

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ  
& ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ  
Αριθμ. Πρωτοκ. 168  
Ημερομηνία 3-7-2007

ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ

**«ΑΡΔΕΥΣΗ ΧΛΟΟΤΑΠΗΤΑ ΜΕ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΑ ΥΓΡΑ ΑΣΤΙΚΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ»**

**ΚΑΜΙΝΙΩΤΗΣ ΑΧΙΛΛΕΑΣ-ΙΩΑΝΝΗΣ 621**

**Επιβλέπουσα Καθηγήτρια:**

**Μ. Σακελλαρίου - Μακραντωνάκη,**

**Διευθύντρια Εργαστηρίου Γεωργικής Υδραυλικής**



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ & ΚΕΝΤΡΟ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ  
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»**

Αριθ. Εισ.: 5936/1  
Ημερ. Εισ.: 11-10-2007  
Δωρεά: Συγγραφέα  
Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΤ – ΦΠΑΠ  
2007  
ΚΑΜ

ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ  
ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ  
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ

**«ΑΡΔΕΥΣΗ ΧΛΟΟΤΑΠΗΤΑ ΜΕ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΑ ΥΓΡΑ ΑΣΤΙΚΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ»**

**ΚΑΜΙΝΙΩΤΗΣ ΑΧΙΛΛΕΑΣ-ΙΩΑΝΝΗΣ**

ΠΡΟΠΤΥΧΙΑΚΟΣ ΦΟΙΤΗΤΗΣ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ,

ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ

ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια:

Μ. Σακελλαρίου - Μακραντωνάκη,

Διευθύντρια Εργαστηρίου Γεωργικής Υδραυλικής

**Εξεταστική επιτροπή**

**Σακελλαρίου-Μακραντωνάκη Μ.**, Καθηγήτρια Π.Θ.

**Σφουγγάρης Αθανάσιος**, Επίκουρος καθηγητής ,μέλος

**Μαυρομάτης Αθανάσιος**, Λέκτορας, μέλος

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια των ερευνητικών δραστηριοτήτων που διεξάγει το εργαστήριο Γεωργικής Υδραυλικής του Τμήματος Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας..

Το θέμα της πτυχιακής εργασίας, μου δόθηκε από την Καθηγήτρια του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας του τμήματος Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος, κυρία Μαρία Σακελλαρίου – Μακραντωνάκη.

Αισθάνομαι την υποχρέωση να ευχαριστήσω ιδιαίτερα την κυρία Μαρία Σακελλαρίου - Μακραντωνάκη για την οργάνωση και παρακολούθηση της διατριβής μου σε ολόκληρη την πορεία της.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω τη Δ.Ε.Υ.Α.Μ.Β. Βόλου και το προσωπικό του Βιολογικού Καθαρισμού για την πολύ καλή συνεργασία μας,στη μεταφορά των υγρών αστικών αποβλήτων.

Ακόμη θα ήθελα να ευχαριστήσω την μεταπτυχιακή φοιτήτρια Τζαβέλα Ευφροσύνη και την προπτυχιακή φοιτήτρια Τζανακούλη Ελένη για τη βοήθεια τους στις μετρήσεις και στις δειγματοληψίες που πραγματοποιήθηκαν για την διεκπεραίωση της παρούσας πτυχιακής.

Τον κ. Σπύρο Σουίπα καθώς και τους εργαζόμενους στο αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο, για την άψογη συνεργασία μας.

Τον Προϊστάμενο κ. Ι. Βαρβαρούση και το προσωπικό του Π.Ε.Γ.Ε.Α.Λ. Λάρισας, για την πολύτιμη βοήθεια τους κατά τη διεξαγωγή των εδαφολογικών αναλύσεων.

<b><u>ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ</u></b>	
<b>Περίληψη</b>	6
<b>A. Θεωρητικό μέρος</b>	8
<b>Κεφάλαιο 1</b>	8
<b>Γενικά για τον χλοοτάπητα</b>	8
<b>1.1 Χρήση του χλοοτάπητα</b>	9
<b>1.2 Μακροσκοπικά χαρακτηριστικά</b>	
<b>1.3 Λειτουργικά χαρακτηριστικά</b>	10
<b>1.4 Βοτανική και φυσιολογία του χλοοτάπητα</b>	11
1.4.1 Συστηματική βοτανική ταξινόμηση.	11
1.4.2 Ανατομία και φυσιολογία	11
1.4.3 Βλάστηση.	11
1.4.4 Άνθηση	13
1.4.5 θρεψις-μεταβολισμός.	13
1.4.6 Γενικά χαρακτηριστικά του είδους που μελετήσαμε ,το FESTUCA ARUNDIANACEA SHREB.	13
<b>1.5 Διαχείριση του χλοοτάπητα</b>	14
1.5.1 Εγκατάσταση χλοοτάπητα	14
1.5.2 Παράγοντες βιωσιμότητας μιας εγκατάστασης χλοοτάπητα	14
1.5.3 Παράγοντες που πρέπει να προσέξουμε για την εγκατάσταση χλοοτάπητα.	15
1.5.4 Επιλογή είδους χλοοτάπητα.	15
1.5.5 Συντήρηση χλοοτάπητα.	15
1.5.6 Κοπή χλοοτάπητα	15
<b>1.6 Αρδευση χλοοτάπητα.</b>	16
1.6.1 Παράγοντες που εξαρτάται η αρδεύσεις χλοοτάπητα.	16
1.6.2 Συχνότητα ποτίσματος	16
1.6.3 Ωρα ποτίσματος.	16
1.6.4 Ποσότητα και ρυθμός ποτίσματος.	17
1.6.5 Πηγή και ποιότητα νερού	17
1.6.6 Σύστημα αρδεύσεως	18
<b>Πηγές για τα γενικά του χλοοτάπητα</b>	19
<b>Κεφάλαιο 2</b>	20
<b>Χαρακτηριστικά των αποβλήτων</b>	20
<b>2.1 Χαρακτηριστικά των ανεπεξέργαστων αποβλήτων</b>	20
<b>2.2 Βιολογικά χαρακτηριστικά</b>	22
<b>2.3 Επεξεργασία καθαρισμού των λυμάτων</b>	23
2.3.1 Γενικά	23
2.3.2 Μέθοδοι επεξεργασίας	23
2.3.3 Στάδιο καθαρισμού απόβλητων.	24
<b>2.4 Είδη βιολογικών επεξεργασιών</b>	25
<b>2.5 Χημική επεξεργασία</b>	25
2.5.1 Γενικά	25
<b>2.6 Ανεπιθύμητα συστατικά των απόβλητων</b>	26
<b>2.7 Ποιοτικά χαρακτηριστικά των υγρών αστικών αποβλήτων</b>	26
2.7.1 Χημική ανάλυση	27
<b>2.8 Επαναχρησιμοποίηση απόβλητων για άρδευση</b>	29
2.8.1 Σκοπός και περιορισμοί	29

2.8.2 Ποιοτικά χαρακτηριστικά του αρδευτικού νερού.	29
<b>2.9 Υγειονομικοί κίνδυνοι κατά την άρδευση με υγρά αστικά απόβλητα.</b>	30
<b>Πηγές για τα λύματα.</b>	32
<b>Πειραματικό μέρος</b>	33
<b>3.Υλικά και μέθοδοι</b>	33
<b>3.1 Υλικά αρδεύσεις</b>	33
<b>3.2 Εξατμισμετρο</b>	37
<b>3.3 Μέτρηση εδαφικής υγρασίας με την μέθοδο T.D.R.</b>	38
<b>3.4 Υπολογισμοί της δόσης του εύρους και της διάρκειας της άρδευσης</b>	40
<b>3.5 Άρδευση με υγρά αστικά απόβλητα</b>	69
<b>3.6 Μέθοδοι προσδιορισμού χλοοτάπητα</b>	71
3.6.1 Ξηρή Βιομάζα αποτελέσματα προσδιορισμού χαρακτηριστικών χλοοτάπητα	71
3.6.2 Ξηρή Βιομάζα	74
3.6.3 Ύψος χλοοτάπητα	76
3.6.4 Χλωροφύλλη	76
<b>3.7 Μετεωρολογικά δεδομένα</b>	78
<b>3.8 Εδαφολογικά χαρακτηριστικά των πειραματικών τεμαχίων</b>	79
<b>3.9 Στατιστική ανάλυση αποτελεσμάτων</b>	80
<b>3.10 Κλιματικά δεδομένα</b>	80
3,10.1 Εξατμισοδιαπνοή	82
<b>3.11 Εδαφολογική ανάλυση του πειραματικού αγρού</b>	83
<b>3.12 Μέτρηση εδαφικής υγρασίας</b>	88
<b>3.13 Δόσεις αρδεύσεις</b>	92
<b>Κεφάλαιο 4</b>	93
<b>Συμπεράσματα</b>	93
<b>Παράρτημα</b>	95

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η χρήση των επεξεργασμένων υγρών αστικών αποβλήτων είναι μια νέα διέξοδος για την άρδευση γεωργικών και αστικών εκτάσεων με περιβαλλοντικά και ίσως οικονομικά οφέλη.

Οι γεωργικές εκτάσεις, οι εθνικές οδοί, οι αθλητικές εγκαταστάσεις είναι μερικά από τα μέρη που μπορούσαν να αξιοποιήσουν μια τέτοιου είδους άρδευση διότι απαιτούν υψηλές ποσότητες νερού άρδευσης.

Βέβαια η πραγματοποίηση οποιουδήποτε σκοπού θέλει υπομονή με στόχο την καλύτερη αξιοποίηση των αποτελεσμάτων για ορθή χρήση από τους ενδιαφερόμενους.

Ο σκοπός της πτυχιακής εργασίας, ήταν να ερευνηθούν τα αποτελέσματα της άρδευσης με επεξεργασμένα υγρά αστικά απόβλητα μέσω της μεθόδου με Υπόγεια Στάγδην Άρδευση στα χαρακτηριστικά αύξησης χλοοτάπητα, να ανιχνευθούν οποιεσδήποτε αλλαγές στις εδαφολογικές ιδιότητες και συνεπώς να αξιολογηθεί η εξοικονόμηση νερού από τη χρήση υγρών αστικών αποβλήτων έναντι της χρήσης του καθαρού νερού.

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε στο αγρόκτημα του πανεπιστημίου Θεσσαλίας κατά την διάρκεια του Ιουνίου έως και του Οκτωβρίου. Για την επίτευξη του πειράματος με όσο τον δυνατό καλύτερο τρόπο και για καλύτερα και πιο αποδοτικά αποτελέσματα χωρίσαμε κάθε πειραματικό τεμάχιο σε 4 μεταχειρίσεις. Τα δύο από αυτά ποτίστηκαν μόνο με το καθαρό νερό το οποίο λαμβάναμε από πηγή του αγροκτήματος. Τα άλλα δύο ποτίστηκαν εναλλάξ με απόβλητα που παρέχονταν από το εργοστάσιο επεξεργασίας λυμάτων της πόλης του Βόλου και με το καθαρό νερό. Κάθε άρδευση με τα απόβλητα συνεχιζόταν από δυο άρδευσης με καθαρό νερό, λόγω της ελαφριάς αυξανόμενης αλατότητας που υπήρξε στο λύμα και την αυξανόμενη συγκέντρωση των ιόντων του χλωρίου, τα συγκεκριμένα αποτελέσματα τα παίρναμε κάθε φορά που λαμβάναμε το λύμα.

Το πείραμα περιλάμβανε μετρήσεις που αφορούσαν το ύψους του χλοοτάπητα, την ποσότητα χλωροφύλλης και την παραγωγή βιομάζας σε κανονικά χρονικά διαστήματα.

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η μεταχείριση με υγρά αστικά απόβλητα ήταν μεγαλύτερη του καθαρού νερού στα χαρακτηριστικά αύξησης του χλοοτάπητα, όμως καμία στατιστικά σημαντική διαφορά δεν παρατηρήθηκε μεταξύ των δύο μεταχειρίσεων. Επίσης, από εδαφολογική ανάλυση που διεξήχθη στη μεταχείριση του λύματος, δεν καταγράφηκε οποιαδήποτε συγκέντρωση τοξικών στοιχείων.

Όσον αφορά στην κατανάλωση καθαρού νερού για πότισμα, η χρήση υγρών αστικών αποβλήτων οδήγησε σε εξοικονόμηση 35,88% του καθαρού νερού.



## **A. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ**

### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup>**

#### **1. ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΟΝ ΧΛΟΟΤΑΠΗΤΑ**

##### **1.1**

Η χρήση του χλοοτάπητα στη χώρα μας τα τελευταία είκοσι χρόνια έχει πάρει μεγάλες διαστάσεις και αποτελεί πλέον απαραίτητο στοιχείο και βασικό συμπλήρωμα κάθε μικρής ή μεγάλης κηποτεχνικής διαμορφώσεως..

Η πρωτόγονη εμφάνιση του χλοοτάπητα γίνεται όταν ο άνθρωπος αρχίζει να μετατρέπεται από κυνηγός σε καλλιεργητή και εγκαταλείπει τη νομαδική περιπλάνηση του για αναζήτηση τροφής. Η εκτροφή των ζώων δημιουργεί την ανάγκη λιβαδιών για βοσκή και τα λιβάδια αυτά είναι η αρχή της δημιουργίας του χλοοτάπητα. Ο χλοοτάπητας που από απλό λιβάδι επρόκειτο να μεταβληθεί σε ουσιαστικό στοιχείο του σχεδιασμού του τοπίου και να παίζει σημαντικό ρόλο στη καθημερινή κοινωνική ζωή του ανθρώπου δεδομένο ότι καλύπτει τρεις βασικές χρήσεις:

- 1) διακοσμητική χρήση
- 2) λειτουργική χρήση
- 3) αθλητική χρήση

Για διακοσμητική χρήση:

είναι απαραίτητο στοιχείο της αρχιτεκτονικής τοπίου και του κήπου και πολλές φορές επιτακτική ανάγκη στο να δημιουργεί ένα φυσικό περιβάλλον ώστε να μπορούν έτσι κάποιες κτιριακές η άλλες εγκαταστάσεις να προβληθούν.

Για λειτουργική χρήση:

Ελέγχει τη διάβρωση που προκαλείται από το νερό και τον αέρα μειώνει τον θόρυβο ,την ανακυκλωμένη θερμότητα του εδάφους και περιορίζει την ρύπανση.

Για αθλητική χρήση:

Τέλος, τα τελευταία χρόνια σχεδόν η πληθώρα των αθλημάτων χρειάζεται τον χλοοτάπητα για να μπορούν να διεξαχθούν αγώνες χωρίς τραυματισμούς όπως ποδόσφαιρο ,κρίκετ πόλο ,ιπασία κλπ.

Η εντατική αυτή χρήση του χλοοτάπητα, είχε τα εξής αποτελέσματα:

- 1) παραγωγή βελτιωμένων ειδών και ποικιλιών σπορών
- 2) εφαρμογή φυτοφαρμάκων ειδικών για χλοοτάπητα
- 3) παραγωγή εξειδικευμένων λιπασμάτων .
- 4) μηχανοποίηση και βελτίωση της τεχνικής του κουρέματος και των λιπάνσεων, αερισμός εδάφους ,βελτίωση αρδεύσεων κ.α.

## **1.2Μακροσκοπικά χαρακτηριστικά**

- 1)ομοιομορφία
- 2)πυκνότητα
- 3)υφή
- 4)χρωματισμός
- 5)τρόπος ανάπτυξης
- 6)λειότητα

### **Ομοιομορφία:**

Για να θεωρηθεί ένας χλοοτάπητας σωστός ,δεν πρέπει να έχει κενά σημεία ,δηλαδή πρέπει να είναι ενιαίος ,να μην έχει ζιζάνια, ανώμαλη και ανισοϋψή ανάπτυξη και να χαρακτηρίζεται απο σταθερή ποσοτική αναλογία αριθμού φυτών.

### **Πυκνότητα:**

Είναι ένα από τα πιο σπουδαία χαρακτηριστικά του καλού χλοοτάπητα και εκφράζεται ποσοτικά με τον αριθμό των βλαστών η φύλλων ανά μονάδα επιφάνειας

### **Υφή:**

Η υφή εξαρτάται από το πόσο πλατιά είναι τα φύλλα κάθε είδους και κυμαίνεται από αδρή έως λεπτή.

### **Χρωματισμός:**

Ο χρωματισμός καθορίζει την φυσική κατάσταση του χλοοτάπητα. Πιο επιθυμητό χρώμα είναι το σκούρο πράσινο.

## **Τρόπος ανάπτυξης:**

Έχουμε δυο τρόπους ανάπτυξης:

α)ανάπτυξη με ριζώματα

β)με στόλωνες

Στην ανάπτυξη με ριζώματα, το ρίζωμα είναι υπόγειος βλαστός ο οποίος αναπτύσσεται προς όλες της κατευθύνσεις

Στην ανάπτυξη με στόλωνες όπου ο στόλων είναι επίγειος βλαστός ο οποίος και αυτός αναπτύσσεται προς όλες της κατευθύνσεις.

## **Λειότητα:**

Η λειότητα η αλλιώς η απαλότητα αφορά τους χλοοτάπητες που έχουν αθλητική χρήση κυρίως και αναφέρεται στο πόσο «στρωτός» είναι ο χλοοτάπητας.

## **1.3 Λειτουργικά χαρακτηριστικά**

1)ακαμψία

2)ελαστικότητα

3)ευλυγισία

4)αναπλαστική ικανότητα

## **Ακαμψία:**

Είναι η αντοχή του χλοοτάπητα στην συμπίεση.

## **Ελαστικότητα:**

Είναι η ικανότητα των φύλλων ενός χλοοτάπητα που βρίσκεται σε καταπόνηση και συμπίεση επανέλθει στην κανονική θέση του.

## **Ευλυγισία:**

Είναι η ικανότητα του χλοοτάπητα να απορροφά κάθε χτύπημα χωρίς να μετατρέπονται τα χαρακτηριστικά του και εξαρτάται κυρίως από το μέσον (έδαφος).

## **Αναπλαστική ικανότητα:**

Αναπλαστική ικανότητα του χλοοτάπητα είναι το σύνολο των ιδιοτήτων που έχει ένα είδος να συνέρχεται και να αναβλαστάνει μετά από κάποια καταπόνηση.

## 1.4 Βοτανική και φυσιολογία του χλοοτάπητα

### 1.4,1 Συστηματική βοτανική ταξινόμηση.

Τα είδη των φυτών που συμμετέχουν στην κατασκευή των χλοοταπίτων ανήκουν στην οικογένεια των αγρωστωδών(gramineae)η ποωδών(roaceae).



Εικόνα 1.1 *Festuca arundinacea*

### 1.4.2 Ανατομία και φυσιολογία.

Ο χλοοτάπητας αποτελείται από φυτά που προέρχονται είτε από σπόρο είτε από πολλαπλασιαστικό υλικό και διαμορφώνονται σε πλήρες φυτό με φύλλα ,στέλεχος και ρίζα.

Η χλόη έχει το βασικό ανατομικό χαρακτηριστικό επάνω στο οποίο στηρίζεται και όλη η καλλιέργεια του χλοοτάπητα .Ο κύκλος ζωής του φυτού της χλόης αρχίζει από τη βλάστηση του σπόρου όπου για να γίνει αυτό χρειάζεται κατάλληλες συνθήκες περιβάλλοντος και εδάφους.

Το φυτό της χλόης αποτελείται από ρίζα ,βλαστό και φύλλα .Από αυτά το γλωσσίδιο, ο κολεός και τα ωτια είναι τα χαρακτηριστικά τα που χρησιμοποιούνται εκτεταμένα στην βοτανική επιστήμη για των προσδιορισμό των ειδών κ.α.

### 1.4.3 Βλάστηση.

Όταν ο σπόρος ο οποίος πρέπει να είναι ώριμος βρεθεί στις κατάλληλες συνθήκες, δηλαδή θερμοκρασία και υγρασία, εισέρχεται στο στάδιο της βλαστήσεως όπου προϊόν είναι το νεαρό σπορόφυτο. Με την απορρόφηση του νερού, τα υδρολυτικά ένζυμα ενεργοποιούνται και διασπών το περιεχόμενο του ενδοσπερμιού του σπόρου, δηλαδή το άμυλο σε απλούστερους υδρογονάνθρακες οι οποίοι αποτελούν τα θρεπτικά στοιχεία για την ανάπτυξη του εμβρύου.

Η επιτυχημένη εξέλιξη του σταδίου της βλαστήσεως, το οποίο πρακτικά αρχίζει με το φύτερωμα του σπόρου, εξαρτάται από τους εξής παράγοντες:

- 1)βάθος σποράς
- 2)διαθέσιμη υγρασία
- 3)κατάλληλη θερμοκρασία
- 4)επαρκής φωτισμός
- 5)πλούσιο σε αποθησαυριστικές ουσίες(άμυλο) ενδοσπερμιο

Παράγοντες που εμποδίζουν την εξέλιξη του ριζικού συστήματος είναι οι εξής:

- 1)**Περιβαλλοντικοί**
- 2)**Καλλιεργητικοί**

#### **Περιβαλλοντικοί είναι:**

- α)υψηλές θερμοκρασίες εδάφους
- β)παρουσία αλάτων με τοξική επίδραση στα νεαρά σποριόφυτα.
- γ)έδαφος με όξινη αντίδραση(pH χαμηλότερου του 5)
- δ)έλλειψη οξυγόνου στο έδαφος ,γεγονός που συμβαίνει όταν αυτό έχει υπερκορεσθεί με υγρασία.

#### **Καλλιεργητικοί:**

- α)κοπή σε πολύ χαμηλό ύψος.
- β)υψηλή συγκέντρωση αζώτου στο έδαφος.
- γ)χαμηλή περιεκτικότητα καλίου στο έδαφος

δ)κοπή σε πολύ σύντομα χρονικά διαστήματα.

#### **1.4.4 Άνθηση**

Η εμφάνιση της ταξιανθίας στη χλόη δηλώνει το τέλος της περιόδου βλάστησης και την αρχή της άνθησης που χαρακτηρίζει και την περίοδο παραγωγής του σπόρου.

Η σχέση άνθισης-θερμοκρασίας, είναι καθοριστική και γίνεται περισσότερο αισθητή σε ορισμένα φυτά που παρουσιάζεται το φαινόμενο της εαρινοποίησης.

#### **1.4.5 Θρέψης-μεταβολισμός.**

Η χλόη όπως και όλα τα φυτά, αναπτύσσονται με τη χρήση και αξιοποίηση των υδατανθράκων που συμμετέχουν στην σύνθεση των κυτταρικών μεμβρανών και του πρωτοπλάσματος. Το πρωτόπλασμα συντίθεται κυρίως από πρωτεϊνούχα υλικά ενώ η κυτταρική μεμβράνη από πολυσακχαρίτες

#### **1.4.6 Γενικά χαρακτηριστικά του είδους *Festuca Arundianacea* Shreb.**

Είναι το κυριότερο ψυχρόφιλο είδος που καλλιεργείται στην Ελλάδα από την δεκαετία του 70 με μεγάλη επιτυχία αφού είναι εύκολα προσαρμόσιμο .Δημιουργεί πυκνό και σφιχτό χλοοτάπητα με έντονο «αδέλφωμα»,αλλά δεν έχει την ικανότητα να έρπει και έτσι αναπτύσσεται κατά θυσάνους.

Οι αρχικές ποικιλίες που χρησιμοποιήθηκαν στην Ελλάδα μακροσκοπικά δεν έδιναν την εικόνα ενός καλού χλοοτάπητα κυρίως λόγω του φύλλου το οποίο είναι πολύ πλατύ και αδρή στην εμφάνιση σε σχέση με άλλα είδη. Το ριζικό της σύστημα είναι πλούσιο και βαθύτερο από όλα τα άλλα ψυχρόφιλα είδη .Γι'αυτο τον λόγο, το είδος αυτό έχει μεγάλη προσαρμοστικότητα στην μεταβατική κλιματική ζώνη μεταξύ της ψυχρής υγρής και θερμής υγρής ζώνης,ενω αντέχει έως και -10°C. Αναπτύσσεται καλύτερα σε εδάφη με pH 5.5-6,5 όπου έχει αντοχή σε αλκαλικά και αλατούχα εδάφη σε σχέση με τα υπόλοιπα ψυχρόφιλα είδη. Χρησιμοποιείται κυρίως σε παιδικές χαρές, πάρκα κ.α ,οπου δεν αντέχει το τακτικό και βαθύ κούρεμα Το άριστο ύψος αναπτύξεως κυμαίνεται μεταξύ 4-5 εκατ ,ενω δεν μπορεί να αναπτυχθεί με άλλα είδη μαζί στον ίδιο χώρο.

Κύρια χαρακτηριστικά του τύπου αυτού είναι:

α)ελαττωμένη ανάγκη κοπής λόγω βραδύτερης ανάπτυξης

β)βαθύτερο πράσινο χρώμα φυλλώματος

γ)φύλλωμα με λεπτότερη και απαλότερη υφή

δ)λιγότερο ορθοφυή ανάπτυξη και κατά συνέπεια καλύτερη κάλυψη του εδάφους.

## **1.5 Διαχείριση του χλοοτάπητα**

### **1.5.1 Εγκατάσταση χλοοτάπητα.**

Αρχικά πρέπει να γίνει σωστή εκτίμηση των εδαφοκλιματικών συνθηκών που επικρατούν στην περιοχή που θέλουμε να το εγκαταστήσουμε .Φυσικά η εκτίμηση αυτή πρέπει απαραίτητως να συμπληρωθεί από την αξιολόγηση των μέσων που διατίθενται για την συντήρηση του χλοοτάπητα.

### **1.5.2 Παράγοντες βιωσιμότητας μιας εγκατάστασης χλοοτάπητα.**

Διακρίνονται σε:

1)ανελαστικοί παράγοντες, οι οποίοι βρίσκονται εκτός της ανθρώπινης δυνατότητας να τους επηρεάσουμε και να τους μεταβάλουμε.

2)ελαστικοί παράγοντες, οι οποίοι είναι εφικτό να μεταβληθούν.

### **1.5.3 Παράγοντες που πρέπει να δώσουμε βάση για την εγκατάσταση ενός χλοοτάπητα.**

#### **1)Νερό:**

Η ύπαρξη η όχι πηγής νερού και τρόπος ποτίσματος του συγκεκριμένου χλοοτάπητα.

#### **2)Κλίμα:**

Το σύνολο των κλιματικών παραγόντων.

α)βροχόπτωσης: πρέπει να γνωρίζουμε πόσο συχνά βρέχει διότι πολλά είδη δεν αντέχουν παρατεταμένη διάρκεια με βροχόπτωσης.

β)Θερμοκρασία :για να δούμε αν θα βάλουμε θερμοφιλο, ψυχρόφιλο.

γ)ηλιοφάνεια φωτισμός.

δ)κλίση

ε)άνεμος

στ)προσανατολισμός έκθεσης και βλάστησης

η)ατμοσφαιρική υγρασία.

θ)έδαφος(χώμα).

#### **1.5.4 επιλογή είδους χλοοτάπητα.**

1)ταχύτητα εγκατάστασης

2)υφή φυλλώματος

3)πυκνότητα βλαστών

4)αντοχή στην χαμηλή θερμοκρασία.

5)αντοχή σε υψηλή >>

6) >> σε ξηρασία.

7) >> σε σκιά.

8) >> σε αλατότητα

9)δημιουργία στρώματος.

10)αντοχή στην φθορά και καταπόνηση..

#### **1.5.5 Συντήρηση χλοοτάπητα.**

Η ολοκληρωμένη και σωστή συντήρηση για χλοοτάπητα με αξιώσεις ποιότητας απαιτεί τη σύγκληση και το συνδυασμό των έξι παραγόντων.

1)προσωπικό με εμπειρία και να γνωρίζει καλά το αντικείμενο.

2)Σωστό προγραμματισμό εργασιών ο οποίος πλην το άλλων στηρίζεται στην βαθιά γνώση των μετεωρολογικών δεδομένων της περιοχής.

3)Μηχανικό εξοπλισμό που να διευκολύνει την εφαρμογή του προγράμματος χωρίς προβλήματα χρήσεως και συντήρησης στο προσωπικό που τον χειρίζεται.

4)οικονομική άνεση για την ικανοποίηση των προηγούμενων.

#### **1.5.6 Κοπή χλοοτάπητα**

Η κοπή του χλοοτάπητα είναι η συνηθέστερη ,βασικότερη αλλά και η πλέον αναγκαία για τον χλοοτάπητα .Γίνεται συνήθως με χλοοκοπτική μηχανή για μικρές εκτάσεις η με ειδικό μικρό τρακτέρ για μεγάλες επιφάνειες όπως γήπεδα κ.α.



## **1.6 Άρδευση χλοοτάπητα.**

### **1.6.1 Παράγοντες όπου εξαρτάται η άρδευση του χλοοτάπητα.**

Η χλόη έχει μεγάλες ανάγκες σε νερό .Προέρχεται από βροχόπτωσης και μετά από αρδεύσεις δικές μας. Σωστή άρδευση δίνει χλοοτάπητα με καλό βαθύ χρωματισμό, κανονική ανάπτυξη και ικανότητα βλαστήσεως. Το νερό απαιτείται για την ανάπτυξη του χλοοτάπητα αλλά ταυτόχρονα και για την διάλυση και διεισδύσει των διάφορων χημικών ουσιών στο έδαφος. Η συχνότητα αλλά και η ποσότητα που χαρακτηρίζει την απαιτούμενη άρδευση εξαρτάται από τους έξι παραγόντες:

- 1)Σκοπός και λειτουργία χλοοτάπητα.
- 2)Διάρκεια και ένταση της ξηράς περιόδου
- 3)κόστος άρδευσης
- 4)είδος και ποικιλία που απαρτίζουν τον χλοοτάπητα
- 5)Προγραμματισμός και ένταση συντηρήσεως του χλοοτάπητα.

### **1.6.2 Συχνότητα ποτίσματος**

- 1)καθορισμός των αναγκών με μέτρησης της εδαφικής υγρασίας με χρήση ειδικού τασιμέτρου.
- 2)καθορισμός των αναγκών βάση υπολογισμού της συνολικής εξατμισοδιαπνοης .Η εξατμισοδιαπνοη εξαρτάται από πολλούς παράγοντες όπως θερμοκρασία, ταχύτητα άνεμου, σχετική ατμοσφαιρική υγρασία και ορίζεται ως το σύνολο των απωλειών της υγρασίας από το έδαφος δια της εξατμίσεως και από το φυτό δια της διαπνοής

### **1.6.3 Ώρα ποτίσματος.**

Σε μεγάλο ποσοστό η ώρα όπου θα ποτίσουμε παίζει ρόλο για την σωστή ανάπτυξη του χλοοτάπητα .Η καλύτερες ώρες είναι οι πρωινές μέχρι της 9 το πρωί και οι βραδινές μετά την δύση του ήλιου.

Επιλέγονται αυτές οι ώρες διότι είναι περίοδοι που οι απώλειες νερού από την εξάτμιση είναι ελάχιστες και κατά συνέπεια η αξιοποίηση της ποσότητας του νερού που χρησιμοποιείται είναι η μέγιστη δυνατή.

#### **1.6.4 Ποσότητα και ρυθμός ποτίσματος.**

Η ποσότητα του νερού που θα χρησιμοποιηθεί σε κάθε πότισμα εξαρτάται από την υδατοικανότητα του εδάφους, την υγροσκοπική κατάσταση του εδάφους την δεδομένη στιγμή καθώς και την ταχύτητα διήθησης του νερού στο έδαφος.

Ο σύγχρονος τρόπος ποτίσματος με αυτόματο σύστημα επιτρέπει την τακτική επανάληψη ποτισμάτων μικρής διάρκειας στο σύνολο του 24ωρου ώστε να επιτυγχάνεται η σωστή και σε βάθος διεισδύσει του νερού.

#### **1.6.5 Πηγή και ποιότητα νερού.**

Έχουμε της έξιεις πηγές:

- 1) δίκτυο πόλεως
- 2) φυσικοί ταμιευτήρες
- 3) υπόγεια ύδατα
- 4) ανακυκλωμένο νερό από βιολογικό καθαρισμό.

#### **Δίκτυο πόλεως:**

Το νερό είναι άριστης ποιότητας χωρίς παρουσία αλάτων και αιωρημάτων αλλά έχει περιορισμένη δυνατότητα χρήσης λόγω του υψηλού κόστους.

Φυσικοί ταμιευτήρες όπως λίμνες ποταμοί, ομβροδεξαμενές, υδατοδεξαμενές, υπόγεια ύδατα.

Η συνηθέστερη πηγή για το νερό του ποτίσματος το οποίο είναι συνήθως καθαρό μεν από αιωρήματα αλλά παρουσιάζει περιεκτικότητα αλάτων που μπορεί να κυμαίνεται από μικρό έως απαγορευμένο επίπεδο όποτε μεταβάλλεται σε ακατάλληλο για πότισμα.

#### **Ανακυκλωμένο νερό:**

Η αξιοποίηση του ανακυκλωμένου νερού που προέρχεται από την κατανάλωση του νερού σε ξενοδοχειακές και βιομηχανικές μονάδες η ακόμα και στις πόλεις είναι το μέλλον της διαφυλάξης του πολυτίμου αγαθού που είναι το νερό και του οποίου οι διαθέσιμες ποσότητες συνεχώς περιορίζονται.

### 1.6.6 Σύστημα αρδεύσεως.

Ο σκοπός της λειτουργίας ενός αρδευτικού συστήματος είναι να ποτίσει εγκαίρως τον χλοοτάπητα με συγκεκριμένη ποσότητα νερού ώστε να είναι ο χλοοτάπητας πάντα σε καλή κατάσταση .Ακόμη πρέπει το νερό να διανέμεται ομοιόμορφα και με ισομέρεια χωρίς; Να υπερβαίνει το βαθμό διηθήσεως του εδάφους..

Τα παλαιότερα χρόνια το πότισμα με το χέρι ήταν η πιο συνηθισμένοι μέθοδος ποτίσματος ,η οποία ακόμα και σήμερα εφαρμόζεται αλλά κυρίως για μικρούς κήπους κλπ.

Στην δεκαετία του 60 εμφανίζονται οι διάφοροι μεταφερομένη εκτοξευτήρες στατικοί η μετακινούμενη, οι οποίοι και εξασφαλίζουν καλύτερη κατανομή του νερού ενώ ταυτόχρονα εμφανίζονται και τα ολοκληρωμένα αυτόματα συστήματα τα οποία και έκτοτε εξελίσσονται συνεχώς.

Οι απλοί μεταφερόμενοι εκτοξευτήρες ανάλογα με τον τρόπο που διασκορπίζουν το νερό διακρίνονται σε διάφορους τύπους:

- 1)κρουστικός
- 2)περιστρεφόμενος
- 3)παλινδρομικός
- 4)σταθερός

Ακόμη το υπόγειο σύστημα ποτίσματος είναι η πιο σύγχρονη μορφή ποτίσματος και αποτελείται συνήθως από τα έξι κύρια τμήματα:

- 1)αντλία για την δημιουργία πίεσεως και πιεστικό δοχείο για διατήρηση της πίεσεως.
- 2)σωληνώσεις διανομής του νερού.
- 3)καλώδια μεταφοράς ηλεκτρονικών εντολών από τον κεντρικό προγραμματιστή μέχρι τις ηλεκτροβάνες.
- 4)εκτοξευτήρες οι οποίοι διακρίνονται σε διάφορους τύπους ανάλογα με τον τρόπο λειτουργίας.
- 5)ηλεκτροβάνες οι οποίες βάση την σχετική εντολή ανοίγουν κλείνουν.
- 6)Ηλεκτρονικός προγραμματιστής ο οποίος καθορίζει την λειτουργία του συστήματος ανάλογος με το πρόγραμμα

Τέλος κατά τον σχεδιασμό του Αρδευτικού συστήματος πρέπει να έχουμε υπόψη τα εξής:

- 1)Είδος και λειτουργία η σκοπός του χλοοτάπητα
- 2)Η ποιότητα και η ποσότητα του διαθέσιμου νερού
- 3)Η επικρατούσα στην περιοχή ταχύτητα και κατεύθυνση του άνεμου.
- 4)Η ποιότητα και εδαφοπερατοτητα εδάφους.
- 5)κλίσεις και διαμορφώσεις επιφανειών
- 6)συνύπαρξη και άλλων φυτών.

### **ΠΗΓΕΣ ΓΙΑ ΤΑ ΓΕΝΙΚΑ ΤΟΥ ΧΛΟΟΤΑΠΗΤΑ:**

- 1) «γράφστις»,Ιωάννης Γ. Σπαντιδάκης.
- 2) Dawson, Practical Lawn craft. Crosby Lockwood and son Ltd.
- 3) A.A.Hanson-F.V. Juska.Turfgrass science American society of agronomy.
- 4) D.G.Hessayon.The Lawn Expert.Pbi Publications.
- 5) J.H.Madison.Practical turf grass management Van Nostrand Reinhold Company.
- 6) J.A. Watking,Turf Irrigation manual.ATELESCO Publication
- 7) Ι.Σπαντιδάκης .Διάφορα άρθρα .Γεωργική τεχνολογία. Περιοδικές εκδόσεις.
- 8)J.Vengris-W.A.Torell,Lawns Newly 3<sup>rd</sup> Revised Edition. THOMSON Publication

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2**

### **ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ**

#### **2.1 Χαρακτηριστικά των ανεπεξέργαστων απόβλητων..**

Τα βασικά χαρακτηριστικά τα οποία τα καθορίζουν είναι:

- 1) Παροχές
- 2) Στέρεα συστατικά
- 3) Οργανικά συστατικά
- 4) Άζωτο
- 5) Φωσφόρος
- 6) Παθογόνοι μικροοργανισμοί
- 7) Θερμοκρασία
- 8) ΡΗ και αλκαλικότητα
- 9) Άλλα χαρακτηριστικά

Αναλυτικά τα χαρακτηριστικά:

#### **Παροχές:**

- α) μέση ημερήσια
- β) μέγιστη ημερήσια
- γ) ελάχιστη ημερήσια
- δ) μέγιστη ωριαία
- ε) ελάχιστη ωριαία

#### **Στέρεα συστατικά:**

Τα ολικά στέρα συστατικά βρίσκονται αιωρούμενα ή διαλυμένα στην μάζα των απόβλητων και αποτελούνται από οργανικά στέρα και ανόργανα σταθερά ή μη εξαερώσιμα στέρα.

### **Οργανικά συστατικά:**

Τα κυριότερα είναι:

α) πρωτεΐνες

β) υδρογονάνθρακες

γ) λιπίδια

δ) επιφανειακά ενεργές ουσίες: περιέχονται στα αστικά απόβλητα ως συστατικά των απορρυπαντικών, σαπουνιών κ.α.

ε) φαινόλες

στ) εντομοκτόνα και φυτοφάρμακα.

### **Άζωτο:**

Το άζωτο είναι ένα από τα βασικά συστατικά των ζώντων οργανισμών και περιέχεται στα αστικά απόβλητα στις παρακάτω μορφές:

α) οργανικό άζωτο

β) αμμωνιακό άζωτο

Οι κύριες μετατροπές που υφίστανται οι παραπάνω μορφές αζώτου κατά την διοχέτευση τους σε κάποιο υδάτινο φορέα ή στις μονάδες μιας ΕΕΛΑ είναι:

α) μετατροπή του οργανικού αζώτου σε αμμωνιακό από αερόβια ή αναερόβια βακτηρίδια.

β) οξείδωση του αμμωνιακού αζώτου σε νιτρώδη από ειδικά αερόβια-αναερόβια βακτηρίδια. Η ανάγωση γίνεται κυρίως σε αέριο άζωτο σε αναερόβιες συνθήκες και σε μικρό ποσοστό σε αμμωνία.

### **Φώσφορος:**

Ο φωσφόρος είναι ένα από τα βασικά συστατικά των ζώντων οργανισμών και περιέχεται στα απόβλητα στις παρακάτω μορφές:

α) ανόργανος φωσφόρος

β) οργανικός φωσφόρος

### **Παθογόνοι μικροοργανισμοί:**

Οι παθογόνοι μικροοργανισμοί, περιέχονται στα αστικά απόβλητα ως προϊόντα αποβολών, ασθενειών ή φορέων ασθενειών και μπορούν να μεταφέρουν και να προκαλέσουν ασθένειες μέσω του νερού στον άνθρωπο, όπως χολέρα, δυσεντερία, τυφοειδή πυρετό, ηπατίτιδα κ.α.

### **Θερμοκρασία:**

Ένας σημαντικός παράγοντας του βιολογικού και χημικού χαρακτήρα τους. Η αύξηση της θερμοκρασίας επιφέρει γρηγορότερη ανάπτυξη των μικροοργανισμών και κατά συνέπεια επιτάχυνση των βιοχημικών αντιδράσεων. Η υψηλή θερμοκρασία είναι ευεργετική σε πολλές διεργασίες επεξεργασίας, αλλά παράλληλα μπορεί να δημιουργήσει και προβλήματα, όπως π.χ. μειωμένη διαλυτότητα του οξυγόνου στις δεξαμενές αερισμού, ταχύτερη δημιουργία αναερόβιων συνθηκών κ.α.

### **pH και αλκαλικότητα:**

Το pH είναι σημαντικό χαρακτηριστικό των απόβλητων, από τα οποία εξαρτάται ένα πλήθος φυσικοχημικών και βιολογικών διεργασιών που πραγματοποιούνται στο υδάτινο περιβάλλον.

Το pH επηρεάζει σχεδόν όλες τις διαδικασίες επεξεργασίας και μπορεί να δημιουργήσει προβλήματα φθοράς σε αγωγούς κ.α.

### **Άλλα χαρακτηριστικά:**

α) Χλωριούχα

β) Θείο

γ) Βαριά μέταλλα

## **2.2 Βιολογικά χαρακτηριστικά**

1) Μικρόβια

## 2)Σαπροφυτικοί οργανισμοί

### **Μικρόβια:**

Τα λύματα περιέχουν διάφορα μικρόβια που προέρχονται από τις κοπρανώδεις ουσίες .Σε αυτά είναι και η ομάδα των κολοβακτηριοειδών ο εντερόκοκκος ,το διαθλαστικό κλωστήδιο και κατά περίπτωση παθογόνα εντεροβακτηρίδια. Η ανίχνευση της παρουσίας των διάφορων παθογόνων παραγόντων στα υγρά απόβλητα απαιτεί σημαντική εργαστηριακή προσπάθεια και χρόνο.

### **Σαπροφυτικοί οργανισμοί:**

Υπάρχει μεγάλη ποικιλία οργανισμών από μικροσκοπικούς μέχρι ορατούς με γυμνό μάτι όχι γενικά παθογόνους, που ζουν και αναπτύσσονται στα επιφανειακά νερά και τα λύματα και παίζουν καθοριστικό ρόλο στη φυσική διαδικασία καθορισμού με τη μετατροπή των ασταθών οργανικών ουσιών σε σταθερές ανόργανες ενώσεις και παράλληλη καταστροφή διαφόρων μικρόβιων.

## **2.3 Επεξεργασία καθαρισμού των λυμάτων**

### **2.3.1 Γενικά**

Αποβλέπει στην απομάκρυνση ,των επιβλαβών χαρακτηριστικών τους ,ώστε να εξαλειφθούν η να ελαττωθούν σε αποδεκτό επίπεδο οι δυσμενείς για το τελικό αποδεκτή συνέπειες .Τα αστικά λύματα ,αν δεν περιέχουν μεγάλο ποσοστό βιομηχανικών απόβλητων είναι σχετικά σταθερής ποιότητας. Αντίθετα τα βιομηχανικά απόβλητα παρουσιάζουν ιδιάζοντα χαρακτήρα και ποικιλία ποιοτήτων.

### **2.3.2 Μέθοδοι επεξεργασίας**

Οι διάφορες μέθοδοι καθορισμού των λυμάτων αποτελούν απομίμηση με ελεγχόμενες ευνοϊκές συνθήκες των διάφορων διεργασιών ,που γίνονται στη φύση όταν διατεθούν υγρά απόβλητα .Οι πιο συνηθισμένες είναι:

- 1)Σχάρισμα η άλεση :για χονδρά υλικά
- 2)αμμοσυλλογή :για βαριά ,κυρίως αδρανή υλικά
- 3)ξάφρισμα :λιποσυλλογή



4)καθίζηση :για απομάκρυνση μέρους των αιωρούμενων λεπτών στερεών.

5)Διύλιση :είναι μηχανική καταρχήν επεξεργασία, που εφαρμόζεται σε ορισμένες περιπτώσεις.

6)κροκύδωση :για τα κολλοειδή υλικά

7)Βιολογική επεξεργασία :για τα πολύ λεπτά οργανικά υλικά

8)Χημική επεξεργασία :για διαλυμένα ανόργανα συστατικά

9)Απολύμανση :για τους παθογόνους παράγοντες

### **2.3.3 Στάδιο καθαρισμού**

Έχουμε 3 κυρίως σταδία

α)Πρωτοβάθμιος η μηχανικός καθαρισμός

β)δευτεροβάθμιος καθαρισμός

γ)Τριτοβάθμιος η προχωρημένος καθαρισμός

#### **Πρωτοβάθμιος**

Περιλαμβάνει συνήθως σχάρισμα ,αφαίρεση άμμου και ενδεχόμενα επιπλέον υλικών και βασικά πρωτοβάθμια καθίζηση με απαραίτητο συμπλήρωμα της επεξεργασίας λάσπης.

#### **Δευτεροβάθμιος καθαρισμός:**

Εάν οι συνθήκες του αποδεκτή απαιτούν ψηλότερο βαθμό καθαρισμού ,ακολουθεί δευτεροβάθμια επεξεργασία για την απομάκρυνση κατά το δυνατό πολύ λεπτών και διαλυμένων ουσιών. Αποτελείται αυτή η διαδικασία είτε από χημική υποστήριξη της αρχικής απλής καθιζήσεως με κροκύδωση σε συνδυασμό με άλλες χημικές διεργασίες κυρίως για βιομηχανικά απόβλητα.

#### **Τριτοβάθμιος καθαρισμός:**

Ακολουθεί τα προηγούμενα σταδία και συμπληρώνεται με την απομάκρυνση κυρίως του αζώτου και φωσφόρου η για την αντιμετώπιση των κινδύνων ευτροφισμού του τελικού αποδεκτή.

Και στα τρία στάδια μπορεί να εφαρμοστεί μόνιμα η περιοδικά ,απολύμανση της τελικής απορροής ,συνήθως με χλωρίωση, αν κριθεί απαραίτητη, λόγω της φύσεως των απόβλητων.

## **2.4 Είδη βιολογικών επεξεργασιών**

1)αερόβια

2)αναερόβια

3)αερόβια-αναερόβια.

### **Αερόβια:**

Γίνεται με παρουσία στοιχειακού οξυγόνου είναι ταχύτερη από την αναερόβια με κύρια τελικά προϊόντα CO<sub>2</sub>,H<sub>2</sub>O και NO<sub>3</sub>.

### **Αναερόβια:**

Η αποδόμηση των οργανικών ουσιών γίνεται με απουσία στοιχειακών οξυγόνου.

Η κυριότερη εφαρμογή της επεξεργασίας αυτής γίνεται για την χώνευση της λάσπης από τα συστήματα καθιζήσεως και για την επεξεργασία ορισμένων πυκνών βιομηχανικών η άλλων απόβλητων σε αναερόβιες δεξαμενές.

### **Αναερόβια-αερόβια**

Η μικτή αυτή διαδικασία γίνεται συνήθως σε δεξαμενές σταθεροποίησης με αρκετό βάθος όπου στο ανώτερο στρώμα διατηρούνται αερόβιες συνθήκες ενώ στο κατώτερο που διεισδύει αρκετό φως επικρατούν αναερόβιες συνθήκες.

## **2.5 Χημική επεξεργασία**

### **2.5.1 Γενικά**

Περιλαμβάνει διάφορες διεργασίες ,οι οποίες είτε εφαρμόζονται μεμονωμένα είτε σε συνδυασμό.

1)Χημική κατακρήμνιση(ιζηματοποίηση)

2)Προσρόφηση

- 3)Μεταφορά αερίων
- 4)Απολύμανση(και ειδικότερα χλωρίωση)
- 5)Καύση
- 6)εναλλαγή ιόντων
- 7)ηλεκτροδιάλυση

## **2.6 Ανεπιθύμητα συστατικά των απόβλητων**

Τα αστικά λύματα όταν μάλιστα συνδυάζονται με βιομηχανικά απόβλητα περιέχουν εκτός από τα συνηθισμένα χημικά χαρακτηριστικά και κάποια αλλά όπως:

- 1)αμμωνία(NH<sub>3</sub>)
- 2)νιτρικά(NO<sub>3</sub>)
- 3)φωσφορικά(PO<sub>4</sub>)
- 4)υδράργυρος(Hg)
- 5)DDT
- 6)φαινολικές ενώσεις
- 7)πετροχημικά
- 8)Τασιενεργά

## **2.7 Ποιοτικά χαρακτηριστικά των υγρών αστικών αποβλήτων**

Τα υγρά αστικά απόβλητα αποτελούνται κατά 99.9% από νερό με σχετικά μικρές περιεκτικότητες αιωρούμενων και διαλυτών οργανικών και ανόργανων στερεών. Μεταξύ των οργανικών υλικών συμπεριλαμβάνονται υδρογονάνθρακες, λιγνίνες, λίπη, εστέρες, απορρυπαντικά, πρωτεΐνες, προϊόντα αποσύνθεσης τους κ.α

Όσον αφορά στις διάφορες ανόργανες ουσίες των αποβλήτων δεν αποκλείεται η παρουσία τοξικών στοιχείων, όπως αρσενικό, κάδμιο, χρώμιο, χαλκός, μόλυβδος, υδράργυρος, ψευδάργυρος κλπ. Η παρουσία και η συγκέντρωση των στοιχείων αυτών πρέπει να ερευνάται με πολλή προσοχή διότι αλλιώς μπορεί να έχουμε συνέπειες δυσμενείς στα φυτά αλλά και στον άνθρωπο όταν βέβαια μιλάμε για επαναχρησιμοποίηση τους για πότισμα .

Στις ξηρές και ημίξηρες περιοχές, η κατανάλωση νερού είναι συνήθως περιορισμένη και τα υγρά αστικά απόβλητα τείνουν να έχουν μεγάλες συγκεντρώσεις συστατικών (εξαιτίας της μικρής αραίωσης).

Από την πλευρά της υγιεινής, σε σχέση με τη χρήση των υγρών αστικών αποβλήτων για αρδευτικούς σκοπούς, οι πιο σημαντικοί παράγοντες μόλυνσης είναι οι παθογόνοι μικροοργανισμοί και μακρόοργανισμοί. Παθογόνοι ιοί, βακτήρια, πρωτόζωα και έλμινθες (παρασιτικοί σκώληκες) μπορεί να υπάρχουν στα ακατέργαστα υγρά αστικά απόβλητα. Κάποιοι από αυτούς του παθογόνους οργανισμούς μπορεί υπό ορισμένες συνθήκες να επιζήσουν στο περιβάλλον για μεγάλες χρονικές περιόδους.

### 2.7.1 Χημική ανάλυση

Κύριος στόχος των αναλύσεων του νερού που προορίζεται για άρδευση είναι η απόκτηση πληροφοριών για πιθανά προβλήματα που μπορεί να δημιουργηθούν στα φυτά, το έδαφος, το σύστημα άρδευσης και τον άνθρωπο, καθώς και η γνώση της περιεκτικότητας των νερών σε θρεπτικά στοιχεία. Με βάση τις πληροφορίες αυτές μπορούν να ληφθούν αποφάσεις και μέτρα για την ασφαλή διαχείριση του νερού. Πρέπει λοιπόν να επιλέγονται οι πλέον κατάλληλες και οικονομικά προσιτές μέθοδοι χημικής ανάλυσης, καθώς επίσης και ο απαραίτητος αριθμός δειγμάτων που θα αναλυθούν. Οι εργαστηριακοί προσδιορισμοί που είναι απαραίτητοι για την αξιολόγηση του αρδευτικού νερού δίνονται στον Πίνακα 1.

Στον ίδιο πίνακα 1, δίνονται και οι συνήθεις συγκεντρώσεις των παραμέτρων αυτών στα νερά άρδευσης.

Η αλατότητα αναφέρεται στην ποσότητα και το είδος των διαλυμένων αλάτων στο νερό άρδευσης. Κατά κανόνα εκτιμάται με τη μέτρηση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας του νερού (EC<sub>w</sub>) που γίνεται εύκολα με ειδικά όργανα τόσο στο πεδίο όσο και στο εργαστήριο.

**Πίνακας 1. Εργαστηριακές αναλύσεις για την εκτίμηση της ποιότητας των αρδευτικών νερών**

Παράμετροι	Σύμβολο	Μονάδες	Σύνηθες εύρος συγκέντρωσης στο αρδευτικό νερό
<b>Φυσικές</b>			
Περιεχόμενα άλατα			

Ηλεκτρική αγωγιμότητα	EC <sub>w</sub>	dS/m	0 - 3
Ολικά διαλυμένα στερεά	TDS	mg/l	0 -2000
Θερμοκρασία	Tα	°C	
Χρώμα - Θολότητα		NTU/JTU	
Σκληρότητα		mg CaCO <sub>3</sub> /l equiv.	
Ιζήματα		g/l	
<b>Χημικές</b>			
Κατιόντα και ανιόντα			
Ασβέστιο	Ca <sup>++</sup>	mg/l	0 - 400
		me/l	0 - 20
Μαγνήσιο	Mg <sup>++</sup>	mg/l	0 - 60
		me/l	0 - 5
Νάτριο	Na <sup>+</sup>	mg/l	0 - 900
		me/l	0 - 40
Ανθρακικά	CO <sub>3</sub> <sup>--</sup>	mg/l	0 - 3
		me/l	0 - 0.1
Όξινα ανθρακικά	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/l	0 - 600
		me/l	0 - 10
Χλωριόντα	Cl <sup>-</sup>	mg/l	0 - 1100
		me/l	0 - 30
Θειικά	SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	mg/l	0 - 1000
		me/l	0 - 20
<b>Διάφορα</b>			
Βόριο	B	mg/l	0 - 2
Οξύτητα/Αλκαλικότητα	pH		6.5 - 8.5
Σχέση προσρόφησης	SAR		
νατρίου		(me/l) <sup>0.5</sup>	0 15
Τοξικά στοιχεία			
Ιχνοστοιχεία			
Νιτρικό άζωτο	NO <sub>3</sub> -N	mg/l	0-10
Φωσφορικός φώσφορος	PO <sub>4</sub> -P	mg/l	0 -2

Κάλιο	K	mg/l	0 - 2

Πηγή: Ayers and Westcot (1985), Westcot and Ayers (1985), Kandiah (1990a)

## 2.8 Επαναχρησιμοποίηση απόβλητων για άρδευση

### 2.8.1 Σκοπός και περιορισμοί

Ο σκοπός της επαναχρησιμοποίησης, είναι η διάθεση των επεξεργασμένων απόβλητων ως αρδευτικό νερό.

Οι βασικές συνιστώσες είναι:

- 1) Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του αρδευτικού νερού.
- 2) Το είδος της καλλιέργειας
- 3) Τα χαρακτηριστικά της περιοχής
- 4) Η μέθοδος άρδευσης
- 5) Η πρακτική της άρδευσης

Ο στόχος είναι, να μεγιστοποιήσουμε της απόδοσης της καλλιέργειας, όχι μόνο ποσοτικά αλλά και ποιοτικά.

Πρέπει όμως να γίνει αυτό χωρίς της εξής επιπτώσεις:

- α) την προστασία της δημόσιας υγείας.
- β) την προστασία του αερίου, υγρού και εδαφικού περιβάλλοντος.

### 2.8.2 Ποιοτικά χαρακτηριστικά του αρδευτικού νερού.

- 1) η περιεκτικότητα σε άλατα η αλατότητα.
- 2) η περιεκτικότητα σε νάτριο
- 3) η περιεκτικότητα σε ανθρακικά ιόντα, χλώριο, βόριο
- 4) η περιεκτικότητα σε μέταλλα

- 5) >> σε αιωρημένα στερεά
- 6) >> σε θρεπτικά συστατικά
- 7) >> σε παθογόνα συστατικά
- 8) >> σε τοξικά οργανικά

## **2.9 Υγειονομικοί κίνδυνοι κατά την άρδευση με υγρά αστικά απόβλητα.**

Η χρήση των υγρών αστικών αποβλήτων για αρδευτικούς σκοπούς προμηνύει πολλές φορές κίνδυνους όπως αναφέραμε και κυρίως για την δημόσια υγεία, λόγω του ότι έρχονται οι άνθρωποι σε επαφή με τους παθογόνους μικροοργανισμούς ή τοξικές ουσίες.

Ο σημαντικότερος στόχος στην επεξεργασία των απόβλητων είναι να μειωθεί ο κίνδυνος προς τον άνθρωπο κυρίως αλλά και στα φυτά κατά την χρήση τους για άρδευση. Σε γενικές γραμμές, οι κίνδυνοι για την υγεία των ανθρώπων είναι ανάλογοι του βαθμού έκθεσης αυτών στα υγρά απόβλητα, της ποιότητας των αποβλήτων και της αξιοπιστίας των συστημάτων επεξεργασίας τους.

### **Παθογόνοι μικροοργανισμοί**

Ο κύριος όγκος των υγρών αστικών αποβλήτων αποτελείται από οικιακές εκροές και για το λόγο αυτό οι μικροοργανισμοί και τα παράσιτα που βρίσκονται στον εντερικό σωλήνα των ανθρώπων βρίσκονται και στα απόβλητα.

Ο αριθμός των παθογόνων οργανισμών στα υγρά αστικά απόβλητα έχει μειωθεί αισθητά τα τελευταία χρόνια λόγω της βελτίωσης των συνθηκών κυρίως της υγιεινής αλλά και του ελέγχου των ασθενειών με αντιβιοτικά.

Οι κυριότεροι μικροοργανισμοί μπορούν να ταξινομηθούν σε τρεις μεγάλες κατηγορίες:

- 1) τα βακτήρια
- 2) τα παράσιτα (πρωτόζωα και έλμινθες)
- 3) τους ιούς.

### **Βακτήρια**

Μία ποικιλία κολοβακτηριδίων συναντώνται στον εντερικό σωλήνα των υγιών ατόμων και αποβάλλονται με τα απεκκρίματά τους. Για το λόγο αυτό καλούνται κολοβακτηρίδια εντερικής προέλευσης. Τα ολικά κολοβακτηρίδια και τα κολοβακτηρίδια εντερικής προέλευσης, στα οποία συμπεριλαμβάνεται και η *Escherichia coli*, είναι οι πιο συχνά χρησιμοποιούμενοι δείκτες εκτίμησης της υγιεινής κατάστασης ενός υδατικού συστήματος.

## **Παράσιτα**

### **α) Πρωτόζωα**

Το πιο επικίνδυνο παράσιτο θεωρείται ότι είναι το *Entamoeba histolytica* που ανήκει στην κατηγορία των πρωτόζωων και το οποίο είναι υπεύθυνο για την αμοεβική δυσεντερία και την αμοεβική ηπατίτιδα. Ένα άλλο πρωτόζωο, το μαστιγόμορφο *Giardia lamblia* είναι αιτία γαστρεντερικών διαταραχών (διαρροιών) και άλλων ενοχλήσεων.

### **β) Ελμινθες**

Πρόκειται για μια ομάδα σκωλήκων που μολύνουν τον ανθρώπινο εντερικό σωλήνα. Οι μεγάλοι χρόνοι επιβίωσης και η ικανότητα ορισμένων ελμινθικών σκωλήκων να διαπερνούν το δέρμα του ανθρώπου, κάνουν δύσκολο τον έλεγχο των μολύνσεων, εκτός από την περίπτωση κατά την οποία εφαρμόζονται κατάλληλες μέθοδοι επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων για την απομάκρυνση τους.

## **Ιοί:**

Είναι πολύ ανθεκτικοί, τόσο στα απόβλητα όσο και στα εδάφη. Οι εντερικοί ιοί είναι αυτοί που πολλαπλασιάζονται στον ανθρώπινο εντερικό σωλήνα και ελευθερώνονται με τα απεκκρίματα των προσβεβλημένων ατόμων (νοσοούντων ή φορέων). Η μεγάλη ανησυχία σχετικά με την παρουσία τους στα απόβλητα οφείλεται στο γεγονός, ότι και ένας μόνο ιός μπορεί να μολύνει τον άνθρωπο.

Έχει διατυπωθεί η άποψη, ότι η απομάκρυνση των ιών κατά την επεξεργασία των αποβλήτων συμβαίνει ταυτόχρονα με την απομάκρυνση των αιωρούμενων στερεών, καθώς οι περισσότεροι ιοί είναι ενωμένοι με τα στερεά που περιέχονται στα υγρά απόβλητα.



Πολλοί παράγοντες επηρεάζουν την επιβίωση των ιών στο έδαφος και στις καλλιέργειες, όπως

1) το pH,

2) η περιεχόμενη υγρασία,

3) η θερμοκρασία,

4) η έκθεση στο ηλιακό φως (συγκεκριμένα στην υπεριώδη ακτινοβολία)

5) και η περιεχόμενη οργανική ύλη.

Οι χρόνοι επιβίωσης των ιών στο έδαφος είναι μεγαλύτεροι από ότι στις καλλιέργειες, γεγονός που οφείλεται στις ευνοϊκότερες συνθήκες που επικρατούν εκεί (μικρότερη έκθεση στην ηλιακή ακτινοβολία, περισσότερη διαθέσιμη υγρασία κλπ).

### **Πηγές για τα λύματα.**

1) Ανδρεαδάκης: Α προϋποθέσεις επαναχρησιμοποίησης λυμάτων για άρδευση, πρακτικά πρώτης διεθνούς έκθεσης και συνεδρίου για την τεχνολογία του περιβάλλοντος, Heleco, Αθήνα σελ 351-371, 1913.

2) Metcalf and eddy: Wastewater engineering Treatment-disposal reuse ,McGraw-hill International editions 1991

### **WPCF, Water reuse. Manual of practice sm-3 2<sup>nd</sup> edition ,1988**

3) Ανδρεαδάκης Α :Εγκαταστάσεις επεξεργασίας και διάθεσης αστικών αποβλητων, Αθηνά, 1989.

4) Παπαδάκης Ι.Κ Αποχέτευση πόλεων ,Αθήνα 1977.

5) Χρηστούλας ,Δ<Ρύπανση υδάτων και αντιρρυπαντική τεχνολογία Αθήνα, εκδόσεις συμεων, 1991.

6) White G.C. Handbook of chlorination, 2<sup>nd</sup> edition Van nostrandreinhold, New york 1985.

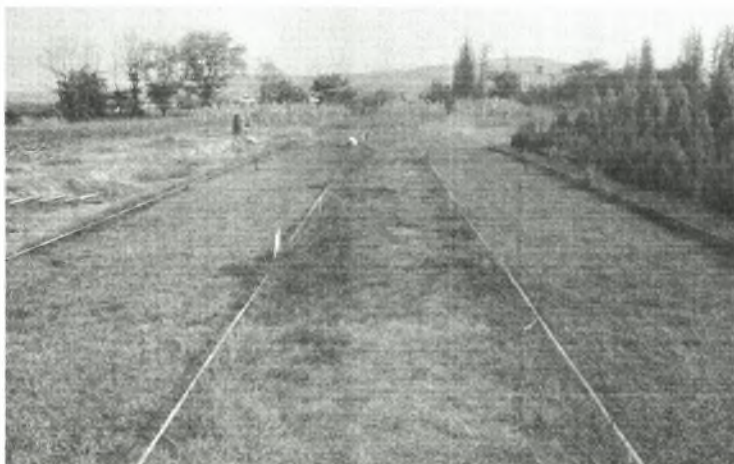
7)Eckenfelder w(1970):Water quality engineering for practicing engineers,Barnesand nobe,Inc,N.York

## ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

### 3. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

#### 3.1 Υλικά άρδευσης

Η ανάπτυξη χλοοτάπητα (εικόνα 3.1) κατά την άρδευση με επεξεργασμένα υγρά αστικά απόβλητα, μελετήθηκε σε πείραμα αγρού στο αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο την περίοδο του έτους 2004. Το πείραμα αυτό ξεκίνησε το έτος 2001, τα πειράματα άρχισαν το 2002 και το 2004-2005,το δικό μας πείραμα γίνεται για τρίτη χρόνια και πιθανόν να συνεχιστεί.



Εικόνα 3.1. ο χλοοτάπητας(γκαζόν)που ποτίζεται με υπόγεια στάγδην άρδευση(2 τεμάχια)

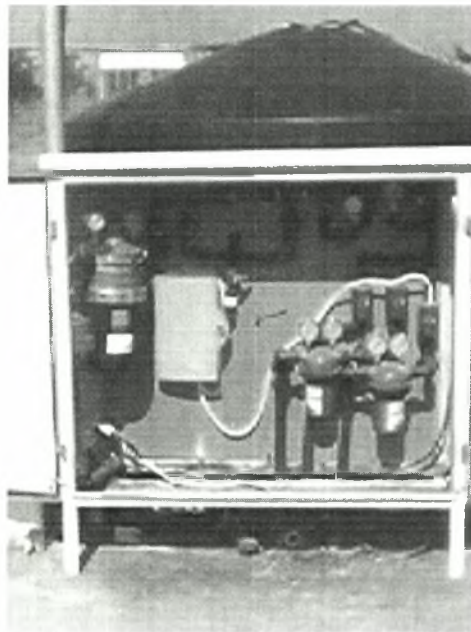
Το γεωγραφικό πλάτος του συγκεκριμένου σημείου στο Βελεστίνο είναι το έξιεις : Υψόμετρο 50m από το επίπεδο της θάλασσας, γεωγραφικό πλάτος  $39^{\circ}23'$ , γεωγραφικό μήκος  $22^{\circ}45'$ . Στην περιοχή επικρατεί ένα τυπικό Μεσογειακό κλίμα, χαρακτηριζόμενο από ζεστό και ξηρό καλοκαίρι και ψυχρό-υγρό χειμώνα ,η συγκεκριμένη περιοχή βέβαια χαρακτηρίζεται και από μικροκλίμα δηλαδή τοπικές βροχόπτωσης κλπ.. Το έδαφος στην περιοχή που κάναμε το πείραμα χαρακτηρίζεται ως αργιλλοπηλώδες.

Για την πραγματοποίηση του πειράματος, επιλέχθηκε η υπόγεια στάγδην άρδευση ως μέθοδος άρδευσης, επειδή δεν έρχονται σε άμεση επαφή τα απόβλητα με το κοινό και τους εργαζομένους στο χώρο και ακόμη δεν επηρεάζεται από τυχόν άνεμους εάν παράδειγμα ποτίζαμε με μπεκ όπου θα διασκορπιζόταν στους γύρω

χώρους και θα αναγκαζόμασταν είτε να ποτίζουμε με περισσότερο λύμα, είτε να ποτίζουμε σε άλλες στιγμές από αυτές που είχαμε προγραμματίσει και τέλος υπόγεια έχουμε και καλύτερη επαφή με την ρίζα πιο ακριβές δηλαδή πότισμα .

Ο πίνακας ελέγχου (εικόνα 3..2) περιέχει:

1. Την κεντρική ηλεκτροβάνα άρδευσης (Muster Valve)
2. Το φίλτρο σήτας για την κατακράτηση των στερεών συστατικών
3. Τα μανόμετρα ένδειξης πίεσης λειτουργίας των αγωγών
4. Τον προγραμματιστή άρδευσης Miracle 6 DC για τη διενέργεια της αυτοματοποιημένης άρδευσης
5. Σύστημα Venturi για τη δυνατότητα υδρολίπανσης
6. 4 ηλεκτροβάνες άρδευσης και
7. 2 φίλτρα (Techfilter) εμποτισμένα με treflan.



**Εικόνα 3.2. Ο πίνακας ελέγχου άρδευσης**

Η κεντρική ηλεκτροβάνα συνδέεται μέσω σωληνώσεων PVC(της μαύρες που βλέπουμε στο επάνω σχήμα) με την αντλία και η αντλία (η οποία βρίσκεται πίσω από την αριστερή μεταλλική πόρτα και η οποία είναι σκεπασμένη για τυχόν βραχυκυκλώσεις από πιθανή βροχή) συνδέεται με την δεξαμενή τοποθέτησης των επεξεργασμένων αποβλήτων. Η αντλία είναι οριζόντια, πολυβάθμια, κλειστού τύπου ισχύος 3 Hp.

Ο προγραμματιστής άρδευσης, Miracle 6 DC, που λειτουργεί με μπαταρία, είναι της εταιρείας Motorola. Έχει τη δυνατότητα προγραμματισμού άρδευσης μέχρι και 6 ηλεκτροβάνες, σε 3 διαφορετικά προγράμματα. Ο προγραμματιστής αποτελείται από:

1. την οθόνη
- 2.3 πλήκτρα εντολών
3. μία μπαταρία λιθίου 9 V
4. το άνοιγμα για τα καλώδια
5. τον πίνακα ελέγχου
6. το τερματικό τμήμα των καλωδίων και
7. το πλαίσιο στήριξης.



Εικόνα 3.3. Ο προγραμματιστής άρδευσης

Το φίλτρο της σήτας είναι της εταιρείας ARKAL, με διάμετρο οπών 120 mesh. Τα φίλτρα είναι εμποτισμένα με treflan ένα ζιζανιοκτόνο με δραστική ουσία trifluralin και χρησιμοποιείται για την αποφυγή της έμφραξης των σταλακτών από την είσοδο των ριζών.

Οι ηλεκτροβάνες είναι του τύπου Aquanet II, με τάση λειτουργίας 9-40 Volt. Οι ηλεκτροβάνες συνδέθηκαν με τους αγωγούς μεταφοράς του νερού. Οι αγωγοί είναι

κατασκευασμένοι από πολυαιθυλένιο (PE), έχουν διατομή Φ32, με πίεση λειτουργίας 6 Atm.

Οι σωλήνες μεταφοράς ήταν τοποθετημένοι κατά τέτοιο τρόπο ώστε να μπορούμε να ποτίζουμε ολόκληρη την επιφάνεια του γκαζόν χωρίς κενά ,δηλαδή από την άκρη σχεδόν κάθε πειραματικού τεμαχίου και ανά 0,4 μέτρα είχαμε αγωγό ,σύνολο 5 αγωγοί για κάθε τεμάχιο . Ο αγρός χωρίστηκε σε 2 τεμάχια, εκτάσεως 48 m<sup>2</sup> περίπου το καθένα με ένα διάδρομο μεταξύ τους (σχήμα 3..1). Το ένα από τα δυο τεμάχια του χλοοτάπητα ονομάστηκε ΧΚ (Χλοοτάπητας που αρδεύτηκε με Καθαρό νερό) και το άλλο ΧΛ (Χλοοτάπητας που αρδεύτηκε με Λύμα).Σε κάθε μεταχείριση εφαρμόστηκαν 4 επαναλήψεις (σχήμα 3..1).

Μπροστά από κάθε τεμάχιο υπήρχε ένα υδρόμετρο το οποίο ήταν μέσα σε ένα πλαστικό φρεάτιο (εικόνα 3.4).με αυτό μπορούσαμε να μετρήσουμε με ακρίβεια λίτρου πόσο ποσότητα νερού η λύματος έχει περάσει από τον συγκεκριμένο αγωγό .

Στα 2 τεμάχια υπήρχε σύνδεση των αγωγών μεταφοράς με τους υπόγειους σωλήνες. Σε κάθε τεμάχιο όπως προανέφερα τοποθετήθηκαν 6 σταλακτηφόροι σωλήνες τύπου RAM-Techline Φ17, της εταιρείας Netafim, είχαν ισαποχή 40 cm και ήταν κατασκευασμένοι από PE. Το μήκος τους ήταν 24m .Οι σωλήνες έφεραν ενσωματωμένους σταλάκτες, οι οποίοι ήταν αυτορυθμιζόμενοι και αυτοκαθαριζόμενοι. Οι σταλάκτες είχαν παροχή 1,6 l/h, ισαποχή 30 cm και λειτουργούσαν σε πίεση 0,5-4 Atm.



**Εικόνα 3.4 Υδρόμετρο**



Οι 5 σταλακτηφόροι αγωγοί που βρίσκονται στον ΧΚ και συνδέθηκαν με αγωγό μεταφοράς νερού (PE, Φ32) ο οποίος τροφοδοτούνταν από δεξαμενή χωρητικότητας 40 m<sup>3</sup> κατασκευασμένη από σκυρόδεμα, που ήταν δίπλα στη γεώτρηση του Αγροκτήματος.

Στο άκρο κάθε μεταχείρισης είχαν τοποθετηθεί ειδικές βαλβίδες εκτόνωσης της πίεσης και καθαρισμού των σταλακτών, για την αποφυγή έμφραξης του δικτύου ή εμφανίσεως βλαβών.

### 3.2 Εξατμισόμετρο

Η ημερήσια εξατμισοδιαπνοή υπολογίστηκε με τη μέθοδο του Εξατμισιμέτρου Α τάξεως (Παπαζαφειρίου, 1999). Το Εξατμισόμετρο Α Τάξεως (Εικόνα 3.5) είναι μια μεταλλική λεκάνη κατασκευασμένη από χοντρή λαμαρίνα με διάμετρο 121 cm και βάθος 25.4 cm. Την λεκάνη την γεμίζαμε με νερό μέχρι 5 cm κάτω από το πάνω χείλος της, η δε στάθμη του νερού κατά τη λειτουργία του οργάνου δεν πρέπει να πέφτει κάτω από 7.5 cm από το χείλος αυτό.



Εικόνα 3.5 Εξατμισόμετρο τύπου Α

Τα τοιχώματα της λεκάνης κάθε χρόνο θα πρέπει να χρωματίζονται με χρώμα αλουμινίου. Το νερό που υπάρχει μέσα στην λεκάνη πρέπει κάθε φορά που γίνεται βρώμικο να αλλάζει για να έχουμε καλύτερα αποτελέσματα στην τιμή του εξατμισιμέτρου. Επειδή πολλές φορές αναπτύσσεται αγρία βλάστηση δίπλα στην λεκάνη θα πρέπει να καθαρίζεται σε τακτά χρονικά διαστήματα για να μην μας

επηρεάζει φυσικά τα αποτελέσματα. Η εύρεση της πτώσης της στάθμης γινόταν μέσω ενός γυάλινου ογκομετρικού σωλήνα .

Ο ογκομετρικός σωλήνας ήταν κατασκευής της εταιρείας Fortuna (Γερμανία). Έχει μήκος 28.5 cm και διάμετρο 1.2 cm. Είχε χωρητικότητα 50 ml, με διακριτότητα 0.1 ml. Ο κύλινδρος ήταν κατασκευασμένος σύμφωνα με τα πρότυπα DIN AS με σφάλμα ανάγνωσης 0.05 ml.

Η σχέση που δίνει τη βασική εξατμισοδιαπνοή στη μέθοδο του εξατμισιμέτρου είναι:  $ET_o = K_p \cdot E_{pan}$ . Όπου  $E_{pan}$  είναι η μέση εξάτμιση του 24ώρου από το εξατμισόμετρο σε mm/ημέρα και  $K_p$  είναι ο συντελεστής του εξατμισιμέτρου. Από δεδομένα προηγούμενων ετών, ο συντελεστής του εξατμισιμέτρου λήφθηκε ίσος με 0.8.

Η βασική εξατμισοδιαπνοή πολλαπλασιάζονταν με τον φυτικό συντελεστή της καλλιέργειας, για την εύρεση της ημερήσιας πραγματικής εξατμισοδιαπνοής της καλλιέργειας.

### 3.3 Μέτρηση εδαφικής υγρασίας μρ την μέθοδο T.D.R.

Η μέτρηση της εδαφικής υγρασίας είναι ένας πολύ σημαντικός παράγοντας διότι μας βοηθά στον να μπορέσουμε να καταστρώσουμε ένα πρόγραμμα άρδευσης .δηλαδή την δόση άρδευσης. Επειδή η εδαφική υγρασία αυξομειώνεται με το χρόνο λόγω της επίδρασης, ανθρωπογενών και βιολογικών παραγόντων, τα αποτελέσματα προσδιορισμού της εδαφικής υγρασίας αντιπροσωπεύουν την υγρασιακή κατάσταση του εδάφους τη στιγμή της δειγματοληψίας και μόνο. Η εδαφική υγρασία μετριέται είτε άμεσα (σταθμική μέθοδος, φωτιστικού οιοπνεύματος και λυσιμέτρων) ή υπολογίζεται έμμεσα από τη σχέση μεταξύ αυτής και μιας άλλης ιδιότητας του εδάφους όπως στις μεθόδους μέτρησης της ηλεκτρικής αντίστασης, σκεδασμού νετρονίων, ακτίνων γ, τασιμέτρων και TDR.

Η μέθοδος **T.D.R.** που χρησιμοποιείται για τη μέτρηση της ογκομετρικής περιεκτικότητας του εδάφους σε νερό, είναι μια από τις πιο αξιόπιστες και ακριβείς μεθόδους. Αρκετές εργασίες έχουν πραγματοποιηθεί σχετικά με τη μέτρηση της εδαφικής υγρασίας με τη μέθοδο αυτή ( Τζιμόπουλος κ.α. 1983, Σακελλαρίου κ.α. 1997, Σακελλαρίου κ.α. 1998, Σακελλαρίου κ.α. 1999, Τζιμόπουλος κ.α. 2000,

Ντιούδης κ.α 2000, Καλφούντζος κ.α. 2000, Sakellariou et al. 2001, Sakellariou et al. 2002, κ.α.).

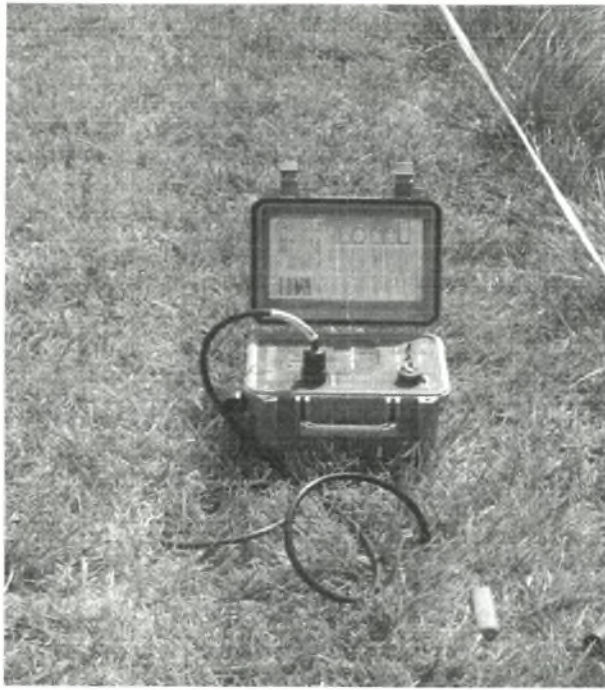
Η αρχή λειτουργίας της μεθόδου βασίζεται στη μέτρηση της διηλεκτρικής σταθεράς του υπό μελέτη εδάφους και την αναγωγή αυτής σε κατ' όγκο περιεκτικότητα νερού. Δηλαδή βασίζεται στην χρονομετρημένη απόκριση του ηλεκτρομαγνητικού σήματος της πηγής του οργάνου για διάφορα βάθη από 0-75cm ή 0-120cm και την αναγωγή του χρόνου καθυστέρησης με τη χρήση πολυωνυμικών εξισώσεων σε μονάδες εδαφικής υγρασίας. (% κ.ο.). Η διηλεκτρική σταθερά του εδάφους είναι γνωστό ότι εξαρτάται από το ποσοστό του νερού που περιέχεται σε αυτό (Topp et al., 1980).

Το σύστημα περιλαμβάνει:

- 1.τη συσκευή TDR (εικόνα 3.6) με ενσωματωμένο επεξεργαστή μετατροπής και την οθόνη προβολής των ενδείξεων,
- 2.τον φορτιστή των μπαταριών του οργάνου,
- 3.τον αισθητήρα του οργάνου (probe),
- 4.την ομάδα εργαλείων για την εισαγωγή και εξαγωγή των αισθητήρων
- 5.τα καλώδια επικοινωνίας της συσκευής με τον αισθητήρα και τον υπολογιστή

Η βαθμονόμηση του οργάνου έχει γίνει από τον κατασκευαστή.





**Εικόνα 3.6 Συσσκευή T.D.R.**

Μετρήσαμε την υγρασία με την συσκευή TDR σε 2 διαφορετικά είδη αισθητήρων, 75cm και 1.20cm. Στον αισθητήρα 75cm έχουμε ανά 15cm 5 μετρήσεις. Δηλαδή μετρήθηκε η υγρασία στα εξής βάθη: 0-15cm, 15-30cm, 30-45cm, 45-60cm, 60-75cm. Στον αισθητήρα 1,20cm μετρήθηκε η υγρασία στα 0-15cm,15-30cm,30-60cm,60-90cm,90-1.20cm.της μέτρησης της κάναμε κάθε μήνα δυο φορές και κάθε φορά γινόταν μια πριν το πότισμα και μια μετά το πότισμα. Σε κάθε πειραματικό τεμάχιο υπήρχαν από δυο αισθητήρες στα δυο βάθη όπου ανέφερα παραπάνω.

### **3.4 Υπολογισμοί της δόσης του εύρους και της διάρκειας της άρδευσης**

Οι αρδεύσεις πραγματοποιήθηκαν στο χρονικό διάστημα: **7-6-2004** έως **7-10-2004**. Αυτό που πρέπει να αναφέρω αρχικά είναι ότι η δόση άρδευσης και το εύρος θα πρέπει να είναι τέτοια, ώστε η περιεκτικότητα του εδάφους σε υγρασία να βρίσκεται κοντά στην υδατοϊκανότητα (FC) και πάνω από το σημείο μόνιμης μάρανσης (PWP). Απαιτείται δηλαδή ο προσδιορισμός της πρακτικής δόσης άρδευσης την οποία η αθροιστική ένδειξη του εξατμισιμέτρου δεν θα πρέπει να υπερβαίνει.

Για να βρούμε την πρακτική δόση άρδευσης πρέπει αρχικά να υπολογίσουμε τα εξής: την Υδατοϊκανότητα FC (% ξηρού βάρους εδάφους), το Βάθος ριζοστρώματος καλλιέργειας RD (mm) το Σημείο Μόνιμης Μάρανσης PWP (% ξηρού βάρους εδάφους), το Ποσοστό διαβροχής του εδάφους, το Φαινόμενο Ειδικό

Βάρους ΦΕΒ ( $\text{g/cm}^3$ ), τον Συντελεστή εξάντλησης διαθέσιμης υγρασίας, C, P, του Συντελεστή εφαρμογής του νερού  $n$  και τα οποία απεικονίζονται στον παρακάτω πίνακα 3.1.α.

**Πίνακας 3.1α Φυσικές Ιδιότητες του εδάφους**

Παράμετρος	Τιμή
Υδατοϊκανότητα (FC,% ξηρού βάρους)	21.2
Σημείο Μόνιμης Μάρανσης (PWP,% ξηρού βάρους)	11.64
Φαινόμενο Ειδικό Βάρος (ASW, $\text{g/cm}^3$ )	1.23
Βάθος ριζοστρώματος χλοοτάπητα(RD,mm)	650
Βάθος ριζοστρώματος κωνοφόρων(RD,mm)	1000
Συντελεστής εξάντλησης διαθέσιμης υγρασίας (C) για τον χλοοτάπητα	0,4
Συντελεστής εξάντλησης διαθέσιμης υγρασίας (C) για τα κωνοφόρα	0.7
Ποσοστό διαβροχής του εδάφους (P)	1
Συντελεστής εφαρμογής του νερού ( $n$ )	0.95

Υπολογισμός της **Θεωρητικής Δόσης Άρδευσης ( $I_d$ )** από την εξίσωση 3.1β:

$$I_d (\text{mm}) = (\text{FC} - \text{PWP}) / 100 \times \text{ASW} \times \text{RD} \times C \times P \quad (3.1.\beta)$$

Με αντικατάσταση στον τύπο 3.1.β προκύπτει:

Για τον χλοοτάπητα

$$I_d = (0,212 - 0,1164) \times 1,23 \times 650 \times 0,4 \times 1 = 30,57 \text{mm} \quad (3.2.\beta)$$

Για τον χλοοτάπητα ο συντελεστής εξάντλησης διαθέσιμης υγρασίας (C) είναι 0,4.

Το βάθος ριζοστρώματος για τον χλοοτάπητα κυμαίνεται από 0,5-1m.

Στη συνέχεια υπολογίζεται η **πρακτική δόση άρδευσης** η οποία ισούται με :

Με αντικατάσταση στον τύπο 3.2β προκύπτει:

1. για τον χλοοτάπητα

$$I_{da} \text{ (mm)} = 30,57 / 0,95 = 32,18 \text{ mm ή } 32,18 \text{ m}^3 / \text{στρ. ή } 1,54 \text{ m}^3 \text{ για την επιφάνεια των } 48 \text{ m}^2$$

Από τους παραπάνω υπολογισμούς, φαίνεται ότι το άθροισμα των καθαρών αναγκών που λαμβάνεται υπόψη με το εξατμισόμετρο, δεν θα πρέπει να υπερβαίνει την πρακτική δόση άρδευσης η οποία για το γκαζόν είναι ίση με 32,18mm.

Ο καθορισμός της δόσης άρδευσης για όλες τις μεταχειρίσεις βασίστηκε στην ημερήσια ένδειξη εξάτμισης του εξατμισιμέτρου. Με βάση αυτές υπολογίζονται οι καθαρές ανάγκες σε νερό των καλλιεργειών και βάση αυτών εμείς ποτίζαμε στα χρονικά διαστήματα που ορίσαμε.

Η ένδειξη του Εξατμισιμέτρου ( $E_{pan}$ ), που εκφράζει την μέση εξάτμιση του 24ώρου σε mm/ημέρα , πολλαπλασιαζόμενη με τον συντελεστή διόρθωσης του εξατμισιμέτρου  $K_p$ , μας δίνει την εξατμισοδιαπνοή αναφοράς  $ET_o$ . Δηλαδή :

$$ET_o = K_p * E_{pan} \text{ (mm/ημέρα)} \quad (3.3.β)$$

Ο συντελεστής διόρθωσης του εξατμισιμέτρου  $K_p$  , υπολογίζεται σαν συνάρτηση της ταχύτητας του ανέμου, της μέσης σχετικής υγρασίας και του είδους και της έκτασης της επιφάνειας που περιβάλλει το εξατμισόμετρο. Στην συγκεκριμένη θέση η τιμή του είναι 0,80 (FAO, 1998).

Στη συνέχεια η τιμή της εξατμισοδιαπνοής αναφοράς πολλαπλασιαζόμενη με τον φυτικό συντελεστή της καλλιέργειας  $K_c$ , μας δίνει την εξατμισοδιαπνοή της καλλιέργειας ( $ET_c$ ). ή πραγματική  $ET$ .

$$ET_c = ET_0 * K_c, \text{ σε mm} \quad (3.4\beta)$$

Η εξατμισοδιαπνοή δηλαδή, εκφράζει τις συνολικές ανάγκες σε νερό της καλλιέργειας. Αν από την τιμή της  $ET_c$  αφαιρεθεί το ύψος της ωφέλιμης βροχής, η τιμή που προκύπτει εκφράζει τις καθαρές ανάγκες της καλλιέργειας σε νερό, την ποσότητα δηλαδή του νερού που πρέπει να χορηγηθεί μέσω άρδευσης.

Δηλαδή η πρακτική δόση άρδευσης ( $I_{da}$ ), που αντιστοιχεί στο 100% της εξατμισοδιαπνοής υπολογίζεται από τη σχέση:

$$I_{da} = I_n = ET_c - \Omega B, \text{ σε mm} \quad (3.5.\beta)$$

Όπου:  $B$  είναι το ύψος βροχής και  $\Omega B$  είναι το ωφέλιμο ύψος βροχής που υπολογίζεται ίσο με  $0,8 B$  (Μιχελάκης, 1998  $ET_c - \Omega B$ )

Στο εξατμισόμετρο τύπου A όμως, η ημερήσια ένδειξη, αν δεν συμπεριληφθεί η βροχή, οδηγεί απευθείας στις καθαρές ανάγκες σε νερό (FAO, 1998), με τη χρήση των σχέσεων (3.3β) και (3.4β). Συνεπώς για να υπολογιστεί το ποσό του νερού που το έδαφος δέχτηκε, πρέπει στην τιμή των καθαρών αναγκών σε νερό που προκύπτει από την ένδειξη του εξατμισομέτρου, να προστεθεί το ωφέλιμο ύψος βροχής. Δηλαδή σύμφωνα με τη σχέση 3.6β, στην περίπτωση αυτή θα ισχύει:

$$ET_c = I_n + \Omega B, \text{ σε mm} \quad (3.6.\beta)$$

Στον πίνακα 3.2α παρουσιάζονται αναλυτικά ο τρόπος υπολογισμού της Εξατμισοδιαπνοής της καλλιέργειας  $ET_c$  με βάση την ημερήσια ένδειξη εξάτμισης  $E_{pan}$  του εξατμισομέτρου τύπου A.

Για την εύρεση της ημερήσιας πραγματικής εξατμισοδιαπνοής των καλλιεργειών, χρησιμοποιήθηκαν οι φυτικοί συντελεστές των καλλιεργειών. Ο φυτικός συντελεστής ήταν ίσος με 1 για (Allen et al., 1998). Η ημερήσια πραγματική εξατμισοδιαπνοή αντιπροσώπευε και την ημερήσια δόση άρδευσης σε mm. Η δόση

άρδευσης αναγόταν σε όγκο νερού για τη συγκεκριμένη έκταση που κατελάμβανε κάθε τεμάχιο ( $48 \text{ m}^2$ ).

Η άρδευση πραγματοποιούνταν κάθε 2 ημέρες(εκτός από περίπτωσης που είχαμε κάποιες βροχοπτώσεις και αναγκαζόμασταν να μην ποτίσουμε). Η αθροιστική εξατμισοδιαπνοή των 2 ημερών λαμβάνονταν υπόψη και γινόταν η εύρεση της δόσης άρδευσης.

Ο υπολογισμός της διάρκειας άρδευσης ( $I_t$ ) έγινε βάση της σχέσης 3.7β:

$$\boxed{I_t = \frac{I_{da}}{I_{dh}}} \quad \text{σε min} \quad (3.7\beta)$$

όπου :  $I_{da}$  είναι η αντίστοιχη πρακτική δόση άρδευσης και  
 $I_{dh}$  είναι το ωριαίο ύψος βροχής

Το ωριαίο ύψος βροχής των σταλακτήρων δίνεται από τον τύπο 3.8β:

$$\boxed{I_{dh} = \frac{q}{S_e * S_r}} \quad \text{σε mm/h} \quad (3.8\beta)$$

όπου :  $q = 1,6$  είναι η παροχή του σταλακτήρα σε  $l/h$  ,  
 $S_e$  είναι η ισαποχή σταλακτήρων ( $0,3\text{m}$ )  
 $S_r$  είναι η ισαποχή των σταλακτηφόρων ( $0,4\text{m}$ )

Το ωριαίο ύψος βροχής βρέθηκε ίσο με :

$$I_{dh} = 1.6 / 0.12 = 13.33 \text{ mm/h}$$

Στον πίνακα 3.3α παρουσιάζονται οι δόσεις άρδευσης και η διάρκεια άρδευσης, καθώς και οι ημερομηνίες των αρδεύσεων για κάθε μεταχείριση.



Πίνακας 3.2α Υπολογισμός των καθαρών αναγκών σε νερό και της Εξατμισοδιαπνοής

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Ημερομηνία	Ημέρες από 1-1-2004	Πλήρωση Εξ/ρου mm	Ημερήσια ένδειξη mm	Διαφορά ημέρας E <sub>pan</sub> mm	Βροχή mm	Ωφέλιμη Βροχή ΩB=0,8*B mm 0,8*(6)	Εξατμισοδιαπνοή αναφοράς E <sub>0</sub> =K <sub>c</sub> K <sub>p</sub> * E <sub>pan</sub> mm 0,8*Χλιοστάτη *(5)		Καθαρές ανάγκες In=E <sub>0</sub> *K <sub>c</sub> Χλιοστάτη (8)*(9) mm	Ποσό νερού στο έδαφος του Χλιοστάτη ETe=In+ΩB mm (11)+(7)
7/6/2004	158		24,5	3,5	13,08	10,46	2,8	1	2,8	13,26
8/6/2004	159		28	5,5			4,4	1	4,4	4,40
9/6/2004	160		33,5	7,5			6	1	6	6,00
10/6/2004	161		41	7			5,6	1	5,6	5,60
11/6/2004	162		48	7,5			6	1	6	6,00
12/6/2004	163	15	55,5	8,5			6,8	1	6,8	6,80
13/6/2004	164		23,5	4,5	0,5	0,40	3,6	1	3,6	4,00
14/6/2004	165		28	7,5			6	1	6	6,00
15/6/2004	166		35,5	8			6,4	1	6,4	6,40
16/6/2004	167		43,5	7			5,6	1	5,6	5,60
17/6/2004	168		50,5	4	3,9	3,12	3,2	1	3,2	6,32
18/6/2004	169		54,5	0	60,94	48,75	0	1	0	48,75

19/6/2004	170		54,5	7			5,6	1		5,6		5,60
20/6/2004	171	10	61,5	4	3,02	2,42	3,2	1		3,2		5,62
21/6/2004	172		14	7			5,6	1		5,6		5,60
1	2	3	4	5	6	7	8	9		10		11
Ημερομηνία	Ημέρες από 1-1-2004	Πλήρωση Εξέλιξης mm	Ημερήσια ένδειξη mm	Διαφορά ημέρας Εpan mm	Βροχή mm	Ωφέλιμη ΒΒροχή ΩB=0,8*B mm 0,8*(6)	Εξαιμισοδιαπνοή αναφοράς Κp,* Εpan mm 0,8*(5)	Εο=Κc	Καθαρές ανάγκες In=Εο*Κc χλοοτάπητα (8)*(9)	Ποσό νερού στο έδαφος του χλοοτάπητα ΕΤc=In+ΩB mm (11)+(7)		
22/6/2004	173		21	3,5	1,76	1,41	2,8	1		2,8		4,21
23/6/2004	174		24,5	3	0,25	0,20	2,4	1		2,4		2,60
24/6/2004	175		27,5	7,5			6	1		6		6,00
25/6/2004	176		35	7,5			6	1		6		6,00
26/6/2004	177		42,5	8			6,4	1		6,4		6,40
27/6/2004	178	13	50,5	8,5			6,8	1		6,8		6,80
28/6/2004	179		21,5	8			6,4	1		6,4		6,40
29/6/2004	180		29,5	8,5			6,8	1		6,8		6,80
30/6/2004	181		38	7,5			6	1		6		6,00
1/7/2004	182		45,5	12			9,6	1		9,6		9,60
2/7/2004	183		57,5	11,5			9,2	1		9,2		9,20



3/7/2004	184		69	12,5			10	1	10		10,00	
4/7/2004	185	10	81,5	12			9,6	1	9,6		9,60	
5/7/2004	186		22	9,5			7,6	1	7,6		7,60	
6/7/2004	187		31,5	8,5			6,8	1	6,8		6,80	
7/7/2004	188		40	11,5			9,2	1	9,2		9,20	
8/7/2004	189		51,5	9			7,2	1	7,2		7,20	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		11	
Ημερομηνία	Ημέρες από Πλήρωση 1-1-2004	Εξ/ρου mm	Ημερήσια ένδειξη mm	Διαφορά ημέρας E <sub>pan</sub> mm	Βροχή mm	Ωφέλιμη Βροχή ΩB=0,8*B mm 0,8*(6)	Εξαιμισοδιαπνοή αναφοράς E <sub>0</sub> =K <sub>c</sub> K <sub>p</sub> * E <sub>pan</sub> mm 0,8*Χλοστάθμη *(5)		Καθαρές ανάγκες In=E <sub>0</sub> *K <sub>c</sub> χλοστάθμη mm (8)*(9)		Ποσό νερού στο έδαφος του χλοστάθμη ETe=In-ΩB mm (11)+(7)	
9/7/2004	190		60,5	9,5			7,6	1	7,6		7,60	
10/7/2004	191		70	8,5			6,8	1	6,8		6,80	
11/7/2004	192	10	78,5	8,5			6,8	1	6,8		6,80	
12/7/2004	193		18,5	12,5			10	1	10		10,00	
13/7/2004	194		31	15			12	1	12		12,00	
14/7/2004	195		46	12			9,6	1	9,6		9,60	
15/7/2004	196		58	9,5			7,6	1	7,6		7,60	
16/7/2004	197		67,5	12,5			10	1	10		10,00	

17/7/2004	198		80	12				9,6	1	9,6		9,60
18/7/2004	199	30	92	11				8,8	1	8,8		8,80
19/7/2004	200		41	12,5				10	1	10		10,00
20/7/2004	201		53,5	9				7,2	1	7,2		7,20
21/7/2004	202		62,5	8				6,4	1	6,4		6,40
22/7/2004	203		70,5	9,5				7,6	1	7,6		7,60
23/7/2004	204	11	80	8,5				6,8	1	6,8		6,80
24/7/2004	205		19,5	7,5				6	1	6		6,00
25/7/2004	206		27	4	6,29	5,03		3,2	1	3,2		8,23
1	2	3	4	5	6	7		8	9	10		11
Ημερομηνία	Ημέρες από 1-1-2004	Πλήρωση Εξέροου mm	Ημερήσια ένδειξη mm	Διαφορά ημέρας Έραν mm	Βροχή mm	Ωφέλιμη Βροχή ΩΒ=0,8*Β mm 0,8*(6)	Εξατμισοδιαπονοή αναφοράς $E_0=K_c K_p^* E_{pan}$ mm 0,8*Χλιοστάμια *(5)	Καθαρές ανάγκες $I_n=E_0^*K_c$ mm (8)*(9)	Καθαρές ανάγκες $I_n=I_n+ΩΒ$ mm (11)+(7)	Ποσό νερού στο έδαφος του χλιοστάμια mm		
26/7/2004	207		31	8,5				6,8	1	6,8		6,80
27/7/2004	208		39,5	0	9	7,20		0	1	0		7,20
28/7/2004	209		39,5	6,5				5,2	1	5,2		5,20
29/7/2004	210		46	7				5,6	1	5,6		5,60
30/7/2004	211		53	6,5				5,2	1	5,2		5,20

31/7/2004	212		59,3	6,5			5,2	1	5,2	5,20	
1/8/2004	213		65,6	6,5			5,2	1	5,2	5,20	
2/8/2004	214	10	72	8			6,4	1	6,4	6,40	
3/8/2004	215		18	10			8	1	8	8,00	
4/8/2004	216		28	9,5			7,6	1	7,6	7,60	
5/8/2004	217		37,5	5,5	0,38	0,30	4,4	1	4,4	4,70	
6/8/2004	218		43	8,5			6,8	1	6,8	6,80	
7/8/2004	219		51,5	12			9,6	1	9,6	9,60	
8/8/2004	220		63,5	10,5			8,4	1	8,4	8,40	
9/8/2004	221		74	9,5			7,6	1	7,6	7,60	
10/8/2004	222	10	83,5	10,5			8,4	1	8,4	8,40	
11/8/2004	223		20,5	11			8,8	1	8,8	8,80	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Ημερομηνία	Ημέρες από 1-1-2004	Πλήρωση Εξέροου mm	Ημερήσια ένδειξη mm	Διαφορά ημέρας Epan mm	Βροχή mm	Ωφέλιμη Βροχή ΩB=0,8*B mm 0,8*(6)	Εξαμηνιαία αναφοράς K <sub>p</sub> * E <sub>pan</sub> mm 0,8*(5)	Εξαμηνιαία αναφοράς E <sub>0</sub> =K <sub>c</sub> K <sub>c</sub> mm 0,8*(9)	Καθαρές ανάγκες In=E <sub>0</sub> *K <sub>c</sub> mm (8)*(9)	Καθαρές ανάγκες In=E <sub>0</sub> *K <sub>c</sub> mm (11)+(7)	Ποσό νερού στο έδαφος του χλοοτάπητα ETC=In+ΩB mm (11)+(7)
12/8/2004	224		31,5	9,5			7,6	1	7,6	7,60	
13/8/2004	225		41	12,5			10	1	10	10,00	

14/8/2004	226	24	53,5	7					5,6	1				5,6			5,60
15/8/2004	227		31	7					5,6	1				5,6			5,60
16/8/2004	228		38	1	3,27	2,62			0,8	1				0,8			3,42
17/8/2004	229		39	5					4	1				4			4,00
18/8/2004	230		44	6,5					5,2	1				5,2			5,20
19/8/2004	231		50,5	7,5					6	1				6			6,00
20/8/2004	232		58	10					8	1				8			8,00
21/8/2004	233		68	8					6,4	1				6,4			6,40
22/8/2004	234		76	8					6,4	1				6,4			6,40
23/8/2004	235	26	84	6					4,8	1				4,8			4,80
24/8/2004	236		32	8,5					6,8	1				6,8			6,80
25/8/2004	237		40,5	5,5					4,4	1				4,4			4,40
26/8/2004	238		46	9					7,2	1				7,2			7,20
27/8/2004	239		55	6,7					5,36	1				5,36			5,36
28/8/2004	240		61,6	6,7					5,36	1				5,36			5,36
1	2	3	4	5	6	7			8	9				10			11

Ημερομηνία	Ημέρες από 1-1-2004	Πλήρωση Εξέροου mm	Ημερήσια ένδειξη mm	Διαφορά ημέρας Έραν mm	Βροχή mm	Ωφέλιμη Βροχή $\Omega B=0,8*B$ mm 0,8*(6)	Εξατμισοδιαπνοή αναφοράς $E_0 = K_c K_p * E_{ραν}$ mm 0,8*Χλιοστάμια *(5)	Καθαρές ανάγκες $I_n = E_0 * K_c$ χλιοστάμια mm (8)*(9)	Ποσό νερού στο έδαφος του χλιοστάμια $ETC = I_n + \Omega B$ mm (11)+(7)
29/8/2004	241		68,2	6,7	1,13	0,90	5,36	5,36	6,26
30/8/2004	242	10	75	5			4	4	4,00
31/8/2004	243		15	7			5,6	5,6	5,60
1/9/2004	244		22	7			5,6	5,6	5,60
2/9/2004	245		29	6,5			5,2	5,2	5,20
3/9/2004	246		35,5	3,5			2,8	2,8	2,80
4/9/2004	247		38,8	3,5			2,8	2,8	2,80
5/9/2004	248		42,1	3,5	3,65	2,92	2,8	2,8	5,72
6/9/2004	249		45,5	2,5	0,55	0,44	2	2	2,44
7/9/2004	250		48	6			4,8	4,8	4,80
8/9/2004	251		54	5			4	4	4,00
9/9/2004	252		59	7			5,6	5,6	5,60
10/9/2004	253	10	66	4,2			3,36	3,36	3,36
11/9/2004	254		14,2	4,1			3,28	3,28	3,28
12/9/2004	255		18,3	4,2			3,36	3,36	3,36

13/9/2004	256		22,5	4,5		3,6	1	3,6		3,6	3,60
14/9/2004	257		27	5		4	1	4		4	4,00
1	2	3	4	5	6	7	9	8		10	11
Ημερομηνία	Ημέρες από 1-1-2004	Πλήρωση Εξ/ρου mm	Ημερήσια ένδειξη mm	Διαφορά ημέρας Έραν mm	Βροχή mm	Ωφέλιμη Βροχή ΩB=0,8*B mm 0,8*(6)	Εξατμισοδιαπνοή αναφοράς E <sub>0</sub> =K <sub>c</sub> K <sub>p</sub> * E <sub>ραν</sub> mm 0,8*Χλοστάμια *(5)	Καθαρές ανάγκες In=E <sub>0</sub> *K <sub>c</sub> χλοστάμια mm (8)*(9)	Ποσό νερού στο έδαφος του χλοστάμια ETe=In+ΩB mm (11)+(7)		
15/9/2004	258		32	2		1,6	1	1,6		1,6	1,60
16/9/2004	259		34	5		4	1	4		4	4,00
17/9/2004	260		39	3,5		2,8	1	2,8		2,8	2,80
18/9/2004	261		42,3	3,5		2,8	1	2,8		2,8	2,80
19/9/2004	262		45,6	3,5		2,8	1	2,8		2,8	2,80
20/9/2004	263		49	4		3,2	1	3,2		3,2	3,20
21/9/2004	264		53	4		3,2	1	3,2		3,2	3,20
22/9/2004	265		57	4		3,2	1	3,2		3,2	3,20
23/9/2004	266		61	5		4	1	4		4	4,00
24/9/2004	267	10	66	2,5		2	1	2		2	2,00
25/9/2004	268		12,5	3		2,4	1	2,4		2,4	2,40
26/9/2004	269		15,5	2,5	11,07	8,86	1	2		2	10,86

27/9/2004	270	18	2	0,55	0,44	1,6	1	1,6	2,04	
28/9/2004	271	20	4			3,2	1	3,2	3,20	
29/9/2004	272	24	6			4,8	1	4,8	4,80	
30/9/2004	273	30	3			2,4	1	2,4	2,40	
1/10/2004	274	33	4			3,2	1	3,2	3,20	
1	2	4	5	6	7	8	9	10	11	
Ημερομηνία	Ημέρες από 1-1-2004	Πλήρωση Εξ/ρου mm	Ημερήσια ένδειξη mm	Διαφορά Ημέρας Εραν mm	Βροχή mm	Ωφέλιμη Βροχή ΩΒ=0,8*B mm 0,8*(6)	Εξαιρισδιαπνοή αναφοράς Ε <sub>0</sub> =Κ <sub>c</sub> Κ <sub>p</sub> * Ε <sub>ραν</sub> mm 0,8*Χ <sub>λοοτάπητα</sub> *(5)	Καθαρές ανάγκες In=E <sub>0</sub> *Κ <sub>c</sub> χλοοτάπητα mm (8)*(9)	Ποσό νερού στο έδαφος του χλοοτάπητα ETe=In+ΩΒ mm (11)+(7)	
2/10/2004	275	37	4			3,2	1	3,2	3,20	
3/10/2004	276	41	4			3,2	1	3,2	3,20	
4/10/2004	277	45	1			0,8	1	0,8	0,80	
5/10/2004	278	46	4			3,2	1	3,2	3,20	
6/10/2004	279	50	4			3,2	1	3,2	3,20	
7/10/2004	280	54	3			2,4	1	2,4	2,40	
8/10/2004	281	57								
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>				<b>119,34</b>	<b>95,47</b>			<b>667,68</b>	<b>763,15</b>	

Πίνακας 3.3α Ημερομηνίες Αρδευσης, Δόσεις και Διάρκεια των αρδύσεων στον γλοοτάπητα							
1	2	3	4	5	6	7	8



Ημερομηνία	Ημέρες από 1-1-2004	Καθαρές ανάγκες In=E0*Kc χλοοτάπητα mm	Άθροισμα αναγκών χλοοτάπητα mm	Καθαρών Κεφαρών χλοοτάπητα mm	Δόση άρδευσης χλοοτάπητα		I <sub>dh</sub> q/(Se*Sr) mm/h	Διάρκεια άρδευσης χλοοτάπητα (7/11)*60 min
					mm ή m <sup>3</sup> /στρ	m <sup>3</sup> /48m <sup>2</sup>		
7/6/2004	158	2,8						
8/6/2004	159	4,4	7,2		7,2	0,346	13,33	32,4
9/6/2004	160	6						
10/6/2004	161	5,6	11,6		11,6	0,557	13,33	52,2
11/6/2004	162	6						
12/6/2004	163	6,8	12,8		12,8	0,614	13,33	59,5
13/6/2004	164	3,6						
14/6/2004	165	6	9,6		9,6	0,461	13,33	43,2
15/6/2004	166	6,4						
16/6/2004	167	5,6	12		12	0,576	13,33	54,0
17/6/2004	168	3,2						

Παροχή σταλακτήρων: q=1,6 l/h

Ισοποχή σταλακτιών: Se=0,3m

Ισοποχή σταλακτιφόρων σωλήνων: Sr=0,4m

1	2	3	4	5		6	7	8
				mm ή m <sup>3</sup> /στρ	m <sup>3</sup> /48m <sup>2</sup>			
Ημερομηνία	Ημέρες από 1-1-2004	Καθαρές ανάγκες In=Eo*Kc χλοοτάπητα mm	Άθροισμα αναγκών χλοοτάπητα mm	Καθαρόν Καθαρών χλοοτάπητα mm	Δόση άρδευσης	χλοοτάπητα	Idh q/(Se*Sr) mm/h	Διάρκεια άρδευσης χλοοτάπητα min (7/11)*60
18/6/2004	169	0	3,2		3,2	0,154	13,33	14,4
19/6/2004	170	5,6						
20/6/2004	171	3,2	8,8		8,8	0,422	13,33	39,6
21/6/2004	172	5,6						
22/6/2004	173	2,8	8,4		8,4	0,403	13,33	37,8
23/6/2004	174	2,4						
24/6/2004	175	6	8,4		8,4	0,403	13,33	37,8
25/6/2004	176	6						
26/6/2004	177	6,4	12,4		12,4	0,595	13,33	55,8
27/6/2004	178	6,8						
28/6/2004	179	6,4	13,2		13,2	0,634	13,33	59,4

29/6/2004	180	6,8											
30/6/2004	181	6	12,8		0,614		13,33					57,6	

Παροχή σταλακτήρων:  $q=1,6 \text{ l/h}$

Ισοποχή σταλακτήρων:  $Se=0,3\text{m}$

Ισοποχή σταλακτιφόρων σωλήνων:  $Sr=0,4\text{m}$

1	2	3	4	5	6	7	8	
Ημερομηνία	Ημέρες από 1-1-2004	Καθαρές ανάγκες $in=Et \cdot Kc$ χλοοτάπητα mm	Αθροισμα αναγκών χλοοτάπητα mm	Δόση άρδευσης χλοοτάπητα mm ή $\text{m}^3/\text{στρ}$	Δόση άρδευσης χλοοτάπητα $\text{m}^3/48\text{m}^2$	$I_d h \cdot q / (Se \cdot Sr) \text{ mm/h}$	Διάρκεια χλοοτάπητα $(7/11) \cdot 60$ min	άρδευσης min
1/7/2004	182	9,6						
2/7/2004	183	9,2	18,8	18,8	0,902	13,33	84,6	
3/7/2004	184	10						
4/7/2004	185	9,6	19,6	19,6	0,941	13,33	88,2	
5/7/2004	186	7,6						
6/7/2004	187	6,8	14,4	14,4	0,691	13,33	64,8	

7/7/2004	188	9,2											
8/7/2004	189	7,2	16,4		16,4		0,787		13,33			73,8	
9/7/2004	190	7,6											
10/7/2004	191	6,8	14,4		14,4		0,691		13,33			64,8	
11/7/2004	192	6,8											
12/7/2004	193	10	16,8		16,8		0,806		13,33			75,6	
13/7/2004	194	12											

Παροχή σταλακτήρων:  $q=1,6$  l/h

Ισαποχή σταλακτήρων:  $Se=0,3m$

Ισαποχή σταλακτιφόρων σωλήνων:  $Sr=0,4m$

1	2	3	4	5	6	7	8
Ημερομηνία	Ημέρες από 1-1-2004	Καθαρές ανάγκες $I_n = E_0 * K_c$ χλοοτάπητα mm	Άθροισμα αναγκών χλοοτάπητα mm	Δόση άρδευσης χλοοτάπητα mm ή m <sup>3</sup> /στρ	Δόση άρδευσης χλοοτάπητα m <sup>3</sup> /48m <sup>2</sup>	Idh $q/(Se * Sr)$ mm/h	Διάρκεια χλοοτάπητα (7/11)*60 min
14/7/2004	195	9,6	21,6	21,6	1,037	13,33	97,2

15/7/2004	196	7,6																	
16/7/2004	197	10	17,6				17,6			0,845		13,33				79,2			
17/7/2004	198	9,6																	
18/7/2004	199	8,8	18,4				18,4			0,883		13,33				82,8			
19/7/2004	200	10																	
20/7/2004	201	7,2	17,2				17,2			0,826		13,33				77,4			
21/7/2004	202	6,4																	
22/7/2004	203	7,6	14				14			0,672		13,33				63,0			
23/7/2004	204	6,8																	
24/7/2004	205	6	12,8				12,8			0,614		13,33				57,6			
25/7/2004	206	3,2																	
26/7/2004	207	6,8	10				10			0,480		13,33				45,0			

Παροχή σταλακτήρων:  $q=1,6$  l/h

Ισοποχή σταλακτήρων:  $Se=0,3$ m

Ισοποχή σταλακτηφόρων σωλήνων:  $Sr=0,4$ m

1	2	3	4	5	6	7	8
---	---	---	---	---	---	---	---

Ημερομηνία	Ημέρες από 1-1-2004	Καθαρές ανάγκες In=Eo*Kc χλοοτάπητα mm	Άθροισμα αναγκών χλοοτάπητα mm	Καθαρών χλοοτάπητα mm	Δόση άρδευσης χλοοτάπητα		Idh q/(Se*Sr) mm/h	Διάρκεια χλοοτάπητα min (7/11)*60
					mm ή m <sup>3</sup> /στρ	m <sup>3</sup> /48m <sup>2</sup>		
27/7/2004	208	0						
28/7/2004	209	5,2	5,2		5,2	0,250	13,33	23,4
29/7/2004	210	5,6						
30/7/2004	211	5,2	10,8		10,8	0,518	13,33	48,6
31/7/2004	212	5,2						
1/8/2004	213	5,2	10,4		10,4	0,499	13,33	46,8
2/8/2004	214	6,4						
3/8/2004	215	8	14,4		14,4	0,691	13,33	64,8
4/8/2004	216	7,6						
5/8/2004	217	4,4	12		12	0,576	13,33	54,0
6/8/2004	218	6,8						
7/8/2004	219	9,6	16,4		16,4	0,787	13,33	73,8
8/8/2004	220	8,4						

Παροχή σταλακτήρων:  $q=1,6 \text{ l/h}$

Ισαποχή σταλακτήρων:  $Se=0,3\text{m}$

Ισαποχή σταλακτιφόρων σωλήνων:  $Sr=0,4\text{m}$

1	2	3	4	5		6	7	8
Ημερομηνία	Ημέρες από 1-1-2004	Καθαρές από ανάγκες $I_n=E_0^*K_c$ χλοοτάπητα mm	Άθροισμα αναγκών χλοοτάπητα mm	Καθαρών Καθαρών χλοοτάπητα mm	Δόση άρδευσης χλοοτάπητα		Idh $q/(Se^*Sr) \text{ mm/h}$	Διάρκεια χλοοτάπητα $(7/11)^*60 \text{ min}$
					mm ή $\text{m}^3/\text{στρ}$	$\text{m}^3/48\text{m}^2$		
9/8/2004	221	7,6	16		16	0,768	13,33	72,0
10/8/2004	222	8,4						
11/8/2004	223	8,8	17,2		17,2	0,826	13,33	77,4
12/8/2004	224	7,6						
13/8/2004	225	10	17,6		17,6	0,845	13,33	79,2
14/8/2004	226	5,6						
15/8/2004	227	5,6	11,2		11,2	0,538	13,33	50,4
16/8/2004	228	0,8						

17/8/2004	229	4	4,8	4,8	0,230	13,33	21,6
18/8/2004	230	5,2					
19/8/2004	231	6	11,2	11,2	0,538	13,33	50,4
20/8/2004	232	8					
21/8/2004	233	6,4	14,4	14,4	0,691	13,33	64,8

Παροχή σταλακτήρων:  $q=1,6$  l/h

Ισαποχή σταλακτήρων:  $Se=0,3$ m

Ισαποχή σταλακτιφόρων σωλήνων:  $Sr=0,4$ m

1	2	3	4	5	6	7	8
Ημερομηνία	Ημέρες από 1-1-2004	Καθαρές ανάγκες $In=Eo*Kc$ χλοοτάπητα mm	Άθροισμα αναγκών χλοοτάπητα mm	Δόση άρδευσης χλοοτάπητα mm ή $m^3/στρ$	Δόση άρδευσης χλοοτάπητα $m^3/48m^2$	Idh $q/(Se*Sr)$ mm/h	Διάρκεια άρδευσης χλοοτάπητα $(7/11)*60$ min
22/8/2004	234	6,4					
23/8/2004	235	4,8	11,2	11,2	0,538	13,33	50,4
24/8/2004	236	6,8					



25/8/2004	237	4,4	11,2		11,2	0,538	13,33	50,4	
26/8/2004	238	7,2							
27/8/2004	239	5,36	12,56		12,56	0,603	13,33	56,5	
28/8/2004	240	5,36							
29/8/2004	241	5,36	10,72		10,72	0,515	13,33	48,3	
30/8/2004	242	4							
31/8/2004	243	5,6	9,6		9,6	0,461	13,33	43,2	
1/9/2004	244	5,6							
2/9/2004	245	5,2	10,8		10,8	0,518	13,33	48,6	
3/9/2004	246	2,8							

Παροχή σταλακτήρων:  $q=1,6$  l/h

Ισαποχή σταλακτήρων:  $Se=0,3m$

Ισαποχή σταλακτηφόρων σωλήνων:  $Sr=0,4m$

1	2	3	4	5	6	7	8
---	---	---	---	---	---	---	---

Ημερομηνία	Ημέρες από 1-1-2004	Καθαρές ανάγκες In=Εο*Κc χλοοτάπητα mm	Αθροισμα ανεγκών χλοοτάπητα mm	Καθαρόν χλοοτάπητα mm	Δόση άρδευσης χλοοτάπητα		Idh q/(Se*Sr) mm/h	Διάρκεια χλοοτάπητα (7/11)*60 min
					mm ή m <sup>3</sup> /στρ	m <sup>3</sup> /48m <sup>2</sup>		
4/9/2004	247	2,8	5,6		5,6	0,269	13,33	25,2
5/9/2004	248	2,8						
6/9/2004	249	2	4,8		4,8	0,230	13,33	21,6
7/9/2004	250	4,8						
8/9/2004	251	4	8,8		8,8	0,422	13,33	39,6
9/9/2004	252	5,6						
10/9/2004	253	3,36	8,96		8,96	0,430	13,33	40,3
11/9/2004	254	3,28						
12/9/2004	255	3,36	6,64		6,64	0,319	13,33	29,9
13/9/2004	256	3,6						
14/9/2004	257	4	7,6		7,6	0,365	13,33	34,2
15/9/2004	258	1,6						
16/9/2004	259	4	5,6		5,6	0,269	13,33	25,2

Παροχή σταλακτήρων:  $q=1,6 \text{ l/h}$

Ισοποχή σταλακτήρων:  $Se=0,3m$

Ισοποχή σταλακτηφόρων σωλήνων:  $St=0,4m$

1	2	3	4	5		7	8
				Δόση άρδευσης χλοοτάπητα $mm \text{ ή } m^3/στρ$	Δόση άρδευσης χλοοτάπητα $m^3/48m^2$		
Ημερομηνία	Ημέρες από 1-1-2004	Καθάρεις ανάγκες $In=Eo \cdot Kc$ χλοοτάπητα mm	Άθροισμα αναγκών χλοοτάπητα mm	Καθαρών χλοοτάπητα mm			
17/9/2004	260	2,8					
18/9/2004	261	2,8	5,6		0,269	13,33	25,2
19/9/2004	262	2,8					
20/9/2004	263	3,2	6		0,288	13,33	27,0
21/9/2004	264	3,2					
22/9/2004	265	3,2	6,4		0,307	13,33	28,8
23/9/2004	266	4					
24/9/2004	267	2	6		0,288	13,33	27,0

25/9/2004	268	2,4											
26/9/2004	269	2	4,4		4,4	0,211			13,33				19,8
27/9/2004	270	1,6											
28/9/2004	271	3,2	4,8		4,8	0,230			13,33				21,6
29/9/2004	272	4,8											

Παροχή σταλακτιήρων:  $q=1,6$  l/h

Ισοποχή σταλακτιήρων:  $Se=0,3m$

Ισοποχή σταλακτιηφόρων σωλήνων:  $Sr=0,4m$

1	2	3	4	5	6	7	8
Ημερομηνία	Ημέρες από 1-1-2004	Καθαρές ανάγκες $I_p=E_o \cdot K_c$ χλοοτάπητα mm	Άθροισμα αναγκών χλοοτάπητα mm	Δόση άρδευσης χλοοτάπητα mm ή $m^3/στρ$	Δόση άρδευσης χλοοτάπητα $m^3/48m^2$	$I_{dh} q/(Se \cdot Sr)$ mm/h	Διάρκεια άρδευσης χλοοτάπητα min $(7/11) \cdot 60$
30/9/2004	273	2,4	7,2	7,2	0,346	13,33	32,4
1/10/2004	274	3,2					
2/10/2004	275	3,2	6,4	6,4	0,307	13,33	28,8

3/10/2004	276	3,2												
4/10/2004	277	0,8	4				4		0,192		13,33		18,0	
5/10/2004	278	3,2												
6/10/2004	279	3,2												
7/10/2004	280	2,4	8,8				8,8		0,422		13,33		39,6	
8/10/2004	281													
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>		<b>667,68</b>	<b>667,68</b>						<b>32,05</b>					

Παροχή σταλακτήρων:  $q=1,6 \text{ l/h}$

Ισαποχή σταλακτήρων:  $Se=0,3m$

Ισαποχή σταλακτιφόρων σωλήνων:  $Sr=0,4m$

### 3.5 ΑΡΔΕΥΣΗ ΜΕ ΥΓΡΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ

Η πρώτη άρδευση με τα υγρά αστικά απόβλητα πραγματοποιήθηκε στις **10-6-2004**. Με αυτά αρδεύσαμε τον Χλοοτάπητα Λύμα (ΧΛ). Τα επεξεργασμένα υγρά αστικά απόβλητα προέρχονταν από τη μονάδα βιολογικού καθαρισμού της πόλης του Βόλου.

Η μονάδα εξυπηρετεί τους Δήμους Βόλου, Ν. Ιωνίας, Αισωνίας και τη Βιομηχανική περιοχή του Βόλου, συνολικού πληθυσμού 200.000 κατοίκων. Δέχεται 22.000 m<sup>3</sup> αποβλήτων/ ημέρα και διαθέτει τριτοβάθμιο σύστημα επεξεργασίας. Τα απόβλητα δέχονταν τριτοβάθμια επεξεργασία και ως εκ τούτου, δεν περιείχαν σε μεγάλες ποσότητες τα διάφορα θρεπτικά στοιχεία που είναι απαραίτητα για τα φυτά, όπως Ν, Ρ, Κ. Όμως, περιείχαν σε μεγάλη ποσότητα ιόντα χλωρίου, σε συγκεντρώσεις που είναι απαγορευτικές για άρδευση καλλιεργειών. Για το λόγο αυτό, γινόταν μία άρδευση με απόβλητα στις μεταχειρίσεις ΧΛ και ΚΛ, και ακολουθούσαν δύο αρδεύσεις με καθαρό νερό της γεώτρησης του αγροκτήματος.

Τα απόβλητα ερχόταν μια με δυο φορές την εβδομάδα και αυτό εξαρτιόνταν από την δόση αρδεύσεις που καθορίζαμε κάθε φορά. Αύρα τοποθετούνταν στην πλαστική μαύρη δεξαμενή που βλέπουμε στο κάτω σχήμα (εικόνα 3.7)Κάθε φορά που τοποθετούσαμε το λύμα υπήρχε ιδιαίτερη προσοχή διότι ήταν επικίνδυνοι η επαφή με ευαίσθητα σημεία του σώματος όπως τα μάτια. Μετά την άρδευση με απόβλητα, η δεξαμενή ξεπλένονταν με καθαρό νερό .Οι άρδευσης με λήμμα γίνανε μέχρι και της **7-10-2004**..



**Εικόνα 3.7 Η δεξαμενή την ώρα της τοποθέτησης των απόβλητων από τη Δ.Ε.Υ.Α.Μ.Β.**

Στον παρακάτω πίνακα 3.4 είναι τα αποτελέσματα από την ανάλυση των απόβλητων που διενεργήθηκαν στις εγκαταστάσεις του Βιολογικού καθαρισμού. Οι παράμετροι που μετρήθηκαν στον Βιολογικό καθαρισμό ήταν : BOD, COD, Cl<sup>-</sup>, Ολικός P, SS (Αιωρούμενα στερεά), NH<sub>4</sub>-N., NO<sub>3</sub>-N , ρΗ και Ηλεκτρική Αγωγιμότητα..



**Πίνακας 3.4α Αποτελέσματα χημικών αναλύσεων των επεξεργασμένων αποβλήτων**

Παράμετρος μέτρησης	20-6-2004	18-7-2004	11-8-2004	18-9-2004	2-10-2004	Όρια ασφαλείας
Ηλεκτρική αγωγιμότητα dS/m	3,3	3,1	3,1	3,2	3,1	0-3
Cl <sup>-</sup> mg/l	1350	1400	1350	1490	1500	0-700
Αιωρούμενα στερεά (S.S.) mg/l	10	9	10	12	10	0-15
P mg/l	1	2,7	1,5	1,4	1,6	0-15
NH <sub>4</sub> -N	1,5	3	1,6	1,6	0,8	0-30

mg/l						
NO <sub>3</sub> -N	6,5	6,7	6,5	5,2	5,6	0-10
mg/l						
Χημική απαίτηση Οξυγόνου (C.O.D.)	40	55	45	55	50	0-40
mg/l						
Βιοχημική απαίτηση Οξυγόνου (B.O.D.)	10	12	12	4	10	0-15
mg/l						
pH	7,8	7,7	7,75	7,96	7,7	6,5-8,5

Τα αποτελέσματα μας δείχνανε ότι πιο επικίνδυνη παράμετρος για τις καλλιέργειες θεωρείται η συγκέντρωση των ιόντων Cl<sup>-</sup>.Ως ελάχιστο όριο ασφαλείας θεωρούνται τα 355 mg Cl<sup>-</sup>/l, ενώ για τις ανθεκτικότερες καλλιέργειες μπορεί να εφαρμοστεί το όριο των 710 mg Cl<sup>-</sup>/l. Από τις άλλες παραμέτρους η ηλεκτρική αγωγιμότητα ήταν λίγο παραπάνω από το όριο των 3 dS/m και για αυτό κάναμε την εναλλαγή στο πότισμα από λύμα σε καθαρό για να μπορέσουμε να μειώσουμε όσο τον δυνατόν την επίδραση αυτής.

Ο δείκτης B.O.D.(Βιοχημική απαίτηση Οξυγόνου), τα νιτρικά ιόντα και οι τιμές των αιωρούμενων στερεών (S.S.) βρισκόταν μέσα στα επιτρεπτά όρια.

Ακόμη, ο δείκτης C.O.D.(Χημική απαίτηση Οξυγόνου) βρίσκονταν ελάχιστα πιο πάνω από τα ενδεικνυόμενα όρια των 40 mg/l.

Τα υπόλοιπα στοιχεία χαρακτηρίζονται από μικρές σχετικά συγκεντρώσεις.

### 3.6 Μέθοδοι προσδιορισμού χαρακτηριστικών του χλοοτάπητα:

#### 3.6.1 Ξηρή Βιομάζα



Ο τρόπος ο οποίος μας έδινε την δυνατότητα να βρισκουμε την ξηρή βιομάζα του χλοοτάπητα ήταν να κόβουμε με χορτοκοπτική μηχανή τον χλοοτάπητα σε ένα συγκεκριμένο ύψος κάθε φορά. Το γκαζόν το κόβαμε κάθε 15 μέρες περίπου.Κάθε φορά βέβαια που κόβαμε το γκαζόν υπήρχανε κάποιες μικρές απώλειες λόγω της χορτοκοπτικής αλλά αυτές ήταν περίπου ίδιες και στις δυο μεταχειρίσεις και γιαυτό τον λόγο δεν υπολογιζόταν.

Η πρώτη κοπή του χλοοτάπητα έγινε στις **3-5-2004**.



**Εικόνα 3.8Κοπή χλοοτάπητα**

Η κοπή και το ζύγισμα της νωπής βιομάζας γινόταν χωριστά σε κάθε πειραματικό τεμάχιο αλλά και σε κάθε επανάληψη του κάθε τεμαχίου.

Χρησιμοποιήσαμε την ζυγαριά 12000 D SCS της εταιρείας Precisa Instruments AG για να μετρήσουμε της ποσότητες γκαζόν με ακρίβεια Η ζυγαριά έχει σαν μέγιστο επιτρεπόμενο βάρος τα 12100 g, ελάχιστο βάρος τα 5 g, και σφάλμα ανάγνωσης το 1g.

Όταν κόβαμε το γκαζόν μετά κρατούσαμε από κάθε επανάληψη του κάθε τεμαχίου μια ποσότητα γκαζόν .Η ποσότητα οριστικέ τα 250 g.Για να μπορέσουμε να ξηράνουμε αυτή την ποσότητα γκαζόν τοποθετούσαμε αυτές της ποσότητες σε χαρτοσακούλες (εικόνα 3.9)Μετά μεταφέραμε αυτές της χαρτοσακούλες με το γκαζόν σε ειδικό φούρνο που διαθέτει το Εργαστήριο της Γεωργικής Υδραυλικής .Η

θερμοκρασία που επικρατούσε στον φούρνο ήταν στους 100°C και αυτό γινότανε για 2 ημέρες. Μετά τη διαδικασία της ξήρανσης το κάθε δείγμα ζυγιζόταν ξανά στον ίδιο ζυγό ακριβείας.



**Εικόνα 3.9 Μεταφορά σε  
Χαρτοσακούλες για ξήρανση**

Η ίδια διαδικασία μετρήσεων επαναλαμβανόταν σε κάθε κοπή του χλοοτάπητα. Συνολικά έγιναν 10 κοπές στις εξής ημερομηνίες: **3-5-2004, 19-5-2004, 3-6-2004, 28-6-2004, 12-7-2004, 26-7-2004, 11-8-2004, 30-8-2004, 17-9-2004, 6-10-2004.**

Για να μπορέσουμε να παρατηρήσουμε τον ρυθμό αύξησης του χλοοτάπητα μετρούσαμε κάθε φορά το ύψος του χλοοτάπητα πριν κάνουμε την κοπή. χρησιμοποιήσαμε το κλασικό υποδεκάμετρο για της ανάγκες της μέτρησης. Από κάθε πειραματικό τεμάχιο περνάμε δειγματοληπτικά 9 μέτρησης. Η πρώτη μέτρηση έγινε στις **19-5-2004.**

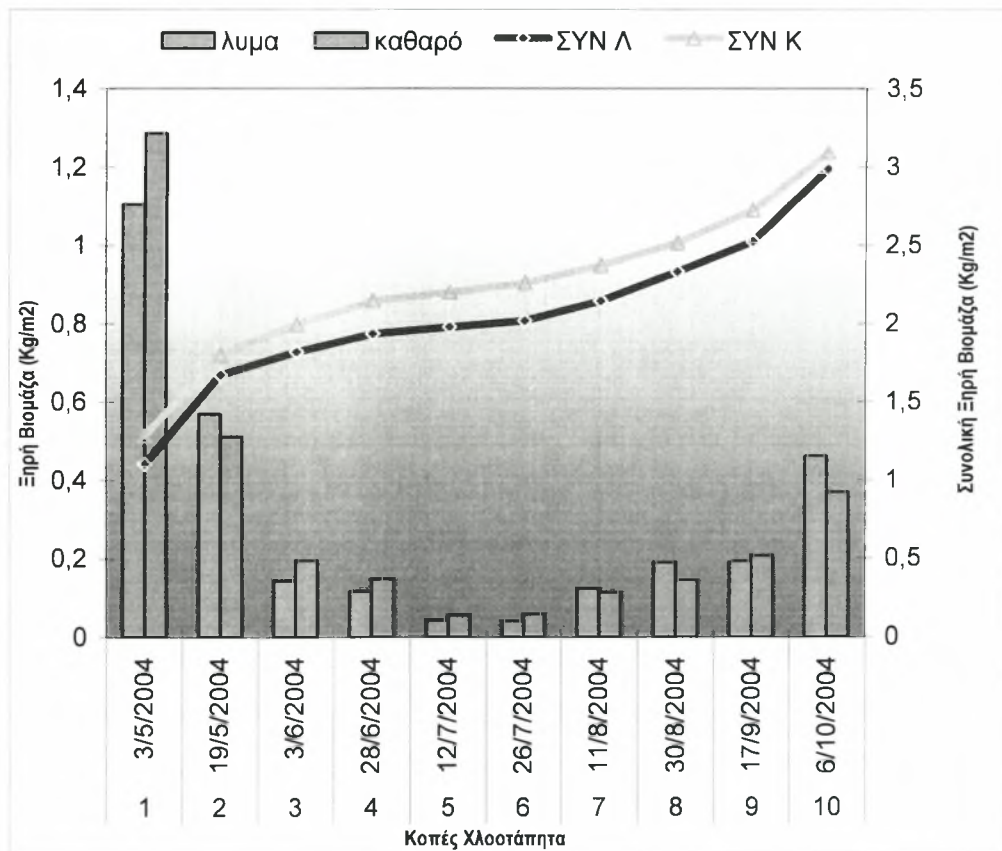
Οι επόμενες μετρήσεις έγιναν στα παρακάτω διαστήματα: **3-6-2004, 28-6-2004, 12-7-2004, 26-7-2004, 11-8-2004, 30-8-2004, 17-9-2004, 6-10-2004.**

## Αποτελέσματα προσδιορισμού χαρακτηριστικών του χλοοτάπητα:

### 3.6.2 Ξηρή Βιομάζα

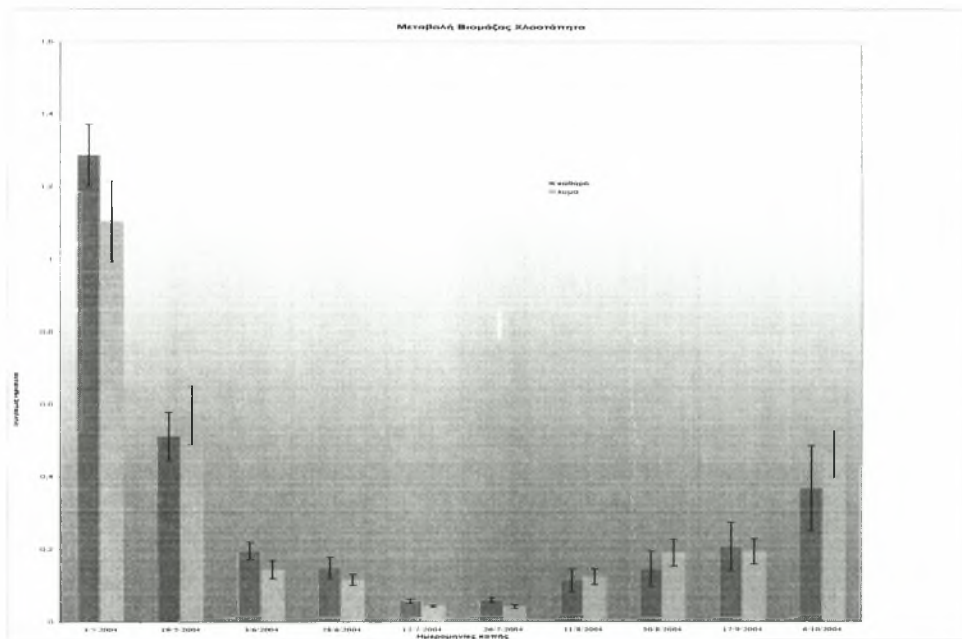
Στο Σχήμα 3.5<sup>α</sup> παρουσιάζεται η διακύμανση της βιομάζας σε Kg ξηρής βιομάζας/m<sup>2</sup> χλοοτάπητα. Κατά τη διάρκεια της περιόδου αναπτύξεως, δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην βιομάζα των δύο μεταχειρίσεων, συγκρινόμενες ανά ζεύγος τιμών.

Της μεγαλύτερες αποδόσεις της είχαμε στην κοπή της 19-5-2004, με 0,5692 kg/ m<sup>2</sup> για τη μεταχείριση του λύματος και 0,5122 kg/ m<sup>2</sup> για τη μεταχείριση του καθαρού νερού. Όσον αφορά την αθροιστική απόδοση, για το διάστημα 19-5-2004 έως 6-10-2004, η μεταχείριση του καθαρού νερού έδωσε 3,09kg/ m<sup>2</sup> και η μεταχείριση του λύματος έδωσε 2,99 kg/ m<sup>2</sup>. Πρώτο συμπέρασμα από αυτά τα αποτελέσματα είναι ότι η παραγωγή βιομαζών ήταν ελαφρώς υψηλότερη στην μεταχείριση με καθαρό νερό όπως φαίνεται στο διάγραμμα ως αθροιστική ξηρή βιομάζα, αν και η διάφορα είναι τόσο ελάχιστη που μπορούμε να μην την λάβουμε σοβαρά υπόψη.



Σχήμα 3.5α Αθροιστική ξηρή βιομάζα για τις μεταχειρίσεις με καθαρό νερό και με απόβλητα

Από τη στατιστική ανάλυση που πραγματοποιήθηκε, δεν προέκυψε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο μεταχειρίσεων στο επίπεδο του 0,05 τόσο μεταξύ των ημερομηνιών κοπής, όσο και συνολικά. (Πίνακας 1, ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι,  $t=0,179$ ,  $df=6$ ,  $p=0,864$ ).



Σχήμα 3.6.α Μεταβολή βιομάζας ανά ημερομηνία κοπής

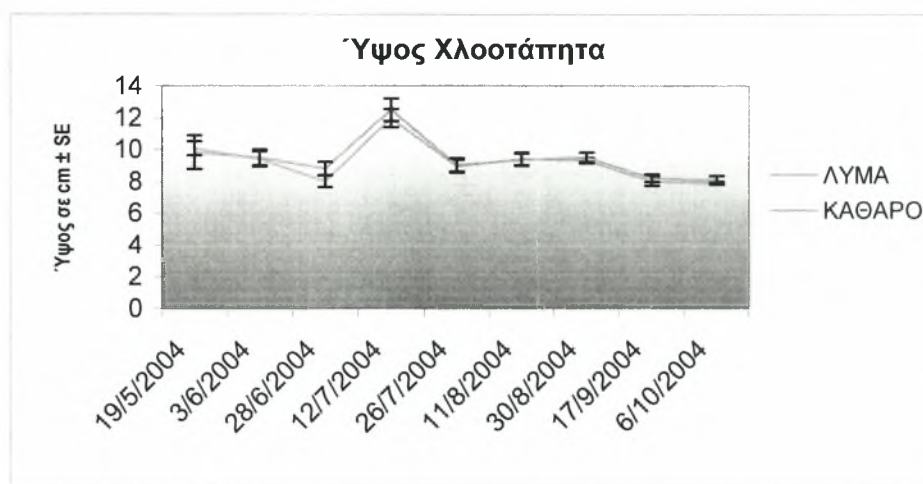
Οι μπάρες αναφέρονται στο Standard Error

Στο σχήμα 3.6α φαίνεται η μεταβολή της βιομάζας του γλοοτάπητα κατά την άρδευση με καθαρό νερό και λύμα.

Γενικά όπως παρατηρούμε στο σχήμα 3.6α, υπάρχει μια μείωση της βιομάζας του γλοοτάπητα κατά τα μέσα με τέλη Ιουλίου που πιο πιθανό αίτιο γιαυτό είναι η πολύ υψηλές θερμοκρασίες που επικρατούσαν στην περιοχή αλλά και από διάφορους μικροοργανισμούς που έτυχε να ευδοκιμήσουν εκεί Αντίστοιχα έχουμε μια άνοδο της βιομάζας του γλοοτάπητα στα μέσα Σεπτεμβρίου μέχρι αρχές Οκτωβρίου που πιθανόν να οφείλεται στην έναρξη των βροχοπτώσεων και την επαναφορά της θερμοκρασίας σε κανονικές τιμές.

### 3.6.3 Ύψος χλοοτάπητα

Όπως φαίνεται στο σχήμα 3.7α, το ύψος του γκαζόν που ποτιζόταν με καθαρό νερό ήταν μεγαλύτερο από αυτό του λύματος σε όλη την διάρκεια του πειράματος αλλά και σε αυτό δεν είχαμε στατιστικά σημαντικές διαφορές στο επίπεδο του 0,05 (πίνακας 2 –ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι,  $t=0,847$ ,  $df=16$ ,  $p=0,409$ ). Ο λόγος πιθανότατα ήταν η υψηλή συγκέντρωση των ιόντων χλωρίου στα υγρά αστικά απόβλητα που όπως είπαμε πιο πριν είναι τοξικό για τα φυτά γενικώς αλλά και για τον χλοοτάπητα.



Σχήμα 3.7α Μέσο ύψος χλοοτάπητα για τις μεταχειρίσεις καθαρό νερό και λύμα πριν από κάθε κοπή

Οι μπάρες αναφέρονται στο Standard Error

Από τη στατιστική επεξεργασία με t-test προέκυψε ότι δεν υπάρχει καμία στατιστική σημαντική διαφορά μεταξύ των μεταχειρίσεων τόσο μεταξύ των μετρήσεων όσο και συνολικά.

### 3.6.4 Χλωροφύλλη

Μετρήθηκε η Χλωροφύλλη a, η Χλωροφύλλη b και η συνολική a+b. η χλωροφύλλη είναι ένα στοιχείο του φυτού με το οποίο μπορούμε να δούμε κατά πόσο υγιές είναι ένα φυτό και φυσικά σε αυτό οφείλεται και το πράσινο χρώμα των φύλλων και όλων των άλλων μερών τα όποια φωτοσυνθέτουν. Η χλωροφύλλη a εμφανίζεται



σε όλους τους φωτοσυνθετικούς ευκαρυωτικούς οργανισμούς και στα προκαρυωτικά κυανοβακτήρια και συνεπώς θεωρείται βασικός παράγοντας για τη φωτοσύνθεση.

Η χλωροφύλλη b εμφανίζεται επιπλέον στα τραχεόφυτα, τα βρυόφυτα, τα χλωροφύκη και απορροφά σε διαφορετικό μήκος κύματος φωτός από τη χλωροφύλλη a. Έτσι η χλωροφύλλη b είναι μια δευτερεύουσα χρωστική που βοηθάει στη διεύρυνση του φάσματος του φωτός κατά τη φωτοσύνθεση. Όταν ένα μόριο της χλωροφύλλης b απορροφά φως, το διεγερμένο μόριό της μεταβιβάζει την ενέργεια σε ένα μόριο χλωροφύλλης a, το οποίο στη συνέχεια τη μετατρέπει σε χημική με τη διεργασία της φωτοσύνθεσης. Γενικά στα φύλλα των πράσινων φυτών, η χλωροφύλλη b αποτελεί το ¼ της συνολικής περιεκτικότητας σε χλωροφύλλη.

Η χλωροφύλλη b ίσως να χρησιμεύει μόνο στη συλλογή της ακτινοβολίας και την προστασία της χλωροφύλλης a από την φωτοοξειδωση (Λόλας, 1996).

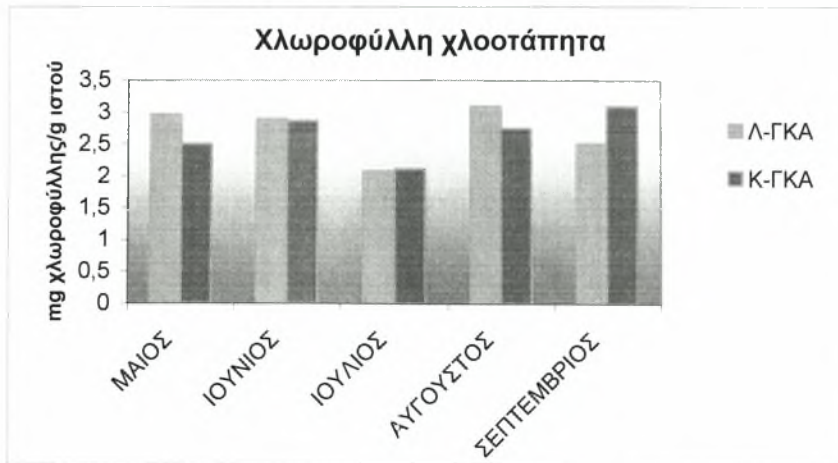
Για τη μέτρηση της περιεχόμενης χλωροφύλλης στα φύλλα του χλοοτάπητα χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της εκχύλισης με αιθανόλη. δειγματοληπτικά πήραμε φύλλα από όλα τα πειραματικά τεμάχια Ζυγίσαμε 0,15 g χλοοτάπητα από το κάθε πειραματικό τεμάχιο και τα οποία τα λειοτριβήσαμε με 25ml αιθανόλης σε γυάλινο γουδί. Στη συνέχεια έγινε εκχύλιση του δείγματος, ομογενοποίηση σε δοκιμαστικούς σωλήνες και φυγοκέντρωση στις 3500 στροφές για 10min. Από το υπερκείμενο υγρό πάρθηκε ένα μέρος για μέτρηση σε φασματοφωτόμετρο σε τρία μήκη κύματος: A<sub>665</sub>, A<sub>654</sub>, A<sub>649</sub>. (Biochin. Biophys. Acta 109(1965) p.448-453).

Η όλη διαδικασία πραγματοποιήθηκε στο Εργαστήριο Γενικής Χημείας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας. Η πρώτη μέτρηση χλωροφύλλης έγινε στις **10-5-2004** και οι επόμενες: **5-6-2004, 6-7-2004, 28-7-2004, 23-8-2004, 5-10-2004**.

#### **Αποτελέσματα της χλωροφύλλης:**

Χλωροφύλλη με εκχύλιση

Στο σχήμα 3.8α παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της μέτρησης της χλωροφύλλης (a και b) που έγιναν σε φύλλα χλοοτάπητα. Όπως φαίνεται οι μεγαλύτερες τιμές παρατηρήθηκαν στη πειραματικό τεμαχιο με το λύμα με μέσο όρο τιμής 2,71 mg χλωροφύλλης/g ξηρού ιστού έναντι 2,66 mg χλωροφύλλης/g ξηρού ιστού της μεταχείρισης του καθαρού νερού.



Σχήμα 3.8α Μεταβολή της χλωροφύλλης με το χρόνο

Η διαφορά αυτή όπως φαίνεται στον πίνακα 3.3α (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι) δεν είναι στατιστικά σημαντική στο επίπεδο του 0,05. Η μεγαλύτερη τιμή χλωροφύλλης καταγράφηκε τον Αύγουστο στη μεταχείριση του λύματος (3,098 mg χλωροφύλλης/g ξηρού ιστού) ενώ στη μεταχείριση του καθαρού νερού καταγράφηκε τον Σεπτέμβριο (3,096 mg χλωροφύλλης/g ξηρού ιστού).

Τα αποτελέσματα της μέτρησης χλωροφύλλης δεν διέφεραν στατιστικά σημαντικά στις δυο μεταχειρίσεις. ( $t=-0,178$ ,  $df=8$ ,  $p=0,863$ ).

Γενικά παρατηρούμε σταθερές τιμές χλωροφύλλης με την πάροδο του χρόνου. Παρατηρήθηκε μόνο μια μικρή αύξηση στην τιμή της κατά το μήνα Αύγουστο.

### 3.7 Μετεωρολογικά δεδομένα.

Η καταγραφή των μετεωρολογικών δεδομένων έγινε από τον μετεωρολογικό σταθμό του Εργαστηρίου Γεωργικής Υδραυλικής ο οποίος βρίσκεται στο αγρόκτημα του Βελεστίνου και από κει καταγράψαμε τα έξι στοιχεία ημερήσια διακύμανση της θερμοκρασίας του αέρα και άθροισμα ημερήσιας βροχόπτωσης. Η καταγραφή των μετεωρολογικών δεδομένων γινόταν σε ωριαία βάση καθ' όλη τη διάρκεια του 24ώρου. Η συλλογή τους έγινε με τη βοήθεια data logger και η επεξεργασία τους με το πρόγραμμα Excel της Microsoft.

### 3.8 Εδαφολογικά χαρακτηριστικά των πειραματικών τεμαχίων.

Μετά το τέλος των αρδεύσεων (στις 24-10-2004) έγινε δειγματοληψία εδάφους (εικόνα 3.12) σε τρία βάθη (0-30cm, 30-60cm, 60-90cm) από κάθε πειραματικό τεμάχιο και στη συνέχεια ακολούθησε ανάλυση αυτών των δειγμάτων στο Π.Ε.Γ.Ε.Α.Λ. Λάρισας.

Η δειγματοληψία του εδάφους έγινε με σκοπό τον προσδιορισμό των φυσικών και χημικών ιδιοτήτων του εδάφους. Λήφθηκαν συνολικά 6 δείγματα. Δηλαδή από κάθε πειραματικό τεμάχιο: Χλοοτάπητας Καθαρό, Χλοοτάπητας Λύμα. Χρησιμοποιήθηκαν τα υλικά: δειγματολήπτης εδάφους, σακουλάκια δειγματοληψίας.



Εικόνα 3.9 Δειγματοληψία εδάφους

Υπολογίστηκαν:

1. Οργανική Ουσία με τη μέθοδο της υγρής οξείδωσης (Π.Ε.Γ.Ε.Α.Λ. Λάρισας)
2. pH με τη μέθοδο σχέση νερού εδάφους 1:1 (Methods Of Soil Analysis, Part 2, 1982, p.199-209)
3.  $\text{CaCO}_3$  με τη μέθοδο Bernard (Methods Of Soil Analysis, Part 2, 1982, p.181)



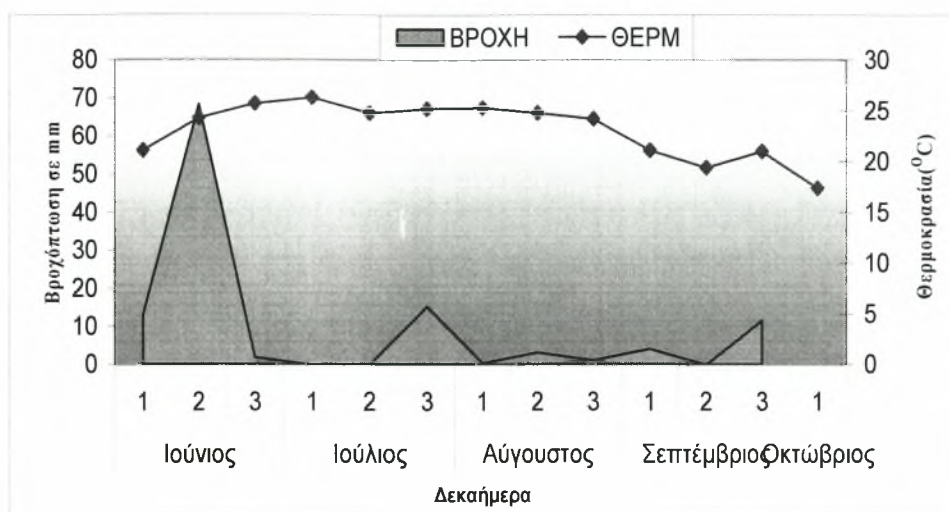
4. Ηλεκτρική Αγωγιμότητα-Διαλυτά άλατα με τη μέθοδο 1:1 (νερού –εδάφους) (Methods Of Soil Analysis, Part 2,1982,p.167-173)
5. Fe, Zn, Mn, Cu με τη μέθοδο DTPA (Methods Of Soil Analysis, Part 2,1982,p.301-334)
6. B με τη μέθοδο Hot Water ( Methods Of Soil Analysis, Part 2,1982,p.434-436)
7. K, Na, Ca, Mg με τη μέθοδο των Ανταλλάξιμων Κατιόντων ( Methods Of Soil Analysis, Part 2,1982,p.159-164)
8. I.A.K. κατά προσέγγιση προσθέτοντας τις τιμές του K, Na, Ca, Mg.

### **3.9 Στατιστική ανάλυση αποτελεσμάτων.**

Για τη στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό πακέτο SPSS v.12. Έγινε στατιστική επεξεργασία των μετρήσεων με το t-test, που θεωρείται αλλά και είναι το καταλληλότερο κριτήριο για τον έλεγχο δυο μέσων όρων ή μιας σειράς δυο μέσων όρων. Στον χλοοτάπητα έγινε σύγκριση μεταξύ των δυο μεταχειρίσεων σε όλο το διάστημα άρδευσης τόσο ανά ημερομηνία μέτρησης, όσο και συνολικά.

### **3.10 Κλιματικά δεδομένα.**

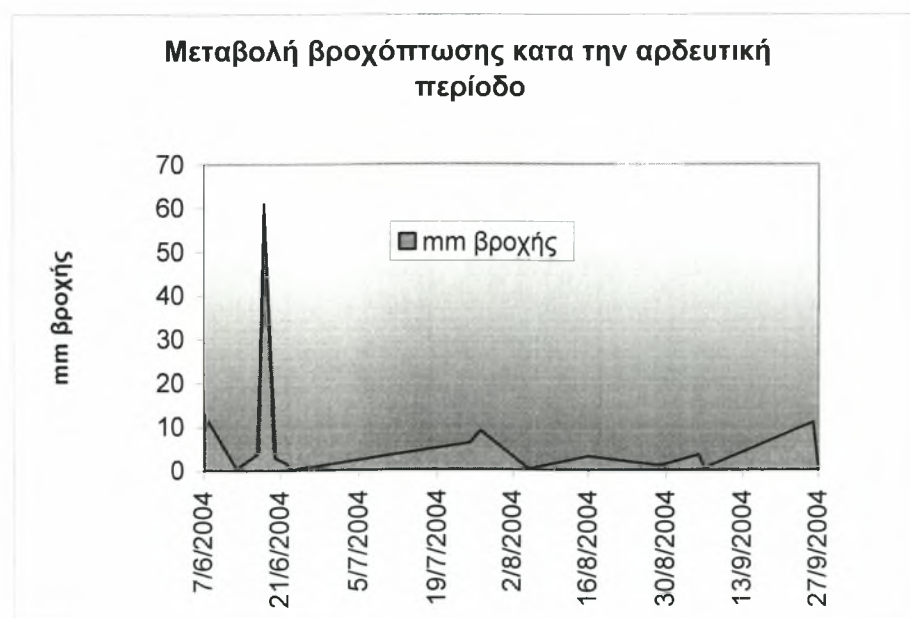
Στο σχήμα 3.9α παρουσιάζονται τα κλιματικά δεδομένα (θερμοκρασία αέρα και βροχόπτωση ), που επικράτησαν κατά τη διάρκεια του πειράματος του έτους 2004 στην περιοχή του Βελεστίνου όπου έγινε το πείραμα. Συνολικά από την έναρξη της άρδευσης (7-6-2004) μέχρι τη λήξη της (7-10-2004) έπεσαν 119,34 mm βροχής, δηλαδή 95,5 mm ωφέλιμης βροχής. Το 2<sup>ο</sup> δεκαήμερο του Ιουνίου σημειώθηκε η μεγαλύτερη τιμή βροχόπτωσης λόγω χαλάζιου λόγω στο Αγρόκτημα στις 19-6-2004.



Σχήμα 3.9α Τιμές βροχόπτωσης και μέσης θερμοκρασίας κατά τη διάρκεια της αρδευτικής περιόδου

Κατά τη διάρκεια της περιόδου Ιούνιος-Οκτώβριος όπου εμείς ποτίζαμε κανονικά είχαμε 16 βροχόπτωσης αλλά σε κανένα το ύψος βροχής δεν ήταν μεγάλο.

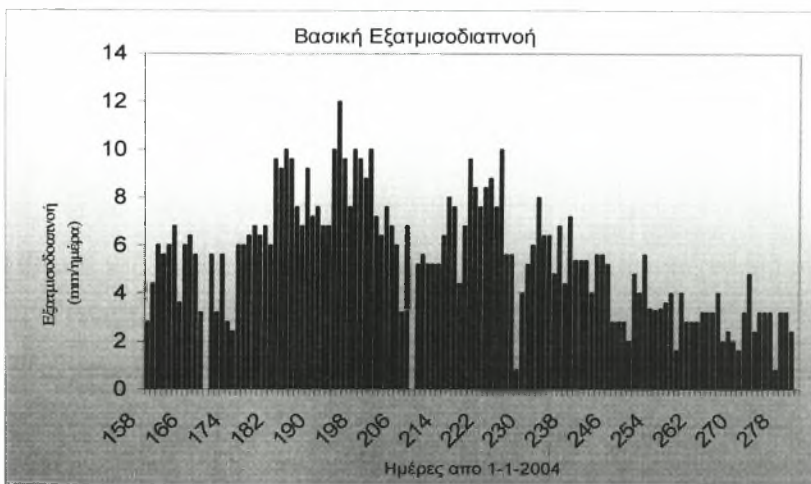
Οι θερμοκρασίες κατά το διάστημα αυτό κυμάνθηκαν σε αρκετά υψηλά επίπεδα και επομένως οι συνθήκες αυτές προκάλεσαν έντονη εξατμισοδιαπνοή των καλλιεργειών. Ιδιαίτερα βροχερός ήταν ο μήνας Ιούνιος και οι μεγαλύτερες τιμές βροχόπτωσης παρατηρήθηκαν στο 2<sup>ο</sup> δεκαήμερο του Ιουνίου (σχήμα 3.10.α). Η μεγαλύτερη θερμοκρασία παρατηρήθηκε κατά το 1<sup>ο</sup> δεκαήμερο του Ιουλίου με τιμή 26,3 °C.



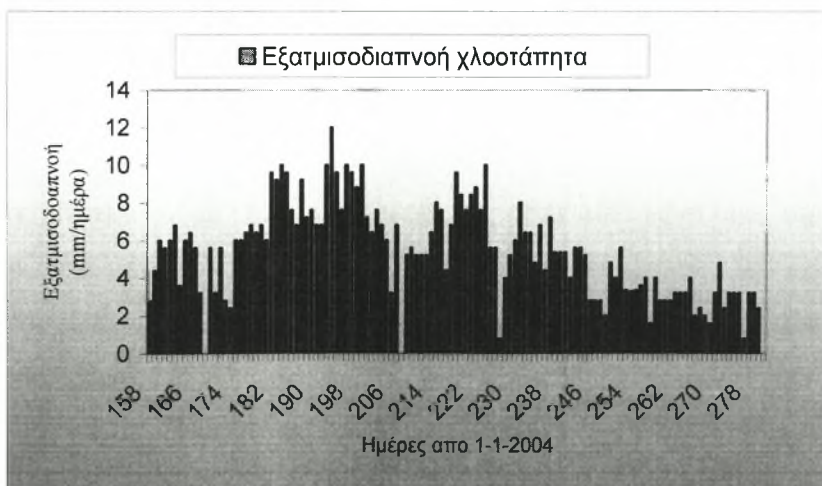
Σχήμα 3.10.α Μεταβολή βροχόπτωσης

### 3.10.1 Εξατμισοδιαπνοή.

Στο σχήμα 3.11α απεικονίζεται η μεταβολή της Βασικής Εξατμισοδιαπνοής. Στα σχήματα 3.11<sup>α</sup> και 312α φαίνεται η μεταβολή της πραγματικής εξατμισοδιαπνοής σε ημερήσια βάση. Η ημερήσια εξατμισοδιαπνοή είναι συνάρτηση των κλιματικών συνθηκών που επικρατούν στη συγκεκριμένη περιοχή μέτρησης. Η διακύμανση της εξατμισοδιαπνοής παρουσιάζει ένα μέγιστο κατά το 2<sup>ο</sup> δεκαήμερο του Ιουλίου, (ημέρα 194 από 1-1-2004), χρονική περίοδο κατά την οποία σημειώθηκαν πολύ υψηλές θερμοκρασίες καθώς επίσης και έλλειψη βροχοπτώσεων.



Σχήμα 3.11.α Διακύμανση της Ημερήσιας Βασικής Εξατμισοδιαπνοής



Σχήμα 3.12α. Διακύμανση της Ημερήσιας Πραγματικής Εξατμισοδιαπνοής του Χλοοτάπητα

Αντίθετα παρατηρήθηκε μια πτώση της τιμής της εξατμισοδιαπνοής κατά το 2<sup>ο</sup> δεκαήμερο του Ιουνίου (ημέρα 169 από 1-1-2004) και κατά το 3<sup>ο</sup> δεκαήμερο του Ιουλίου (ημέρα 208 από 1-1-2004), λόγω αυξημένων βροχοπτώσεων. Από τα μέσα Σεπτεμβρίου (ημέρα 254 από 1-1-2004) και μετά η Εξατμισοδιαπνοή σταδιακά

μειωνόταν λόγω των χαμηλών θερμοκρασιών της εποχής. Οι μεγαλύτερες τιμές της εξατμισοδιαπνοής παρατηρήθηκαν στις 13-7-2004 (ημέρα 194 από 1-1-2004) με τιμές 12 mm .

### **3.11 Εδαφολογική ανάλυση του πειραματικού αγρού.**

Βάσει της ανάλυσης που έγινε, το έδαφος χαρακτηρίζεται ως αλκαλικό σύμφωνα με το pH (Methods of Soil Analysis, Part 2, 1982,p.199-200).

Με βάση το ποσοστό της οργανικής ουσίας που μετρήθηκε, το έδαφος θεωρείται ότι είναι φτωχό σε οργανική ουσία (Π.Ε.Γ.Ε.Α.Λ. Λάρισας). Γενικά θεωρείται ότι σε αυτό το pH οι περισσότερες καλλιέργειες μπορούν να αναπτυχθούν χωρίς ιδιαίτερα προβλήματα.

Όσον αφορά την περιεκτικότητα σε CaCO<sub>3</sub> το έδαφος έχει αρκετό και χαρακτηρίζεται ως ασβεστόχο. Η ηλεκτρική αγωγιμότητα είναι χαμηλή (μικρότερη του 1000 μS/cm) οπότε δεν υπάρχει πρόβλημα αλατότητας. Τα ανταλλάξιμα κατιόντα Na,Ca, και Mg βρίσκονται σε μεγάλες ποσότητες ενώ το K βρίσκεται σε οριακές συγκεντρώσεις.

Όσον αφορά τα ιχνοστοιχεία, τις περιεκτικότητες στο έδαφος των Fe, Mn και Zn το έδαφος χαρακτηρίζεται ως μέτρια εφοδιασμένο.

Μόλις τελειώσαμε την άρδευση (7-10-2004) έγινε εδαφολογική ανάλυση και στα δυο πειραματικά τεμάχια στο καθαρό και στο λύμα δηλαδή.

Στον Πίνακα 3,13α παρουσιάζονται τα επιτρεπτά όρια των εδαφολογικών παραμέτρων που μετρήθηκαν και αξιολογούνται σε κατηγορίες (φτωχό, επαρκώς εφοδιασμένο έδαφος, πλούσιο εφοδιασμένο) ανάλογα με τη συγκέντρωση των στοιχείων στο έδαφος.

Πίνακας 3.13α Αξιολόγηση των εδαφολογικών παραμέτρων που μετρήθηκαν

pH	6,5-7 ελαφρώς όξινο	7,6-8,2 αλκαλικό	>8,5 προβληματικό λόγω αλάτων	
Αγωγιμότητα ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	<1000 χαμηλή	1000-2000 οριακή	2000-3000 υψηλή	>3000 πολύ υψηλή
Διαλυτά Άλατα (mg/l)	Αντίστοιχα με την ηλεκτρική αγωγιμότητα			
%CaCO <sub>3</sub>	1-2 μέτρια εφοδιασμένο	2-7 επαρκώς εφοδιασμένο	7-12 αρκετά εφοδιασμένο	
Οργανική ουσία %	<1 φτωχό	1-1,5% μετρίως εφοδιασμένο	>2 πλούσιο	
P (mg/Kg)	<10 χαμηλή	10-18 μέτρια εφοδιασμένο	18-25 επαρκώς εφοδιασμένο	>25 υψηλή
K(mg/Kg)	<80 χαμηλή	80-160 οριακή	160-250 ικανοποιητική	250-300 πολύ υψηλή
Na (mg/Kg)	Όσο μικρότερη συγκέντρωση, τόσο καλύτερα-δεν θεωρείται θρεπτικό στοιχείο			
Ca (mg/Kg)				



Mg (mg/Kg)	<60 χαμηλή	61-100 οριακή	101-200 ικανοποιητική	>200 υψηλή
Fe(mg/Kg)	<10 χαμηλή	10-16 εφοδιασμένο	16-25 επαρκώς εφοδιασμένο	>25 υψηλή
Zn (mg/Kg)	<1 χαμηλή	1-3 εφοδιασμένο	3-6 επαρκώς εφοδιασμένο	>6 υψηλή
Mn (mg/Kg)	<8 χαμηλή	8-12 εφοδιασμένο	12-30 επαρκώς εφοδιασμένο	
Cu (mg/Kg)	<0,8 χαμηλή	0,8-1,2 εφοδιασμένο	1,2-2 επαρκώς εφοδιασμένο	>2 υψηλή
B (mg/Kg)	<0,7 χαμηλή	0,7-1,2 εφοδιασμένο	1,2-2 επαρκώς εφοδιασμένο	>2 υψηλή

Πηγή: Π.Ε.Γ.Ε.Α.Α. Λάρισας

Πίνακας 3.14α Εδαφολογική ανάλυση κατά μέσο όρο των μεταχειρίσεων πριν την άρδευση

	pH	Αγωγιμότητα (μS/cm)	Διαλυτά (mg/l)	Άλατα %CaCO3	Οργανική ουσία %	P (mg/K)	K (mg/Kg)	Na (mg/Kg)
Έδαφος πριν την άρδευση 0-30	7,8	385	0,13	4,51	1,01	7	138,805	93,15
Έδαφος πριν την άρδευση 30-60	8	385	0,15	7,26	0,93	8	93,84	103,5
Έδαφος πριν την άρδευση 60-90	7,9	385	0,14	12,76	1,179	5	115,345	115

Πίνακας 3.14 α1 Εδαφολογική ανάλυση των μεταχειρίσεων με καθαρό νερό και λύμα μετά το τέλος των αρδεύσεων										
ΔΕΙΓΜΑΤΑ	p H	Αγωγιμότητα (μS/cm)	Διαλυτά Άλατα (mg/l)	%CaCO3	Οργανική ουσία %	P (mg/K)	K (mg/Kg)	Na (mg/Kg)		
Χλοοτάπητας Καθαρό 0-30	8,18	221	0,0418	5,74	1,139	3,4	155,1	83,7		
Χλοοτάπητας Καθαρό 30-60	8,11	425	0,0224	8,61	0,9715	2,7	155,1	80,2		
Χλοοτάπητας Καθαρό 60-90	8,26	442	0,0232	13,12	1,005	2,9	155,1	92,1		
Χλοοτάπητας Λύμα 0-30	8,01	873	0,0466	4,92	1,0385	4	156,9	261		
Χλοοτάπητας Λύμα 30-60	8,16	724	0,0381	7,38	0,938	2,6	188,6	313,4		
Χλοοτάπητας Λύμα 60-90	8,18	688	0,0371	11,89	1,0385	1,9	184,9	217,8		

Πίνακας 3.15α Εδαφολογική ανάλυση κατά μέσο όρο των μεταχειρίσεων πριν την άρδευση

	Ca (mg/Kg)	Mg (mg/Kg)	Fe (mg/Kg)	Zn (mg/Kg)	Mn (mg/Kg)	Cu (mg/Kg)	B (mg/Kg)
Εδαφος πριν την άρδευση 0-30	3246	340,01	4,58	9,23	4,61	4,25	0,5
Εδαφος πριν την άρδευση 30-60	3574	458,59	6,8	1,46	4,55	2,75	0,43
Εδαφος πριν την άρδευση 60-90	3248	689,7	10,32	3,14	4,85	2,54	0,42

Πίνακας 3.15<sup>α</sup>. 1 Εδαφολογική ανάλυση των μεταχειρίσεων με καθαρό νερό και λύμα μετά το τέλος των αρδεύσεων

ΔΕΙΓΜΑΤΑ	Ca (mg/Kg)	Mg (mg/Kg)	Fe (mg/Kg)	Zn (mg/Kg)	Mn (mg/Kg)	Cu (mg/Kg)	B (mg/Kg)	
Χλοοτάπητας Καθαρό 0-30	8325	762,5	13,94	1,06	11,08	4,44	0,62	
Χλοοτάπητας Καθαρό 30-60	10050	805	14,16	0,92	8	2,94	0,48	
Χλοοτάπητας Καθαρό 60-90	9525	1137,5	20,6	0,96	7,66	3,3	0,4	
Χλοοτάπητας Λύμα 0-30	7500	725	11,04	1,3	8,58	4,48	1	
Χλοοτάπητας Λύμα 30-60	9425	945	14,34	1,48	7,28	2,82	0,54	
Χλοοτάπητας Λύμα 60-90	9600	1100	17,76	0,7	6,9	2,82	0,56	



Διαπιστώνουμε λοιπόν ότι:

1.το pH παρέμεινε αμετάβλητο κατά τη μεταχείριση με λύμα

2.παρατηρήθηκε μεγάλη αύξηση στην τιμή της ηλεκτρικής αγωγιμότητας και στο σύνολο των διαλυτών αλάτων κατά την άρδευση με απόβλητα. Αντίθετα στην άρδευση με καθαρό νερό οι τιμές είναι αρκετά χαμηλές. Και στις δυο όμως περιπτώσεις δεν υπάρχει πρόβλημα αλατότητας για τα φυτά.

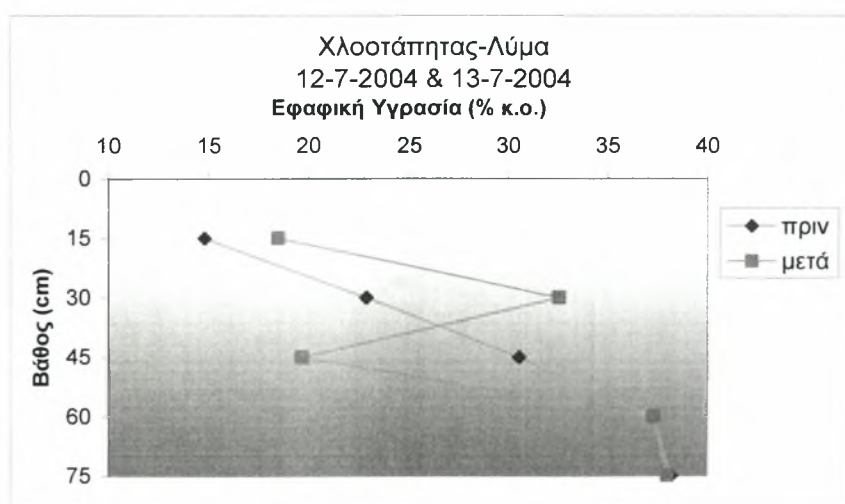
3.Επίσης το B βρίσκεται σε χαμηλές συγκεντρώσεις

4. Η περιεκτικότητα του εδάφους σε P είναι χαμηλή 5.Όσον αφορά τα στοιχεία P, K, Na, Ca, Mg, Fe, Zn, Mn, Cu,B δεν παρατηρήθηκε καμία σημαντική αλλαγή στις τιμές ανάμεσα στις δυο μεταχειρίσεις. Μικρή αύξηση παρατηρήθηκε στις συγκεντρώσεις του K, και αρκετά μεγάλη αύξηση στις συγκεντρώσεις του Na στις μεταχειρίσεις με λύμα λόγω της μεγάλης ποσότητας αλάτων που περιέχονται στα απόβλητα.

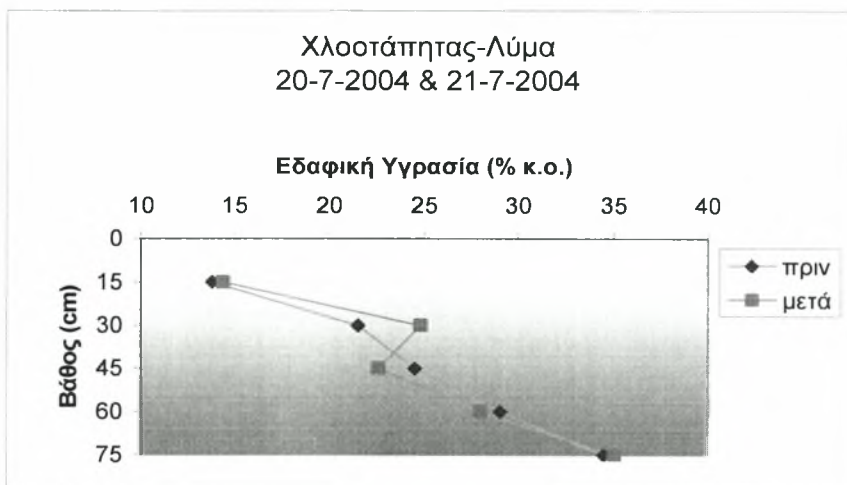
6. Ο Cu βρίσκεται σε πολύ υψηλές συγκεντρώσεις

### 3.12 Μέτρηση εδαφικής υγρασίας.

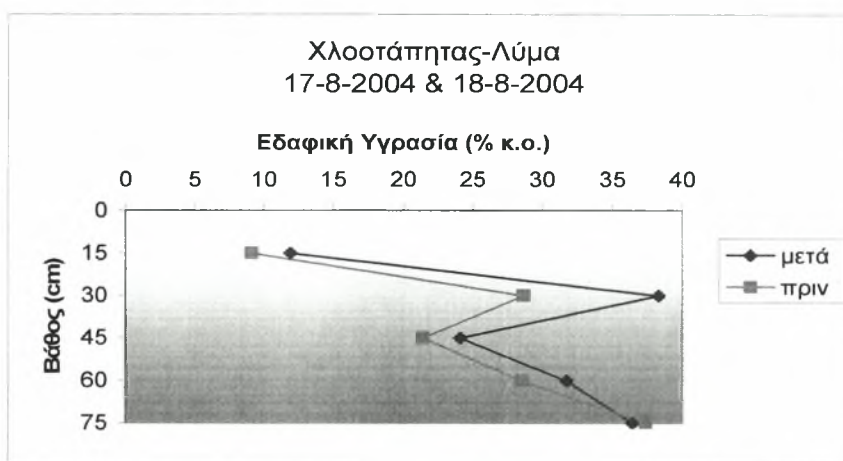
Μετρήσαμε την υγρασία του εδάφους λίγο πριν και 12 ώρες μετά το πότισμα. Στα παρακάτω σχήματα φαίνεται και σχηματικά τα αποτελέσματα των μετρήσεων.



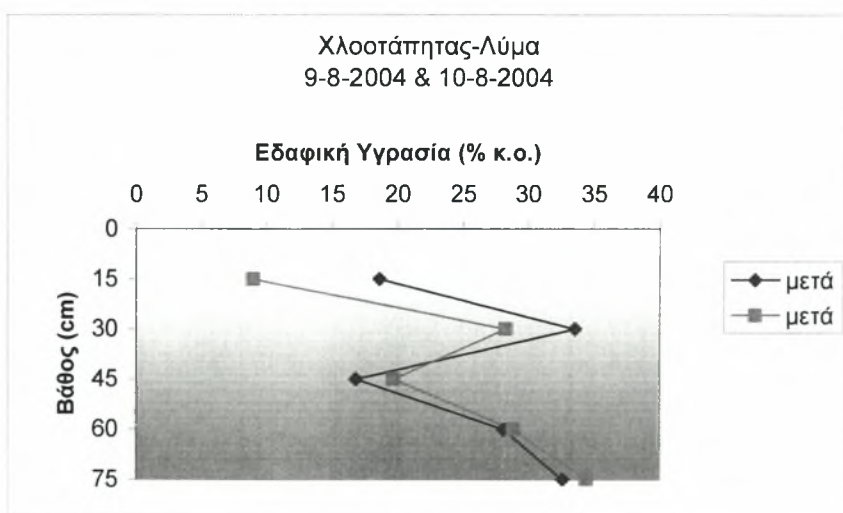
Σχήμα 3.16α Διακύμανση της εδαφικής υγρασίας στο πειραματικό Χλοοτάπητας-Λύμα



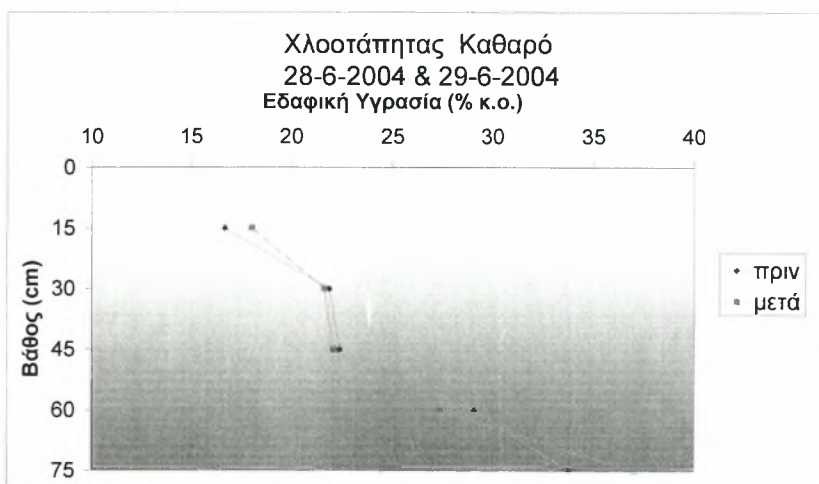
Σχήμα 3.17α Διακύμανση της εδαφικής υγρασίας στο πειραματικό Χλοοτάπητας-Λύμα



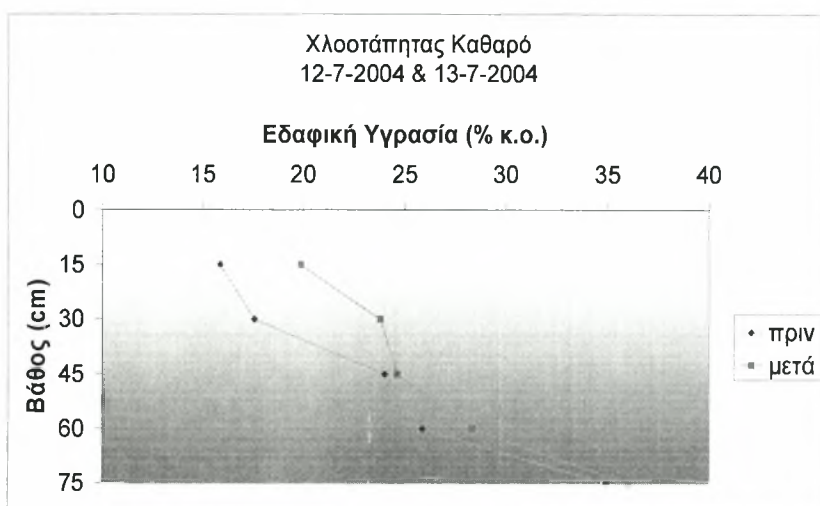
Σχήμα 3.18α Διακύμανση της εδαφικής υγρασίας στο πειραματικό Χλοοτάπητας-Λύμα



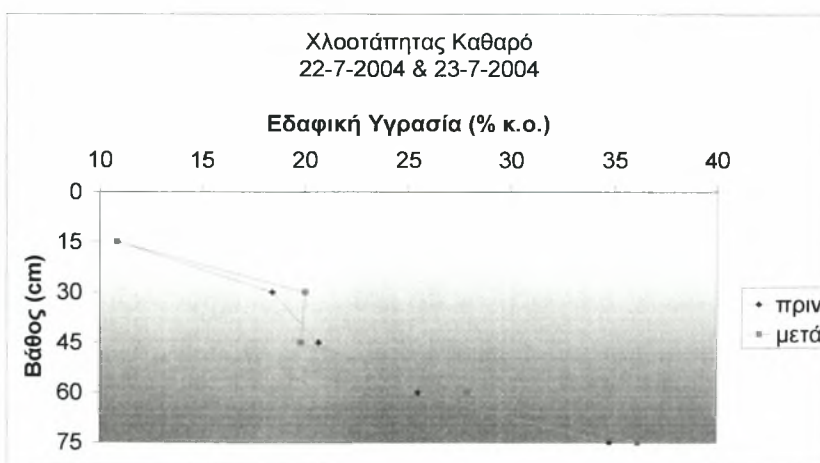
Σχήμα 3.19α Διακύμανση της εδαφικής υγρασίας στο πειραματικό Χλοοτάπητας-Λύμα



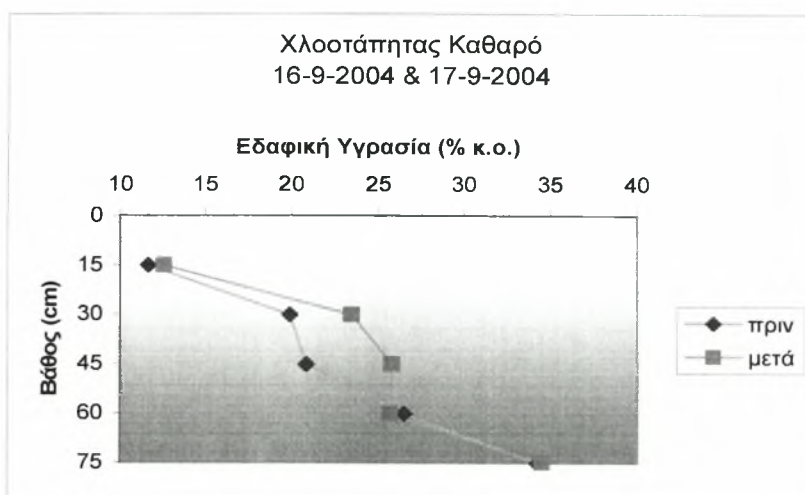
Σχήμα 3.20α Διακύμανση της εδαφικής υγρασίας στο πειραματικό Χλοοτάπητας-Καθαρό



Σχήμα 3.21α Διακύμανση της εδαφικής υγρασίας στο πειραματικό Χλοοτάπητας-Καθαρό



Σχήμα 3.22α Διακύμανση της εδαφικής υγρασίας στο πειραματικό Χλοοτάπητας-Καθαρό



Σχήμα 3.23α Διακύμανση της εδαφικής υγρασίας στο πειραματικό Χλοοτάπητας-Καθαρό

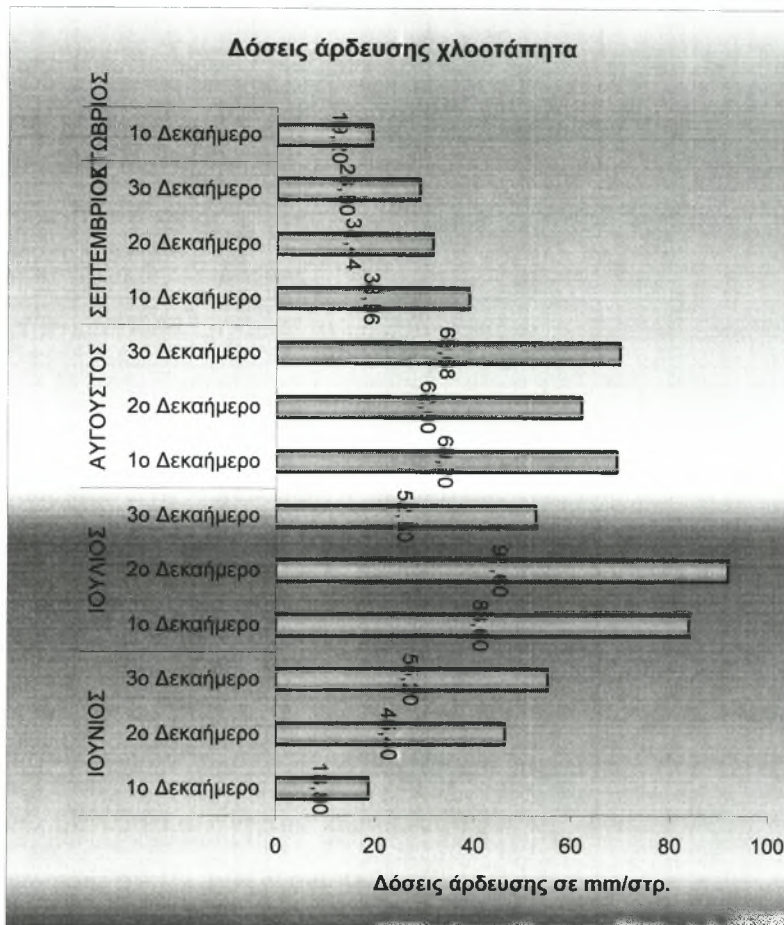
Οι τιμές της εδαφικής υγρασίας στα πειραματικά όπου εφαρμόστηκε το λύμα μετρήθηκαν στις 12-7-2004, 20-7-2004, 17-8-2004, 9-8-2004 και 16-9-2004. Στα πειραματικά όπου εφαρμόστηκε το καθαρό νερό, οι τιμές της υγρασίας μετρήθηκαν στις 28-6-2004, 12-7-2004, 14-7-2004, 22-7-2004 και 16-9-2004. Γενικά, μελετώντας την πορεία του νερού μέσα στο έδαφος τόσο στην άρδευση με καθαρό νερό, όσο και με λύμα, διαπιστώνουμε ότι η διύγρυνση του εδάφους είναι αρκετά ικανοποιητική και οι τιμές της εδαφικής υγρασίας είναι περίπου παρόμοιες της υδατοικανότητας.

Παρατηρούμε ότι στα πειραματικά Χλοοτάπητας-Λύμα, και Χλοοτάπητας-Καθαρό, η αύξηση της εδαφικής υγρασίας σημειώθηκε μέχρι και το βάθος των 75 cm που σημαίνει ότι το ριζικό σύστημα των φυτών μπορούσε να αναπτυχθεί πολύ καλά εφόσον τροφοδοτούνταν επαρκώς με νερό. Θα μπορούσε κανείς να διαπιστώσει ότι κατά τις ημέρες μέτρησης της υγρασίας του εδάφους πριν την άρδευση, οι υγρασίες στα βάθη 0,15 και 15-30 cm είχαν αρκετά χαμηλές τιμές σε σχέση με τις μετρήσεις αμέσως μετά την άρδευση. Σε χαμηλότερα βάθη όμως από 30 cm, το έδαφος πριν την άρδευση, είχε πολύ υψηλές τιμές υγρασίας (και σχεδόν παρόμοιες με τις τιμές αμέσως μετά την άρδευση) που σημαίνει ότι το νερό από τα επιφανειακά στρώματα μετακινούνταν προς τα βαθύτερα και ότι το έδαφος διατηρούσε την υγρασία αυτή σε επιθυμητά επίπεδα για την ανάπτυξη των φυτών.

Μελετώντας τα μέτωπα εδαφικής υγρασίας πριν και μετά την άρδευση, παρατηρούμε ότι τα μέτωπα σε μεγάλα βάθη πιθανόν συναντούν hard pan το οποίο πιθανόν να προέρχεται από τη συνεχή χρήση μηχανημάτων ή από την ύπαρξη οριζόντια με βαριά μηχανική σύσταση και μικρή υδραυλική αγωγιμότητα.

### 3.13 Δόσεις αρδεύσεις.

Η δόση άρδευσης για κάθε φυτό ανά 2 ημέρες έχει υπολογιστεί. Οι δόσεις άρδευσης ανά δεκαήμερο για όλη την αρδευτική περίοδο παρουσιάζονται στο σχήμα 3.24α



Σχήμα 3.24α Δόσεις άρδευσης στο χλοοτάπητα

Κατά την άρδευση του χλοοτάπητα χορηγήθηκαν συνολικά 667,68 mm νερού. Η μεγαλύτερη δόση νερού εφαρμόστηκε στο 2<sup>ο</sup> δεκαήμερο του Ιουλίου ίση με 91,60 mm. Η ποσότητα των επεξεργασμένων αστικών αποβλήτων που χορηγήθηκε στη μεταχείριση Χλοοτάπητας-Λύμα ήταν ίση με 239,58mm. Επομένως έχουμε αυτό που προσπαθούσαμε να κάνουμε ,εξοικονόμηση νερού κατά 35,88%.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### Συμπεράσματα:

1. Σύμφωνα με το πείραμα και τα αποτελέσματα αποδεικνύεται ότι τα υγρά αστικά απόβλητα θα μπορούσαν με καλή διαχείριση να μας εξοικονομούν νερό που ήδη είναι πολύτιμο σε πολλές περιοχές της Ελλάδος αλλά και του εξωτερικού. Όταν λέμε καλή διαχείριση εννοούμε τον έλεγχο αυτών των απόβλητων σε σχέση με τις χημικές ιδιότητες και το μικροβιακό φορτίο. Οι χημικές ιδιότητες αποσκοπούν στην επιλογή της καλλιέργειας, ενώ το μικροβιακό φορτίο στην επιλογή της μεθόδου άρδευσης, για την αποφυγή υγειονομικών κινδύνων.
2. Στην παρούσα εργασία τα επεξεργασμένα υγρά αστικά απόβλητα της πόλεως του Βόλου ήταν σχετικά πτωχά σε θρεπτικά συστατικά, λόγω του ότι είχαν υποστεί Τριτοβάθμια Επεξεργασία, περιείχαν όμως μεγάλες ποσότητες ιόντων χλωρίου. Στην προκειμένη περίπτωση όπου η άρδευση έγινε υπόγεια δεν τίθεται όριο μικροβιολογικών χαρακτηριστικών.
3. Η αύξηση του χλοοτάπητα δεν παρουσίασε σημαντικές διαφορές στο τεμάχιο που αρδεύονταν με απόβλητα, σε σχέση με αυτό που αρδεύονταν με καθαρό νερό. Συγκεκριμένα, ο μέσος όρος της απόδοσης σε ξηρά ουσία των δυο μεταχειρίσεων δεν διέφερε στατιστικά σημαντικά στο επίπεδο  $p = 0.05$ . Το ίδιο συνέβη και για την περιεκτικότητα της χλωροφύλλης στους ιστούς των φύλλων, για τις 2 μεταχειρίσεις.
4. Συνολικά η Δ.Ε.Υ.Α.Μ.Β. μας εφοδίασε με 21.000 λίτρα λύμα για όλη την αρδευτική περίοδο. Στον χλοοτάπητα χρησιμοποιήθηκαν τα 11.500 λίτρα ενώ στα κωνοφόρα τα 9.500 λίτρα (το πείραμα γινόταν στον ίδιο χώρο την ίδια στιγμή). Έχουμε επομένως μια εξοικονόμηση νερού στην πρώτη περίπτωση της τάξης του 35,88%. Είναι λοιπόν λογικό η εξοικονόμηση αυτή να μας παροτρύνει για τη χρήση υγρών αστικών αποβλήτων για αρδευτικούς σκοπούς μιας και δεν παρατηρήθηκε καμία υστέρηση στην εμφάνιση των πειραματικών που αρδεύτηκαν με λύμα.



## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

### ΞΗΡΗ ΒΙΟΜΑΖΑ ΠΙΝΑΚΑΣ 1

T-Test- (αθροιστική βιομάζα από 1<sup>η</sup> -10<sup>η</sup> κοπή)

#### Group Statistics

	MET	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
athrisma	KAT	4	3,0936	,93443	,46721



	LYM	4	2,9893	,69862	,34931
--	-----	---	--------	--------	--------

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
athrisma	Equal variances assumed	,376	,562	,179	6	,864	,10432	,58336	-1,32310	1,53174
	Equal variances not assumed			,179	5,555	,864	,10432	,58336	-1,35125	1,55990

T-Test (1<sup>n</sup> korri)

Group Statistics

	MET	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
ENA	KAT	4	1,2863	,16976	,08488
	LYM	4	1,1045	,22170	,11085

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
ENA	Equal variances assumed	,131	,730	1,302	6	,241	,18178	,13961	-,15985	,52340
	Equal variances not assumed			1,302	5,618	,244	,18178	,13961	-,16556	,52911

T-Test(2<sup>n</sup> κοπή)

Group Statistics

	MET	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
DIO	KAT	4	,5122	,13254	,06627
	LYM	4	,5692	,16250	,08125

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
DIO	Equal variances assumed	1,459	,273	-,543	6	,607	-,05694	,10485	-,31349	,19962



											Difference	
											Lower	Upper
TRIA	Equal variances assumed	,020	,892	1,443	6	,199	,05115	,03545	,03545	-,03559	,13789	
	Equal variances not assumed			1,443	5,990	,199	,05115	,03545	,03545	-,03562	,13792	

T-Test(4<sup>th</sup> κοινή)

Group Statistics		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
TESERA	MET	4	,1490	,05795	,02897
	KAT	4	,1163	,03089	,01545
	LYM	4			

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances				t-test for Equality of Means					
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference		
									Lower	Upper	
TESERA	Equal variances assumed	1,272	,302	,999	6	,356	,03280	,03283	-,04754	,11314	
	Equal variances not assumed			,999	4,578	,368	,03280	,03283	-,05400	,11960	

T-Test(5<sup>η</sup> κοπή)

		Group Statistics				
		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	
PENTE	MET	4	,0566	,01231	,00615	
	KAT	4	,0429	,00566	,00283	

Independent Samples Test

	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means							
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference		
								Lower	Upper	
PENTE	3,837	,098	2,022	6	,090	,01370	,00677	-,00287	,03027	
			2,022	4,216	,110	,01370	,00677	-,00473	,03213	

T-Test(6<sup>η</sup> κοπή)

Group Statistics

	MET	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
EXI	KAT	4	,0590	,01504	,00752
	LYM	4	,0412	,01032	,00516

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances				t-test for Equality of Means					
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper	
EXI	Equal variances assumed	,506	,504	1,952	6	,099	,01780	,00912	-,00451	,04011	
	Equal variances not assumed			1,952	5,311	,105	,01780	,00912	-,00523	,04083	



T-Test(7<sup>η</sup> κοπή)

Group Statistics

	MET	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
EFTA	KAT	4	,1131	,06113	,03056
	LYM	4	,1238	,04431	,02215

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances				t-test for Equality of Means					
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference		
									Lower	Upper	
EFTA	Equal variances assumed	,384	,558	-,283	6	,787	-,01067	,03775	-,10304	,08169	
	Equal variances not			-,283	5,471	,788	-,01067	,03775	-,10525	,08390	





	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
								Lower	Upper
ENIA	1,477	,270	,177	6	,866	,01338	,07573	-,17193	,19868
			,177	4,518	,867	,01338	,07573	-,18771	,21446

T-Test(10<sup>0</sup> κοπή)

Group Statistics

	MET	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
DEKA	KAT	4	,3691	,23347	,11674
	LYM	4	,4689	,12881	,06441

Independent Samples Test

		t-test for Equality of Means									
		Levene's Test for Equality of Variances									
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference		
									Lower	Upper	
DEKA	Equal variances assumed	1,357	,288	-,748	6	,483	-,09972	,13333	-,42596	,22651	
	Equal variances not assumed			-,748	4,672	,490	-,09972	,13333	-,44983	,25038	



ΥΨΟΣ ΧΛΟΟΤΑΠΗΤΑ

ΠΙΝΑΚΑΣ 2

T-Test –Μεταβολή ύψους 1<sup>η</sup> –9<sup>η</sup> μέτρηση

Group Statistics

	metaxinisis	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
mesoloroi	katharo	9	9,4200	,54603	,18201
	lyma	9	9,2244	,42594	,14198

Independent Samples Test



		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
mesoiotroi	Equal variances assumed	,190	,669	,847	16	,409	,19556	,23084	-,29380	,68491
	Equal variances not assumed			,847	15,105	,410	,19556	,23084	-,29617	,68728

**T-Test - 1η μέτρηση**

Group Statistics		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
ena	metaxirisis				
	katharo	9	9,8444	3,20473	1,06824
	lyma	9	10,0778	1,30554	,43518

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
ena	Equal variances assumed	6,576	,021	-,202	16	,842	-,23333	1,15348	-2,67861	2,21194
	Equal variances not assumed			-,202	10,584	,844	-,23333	1,15348	-2,78436	2,31769

T-Test-2η μέτρηση

Group Statistics

	metaxirisis	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
dvo	katharo	9	9,5000	1,50000	,50000
	lyma	9	9,4000	1,44568	,48189

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
dye	Equal variances assumed	,053	,820	,144	16	,887	,10000	,69442	-1,37211	1,57211
	Equal variances not assumed			,144	15,978	,887	,10000	,69442	-1,37227	1,57227

### T-Test- 3η μέτρηση

#### Group Statistics

	metaxirisis	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
tria	katharo	9	8,8000	1,26886	,42295
	lyma	9	8,0122	1,12298	,37433

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
teser	Equal variances assumed	1,140	,302	1,395	16	,182	,78778	,56481	-,40957	1,98512
	Equal variances not assumed			1,395	15,767	,182	,78778	,56481	-,41100	1,98656

T-Test-4η μέτρηση

Group Statistics

	metaxirisis	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
teser	katharo	9	12,5000	2,10654	,70218
	lyma	9	11,9778	1,69321	,56440

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means							
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper	
teser	Equal variances assumed	,501	,489	,580	16	,570	,52222	,90089	-1,38758	2,43203	
	Equal variances not assumed			,580	15,293	,571	,52222	,90089	-1,39478	2,43923	

T-Test- 5η μέτρηση

Group Statistics

	metaxirisis	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
pente	katharo	9	9,0222	1,24677	,41559
	lyma	9	8,9500	1,17633	,39211

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances				t-test for Equality of Means					
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference		
									Lower	Upper	
pente	Equal variances assumed	,031	,863	,126	16	,901	,07222	,57137	-1,13903	1,28348	
	Equal variances not assumed			,126	15,946	,901	,07222	,57137	-1,13936	1,28381	

T-Test- 6<sup>η</sup> μέτρον

Group Statistics

	metaxirisis	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
exsi	katharo	9	9,3500	1,17047	,39016
	lyma	9	9,4000	1,20000	,40000

**Independent Samples Test**

		Levene's Test for Equality of Variances				t-test for Equality of Means					
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference		
									Lower	Upper	
exsi	Equal variances assumed	,104	,752	-,089	16	,930	-,05000	,55877	-1,23454	1,13454	
	Equal variances not assumed			-,089	15,990	,930	-,05000	,55877	-1,23460	1,13460	



T-Test- 7η μέτρηση

Group Statistics

	metaxirisis	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
efta	katharo	9	9,5000	,90139	,30046
	lyma	9	9,3000	,49749	,16583

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means							
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	Lower	Upper
efta	Equal variances assumed	1,496	,239	,583	16	,568	,20000	,34319		-,52753	,92753
	Equal variances not assumed			,583	12,460	,570	,20000	,34319		-,54469	,94469

T-Test- 8η μέτρηση

Group Statistics

	metaxirisis	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
okto	katharo	9	8,2000	,72457	,24152
	lyma	9	8,0000	,85257	,28419

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances				t-test for Equality of Means					
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	Lower	Upper
okto	Equal variances assumed	,189	,670	,536	16	,599	,20000	,37296		-,59063	,99063
	Equal variances not			,536	15,594	,599	,20000	,37296		-,59231	,99231



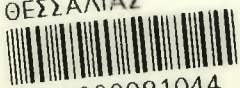


											Difference	
											Lower	Upper
mines	Equal variances assumed	,152	,707	-,178	8	,863	-,04480	,25182	-,62550	,53590		
	Equal variances not assumed			-,178	7,916	,863	-,04480	,25182	-,62657	,53697		





ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



004000091044