

ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΕΛΛΑΔΑΣ
(Ε.Γ.Μ.Ε.)

ΠΡΑΚΤΙΚΑ

3^ο ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟ ΣΥΝΕΔΡΙΟ
ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ

Επιμέλεια Έκδοσης

Β. Αντωνόπουλος,
Κ. Ακριτίδης και Κ. Τσατσαρέλης

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ

29-31 Μαΐου 2003

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η Εταιρεία Γεωργικών Μηχανικών Ελλάδος (Ε.Γ.Μ.Ε.) ιδρύθηκε τον Ιούλιο του 1993 με έδρα την Αθήνα και είναι μέλος της Ευρωπαϊκής Ένωσης Γεωργικών Μηχανικών (EurAgEng). Η επωνυμία της αποδίδεται στην αγγλική ως "Hellenic Society of Agricultural Engineers" (HelAgEng). Τα μέλη της σήμερα φθάνουν τα 140.

Το παρόν τεύχος των πρακτικών περιέχει 60 επιστημονικές ανακοινώσεις που παρουσιάστηκαν στο 3^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Γεωργικής Μηχανικής, το οποίο έλαβε χώρα στη Θεσσαλονίκη από 29-31 Μαΐου 2003. Όλες οι εργασίες κρίθηκαν από μέλη της Επιστημονικής Επιτροπής και άλλους ειδικούς επιστήμονες. Το συνέδριο οργανώθηκε υπό την αιγίδα του Τμήματος Γεωπονίας του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης.

Το συνέδριο δίνει την ευκαιρία στο επιστημονικό δυναμικό της χώρας μας να παρουσιάσει την πρόοδο της Επιστήμης και τις νέες μεθόδους προσέγγισης που αφορούν τη διαχείριση των υδάτινων και εδαφικών πόρων, τα γεωργικά μηχανήματα, τις αγροτικές κατασκευές, την επεξεργασία γεωργικών προϊόντων, την ενέργεια, τις νέες τεχνολογίες και ως επιστέγασμα όλων το περιβάλλον. Απευθύνεται σε πτυχιούχους θετικών επιστημών, οι οποίοι είτε λόγω μεταπτυχιακής εκπαίδευσης, είτε λόγω μακράς ενασχόλησης σε σχετικά αντικείμενα απέκτησαν ειδικές γνώσεις σε ένα ή περισσότερα από τα παραπάνω γνωστικά πεδία.

Η συζήτηση και τα συμπεράσματα που θα προκύψουν από το Συνέδριο πιστεύουμε ότι θα εδραιώσουν το ρόλο του Γεωργικού Μηχανικού στη χώρα μας. Εκφράζονται θερμές ευχαριστίες προς τα μέλη της Οργανωτικής και Επιστημονικής Επιτροπής του συνεδρίου, τους συγγραφείς και τους κριτές των εργασιών που αφιέρωσαν πολύτιμο χρόνο για την επιστημονικά αρτιότερη εμφάνιση του συνεδρίου.

Προς την Πρυτανεία, την Επιτροπή Ερευνών του Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης, το Υπουργείο Πολιτισμού, την Asprofos καθώς και τους άλλους χορηγούς και εκθέτες απευθύνονται ειλικρινείς ευχαριστίες για την οικονομική ενίσχυση που προσέφεραν ώστε να πραγματοποιηθεί με επιτυχία το παρόν συνέδριο.

Θεσσαλονίκη, Μάιος 2003

Καθηγητής, Κων/νος Β. Ακριτίδης
Πρόεδρος Οργανωτικής Επιτροπής

Οργανωτική Επιτροπή Συνεδρίου

Ακριτίδης Κ., Καθηγητής Α.Π.Θ., Πρόεδρος ΕΓΜΕ

Αντωνόπουλος Β., Καθηγητής Α.Π.Θ.

Γεωργίου Π., Γεωπόνος Α.Π.Θ.

Γιαννόπουλος Σ., Καθηγητής Α.Π.Θ.

Μήτσιου Κ., Γεωπόνος Δημ. Υπ.

Μπαλουκτσής Σ., Πρόεδρος Ε.Κ.Γ.Μ.Β.Ε.

Παυλάτου-Βε Α., Επ. Καθηγήτρια Α.Π.Θ.

Σακελλαρίου Μακραντωνάκη Μ., Καθηγήτρια Π.Θ.

Τσατσαρέλης Κ., Καθηγητής Α.Π.Θ., ΔΣ ΕΓΜΕ

Κωνσταντινίδου Μ. γραμματέας συνεδρίου

Επιστημονική Επιτροπή

Ακριτίδης Κ., Καθηγητής Α.Π.Θ.

Αναστασιάδου-Παρθενίου Ε., Καθηγήτρια Α.Π.Θ.

Αντωνόπουλος Β., Καθηγητής Α.Π.Θ.

Γέμτος Θ., Καθηγητής Π.Θ.

Γιαννόπουλος Στ., Καθηγητής Α.Π.Θ.

Ζήσης Θ., Καθηγητής Α.Π.Θ.

Καραμούζης Δ., Καθηγητής Α.Π.Θ.

Κίττας Κ., Καθηγητής Π.Θ.

Κυρίτσης Σ., Ομ. Καθηγητής Γ.Π.Α.

Μαρτζόπουλος Γ., Καθηγητής Α.Π.Θ.

Μισοπολινός Ν., Καθηγητής Α.Π.Θ.

Μπαμπατζιμόπουλος Χ., Καθηγητής Α.Π.Θ.

Μπριασούλης Δ., Καθηγητής Γ.Π.Α.

Νικήτα-Μαρτζοπούλου Χ., Καθηγήτρια Α.Π.Θ.

Παναγιωτόπουλος Κ., Καθηγητής Α.Π.Θ.

Παπαδάκης Γ., Επ. Καθηγητής Γ.Π.Α.

Παπαμιχαήλ Δ., Καθηγητής Α.Π.Θ.

Παρισόπουλος Γ., ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε.

Παυλάτου-Βε Α., Επ. Καθηγήτρια Α.Π.Θ.

Σακελλαρίου-Μακραντωνάκη Μ., Καθηγήτρια Π.Θ.

Συγριμής Ν., Καθηγητής Γ.Π.Α.

Τερζίδης Γ., Ομότιμος Καθηγητής Α.Π.Θ.

Τζιμόπουλος Χ., Καθηγητής Α.Π.Θ.

Τσατσαρέλης Κ., Καθηγητής Α.Π.Θ.

Κριτές Επιστημονικών Εργασιών

Ακριτίδης Κων/νος, Αντωνόπουλος Βασίλης, Βουγιούκας Σταύρος, Γαλανοπούλου Στέλλα, Γέμτος Θεοφάνης, Γεωργακάκης Δημήτριος, Γιαννόπουλος Σταύρος, Δαλέζιος Νικόλαος, Δαναλάτος Νικόλαος, Ζήσης Θωμάς, Καραμούζης Διαμαντής, Κερκίδης Πέτρος, Κίττας Κων/νος, Κυρίτσης Σπύρος, Κωστοπούλου Σοφία, Ελευθεροχωρινός Ηλίας, Λαζαρίδης Χαράλαμπος, Λαμπρινός Γεώργιος, Μαρτζόπουλος Γεράσιμος, Μαυρογιαννόπουλος Γεώργιος, Μαντόγλου Αριστοτέλης, Μισοπολινός Νικόλαος, Μπαλτάς Ευάγγελος, Μπαμπατζιμόπουλος Χρήστος, Μπαρμπαγιάννης Νικόλαος, Μπριασούλης Δημήτρης, Νάνος Γεώργιος, Νικήτα-Μαρτζοπούλου Χρυσούλα, Οικονόμου Αθανάσιος, Παναγιωτόπουλος Κυριάκος, Πανώρας Αθανάσιος, Παπαδάκης Γεώργιος, Παπαμιχαήλ Δημήτριος, Παπουτσή-Ψυχουδάκη Σοφία, Παυλάτου-Βε Αθηνά, Πιτσικής Ιωάννης, Σακελλαρίου - Μακραντωνάκη Μαρία, Συλλαίος Νικόλαος, Σφακιωτάκης Ευάγγελος, Τερζίδης Γεώργιος, Τζιμόπουλος Χρήστος, Τσατσαρέλης Κων/νος, Τσιούρης Σωτήρης, Ψυχουδάκης Ασημάκης

Επικοινωνία - αλληλογραφία – πληροφορίες

Αντωνόπουλος Βασίλης
Καθηγητής Α.Π.Θ.
Τμήμα Γεωπονίας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
54124 Θεσσαλονίκη
Τηλ. 2310 998745, 2310 998743, 2310 998744
Fax: 2310 998767
E-mail: vasanton@agro.auth.gr
Internet: www.egme.gr
EurAgEng: www.eurageng

ΧΟΡΗΓΟΙ

(Μέχρι 15 Απριλίου 2003)

Θερμές ευχαριστίες εκφράζονται από μέρους της Οργανωτικής Επιτροπής του Συνεδρίου στους χορηγούς και τους εκθέτες που βοήθησαν στην υλοποίησή του.

- Ασπροφός Α.Ε.
- Υπουργείο Πολιτισμού
- Αριστοτέλειο Παν/μιο Θεσσαλονίκης – Επιτροπή Ερευνών

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Υδατικοί Πόροι - Υδρολογία

	Σελ
«Η πλήρης ανάκτηση κόστους για τις υπηρεσίες ύδατος στην οδηγία 2000/60 για τα νερά» Σ. Γιαννόπουλος, Χ. Τζιμόπουλος	3
«Συγκριτική ανάλυση των εκτιμήσεων των αιχμών απορροής με συνθετικά μοναδιαία υδρογραφήματα και με εμπειρικές σχέσεις» Π. Ε. Γεωργίου, Δ. Μ. Παπαμιχαήλ, Δ. Ν. Καραμούζης	11
«Εκτίμηση καμπυλών διάρκειας παροχών στον ποταμό Αλιάκμονα» Ε.Α. Μπαλτάς	20
«Εμπειρίες από την ανάλυση τεσσάρων ισχυρών επεισοδίων βροχής στην Αττική την περίοδο Μαΐου-Νοεμβρίου 2002» Ε.Α. Μπαλτάς,	29
«Μοντέλο Νευρωνικού Δικτύου για την εκτίμηση της μέσης ετήσιας στάθμης της λίμνης Βεγορίτιδος» Α. Σπυρίδης, Β. Κουτάλου, Ν. Γκιτσάκης	36
«Δυνατότητες εκμετάλλευσης του καρστικού υδροφορέα Κρασιάς Ελασσόνας, Θεσσαλία» Α. Κ. Μανάκος, Γ. Χ. Δημόπουλος	43

Υδατικοί Πόροι - Αρδεύσεις

«Εκτίμηση της ειδικής παροχής άρδευσης σε ένα προτεινόμενο σχέδιο διαχείρισης των ταμιευτήρων Ολυνθίου, Χαβρία και Πετρένια Χαλκιδικής» Δ. Μ. Παπαμιχαήλ, Π. Ε. Γεωργίου, Δ. Ν. Καραμούζης	53
«Επίδραση της συχνότητας άρδευσης με σταγόνες στην απόδοση βιομάζας αραβοσίτου» Θ. Λέλλης, Π. Ντιούδης, Αγ. Φιλίντας, Γ. Μαρτζόπουλος	61
«Παραγωγικότητα καλλιέργειας αραβοσίτου συναρτήσει του εύρους άρδευσης με σύστημα στάγδην» Π. Ντιούδης, Αγ. Φιλίντας, Θ. Λέλλης, Μ. Σακελλαρίου-Μακραντωνάκη	69
«Σχέσεις νερού και ποιοτικών χαρακτηριστικών βαμβακιού» Δ. Καλφούντζος, Ι. Αλεξίου, Π. Βύρλας, Σ. Κωτσόπουλος, Γ. Ζέρβα	77

Γεωργικά Μηχανήματα

«Ανάπτυξη βαμβακιού κάτω από κατεργασία υπεδαφοκαλλιεργητή με αβαθή στελέχη» Ι. Παπαθανασίου, Χρ. Καραμούτης, Χρ. Καβαλάρης, Δ. Παπαμιχαήλ, Θ. Γέμτος	87
«Ελαχιστοποίηση της καταναλισκόμενης ενέργειας υπεδαφοκαλλιεργητή με προσθήκη υνίων για αβαθή κατεργασία» Ι. Παπαθανασίου, Χρ. Καραμούτης, Χρ. Καβαλάρης, Θ.Α. Γέμτος	95
«Αυτοκινούμενα οχήματα στη γεωργία» Σ. Φουντάς, Θ.Γέμτος, S. Blackmore	103
«Πειραματική μελέτη του μηχανικού εξοπλισμού για σπορά βαμβακιού υπό κάλυψη» Θ. Σταθάκος και Θ. Γέμτος	111
«Επίδραση καλλιεργητικών τεχνικών στην απόδοση και το ενεργειακό κόστος επίσπορου αραβοσίτου» Α.Σ. Λιθουργίδης, Κ.Α. Τσατσαρέλης	119
«Ελκυστήρες με σύγχρονο εξοπλισμό σε εργασίες κατασκευής δασικών δρόμων και μετατόπισης ξύλου» Πλ. Καραρίζος, Ε. Καραγιάννης, Π. Εσκίογλου	127
«Μελέτη των φθορών δασικών δρόμων που προκαλούνται από μέσα μεταφοράς» Π. Εσκίογλου, Ε. Καραγιάννης, Πλ. Καραρίζος	136
«Αριστος χρόνος αντικατάστασης βαμβακοσυλλεκτικών μηχανών» Ε. Μυγδάκος, Γ. Κιτσοπανίδης, Θ.Α. Γέμτος	144

Επεξεργασία Γεωργικών Προϊόντων

«Μέτρηση της αναπνοής οπωροκηπευτικών συντηρουμένων με τροποποιημένη ατμόσφαιρα. Εφαρμογή στο μανιτάρι» Δ. Γεωργακοπούλου, Π. Δημαρέλη, Γ. Λαμπρινός, Ε. Μανωλοπούλου, Δ. Μητρόπουλος	153
«Επίδραση της θερμοκρασίας και της τροποποιημένης ατμόσφαιρας στην ποιότητα της πιπεριάς» Σ. Χαρίτση, Ι. Μαρίτσα, Ν. Παυλίκου, Ε. Μανωλοπούλου	159
«Επίδραση της θερμοκρασίας συντήρησης στο ρυθμό και στη θερμότητα αναπνοής καλλιεργουμένων μανιταριών» Π. Δημαρέλη, Γ. Βαρζακάκος, Γ. Λαμπρινός, Ε. Μανωλοπούλου	167

«Μεταβολή του ρυθμού και της θερμότητας αναπνοής με τη θερμοκρασία συντήρησης δύο ποικιλιών μήλων» Μ. Κανάκη, Γ. Λαμπρινός, Δ. Μητρόπουλος, Ε. Μανωλοπούλου	174
«Επίδραση της τροποποιημένης ατμόσφαιρας στην αναπνευστική δραστηριότητα μήλων Pilafa Delicious» Ι. Καμβύση, Γ. Λαμπρινός, Ε. Μανωλοπούλου, Δ. Μητρόπουλος	180
«Συγκριτική διερεύνηση της παραγωγικότητας καλλιέργειας τρανταφυλλιάς σε ανοικτό και κλειστό υδροπονικό σύστημα» Α. Μπιμπή, Χ. Λύκας, Γ. Νάνος, Κ. Κίττας	188

Νέες Τεχνολογίες στη Γεωργία

«Σχεδιασμός ενός αυτόνομου συστήματος αφαλάτωσης αντίστροφης ώσμωσης με ανεμογεννήτρια και Φωτοβολταϊκά» Ε. Mohamed, Γ. Παπαδάκης	199
«Τεχνική εισαγωγής λάθους στο λογισμικό ελέγχου του ρυθμιστή στροφών των γεωργικών ελκυστήρων» Ι. Γράβαλος	207
«Ανάπτυξη ενός φωτοβολταϊκού αντλητικού συγκροτήματος με κινητήρα εναλλασσόμενου ρεύματος χωρίς συσσωρευτές» Μ. Predescu, Α. Cracinescu, Α. Καλλιβρούσης, Γ. Παπαδάκης	214
«Γεωργία ακριβείας στο βαμβάκι: Συσχέτιση χαρτών παραγωγής και ηλεκτρικής αγωγιμότητας» Αθ. Μαρκινός, Θ. Γέμτος, Α. Τούλιος, Δ. Πατέρας, Γ. Ζέρβα, Μ. Παπαοικονόμου	222
«Γεωργία ακριβείας: Προοπτικές εφαρμογής στην Ελλάδα και στην Νότια Ευρώπη» Θ.Α. Γέμτος, Σπ. Φουντάς, Α. Μαρκινός, S. Blackmore	230
«Τράπεζα δοκιμών για τον καθορισμό της ευστάθειας γεωργικών μηχανημάτων» Θ. Γιαλαμάς, Ζ. Κουτσοφίτης, Αγ. Φιλίντας	238

Γεωργία και Περιβάλλον

- «Σύγκριση της απόδοσης δεξαμενών σταθεροποίησης και συμβατικής δευτεροβάθμιας επεξεργασίας υγρών αστικών αποβλήτων»
Α. Παπαδόπουλος, Γ. Παρισσόπουλος, Φ. Παπαδόπουλος 249
- «Ορισμένα στοιχεία της λειτουργίας του συστήματος Remos στο Δέλτα του Νέστου για τον ποσοτικό και ποιοτικό έλεγχο των υδατικών πόρων μετά τη λειτουργία των υδροηλεκτρικών έργων»
Α. Ψιλοβίκος, Κ. Αλμπανάκης, Σ. Μαργώνη, Αρ. Ψιλοβίκος, Χ. Μακρυγιώργος 257
- «Αρδευση πρασίνου με επεξεργασμένα υγρά αστικά απόβλητα»
Μ. Σακελλαρίου-Μακραντωνάκη, Ι. Τέντας, Α. Κολιού, Δ. Καλφούντζος, Ν. Παπανίκος. 265
- «Παράμετροι ποιότητας νερού των υδροτόπων Ν. Φώκαιας Χαλκιδικής»
Σ. Καλπάκης, Σ.Ε. Τσιούρης 273
- «Η επίδραση κομπόστας (φυτικής προέλευσης) στην ανάπτυξη του ριζικού συστήματος καλαμποκιού (*Zea mays* L)»
Β. Ντούπη, Α. Παυλάτου-Βε, Σ. Σακελλαριάδης 282
- «Επίδραση τρόπου – χρόνου κατεργασίας του εδάφους και εφαρμογής ζιζανιοκτόνων στην εμφάνιση των ζιζανίων»
Σ. Δ. Σουΐπας, Π. Χ. Λόλας, Θ. Α. Γέμτος 290

Μαθηματικά μοντέλα στη Γεωργία

- «Προσομοίωση του νερού και της θερμοκρασίας με το μοντέλο WANISIM, σε έδαφος με φυτά»
Β.Ζ. Αντωνόπουλος, Δ.Δ. Μιχαηλίδου 301
- «Μελέτη ενός εκθετικού μοντέλου πρόσληψης νερού από το ριζικό σύστημα των φυτών»
Χ. Γεωργούσης, Χ. Μπαμπατζιμόπουλος 309
- «Συμπεριφορά φυτοφαρμάκων μετά την εφαρμογή τους στο έδαφος»
Π. Κερκίδης, Ι. Αργυροκαστρίτης, W.O. Ochola 318
- «Διακοπτικός ελεγκτής εδαφικής υγρασίας»
Ι. Γράβαλος 327

Αγροτικές κατασκευές

«Η χιονοφόρτιση των θερμοκηπιακών κατασκευών σύμφωνα με τους ευρωκώδικες» Μ. Θεοχάρης	337
«Μελέτη ολοκληρωμένου προγράμματος διαχείρισης θερμοκηπίων» Θ. Κωτσόπουλος, Γ. Μαρτζόπουλος, Χ. Νικήτα-Μαρτζοπούλου	345
«Επίδραση δύο νέων φωτοεκλεκτικών υλικών κάλυψης θερμοκηπίων στο περιβάλλον και στην καλλιέργεια τομάτας» Χ. Παπαϊωάννου, D. Obeid, Ν. Κατσούλας, Κ. Κίττας	354
«Επίδραση φύλλων κάλυψης θερμοκηπίου απορροφητικών στη UV ακτινοβολία στη δραστηριότητα εντόμων σε καλλιέργεια τομάτας» Α. Βατσανίδου, Ι. Μαργαριτόπουλος, Χ. Παπαϊωάννου, Ι.Α. Τσιτσιπής, Κ. Κίττας	362
«Αριθμητική και πειραματική διερεύνηση του φυσικού αερισμού θερμοκηπίου» Θ. Μπαρτζάνας, Κ.Κίττας.	370
«Διερεύνηση της κατανομής θερμοκρασίας και υγρασίας σε μερικά σκιασμένο θερμοκήπιο εξοπλισμένο με σύστημα υγρής παρειάς» Κ.Κίττας, Α. Κοντές, Θ. Μπαρτζάνας	379
«Επίδραση διάφορων τεχνικών ελέγχου των υπερθερμάνσεων στο μικροκλίμα του θερμοκηπίου» Κ. Κίττας, Ν. Κατσούλας.	387
«Συγκριτική μελέτη της επίδρασης του αερισμού, της σκίασης και του δροσισμού των θερμοκηπίων σε καλλιέργεια τριανταφυλλιάς» Ν. Κατσούλας, Κ. Κίττας	395
«Θέρμανση θερμοκηπίων με γεωθερμική ενέργεια: Επιλογή του κατάλληλου συστήματος θέρμανσης» Ι. Χοτζακιάνης, Γ. Μαρτζόπουλος, Χ. Νικήτα-Μαρτζοπούλου	403
«Εμπλουτισμός θερμοκηπίων με CO ₂ σε συνθήκες υψηλών θερμοκρασιών για εξοικονόμηση ενέργειας» Δ. Βαφειάδης, Χ. Νικήτα-Μαρτζοπούλου, Γ. Μαρτζόπουλος	413
«Διερεύνηση της δυνατότητας χρήσης της αντλίας θερμότητας στο χοιροστάσιο» Ν. Οικονόμου, Γ. Λαμπρινός	421

Ενέργεια στη Γεωργία

«Δυναμικό μοντέλο και έλεγχος συστήματος ανάκτησης ενέργειας σε διεργασίες ξήρανσης» Σ. Βουγιούκας, Α. Δημητριάδης, Κ. Ακριτίδης	431
«Υπολείμματα καλλιέργειας βαμβάκος και παραγωγή βιομάζας στο Νομό Καρδίτσας» Θ. Λέλλης, Γ. Μαρτζόπουλος, Π. Ντιούδης, Αγ. Φιλίντας, Αν. Μπλούκα, Μ. Λιναρδοπούλου	441
«Ενεργειακό και θρεπτικό δυναμικό των Ζωϊκών Αποβλήτων στην Ελλάδα» Μ. Μαρδίκης	449
«Δυναμικό γεωργικών υπολειμμάτων για παραγωγή ενέργειας στην Ελλάδα» Α. Νικολάου, Ι. Παπαμιχαήλ, Β. Λυχνάρης, Κ. Πανούτσου	457
«Ενεργειακό ισοζύγιο συμβατικής και ολοκληρωμένης διαχείρισης της μηλοκαλλιέργειας» Α. Στραπάτσα, Γ.Δ. Νάνος, Ν. Σκρέτα, Ι. Πέτκου, Η. Παπακωνσταντίνου, Ε.Μ. Σφακιωτάκης, Κ.Α. Τσατσαρέλης	465
«Προοπτικές εξοικονόμησης ενέργειας κατά την εφαρμογή μειωμένης κατεργασίας του εδάφους στο σιτάρι» Χρ. Καβαλάρης, Χ. Καραμούτης, Ι. Παπαθανασίου, Θ.Α. Γέμτος	473
«Υπολογισμός συνολικών εισροών και εκροών ενέργειας στα ζαχαρότευτλα για 5 μεθόδους κατεργασίας εδάφους» Χρ. Καβαλάρης, Θ.Α. Γέμτος	481
«Ελαιοκράμβη (Brassica sp.) μία υποσχόμενη καλλιέργεια για την παραγωγή βιοντήζελ στην Ελλάδα» Ε.Νάματοβ, Α. Νικολάου, Μ. Μαρδίκης, Κ. Πανούτσου	489
«Τα πολυμέσα Η/Υ ως εργαλείο ενίσχυσης της εκπαιδευτικής διαδικασίας στη γεωργική μηχανική» Αγ. Φιλίντας, Κ. Δούκας, Θ. Γιαλαμάς, Β. Στανιός	497
«Απλή και ακριβής μέθοδος σταθερής στράγγισης διαστρωμένων εδαφών» Γ.Τερζίδης	505
Ευρετήριο συγγραφέων	515

Γεωργία και Περιβάλλον ||

ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ ΣΤΑΘΕΡΟΠΟΙΗΣΗΣ ΚΑΙ ΣΥΜΒΑΤΙΚΗΣ ΔΕΥΤΕΡΟΒΑΘΜΙΑΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΥΓΡΩΝ ΑΣΤΙΚΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

**Α. Παπαδόπουλος¹, Γ. Παρισσόπουλος², Φ. Παπαδόπουλος¹,
Α. Καρτέρης¹**

¹ΕΘΙΑΓΕ/Ινστ. Εδαφολογίας, 570 01 Θέρμη-Θεσ/νίκη

²ΕΘΙΑΓΕ/Ινστ. Γεωργικών Μηχανών & Κατασκευών, 135 10 Αγ.Ανάργυροι, Αθήνα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η απομάκρυνση BOD₅ και SS μιας πειραματικής σειράς δεξαμενών σταθεροποίησης ήταν ίδια με αυτή της δευτεροβάθμιας επεξεργασίας της Μ.Β.Κ Θεσ/νίκης. Οι δεξαμενές σταθεροποίησης παρουσίασαν μεγάλη απόδοση στην απομάκρυνση κολοβακτηριοειδών αλλά υστέρηση στην απομάκρυνση του COD σε σύγκριση με τη βιολογική βαθμίδα. Σε περιπτώσεις επέκτασης μιας υπάρχουσας πρωτοβάθμιας μονάδας καθαρισμού, ένα σύστημα δεξαμενών σταθεροποίησης μπορεί αποτελεσματικά να υποκαταστήσει τη βιολογική βαθμίδα μιας συμβατικής βιολογικής μονάδας, με ελάχιστες ανάγκες για συντήρηση και λειτουργικά έξοδα

Λέξεις κλειδιά: δεξαμενές σταθεροποίησης, υγρά αστικά απόβλητα

PERFORMANCE COMPARISON OF STABILIZATION PONDS AND CONVENTIONAL SECONDARY TREATMENT OF MUNICIPAL WASTEWATER

**A. Papadopoulos¹, G. Parissopoulos², F. Papadopoulos¹,
A. Karteris¹**

¹NAGREF/Soil Science Inst, 570 01 Thermi-Thessaloniki

²NAGREF/Inst Agricultural Machinery & Constructions, 135 10 Ag. Anargiri, Athens

ABSTRACT

The removal of BOD₅ and SS by an experimental stabilization pond line was similar to that of the conventional biological unit of the W.W.T.P of Thessaloniki. It achieved high removal performance of coliforms unlikely to the removal of COD, compared to the biological reactor. In cases of future expansion of an existing primary treatment plant, a stabilization pond system can reliably replace the secondary biological treatment of a conventional unit, requiring minimum maintenance and operational expenses.

Keywords: stabilization ponds, municipal wastewater

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η περιβαλλοντική πολιτική της τελευταίας δεκαετίας σε θέματα επεξεργασίας αποβλήτων στις προηγμένες χώρες, προωθεί την κατασκευή μικρών αποκεντρωμένων μονάδων βιολογικού καθαρισμού (small decentralized wastewater treatment plants) για λόγους ευελιξίας, απόδοσης κόστους κ.λπ [1].

Η επικρατούσα κατάσταση στην Ελλάδα, στο τέλος του 1997, από δεδομένα που έχουν συλλεχτεί από 147 μικρές Μονάδες Βιολογικού Καθαρισμού (Μ.Β.Κ.) που εξυπηρετούν κάτω από 10,000 κατοίκους [2,3] είναι αρκετά ανησυχητική, με 45 από αυτές (31%) να χαρακτηρίζονται 'προβληματικές', λόγω αστοχίας της κατασκευής ή αποτυχημένης λειτουργίας ή να μην έχουν τεθεί καθόλου σε λειτουργία λόγω τεχνικών προβλημάτων. Οι προβληματικές αυτές μονάδες είναι κυρίως μονάδες μικρής δυναμικότητας. Όσον αφορά τις μονάδες που ήδη λειτουργούν, οι μικρές Συμβατικές Μ.Β.Κ αντιμετωπίζουν συχνά πρόβλημα εύρυθμης λειτουργίας, με αποτέλεσμα τα απόβλητα να μην επεξεργάζονται ικανοποιητικά.

Οι παραπάνω λόγοι έχουν οδηγήσει από καιρό την επιστημονική κοινότητα, που ασχολείται με θέματα επεξεργασίας αποβλήτων, να στραφεί σε μεθόδους που απαιτούν χαμηλό κόστος συντήρησης και λειτουργίας, ιδιαίτερα για κοινότητες μικρού μεγέθους. Ένα τέτοιο σύστημα είναι μία μονάδα δεξαμενών σταθεροποίησης, που αποτελείται από τρεις σε σειρά χωμάτινες δεξαμενές, την επαμφοτερίζουσα και δύο αερόβιες, αντίστοιχα με μία δευτεροβάθμια επεξεργασία σε μια συμβατική Μ.Β.Κ. Τα εισερχόμενα απόβλητα σε ένα σύστημα δεξαμενών σταθεροποίησης (αφού έχει προηγηθεί αναερόβια δεξαμενή σταθεροποίησης ή πρωτοβάθμια καθίζηση) κάτω από την επίδραση του ηλιακού φωτός και πολύπλοκες βιοχημικές συμβιωτικές διεργασίες αυτοκαθαρίζονται χωρίς την τεχνητή προσθήκη ενέργειας ή χημικών ουσιών. Ειδικότερα, το φυτοπλαγκτόν που αναπτύσσεται στην επιφάνεια της επαμφοτερίζουσας και των αερόβιων δεξαμενών, κατά τη διάρκεια της ημέρας, παράγει οξυγόνο χάρη στο οποίο αναπνέουν τα βακτήρια προκειμένου να βιοαποικοδομήσουν την οργανική ουσία. Οι επαμφοτερίζουσες δεξαμενές μειώνουν κυρίως την οργανική ουσία των αποβλήτων, ενώ οι αερόβιες δεξαμενές επεκτείνουν το χρόνο παραμονής των αποβλήτων στο σύστημα, ώστε να απομακρυνθούν οι παθογόνοι μικροοργανισμοί με τη δράση της υπερϊώδης ηλιακής ακτινοβολίας.

Στην εργασία αυτή παρουσιάζονται και συγκρίνονται τα αποτελέσματα της λειτουργίας μιας σειράς δεξαμενών σταθεροποίησης η οποία τροφοδοτείται με πρωτοβάθμια επεξεργασμένα υγρά απόβλητα και της δευτεροβάθμιας βιολογικής βαθμίδας (Σύστημα ενεργού ιλύος) της Μονάδας Βιολογικού Καθαρισμού (Μ.Β.Κ.) Θεσ/νίκης σχετικά με την απόδοσή τους στη μείωση των BOD₅, COD, SS από Ιανουάριο 1999 έως Αύγουστο 2000 και Ολικών και Κοπρανώδη Κολοβακτηριδίων από Ιανουάριο 1999 έως Φεβρουάριο 2000.

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1 Πειραματική Εγκατάσταση

Η πειραματική διάταξη δεξαμενών σταθεροποίησης βρίσκεται στις ερευνητικές εγκαταστάσεις του ΕΘΙΑΓΕ στην περιοχή του Γαλλικού ποταμού Θεσσαλονίκης όπου κατασκευάστηκαν και λειτουργούν, στα πλαίσια του Προγράμματος ΕΠΕΤ II από το 1996, φυσικά συστήματα επεξεργασίας αστικών υγρών αποβλήτων.

Αποτελείται από μία επαμφοτερίζουσα δεξαμενή η οποία έχει ως κύριο στόχο την απομάκρυνση της οργανικής ουσίας και δύο αερόβιες δεξαμενές σταθεροποίησης σε σειρά, οι οποίες έχουν ως κύρια αποστολή τη μείωση των παθογόνων μικροοργανισμών και δευτερευόντως τη μείωση της οργανικής ουσίας (Φωτ 1.).



Φωτ 1. Άποψη πειραματικών δεξαμενών σταθεροποίησης

Η πρώτη λίμνη έχει βάθος λειτουργίας 1.75 m και οι υπόλοιπες αερόβιες έχουν βάθος λειτουργίας 1.25 m. Οι διαστάσεις των δεξαμενών παρουσιάζονται στον Πίνακα 1. Τα πρανή των αναχωμάτων των δεξαμενών έχουν κλίση 1:2 και η στέψη τους βρίσκεται 0.5 m πάνω από τη μέγιστη στάθμη του νερού.

Οι δεξαμενές αυτές επεξεργάζονται $50\text{m}^3/\text{day}$ αποβλήτων που έχουν υποστεί πρωτοβάθμια επεξεργασία από την Μ.Β.Κ. Θεσ/νίκης με μέσο $\text{BOD}_5=155\text{gr}/\text{m}^3$ και δέχονται ρυπαντικό φορτίο $\lambda=7.4\text{gr}/\text{m}^2.\text{day}$. Ο χρόνος παραμονής είναι 63 ημέρες (27 ημέρες η επαμφοτερίζουσα, 18 +18 ημέρες οι αερόβιες δεξαμενές). Η κατασκευή των δεξαμενών σταθεροποίησης χαρακτηρίζεται από απλότητα στη σχεδίαση ενώ η εισροή-εκροή γίνεται με φυσική ροή μεταξύ των δεξαμενών σταθεροποίησης.

Η δεύτερη πειραματική διάταξη με την οποία συγκρίνονται τα φυσικά συστήματα, είναι μία από τις δεξαμενές ενεργού ιλύος της Μ.Β.Κ. Θεσ/νίκης. Η δεξαμενή αερισμού έχει ωφέλιμο όγκο 5000m^3 και είναι εφοδιασμένη με τρεις επιφανειακούς αεριστές. Η ενεργή λάσπη επανακυκλοφορεί από τη

δευτεροβάθμια καθίζηση στη δεξαμενή αερισμού με τη βοήθεια δύο κοχλιωτών αντλιών. Η ίδια ποιότητα αποβλήτων, εισήλθε προς επεξεργασία στις δεξαμενές σταθεροποίησης και το δευτεροβάθμιο βιολογικό.

Πίνακας 1. Γεωμετρικά χαρακτηριστικά των δεξαμενών σταθεροποίησης

Βάθος λειτουργίας (m)	Εμβαδόν (m ²)		Όγκος λειτουργίας (m ³)
	Υγρή επιφάνεια	Μέση στάθμη	
1.75	58 x 18 =1044	54.5 x 14.5=790	1380
1.25	56 x 16=896	53.5 x 13.5=722	900

2.2 Εργαστηριακές αναλύσεις

Οι εργαστηριακές αναλύσεις έλαβαν δύο φορές την εβδομάδα για την περίοδο 1999-2000, BOD₅, COD, SS και Ολικά και Κοπρανώδη Κολοβακτηροειδή από δείγματα εισόδου και εξόδου της σειράς δεξαμενών σταθεροποίησης και της δευτεροβάθμιας επεξεργασίας της Μ.Β.Κ.Θεσ/νίκης. Επίσης πάρθηκαν δείγματα στις εξόδους ενδοιάμεσα των δεξαμενών σταθεροποίησης, για αναλύσεις Ολικών και Κοπρανώδη Κολοβακτηροειδών.

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

BOD₅

Τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα των τιμών BOD₅ για την πειραματική περίοδο, φαίνονται στον Πίνακα 2 και Σχήμα 1. Η μέση τιμή BOD₅ της εκροής του συστήματος των δεξαμενών σταθεροποίησης ήταν 35mgO₂/lt σε σύγκριση με την εκροή της δευτεροβάθμιας επεξεργασίας της Μ.Β.Κ. Θεσ/νίκης που ήταν 36mgO₂/lt, όταν η μέση τιμή του BOD₅ εισροής στις δύο δεξαμενές, ήταν 155mgO₂/lt. Η μονάδα δεξαμενών σταθεροποίησης και συμβατικού βιολογικού αντιδραστήρα, παρουσίασαν μείωση του BOD₅ της τάξης του 77%.

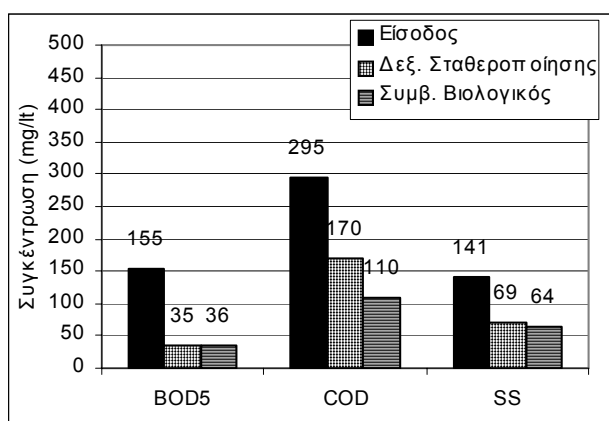
Πίνακας 2. Μέσες τιμές εξόδου BOD₅, COD, SS και μείωση αυτών στο σύστημα δεξαμενών σταθεροποίησης και δευτεροβάθμιας συμβατικής επεξεργασίας της Μ.Β.Κ. Θεσ/νίκης (1999-2000)

Παράμετρος (mg/l)	Εισροή	Εκροή		Μείωση (%)	
		Δεξαμενές Σταθεροπ.	2βάθμια Συμβατ.	Δεξαμενές Σταθεροπ.	2βάθμια Συμβατ.
BOD (mgO ₂ /lt)	155 (74-450)	35 (10-87)	36 (11-92)	77	77
COD (mgO ₂ /lt)	295 (111-800)	170 (70-370)	110 (22-321)	42	63
SS (mg/l)	141 (65-797)	69 (33-135)	64 (18-198)	51	55

Τα δύο συστήματα επεξεργασίας παρουσιάζουν την ίδια απόδοση στη μείωση του βιοχημικά απαιτούμενο οργανικού φορτίου, με τη διαφορά ότι το σύστημα δεξαμενών σταθεροποίησης δεν κατανάλωσε καθόλου ηλεκτρική ενέργεια για αερισμό και ανάδευση, όπως απαιτεί ο συμβατικός βιολογικός καθαρισμός. Η ενίσχυση του συμβατικού συστήματος με μηχανική ενέργεια έχει ως αποτέλεσμα οι βιοχημικές διεργασίες να έχουν γρηγορότερο ρυθμό, άρα απαιτείται μικρός χρόνος παραμονής και αντίστοιχα μικρός χώρος εγκατάστασης, ενώ αντίθετα το σύστημα δεξαμενών σταθεροποίησης απαιτεί πολύ μεγάλο χρόνο παραμονής με μεγάλες απαιτήσεις σε έκταση.

COD

Όσον αφορά το COD, η μέση τιμή των εισερχόμενων αποβλήτων κατά την πειραματική περίοδο ήταν $295 \text{ mgO}_2/\text{lt}$. Η μονάδα δεξαμενών σταθεροποίησης κατάφερε μείωση του COD της τάξης του 42%, με μέση τιμή COD εκροής $170 \text{ mgO}_2/\text{lt}$, ενώ η δευτεροβάθμια επεξεργασία της Μ.Β.Κ. Θεσ/νίκης μείωσε κατά 63% το COD με μέση τιμή εκροής τα $110 \text{ mgO}_2/\text{lt}$ (Πίνακας 1, Σχήμα 1). Η απομάκρυνση χημικά αποικοδομήσιμης



Σχήμα 1. Ιστόγραμμα μέσων τιμών εισόδου, εξόδου BOD₅, COD, SS στην σύστημα δεξαμενών σταθεροποίησης και συμβατικής επεξεργασίας

οργανικής ύλης από τα δύο συστήματα παρουσιάζουν μια διαφορά του 21%, όπου παρατηρείται υπεροχή του συμβατικού βιολογικού αντιδραστήρα στην απομάκρυνση COD. Η διαφορά απόδοσης της μονάδας φυσικών συστημάτων στην απομάκρυνση COD από BOD₅ μειώθηκε κατά 35%. Η καλύτερη απόδοση των δεξαμενών σταθεροποίησης στο να απομακρύνουν BOD₅ απ' ότι COD, έχει παρατηρηθεί και σε άλλα συστήματα δεξαμενών σταθεροποίησης [4,5]. Εντούτοις η απόδοση παραμένει ικανοποιητική, δεδομένου ότι η χημική επεξεργασία προέρχεται με φυσικό τρόπο χωρίς καμία ενεργειακή και χημική προσθήκη στο σύστημα.

SS

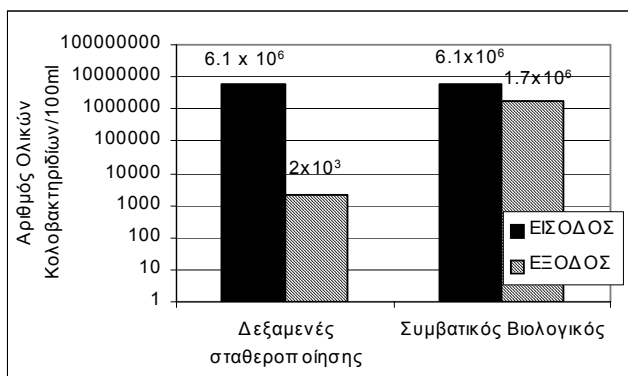
Μία από τις αρχές λειτουργίας ενός συστήματος βιολογικού καθαρισμού, είναι η απομάκρυνση των αιωρούμενων στερεών πριν τη διάθεση των εκροών είτε σε επιφανειακά νερά είτε για επαναχρησιμοποίηση. Όπως φαίνεται στον Πίνακα 1 και στο Σχήμα 1, η μείωση των SS στο φυσικό σύστημα και στη συμβατική δευτεροβάθμια επεξεργασία, είναι της τάξης του 51% και 55%, από 141mg/l SS της εισροής, σε 69mg/l και 61mg/l SS της εκροής των δύο συστημάτων αντίστοιχα. Στις δεξαμενές σταθεροποίησης το μεγαλύτερο ποσοστό της συγκέντρωσης των SS, προφανώς προέρχεται από τα άλγη που αναπτύσσονται στην επιφάνεια του νερού. Η απομάκρυνση SS είναι της ίδιας τάξης στα δύο συστήματα, ενισχύοντας πάλι το γεγονός ότι παρά την απουσία προσθήκης χημικών μέσων συσσωμάτωσης στην πειραματική διάταξη δεξαμενών σταθεροποίησης, η διεργασία της καθίζησης και απομάκρυνσης αιωρούμενων είναι ικανοποιητικότητα.

Ολικά/Κοπρανώδη Κολοβακτηρίδια

Ο γεωμετρικός μέσος όρος Ολικών και Κοπρανώδη Κολοβακτηροειδών των εισρεόμενων αποβλήτων από $6.1 \times 10^6/100\text{ml}$ και $3.2 \times 10^6/100\text{ml}$ μειώθηκε στο σύστημα δεξαμενών σταθεροποίησης σε $2 \times 10^3/100\text{ml}$ και $9.9 \times 10^2/100\text{ml}$, ενώ στο δευτεροβάθμιο βιολογικό σε $1.7 \times 10^6/100\text{ml}$ και $1.1 \times 10^6/100\text{ml}$ αντίστοιχα (Σχήμα 2).

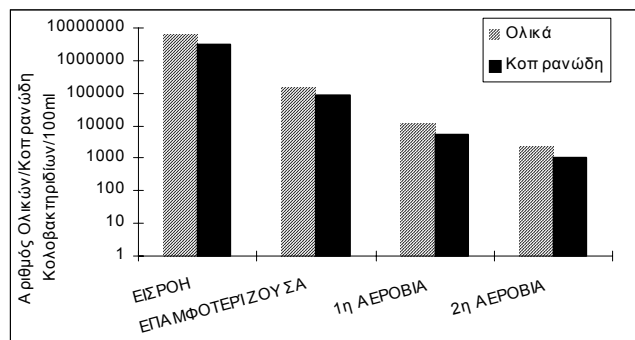
Είναι φανερό ότι η απολυμαντική δράση των δεξαμενών σταθεροποίησης επιτυγχάνει απομάκρυνση κατά 99.97% στον αριθμό των κολοβακτηροειδών. Αντίθετα το μικροβιακό φορτίο στη συμβατική δευτεροβάθμια επεξεργασία δεν απομακρύνεται ικανοποιητικά (απομάκρυνση Ολικών και Κοπρανώδη κατά 72% και 64%, αντίστοιχα).

Όπως φαίνεται στο Σχήμα 3, κάθε επιμέρους δεξαμενή σταθεροποίησης μειώνει κατά 1 λογαριθμική μονάδα τον αριθμό των ολικών και κοπρανώδη κολοβακτηροειδών, ενώ τα αντίστοιχα ποσοστά απομάκρυνσης κολοβακτηροειδών στην επαμφοτερίζουσα, την 1η αερόβια και την 2η αερόβια



Σχήμα 2. Αριθμός Ολικών Κολοβακτηροειδών/100ml στην είσοδο και έξοδο του συστήματος δεξαμενών σταθεροποίησης και συμβατικής επεξεργασίας

δεξαμενή, είναι 97%, 94% και 82% για τα ολικά και 97%, 92% και 81% για τα κοπρανώδη αντίστοιχα. Παρατηρούμε ότι η επαμφοτερίζουσα έχει μια ελαφρά υπερχρή στη διεργασία απολύμανσης σε σύγκριση με τις υπόλοιπες αερόβιες δεξαμενές. Η συνολική απόδοση της μονάδας φυσικών συστημάτων είναι πολύ ικανοποιητική, λαμβάνοντας υπόψη την απουσία προσθήκης απολυμαντικού χημικού μέσου.



Σχήμα 3. Αριθμός Ολικών Κολοβακτηριδίων/100ml στις διαδοχικές δεξαμενές σταθεροποίησης

Οι εκροές συνήθως των δεξαμενών σταθεροποίησης οδηγούνται σε ταμιευτήρα για άρδευση κατά το καλοκαίρι, άρα τα απόβλητα υφίστανται περαιτέρω μικροβιακή απομάκρυνση. Αυτό οφείλεται στην ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας η οποία παίζει σημαντικό ρόλο στην απολύμανση στα συστήματα δεξαμενών σταθεροποίησης [6] σε συνδυασμό με την αύξηση του χρόνου παραμονής των αποβλήτων στον ταμιευτήρα. Στην περίπτωση που οι εκροές κατά το χειμώνα, ίσως να μην πληρούν τα αντίστοιχα μικροβιακά όρια απευθείας διάθεσης σε υδάτινο αποδέκτη, προτείνεται περιοδική χλωρίωση κατά τη συγκεκριμένη περίοδο.

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η απομάκρυνση BOD₅ και SS από τη σειρά δεξαμενών σταθεροποίησης, ήταν ικανοποιητικότερη σε σχέση με τη συμβατική βιολογική επεξεργασία. Οι δεξαμενές σταθεροποίησης παρουσιάζουν μεγάλη απόδοση στην απομάκρυνση κολοβακτηριδίων κατά μία λογαριθμική μονάδα σε κάθε δεξαμενή, ενώ αντίθετα παρουσιάζουν υστέρηση στην απομάκρυνση του COD σε σύγκριση με τη συμβατική μονάδα.

Συμπερασματικά, η σειρά δεξαμενών σταθεροποίησης αποτέλεσε ένα αξιόπιστο φθινό σύστημα μείωσης του οργανικού ρυπαντικού φορτίου με ελάχιστες ανάγκες σε ενέργεια και συντήρηση, τα οποία περιορίστηκαν κυρίως σε κάποια περιοδική παρακολούθηση για τυχόν ξεβουλώματα των σωλήνων μεταξύ των δεξαμενών, απομάκρυνση κλαδιών, χόρτων, σακούλων από την

επιφάνεια αυτών κ.λπ. Σε περιπτώσεις επέκτασης μιας υπάρχουσας πρωτοβάθμιας μονάδας καθαρισμού σε χωριά και οικισμούς, ένα σύστημα δεξαμενών σταθεροποίησης μπορεί αποτελεσματικά να υποκαταστήσει τη βιολογική βαθμίδα μιας συμβατικής Μ.Β.Κ, λόγω της καλής ποιότητας εκροής και των χαμηλών λειτουργικών εξόδων που απαιτεί, με την προϋπόθεση ότι υπάρχει επαρκής χώρος εγκατάστασης.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Crites, R., and Tchobanoglous, G., 1998. *Small and Decentralized Wastewater Management Systems*. Mc-Graw Hill.
2. Αγγελάκης, Α., Τσαγκαράκης, Κ., Δεσποτάκης, Β., και Παπαδογιαννάκης, Ν., 1999. *Καταγραφή και χαρτογράφηση έργων επεξεργασίας αστικών υγρών αποβλήτων*. Τεχνική έκθεση. ΕΘ.Ι.Α.Γ.Ε./Ινστ Ηρακλείου. Υ.Π.Ε.Χ.Ω.Δ.Ε.
3. Tsagarakis, K., Mara, D., Horan, N., and Angelakis, A., 2000. Small municipal wastewater treatment plants in Greece. *Wat Sc.Techn* 41 (1) 41-48.
4. Papadopoulos, A. Parisopoulos, G. Papadopoulos, F. Karteris, A. 2001. Variations of COD/BOD₅ ratio at different units of a wastewater stabilization pond pilot treatment facility. *Proc. 7th International conf. on Env Science and Technology. 2001. Syros*. vol C-posters. pp. 369- 376.
5. Parisopoulos, G. Papadopoulos, A. Papadopoulos, F. Karteris, A. 2002. Comparative design and performance analysis of three different in configuration waste stabilization ponds pilot units in a mediterranean-temperate climate. *Proc. IWA Regional Symposium on Water Recycling in Mediterranean Region. Iraklio*. Book 1. pp. 361- 369.
6. Cutris T and Mara D. 1994. *The effect of sunlight on mechanisms for the die-off of Faecal Coliform bacteria in Waste Stabilization Ponds*. Research Monographs No1, Dept of Civil Eng., University of Leeds, U.K.

**ΟΡΙΣΜΕΝΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΟΥ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ REMOS ΣΤΟ ΔΕΛΤΑ ΤΟΥ ΝΕΣΤΟΥ ΓΙΑ ΤΟΝ
ΠΟΣΟΤΙΚΟ ΚΑΙ ΠΟΙΟΤΙΚΟ ΕΛΕΓΧΟ ΤΩΝ ΥΔΑΤΙΚΩΝ
ΠΟΡΩΝ ΜΕΤΑ ΤΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΩΝ ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ
ΕΡΓΩΝ.**

**Α. Ψιλοβίκος¹, Κ. Αλμπανάκης¹, Σ. Μαργώνη¹, Αρ. Ψιλοβίκος¹ και Χ.
Μακρυγιώργος²**

¹Τομέας Φυσικής και Περιβαλλοντικής Γεωγραφίας, Τμήμα Γεωλογίας, ΑΠΘ, 54124,
Θεσ/νίκη

²Διεύθυνση Ανάπτυξης Υδροηλεκτρικών Έργων – ΔΑΥΕ/ΔΕΗ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η εγκατάσταση και λειτουργία ομάδας σταθμών παρακολούθησης περιβαλλοντικών παραμέτρων του δικτύου REMOS στο δέλτα του Νέστου, παρέχει χρήσιμα στοιχεία για τη διαχείρισή του. Από τα στοιχεία αυτά προκύπτουν ότι τόσο ο ποταμός Νέστος, όσο και η λιμνοθάλασσα του Αγιάσματος λειτουργούν ομαλά με φυσικό τρόπο από πλευράς τροφοδοσίας σε νερό καλής ποιότητας καθόλη τη διάρκεια του έτους. Εξασφαλίζεται επίσης και η τροφοδοσία και η ομαλή λειτουργία των υπόγειων υδροφορέων με νερό καλής ποιότητας, ιδιαίτερα κατά τη θερινή περίοδο. Η συνεχής παρακολούθηση των μετρήσεων του REMOS συμβάλλει στη βέλτιστη διαχείριση της περιοχής του δέλτα και στην πρόληψη ζημιών λόγω εκτάκτων περιστατικών.

Λέξεις Κλειδιά: Νέστος, Δέλτα, Υδατικοί Πόροι, Περιβάλλον, REMOS.

**SOME DATA OF THE OPERATION OF REMOS SYSTEM IN
NESTOS DELTA FOR THE QUANTITATIVE AND
QUALITATIVE MONITORING OF WATER RESOURCES
AFTER THE DAM CONSTRUCTION**

**A. Psilovikos¹, K. Albanakis¹, S. Margoni¹, Ar. Psilovikos¹ and Ch.
Makrygiorgos²**

¹Department of Physical & Environmental Geography, School of Geology, AUTH,
54124, Thessaloniki

²National Electricity Corporation (DAYE/DEH)

ABSTRACT

A group of stations of the Remote Environmental Monitoring System (REMOS) was installed in the deltaic plain of Nestos River after the construction and operation of the dams of Thesavros and Platanovrysi. The so far obtained data of water level, conductivity/salinity and dissolved oxygen of the water reveal that the natural processes continue at present as in the past. The river channel has continuous flow of good quality water that fed both the underground aquifers and the coastal zone. The lagoon has continued normal exchange of saline water from the sea and fresh water from the

aquifers at the deltaic front area. REMOS contributes to the management and the sustainable development of the entire area.

Key Words: Nestos, Delta, Water Resources, Environment, REMOS

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι μεγάλες ανάγκες της περιοχής Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης σε ενέργεια, σε συνδυασμό και με τις μεγάλες και πιεστικές ανάγκες σε αρδευτικό νερό για τις καλλιέργειες των εύφορων πεδινών της εκτάσεων, οδήγησαν στο σχεδιασμό και στην κατασκευή των υδροηλεκτρικών έργων του Νέστου, στο χώρο της ενδοορεινής του λεκάνης. Φυσικά τα έργα αυτά είναι κατ' εξοχήν αντιπλημμυρικού χαρακτήρα γιατί δεσμεύουν τις πλημμυρικές παροχές του ποταμού στους ταμιευτήρες των φραγμάτων και διαχειρίζονται το νερό για όλες τις χρήσεις.

Ο αρχικός σχεδιασμός της ΔΕΗ περιελάμβανε των κατασκευή των ταμιευτήρων του Θησαυρού, της Πλατανόβρυσης και του Τεμένους από τα ανάντη προς τα κατόντη. Το 1997-1998 άρχισε η λειτουργία του ΥΗΣ Θησαυρού και το 2000-2001 άρχισε η λειτουργία του ΥΗΣ Πλατανόβρυσης, ενώ το έργο του Τεμένους δεν έχει κατασκευαστεί ακόμη.

Κατά την περίοδο της κατασκευής των υδροηλεκτρικών έργων είχαν εκφραστεί φόβοι από ορισμένους επιστήμονες [3] και ορισμένες οικολογικές οργανώσεις της περιοχής (Οικολογική Κίνηση Δράμας) ότι η κατασκευή και η λειτουργία των έργων αυτών θα προκαλέσουν σοβαρές επιπτώσεις στο υδατικό δυναμικό και στο περιβάλλον του Νέστου.

Μια από τις επιπτώσεις αυτές αναμενόταν να είναι η μηδενική παροχή της κοίτης του Νέστου στη δελταϊκή του πεδιάδα κατά τους θερινούς μήνες, κυρίως όμως κατά τον Ιούλιο, Αύγουστο και Σεπτέμβριο, γεγονός που θα είχε οδυνηρές συνέπειες στους υπόγειους υδροφορείς, στα οικοσυστήματα και στις αρδεύσεις της περιοχής.

Για το λόγο αυτό τόσο η Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων [4], όσο και η εκδοθείσα ΚΥΑ 18492/19-09-1996 προέβλεψαν τη λήψη αυστηρών όρων – ενεργειών και την εκτέλεση έργων με τα οποία θα μειώνονταν ή θα εξαλείφονταν οι επιπτώσεις αυτές. Ένας από τους βασικούς όρους της ΚΥΑ αυτής ήταν η παρακολούθηση της λειτουργίας του φυσικού περιβάλλοντος (Monitoring) μέσω της εγκατάστασης και λειτουργίας μόνιμου συστήματος παρακολούθησης των ποτάμιων και ατμοσφαιρικών διεργασιών. Τον όρο αυτό ανέλαβε να υλοποιήσει η ερευνητική ομάδα «ΠΕΡΣΕΑΣ» του ΑΠΘ για λογαριασμό της ΔΑΥΕ/ΔΕΗ με σειρά ερευνητικών προγραμμάτων, τα οποία οδήγησαν στην εγκατάσταση και λειτουργία ενός πλήρους αυτοματοποιημένου τηλεμετρικού συστήματος γνωστού με το όνομα REMOS (Remote Environmental Monitoring System) οργανωμένου σε δίκτυο με τρεις ομάδες σταθμών [6,7].

2. ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ REMOS ΣΤΟ ΔΙΚΤΥΟ ΤΟΥ ΔΕΛΤΑ ΤΟΥ ΝΕΣΤΟΥ

Πρόκειται για το δίκτυο της **Κατώτερης Ομάδας** σταθμών που έχει εγκατασταθεί στο χώρο της δελταϊκής πεδιάδας του Νέστου και περιλαμβάνει (Σχήμα 1):

- Το **Σταθμό Βάσης**, εγκατεστημένο στο κτίριο του Συνεταιρισμού Ιχθυοτρόφων Καβάλας στην Κεραμωτή. Στο σταθμό αυτό συγκεντρώνονται όλα τα στοιχεία των μετρήσεων και μέσω τηλεφωνικής γραμμής και modem είναι προσβάσιμα από τους χρήστες.
- Τον **Πρώτο Περιφερειακό Σταθμό (Π.Σ.)** εγκατεστημένο στην κοίτη του Νέστου ΝΑ της Χρυσούπολης, στη θέση του κέντρου «**ΝΕΣΤΟΣ**» ο οποίος παρακολουθεί τη στάθμη του νερού, τις θερμοκρασίες του νερού και του αέρα, το διαλυμένο στο νερό οξυγόνο, την αγωγιμότητα και το οξειδοαναγωγικό δυναμικό (Redox) του νερού σε 24ωρη βάση.
- Το **Δεύτερο Περιφερειακό Σταθμό (Π.Σ.)** εγκατεστημένο στη λιμνοθάλασσα (ιχθυοτροφείο) του **Αγιάσματος**, ο οποίος παρακολουθεί τη στάθμη του νερού, τη θερμοκρασία του νερού και του αέρα, το διαλυμένο στο νερό οξυγόνο, την αλατότητα και το Redox του νερού σε 24ωρη βάση.

Οι λόγοι που οδήγησαν στην εγκατάσταση των δύο Περιφερειακών Σταθμών στο δέλτα του Νέστου ήταν η συνεχής παρακολούθηση:

- Των ποσοτικών και ποιοτικών (βασικών) χαρακτηριστικών του νερού στην κοίτη του Νέστου, προ των εκβολών. Με τον τρόπο αυτό θα διαπιστώνονταν αν ήταν αληθινές οι σχετικές προβλέψεις για την ξήρανση του Νέστου κατά τη θερινή περίοδο [3] και θα προτείνονταν μέτρα για την εξασφάλιση της ελάχιστης παροχής στην κοίτη του ποταμού που προέβλεπε η σχετική ΚΥΑ 18412/19-09-1996.
- Των ποσοτικών και ποιοτικών (βασικών) χαρακτήρων του νερού στη λιμνοθάλασσα (ιχθυοτροφείο) του Αγιάσματος. Με τον τρόπο αυτό θα διαπιστώνονταν αν ήταν αληθινές οι προβλέψεις των οικολογικών οργάνωσεων για την αλλοίωση της λειτουργίας των λιμνοθαλασσών και την καταστροφή των ιχθυοπληθυσμών και της παραγωγής.

Το δίκτυο του συστήματος REMOS στο δέλτα του Νέστου λειτουργεί περισσότερο από δύο (2) έτη με 6 μήνες δοκιμαστικής λειτουργίας και 18 μήνες συνεχούς λειτουργίας και καταγραφής παραμέτρων που παρουσιάζονται και σχολιάζονται στη συνέχεια.



Σχήμα 1. Δίκτυο Ομάδων Σταθμών R.E.M.O.S. Στις φωτογραφίες διακρίνονται οι Περιφερειακοί Σταθμοί α.) στην κοίτη του Νέστου ΝΑ της Χρυσούπολης (επάνω δεξιά) και β.) στην λιμνοθάλασσα Αγιάσματος (κάτω δεξιά).

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Από τα στοιχεία καταγραφής των περιφερειακών σταθμών του **ΝΕΣΤΟΥ** και του **ΑΓΙΑΣΜΑΤΟΣ** παρουσιάζονται εκείνα που κρίνονται απαραίτητα για να δείξουν τον τρόπο λειτουργίας του ποτάμιου συστήματος και των λιμνοθαλασσών και συγκεκριμένα:

- Για το **ΝΕΣΤΟ**, τα στοιχεία της **στάθμης**, της **αγωγιμότητας** και του **διαλυμένου στο νερό οξυγόνου** (Σχήμα 2).
- Για το **ΑΓΙΑΣΜΑ** τα στοιχεία της **στάθμης** της **αλατότητας** και του **διαλυμένου στο νερό οξυγόνου** (Σχήμα 3).

Από τα στοιχεία αυτά προκύπτουν οι ακόλουθες διαπιστώσεις:

3.1 Αποτελέσματα Σταθμού «ΝΕΣΤΟΣ»

- Υπάρχει συνεχής ροή νερού στην κοίτη του Νέστου, με διακυμάνσεις οι οποίες δεν υπερβαίνουν τα 0,6 μέτρα. Οι περίοδοι υψηλής στάθμης που παρατηρούνται και έχουν μικρή χρονική διάρκεια οφείλονται στη λειτουργία των ΥΗΣ Θησαυρού και Πλατανόβρυσης προκειμένου να καλύψουν ανάγκες σε περιόδους αιχμής της ζήτησης και να εξομαλύνουν το δίκτυο.
- Οι πλημμυρικές παροχές του Νέστου ανάντη των ταμιευτήρων συγκρατούνται στις φραγματογενείς λίμνες και δε συνεχίζουν τη ροή προς τις εκβολές. Επομένως υπάρχει εξομάλυνση της ροής του Νέστου στην κοίτη κατάντη των ΥΗΣ Θησαυρού και Πλατανόβρυσης.

- Η αγωγιμότητα έχει χαμηλές τιμές και η κύρια διακύμανσή της είναι μεταξύ 200 και 300 $\mu\text{S}/\text{cm}$ περίπου. Συνήθως ακολουθεί αντίθετη πορεία από αυτή των διακυμάνσεων της στάθμης (υψηλή στάθμη – χαμηλή αγωγιμότητα), αλλά οι διαφορές των τιμών είναι εξαιρετικά μικρές. Αυτό βέβαια δείχνει την καλή ποιότητα του νερού από πλευράς διαλυμένων σ' αυτό αλάτων, γεγονός που έχει θετική επίδραση στην τροφοδοσία των υπόγειων υδροφόρων στρωμάτων της δελταϊκής πεδιάδας.
- Το οξυγόνο διατηρεί τιμές ικανοποιητικές (5-10 mg/l) και μεγαλύτερες ακόμη τιμές (μέχρι 14 mg/l) κατά περιόδους με μικρές διακυμάνσεις. Αποτελεί επομένως ένα επιπλέον στοιχείο για την ποιότητα του νερού στο χώρο της δελταϊκής πεδιάδας.

3.2 Αποτελέσματα σταθμού «ΑΓΙΑΣΜΑ»

- Οι διακυμάνσεις της στάθμης της λιμνοθάλασσας δείχνουν την ομαλή λειτουργία των παλιρροϊκών κύκλων, αλλά στο χρονικά συντημημένο διάγραμμα φαίνεται καθαρά μόνο ο κύκλος που οφείλεται στις ατμοσφαιρικές ή και στις αστρονομικές συνθήκες (περίπου εβδομαδιαίος). Οι ημihμερήσιοι κύκλοι εκφράζονται ως μικρές αιχμές συνήθως μέσα στην καμπύλη του διαγράμματος.
- Το ύψος των μεγάλων ατμοσφαιρικών κυρίως κύκλων κυμαίνεται μεταξύ 0,30 και 0,40 μέτρα, ενώ το ύψος των μικρών κύκλων (ημihμερήσιων) κυμαίνεται μεταξύ 0,10 και 0,20 μέτρα.
- Η μεγάλη αιχμή που παρατηρείται στο διάγραμμα από 24/12/2000 μέχρι 23/01/2001 αποτέλεσε ένα εξαιρετικό φαινόμενο για το θαλάσσιο χώρο της Ελλάδας, αφού καταγράφηκε επίσης από τους σταθμούς της Σαντορίνης και της λιμνοθάλασσας του Μεσολογίου – Αιτωλικού ταυτόχρονα και με την ίδια ένταση και διάρκεια [1].
- Οι τιμές της αλατότητας είναι υψηλές για λιμνοθάλασσα και κυμαίνονται μεταξύ 25 και 30‰, παρουσιάζουν όμως διακυμάνσεις οι οποίες έχουν παρόμοια πορεία με αυτή των παλιρροιών. Δεδομένου ότι ο σταθμός του REMOS βρίσκεται στο εσωτερικό του στομίου της λιμνοθάλασσας, αυτές οι τιμές είναι φυσιολογικές. Προς το εσωτερικό όμως της λιμνοθάλασσας οι τιμές κυμαίνονται μεταξύ 15 και 20‰. Υπάρχουν δύο περιοχές της καμπύλης του διαγράμματος (Σχήμα 2) στις οποίες η αλατότητα έφτασε σε ελάχιστες τιμές 8 με 10‰, η πρώτη στο τέλος Αυγούστου του 2000 και η δεύτερη στα μέσα Ιουνίου του 2001. Μετά από εξέταση και διασταύρωση των στοιχείων προέκυψε ότι η μεγάλη αυτή πτώση της αλατότητας οφείλεται σε πρόσχωση της περιοχής του στομίου της λιμνοθάλασσας. Με τον τρόπο αυτό μειώθηκε ο όγκος του θαλασσινού νερού που εισέρρεε στη λιμνοθάλασσα και αυξήθηκε σημαντικά ο όγκος του γλυκού νερού των υπόγειων υδροφορέων που τροφοδοτούνταν από τη δελταϊκή πεδιάδα στη λιμνοθάλασσα. Έτσι αποδείχθηκε η συμμετοχή της εισροής γλυκού νερού από τους υδροφορείς του δέλτα προς τη λιμνοθάλασσα, η οποία είναι σημαντική για τη λειτουργία της. Επιβεβαιώθηκε επίσης η ομαλή λειτουργία

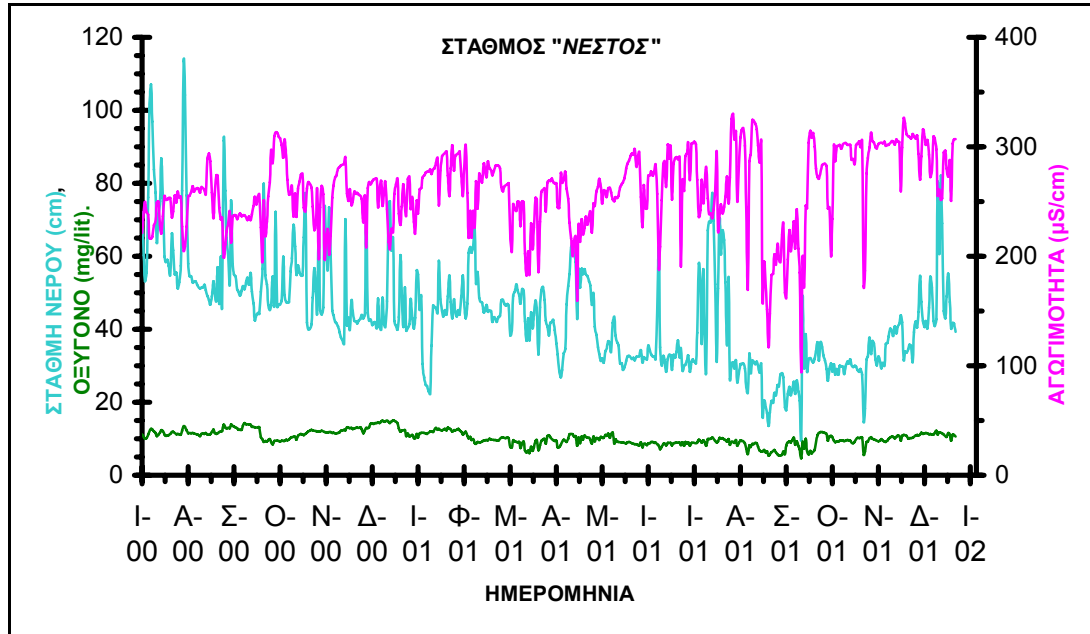
του όλου περιβάλλοντος στο χώρο της δελταϊκής πεδιάδας, η οποία συνεχίζεται σήμερα, μετά τη λειτουργία των έργων της ΔΕΗ στο Νέστο. Η διαπίστωση αυτή μπορεί να λειτουργήσει και αντίστροφα. Δηλαδή, η διαπίστωση ότι το σύστημα REMOS για μεγάλη πτώση της αλατότητας στη λιμνοθάλασσα, αποτελεί προειδοποίηση προς τους ιχθυοτρόφους ότι έχει προσχωθεί το στόμιο της λιμνοθάλασσας και χρειάζεται καθαρισμό [2].

- Η περιεκτικότητα του νερού σε διαλυμένο οξυγόνο είναι ικανοποιητική με τιμές 5-10 mg/l συνήθως. Όταν προσχώνεται το στόμιο της λιμνοθάλασσας και μειώνεται η κυκλοφορία του νερού, μειώνεται δραματικά και η περιεκτικότητα σε οξυγόνο μέχρι ελαχίστων τιμών 1mg/l. Για το λόγο αυτό είναι σημαντικό να γίνεται παρακολούθηση των μετρήσεων του REMOS και μετρήσεις σε πραγματικό χρόνο (real time) ώστε να ειδοποιούνται οι ιχθυοτρόφοι και να αποφεύγονται οι θάνατοι των ψαριών λόγω ασφυξίας [8].

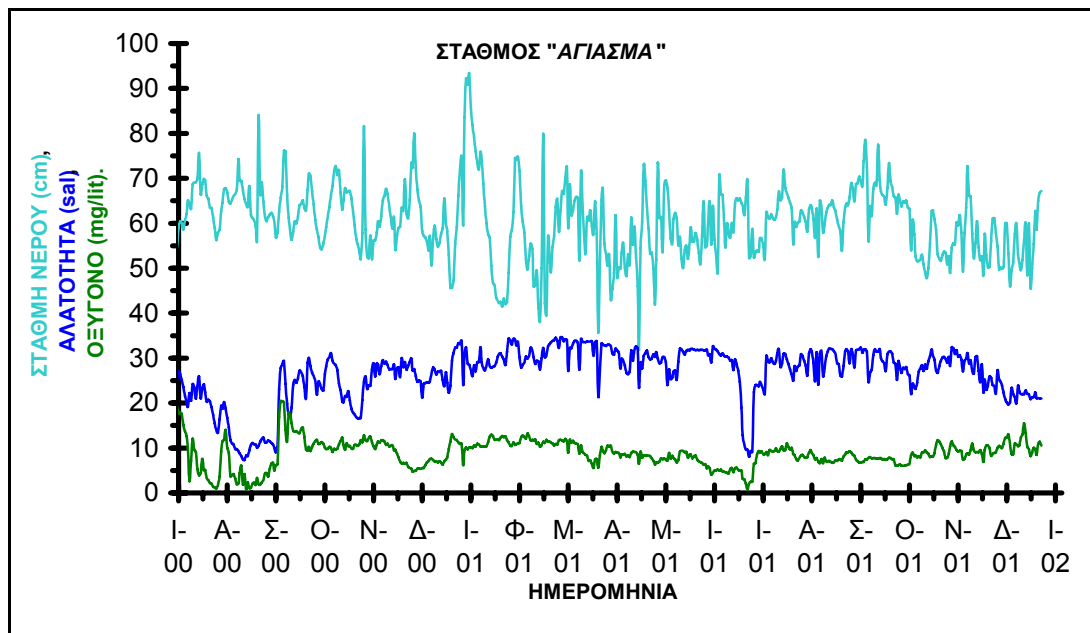
4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από τα στοιχεία καταγραφών του δικτύου REMOS στο δέλτα του Νέστου, τα οποία εξετάστηκαν στην εργασία αυτή προκύπτουν τα ακόλουθα συμπεράσματα:

- Η ροή νερού στην κοίτη του Νέστου είναι συνεχής καθόλη τη διάρκεια του έτους και έχει εξομαλυνθεί λόγω της λειτουργίας των υδροηλεκτρικών έργων που εξασφαλίζουν και την αντιπλημμυρική προστασία των καλλιεργειών της δελταϊκής πεδιάδας.
- Η ποιότητα του νερού είναι επίσης καλή. Επομένως η τροφοδοσία των υπόγειων υδροφορέων εξασφαλίζεται συνεχώς με νερό καλής ποιότητας και η τροφοδοσία της θαλάσσιας περιοχής των εκβολών του ποταμού επίσης.
- Οι λιμνοθάλασσες του μετώπου της δελταϊκής πεδιάδας λειτουργούν πλήρως ως φυσικά συστήματα με αλμυρό νερό από τη θάλασσα και σε γλυκό νερό από τους υπόγειους υδροφορείς. Για το λόγο αυτό είναι εξαιρετικά παραγωγικές (καλή ιχθυοπαραγωγή).
- Το δίκτυο του συστήματος REMOS συμβάλλει αποφασιστικά τόσο στην παρακολούθηση του περιβάλλοντος στη δελταϊκή πεδιάδα του Νέστου, όσο και στη λήψη αποφάσεων για τη βέλτιστη διαχείρισή της [5]. Ιδιαίτερη σημασία έχει η λήψη αποφάσεων σε περιπτώσεις που υπάρχουν κίνδυνοι καταστροφών για το περιβάλλον και τις ανθρώπινες δραστηριότητες.



Σχήμα 2. Στοιχεία καταγραφής του Περιφερειακού Σταθμού του Νέστου.



Σχήμα 3. Στοιχεία καταγραφής του Περιφερειακού Σταθμού της λιμνοθάλασσας Αγιάσματος.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Αλμπανάκης, Κ., Ψιλοβίκος, Αρ., Μαργώνη, Σ. και Υφαντής, Β., 2001. Συμβολή των Συστημάτων REMOS στην παρακολούθηση παλιρροϊκών φαινομένων και στη διαχείριση παράκτιων περιοχών. *Πρακτικά του 10^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου Ιχθυολόγων με τίτλο «Διαχείριση και Αειφορική Ανάπτυξη Υδάτινων και Παρυδάτιων Περιοχών»*, Χανιά, σελ. 411-414.
2. Albanakis, K., Psilovikos, Ar., Margoni, S. & Styllas, M., 2001. Some recent observations on the Nestos river sediment outflow and dispersion in the deltaic region. *Interreg Meeting*, Kavala.
3. Διαμαντής, Ι., 1991. Γεωμορφολογικό – Γεωλογικό περιβάλλον και υδρογεωλογικές συνθήκες στο δέλτα και στην ορεινή λεκάνη του ποταμού Νέστου. *Πρακτικά Συνάντησης «Ο Νέστος : το φυσικό περιβάλλον και τα προβλήματά του»*. ΓΕΩΤΕΕ, Καβάλα, σελ 78-121.
4. Παρασκευόπουλος και Συνεργάτες, 1994. *Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων για την ευρύτερη περιοχή της Ελληνικής λεκάνης του ποταμού Νέστου. Φορέας ΔΔΥΕ/ΔΕΗ*, Αθήνα.
5. Psilovikos, A., Laopoulos, Th., Albanakis, K., Kosmatopoulos, K., Psilovikos, Ar. & Margoni, S., 2001. Remote Environmental Monitoring System (R.E.MO.S.) for integrated water and wetland management. *Proceedings of International Conference in Information Technologies, Agrobiotechnologies, Water Management Technologies*. Technological Park, Thessaloniki.
6. Psilovikos Aris, 2001. Management of Nestos river and monitoring of Environmental Processes, *INTERREG II, Εξωτερικά Σύννορα, Μέτρο 6.3. Συνεργασία μεταξύ εκπαιδευτικών ιδρυμάτων με θέμα «Κατάρτιση μηχανικών και μεταφορά τεχνογνωσίας σε θέματα προστασίας περιβάλλοντος της λεκάνης απορροής του Νέστου στην Ελλάδα και τη Βουλγαρία»*. Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών ΑΠΘ, Τομέας Υδραυλικής & Τεχνικής Περιβάλλοντος, Θεσσαλονίκη. Τα πρακτικά είναι υπό δημοσίευση.
7. Ψιλοβίκος Αντ. και Συνεργάτες, 1998. Έρευνα παρακολούθησης των διεργασιών του ποτάμιου συστήματος του Νέστου μέσω της εγκατάστασης και λειτουργίας πειραματικού αυτοματοποιημένου τηλεμετρικού δικτύου και έρευνα της δυναμικής ισορροπίας των φερτών υλών. *Ερευνητικό Πρόγραμμα της Επιτροπής Ερευνών του ΑΠΘ, Κωδ. 7830. Φορέας ΔΔΥΕ/ΔΕΗ*, Θεσσαλονίκη.
8. Ψιλοβίκος, Α., Αλμπανάκης, Κ., Κοσματόπουλος, Κ., Σουβατζόγλου, Γ. και Νεοφώτιστος, Π., 2000. Διαχείριση των σταθμών R.E.MO.S. που μετρούν περιβαλλοντικές παραμέτρους στην περιοχή της λιμνοθάλασσας Μεσολογίου-Αιτωλικού. *Πρακτικά του 9^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου Ιχθυολόγων*, Μεσολλόγη, σελ. 201-204.

ΑΡΔΕΥΣΗ ΠΡΑΣΙΝΟΥ ΜΕ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΑ ΥΓΡΑ ΑΣΤΙΚΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ

**Μ. Σακελλαρίου-Μακραντωνάκη¹, Ι. Τέντας¹, Α. Κολιού², Δ.
Καλφούντζος¹, Ν. Παπανίκος¹**

¹Τμήμα Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο
Θεσσαλίας, Βόλος 38446 e-mail : msak@uth.gr

²Δ.Ε.Υ.Α.Μ.Β. Κωνσταντά 141, Βόλος 38221

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Διερευνήθηκε η δυνατότητα χρησιμοποίησης των υγρών αστικών αποβλήτων της πόλεως Βόλου για άρδευση χλοοτάπητα στο αγρόκτημα του Πανεπιστημίου ύστερα από τριτοβάθμια επεξεργασία και χλωρίωση. Χρησιμοποιήθηκε η υπόγεια στάγδην άρδευση. Πραγματοποιήθηκαν δύο επεμβάσεις. Η πρώτη επέμβαση αρδευόταν μόνο με νερό του αγροκτήματος και η δεύτερη αρδευόταν περιοδικά με επεξεργασμένα υγρά αστικά απόβλητα από τον Βιολογικό καθαρισμό του Βόλου και νερό του αγροκτήματος. Οι παρατηρήσεις που έγιναν αφορούσαν την ξηρή βιομάζα του χλοοτάπητα, τη μέτρηση χλωροφύλλης και τη μέτρηση της περιεχόμενης εδαφικής υγρασίας. Δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο μεταχειρίσεων.

Λέξεις-κλειδιά : Χλοοτάπητας, υγρά απόβλητα, υπόγεια άρδευση, ποιότητα νερού

IRRIGATION OF GRASS WITH RECLAIMED MUNICIPAL WASTEWATER

**M. Sakellariou-Makrantonaki¹, I. Tentas¹, A. Koliou², D.
Kalfountzos¹, N. Papanikos¹**

¹Department of Agriculture, Crop Production and Rural Environment, School of
Agricultural Sciences, University of Thessaly, Volos 38446 e-mail : msak@uth.gr

²DEYAMV Konstanta 141, Volos 38221

ABSTRACT

The ability of using the municipal wastewater of Volos city for grass irrigation in the University farm was studied, after the tertiary treatment and chlorination. The subsurface drip irrigation method was used. There have been two treatments. The first treatment was irrigated with water from the farm (fresh water) and the second with fresh water and reclaimed municipal wastewater from the biological treatment plant of Volos. The dry matter of the grass, the chlorophyll content and the soil moisture were measured. Significant differences between the two treatments were not observed.

Key-words : Grass, wastewater, subsurface drip irrigation, water quality.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η έλλειψη καθαρού νερού τα τελευταία χρόνια έχει οδηγήσει την διεθνή κοινότητα στην προσπάθεια εξεύρεσης νέων πηγών νερού. Μια τέτοια πηγή είναι και τα επεξεργασμένα υγρά αστικά απόβλητα.

Τα επεξεργασμένα υγρά αστικά απόβλητα, όταν αποφεύγεται η διάθεσή τους σε υδάτινους αποδέκτες, μπορούν να αξιοποιηθούν με διάφορους τρόπους, σημαντικότεροι των οποίων είναι η άρδευση γεωργικών και αστικών εκτάσεων με σημαντικά οικονομικά και περιβαλλοντικά οφέλη [1], η χρήση αυτών στη βιομηχανία και ο εμπλουτισμός των υπόγειων υδροφορέων [7].

Η άρδευση των καλλιεργειών είναι ο πιο ενδεδειγμένος τρόπος επαναχρησιμοποίησης των επεξεργασμένων υγρών αστικών αποβλήτων, γιατί α) αποφεύγεται η υποβάθμιση των υδάτινων αποδεκτών, β) επιτυγχάνεται η φυσική τροφοδοσία του εδάφους και των φυτών με θρεπτικά στοιχεία, γεγονός που μπορεί να μειώσει την ανάγκη προσθήκης χημικών λιπασμάτων [7] και γ) αποτελούν έναν επιπλέον υδατικό πόρο, γεγονός ιδιαίτερα σημαντικό σε περιοχές όπου οι βροχοπτώσεις είναι ιδιαίτερα ανεπαρκείς.

Έρευνα και πειράματα άρδευσης με απόβλητα σε γκαζόν έχουν γίνει στην Αυστραλία [6] και την Τυνησία [3]. Στην Ελλάδα διερευνήθηκε η δυνατότητα χρήσης των υγρών αποβλήτων της Λάρισας για άρδευση καλαμποκιού και βαμβακιού [5] και των υγρών αποβλήτων της Θεσσαλονίκης για άρδευση ζαχαροτεύτλων [9], βαμβακιού [10], καλαμποκιού [8], των θερμοκηπιακών καλλιεργειών τομάτας, πιπεριάς, καθώς και του ανθοκομικού είδους ζέρμπερα [7].

Από τις εργασίες αυτές προκύπτει ότι η άρδευση με επεξεργασμένα υγρά απόβλητα έχει δώσει καλύτερα ή ίδια αποτελέσματα στην απόδοση των καλλιεργειών σε σύγκριση με το καθαρό νερό. Επίσης, δεν έχουν παρατηρηθεί σημαντικές διαφορές στην ποιότητα της παραγωγής μεταξύ της άρδευσης με καθαρό νερό και με επεξεργασμένα απόβλητα.

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να διερευνηθεί η επίδραση της υπόγειας στάγδην άρδευσης με επεξεργασμένα υγρά απόβλητα της πόλεως του Βόλου, σε καλλιέργεια χλοοτάπητα.

Η Υπόγεια Στάγδην Άρδευση (Υ.Σ.Α.) χαρακτηρίζεται ως μια σύγχρονη μέθοδος άρδευσης. Από σχετικές εργασίες, [12, 13, 14] διαπιστώθηκαν σημαντικά πλεονεκτήματα σε σύγκριση με την επιφανειακή άρδευση.

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Το πείραμα εγκαταστάθηκε σε πειραματικό αγρό του αγροκτήματος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο. Ο πειραματικός αγρός κατελάμβανε έκταση 150 m² περίπου. Τοποθετήθηκαν υπόγειοι σταλακτηφόροι σωλήνες σε βάθος 15 cm περίπου, που είχαν ισαποχή 40 cm, μήκος 24 m, ήταν τύπου RAM Φ17 της εταιρείας Netafim με ενσωματωμένους σταλακτήρες. Οι σταλακτήρες ήταν αυτορυθμιζόμενοι και αυτοκαθαριζόμενοι, ισαποχής 30 cm, παροχής 1,6

lt/h σε πίεση λειτουργίας από 0,5 έως 4 Atm. Η έκταση αυτή χωρίστηκε σε δύο τεμάχια, εκτάσεως περίπου 48 m² (24×2 m) εκάστου, με διάδρομο μεταξύ τους μήκους 24 m και πλάτους 2 m (48 m²). Το πρώτο τεμάχιο (ΥΚ), το οποίο χωρίστηκε σε 4 επαναλήψεις, αρδεύονταν μόνο με καθαρό νερό και το δεύτερο τεμάχιο (ΥΛ), το οποίο επίσης χωρίστηκε σε 4 επαναλήψεις, αρδεύονταν περιοδικά με νερό προερχόμενο από το βιολογικό καθαρισμό της πόλεως του Βόλου και με καθαρό νερό, εξαιτίας της ελαφράς αυξημένης αλατότητας [2, 7] που υπήρχε στα επεξεργασμένα απόβλητα αλλά κυρίως της αυξημένης συγκέντρωσης των ιόντων χλωρίου. Γινόταν μια άρδευση με λύμα και ακολουθούσαν 2 αρδεύσεις με νερό της γεώτρησης.

Η κεφαλή του δικτύου άρδευσης αποτελούνταν από τον πίνακα ελέγχου και την δεξαμενή υποδοχής των υγρών αποβλήτων κατασκευασμένη από ΡΕ, χωρητικότητας 5 m³. Ο πίνακας ελέγχου περιείχε την κεντρική βαλβίδα ελέγχου, φίλτρο εμποτισμένο με ριζοαπωθητικό (Treflan), 3 ηλεκτροβάνες για τους σταλακτηφόρους, μανόμετρα και 3 φίλτρα. Η άρδευση πραγματοποιούνταν μέσω ενός προγραμματιστή άρδευσης. Σε κάθε αγωγό μεταφοράς τοποθετήθηκε ένας υδρομετρητής για την καταγραφή του καταναλισκόμενου όγκου νερού. Στο τέλος των αγωγών μεταφοράς είχαν τοποθετηθεί ειδικές βαλβίδες εκτόνωσης για την αποφυγή των εμφράξεων των υπόγειων σταλακτηφόρων σωλήνων.

Μετά την εγκατάσταση του αρδευτικού συστήματος, πραγματοποιήθηκε η σπορά του χλοοτάπητα στις 4-10-2001. Χρησιμοποιήθηκε το είδος *Festuca arundinacea* cv. Fine Lawn I, εξαιτίας της σχετικής ανθεκτικότητάς του στην αλατότητα [15]. Δεν πραγματοποιήθηκε λιπαντική αγωγή σε καμία μεταχείριση.

Η εξατμισοδιαπνοή αναφοράς προσδιορίστηκε με τη βοήθεια του εξατμισομέτρου τύπου Α. Η άρδευση πραγματοποιούνταν κάθε δύο ημέρες, εκτός εάν είχε προηγηθεί βροχή οπότε η άρδευση γινόταν αραιότερα. Οι αρδεύσεις έγιναν την περίοδο Οκτωβρίου-Νοεμβρίου 2001 (καθαρό νερό-εγκατάσταση της καλλιέργειας 55 mm) και Μαΐου-Σεπτεμβρίου 2002. Η δόση άρδευσης υπολογίστηκε από τον τύπο :

$$I_{da} = \frac{I_d}{E_a} \quad (1)$$

όπου I_{da} η πρακτική δόση άρδευσης, I_d η θεωρητική δόση άρδευσης και E_a ο βαθμός εφαρμογής του νερού [11]. Η I_d υπολογίστηκε από τον τύπο :

$$I_d = ASM \times R \times C \quad (2)$$

όπου ASM η διαθέσιμη υγρασία % κ.ο., R το βάθος ριζοστρώματος και C ο συντελεστής εξάντλησης της διαθέσιμης υγρασίας. Ο βαθμός εφαρμογής του νερού λήφθηκε ως 0,95.

Τα μετεωρολογικά δεδομένα καταγράφηκαν σε ωριαία βάση από πλήρως αυτοματοποιημένο μετεωρολογικό σταθμό που υπήρχε στο αγρόκτημα του Πανεπιστημίου. Επίσης μετρήθηκε η περιεκτικότητα σε χλωροφύλλη με το φορητό χλωροφυλλόμετρο SPAD-502 της εταιρείας Minolta.

Για τον προσδιορισμό της περιεχόμενης υγρασίας του εδάφους επί % κ.ο. χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος T.D.R. Τοποθετήθηκαν συνολικά 8 αισθητήρες στα

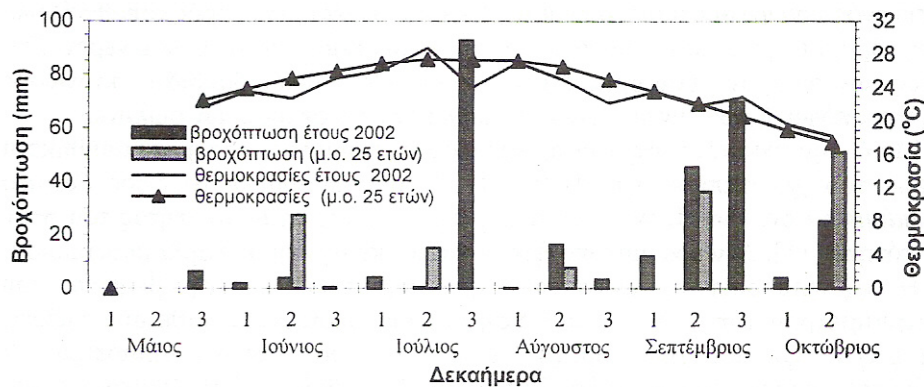
αντίστοιχα τεμάχια. Μετρήθηκαν οι υγρασίες στα βάθη 0-15, 15-30, 30-45, 45-60, 60-75 cm.

Έγιναν μετρήσεις των ποιοτικών χαρακτηριστικών των επεξεργασμένων αποβλήτων και πάρθηκαν οι μέσοι όροι αυτών.

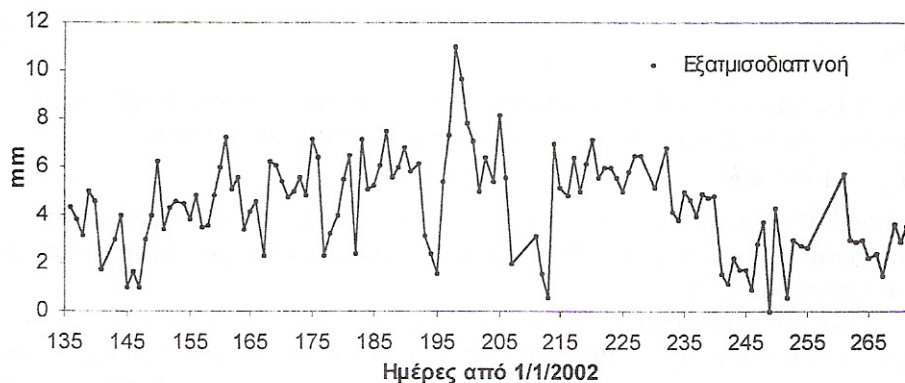
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

3.1 Κλιματικά δεδομένα

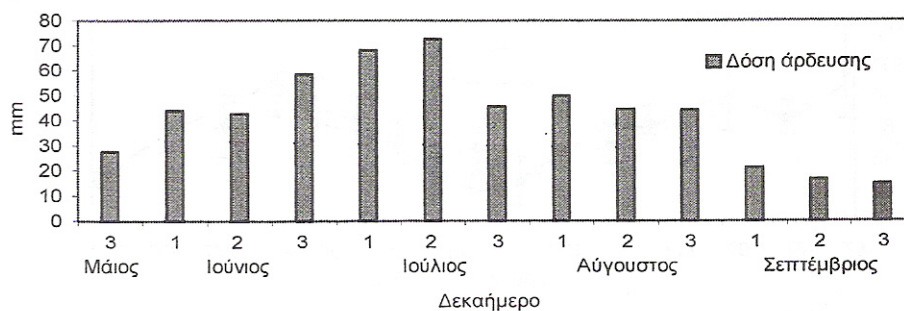
Τα μετεωρολογικά δεδομένα της καλλιεργητικής περιόδου 2002 δείχνουν ότι η περίοδος Μαΐου-Οκτωβρίου 2002 ήταν εξαιρετικά υγρή με διπλάσια περίπου βροχόπτωση (286 mm) σε σχέση με τα προηγούμενα έτη (138 mm, Σχ.1). Επίσης η περίοδος Μαΐου-Οκτωβρίου 2002 χαρακτηρίστηκε από ηπιότερες θερμοκρασίες σε σχέση με τις μέσες θερμοκρασίες των αντίστοιχων μηνών των τελευταίων 25 ετών. Έτσι το είδος *Festuca* είχε μια ευνοϊκή περίοδο ανάπτυξης διότι είναι ψυχρόφιλο είδος [15] και ευνοείται από αυξημένη εδαφική υγρασία.



Σχήμα 1. Ομβροθερμικό διάγραμμα της περιοχής Βελεστίνου έτους 2002 και προηγούμενων ετών



Σχήμα 2. Ημερήσιες τιμές εξατμισοδιαπνοής του γλοοτάπητα στο αγρόκτημα του Βελεστίνου κατά την περίοδο Μαΐου-Οκτωβρίου 2002.



Σχήμα 3. Τιμές δόσης άρδευσης ανά 10ημερο.

Οι ημερήσιες τιμές εξατμισοδιαπνοής (Σχ.2) που μετρήθηκαν, ήταν συνάρτηση των κλιματικών συνθηκών που επικρατούσαν στην περιοχή σε ημερήσια βάση. Οι μέγιστες τιμές εξατμισοδιαπνοής παρατηρήθηκαν στις 17/7/02 και 18/7/02 (10,9 mm και 9,7 mm) ενώ η χαμηλότερη τιμή παρατηρήθηκε στις 9/9/02 (0,6 mm).

3.2 Εξοικονόμηση νερού

Στο σχήμα 3 φαίνεται η κατανομή των δόσεων άρδευσης στις μεταχειρίσεις της υπόγειας άρδευσης. Οι μεγαλύτερες δόσεις άρδευσης δόθηκαν το 1^ο και το 2^ο δεκαήμερο του Ιουλίου (68,1 και 72,6 mm αντίστοιχα).

Χορηγήθηκαν συνολικά 550 mm νερού περίπου. Όσον αφορά το νερό προερχόμενο από τον βιολογικό καθαρισμό, χορηγήθηκαν συνολικά 204 mm περίπου στην μεταχείριση ΥΛ. Η εξοικονόμηση καθαρού νερού σε σχέση με την μεταχείριση ΥΚ ανέρχεται περίπου σε 37 %.

3.3 Ανάπτυξη της καλλιέργειας

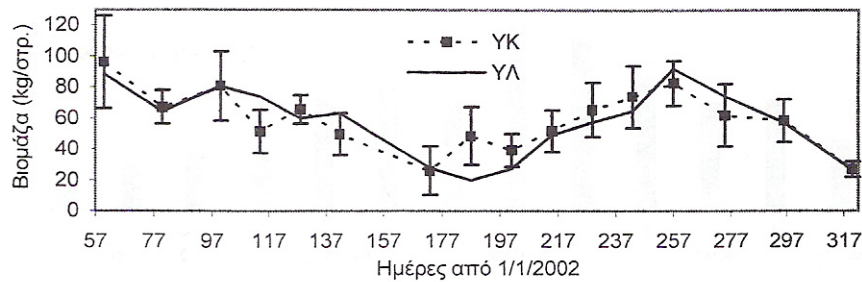
3.3.1 Ξηρή βιομάζα

Ο ρυθμός ανάπτυξης του χλοοτάπητα μετρήθηκε σε τακτά χρονικά διαστήματα με κοπή της βιομάζας σε ύψος περίπου 8 εκ. Σε κάθε κοπή παίρνονταν δείγμα από τη νωπή βιομάζα κάθε τεμαχίου για τον υπολογισμό της ξηράς ουσίας.

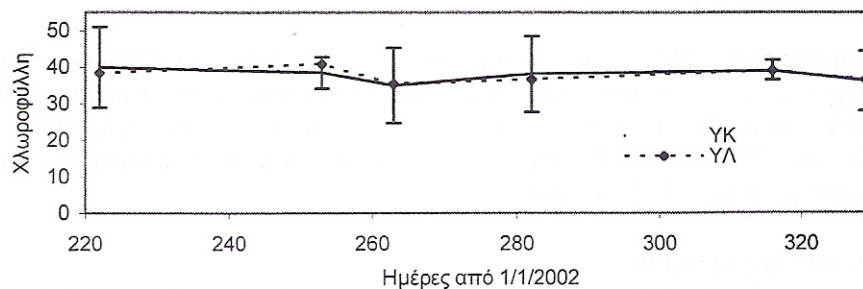
Πραγματοποιήθηκαν συνολικά 16 κοπές της βιομάζας του χλοοτάπητα κατά την περίοδο 1/3/2002 έως 16/11/2002. Από τις μετρήσεις δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($p = 0.05$) στην απόδοση των μεταχειρίσεων ΥΚ και ΥΛ (Σχ. 4). Οι μεγαλύτερες αποδόσεις επιτεύχθηκε στις 14/9/2002, με 92,4 kg/στρ. για τη μεταχείριση ΥΛ και 82,8 kg/στρ. για την ΥΚ.

3.3.2 Χλωροφύλλη

Πραγματοποιήθηκαν 6 μετρήσεις με το χλωροφυλλόμετρο SPAD-502 κατά την περίοδο 10/8 έως 25/11. Δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο μεταχειρίσεων (Σχ. 5). Οι τιμές του χλωροφυλλόμετρου κυμάνθηκαν από 35.0 έως 39.9 για την μεταχείριση ΥΚ και από 35.5 έως 40.7 για την μεταχείριση ΥΛ (αδιάστατο μέγεθος).



Σχήμα 4. Ξηρή βιομάζα (οι κάθετες μπάρες αναφέρονται σε L.S.D._{p=0,05}).



Σχήμα 5. Τιμές χλωροφύλλης (Οι κάθετες μπάρες αναφέρονται σε L.S.D._{p=0,05}).

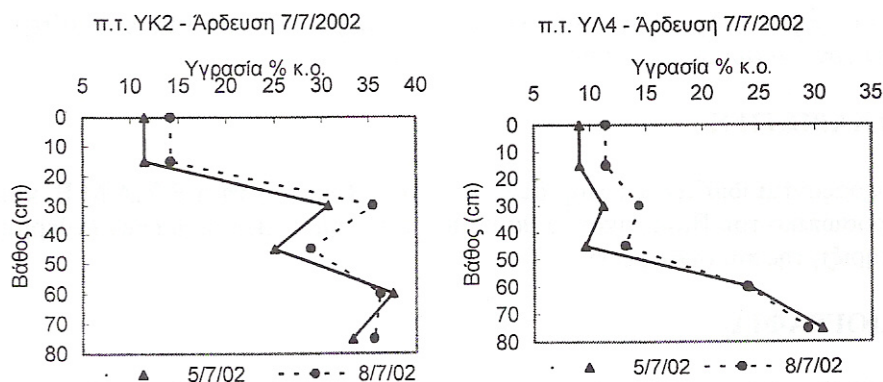
3.4 Φυσικές και χημικές ιδιότητες εδάφους και νερού

Από τις αναλύσεις εδάφους που πραγματοποιήθηκαν πριν την άρδευση (Πίν.1) βρέθηκε ότι το έδαφος ήταν καλά αποστραγγιζόμενο, ασβεστούχο, αργιλοπηλώδους υφής που ανήκει στην υπο-ομάδα των Typic Xerochrepts των Inceptisols. Επίσης, από τις μετρήσεις της υγρασίας διαπιστώθηκε η καλή διύγρυνση της ζώνης του ριζοστρώματος (Σχ. 6)

Οι αναλύσεις του νερού του βιολογικού καθαρισμού (Πίν. 2) έδειξαν ότι η ηλεκτρική αγωγιμότητα (E.C.) ήταν πλησίον του ορίου καταλληλότητας για άρδευση καλλιεργειών, και η συγκέντρωση των ιόντων χλωρίου πολύ υψηλή. (κυμάνθηκε από 1000 mgr/lt έως 1650 mgr/lit, με επιτρεπτά όρια 355 mgr/lit [2]). Για το λόγο αυτό έγιναν εναλλάξ αρδεύσεις με καθαρό νερό στην μεταχείριση ΥΛ. Στο τέλος της αρδευτικής περιόδου δεν παρατηρήθηκε μεταβολή στο pH, την E.C. και τα ιχνοστοιχεία (Πίν. 3). Επειδή η άρδευση έγινε υπόγεια με σταγόνα και το λύμα δεν ήρθε σε άμεση επαφή με τον άνθρωπο, δεν τίθενται όρια μικροβιολογικών χαρακτηριστικών του λύματος [4].

Πίνακας 1. Φυσικές και χημικές ιδιότητες του εδάφους

Βάθος (cm)	Μηχ. Ανάλυση	CaCO ₃ %	pH	P mg/kg	I.A.K. meq/100 gr	K meq/100gr	Οργανική ουσία %
0-30	CL	4,91	7,8	7	24,47	0,31	1,35
30-60	CL	7,77	7,9	10	27,6	0,22	1,07
60-90	CL	14,81	7,9	4	27,83	0,29	1,24



Σχήμα 6. Προφίλ εδαφικής υγρασίας

Πίνακας 2. Παράμετροι του νερού προερχόμενου από τον βιολογικό καθαρισμό

Παράμετρος	Μέσος όρος	Παράμετρος	Μέσος όρος	Παράμετρος	Μέσος όρος
Cl ⁻ (mgr/lit)	1457,7	N-NO ₃ (mgr/lit)	5,73	Fe ³⁺ (mgr/lit)	0,303
SS (mgr/lit)	10,3	C.O.D. (mgr/lit)	40,5	Cu ²⁺ (mgr/lit)	0,011
P _t (mgr/lit)	3,9	B.O.D. (mgr/lit)	17,5	Zn ²⁺ (mgr/lit)	0,058
N-NH ₄ (mgr/lit)	1,54	Αγωγιμότητα (ms/cm)	3,3	pH	8,38

Πίνακας 3. Εδαφολογική ανάλυση της μεταχείρισης ΥΛ.

Αρχή αρδευτικής περιόδου						
Βάθος	pH	EC (ds/m)	Fe (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Cu (mg/kg)
0-30 cm	7,7	<3	4,2	4,34	1,32	4,72
30-60 cm	7,8	<3	5,36	5,2	1,52	3,12
Τέλος αρδευτικής περιόδου						
0-30 cm	7,8	<3	3,7	3,9	2,0	4,1
30-60 cm	7,8	<3	5,0	4,9	3,0	2,7

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η έλλειψη υδατικών πόρων στη Θεσσαλία και επί πλέον το κόστος που απαιτείται για την άρδευση πρασίνου και πάρκων στους Δήμους, οδήγησε στη χρήση άλλων πηγών νερού, όπως είναι για τη συγκεκριμένη έρευνα τα επεξεργασμένα υγρά αστικά απόβλητα του Βιολογικού καθαρισμού του Δήμου Βόλου. Από την έρευνα αυτή προέκυψε ότι τα εν λόγω απόβλητα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την άρδευση χλοοτάπητα με άριστα αποτελέσματα ανάπτυξης, υπό την προϋπόθεση ότι χρησιμοποιείται η υπόγεια στάγδην άρδευση και ακολουθείται το πρόγραμμα εναλλαγής φρέσκου νερού και λυμάτων. Στην παρούσα μελέτη βρέθηκε ότι επιτεύχθηκε εξοικονόμηση

φρέσκου νερού της τάξης του 37 %. Το πείραμα παρουσίασε ιδιαίτερο ενδιαφέρον και συνεχίζεται για δεύτερη χρονιά.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Εκφράζονται ιδιαίτερες ευχαριστίες στο Δήμο Βόλου, στη Δ.Ε.Υ.Α.Μ.Β. και στο προσωπικό του Βιολογικού καθαρισμού του Δήμου Βόλου για την ένθερμη υποστήριξη της παρούσης έρευνας.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- 1) Angelakis, A.N., Bontoux, L., and Lazarova, V., 2002. Main challenges for water recycling and reuse in EU countries. Proceedings of the Regional Symposium on Water Recycling in Mediterranean Region. Iraklio, Crete, September 26-29, 71-80.
- 2) Ayers, R.S., and Westcot, D.W., 1985. *Water quality for agriculture*. F.A.O. Irrigation and Drainage Paper 29: 99-104, Rev. 1.
- 3) Bahri, A., Basset, C., Oueslati, F., Brissaud, F., 2001. Reuse of reclaimed wastewater for golf course irrigation in Tunisia. *Water Sci. Technol.*, 43(10) : 117-124.
- 4) Bahri, A., and Brissaud, F., 2002. Guidelines for municipal water reuse in the mediterranean countries. World Health Organization. Regional Office for Europe. WHO/EURO Project Office. Mediterranean Action Plan.
- 5) Βακάλης, Π.Σ., και Τσαντήλας, Χ.Δ., 2002. Επίδραση άρδευσης βαμβακιού και καλαμποκιού με αστικά απόβλητα στο γεωργικό εισόδημα. *Αγρ. Έρευνα*, 25 (1):13-20
- 6) Menzel, C., and Broomshall P., 2001. Irrigating Turfgrasses with wastewater in Tropical Australia. *Parks and Leisure Australia, National Conference 2001*, Sydney, Australia.
- 7) Πανώρας Α. και Ηλίας Α., 1999. *Άρδευση με επεξεργασμένα υγρά αστικά απόβλητα*. Εκδόσεις Γιαχούδη-Γιαπούλη. Θεσσαλονίκη, 175 σελ.
- 8) Panoras, A., Evgenidis, G., Bladenopoulou, S., Melidis, B., Doitsinis, A., Samaras, I., Zdragkas, A., Matsi, T., 2001. Corn Irrigation with Reclaimed Municipal Wastewater. *Proc. 7th International Conference on Environmental Science and Technology*. Ermoupolis, Syros island, Greece, pp.699-706.
- 9) Panoras, A., Ilias, A., Skarakis, G., Papadopoulos, A., Papadopoulos, F., Parisopoulos, G., Papayiannopoulou, A., and Zdragas, A., 2000. Reuse of treated municipal wastewater for sugarbeet irrigation. *Journal of Balkan Ecology*, 3(4):91-95.
- 10) Panoras, A., Kehagia, U., Xanthopoulos, F., Doitsinis, A., Samaras, I., 2001. The use of municipal wastewater in cotton irrigation. Proceedings of the Inter-Regional Research Network Meeting on Cotton. September 27-30, Chania, Greece.
- 11) Σακελλαρίου-Μακραντωνάκη Μ., 1999. *Άρδευση με Σταγόνες*. Πανεπιστημιακές σημειώσεις. Βόλος.
- 12) Σακελλαρίου-Μακραντωνάκη Μ., Καλφούντζος Δ., Παπανίκος Ν., 2000. *Αξιολόγηση της επιφανειακής και υπόγειας στάθμης άρδευσης σε καλλιέργεια ζαχαροτεύλων*. Πρακτικά 2^{ου} Εθνικού Συνεδρίου Γεωργικής Μηχανικής. Βόλος, σελ. 157-164.
- 13) Sakellariou-Makrantonaki, M., Kalfountzos, D., Vyrlas, P., 2001. Irrigation water saving and yield increase with subsurface drip irrigation. *Proc. of 7th International Conf. on Environmental Science and Technology* Ermoupolis, Syros Island, Greece, pp. 466-473.
- 14) Sakellariou-Makrantonaki, M., Kalfountzos, D., Vyrlas, P., Kapetanios, B., 2002. Water saving using modern irrigation methods. *Hydrorama 2002*, EYDAP, Athens, Greece, pp. 96-102.
- 15) Σπαντιδάκης Ι.Γ., 1999. *Γράστις. Επιστήμη και Τεχνική του χλοοτάπητα*. Εκδόσεις Σταμούλης. Αθήνα, 284 σελ.

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΝΕΡΟΥ ΤΩΝ ΥΓΡΟΤΟΠΩΝ ΝΕΑΣ ΦΩΚΑΙΑΣ ΧΑΛΚΙΔΙΚΗΣ

Σ. Καλπάκης και Σ. Ε. Τσιούρης

Εργαστήριο Οικολογίας και Προστασίας Περιβάλλοντος, Τμήμα Γεωπονίας, Α.Π.Θ.,
54124 Θεσσαλονίκη

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα φυσικά παράκτια έλη, γνωστά ως Γεράνι και Σταυρονικήτα στη Νέα Φώκαια Χαλκιδικής, είναι δύο από τους λίγους υγρότοπους που έχουν παραμείνει στην περιοχή αυτή μετά από την εντατική τουριστική ανάπτυξη, η οποία έλαβε χώρα τις τελευταίες δεκαετίες. Σε δείγματα επιφανειακού νερού των ανωτέρω υγροτόπων μετρήθηκαν οι παράμετροι pH, P, K, Na, Ca, Mg, NH₄, Cl και ηλεκτρική αγωγιμότητα από τον Αύγουστο του 1999 μέχρι τον Ιανουάριο του 2001. Οι τιμές των παραμέτρων που εξετάστηκαν δείχνουν ότι το πλησιέστερο στη θάλασσα έλος Γεράνι, επηρεάζεται κυρίως από τη θάλασσα, ενώ το έλος Σταυρονικήτα επηρεάζεται από ανθρωπογενείς πηγές ρύπανσης προερχόμενες από τη λεκάνη απορροής του υγροτόπου και κυρίως από τις αγροτικές φυλακές Κασσάνδρας.

Λέξεις κλειδιά: ποιότητα νερού, έλη Νέας Φωκαίας

WATER QUALITY PARAMETERS OF NEA FOKAIA MARSHES IN HALKIDIKI

S. Kalpakis and S. E. Tsiouris

Laboratory of Ecology and Environmental Protection, School of Agriculture,
Aristotle University, 54124 Thessaloniki, Greece

ABSTRACT

The natural coastal marshes, known as Gerani and Stavronikita in Nea Fokaia of Halkidiki, are two of the few remaining wetlands in this area after the intensive tourism development, which took place there during the last decades. Water samples were taken during the period from August 1999 to January 2001 and pH, P, K, Na, Ca, Mg, NH₄, Cl and electrical conductivity were measured. As Gerani marsh is nearer to the coast and has a small catchment area with agricultural activities, the measured water parameters were found to be affected more by the seawater. The Stavronikita marsh is affected by anthropogenic pollution sources from the catchment area and mainly by the untreated effluents from the farm prisons of Kassandra.

Keywords: water quality, marshes of Nea Fokaia

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η έκταση των υγροτόπων στην Ελλάδα σήμερα είναι περίπου 2 εκατομύρια στρέμματα [4]. Στις αρχές του 20ου αιώνα η Ελλάδα είχε τριπλάσια έκταση υγροτόπων από ότι σήμερα. Οι υγρότοποι αποξηράνθηκαν με σκοπό να αντιμετωπιστούν προβλήματα όπως η ελαιοσία, οι πλημμύρες και να αποκτηθούν νέες γεωργικές εκτάσεις [2, 7]. Τα έλη σχεδόν εξαφανίστηκαν μιας και απέμειναν περίπου 58.000 στρέμματα τα οποία αντιστοιχούν στο 5,7% της αρχικής τους έκτασης. Η Χαλκιδική αποτελεί τυπικό παράδειγμα. Μέχρι το 1980 είχαν αποξηρανθεί τρεις υγρότοποι [4]. Τα επόμενα έτη, μέχρι το 1994, έντεκα ακόμα υγρότοποι αποξηράνθηκαν [3, 4]. Οι περισσότεροι από τους εναπομείναντες υγρότοπους είναι υποβαθμισμένοι ως αποτέλεσμα της ανθρωπογενούς πίεσης που δέχονται. Σύμφωνα με τους Τσιούρης και Γεράκης [7] οι κύριοι παράγοντες υποβάθμισης είναι: η υπεράντληση νερού, η ρύπανση, το παράνομο κυνήγι, η υπεραλίευση, η υλοτομία και οι αποξηράνσεις.

Η ποιότητα νερού καθορίζεται από το γεωλογικό υπόβαθρο, τις εισροές που ο υγρότοπος δέχεται από τη λεκάνη απορροής και τη θάλασσα, αν αυτός είναι παράκτιος. Η ποιότητα νερού υποβαθμίζεται από ρύπους οικιστικής, βιομηχανικής και γεωργικής προέλευσης [8]. Οι εισροές από αγροτικές, βιομηχανικές και οικιστικές περιοχές είναι συχνά μεγαλύτερες από ότι οι εισροές από περιοχές που είναι καλυμμένες με φυσική βλάστηση [6].

Τα παράκτια έλη Γεράνι και Σταυρονικήτα στη Χαλκιδική δέχτηκαν αρκετή ανθρωπογενή πίεση τα τελευταία σαράντα έτη, με απώτερο σκοπό την αποξηράνσή τους. Το αντλιοστάσιο στο έλος Γεράνι διέκοψε τη λειτουργία του στις αρχές της δεκαετίας του 1990, ενώ αυτό στο έλος Σταυρονικήτα το 1998. Οι υγρότοποι δεν αποξηράνθηκαν και επαναπλημμύρισαν έπειτα από την παύση λειτουργίας των αντλιοστασίων.

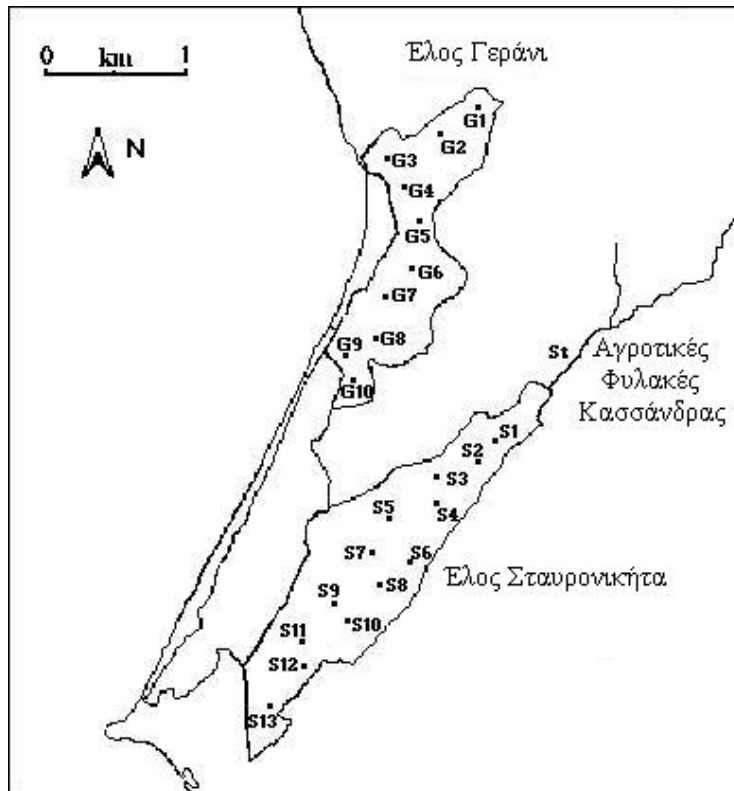
Σκοπός της εργασίας είναι να εξετάσει ορισμένες παραμέτρους ποιότητας νερού των υγροτόπων σε σχέση με τις πιθανές αιτίες τροποποίησής τους.

2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Τα έλη της Νέας Φωκαίας βρίσκονται στο βορειοδυτικό τμήμα της χερσονήσου Κασσάνδρας στη Χαλκιδική, 5km δυτικά της Νέας Φωκαίας. Το έλος Σταυρονικήτα έχει έκταση 133.3ha, ενώ το έλος Γεράνι καλύπτει 89.9ha. Το έλος Γεράνι είναι πιο κοντά στη θαλάσσια ακτή από ότι το έλος Σταυρονικήτα, στο οποίο εισρέουν τα υγρά απόβλητα των αγροτικών φυλακών Κασσάνδρας.

Προκειμένου να γίνει η καταγραφή της ποιότητας νερού των υγροτόπων εξετάστηκαν οι παράμετροι pH, ηλεκτρική αγωγιμότητα, P, K, Na, Ca, Mg, NH₄ και Cl. Για το σκοπό αυτό έγινε επιλογή 13 θέσεων δειγματοληψίας στο έλος Σταυρονικήτα (S1-S13) και 10 θέσεων δειγματοληψίας στο έλος Γεράνι (G1-G10). Επίσης επελέγει μία θέση δειγματοληψίας (St) στο ρέμα που δέχεται τα

απόβλητα των αγροτικών φυλακών προτού αυτά να φτάσουν στο έλος Σταυρονικήτα (σχ. 1).



Σχήμα 1. Θέσεις δειγματοληψίας νερού.

Έγιναν τρεις δειγματοληψίες (1, 2 και 3) από συγκεκριμένες θέσεις των υγροτόπων στις παρακάτω αντίστοιχες ημερομηνίες: 17/8/1999, 13/5/2000 και 21/1/2001. Στην πρώτη ημερομηνία έγινε δειγματοληψία νερού από όλες τις θέσεις του έλους Σταυρονικήτα και από τρεις του έλους Γεράνι (G3, G8 και G10). Στη δεύτερη ημερομηνία πάρθηκαν δείγματα από όλες τις θέσεις δειγματοληψίας αλλά δεν μετρήθηκαν τα NH_4 και Cl. Στην τελευταία επίσκεψη πάρθηκαν δείγματα από όλες τις θέσεις δειγματοληψίας και μετρήθηκαν όλες οι παράμετροι ποιότητας νερού.

Τα δείγματα νερού τοποθετούνταν σε γυάλινα δοχεία για την ανάλυση του P και σε πλαστικά δοχεία για τον προσδιορισμό των υπολοίπων παραμέτρων. Τα δοχεία μεταφέρονταν με φορητά ψυγεία αμέσως μετά τη δειγματοληψία στο εργαστήριο όπου γινόταν η χημική τους ανάλυση. Για τον προσδιορισμό του pH των δειγμάτων χρησιμοποιήθηκε πεχάμετρο WTW pH 523, ενώ για την ηλεκτρική αγωγιμότητα αγωγιμόμετρο WTW LF 530. Ο προσδιορισμός του ολικού P έγινε χρωματομετρικά με τη μέτρηση της απορρόφησης στα 710nm σε

φασματόμετρο PERKIN-ELMER. Ο προσδιορισμός των NH_4 έγινε χρωματομετρικά με τη μέθοδο Nessler, χρησιμοποιώντας τον ίδιο τύπο φασματόμετρου και μετρώντας την απορρόφηση στα 667nm. Τα K, Na, Ca και Mg μετρήθηκαν με φασματόμετρο PERKIN-ELMER 100. Για τον προσδιορισμό του Cl έγινε ογκομέτρηση των δειγμάτων με διάλυμα AgNO_3 [1].

Με σκοπό να εξεταστεί εάν η ποιότητα νερού μεταβάλλεται σε κάθε έναν υγρότοπο σε σχέση με τις πιθανές κύριες αιτίες τροποποίησής του, έγινε ομαδοποίηση των θέσεων δειγματοληψίας. Στο έλος Σταυρονικήτα η πρώτη ομάδα δεδομένων αποτελούνταν από τις θέσεις δειγματοληψίας S1 και S2 οι οποίες βρίσκονται στο βορειοανατολικό τμήμα του υγροτόπου. Εκεί καταλήγει το ρέμα στο οποίο στραγγίζει το μεγαλύτερο τμήμα της λεκάνης απορροής και δέχεται επίσης τα ανεπεξέργαστα απόβλητα των αγροτικών φυλακών. Η δεύτερη ομάδα δεδομένων αποτελούνταν από 11 θέσεις δειγματοληψίας (S3-S13).

Στο έλος Γεράνι η πρώτη ομάδα αποτελούνταν από τις τέσσερις πρώτες θέσεις δειγματοληψίας (G1-G4) οι οποίες βρίσκονται στο βόρειο τμήμα του υγροτόπου. Η περιοχή αυτή είναι πιο κοντά στη θάλασσα από ότι το υπόλοιπο τμήμα του υγροτόπου. Η δεύτερη ομάδα δεδομένων αποτελούνταν από τις υπόλοιπες έξι θέσεις δειγματοληψίας (G5-G10) οι οποίες βρίσκονται στο κεντρικό και νότιο τμήμα του υγροτόπου (σχ. 1).

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - ΣΥΖΗΤΗΣΗ

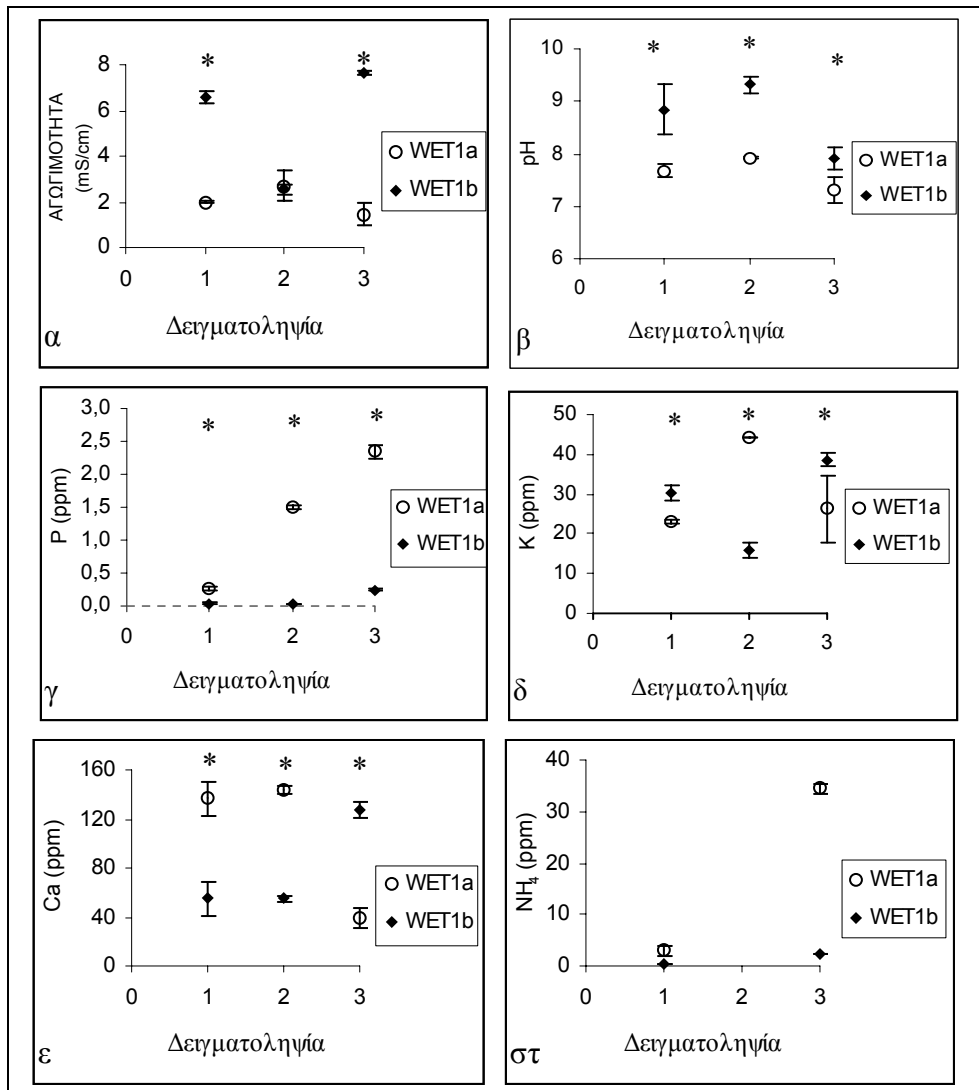
3.1 Έλος Σταυρονικήτα

Για το βορειοανατολικό τμήμα του υγροτόπου το οποίο συμβολίζεται με WET1a ο μέσος όρος προέρχεται από τις τιμές των θέσεων S1 και S2, ενώ για τον υπόλοιπο υγρότοπο που συμβολίζεται με WET1b προέρχεται από τις τιμές των θέσεων S3 έως S13.

Υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές, σε επίπεδο σημαντικότητας 5%, μεταξύ των δύο τμημάτων του υγροτόπου, οι οποίες συμβολίζονται με ένα αστερίσκο για pH, P, K και Ca σε όλες τις δειγματοληψίες (σχ. 2β, 2γ, 2δ και 2ε). Για τα NH_4 αντιθέτως δεν βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές (σχ. 2στ). Στατιστικά σημαντικές διαφορές επίσης βρέθηκαν για την αγωγιμότητα, το Na, το Mg και το Cl στην πρώτη και τρίτη δειγματοληψία (σχ. 2α, 3α, 3β και 3γ). Όσον αφορά την αγωγιμότητα το βορειοανατολικό κομμάτι του υγροτόπου είχε χαμηλότερες τιμές στις δύο από τις τρεις δειγματοληψίες από ότι ο υπόλοιπος υγρότοπος. Στη δεύτερη όμως δειγματοληψία η αγωγιμότητα βρέθηκε χαμηλή σε όλο τον υγρότοπο.

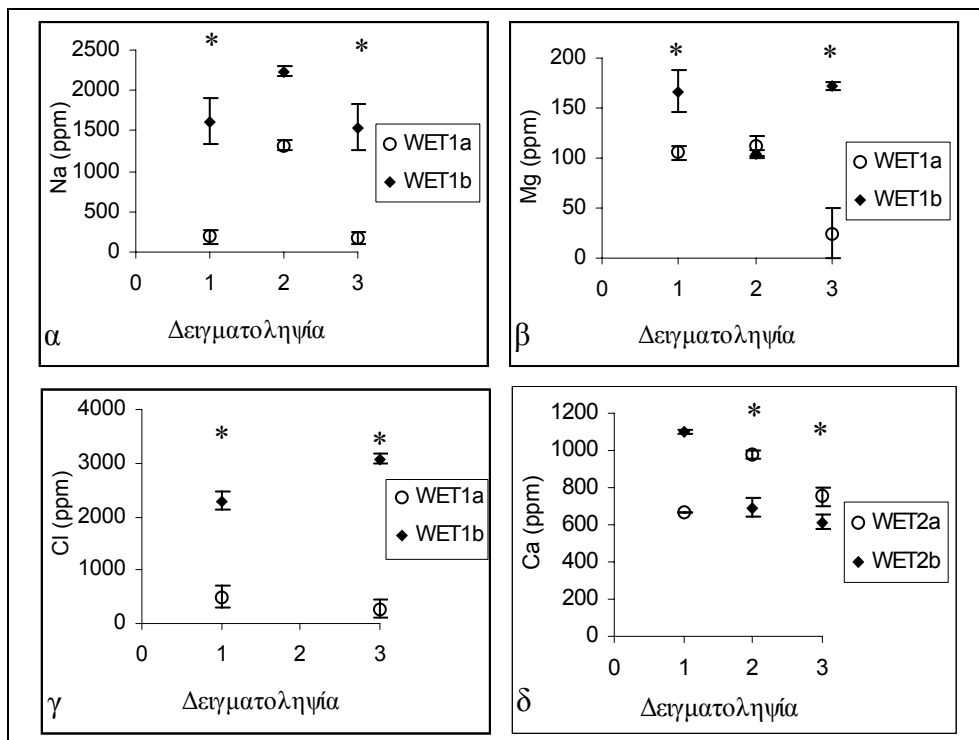
Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα του βορειοανατολικού τμήματος του υγροτόπου με τον υπόλοιπο υγρότοπο, διαπιστώνουμε ότι υπάρχουν διαφορές στην ποιότητα του επιφανειακού νερού του έλους Σταυρονικήτα. Όσον αφορά τον P οι διαφορές οφείλονται στις υψηλές συγκεντρώσεις (0,8-4,5ppm) αυτού του στοιχείου στα εισερχόμενα υγρά απόβλητα των φυλακών Κασσάνδρας.

Αυτό οφείλεται στην ικανότητα του υγροτόπου να βελτιώνει τα ανεπεξέργαστα απόβλητα που εισέρχονται σε αυτόν [6, 8].



Σχήμα 2. Ηλεκτρική αγωγιμότητα, pH, συγκέντρωση P, K, Ca και NH₄ στα νερά του έλους Σταυρονικήτα (WET1a= βορειοανατολικό τμήμα του υγροτόπου και WET1b= νοτιοδυτικό τμήμα του υγροτόπου) κατά τις τρεις ημερομηνίες δειγματοληψίας (1=17/8/99, 2=13/5/00 και 3=21/1/01).

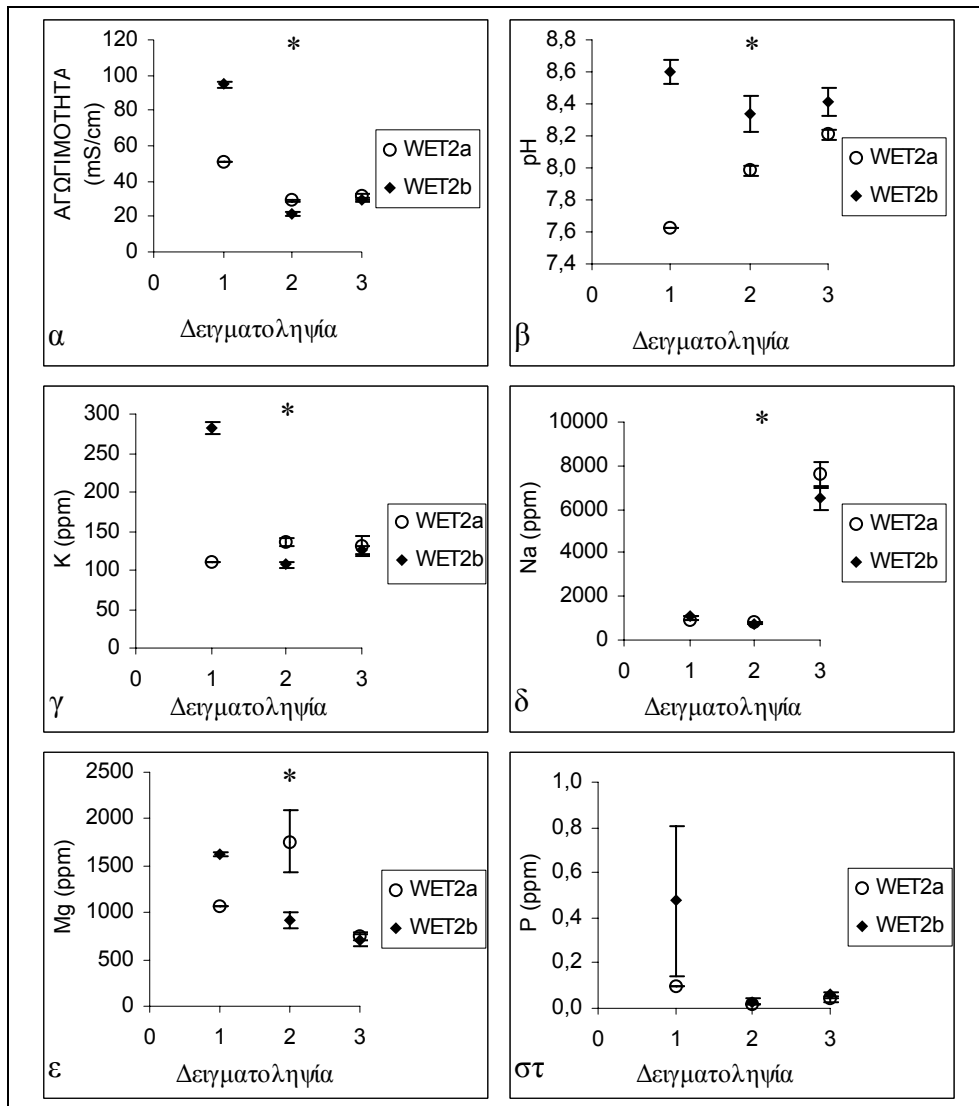
Οι διαφορές που βρέθηκαν στις άλλες παραμέτρους οφείλονται στο ότι ο υγρότοπος έχει υψηλές συγκεντρώσεις διαφόρων στοιχείων οι οποίες μπορεί να οφείλονται στη συσσώρευσή τους στον υγρότοπο για μακρά περίοδο λόγω εξάτμισης ή στη γεινίαση του υγροτόπου με τη θάλασσα.



Σχήμα 3. Συγκέντρωση Na, Mg, Cl και Ca στα νερά του έλους Σταυρονικήτα (WET1) και συγκέντρωση Ca στα νερά του έλους Γεράνι (WET2) κατά τις τρεις ημερομηνίες δειγματοληψίας (1=17/8/99, 2=13/5/00 και 3=21/1/01).

3.2 Έλος Γεράνι

Σε αυτόν τον υγρότοπο στην πρώτη ομάδα (WET2a) ο αριθμητικός μέσος βγαίνει από τέσσερις τιμές ενώ στη δεύτερη ομάδα (WET2b) βγαίνει από έξι τιμές. Στην πρώτη δειγματοληψία δεν προέκυψαν στατιστικά συγκρίσιμα αποτελέσματα. Για τις δύο τελευταίες δειγματοληψίες στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στα δύο τμήματα του υγροτόπου βρέθηκαν μόνο στην περίπτωση του Ca (σχ. 3δ). Από τις υπόλοιπες παραμέτρους η αγωγιμότητα, το pH, το K, το Na και το Mg δίνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μόνο στη δεύτερη δειγματοληψία (σχ. 4α, 4β, 4γ, 4δ και 4ε). Μια εξήγηση για αυτό είναι ότι το βόρειο τμήμα του υγροτόπου είναι πιο κοντά στη θάλασσα και επηρεάζεται περισσότερο από ότι το κεντρικό και νότιο τμήμα του. Πριν από την τρίτη δειγματοληψία εισήλθε επιφανειακά στον υγρότοπο θαλασσινό νερό. Έτσι το θαλασσινό νερό άμβλυνε τις διαφορές ανάμεσα στο βόρειο τμήμα του υγροτόπου με τον υπόλοιπο υγρότοπο.

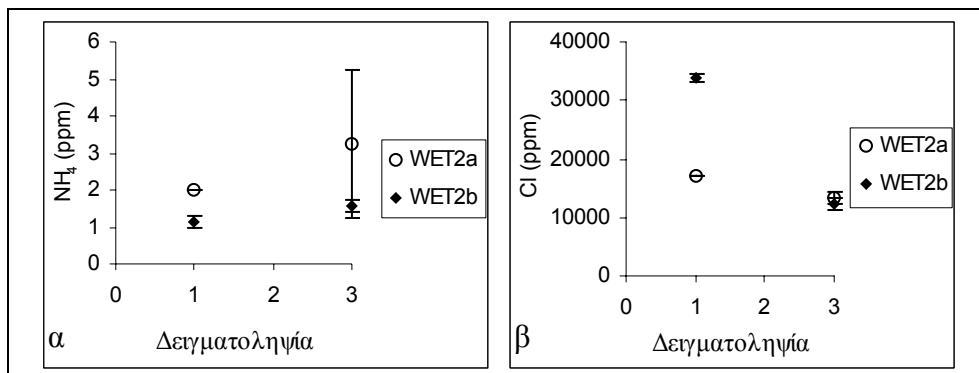


Σχήμα 4. Ηλεκτρική αγωγιμότητα, pH, συγκέντρωση K, Na, Mg και P στα νερά του έλους Γεράνι (WET2a= βόρειο τμήμα του υγροτόπου και WET2b= νότιο τμήμα του υγροτόπου) κατά τις τρεις ημερομηνίες δειγματοληψίας (1=17/8/99, 2=13/5/00 και 3=21/1/01).

Ο ολικός P, σε αντίθεση με το έλος Σταυρονικήτα, δεν διέφερε στατιστικά σημαντικά (σχ. 4στ). Αυτό μπορεί να οφείλεται στο ότι στο έλος Γεράνι δεν υπήρξε εισροή φορτίου με υψηλές συγκεντρώσεις P. Για τα NH_4 και το Cl δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στα δύο τμήματα του υγροτόπου (σχ. 5α και 5β).

Σε όλες τις δειγματοληψίες το έλος Γεράνι εμφανίζει υψηλότερες τιμές αγωγιμότητας, K, Ca, Mg και Cl από το έλος Σταυρονικήτα και οι οποίες

πλησιάζουν αυτές της θάλασσας, πράγμα αναμενόμενο μια και ο υγρότοπος αυτός είναι πιο κοντά σε αυτή.



Σχήμα 5. Συγκέντρωση NH₄ και Cl στα νερά του έλους Γεράνι (WET2) κατά τις τρεις ημερομηνίες δειγματοληψίας (1=17/8/99, 2=13/5/00 και 3=21/1/01).

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα έλη της Νέας Φωκαίας αποτελούν δύο γειτνιάζοντες παράκτιους υγροτόπους των οποίων η ποιότητα του νερού τους φαίνεται να επηρεάζεται από διαφορετικούς παράγοντες. Για το έλος Γεράνι το οποίο γειτνιάζει άμεσα με τη θάλασσα η ποιότητα του επιφανειακού νερού του υγροτόπου επηρεάζεται κυρίως από αυτή. Για το έλος Σταυρονικήτα από την άλλη, που βρίσκεται σχετικά μακρύτερα από τη θάλασσα, η ποιότητα του νερού επηρεάζεται από τις εισροές που δέχεται ο υγρότοπος από τη λεκάνη απορροής του. Για ορισμένες μάλιστα παραμέτρους όπως ο P ιδιαίτερα σημαντική φαίνεται πως είναι η επιρροή των αγροτικών φυλακών Κασσάνδρας τα λύματα των οποίων εισρέουν ανεπεξέργαστα στον υγρότοπο.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. American Public Health Association, 1971. *Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water*. 13th Edition. A.P.H.A. New York.
2. Γεράκης, Π. Α. και Κουτράκης, Ε. Τ., 1998. *Ελληνικοί υγρότοποι*. Ελληνικό Κέντρο Βιοτόπων/Υγροτόπων (ΕΚΒΥ), Εμπορική Τράπεζα της Ελλάδος. Αθήνα.
3. Δωρικός, Σ., 1981. *Βασικοί υγρότοποι της χώρας*. Υπουργείο Συντονισμού, Υπηρεσία Χωροταξίας και Περιβάλλοντος. Αθήνα.
4. Ζαλίδης, Χ. Γ. και Μαντζαβέλας, Α. Λ. (Συντονιστές Έκδοσης), 1994. *Απογραφή των ελληνικών υγροτόπων ως φυσικών πόρων (Πρώτη Προσέγγιση)*. Ελληνικό Κέντρο Βιοτόπων-Υγροτόπων (ΕΚΒΥ). Θέρμη.
5. Παπαστεργιάδου, Ε., Μπαμπαλόνιας, Δ., Τσακίρη, Ε. και Πυρίνη, Χ., 1995. *Χρησιμοποίηση των υδρόβιων μακροφύτων στον έλεγχο της ρύπανσης του νερού. Ι. Εκτίμηση ενός φυσικού υγροτόπου που δέχεται εισροές αποβλήτων*. Ελληνικό Κέντρο Βιοτόπων/Υγροτόπων (ΕΚΒΥ). Θέρμη.

6. Παπαστεργιάδου, Ε., Agami M. και Waizel, Y., 2002. Αποκατάσταση της υδρόβιας βλάστησης σε μεσογειακούς υγροτόπους. *Αποκατάσταση Μεσογειακών Υγροτόπων*. Ζαλίδης, Χ.Γ., T.L. Crisman και Π.Α. Γεράκης (συντον. έκδ.). ΥΠΕΧΩΔΕ, Αθήνα και ΕΚΒΥ, Θέρμη. 53-79.
7. Τσιούρης, Σ. Ε. και Γεράκης, Π. Α., 1991. *Υγρότοποι της Ελλάδος: αξίες, αλλοιώσεις, προστασία*. WWF, Εργαστήριο Οικολογίας και Προστασίας Περιβάλλοντος, Τμήμα Γεωπονίας, ΑΠΘ, IUCN. Θεσσαλονίκη.
8. Tsiouris, S. E., Mamolos, A. P., Kalbourji, K. L. and Barbayannis, N., 2002. Fertilizer management in watersheds of two Ramsar wetlands and effects on quality of inflowing water. *Environmental Management*. 29. 610-619.

Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΚΟΜΠΟΣΤΑΣ (φυτικής προέλευσης) ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΟΥ ΡΙΖΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΚΑΛΑΜΠΟΚΙΟΥ (Zea mays L)

Ντούπη Βασιλική, Α. Παυλάτου-Βε και Σ. Σακελλαριάδης
Εργαστήριο Εδαφολογίας, Τμήμα Γεωπονίας, ΑΠΘ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σε δύο εδάφη εφαρμόστηκαν διαφορετικά ποσοστά κομπόστας (φυτικής προέλευσης) 0, 20%, 40%, 80% και 0, 2%, 4%, 10% αντίστοιχα με σκοπό να μελετηθεί η επίδραση της κομπόστας στην αναπτυξιακή εξέλιξη του ριζικού συστήματος του καλαμποκιού (Zea mays L). Τα υψηλά ποσοστά κομπόστας, στο έδαφος 1, επέδρασαν αρνητικά στην αναπτυξιακή εξέλιξη του ριζικού συστήματος. Τα χαμηλά ποσοστά εφαρμογής κομπόστας, στο έδαφος 2, επηρέασαν θετικά την ανάπτυξη του ριζικού συστήματος δίνοντας τη μέγιστη τιμή του νωπού και ξηρού βάρους και τη μέγιστη τιμή των συγκεντρώσεων των θρεπτικών στοιχείων της ρίζας στο επίπεδο 4% κομπόστας

Λέξεις κλειδιά: κομπόστα, ρίζα καλαμποκιού, θρεπτικά στοιχεία

THE EFFECT OF COMPOST (of plant origin) ON ROOT GROWTH OF CORN (Zea mays L)

Doupi Basiliki, A. Pavlatou-Ve and S. Sakellariades
Laboratory of Soil Science, School of Agriculture A.U.Thessaloniki

Different quantities of plant origin compost were applied in two soils (0%, 20%, 40%, 80% and 0%, 2%, 4%, 10% respectively) to study the effect of compost on root growth of corn (Zea mays L). In soil 1, the high compost applications affected negatively on root growth development. In soil 2, the low compost applications had a positive effect on root growth. The maximum values of fresh and dry weight and the maximum concentration of nutrients of the root were determined on the 4% application level

Key word: compost, root of corn, nutrients

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα τελευταία 10 χρόνια, με την εξέλιξη της αειφορικής γεωργίας, έχει αναπτυχθεί η παραγωγή κομπόστας και η χρήση της σαν εδαφοβελτιωτικό και λιπαντικό μέσο. Με τον όρο κομπόστα περιγράφονται τα μίγματα οργανικών αποβλήτων, απορριμμάτων και υπολειμμάτων κατάλληλα επεξεργασμένα ώστε να έχουν χαμηλό λόγο C/N και να είναι απαλλαγμένα από παθογόνους μικροοργανισμούς και σπόρους ζιζανίων (Κεραμίδας, 1999), ενώ η διαδικασία της παραγωγής κομπόστας κάτω από ορισμένες συνθήκες (θερμοκρασίας, υγρασίας, αέρας) ονομάζεται κομποστοποίηση (F.A.O., 1987).

Η εφαρμογή της κομπόστας στο έδαφος επιτυγχάνει τη βελτίωση των φυσικών και χημικών ιδιοτήτων του. Η αργή αποδέσμευση των θρεπτικών στοιχείων σε περιόδους μη καλλιέργειας του εδάφους, η αύξηση της CEC και η βελτίωση των αλκαλικών pH (Shuman κ.α 2001), η βελτίωση ορισμένων τοξικών χαρακτηριστικών της νωπής κοπριάς κατά τη διαδικασία της κομποστοποίησης (Shuman κ.α., 2001, Hsu και Lo, 2000)), η βελτίωση της δομής του εδάφους (Evangelou και Marsi 2001), είναι λίγα από τα πλεονεκτήματα της εφαρμογής της κομπόστας στο έδαφος.

Τα τελευταία χρόνια πολλοί ερευνητές έχουν ασχοληθεί με τη προσθήκη κομπόστας για λίπανση σε διάφορες καλλιέργειες. Ειδικά για την καλλιέργεια του καλαμποκιού, οι Eghball και Power (1999) απέδειξαν ότι η προσθήκη κομπόστας αύξησε τα επίπεδα του αφομοιώσιμου P και N στο έδαφος κατά 15% τον πρώτο χρόνο και κατά 8% τον δεύτερο χρόνο, ενώ Hunter κ.α (1996) διαπίστωσαν ότι η προσθήκη νωπής κοπριάς και ασβεστίου αύξησαν κατά 3 φορές την απόδοση των φυτών καλαμποκιού σε σχέση με την NPK λίπανση που είχε δεχθεί ο μάρτυρας.

Σκοπός της εργασίας αυτής είναι να διερευνηθεί η επίδραση διαφόρων ποσοτήτων κομπόστας (φυτικής προέλευσης) στην ανάπτυξη του ρίζας του καλαμποκιού. Η επιλογή της ρίζας έναντι του υπέργειου τμήματος έγινε με το σκεπτικό ότι το ριζικό σύστημα του φυτού αντιμετωπίζει πρώτο την έντονη μεταβολή της ριζόσφαιρας που γίνεται με την προσθήκη ιδιαίτερα υψηλών ποσοστών κομπόστας

2.ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Χρησιμοποιήθηκαν δυο επιφανειακά εδάφη, των οποίων τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά φαίνονται στον Πίνακα 1. Η κομπόστα που χρησιμοποιήθηκε προέρχεται από φυτικά υπολείμματα και η ελεύθερη κομποστοποίηση έγινε χωρίς παρεμβάσεις, με εξαίρεση μικρή προσθήκη εδάφους (περίπου 5-10%) και 50gr λιπάσματος 11-15-15, σε ανοιχτά δοχεία πλέγματος διαστάσεων 1×1×0,6 cm επί 10 μήνες. Τα χαρακτηριστικά της δίνονται στον Πίνακα 1.

Έγιναν δύο μεταχειρίσεις. Στην πρώτη μεταχείριση χρησιμοποιήθηκαν δοχεία που η μπροστινή τους επιφάνεια ήταν από γυαλί. Στα δοχεία τοποθετήθηκε το έδαφος 1 και κομπόστα σε αναλογίες 0, 20%, 40%, και 80% και σπάρθηκαν απολυμασμένοι σπόροι υβριδίου καλαμποκιού. Για κάθε αναλογία εδάφους-κομπόστας έγιναν 6 επαναλήψεις. Στη δεύτερη μεταχείριση, χρησιμοποιήθηκαν μικρές γλάστρες, στις οποίες τοποθετήθηκε το έδαφος 2 και κομπόστα σε αναλογίες 0, 2%, 4%, και 10% και σπάρθηκαν απολυμασμένοι σπόροι του ίδιου υβριδίου καλαμποκιού. Για κάθε αναλογία εδάφους-κομπόστας έγιναν 3 επαναλήψεις. Τα φυτά και στις δύο μεταχειρίσεις ποτίζονταν με απιονισμένο νερό.

Πίνακας 1. Χαρακτηριστικά του εδάφους 1 και 2 και της κομπόστας που χρησιμοποιήθηκαν στις μεταχειρίσεις 1 και 2 αντίστοιχα.

Χαρακτηριστικά	Έδαφος 1	Έδαφος 2	Κομπόστα
Μηχανική σύσταση	ίλυοπηλώδες	ίλυοπηλώδες	-
C %	0.116	0.13	18.9
pH	7,4	7,4	7,4
CaCO ₃ %	5	15	-
Υγρασία %	-	-	37
C/N	33	66,1	18
Ανταλλάξιμα κατιόντα meq/100 gr εδάφους			% ΞΒ
Ca	7,45	39,1	5,11
Mg	1,32	1,8	0,73
K	0,15	0,81	0,58
Na	0,17	1,9	-
N %	0,0035	0,002	1,05
ppm			
P	7,62	2,21	3842
Fe	2,4	1,92	4234
Zn	0,44	1,41	66,42
Cu	0,72	0,41	17,52
Mn	4,8	3,08	259,59

Μετά την ανάπτυξη του καλαμποκιού, επί 50 ημέρες, συλλέχθηκε το υπόγειο τμήμα (ρίζα) και μετά την απομάκρυνση του εδάφους, (το πλύσιμο της ρίζας έγινε με απιονισμένο νερό και το στέγνωμα των ριζών με διηθητικό χαρτί), προσδιορίστηκε το νωπό βάρος τους. Στη συνέχεια ξηράθηκαν στους

60⁰C για 48 h και προσδιορίστηκε το ξηρό βάρος τους. Στα δείγματα των παραπάνω φυτικών ιστών, μετά από καύση στους 600 ⁰C, προσδιορίστηκαν τα στοιχεία Ca, Mg, K, P, Fe, Mn, Zn, και Cu..

Τα μίγματα εδάφους-κομπόστας από τα δοχεία, αεροξηράθηκαν και προσδιορίστηκαν τα στοιχεία, τα εναλλακτικά κατιόντα Ca, Mg, K, Na με τη μέθοδο του οξικού αμμωνίου pH=7, P με τη μέθοδο κατά P-Olsen και Fe, Mn, Zn, Cu με τη μέθοδο της εκχύλισης με DTPA.

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

3.1. Έδαφος 1

Τα ποσοστά της κομπόστας που εφαρμόστηκαν στο έδαφος 1 έδειξαν ότι ήταν πολύ μεγάλα και η μέγιστη ανάπτυξη της ρίζας επιτυγχάνεται μέχρι το ποσοστό του 20% κομπόστας (σχέση νωπού προς ξηρό βάρος Πίνακας 2 και Εικόνα 1). Επειδή η ανάπτυξη της ρίζας με τόσο υψηλά ποσοστά κομπόστας παρουσίαζε μεγάλη υστέρηση Πίνακας 2, έγινε η δεύτερη μεταχείριση με μικρότερα ποσοστά κομπόστας



Εικόνα 1. Ανάπτυξη της ρίζας των φυτών καλαμποκιού στο έδαφος 1

3.2 Έδαφος 2

Παρά το γεγονός ότι οι δύο μεταχειρίσεις έγιναν σε ανόμοια δοχεία και με δύο διαφορεικά εδάφη, η υπεροχή της ανάπτυξης της ρίζας του εδάφους 2, φαίνεται από τη φαινομενική ανάπτυξη της ρίζας (Εικόνα 1, 2) και από το νωπό και ξηρό βάρος των ριζών που ήταν διπλάσιο ως και τριπλάσιο στο έδαφος 2 (Πίνακας 2). Η δε μέγιστη ανάπτυξη της ρίζας παρουσιάζεται στο επίπεδο των 4% κομπόστα στο έδαφος 2 (Πίνακας 3). Η σχέση κομπόστας και νωπού και ξηρού βάρους περιγράφεται ικανοποιητικά από μια πολυωνμική σχέση

($r=0,96^{**}-0,99^{***}$) (Σχήμα 1), με μέγιστη τιμή που υπολογίσθηκε από την πολυωνυμική εξίσωση στο ποσοστό των 4% .

Πίνακας 2. Μέσος όρος του νωπού και ξηρού βάρους των ριζών κατά επέμβαση στις μεταχειρίσεις 1 και 2.

Κομπ %	Νωπό βάρος ριζών (σε gr)	Ξηρό βάρος ριζών (σε gr)	NB / ΞB ριζών
Έδαφος 1			
0	0,368	0,348	1,057
20	0,663	0,558	1,188
40	0,898	0,812	1,106
80	0,558	0,495	1,130
Έδαφος 2			
0	1,551	1,201	1,29
2	1,983	1,49	1,33
4	2,456	1,701	1,44
10	1,824	1,078	1,69

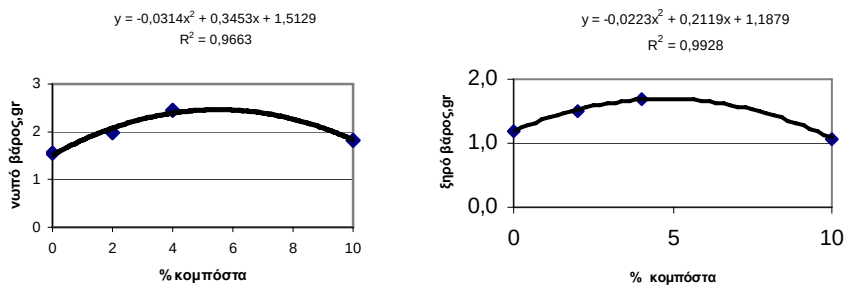
Οι συγκεντρώσεις των θρεπτικών στοιχείων στη ρίζα του καλαμποκιού δεν ακολουθούν αναλογική αύξηση με την αύξηση του ποσοστού της κομπόστας (Πίνακας 3) εκτός της συγκέντρωσης του P. Η δε ελάττωση της πρόσληψης του Fe με αύξηση του ποσοστού της κομπόστας φαίνεται να οφείλεται στις αυξημένες συγκεντρώσεις φωσφόρου και των χημικών ενώσεων του εδάφους λόγω της προσθήκης κομπόστας (Barber 1995), στο σχηματισμό άμορφων οξειδίων Fe (Shuman et al 2001), αλλά και στην ύπαρξη του υψηλού ποσοστού CaCO_3 του εδάφους.

Η σχέση των συγκεντρώσεων των θρεπτικών στοιχείων στη ρίζα του καλαμποκιού και της κομπόστας περιγράφεται ικανοποιητικά με πολυωνυμική εξίσωση για τα στοιχεία P, Ca, Mn και Mg ($r=0,95^{**}-0,99^{***}$) στο έδαφος 2 με μέγιστη υπολογισμένη τιμή στο ποσοστό των 4% κομπόστας. Στον Πίνακα 4 παρουσιάζονται οι συγκεντρώσεις των στοιχείων του εδάφους 2 μετά τη συλλογή της ρίζας. Η αύξηση των συγκεντρώσεων των στοιχείων που παρατηρήθηκε στη ριζόσφαιρα (Πίνακας 4), δεν ήταν αναλογική με τα προστιθέμενα ποσοστά κομπόστας, ιδιαίτερα για τα πιο δυσδιάλυτα στοιχεία όπως Ca, Mg κλπ, αλλά τα ευδιάλυτα στοιχεία K και P παρακολουθούσαν την αύξηση του ποσοστού της κομπόστας. Η μη αναλογική αύξηση των στοιχείων του εδάφους αλλά και η ανομοιόμορφη κατανομή τους στο έδαφος μέσα στις

μεταχειρήσεις πιθανά να οφείλεται στον ανταγωνισμό μεταξύ των στοιχείων (K,Ca και Mg), στο ρυθμό πρόσληψή τους από τη ρίζα και στη δέσμευση των ιχνοστοιχείων από το CaCO_3 και τις χουμικές ενώσεις του εδάφους. Η δε σχέση των συγκεντρώσεων των θρεπτικών στοιχείων στη ρίζα του καλαμποκιού και των στοιχείων του εδάφους περιγράφεται ικανοποιητικά με πολωνυμική εξίσωση μόνο για τα στοιχεία Cu, P και Mg ($r=0.9^{**}-0.99^{***}$).



Εικόνα 2. Ανάπτυξη της ρίζας των φυτών καλαμποκιού έδαφος 2



Σχήμα 2. Σχέση νωπού, ξηρού βάρους και ποσοστών κομπόστας στο έδαφος 2.

Πίνακας 3. Συγκεντρώσεις των στοιχείων στις ρίζες στο έδαφος 2

	Ca	Mg	K	Fe	Zn	Mn	Cu	P
% ΞΒ ρίζας								
Έδαφος 2								
0	1,23	0,27	0,93	0,24	0,0023	0,0012	0,0022	0,072
2	1,22	0,42	0,77	0,37	0,0032	0,0012	0,0018	0,099
4	1,4	0,35	0,92	0,28	0,0026	0,0011	0,0019	0,098
10	1,05	0,37	0,77	0,20	0,0033	0,0082	0,0019	0,158

Πίνακας 4. Συγκεντρώσεις των στοιχείων στο έδαφος 2 μετά την συλλογή της ρίζας

Κομπ.	Ca	Mg	K	Na	Fe	Zn	Mn	Cu	P
%	meq/100 gr έδαφος				ppm				
Έδαφος 2									
0	24	1,5	0,8	1,8	2,28	0,35	1,41	0,67	0,36
2	21,4	1,41	0,8	1,2	2,16	0,56	1,01	0,61	15,3
4	20,3	1,31	1,07	1,0	1,56	0,73	0,98	0,53	25,9
10	21,1	1,63	1,7	1,5	1,47	0,78	0,85	0,49	49

Τα μικρά ποσοστά κομπόστας, στο έδαφος 2 ήταν τα άριστα ποσοστά για την ανάπτυξη της ρίζας του καλαμποκιού και μάλιστα στο επίπεδο των 4% κομπόστας. Αυτό αποδεικνύεται από τις αποδόσεις (νωπό και ξηρό βάρος, Πίνακας. 2) και τη φαινομενική ανάπτυξη της ρίζας του καλαμποκιού που ήταν οι μεγαλύτερες και σε σχέση με το έδαφος 1 η οποία φαίνεται να προκαλεί υστέρηση της ανάπτυξης της ρίζας. Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, φαίνεται σαφώς ότι στα μικρά ποσοστά προσθήκης κομπόστας το ριζικό σύστημα των νεαρών φυτών του καλαμποκιού κατά τα πρώτα στάδια ανάπτυξης των φυτών λειτούργησε καλύτερα και απορρόφησε τις απαραίτητες ποσότητες θρεπτικών στοιχείων έναντι του ριζικού συστήματος που αναπτύχθηκε σε μεγάλα ποσοστά κομπόστας. Θα μπορούσε να υποθέσει κανείς ότι στο περιβάλλον της ριζόσφαιρας στο έδαφος 1, επέδρασαν αρνητικοί παράγοντες, όπως διεκδίκηση οξυγόνου μεταξύ των μικροοργανισμών και ριζών και μεγάλες συγκεντρώσεις μικροστοιχείων (τοξικό περιβάλλον) με αποτέλεσμα την υστέρηση της ανάπτυξης των φυτών.

4. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Barber, S. 1995. *Soil Nutrient Bioavailability: A Mechanistic Approach*. 2nd ed. John Wiley & Sons, Inc.
2. Eghball Bahman and James F. Power, 1999. *Phosphorus- and Nitrogen- Based Manure and Compost Applications: Corn Production and Soil Phosphorus*, Soil Sci. Soc. Am.J. 63:895-901.
3. Evagellou V.P and Marsi M., 2001. *Composition and Metal Ion Complexation Behaviour of Humic Fractions Derived from Corn Tissue*. Plant and Soil, 229: 13-24
4. F.A.O. 1987. *Soil managment: compost production and use in tropical and subtropical environments* F.A.O. Soils Bulletin No 56. Food and Agriculture Organization of The United Nations Rome 1987.
5. Hunter D.J, L.G.G. Yapa and N.V. Hue, 1997. *Effects of green manure and coral lime on corn growth and chemical properties of an acid Oxisol in Western Samoa*, Biol Feril Soils 24: 266-273.
6. Hsu Jenn-Hung and Shang-Lien Lo, 2001. *Effect of composting on characterization and leaching of copper, manganese, and zinc from swine manure*, Environmental Pollution 114:119-127.
7. Κεραμίδας, Β. 1999. *Διαχείριση των θρεπτικών στοιχείων σε αειφορικά συστήματα* 57-64 Καθ. Σ. Σακελλαριάδης, Διαχείριση εδαφικών πόρων. Εκδ. οικ. ΖΗΤΗ Θεσσαλονίκη.
8. Κεραμίδας, Β. 1997. *Γονιμότητα εδαφών*. Υπηρεσία Δημοσιευμάτων Α.Π.Θ. Θεσσαλονίκη.
9. Rynk, R. (editor), 1992. *On-Farm Composting Handbook*. Natural Resource, Agriculture, and Engineering service.
10. Shuman L. M., Dudka S. and Das K., 2001. *Zinc forms and plant availability in a compost amended soil*, Water, Air, and Soil Pollution 128: 1-11.

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΡΟΠΟΥ-ΧΡΟΝΟΥ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΖΙΖΑΝΙΟΚΤΟΝΩΝ ΣΤΗΝ ΕΜΦΑΝΙΣΗ ΤΩΝ ΖΙΖΑΝΙΩΝ *

Σ. Δ. Σουΐπας¹, Π. Χ. Λόλας² και Θ. Α. Γέμτος³

¹Αγρόκτημα Π.Θ. ²Εργαστήριο Ζιζανιολογίας ³Εργαστήριο Γεωργικής Μηχανολογίας
Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής & Αγροτικού Περιβάλλοντος,
Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σε πειράματα στο Αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας και στα Φάρσαλα μελετήθηκε η επίδραση του χρόνου (ημέρα ή νύχτα) και του τρόπου (βαθιά ή αβαθής) τελευταίας πριν τη σπορά κατεργασίας του εδάφους και εφαρμογής δυο ζιζανιοκτόνων (trifluralin, pentimethalin) στην εμφάνιση διαφόρων ζιζανίων. Βρέθηκε ότι η νυχτερινή προετοιμασία σποροκλίνης μείωσε τη συνολική πυκνότητα των ζιζανίων σε σχέση με εκείνη της ημερήσιας κατά 33-51% με χρήση φρέζας και κατά 17-25% με καλλιεργητή προετοιμασίας. Νυχτερινή εφαρμογή του trifluralin και βαθιά ενσωμάτωσή του έδωσε καλύτερο έλεγχο ζιζανίων σε σύγκριση με την ημερήσια εφαρμογή και αβαθή ενσωμάτωση. Ο αριθμός καρυδιών ανά φυτό βαμβακιού ήταν μεγαλύτερος και η απόδοση καλύτερη όπου η κατεργασία του εδάφους ή η εφαρμογή ζιζανιοκτόνων γίνονταν τη νύχτα και βαθιά.

EFFECT OF MODE-TIME OF SOIL TILLAGE AND HERBICIDE APPLICATION ON WEED EMERGENCE*

S.D. Souipas¹, P.C. Lolas² and Th.A. Gemtos³

¹University Farm ²Laboratory of Weed Science ³Laboratory of Farm Mechanization
Dep. of Agriculture, Crop Production and Rural Environment, Univ. of Thessaly

ABSTRACT

The effect of deep or shallow seed bed preparation during the day or in the night and of the application of the herbicides trifluralin and pentimethalin on weed emergence and density was studied in two field experiments (University Farm and Farsala). Where seed bed preparation was carried out during the night, weed density was lower by 33-51% with rototiller and by 17-25% with spring tine cultivator compared to that of day soil tillage. Deep application of trifluralin during the night controlled weeds much better than shallow day application. Number of bolls per cotton plant was higher and yield was better where deep night soil tillage or herbicide application was carried out.

* Μέρος μεταπτυχιακών διατριβών Σ. Σουΐπα και Λ. Φουτζοπούλου

* Part of M. Sc. theses S. Souipas and L. Foutzopoulou

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σημαντικό παράγοντα στην προστασία των καλλιεργούμενων φυτών αποτελούν τα ζιζάνια. Τα φυτικά αυτά είδη που «φυτρώνουν εκεί που δεν τα σπέρνουν» ή καλύτερα «η χρησιμότητα τους δεν είναι καλά ακόμα γνωστή στον άνθρωπο» ζημιώνουν τις καλλιέργειες ποικιλοτρόπως. Σε σύγκριση με τις ασθένειες και τους εχθρούς των καλλιεργειών, τα ζιζάνια έχουν ένα ιδιαίτερο χαρακτηριστικό που τα κάνει να θεωρούνται από πολλούς ως το πιο σημαντικό πρόβλημα στην φυτοπροστασία. Επειδή εμφανίζονται κάθε χρόνο στον αγρό θα πρέπει σε κάθε καλλιεργητική περίοδο να σχεδιάζεται η αποτελεσματική αντιμετώπισή τους καθιστώντας έτσι τον έλεγχό τους ως την πιο απαραίτητη καλλιεργητική φροντίδα.

Δυο από τις μεθόδους που εφαρμόζονται στην πράξη για τον έλεγχο των διαφόρων ζιζανίων είναι η μηχανική κατεργασία του εδάφους και η χρήση χημικών ζιζανιοκτόνων η αποτελεσματικότητα των οποίων εξαρτάται από πολλούς παράγοντες. Σχετικά λίγοι ήταν εκείνοι που πειραματίστηκαν με το ρόλο του χρόνου, ημέρα (φως) ή νύχτα (σκοτάδι), κατεργασίας του εδάφους στο φύτεμα των ζιζανίων. Πρώτοι οι Sauer και Struik (1964) ανέφεραν ότι μικρή έκθεση στο ηλιακό φως, το οποίο υπάρχει κατά την ημερήσια αναμόχλευση του εδάφους, ήταν αρκετή για να ωθήσει σε μεγαλύτερο ποσοστό την εμφάνιση 13 από τα 17 είδη που προϋπήρχαν στο έδαφος όπου έγιναν τα πειράματά τους από ό,τι στη νυχτερινή αναμόχλευση. Σε παρόμοια πειράματα οι Wesson και Wareing (1969) ερεύνησαν το ρόλο του φωτός στο φύτεμα φυτικών πληθυσμών σπόρων ζιζανίων εντός του εδάφους. Τα αποτελέσματά τους έδειξαν ότι με εδαφική κατεργασία την ημέρα το ποσοστό βλάστησης των σπόρων των δικοτυλήδων ειδών ήταν 62% περισσότερο σε σύγκριση με αυτό της νύχτας.

Οι Hartmann και Nezaal (1990) πειραματιζόμενοι με την παρουσία-απουσία ηλιακής ακτινοβολίας στη διάρκεια της εδαφικής κατεργασίας ανέφεραν 80% μείωση της παρουσίας ζιζανίων στις νυχτερινές μεταχειρίσεις. Σε παρόμοια πειράματα, ο Askard (1994) παρατήρησε 40% μείωση του συνολικού αριθμού των ζιζανίων. Τα αποτελέσματά του όμως δεν ήταν σταθερά αλλά διέφεραν ανάλογα με το είδος των ζιζανίων και το χρόνο επανάληψης του πειράματος. Οι Gallagher και Cardina (1998) στο Οχάιο εκτίμησαν την εμφάνιση ζιζανίων μετά από δισκοσβάρνισμα του εδάφους στη διάρκεια της ημέρας και της νύχτας την άνοιξη από το 1992 έως το 1995. Η παρουσία των βλήτων και του ζιζανίου *Setaria faberi* ήταν 30 έως 55% μεγαλύτερη στις ημερήσιες επεμβάσεις. Άλλα είδη όπως η γλιστρίδα και το *Ambrosia artemisiifolia* δεν επηρεάστηκαν ενώ η λουβουδιά σε μερικές χρονιές έδειξε να αντιδρά στις διάφορες μεταχειρίσεις και σε άλλες όχι.

Άλλοι ερευνητές μελέτησαν την επίδραση του φωτός κατά τη διάρκεια της κατεργασίας του εδάφους στο φύτεμα διαφόρων ζιζανίων και ανέφεραν υψηλότερη πυκνότητα του τραχύ βλήτου και ειδών του γένους *Solanum* έως και 5 φορές (Scopel et al. 1994), των *Polygonum pensylvanicum*, *Amaranthus powellii*, *Brassica kaber* και *Solanum ptycanthum* περίπου 2 φορές (Buhler 1997), διαφόρων ζιζανίων από 1,5 έως 2 φορές (Botto et al. 1998) στην ημερήσια κατεργασία από ό,τι στη νυχτερινή.

Η χημική ζιζανιοκτονία είναι η πιο ευρέως χρησιμοποιούμενη μέθοδος αντιμετώπισης των ζιζανίων λόγω των σημαντικών πλεονεκτημάτων που τη χαρακτηρίζουν. Τα trifluralin και pentimethalin είναι δυο πολύ κοινά ζιζανιοκτόνα που εφαρμόζονται στην ελληνική γεωργική πρακτική σε αρκετές καλλιέργειες όπως βαμβάκι, φασόλι, αραχίδα κ.α. Η έρευνα για το ρόλο του χρόνου (ημέρα ή νύχτα) εφαρμογής των παραπάνω

ζιζανιοκτόνων στην εμφάνιση των ζιζανίων είναι πολύ περιορισμένη, ειδικότερα στην Ελλάδα.

Η παρούσα εργασία είχε ως στόχο την μελέτη της επίδρασης της ημερήσιας και νυχτερινής κατεργασίας του εδάφους σε δυο βάθη αλλά και της εφαρμογής την ημέρα ή τη νύχτα με ενσωμάτωση σε δυο βάθη των ζιζανιοκτόνων trifluralin και pentimethalin στην εμφάνιση και πυκνότητα μερικών ειδών ζιζανίων.

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε συνολικά τρεις φορές, Απρίλιο-Ιούνιο και Οκτώβριο-Δεκέμβριο του 2000 στο αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας και τον Απρίλιο-Σεπτέμβριο του 2001 σε αγρό στα Φάρσαλα. Μόνο στην τελευταία περίπτωση έγινε σπορά βαμβாகιού (ποικιλία ΧΡΙΣΤΙΝΑ) στα πειραματικά τεμάχια. Το πειραματικό σχέδιο ήταν της μορφής πλήρεις τυχαιοποιημένες ομάδες (randomized complete block) με τρεις επαναλήψεις, μέγεθος των πειραματικών τεμαχίων 3x5 m και 9 επεμβάσεις όπως φαίνονται παρακάτω:

1. Μάρτυρας (χωρίς τελική κατεργασία)
 2. Κατεργασία εδάφους ημέρα (αβαθή)
 3. Κατεργασία εδάφους ημέρα (βαθιά)
 4. Κατεργασία εδάφους νύχτα (αβαθή)
 5. Κατεργασία εδάφους νύχτα (βαθιά)
 6. Εφαρμογή trifluralin ημέρα και αβαθή ενσωμάτωση
 7. Εφαρμογή trifluralin ημέρα και βαθιά ενσωμάτωση
 8. Εφαρμογή trifluralin νύχτα και αβαθή ενσωμάτωση
 9. Εφαρμογή trifluralin νύχτα και βαθιά ενσωμάτωση
- Στο πείραμα των Φαρσάλων οι 4 τελευταίες επεμβάσεις είχαν ως εξής:
6. Εφαρμογή trifluralin ημέρα και αβαθή ενσωμάτωση
 7. Εφαρμογή trifluralin νύχτα και αβαθή ενσωμάτωση
 8. Εφαρμογή pentimethalin ημέρα και αβαθή ενσωμάτωση
 9. Εφαρμογή pentimethalin νύχτα και αβαθή ενσωμάτωση

Τα βάθη των κατεργασιών και της ενσωμάτωσης ήταν 5-10 (αβαθή) ή 15-20 cm (βαθιά). Οι επεμβάσεις της ημέρας έγιναν την 12^η μεσημβρινή ενώ της νύχτας μια ώρα μετά τη δύση του ηλίου. Για την κατεργασία του εδάφους χρησιμοποιήθηκε περιστροφικό σκαλιστήρι (φρέζα) ενώ στα Φάρσαλα ελαφρός καλλιεργητής προετοιμασίας σποροκλίνης. Η εφαρμογή των ζιζανιοκτόνων εδάφους trifluralin, και pentimethalin έγινε με φορητό ψεκαστήρα προπίεσης αέρα και χρησιμοποιήθηκαν τα αντίστοιχα σκευάσματα TREFLAN 48EC στη δόση των 350 mL/στρ. και STOMP 330E στη δόση των 400 mL/στρ.

Οι παρατηρήσεις που πάρθηκαν αφορούσαν τον αριθμό ειδών ζιζανίων, την πυκνότητα ανά είδος και τη συνολική πυκνότητα των ζιζανίων που εμφανίζονταν σε κάθε πειραματικό τεμάχιο. Η έναρξη των μετρήσεων έγινε 25 ημέρες μετά την εγκατάσταση του πειράματος με την εμφάνιση των πρώτων ζιζανίων και συνολικά έγιναν 4 για τη θερινή και 5 για την χειμερινή περίοδο του έτους 2000 και 6 για τη θερινή του 2001 με χρονικό διάστημα μεταξύ των μετρήσεων 10-12 ημερών. Για τις παρατηρήσεις της πυκνότητας χρησιμοποιήθηκε πλαίσιο σχήματος τετραγώνου με διαστάσεις 33x33 cm. και εμβαδού περίπου 1000 cm². Στη διάρκεια μιας μέτρησης σε κάθε πειραματικό τεμάχιο το πλαίσιο τοποθετούνταν δύο φορές. Στην επιφάνεια που όριζε κάθε φορά το πλαίσιο καταγράφονταν το είδος και ο αριθμός των ζιζανίων που είχαν φυτρώσει ενώ ταυτόχρονα αφαιρούνταν. Η επιφάνεια αυτή σημαδεύονταν ώστε η

ρήψη της επόμενης μέτρησης να μην συμπίσει με αυτήν της προηγούμενης. Επιπλέον στο πείραμα των Φαρσάλων, στη μεσαία γραμμή σποράς κάθε πειραματικού τεμαχίου και σε διάστημα ενός μέτρου, έγινε καταμέτρηση του αριθμού των καρυδιών ένα μήνα πριν τη συγκομιδή και στις 25/9/2001 ο υπολογισμός της απόδοσης σε βάρος σύσπορου βαμβακιού ανά μέτρο μετά από συλλογή με το χέρι.

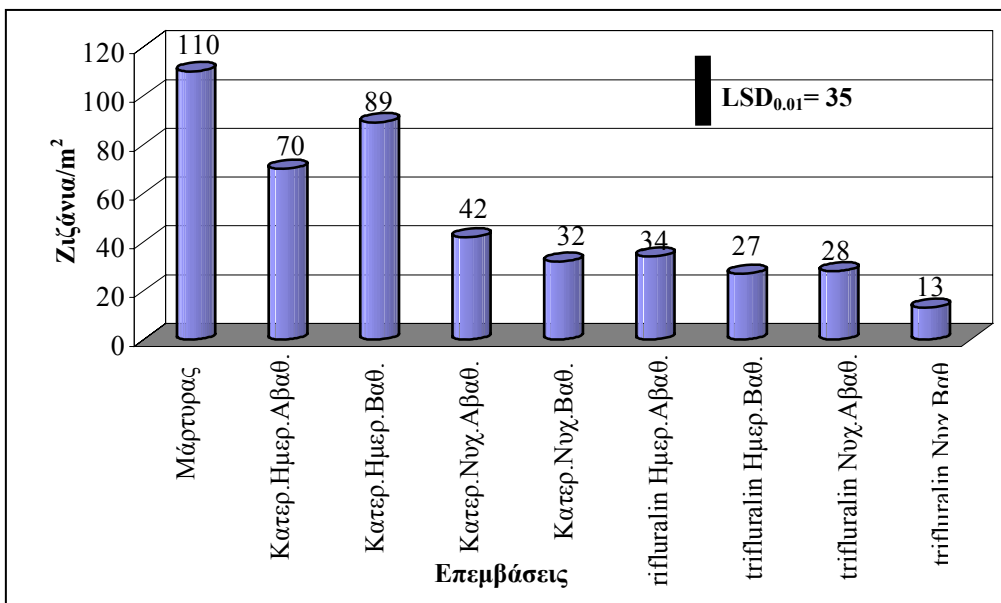
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Τα είδη και το ποσοστό εμφάνισης των ζιζανίων στα πειράματα των τριών περιόδων στο μάρτυρα φαίνονται στον πίνακα 1. Τα επικρατέστερα ζιζάνια στο πρώτο πείραμα ήταν η αγριομελιτζάνα, η αγριοτομάτα, και τα βλήτα, στο δεύτερο η αγριοβρώμη και ο βρόμος και στο τρίτο η αγριοτομάτα και το τραχύ βλήτο.

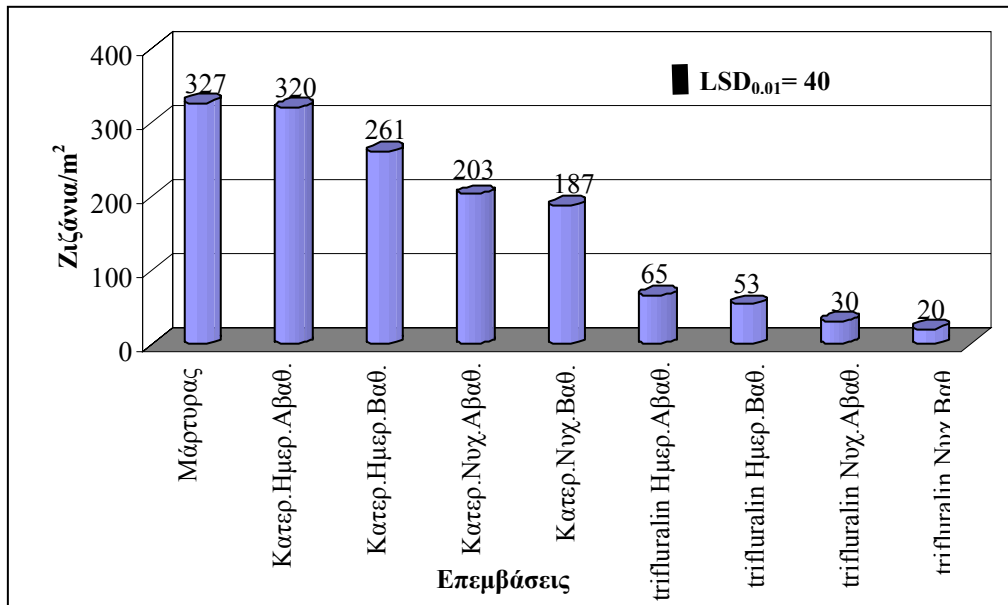
Πίνακας 1. Είδη και ποσοστό εμφάνισης των ζιζανίων στο μάρτυρα

Είδος	Απρίλιος 2000	Ποσοστό, %
Αγριομελιτζάνα (<i>Xanthium strumarium</i>)		35
Αγριοτομάτα (<i>Solanum nigrum</i>)		11
Βλήτα (<i>Amaranthus</i> spp.)		32
Λουβουδιά (<i>Chenopodium album</i>)		6
Χρωχοφόρα (<i>Chrozophora trnctoria</i>)		6
Περικοκλάδα (<i>Convolvulus arvensis</i>)		10
Οκτώβριος 2000		
Αγριοβρώμη (<i>Avena</i> spp.)		43
Βρόμος (<i>Bromus</i> spp.)		38
Σινάπι (<i>Sinapis</i> spp.)		5
Παπαρούνα (<i>Papaver rhoeas</i>)		14
Απρίλιος 2001		
Αγριοτομάτα (<i>Solanum nigrum</i>)		58
Βλήτο τραχύ (<i>Amaranthus retroflexus</i>)		25
Μουχρίτσα (<i>Echinochloa crusgalli</i>)		9
Βλήτο άσπρο (<i>Amaranthus albus</i>)		7

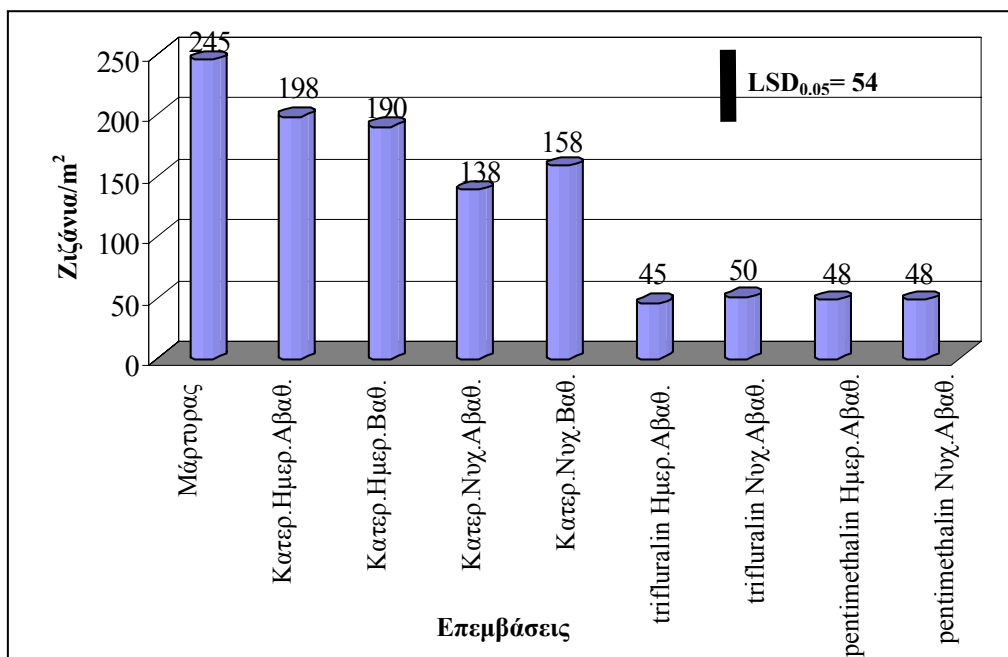
Η συνολική πυκνότητα των διαφόρων ζιζανίων ανά επέμβαση και στις τρεις περιόδους παρουσιάζεται στα σχήματα 1, 2 και 3.



Σχήμα 1. Συνολική πυκνότητα ζιζανίων ανά επέμβαση (πείραμα Απριλίου 2000)



Σχήμα 2. Συνολική πυκνότητα ζιζανίων ανά επέμβαση (πείραμα Οκτωβρίου 2000)



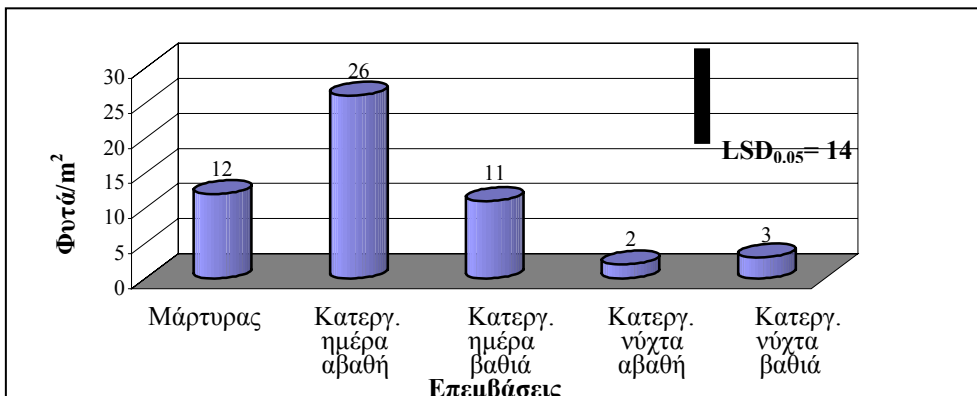
Σχήμα 3. Συνολική πυκνότητα ζιζανίων ανά επέμβαση (πείραμα Απριλίου 2001)

Από τα παραπάνω σχήματα γίνεται φανερό πως σε όλα τα πειράματα όπου η κατεργασία του εδάφους πραγματοποιούνταν τη νύχτα (βαθιά ή αβαθή) η πυκνότητα των ζιζανίων ήταν αρκετά χαμηλότερη σε σχέση με αυτή της κατεργασίας την ημέρα (βαθιά ή αβαθή) σε ποσοστό 51 και 33 % (Απρίλιος και Οκτώβριος 2000, αντίστοιχα). Στο πείραμα Απρίλιος 2001 η μείωση ήταν 17 και 25% για την βαθιά και αβαθή κατεργασία, αντίστοιχα. Φαίνεται πως η παρουσία ή απουσία του φωτός στη διάρκεια της μηχανικής κατεργασίας επηρέασε σε σημαντικό βαθμό την εμφάνιση ορισμένων ειδών ζιζανίων. Τα αποτελέσματα αυτά συμφωνούν με εκείνα που αναφέρονται από αρκετούς ερευνητές οι οποίοι μελέτησαν την επίδραση των ημερήσιων ή νυχτερινών κατεργασιών στην εμφάνιση των ζιζανίων (Wesson και Wareing 1969, Hartmann και Nezadal 1990, Askard 1994 κ.α.). Το διαφορετικό ποσοστό μείωσης της πυκνότητας ζιζανίων που παρατηρήθηκε στα τρία πειράματα οφείλεται στη διαφορετική σύνθεση των ζιζανιοπληθυσμών του κάθε πειραματικού αγροτεμαχίου (βλ. Πίνακα 1) από είδη που το φυτόριά τους φαίνεται ότι επηρεάζεται ή όχι από το φως.

Όσον αφορά το ζιζανιοκτόνο εδάφους trifluralin, οι μετρήσεις στο πείραμα του αγροκτήματος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας (κατεργασίες-ενσωμάτωση με φρέζα) δείχνουν ότι η μείωση της πυκνότητας των ζιζανίων μεγάλωνε όσο αυξάνονταν το βάθος ενσωμάτωσης τόσο κατά την εφαρμογή την ημέρα όσο και κατά τη νύχτα. Επιπλέον, οι εφαρμογές του ζιζανιοκτόνου τη νύχτα (βαθιά ή αβαθή ενσωμάτωση) έδωσαν καλύτερα αποτελέσματα στη δράση του σε σύγκριση με αυτές την ημέρα. Η χαμηλότερη πυκνότητα ζιζανίων (11,8% του μάρτυρα-Απρίλιος 2000 και 6,1% του μάρτυρα-Οκτώβριος 2000) παρατηρήθηκε στην επέμβαση 'εφαρμογή trifluralin νύχτα και βαθιά ενσωμάτωση'. Αυτή η αυξημένη αποτελεσματικότητα του trifluralin πιστεύεται ότι οφείλεται στις μικρότερες απώλειες του ζιζανιοκτόνου από φωτοχημική διάσπαση και εξάτμιση κατά την νυχτερινή εφαρμογή με βαθιά ενσωμάτωση (το trifluralin είναι αρκετά πτητικό ζιζανιοκτόνο και αποσυντίθεται εύκολα από την υπεριώδη ακτινοβολία). Αντίθετα, στο πείραμα στα Φάρσαλα (μόνο αβαθή ενσωμάτωση με καλλιεργητή) δεν παρατηρήθηκαν διαφορές στην ζιζανιοκτόνο δράση των trifluralin και pentimethalin μεταξύ των ημερήσιων και νυχτερινών εφαρμογών. Οι τιμές συνολικής πυκνότητας ζιζανίων στις επεμβάσεις με το trifluralin διαμορφώθηκαν από τα ζιζάνια λουβουδιά, χρωσφοόρα και βλήτα (44% του συνόλου των ζιζανίων-Απρίλιος 2000) που ελέγχονται από το ζιζανιοκτόνο και από τα ζιζάνια αγριομελιτζάνα (δεν επηρεάζεται από το ζιζανιοκτόνο ούτε από τρόπο-χρόνο κατεργασίας), αγριοτομάτα και περικοκλάδα. Τα δύο τελευταία είδη περιορίστηκαν από την απουσία φωτός (Σχήμα 4) και το βάθος κατεργασίας και σε μικρό βαθμό από την, έστω και μικρή (Rapparini 1996), δράση του trifluralin. Ομοίως, στο πείραμα στα Φάρσαλα, οι τιμές συνολικής πυκνότητας προέκυψαν από τον έλεγχο των ζιζανίων βλήτα και μουχρίτσα (42% του συνόλου των ζιζανίων), της μικρής δράσης των trifluralin και pentimethalin στην αγριοτομάτα σε συνδυασμό με τον παράγοντα απουσία φωτός.

Από τα είδη των ζιζανίων που μελετήθηκαν η αγριοτομάτα, το βλήτο, η περικοκλάδα και η παπαρούνα έδειξαν να αντιδρούν σε διαφορετικό βαθμό από τις επεμβάσεις κατεργασιών ημέρας ή νύχτας. Συγκεκριμένα, όπου το έδαφος κατεργάστηκε κατά τη διάρκεια της νύχτας η πυκνότητα της αγριοτομάτας (μέσος όρος βαθιά-αβαθή) μειώθηκε (Σχήμα 4) σε σχέση με αυτή της ημερήσιας κατεργασίας κατά 84% και 32%, του βλήτου κατά 79% και 50% με χρήση φρέζας και με χρήση καλλιεργητή, αντίστοιχα και της περικοκλάδας κατά 44% και της παπαρούνας κατά 51% με φρέζα. Οι σπόροι των προαναφερθέντων ειδών φαίνεται πως, για να ξεκινήσει ο μηχανισμός βλάστησής τους,

απαιτούν σύντομη έκθεση (και ενδεχόμενα για διαφορετικό χρόνο το κάθε είδος) στην ηλιακή ακτινοβολία η οποία δεν υπήρχε κατά τις νυχτερινές κατεργασίες του εδάφους. Επιπλέον, αυτή η μείωση της πυκνότητας ήταν μεγαλύτερη όπου χρησιμοποιήθηκε η φρέζα σε σύγκριση με τον καλλιεργητή λόγω του καλύτερου διαμερισμού των εδαφικών συσσωματωμάτων που επιτυγχάνεται με αυτή και έτσι, περισσότεροι σπόροι ζιζανίων που ήταν εγκλεισμένοι σε αυτά εκτέθηκαν στον παράγοντα φως-σκοτάδι.



Σχήμα 4. Πυκνότητα αγριοτομάτων ανά επέμβαση (Απρίλιος 2000)

Στο πείραμα που πραγματοποιήθηκε στα Φάρσαλα παρατηρήθηκε ότι η απόδοση του βαμβακιού ήταν καλύτερη και ο αριθμός των καρυδιών μεγαλύτερος στα πειραματικά τεμάχια που δέχθηκαν την επέμβαση 'κατεργασία εδάφους νύχτα βαθιά' από ό,τι στις άλλες κατεργασίες, πιθανόν λόγω της χαμηλότερης πυκνότητας των ζιζανίων (μειωμένη βλάστηση φωτοευαίσθητων ειδών). Επίσης, όπου εφαρμόστηκαν τα δύο ζιζανιοκτόνα τη νύχτα η απόδοση σε σύσπορο βαμβάκι ήταν καλύτερη και ο αριθμός καρυδιών/φυτό μεγαλύτερος από όσο στην ημερήσια εφαρμογή (Σχήμα 5).

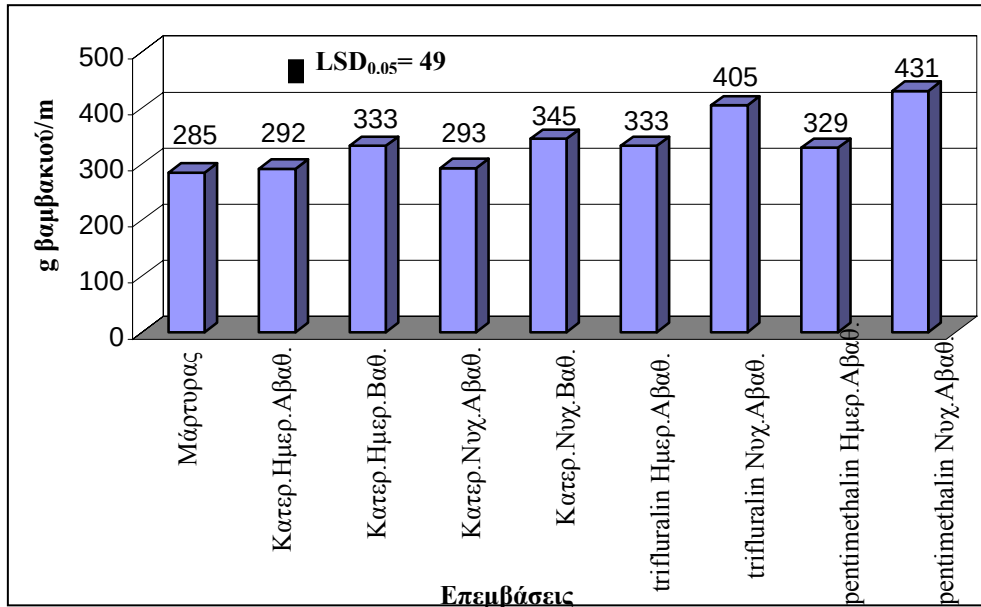
4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η κατεργασία του εδάφους τη νύχτα (βαθιά ή αβαθή με φρέζα ή καλλιεργητή) περιόρισε σημαντικά τη συνολική πυκνότητα των ζιζανίων συγκρινόμενη με αυτή της ημερήσιας κατεργασίας.

Η αγριοτομάτα, το βλήτο, η περικοκλάδα και η παπαρούνα ήταν τα ζιζάνια των οποίων ο πληθυσμός παρουσίασε τη μεγαλύτερη μείωση όπου έγινε νυχτερινή κατεργασία του εδάφους. Η απουσία φωτός φαίνεται πως παρεμπόδισε τη διέγερση του φυτρώματος των σπόρων τους.

Η ζιζανιοκτόνος δράση του trifluralin ήταν καλύτερη όταν αυτό εφαρμόστηκε τη νύχτα και ενσωματώθηκε στο έδαφος βαθιά. Η μη παρουσία φωτός και το αυξημένο βάθος ενσωμάτωσης πιθανόν περιόρισαν τις απώλειες της δραστικής ουσίας από φωτοαποδόμηση και εξάτμιση με συνέπεια τον καλύτερο έλεγχο των ευαίσθητων σε αυτό ζιζανίων. Ορισμένα από τα μη ευαίσθητα ζιζάνια περιορίστηκαν λόγω μη βλάστησης τους εξαιτίας απουσίας φωτός.

Βαθιά νυχτερινή κατεργασία ή εφαρμογή trifluralin και pentimethalin είχε ως αποτέλεσμα την υψηλότερη απόδοση του βαμβακιού και το μεγαλύτερο αριθμό καρυδιών ανά φυτό.



Σχήμα 5. Απόδοση βαμβακιού ανά επέμβαση

5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Ascard, J. 1994. Soil cultivation in darkness reduced weed emergence. Acta Horticult. 372 : 167-177
2. Botto, J.F. and A.L. Scope, C.L. Ballare, R.A. Shachez 1998. The effect of light during and after soil cultivation with different tillage implements on weed seedling emergence. Weed Sci. 46 : 351-357
3. Buhler, D.D. 1997. Effects of tillage and light environment on emergence of 13 annual weeds. Weed Technol. 11: 496-501
4. Hartmann, K.M. and W. Nezadal 1990. Photocontrol of weeds without herbicides. Naturwissenschaften 77 : 158-163
5. Gallagher, R.S. and J.Cardina 1998. The effect of light environment during tillage on the recruitment of various summer annuals. Weed Sci. 46 : 214-216
6. Rapparini, G. 1996. Il diserbo delle colture. Edizioni l' informatore agrario, p 20.
7. Sauer, J. and G. Struik 1964. A possible ecological relation between soil disturbance, light flash and seed germination. Ecology 45 : 884-886
8. Scopel, A.L. and C.L. Ballare, S.R. Radosevich 1994. Photostimulation of seed germination during soil tillage. New Phytology 126 :145-152
9. Wesson, Gand P.F.Wareing 1969a. The role of light in the germination of naturally occurring populations of buried weed seeds. J. Exp. Bot. 20 : 402-413

