

## Εισαγωγή

Η εφαρμογή των τενσιομέτρων για σκοπούς ελέγχου της άρδευσης χρονολογείται, σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, στο δεύτερο μισό της δεκαετίας του 1920. Η ευρεία χρήση που ακολούθησε συνίσταται στο γεγονός ότι τα τενσιόμετρα ή τασίμετρα αποτελούν την πιο εύκολη μέθοδο έμμεσου προσδιορισμού της υγρασίας στο χωράφι με μέτρηση της **τάσης της εδαφικής υγρασίας (μετρικό δυναμικό)**.

Τα κλασικού τύπου τενσιόμετρα αποτελούνται από μία πορώδη καλύπτρα από πορσελίνη, από ένα όργανο μέτρησης της πίεσης (μεταλλικό ή υδραργυρικό μανόμετρο) και από ένα π्लाστικό σωλήνα, ο οποίος γεμίζεται με νερό και απομονώνεται με τη χρησιμοποίηση πώματος.



Τα τενσιόμετρα τοποθετούνται κατά το μεγαλύτερο μέρος τους υπόγεια με την καλύπτρα να βρίσκεται στο σημείο όπου υπάρχει ανεπτυγμένο το ενεργό ριζικό σύστημα των φυτών σε πλήρη επαφή με το έδαφος. Στόχος είναι η μέτρηση της τάσης της εδαφικής υγρασίας, αφού προηγηθεί εξισορρόπηση της πίεσης με το δυναμικό πίεσης του νερού του τενσιόμετρου με την είσοδο ή την έξοδο του από την καλύπτρα.

Το δυναμικό του εδαφικού νερού που μπορεί να μετρηθεί με τη χρήση τενσιόμετρου είναι περιορισμένο και ανέρχεται στα 80J/Kg (85k Pa ή 0,85 bar). Πέραν από την τάση αυτή εμφανίζονται φυσαλίδες αέρα στην κορυφή του οργάνου, που σταδιακά αυξάνονται, καθώς το έδαφος ξηραίνεται, με αποτέλεσμα την απώλεια νερού από το όργανο και τις εσφαλισμένες ενδείξεις.

## Περιγραφή τρόπου λειτουργίας των τενσιομέτρων

Αμέσως μετά την εγκατάσταση των τενσιομέτρων στον αγρό, ανάλογα με το περιεχόμενο νερό στο έδαφος, αυτό μπορεί να εισέλθει ή να εξέλθει από την καλύπτρα του τενσιόμετρου μέχρι να επιτευχθεί εξισορρόπηση μεταξύ εδαφικού διαλύματος και νερού οργάνου. Αν το έδαφος είναι ακόρεστο, τότε νερό εξέρχεται από την καλύπτρα δημιουργώντας στο σωλήνα μερικό κενό που

καταγράφεται από το μανόμετρο. Στη συνέχεια, αν υπάρξει αύξηση της εδαφικής υγρασίας, τότε νερό εισέρχεται στο σωλήνα διαμέσου της καλύπτρας με αποτέλεσμα το κενό να περιοριστεί και η αντίστοιχη αρνητική πίεση που καταγράφεται από το μανόμετρο να πλησιάσει το μηδέν.

Νοούμενου ότι το όργανο έχει τοποθετηθεί και εργάζεται ορθά, μηδενική ένδειξη του τενσιόμετρου σημαίνει ότι το έδαφος είναι κορεσμένο. Στην περίπτωση αυτή όλοι οι πόροι του είναι γεμάτοι με νερό.

## Πλήρωση του τενσιόμετρου με νερό

Η πλήρωση του τενσιόμετρου με νερό αποτελεί την πιο σημαντική διαδικασία για τη διεξαγωγή ομαλών μετρήσεων. Είναι απαραίτητο όπως γίνουν τα πιο κάτω:

- Τοποθέτηση του τενσιόμετρου για 24 ώρες τουλάχιστο σε ένα δοχείο με νερό, έτσι ώστε να επέλθει κορεσμός της πορώδους καλύπτρας.
- Ακολουθεί η πλήρωσή του με νερό. Η διαδικασία πρέπει να είναι πολύ αργή για την αποφυγή παγίδευσης αέρα, που γίνεται αντιληπτός με την εμφάνιση φυσαλίδων πάνω στα πλευρικά τοιχώματα του σωλήνα. Στην περίπτωση που παρατηρηθεί εγκλωβισμός αέρα, τότε αυτός πρέπει να απελευθερωθεί με τη βοήθεια συρμάτινου π्लाστικοποιημένου καλωδίου. Το νερό που χρησιμοποιείται για την πλήρωση των τενσιόμετρων συστήνεται όπως είναι αποσταγμένο ή ακόμα και νερό το οποίο προηγουμένως είχε φτάσει στο σημείο βρασμού του.
- Στη συνέχεια κλείνουμε το άνω μέρος του τενσιόμετρου και το τοποθετούμε κάθετα μέχρι να στεγνώσει η πορώδης επιφάνειά του. Οι φυσαλίδες, που ενδεχομένως να δημιουργηθούν κατά τη διαδικασία αυτή, είναι ένδειξη ότι υπάρχει παγιδευμένος αέρας εντός του νερού, ο οποίος πρέπει να απελευθερωθεί, ανοίγοντας το πώμα και επαναλαμβάνοντας τη διαδικασία απελευθέρωσης του αέρα ως τα πιο πάνω.
- Η πιο πάνω διαδικασία επαναλαμβάνεται όσες φορές χρειαστεί, για να απελευθερωθεί όλος ο εγκλωβισμένος αέρας και το όργανο να καταστεί έτοιμο για χρήση.

## Εγκατάσταση και διαχείριση των τενσιομέτρων

### στον αγρό

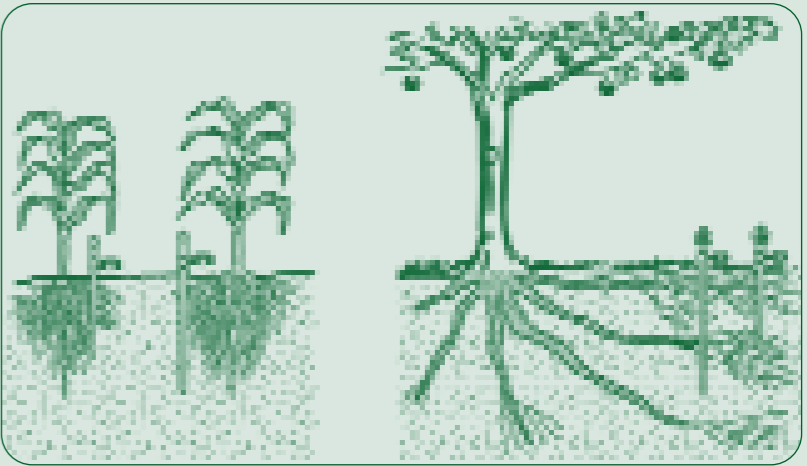
Η εγκατάσταση των τενσιομέτρων είναι μια διαδικασία η οποία απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή και λεπτούς χειρισμούς, αφού πρόκειται για όργανο με ευπαθή εξαρτήματα, ιδιαίτερα δε η πορώδης καλύπτρα.

Κατά την εγκατάστασή τους αρχικά γίνεται εκσκαφή χώματος (με δειγματολήπτη εδάφους εάν είναι διαθέσιμος), της οποίας το βάθος της φτάνει λίγο πιο πάνω από το τελικό επιθυμητό βάθος. Τοποθετείται το όργανο και απαλά σπρώχνεται προς τα κάτω στην τελική του θέση, έτσι ώστε να έχει πολύ καλή επαφή με το έδαφος που το περιβάλλει. Εάν το έδαφος είναι σκληρό, τότε τοποθετείται λίγο νερό στον πυθμένα του. Το βάθος όπου θα τοποθετηθεί το τενσιόμετρο εξαρτάται κατά κύριο λόγο από το βάθος του ενεργού ριζοστρώματος της καλλιέργειας και σε αντιπροσωπευτικό σημείο της εδαφικής υγρασίας της άρδευσης. Στον πίνακα που ακολουθεί δίνονται ενδεικτικές τιμές βάθους ριζοστρώματος διάφορων καλλιεργειών. Αφού τοποθετηθεί το όργανο στη θέση του, γίνεται επαναφορά του χώματος και ακολουθεί συμπίεση του εδάφους.

ΒΑΘΟΣ ΡΙΖΟΣΤΡΩΜΑΤΟΣ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ(m)	
ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ	ΒΑΘΟΣ ΡΙΖΟΣΤΡΩΜΑΤΟΣ
Καλαμπόκι	0,9-1,8
Σιτηρά	0,9-1,8
Μηδική	1,5-2,4
Φυλλοβόθα Οπωροφόρα	1,5-2,4
Εσπεριδοειδή	1,5
Αμπέλια	1,5
Πατάτα	0,6-0,9
Ντομάτα	1,2-1,5
Σπανάκι	0,3-0,6
Σέλινο	0,3-0,45
Αγγούρι	0,3-0,45

Συνήθως τα τενσιόμετρα, στην περίπτωση που το έδαφος είναι ομοιογενές, τοποθετούνται στο ίδιο σημείο ανά ζεύγη για την ανάγνωση της τάσης της εδαφικής υγρασίας, στο άνω και στο κάτω ριζικό στρώμα. Νοούμενου ότι το δυναμικό πίεσης παρουσιάζει έντονη μεταβλητότητα μέσα σε ένα χωράφι και το τενσιόμετρο κάνει

μόνο σημειακή μέτρηση, είναι αυτονόητο ότι μετρήσεις πρέπει να γίνονται σε αρκετές θέσεις και σε διαφορετικά βάθη για την απόκτηση αντιπροσωπευτικής εικόνας του δυναμικού πίεσης.



Στις περισσότερες λαχανοκομικές, γραμμικές σε φύτευση, καλλιέργειες όπου εφαρμόζεται το σύστημα άρδευσης με σταγόνες, τα τενσιόμετρα τοποθετούνται επί της γραμμής φύτευσης σε απόσταση 30-45 εκ. μακριά από τη σταγόνα. Στην περίπτωση όπου έχουμε άρδευση με τεχνητή βροχή, τότε τοποθετούνται σε αντιπροσωπευτικό σημείο όπου δεν παρατηρείται λίμνασμα νερού ή γρήγορη διήθησή του.

Σχετικά με τις ενδείξεις των τενσιομέτρων να αναφέρουμε ότι σε αμμώδη τύπου εδάφη, όπου η συγκράτηση και αποθήκευση του νερού είναι εξαιρετικά χαμηλή, η εδαφική υγρασία συστήνεται να διατηρείται σε ένδειξη μεταξύ 15-25 centibars.

Σε μέσης σύστασης εδάφη και σε ενδείξεις μεταξύ 20 και 60 centibars υπάρχει αρκετά καλός αερισμός του εδάφους και επίσης πολύ καλή κίνηση της υγρασίας.

Σε ένα βαρετού τύπου αργιλώδες έδαφος, ένδειξη μέχρι και 70 centibars μπορεί να θεωρηθεί φυσιολογική, αφού τέτοιου τύπου εδάφη συγκρατούν περισσότερη εδαφική υγρασία.

Τιμές πέραν των 80 centibars πρέπει να είναι απαγορευτικές, γιατί θεωρητικά έχει πάψει κάθε κίνηση του νερού στο έδαφος και τα φυτά δεν προσλαμβάνουν νερό.

Συνοπτικά στον ακόλουθο πίνακα αναγράφονται ενδεικτικές τιμές τάσεις, οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν οδηγός για έναρξη της άρδευσης σε διάφορες καλλιέργειες.

ΕΝΔΕΙΞΗ ΟΡΓΑΝΟΥ ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΟ ΠΟΤΙΣΜΑ (centibars)			
ΤΥΠΟΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ	ΤΥΠΟΣ ΕΔΑΦΟΥΣ		
	Ελαφρά	Μέσης Σύστασης	Βαρετά
<b>ΛΑΧΑΝΟΚΟΜΙΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ</b>			
Πρώιμα υπό κάλυψη(άρδευση με σταγόνες)	10-12	15-18	18-25
Πρώιμα υπαίθρια(άρδευση με σταγόνες)	15	25	30
Κανονική-Καλοκαιρινή (άρδευση με σταγόνες)	20	30	35
Κανονική-Καλοκαιρινή(άρδευση με τεχνητή βροχή)	30	40	50
<b>ΔΕΝΤΡΩΔΕΙΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ</b>			
Εσπεριδοειδή και Φυλλοβόλια (άρδευση με σταγόνες)	10	15	25
Εσπεριδοειδή και Φυλλοβόλια (άρδευση με μικροεκτοξευτήρες)	30	40	50
<b>ΤΡΟΠΙΚΑ ΦΥΤΑ</b>			
Μπανάνες (άρδευση με σταγόνες)	20	30	40
Μπανάνες (άρδευση με μικροεκτοξευτήρες)	25	35	45

### Συντήρηση – αποθήκευση τενσιομέτρων

Ανεξάρτητα με την καλλιέργεια που έχουν χρησιμοποιηθεί τα τενσιόμετρα με τη λήξη της αρδευτικής περιόδου πρέπει να εξέρχονται του εδάφους και να συντηρούνται.

Η συντήρησή τους περιλαμβάνει το άδειασμα του νερού που περιέχουν και το πολύ καλό ξέπλυμά του με αποσταγμένο νερό. Συνήθως, τα τενσιόμετρα γεμίζονται με αποσταγμένο νερό και αφήνονται έτσι ώστε να φύγει μέσω του πορώδους κυπέλλου για να ξεπλύνει τα άλατα που συγκεντρώθηκαν γύρω του κατά τη διάρκεια της αρδευτικής περιόδου, έτσι ώστε το πορώδες κύπελλο να διατηρηθεί σε όσο το δυνατό καλύτερη κατάσταση, αποφεύγοντας κλεισίματα των πόρων του.

### Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα στη χρήση τους

Η συμβολή των τενσιομέτρων στην εξοικονόμηση ποσοτήτων νερού με τον καθορισμό του χρόνου και της ποσότητας του νερού που δίνεται για άρδευση, είναι αναμφισβήτητη. Παράλληλα, αποτελούν απλές συσκευές στη χρήση τους και ίσως τις πιο αξιόπιστες στο εύρος τιμών που εργάζονται.

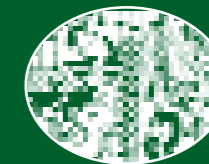
Μπορούν να χρησιμοποιηθούν ανεξάρτητα από το οσμωτικό δυναμικό του εδαφικού νερού (τα συνολικά διαλυτά άλατα), αφού αυτά μπορούν να εισέλθουν ή να εξέλθουν από το κεραμικό κάλυμμα.

Το κυριότερο μειονέκτημά τους είναι το περιορισμένο περιθώριο μέτρησης του δυναμικού του εδαφικού νερού, όπου περιορίζει τη χρήση τους στα συνεκτικά εδάφη, αφού σε τάσεις μικρότερες της μίας ατμόσφαιρας αντιστοιχεί μόνο μικρό μέρος της διαθέσιμης υγρασίας στα φυτά.



### Πηγές – Βιβλιογραφία:

- A.Taylor, D.D. Evans, W.D Kemper "Evaluating Soil Water" Bulletin 426. Agricultural Experiment Station. Utah State University
- Robert M. Hagan, Howard R. Haise, Talcott W. Edminster. "Irrigation of agricultural lands"
- G.J. Hoffman, T.A. Howell, K.H Solomon. "Management of Farm Irrigation Systems"
- Richard G. Allen, Luis S.Pereira, Dirk Raes, Martin Smith. F.A.O Irrigation and Drainage Paper. No 56. Crop Evapotranspiration 2 tense
- Ζ. Γ.Παπαζαφειρίου. Οι Ανάγκες σε Νερό των Καλλιεργειών (Bauos)



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ, ΦΥΣΙΚΩΝ  
ΠΟΡΩΝ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ  
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΡΓΙΑΣ

## Τα τενσιόμετρα



Κείμενο

ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΝΙΚΟΛΑΟΥ  
Λειτουργός Κλάδου Χρήσης Γης και Ύδατος

Επιμέλεια Έκδοσης

Κλάδος Γεωργικών Εφαρμογών του Τμήματος Γεωργίας

Γλωσσική και Καλλιτεχνική Επιμέλεια

Γραφείο Τύπου και Πληροφοριών

Φωτογραφίες: Αρχείο Κλάδου Χρήσης Γης και Ύδατος



Τυπώθηκε σε οπτικό/ηλεκτρονικό χρώμα



Γ.Τ.Π. 256/2010-1.000  
Εκδόθηκε από το Γραφείο Τύπου και Πληροφοριών

Εκτύπωση: Imprinta Ltd

Έκδοση 8/2010  
Λευκωσία - ΚΥΠΡΟΣ

