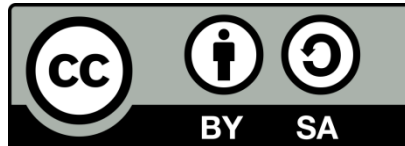
# Σημείωμα Αναφοράς

- Copyright Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών. Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής. Δημήτριος Σάββας, Χάρολντ Πάσσαμ, «Γενική Λαχανοκομία». Έκδοση: 1.0. Αθήνα 2014. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση:  
<https://oceclass.aua.gr/courses/OCDCS105/>



# Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά, Παρόμοια Διανομή 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. 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».



Η άδεια αυτή ανήκει στις άδειες που ακολουθούν τις προδιαγραφές του Ορισμού Ανοικτής Γνώσης [2], είναι ανοικτό πολιτιστικό έργο [3] και για το λόγο αυτό αποτελεί ανοικτό περιεχόμενο [4].

[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

[2] <http://opendefinition.org/okd/ellinika/>

[3] <http://freedomdefined.org/Definition/EI>

[4] <http://opendefinition.org/buttons/>



# Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

- το Σημείωμα Αναφοράς
- το Σημείωμα Αδειοδότησης
- τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
- το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει)

μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.