



ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

AGRICULTURAL UNIVERSITY OF ATHENS

# ΓΕΝΙΚΗ ΛΑΧΑΝΟΚΟΜΙΑ

## Ενότητα 9<sup>η</sup>:

## Άρδευση Λαχανικών

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





# Τρόποι άρδευσης λαχανοκομικών καλλιεργειών

- Άρδευση με αυλάκια
- Άρδευση με καταιονισμό
- Άρδευση με σταγόνα



# Άρδευση με αυλάκια

## Παρωχημένη μέθοδος

- Πολλά εργατικά
- Ανομοιόμορφη κατανομή νερού
- Σπατάλη νερού



# Άρδευση με καταιονισμό

- Σπατάλη νερού
- Διαβροχή φυλλώματος
- Κατάλληλο και για φυτώρια
- Επιδαπέδιο ή ψεκασμός από πάνω
- Για χαμηλής ανάπτυξης λαχανικά





# Άρδευση με σταγόνα

- Η πιο συνηθισμένη μέθοδος άρδευσης
- Οικονομία νερού
- Ελάχιστα εργατικά
- Ομοιομορφία παροχής
- Προσιτό κόστος





# Χαρακτηριστικά συστημάτων άρδευσης

- Δυναμικότητα
- Ομοιομορφία



$$Q = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n |x_i - A|}{nA}$$



# Αλατότητα αρδευτικού νερού

- Αλατότητα είναι η υπερβολική συγκέντρωση διαλυτών αλάτων (ανόργανων ιόντων) στο διάλυμα που βρίσκεται στην περιοχή του ριζοστρώματος (εδαφικό διάλυμα ή τεχνητό θρεπτικό διάλυμα)
- Τα ιόντα που βρίσκονται σε υπερβολική συγκέντρωση συνήθως είναι το  $\text{Na}^+$  και το  $\text{Cl}^-$ , ενώ σε μικρότερο βαθμό υπεύθυνα για την αλατότητα μπορούν να είναι και το  $\text{Ca}^{2+}$ , το  $\text{Mg}^{2+}$ , το  $\text{SO}_4^{2-}$  και το  $\text{HCO}_3^-$ .



# Μονάδες μέτρησης αλατότητας

- Μονάδες άμεσης έκφρασης της ολικής συγκέντρωσης διαλυτών αλάτων:
  - g/l, mmol/l, meq/l
- Μονάδες έμμεσης έκφρασης της συγκέντρωσης διαλυτών αλάτων:
  - ηλεκτρική αγωγιμότητα σε mmhos/cm ή dS/m
  - οσμωτικό δυναμικό σε bar ή kPa ή at

**Στα νερά κατά προσέγγιση ισχύει η σχέση:**

$$1 \text{ dS/m} = 10 \text{ meq/L}$$





# Πρόβλημα που προκαλεί στα φυτά η αλατότητα

- Όταν τα φυτά απορροφούν περισσότερα άλατα από όσα χρειάζονται για την θρέψη τους προκαλούνται διαταραχές στις ζωτικές λειτουργίες του κυττάρου οι οποίες είναι γνωστές ως τοξικότητες.
- Όταν τα φυτά παρεμποδίζουν την είσοδο των αλάτων που δεν χρησιμεύουν στην θρέψη τους, δυσκολεύονται να απορροφήσουν νερό λόγω αυξημένου οσμωτικού δυναμικού στο εξωτερικό διάλυμα.



# Αντίδραση φυτών στην αλατότητα με περιορισμό της απορρόφησης αλάτων

- Αποκλεισμός των ιόντων που δεν είναι απαραίτητα για την θρέψη του φυτού από το εσωτερικό των κυττάρων και ιδιαίτερα από τα κύτταρα που επιτελούν ζωτικές λειτουργίες όπως η φωτοσύνθεση.
- Τέτοιου είδους μηχανισμοί χαρακτηρίζουν φυτά με μικρού μέχρι μέτριου βαθμού ανεκτικότητα στην αλατότητα.



# Μηχανισμοί αποκλεισμού 1/2

- Παρεμπόδιση εισόδου ανεπιθύμητων ιόντων στον πρωτοπλάστη
- Μηχανισμοί ενεργού απέκκρισης
- Συσσώρευση σε παρεγχυματικούς ιστούς κατώτερων οργάνων όπως οι ρίζες και οι βλαστοί



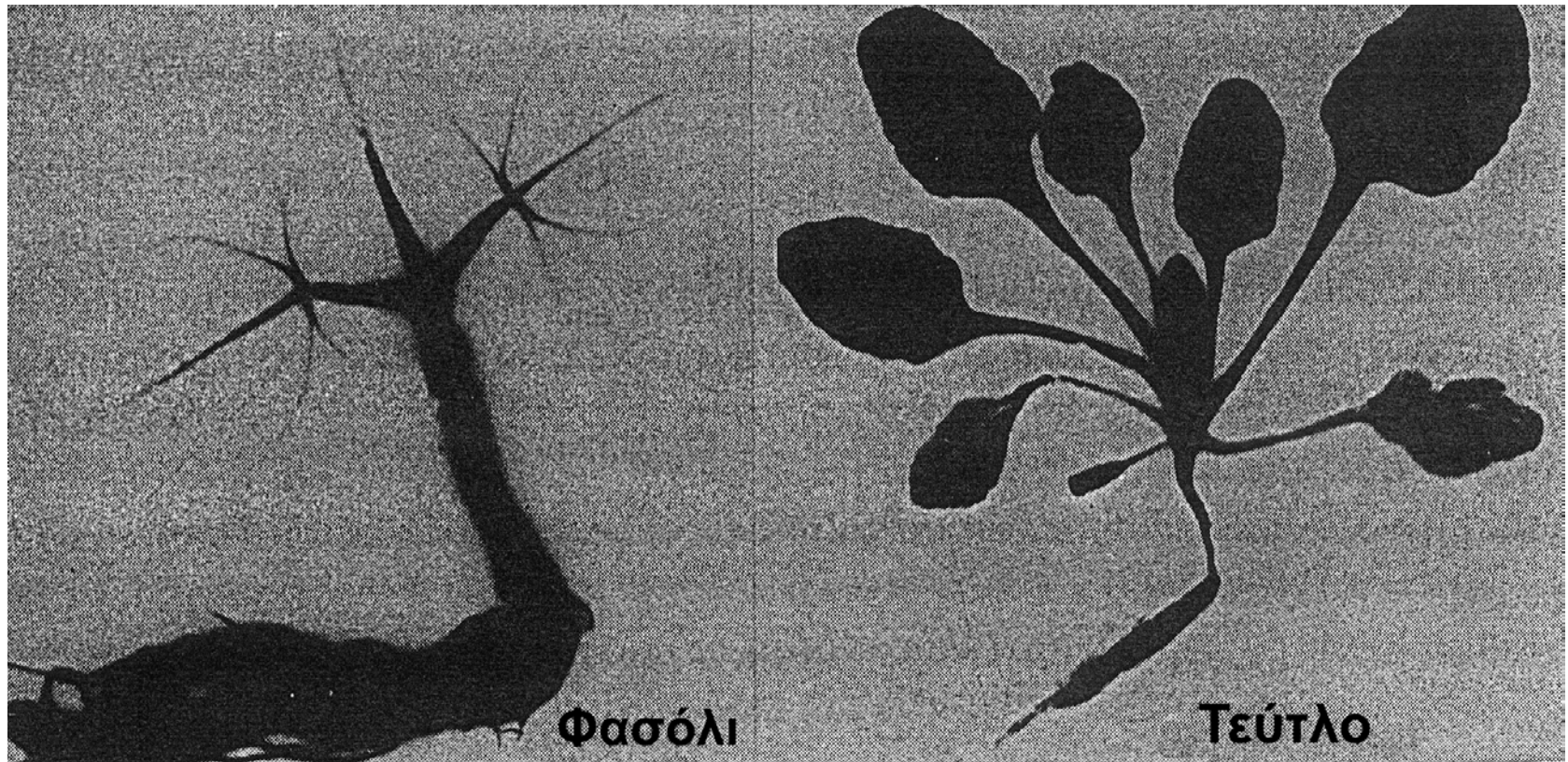
# Μηχανισμοί αποκλεισμού 2/2

- Μεταφορά αλάτων από φύλλα σε ρίζα και αποβολή τους
- Μερικό κλείσιμο στοματίων με στόχο την μείωση της διαπνοής και επομένως του ρυθμού μεταφοράς αλάτων προς τα φύλλα μέσω του ανιόντος χυμού



# Κατανομή ραδιενεργού Na μέσα σε φυτικούς ιστούς φασολιού και τεύτλου

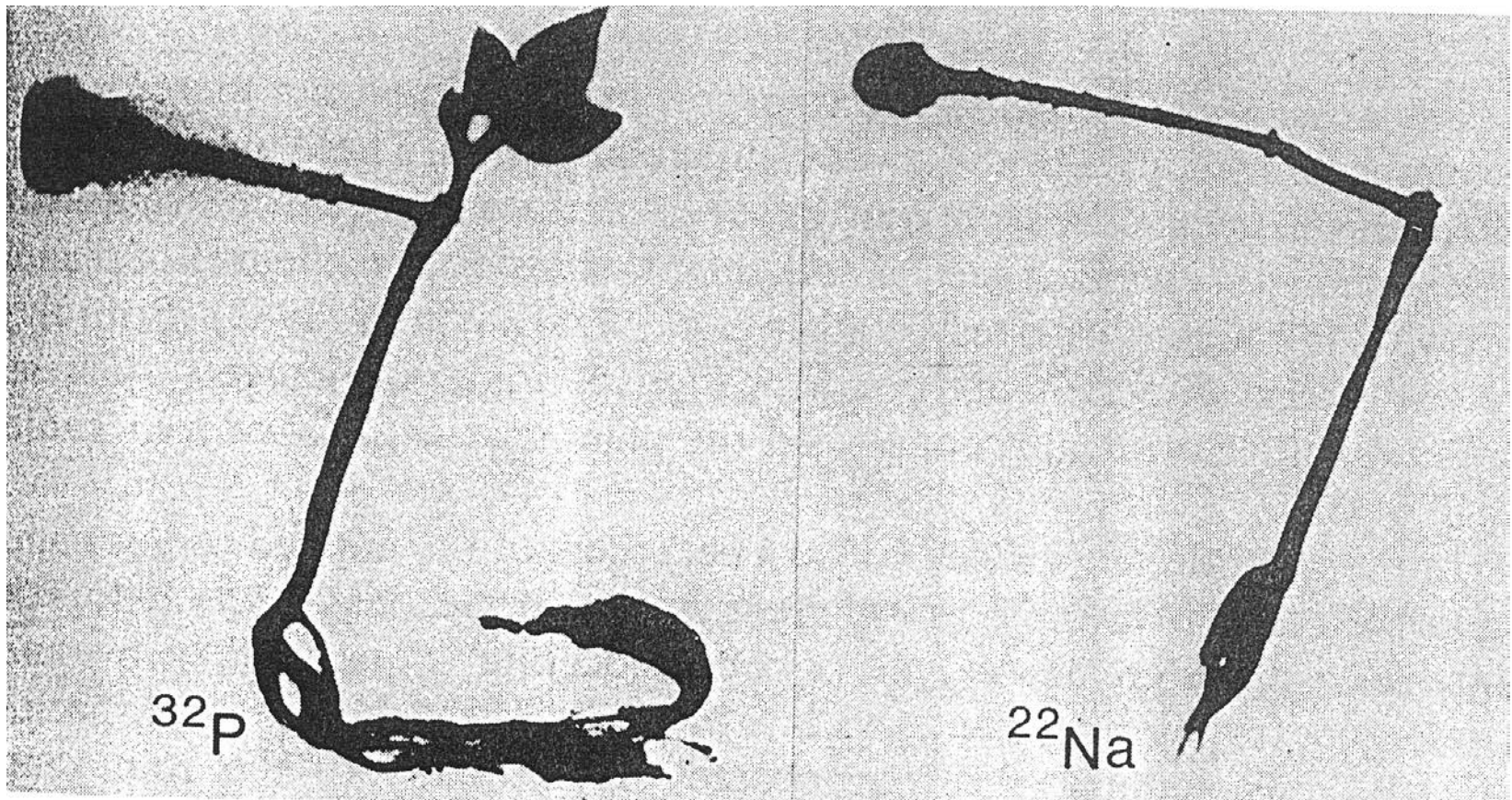
(ακτινογραφία 24 ώρες μετά την χορήγησή του από την ρίζα)





# Ανακατανομή ραδιενεργού Na και P στους φυτικούς ιστούς φασολιού μετά από διαφυλλική εφαρμογή τους σε νεαρό, πλήρως ανεπτυγμένο φύλλο

(ακτινογραφία 24 ώρες)





# Συνέπειες στρατηγικής αποκλεισμού 1/3

- Καθώς αυξάνονται οι συγκεντρώσεις αλάτων στο εξωτερικό μέσο, οι μηχανισμοί ενεργού απέκκρισης αυτών εκτός των κυττάρων φθάνουν στον κορεσμό.
- Έτσι, δεν μπορούν πλέον να ανταποκριθούν στην αυξημένη τάση εισόδου και μεταφοράς των ανεπιθύμητων αλάτων στα μεταβολικά ενεργά κύτταρα των φύλλων της κορυφής του φυτού.



# Συνέπειες στρατηγικής αποκλεισμού 2/3

- Η απέκκριση των ανεπιθύμητων αλάτων είτε προς το εξωτερικό μέσο είτε προς τα αποθηκευτικά κύτταρα του φλοιώδους παρεγχύματος γίνεται με δαπάνες ενέργειας με συνέπεια να επιβαρύνεται σημαντικά το ενεργειακό ισοζύγιο του φυτού.
- Το μερικό κλείσιμο των στοματίων μειώνει τον ρυθμό φωτοσύνθεσης, οπότε ελαττώνεται ο ρυθμός αύξησης του φυτού.





# Συνέπειες στρατηγικής αποκλεισμού 3/3

- Δυσχέρειες στην απορρόφηση νερού επειδή το ωσμωτικό δυναμικό στο εξωτερικό μέσο είναι πολύ υψηλό ενώ μέσα στα κύτταρα του μεσοφύλλου διατηρούνται χαμηλές συγκεντρώσεις αλάτων.
- Τα φυτά αναγκάζονται να παράγουν περισσότερες διαλυτές, μη τοξικές οργανικές ουσίες, ώστε να αυξήσουν το ωσμωτικό τους δυναμικό και να απορροφούν άλατα, με συνέπεια να επιβαρύνεται το ενεργειακό τους ισοζύγιο ακόμη περισσότερο.



# Αντίδραση φυτών στην αλατότητα με διαμερισμό τους μέσα στα κύτταρα 1/2

- Απορρόφηση μεγάλων ποσοτήτων από τα πλεονάζοντα ιόντα στον χώρο των ριζών
- Αυτό αυξάνει το οσμωτικό δυναμικό των κυττάρων, οπότε το νερό απορροφάται απρόσκοπτα
- Τα στομάτια δεν χρειάζεται να κλείσουν, οπότε δεν μειώνεται ο ρυθμός φωτοσύνθεσης



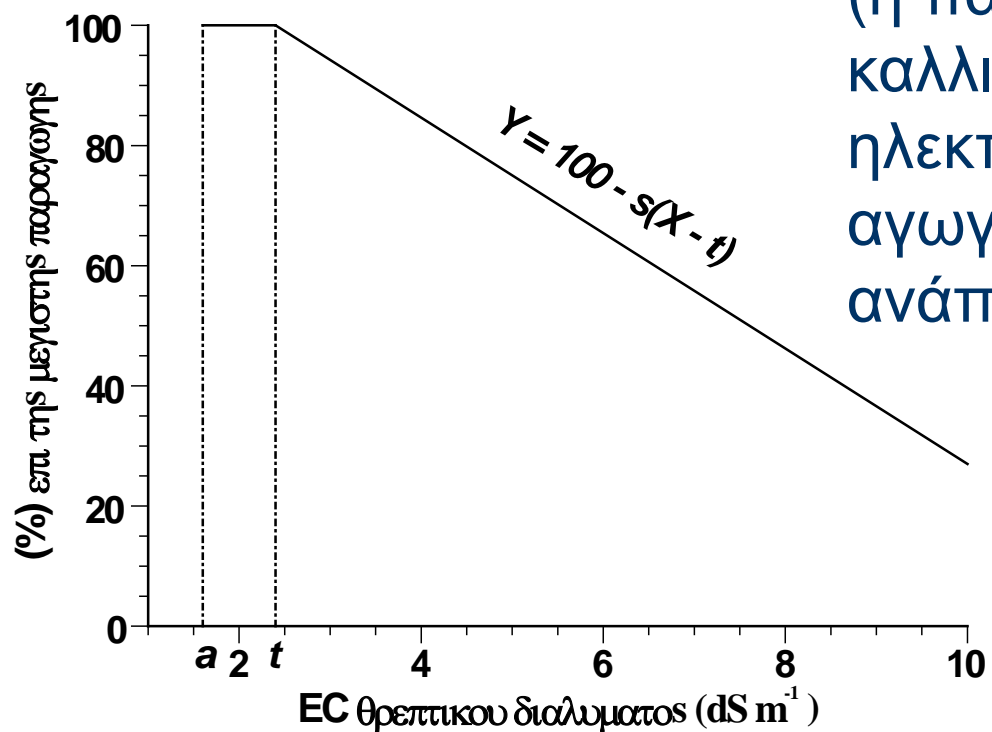
# Αντίδραση φυτών στην αλατότητα με διαμερισμό τους μέσα στα κύτταρα 2/2

- Απαιτούνται μηχανισμοί προσαρμογής των κυττάρων σε υψηλά επίπεδα αλάτων στο εσωτερικό τους
- Αυτό γίνεται με διαμερισμό τους σε χώρους που δεν προκαλούν τοξικότητα (χυμοτόπια, μεταβολικά μη ενεργά κύτταρα)
- Στα φωτοσυνθετικά ενεργά κύτταρα, το ωσμωτικό δυναμικό του κυτοπλάσματος εξισορροπείται με αυτό του χυμοτοπίου με διαλυτές οργανικές ουσίες



# Αντίδραση φυτών στην αλατότητα με διαμερισμό τους μέσα στα κύτταρα 3/3

- Τέτοιου είδους μηχανισμοί χαρακτηρίζουν φυτά με υψηλού βαθμού ανεκτικότητα στην αλατότητα (αλόφυτα)
- Η αυξημένη ανοχή των αλοφύτων στην αλατότητα δεν οφείλεται σε αυξημένη αντοχή των ενζύμων στην παρουσία αλάτων



Πρότυπο σχέσης  
μεταξύ αύξησης φυτού  
(ή παραγωγής της  
καλλιέργειας) και  
ηλεκτρικής  
αγωγιμότητας στο μέσο  
ανάπτυξης



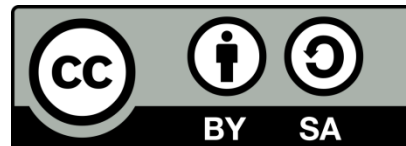
Καλλιέργεια	STV (dS m <sup>-1</sup> )	SYD (0%)	Βιβλιογραφική πηγή
Ανθούριο	08.09	7.8-13.2	Sonneveld and Voogt, 1993
Μπουβάρντια	2.1	16.8	Sonneveld et al. 1999
Γαρίφαλο	4.3	3.9	Sonneveld et al. 1999
Αγγούρι	2.3-3.5	5.6-5.8	Sonneveld and Van der Burg, 1991
Μελιτζάνα	1.93	8.0	Savvas and Lenz, 1994b
Ζέρμπερα	1.5	9.8	Sonneveld et al. 1999
Μαρούλι	4.6	4.5	Shannon et al. 1983
Λίλιο	1.6	4.6-9.6	Sonneveld et al. 1999
Τριαντάφυλλο	2.1	5.3	Sonneveld et al. 1999
Πιπεριά	2.8	7.6	Sonneveld and Van der Burg, 1991
Τουμάτο	2.5-2.9	2.3-7.2	Sonneveld and Van der Burg, 1991

Ανώτατες επιτρεπτές τιμές αλατότητας (STV) και ρυθμός μείωσης παραγωγής λόγω αλατότητας (SYD) για μερικά ανθοκομικά και λαχανοκομικά φυτά σε υδροπονική καλλιέργεια



# 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.







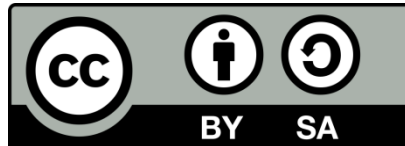
# Σημείωμα Αναφοράς

- 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.