

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

ΠΡΑΚΤΙΚΑ

6^ο ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟΥ ΣΥΝΕΔΡΙΟΥ

ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ

**Η Γεωργική Μηχανική και η Μηχανική
Βιοσυστημάτων στην εποχή των βιοκαυσίμων
και των κλιματικών αλλαγών**

Επιμέλεια Έκδοσης

Β. Αντωνόπουλος,

Π. Γεωργίου και Σ. Βουγιούκας

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ

8-10 Οκτωβρίου 2009

Πρακτικά του 6^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου Γεωργικής Μηχανικής
Η Γεωργική Μηχανική και η Μηχανική Βιοσυστημάτων στην εποχή των
βιοκαυσίμων και των κλιματικών αλλαγών

ISBN 978-960-6865-12-1

Η αναπαραγωγή των εργασιών έχει γίνει με απευθείας φωτοαντιγραφή και την ευθύνη για το υλικό κάθε εργασίας έχουν οι συγγραφείς.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η Εταιρεία Γεωργικών Μηχανικών Ελλάδος (ΕΓΜΕ) ιδρύθηκε τον Ιούλιο του 1993 με έδρα την Αθήνα και είναι μέλος της Ευρωπαϊκής Ένωσης Γεωργικών Μηχανικών (EurAgEng). Η ΕΓΜΕ οργανώνει κάθε δύο έτη το Πανελλήνιο Συνεδρίο της.

Ο παρόν τόμος αποτελεί τα πρακτικά του 6^{ου} Πανελλήνιου Συνεδρίου της Γεωργικής Μηχανικής, που έλαβε χώρα στην Θεσσαλονίκη από 8-10 Οκτωβρίου 2009. Το θέμα του συνεδρίου ήταν «Η Γεωργική Μηχανική και η Μηχανική Βιοσυστημάτων στην εποχή των βιοκαυσίμων και των κλιματικών αλλαγών». Περιέχει 103 επιστημονικές ανακοινώσεις που παρουσιάστηκαν στο Συνέδριο. Όλες οι εργασίες κρίθηκαν από μέλη της Επιστημονικής Επιτροπής και άλλους ειδικούς επιστήμονες. Το συνέδριο οργανώθηκε υπό την αιγίδα της Γεωπονικής Σχολής του Αριστοτέλειου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης και υποστηρίχθηκε από τα μέλη του Τομέα Εγγείων Βελτιώσεων, Εδαφολογίας και Γεωργικής Μηχανικής.

Στο Συνέδριο δόθηκε η ευκαιρία στο Επιστημονικό δυναμικό της χώρας μας να παρουσιάσει την πρόοδο της Επιστήμης και τις νέες μεθόδους προσέγγισης σε αντικείμενα που αφορούν τη διαχείριση των υδατικών και εδαφικών πόρων, τα γεωργικά μηχανήματα, τις αγροτικές κατασκευές, την επεξεργασία γεωργικών προϊόντων, την ενέργεια, τις νέες τεχνολογίες και το περιβάλλον.

Η Γεωργική Μηχανική τα τελευταία χρόνια μετεξελίχθηκε σε Μηχανική Βιοσυστημάτων διεθνώς αλλά και στη χώρα μας. Στη Μηχανική Βιοσυστημάτων αξιοποιούνται οι αρχές της μηχανικής και της βιολογίας για να δοθούν λύσεις σε προβλήματα που αφορούν τους ζωντανούς οργανισμούς και το φυσικό περιβάλλον. Έχει σαν στόχο την εξασφάλιση των απαραίτητων εφοδίων για τη ζωή: ασφαλή και επαρκή τρόφιμα για τη διατροφή, πόσιμο καθαρό νερό, καθαρά καύσιμα και πηγές ενέργειας, ασφαλές και υγιές περιβάλλον για τη διαβίωση.

Οι δύο προκλήσεις των ημερών είναι τα βιοκαύσιμα και η κλιματική αλλαγή. Είναι δύο θέματα που βρίσκονται στο επίκεντρο των ενδιαφερόντων των Μηχανικών Βιοσυστημάτων. Η κλιματική αλλαγή επηρεάζεται από τις δραστηριότητες της Γεωργίας, αλλά και επηρεάζει την παραγωγικότητα φυτών και ζώων. Οι αναμενόμενες μεταβολές στη θερμοκρασία, τη βροχόπτωση, τη σχετική υγρασία, τα πλημμυρικά φαινόμενα και τη ξηρασία θα επηρεάσουν την ανάπτυξη των φυτών και τη διαβίωση των ζώων και του φυσικού περιβάλλοντος, όπου αναπτύσσονται και εκτρέφονται. Η διαχείριση της καλλιέργειας των αγρών ιδιαίτερα σε οργανικά εδάφη και των αποβλήτων των ζώων, επιβάλλεται για την μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου (CO₂, N₂O, CH₄). Η παραγωγή και η χρήση των βιοκαυσίμων αυξάνει συνεχώς. Συνδέεται, όμως με τη αύξηση της ζήτησης των προϊόντων ορισμένων καλλιεργειών, όπως αραβοσίτου, γεγονός που έχει επιπτώσεις στις τιμές τους και μερικές φορές στην ενίσχυση του επισιτιστικού προβλήματος και την κατασπατάληση υδατικών και εδαφικών πόρων.

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 οργάνωση του συνεδρίου.

Προς την Επιτροπή Ερευνών του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης, το ΥΠΕΧΩΔΕ, το ΓΕΩΤΕΕ 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, Οκτώβριος 2009
Καθηγητής, Βασίλειος Ζ. Αντωνόπουλος
Πρόεδρος Οργανωτικής Επιτροπής

Οργανωτική Επιτροπή Συνεδρίου

Αντωνόπουλος Β., Καθηγητής Α.Π.Θ., πρόεδρος ΕΓΜΕ
Τσατσαρέλης Κ., Καθηγητής Α.Π.Θ., αντιπρόεδρος ΕΓΜΕ
Νικήτα-Μαρτζοπούλου Χ., Καθηγήτρια Α.Π.Θ.
Παυλάτου-Βε Α., Αναπληρώτρια Καθηγήτρια Α.Π.Θ.
Βουγιούκας Σ., Επίκουρος Καθηγητής Α.Π.Θ., γραμματέας ΕΓΜΕ
Γεωργίου Π., Λέκτορας Α.Π.Θ., ταμίας ΕΓΜΕ
Τελόγλου Η., Επίκουρος Καθηγητής Α.Τ.Ε.Ι.Θ.
Ταμβακίδης Σ., Δρ. Γεωπόνος, υπάλληλος ΔΥ-ΠΚΜ
Εσκιάδης Δ., Πρόεδρος Εισαγωγέων-Κατασκευαστών Γεωργικών Μηχανημάτων
Ασχονίτης Β., Γραμματέας συνεδρίου

Επιστημονική Επιτροπή

Αναστασιάδου-Παρθενίου Ε., Καθηγήτρια Α.Π.Θ.
Αντωνόπουλος Β., Καθηγητής Α.Π.Θ.
Βουγιούκας Σ., Επικ. Καθηγητής Α.Π.Θ.
Γέμτος Θ., Καθηγητής Π.Θ.
Γεωργίου Π., Λέκτορας Α.Π.Θ.
Γιαννόπουλος Σ., Καθηγητής Α.Π.Θ.
Δαλέζιος Ν., Καθηγητής Π.Θ.
Ζήσης Θ., Καθηγητής Α.Π.Θ.
Καραμούζης Δ., Καθηγητής Α.Π.Θ.
Κατσούλας Ν., Λέκτορας Π.Θ.
Κερκίδης Π., Καθηγητής Γ.Π.Α.
Κίττας Κ., Καθηγητής Π.Θ.
Λαμπρινός Γ., 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.
Παναγάκης Π., Επικ. Καθηγητής Γ.Π.Α.
Παναγιωτόπουλος Κ., Καθηγητής Α.Π.Θ.
Παπαδάκης Γ., Καθηγητής Γ.Π.Α.
Παπαμιχαήλ Δ., Καθηγητής Α.Π.Θ.
Παρισόπουλος Γ., ΕΘΙΑΓΕ
Παυλάτου-Βε Α., Αν. Καθηγήτρια Α.Π.Θ.
Σακελλαρίου-Μακραντωνάκη Μ., Καθηγήτρια Π.Θ.
Τσατσαρέλης Κ., Καθηγητής Α.Π.Θ.

Κριτές Επιστημονικών Εργασιών

Αγγελοπούλου Κ.	Καλμπουρτζή Κ.	Μπόχτης Δ.
Ακριτίδης Κ.	Καλφούντζος Δ.	Μυστριώτης Α.
Αλεξίου Ι.	Κανακούδης Β.	Νάνος Γ.
Αλχανάκης Β.	Καραμούζης Δ.	Νάτσης Α.
Αλεξανδρίδης Θ.	Καραρίζος Π.	Νικήτα-Μαρτζοπούλου Χ.
Αναγνωστόπουλος Π.	Καρπούζος Δ.	Ντιούδης Π.
Αναγνωστοπούλου Χ.	Καρυδάς Χ.	Ξανθόπουλος Γ.
Αναστασιάδου-Παρθενίου Ε.	Κατσανίδης Ε.	Παναγάκης Π.
Αντωνόπουλος Β.	Κατσούλας Ν.	Παναγιωτόπουλος Κ.
Αραμπατζής Γ.	Κεραμίδας Β.	Παπαδάκης Γ.
Αργυροκαστρίτης Ι.	Κερκίδης Π.	Παπαδόπουλος Α.
Βαρζάκας Θ.	Κίττας Κ.	Παπαμιχαήλ Δ.
Βουγιούκας Σ.	Κολοκυθά Ε.	Παρισόπουλος Γ.
Βουδούρης Κ.	Κουνδουράς Σ.	Πατέρας Δ.
Βύρλας Π.	Κωστοπούλου Σ.	Παυλάτου-Βε Α.
Γέμτος Θ.	Κωτσόπουλος Θ.	Ράπτη Ε.
Γεωργίου Π.	Κωτσόπουλος Σ.	Σαπουντζής Μ.
Γιαννόπουλος Σ.	Λαζαρίδης Χ.	Σέμος Α.
Γιαννούλη Π.	Λαμπρινός Γ.	Ταμβακίδης Σ.
Γράβαλος Ι.	Λουκάς Α.	Τούλιος Λ.
Δαναλάτος Ν.	Μαλάμος Ν.	Τσατσαρέλης Κ.
Δεδούσης Α.	Μαμώλος Α.	Υψηλάντης Ι.
Δέρκας Ν.	Ματσή Θ.	Φερεντίνος Κ.
Δημητριάδης Α.	Μαυρογιαννόπουλος Γ.	Φουντάς Σ.
Διαμαντοπούλου Μ.	Μισοπολινός Ν.	Φράγκος Β.
Ελμαλόγλου Σ.	Μόσχου Δ.	Χατζηγιαννάκης Ε.
Ζαλίδης Γ.	Μπαμπατζιμόπουλος Χ.	Χρήστου-Βαρσακέλης Δ.
Ζήσης Θ.	Μπαρμπαγιάννης Ν.	Ψυχογιού Μ.
Καλαβρουζιώτης Ι.	Μπαρτζάνας Θ.	

Επικοινωνία – αλληλογραφία - πληροφορίες

Αντωνόπουλος Βασίλης

Καθηγητής Α.Π.Θ.

Γεωπονική Σχολή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης,
54124 Θεσσαλονίκη

Τηλ. 2310-998745, 2310-998716, 2310-998752

Fax: 2310-998767

E-mail: vasanton@agro.auth.gr, egme2009@gmail.com

Internet: www.egme.gr, www.egme2009.web.auth.gr

EurAgEn: www.eurageng.org

ΧΟΡΗΓΟΙ

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



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΕΡΕΥΝΩΝ



Scientact a.E.



ΑΓΡΕΚ

Κ. ΣΑΜΑΝΤΟΥΡΟΣ Α.Ε.



ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗ

Θερμικήπια – Μετάλλικά Κτίρια - Εξοπλισμός
ΒΙ.Π.Ε.Θ ΣΙΝΔΟΥ Τ.Θ. 1144, 570 22 ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ
TEL. +30-2310-797001/3 FAX :+30-2310-797004
Web. www.geotherm.gr , E.mail : geotherm@otenet.gr

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ



Υδατικοί Πόροι

- ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΩΝ ΣΧΕΣΕΩΝ ΝΕΡΟΥ – ΑΠΟΔΟΣΗΣ
ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΜΕ ΤΟ ΜΟΝΤΕΛΟ SWBACROS
Χ. Καλλιτσάρη, Π. Γεωργίου και Χ. Μπαμπατζιμόπουλος 3
- ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΚΑΤΑΚΛΥΣΗΣ ΤΩΝ ΟΡΥΖΩΝΩΝ ΣΤΙΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΥΣ ΤΗΣ
ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΗΣ ΚΑΜΠΥΛΗΣ ΤΗΣ ΕΞΙΣΩΣΗΣ VAN GENUCHTEN
Β.Γ. Ασχονίτης και Β.Ζ. Αντωνόπουλος..... 11
- Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΣΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΟΥ ΜΕΤΩΠΙΟΥ ΔΙΑΒΡΟΧΗΣ
ΚΑΙ ΣΤΗ ΒΑΘΙΑ ΔΙΗΘΗΣΗ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗΣ ΣΤΑΓΔΗΝ
ΑΡΔΕΥΣΗΣ
Ε. Διαμαντόπουλος και Σ. Ελμαλόγλου..... 19
- ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ WAVE ΣΤΙΣ
ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΤΩΝ ΣΤΑΘΕΡΩΝ ΣΤΟ ΧΡΟΝΟ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΤΟΥ
Ι.Γ. Αλεξίου, Δ.Μ. Παπαμιχαήλ και Β.Ζ. Αντωνόπουλος 27
- ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΤΗΣ ΔΥΝΑΜΙΚΗΣ ΤΟΥ ΕΔΑΦΙΚΟΥ ΝΕΡΟΥ ΣΕ ΑΓΡΟ ΥΠΟ
ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΣΤΑΓΔΗΝ ΑΡΔΕΥΣΗΣ ΜΕ ΤΟ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ
SWMS_3D
Β.Ζ. Αντωνόπουλος και Σ.Α. Κωτσόπουλος..... 35
- ΒΑΘΜΟΝΟΜΗΣΗ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ SALTMED ΓΙΑ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ
ΒΑΜΒΑΚΙΟΥ ΜΕ ΣΥΣΤΗΜΑ ΣΤΑΓΔΗΝ ΑΡΔΕΥΣΗΣ
Δ. Καλφούντζος, R. Ragab, Π. Βύρλας, Π. Καλφούντζος και Δ. Πατέρας 43
- ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΑΡΔΕΥΤΙΚΗΣ ΠΡΑΚΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΟΥ
ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΑΡΔΕΥΣΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΑΡΤΑΣ
Ι.Α. Τσιρογιάννης και Σ. Τριάντος..... 51
- ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΟΥ ΑΙΣΘΗΤΗΡΑ WET ΣΕ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΑΝΟΜΟΙΟΜΟΡΦΗΣ
ΥΓΡΑΣΙΑΣ
Γ. Κάργας και Π. Κερκίδης..... 59
- ΠΡΟΓΝΩΣΗ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗΣ ΓΙΑ ΤΕΣΣΕΡΕΙΣ ΔΙΑΔΟΧΙΚΟΥΣ ΜΗΝΕΣ ΣΤΗΝ
ΑΘΗΝΑ ΚΑΙ ΤΗΝ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥΠΟΛΗ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΕΧΝΗΤΩΝ
ΝΕΥΡΩΝΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ
Κ.Π. Μουστρής, Ι.Κ. Λαρίσση και Α.Γ. Παλιατσός..... 67
- ΥΨΗΛΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΕΣ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΕΣ ΠΡΟΓΝΩΣΕΙΣ
ΚΑΙΡΟΥ ΓΙΑ ΑΓΡΟΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ
Ι. Πυθαρούλης..... 75
- ΒΑΘΜΟΝΟΜΗΣΗ ΚΑΙ ΕΠΙΒΕΒΑΙΩΣΗ ΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΚΛΙΜΑΤΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΤΟΥ ΧΕΙΜΩΝΑ
Γ. Δημόκας, Κ. Κίττας και Μ. Tchamitchian 83
- ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΜΕΘΟΔΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ
ΕΞΑΤΜΙΣΟΔΙΑΠΝΟΗΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ
Χ. Ράπτη, Χ. Ευαγγελίδης και Γ. Αραμπατζής 91
- ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑΣ ΜΕΘΟΔΩΝ ΕΞΑΤΜΙΣΟΔΙΑΠΝΟΗΣ ΣΤΙΣ ΒΑΣΙΚΕΣ
ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΦΛΩΡΙΝΑΣ
Β.Θ. Αμπας, Ε.Α. Μπαλτάς, Δ.Μ. Παπαμιχαήλ και Π.Ε. Γεωργίου..... 99

- ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΟΥ ΔΕΙΚΤΗ ΥΔΑΤΙΚΗΣ ΚΑΤΑΠΙΟΝΗΣΗΣ ΔΥΟ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ
ΗΛΙΑΝΘΟΥ ΥΠΟ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΕΛΛΕΙΜΜΑΤΙΚΗΣ ΑΡΔΕΥΣΗΣ
*Ι. Αργυροκαστρίτης, Σ. Φραγκίστα, Χ. Βαμβακούλας, Θ. Δαμιανίδης,
Σ. Αλεξανδρή και Π. Παπαστυλιανού..... 107*
- ΜΙΚΡΟΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΚΑΙ ΥΔΑΤΟΔΙΑΘΕΣΙΜΟΤΗΤΑ ΓΙΑ
ΠΑΤΑΤΟΠΑΡΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΑΡΚΑΔΙΑ
Ν. Προύτσος, Α. Λιακατάς, Α. Κοτρώζου και Σ. Αλεξανδρή..... 115
- ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΑΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ (ΣΥΜΒΙΒΑΣΤΙΚΟΣ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ
ΛΙΒΑΔΙΟΥ ΛΑΡΙΣΗΣ
Π. Καρασαββίδης, Χ. Τζιμόπουλος και Χ. Ευαγγελίδης..... 123
- ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΑΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΧΩΡΩΝ
ΜΕ ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΤΗΣ ΑΣΑΦΟΥΣ ΛΟΓΙΚΗΣ. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΤΗΝ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗ
ΛΕΚΑΝΗ ΤΟΥ ΝΕΣΤΟΥ
Χ. Τζιμόπουλος, Σ. Γιαννόπουλος και Χ. Ευαγγελίδης..... 131
- ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΤΙΚΗ ΕΠΙΛΥΣΗ ΤΗΣ ΜΗ ΓΡΑΜΜΙΚΗΣ ΕΞΙΣΩΣΗΣ BOUSSINESQ
ΓΙΑ ΤΗ ΜΗ ΜΟΝΙΜΗ ΣΤΡΑΓΓΙΣΗ
Η. Τελόγλου και Θ. Ζήσης..... 139
- ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΤΗΣ ΣΤΑΘΕΡΗΣ ΣΤΡΑΓΓΙΣΗΣ ΤΩΝ
ΔΙΑΣΤΡΩΜΕΝΩΝ ΕΔΑΦΩΝ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ ΤΩΝ TOKSÖZ - KIRKHAM
Μ.Ε. Θεοχάρης 147
- ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΧΕΙΡΙΣΜΩΝ ΘΥΡΟΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΜΙΚΡΗΣ
ΠΡΕΣΠΙΑΣ ΣΤΗ ΣΤΑΘΜΗ ΤΗΣ ΛΙΜΝΗΣ
Γ. Παρισόπουλος, Μ. Μαλακού, Γ. Σαπουντζάκης και Μ. Γιαμούρη 155
- ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΤΩΝ ΔΑΣΙΚΩΝ ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ ΣΤΙΣ
ΠΛΗΜΜΥΡΙΚΕΣ ΑΠΟΡΡΟΕΣ
Κ. Σούλης, Π. Λόντρα, Δ. Αλωνιστιώτη, Ε. Πολλάλης και Ι. Βαλιάντζας..... 163
- ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΩΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΩΝ ΑΛΛΑΓΩΝ ΣΤΟ ΥΔΑΤΙΚΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ
ΜΙΚΡΗΣ ΚΛΙΜΑΚΑΣ ΛΕΚΑΝΩΝ ΑΠΟΡΡΟΗΣ
Κ. Χατζηπαραδείση, Κ. Τολίκα και Ν. Θεοδοσίου..... 171

Εδαφικοί Πόροι

-
- ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΑΣΒΕΣΤΩΣΗΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΛΙΠΑΝΣΗΣ ΝΡΚ ΣΤΗ
ΔΙΑΘΕΣΙΜΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΘΡΕΠΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΣΤΗ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΦΥΛΛΩΝ ΚΑΠΝΟΥ
(VIRGINIA) ΣΕ ΟΞΙΝΑ ΕΔΑΦΗ ΣΤΗΝ ΘΕΣΣΑΛΙΑ
Ε. Σταυρινός, Α. Δημήτρου, Γ. Ζαλίδης, Ν. Μισσοπολινός, Γ. Μπίλας..... 181
 - ΧΡΗΣΗ ΦΥΤΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ ΑΠΟ ΚΑΛΑΜΙΩΝΕΣ (*Phragmites australis*) ΓΙΑ
ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΚΟΜΠΟΣΤΑΣ ΚΑΙ Η ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ
Α. Τσιμπέλη, Α. Παυλάτου-Βε, Σ. Κωστοπούλου, Α. Μαμάλος και Κ. Καλμπουρτζή..... 189
 - ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΕΚΠΛΥΣΗΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΠΡΟΣΘΗΚΗΣ ΟΡΓΑΝΙΚΩΝ
ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΩΝ ΣΤΗ ΔΙΑΣΠΟΡΑ ΤΗΣ ΑΡΓΙΛΟΥ ΚΑΙ ΤΗ ΜΙΚΡΟΒΙΑΚΗ
ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΕΝΟΣ ΑΛΑΤΟΥΧΟΥ-ΝΑΤΡΙΩΜΕΝΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ
Σ.Κ. Κωστοπούλου και Σ. Τάτσης 197
 - ΔΟΚΙΜΗ ΤΗΣ USLE ΣΕ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΥΣ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΚΑΙ
ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΗΣ ΠΡΑΚΤΙΚΗΣ
Δ. Πατέρας, Χ. Τερζοπούδη και Θ. Γέμτος 205
 - ΔΙΑΘΕΣΙΜΟΤΗΤΑ ΦΩΣΦΟΡΟΥ ΣΕ ΟΞΙΝΑ ΚΑΙ ΑΣΒΕΣΤΩΜΕΝΑ ΕΔΑΦΗ
Β. Αντωνιάδης, Δ. Μπαχτσεβανίδης και Φ. Χαντζής 213

- Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΕΙΣΡΟΩΝ ΤΟΥ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΟΜΑΛΩΝ ΚΕΦΑΛΛΗΝΙΑΣ ΣΤΗΝ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ ΤΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ
Π.Σ. Βαγγελάτου, Θ.Ε. Σιμιτοπούλου και Κ.Χ. Αγγελόπουλος..... 221
- ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΣΥΜΠΙΕΣΗΣ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ ΣΤΟ ΚΡΙΘΑΡΙ
Χ. Πασχαλίδης, Β. Καββαδίας, Δ. Πετρόπουλος, Α. Κορίκη και Α. Πανδής..... 229
- ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΑΣΕΩΝ ΣΤΟ ΕΔΑΦΙΚΟ ΠΡΟΦΙΛ ΑΠΟ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΟ ΦΟΡΤΙΟ
Χ. Χαλβατζής και Ι.Κ. Καλαβρουζιώτης 235

Υπολογιστικά Μοντέλα στη Γεωργική Μηχανική

- ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΙΞΩΔΟΥΣ ΡΟΗΣ ΠΑΝΩ ΑΠΟ ΠΟΛΛΑΠΛΑ ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΑ ΤΟΞΩΤΑ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑ
Δ.Α. Κατέρης, Ι.Ν. Ντάντος, Σ. Παπουτσή–Ψυχουδάκη και Β.Π. Φράγκος..... 245
- ΜΕΤΡΗΣΗ ΠΑΡΟΧΗΣ ΝΕΡΟΥ ΣΤΙΣ ΕΚΒΟΛΕΣ ΤΟΥ ΣΤΡΥΜΟΝΑ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΚΟΥΣΤΙΚΟΥ ΑΥΤΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΓΡΑΦΟΥ ΟΡΙΖΟΝΤΙΑΣ ΔΕΣΜΗΣ (H-ADCP)
Σ. Βουγιούκας, Δ. Παπαμιχαήλ, Π. Γεωργίου και Δ. Παπαδήμος..... 253
- ΔΙΔΙΑΣΤΑΤΗ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΡΟΗΣ ΑΕΡΑ ΠΑΝΩ ΑΠΟ ΔΥΟ ΔΙΑΔΟΧΙΚΕΣ ΑΓΡΟΤΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ
Ι.Ν. Ντάντος, Δ.Α. Κατέρης, Σ. Παπουτσή–Ψυχουδάκη και Β.Π. Φράγκος..... 261
- ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΡΟΗΣ & ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΣΕ ΚΤΗΝΟΤΡΟΦΙΚΟ ΚΤΙΡΙΟ
Κ. Μπαζεβάνου, Δ. Φεΐδαρος, Δ. Παπαναστασίου, Θ. Μπαρτζάνας και Κ. Κίττας 269
- ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΕΞΑΝΑΓΚΑΣΜΕΝΗΣ ΡΟΗΣ ΑΕΡΙΣΜΟΥ ΣΕ ΤΥΠΙΚΟ ΤΟΞΩΤΟ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ
Θ. Μπαρτζάνας, Δ. Φεΐδαρος, Α. Μπαζεβάνου και Κ. Κίττας..... 277
- ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΚΕΝΟΥ ΔΩΜΑΤΙΟΥ ΜΕ ΦΥΤΕΜΕΝΗ ΟΡΟΦΗ
Δ. Φεΐδαρος, Κ. Μπαζεβάνου, Θ. Μπαρτζάνας και Κ. Κίττας..... 285

Τεχνολογία Περιβάλλοντος

- ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ ΣΤΑΘΕΡΟΠΟΙΗΣΗΣ ΜΕ ΑΛΓΗ ΚΑΙ ΜΕ ΜΑΚΡΟΦΥΤΑ (DUCKWEED) ΓΙΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΒΟΘΡΟΛΥΜΑΤΩΝ
Φ.Η. Παπαδόπουλος και Β.Α. Τσιχριντζής 295
- ΒΕΛΤΙΣΤΗ ΕΠΙΛΟΓΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΥΜΑΤΩΝ ΜΙΚΡΗΣ ΚΛΙΜΑΚΑΣ ΜΕ ΤΗ ΘΕΩΡΙΑ ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΑΣ ΑΞΙΑΣ
Φ.Δ. Γάλλιον, Δ.Κ. Καρπούζος και Δ. Καραμούζης 303
- ΕΜΠΕΙΡΙΕΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΡΩΤΗ ΕΥΡΕΙΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ ΛΥΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΑΡΔΕΥΣΗ ΜΕΓΑΛΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ
Α. Πανώρας, Α. Ηλίας, Ε. Χατζηγιαννάκης, Γ. Αραμπαζής, Α. Ζδράγκας, Α. Παναγόπουλος, Σ. Σωτηράκη, Η. Παρούσης, Γ. Πανώρας, Θ. Μπόγιας, Α. Σουπίλας και Α. Νούλα..... 311
- ΑΖΩΤΟΥΧΟΣ ΛΙΠΑΝΣΗ ΒΑΜΒΑΚΙΟΥ ΜΕ ΣΥΜΒΑΤΙΚΑ ΛΙΠΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕ ΠΑΡΕΜΠΟΔΙΣΤΗ ΝΙΤΡΟΠΟΙΗΣΗΣ
Ν. Δαναλάτος, Σ. Αρχοντούλης, Δ. Μπαρτζιάλης, Α. Σιάνου, Δ. Ζαϊτούδης..... 321
- ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΓΡΟΤΙΚΩΝ ΠΛΑΣΤΙΚΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΑΝΑΦΟΡΙΚΑ ΜΕ ΤΙΣ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗΣ ΚΑΙ ΑΝΑΚΤΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ
Δ. Μπριασούλης, Μ. Χισκάκης, Ε. Μπάμπου, Σ. Αντίοχος και Κ. Παπάδη..... 329

- ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΤΟΥ ΑΖΩΤΟΥ ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ ΚΑΙ ΣΤΑ ΦΥΤΑ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ
ΓΛΥΚΟΥ ΣΟΡΓΟΥ [*Sorghum bicolor* (L.) Moench]
Α.Β. Κουβέλας και Κ.Χ. Αγγελόπουλος..... 341
- ΕΠΙΠΕΔΑ ΚΛΙΜΑΤΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΚΑΙ ΑΙΩΡΟΥΜΕΝΩΝ ΣΩΜΑΤΙΔΙΩΝ
ΣΕ ΚΤΗΝΟΤΡΟΦΙΚΟ ΚΤΙΡΙΟ ΜΕ ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΣΜΟ
Δ.Κ. Παπαναστασίου, Δ. Φεΐδαρος, Α. Μπαζεβάνου, Θ. Μπαρτζάνας και Κ. Κίττας..... 349
- ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗΣ ΑΕΙΦΟΡΙΑΣ ΤΟΥ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ
ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΟΜΑΛΩΝ ΚΕΦΑΛΟΝΙΑΣ
Θ.Ε. Σιμιτοπούλου, Π.Σ. Βαγγελάτου και Κ.Χ. Αγγελόπουλος..... 357

Οικονομικά Θέματα Γεωργικής Μηχανικής

- ΚΟΣΤΟΛΟΓΗΣΗ ΑΡΔΕΥΤΙΚΟΥ ΝΕΡΟΥ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ ΣΥΝΑΡΤΗΣΗΣ
ΖΗΤΗΣΗΣ ΚΑΙ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΓΡΑΜΜΙΚΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ
Α.Γ. Λιάπης, Π.Ε. Γεωργίου και Δ.Μ. Παπαμιχαήλ..... 367
- ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΩΝ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΩΝ ΥΙΟΘΕΤΗΣΗΣ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΕΡΩΝ
ΜΕΘΟΔΩΝ ΑΡΔΕΥΣΗΣ ΜΕΣΩ ΤΗΣ ΤΙΜΟΛΟΓΙΑΚΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ
Δ. Παγίδης και Δ. Λατινόπουλος..... 375
- ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΕΛΛΕΙΜΜΑΤΙΚΗΣ
ΑΡΔΕΥΣΗΣ
Μ. Σακελλαρίου-Μακραντωνάκη, Ε. Μυγδάκος και Χ. Παπανικολάου..... 383
- ΔΙΑΘΕΣΙΜΟΤΗΤΑ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ ΚΑΙ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΟΥ ΕΙΚΟΝΙΚΟΥ
ΝΕΡΟΥ ΣΤΟ ΝΟΜΟ ΚΟΡΙΝΘΙΑΣ
Π. Γεωργίου και Κ. Βουδούρης..... 391
- ΤΟ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ ΤΡΙΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΣΤΗ
ΘΕΣΣΑΛΙΑ
Α. Ταγαράκης, Χ. Καραμούτης, Χ. Καβαλάρης, Ε. Μυγδάκος και Θ.Α. Γέμτος..... 399
- ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΣΥΜΒΑΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΛΑΧΑΝΟΥ:
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ
Ε. Μυγδάκος, Α. Ρεζίτης, Ι. Σωτηρόπουλος και Μ. Ζώζουλα..... 407
- ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ
ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΣΤΟ ΝΟΜΟ ΑΙΤΩΛΟΑΚΑΡΝΑΝΙΑΣ : ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ
ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΗΣ ΠΕΡΙΟΔΟΥ 2006-2007
Ε. Μυγδάκος, Α. Ρεζίτης και Χ. Κελεπούρης..... 415

Γεωργικά Μηχανήματα - Εξοπλισμοί

- ΔΟΝΗΣΕΙΣ ΣΤΟ ΚΑΘΙΣΜΑ ΤΟΥ ΧΕΙΡΙΣΤΗ ΕΛΚΥΣΤΗΡΑ ΣΕ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ
ΕΔΑΦΟΥΣ ΜΕ ΔΙΣΚΟΣΒΑΡΝΑ
*Θ. Γιαλαμάς, Δ. Κατέρης, Ι. Γράβαλος, Π. Ξυραδάκης, Ζ. Τσιρόπουλος,
Χ. Δημητριάδης, Κ.Α. Τσατσαρέλης και Θ.Α. Γέμτος*..... 425
- ΣΥΣΤΗΜΑ ΔΙΑΓΝΩΣΗΣ ΒΛΑΒΩΝ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ DIESEL
Ι. Γράβαλος, Ζ. Τσιρόπουλος, Θ. Γιαλαμάς, Δ. Κατέρης και Π. Ξυραδάκης..... 433
- ΥΒΡΙΔΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΤΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ
Ι. Γράβαλος, Θ. Γιαλαμάς, Δ. Κατέρης, Ζ. Τσιρόπουλος και Π. Ξυραδάκης..... 441
- Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ ΣΥΓΚΟΜΙΔΗΣ ΣΤΗΝ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΤΟΥ
ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΟΥ ΑΙΘΕΡΙΟΥ ΕΛΑΙΟΥ ΑΠΟ ΤΗ ΛΕΒΑΝΤΑ
Χ.Ι. Δημητριάδης, J.L. Brighton, Ι.Φ. Κόκκορας, Μ.Ι. Κόκκορα και Θ. Γιαλαμάς..... 449
- ΒΑΘΜΟΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΩΝ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ ΜΕ
ΔΙΣΚΟΣΒΑΡΝΑ ΚΑΙ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗΣ ΛΙΠΑΝΣΗΣ
Χ.Κ. Κοτσακιώτη και Κ.Α. Τσατσαρέλης..... 457

• ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ ΤΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ ΓΕΩΡΓΙΚΟΥ ΕΛΚΥΣΤΗΡΑ <i>Α. Σβέρκου, Α. Νάτσης, Γ. Λαμπρινός και Θ.Α.Γέμτος</i>	465
• ΔΟΝΗΣΕΙΣ ΣΤΟ ΚΑΘΙΣΜΑ ΤΟΥ ΧΕΙΡΙΣΤΗ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΑΡΟΣΗΣ ΜΕ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΟΥΣ ΕΛΚΥΣΤΗΡΕΣ <i>Θ.Α. Γιαλαμάς, Ι. Γράβαλος, Δ. Κατέρης, Π. Ξυραδάκης, Ζ. Τσιρόπουλος, Κ.Α. Τσατσαρέλης, Δ. Μόσχου και Θ.Α. Γέμτος</i>	471
• ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΧΡΗΣΗΣ ΚΑΘΑΡΟΥ ΗΛΙΕΛΑΙΟΥ ΩΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ ΣΕ ΚΙΝΗΤΗΡΑ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ ΜΕ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΟΥ ΧΡΟΝΙΣΜΟΥ & ΤΟΥ ΒΑΘΟΥΣ ΕΓΧΥΣΗΣ ΚΑΙ ΧΡΗΣΗ ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΑΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ <i>Α. Μπαλαφούτης, Α. Παπαγιαννοπούλου, Α. Γερονικολού, Α. Νάτσης και Γ. Παπαδάκης</i>	479
• ΕΡΕΥΝΑ ΠΕΔΙΟΥ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΓΕΩΡΓΙΚΟΥ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ <i>Σ. Πασιτόπουλος, Σ. Φουντάς και Θ. Γέμτος</i>	489
• ΟΙ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΤΟΥ ΠΡΟΩΘΗΤΗ ΓΑΙΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΑΜΟΧΛΕΥΣΗ ΤΟΥ ΕΛΑΦΟΥΣ ΣΤΙΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΔΙΑΝΟΙΞΗΣ ΤΟΥ ΔΑΣΟΥΣ <i>Π.Β. Καραρίζος, Ε.Α. Καραγιάννης, Ε.Ν. Λάμπου και Μ.Γ. Καλαϊτζή</i>	497
• ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΩΝ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΩΝ ΦΟΡΤΩΣΗΣ ΣΕ ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΔΙΑΝΟΙΞΗΣ ΤΟΥ ΔΑΣΟΥΣ <i>Ε.Α. Καραγιάννης, Π.Β. Καραρίζος, Ε.Ν. Λάμπου και Κ.Π. Ζάννης</i>	505
• ΧΡΗΣΗ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΩΝ ΣΤΙΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΔΙΑΝΟΙΞΗΣ ΤΟΥ ΔΑΣΟΥΣ <i>Ε.Α. Καραγιάννης, Π.Β. Καραρίζος, Ε.Ν. Λάμπου και Μ.Γ. Καλαϊτζή</i>	513
• ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΩΝ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ, ΣΠΟΡΑΣ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΥ ΖΙΖΑΝΙΩΝ ΣΤΗΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΟΥ ΗΛΙΑΝΘΟΥ <i>Χ. Καβαλάρης, Χ. Καραμούτης και Θ.Α. Γέμτος</i>	521
• ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΕΛΛΗΝΙΚΩΝ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΕΩΝ <i>Ι.Γ. Αμπατζίδης, Ι.Α. Σπανομήτρος και Δ.Χ. Χατζημπεντέλης</i>	531

Αγροτικές Κατασκευές

• ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΗΣ ΗΛΙΑΚΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ ΣΤΟ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟ ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΟΥ ΤΟΞΩΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ <i>Χ. Παπαϊωάννου, Ν. Κατσούλας και Κ. Κίττας</i>	541
• ΣΥΜΒΟΛΗ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΗΛΙΑΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΕΙΤΑΙ ΩΣ ΥΔΡΟΡΡΟΗ ΥΔΡΟΠΟΝΙΑΣ ΣΤΗ ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ <i>Γ. Ντίνας και Χ. Νικήτα-Μαρτζοπούλου</i>	549
• ΔΙΣΔΙΑΣΤΑΤΗ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΤΗΣ ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΑΝΕΜΟΠΙΕΣΕΩΝ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΠΕΤΑΣΜΑΤΟΣ ΕΛΑΣΤΙΚΗΣ ΣΤΗΡΙΞΗΣ <i>Α. Γιαννούλης, Α. Μυστριώτης και Δ. Μπριασούλης</i>	557
• ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗ ΤΗΣ ΥΓΡΑΣΙΑΣ ΣΕ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ ΜΕ ΥΒΡΙΔΙΚΟ ΗΛΙΑΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΥΝΔΥΑΣΜΕΝΟ ΜΕ ΥΔΡΟΡΡΟΗ ΥΔΡΟΠΟΝΙΑΣ <i>Γ. Ντίνας, Ε. Καρανίκας και Χ. Νικήτα-Μαρτζοπούλου</i>	567
• ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΩΝ ΚΑΙ ΣΤΗΡΙΞΗΣ ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ <i>Κ. Κίττας, Ν. Κατσούλας, Θ. Μπαρτζάνας, Χ. Λύκας και Μ. Τσετσελίδου</i>	575

- ΧΟΙΡΟΣΤΑΣΙΟΥ ΚΑΙ ΕΛΑΙΟΤΡΙΒΕΙΟΥ ΣΕ ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΕΣ ΕΦΑΠΙΑΣ ΠΛΗΡΩΣΗΣ (BATCH DIGESTERS) ΣΤΗ ΜΕΣΟΦΙΛΗ ΖΩΝΗ
Π. Κούγιας, Α. Βέργος, Θ. Κωτσόπουλος και Γ. Μαρτζόπουλος 583

Νέες Τεχνολογίες στη Γεωργική Μηχανική

- ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΝΑΜΟΝΗΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΜΕΤΡΗΣΗ ΚΑΙ ΤΑΥΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΕΠΙΤΡΑΠΕΖΙΩΝ ΣΤΑΦΥΛΙΩΝ ΣΤΟΝ ΑΓΡΟ
Ι.Γ. Αμπατζίδης και Σ.Γ. Βουγιούκας..... 593
- ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΚΑΙ ΧΩΡΙΚΗ ΠΑΡΑΛΛΑΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΣΕ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΜΗΛΙΑΣ ΜΕ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΑΝΘΟΦΟΡΙΑΣ ΜΕΣΩ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΨΗΦΙΑΚΩΝ ΕΙΚΟΝΩΝ
Α.Α. Κουτσοστάθης, Δ. Μπόχτης, Α. Αγγελόπουλου, Σπ. Φουντάς και Θ. Γέμτος 601
- ΒΑΘΜΟΝΗΣΗ ΚΑΙ ΕΠΙΒΕΒΑΙΩΣΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΜΑΤΟΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΣΠΟΡΟΦΥΤΩΝ ΤΟΜΑΤΑΣ
Κ. Πεπονάκης, Ν. Κατσούλας και Κ. Κίττας 609
- ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΤΗΣ ΠΑΡΑΔΟΣΙΑΚΗΣ ΣΥΓΚΟΜΙΔΗΣ ΝΩΠΩΝ ΚΑΡΠΩΝ ΟΠΩΡΟΦΟΡΩΝ ΔΕΝΔΡΩΝ
Ι.Γ. Αμπατζίδης και Σ.Γ. Βουγιούκας..... 617
- ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗ ΖΙΖΑΝΙΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΙΑ: ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΠΡΑΚΤΙΚΩΝ ΓΕΩΡΓΙΑΣ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ
Σ. Φουντάς, Κ. Μπουλουλή, Κ. Αγγελοπούλου, Ν. Γιαννόπουλος, Θ. Γέμτος, Γ. Νάνος, Α. Παρασκευόπουλος και Μ. Γαλάνης..... 625
- ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΥΤΟΜΑΤΗΣ ΑΝΙΧΝΕΥΣΗΣ ΑΣΘΕΝΕΙΩΝ ΦΥΤΩΝ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΣΥΓΚΕΡΑΣΜΟΥ ΠΟΛΥΑΙΣΘΗΤΗΡΙΑΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ
Δ. Μόσχου..... 633
- ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ ΚΟΜΒΩΝ ΣΕ ΓΕΩΡΓΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ ΒΑΣΙΖΟΜΕΝΗ ΣΤΟΝ LGR ΑΛΓΟΡΙΘΜΟ ΔΡΟΜΟΛΟΓΗΣΗΣ
Α. Ξενάκης, Α. Περλεπές, Π. Κίκiras και Γ. Σταμούλης..... 641
- ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΤΟΥ Π. ΣΤΡΥΜΟΝΑ ΜΕ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟΣΤΡΕΦΗ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ
Χ. Καρυδάς, Β. Αντωνόπουλος, Γ. Ζαλίδης, Δ. Παπαμιχαήλ και Ν. Συλλαίος..... 649
- ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΓΕΩΡΓΙΑΣ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ ΣΕ ΑΜΠΕΛΩΝΑ
Γ. Στουγιάννης, Α. Περλεπές, Σ. Φουντάς, Θ.Α. Γέμτος και Π. Κίκiras..... 657
- ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΝΕΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΣΤΗΝ ΕΦΟΔΙΑΣΤΙΚΗ ΑΛΥΣΙΔΑ ΒΙΟΜΑΖΑΣ
Δ.Δ. Μπόχτης, S.G. Sørensen, O. Green, A. Klose και K.A. Andersen..... 665
- ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΕΥΡΩΣΤΩΝ ΕΛΕΓΚΤΩΝ ΣΕ ΑΝΟΙΚΤΑ ΑΡΔΕΥΤΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ
Α.Γ. Σολδάτος, Σ.Γ. Σαφαρίδης και Κ.Γ. Αρβανίτης 673
- ΧΡΗΣΗ ΑΝΙΧΝΕΥΤΗ ΕΓΓΥΣ ΥΠΕΡΥΘΡΟΥ ΦΩΤΟΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΓΝΩΣΗ ΤΟΥ ΣΤΑΔΙΟΥ ΩΡΙΜΟΤΗΤΑΣ ΤΗΣ ΑΡΑΧΙΔΑΣ
Α. Περιστέρόπουλος, Γ. Βελλίδης, Σ. Φουντάς και Θ.Α. Γέμτος..... 681

Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και Εξοικονόμηση Ενέργειας στη Γεωργία

- ΤΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ ΤΡΙΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΣΤΗ ΘΕΣΣΑΛΙΑ
Χ. Καβαλάρης, Χ. Καραμούτης, Α. Ταγαράκης και Θ.Α. Γέμτος 691

• Η ΠΡΟΣΑΡΜΟΣΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΡΙΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΣΤΗ ΘΕΣΣΑΛΙΑ <i>Θ.Α. Γέμτος, Χρ. Καβαλάρης, Χρ. Καραμούτης και Σπ. Φουντάς</i>	699
• ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΣΟΡΓΟΥ ΣΤΗΝ ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΕΛΛΑΔΑ <i>Χ. Παπανικολάου και Μ. Σακελλαρίου-Μακραντωνάκη</i>	707
• ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΓΛΥΚΟΥ ΣΟΡΓΟΥ ΓΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΜΑΖΑΣ <i>Κ.Χ. Αγγελόπουλος, Α.Β. Κούβελας, Α. Καμπράνης, Α.Ν. Θεοδωρακοπούλου</i>	715
• ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΑΕΡΙΟΥ ΑΠΟ ΤΥΡΟΓΑΛΑ ΕΜΠΛΟΥΤΙΣΜΕΝΟ ΜΕ ΥΓΡΑ ΜΗΧΑΝΙΚΟΥ ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΥ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΧΟΙΡΟΣΤΑΣΙΟΥ <i>Αν. Κακούρος, Δ. Γεωργακάκης και Β. Φούντα</i>	721
• ΝΕΑ ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΨΥΚΤΙΚΩΝ ΡΕΥΣΤΩΝ ΓΙΑ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟ <i>Α. Λεβέντη και Γρ. Λαμπρινός</i>	729
• ΕΠΟΧΙΑΚΗ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΗΛΙΑΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΜΕ ΑΝΤΛΙΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ <i>Μ. Χιονίδης και Γρ. Λαμπρινός</i>	737

Μετασυλλεκτική – Μετασυγκομιστική Τεχνολογία

• Ο ΡΟΛΟΣ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΗΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ ΣΤΗ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ «ΕΛΑΧΙΣΤΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΗΣ» ΠΡΑΣΙΝΗΣ ΠΙΠΕΡΙΑΣ <i>Α. Χριστόπουλος, Κ. Ρεκούμη και Ε. Μανωλοπούλου</i>	747
• ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΣΥΓΚΟΜΙΔΗΣ ΝΩΠΩΝ ΚΑΡΠΙΩΝ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΥ ΨΕΥΔΟΚΑΡΠΟΥ <i>Γ.Δ. Νάνος, Στ. Λεοντόπουλος και Θ. Γέμτος</i>	755
• Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΩΝ ΕΡΓΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΥΠΟΒΑΘΜΙΣΗ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ ΜΗΛΩΝ ΑΠΟ ΜΩΛΩΠΙΣΜΟΥΣ <i>Γ.Δ. Νάνος, Σ. Λεοντόπουλος και Θ. Γέμτος</i>	763
• ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΕΞΕΛΙΞΗΣ ΤΩΝ ΧΡΩΜΑΤΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΞΗΡΑΝΣΗ ΜΕ ΘΕΡΜΟ ΑΕΡΑ ΕΔΩΔΙΜΟΥ ΜΑΝΙΤΑΡΙΟΥ <i>AGARICUS BISPORUS</i> <i>Θ. Σωτηριάδης, Ε. Π. Αγγλογάλλος, Γ. Ξανθόπουλος και Γρ. Λαμπρινός</i>	771
• ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΙΝΔΥΝΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΤΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΣΕ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗ ΔΙΑΚΙΝΗΣΗΣ ΑΛΙΕΥΜΑΤΩΝ <i>Ε.Γ. Χατζής, Κ.Δ. Σιαφαρίκας και Στ. Ψυχογιού</i>	779
• ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΜΕΤΑΒΟΛΗΣ ΤΟΥ ΧΡΩΜΑΤΟΣ «ΕΛΑΧΙΣΤΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΩΝ» ΜΗΛΩΝ <i>GOLDEN DELICIOUS</i> ΜΕ ΑΝΑΛΥΣΗ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΕΙΚΟΝΑΣ <i>Ε.Γ. Χατζής, Ε. Μανωλοπούλου, Ε. Αραβαντινός-Καρλάτος, Γ. Ξανθόπουλος και Γρ. Λαμπρινός</i>	787
• ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΔΙΑΧΥΣΗΣ ΚΑΙ ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΗΣ ΥΓΡΑΣΙΑΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΑΤΟΜΙΚΗ ΞΗΡΑΝΣΗ ΜΑΝΙΤΑΡΙΩΝ <i>AGARICUS BISPORUS</i> <i>Ε-Π. Αγγλογάλλος, Θ. Σωτηριάδης, Γ. Ξανθόπουλος και Γρ. Λαμπρινός</i>	795
• ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΩΝ ΣΥΝΘΗΚΩΝ ΞΗΡΑΝΣΗΣ ΤΩΝ ΚΑΛΑΜΙΩΝ ΓΙΑ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥΣ ΩΣ ΒΙΟΜΑΖΑ <i>Α.Ν. Δημητριάδης</i>	805
• ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΧΡΟΝΟΥ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΣΤΗ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΟΥ ΧΡΩΜΑΤΟΣ ΤΡΙΩΝ ΣΤΕΛΕΧΩΝ ΜΑΝΙΤΑΡΙΟΥ <i>AGARICUS BISPORUS</i> <i>Α. Κέφη, Γ. Ξανθόπουλος, Ε. Μανωλοπούλου και Γρ. Λαμπρινός</i>	815

- ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΣΤΑΔΙΟΥ ΩΡΙΜΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ
ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΣΤΗΝ ΠΟΙΟΤΗΤΑ «ΕΛΑΧΙΣΤΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΟΥ ΜΗΛΟΥ»
Delicious Pilafa
Ε. Μανωλοπούλου, Γρ. Λαμπρινός, Γ. Ξανθόπουλος, Ε. Χατζής και
Ε. Αραβαντινός–Καρλάτος..... 823
- ΜΕΛΕΤΗ ΣΥΝΤΗΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΤΟΜΑΤΑΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ
Στ. Ψυχογιού, Α. Κατσογιάννη, Ε. Μανωλοπούλου, Γ. Ξανθόπουλος
Ε. Χατζής και Γρ. Λαμπρινός 831
- ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΜΑΖΑΣ ΝΩΠΗΣ ΤΟΜΑΤΑΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ
ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΤΑ ΤΗ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΤΗΣ ΜΕ ΨΥΞΗ
Στ. Ψυχογιού, Α. Κατσογιάννη, Ε. Μανωλοπούλου, Γ. Ξανθόπουλος και
Γρ. Λαμπρινός..... 841
- ΤΕΧΝΗΤΗ ΞΗΡΑΝΣΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΟΥΜΕΝΩΝ ΛΕΥΚΩΝ ΜΑΝΙΤΑΡΙΩΝ
AGARICUS BISPORUS ΣΕ ΠΟΛΛΑΠΛΕΣ ΣΤΡΩΣΕΙΣ
Θ. Σωτηριάδης, Π–Ε Αγγλογάλλος, Γ. Ξανθόπουλος και Γρ. Λαμπρινός 849

Ευρετήριο Συγγραφέων **857**

Θεματικό Ευρετήριο **863**

6^ο Πανελλήνιο Συνέδριο
της Εταιρείας Γεωργικών Μηχανικών Ελλάδος



ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ
ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ

ΚΟΣΤΟΛΟΓΗΣΗ ΑΡΔΕΥΤΙΚΟΥ ΝΕΡΟΥ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ ΣΥΝΑΡΤΗΣΗΣ ΖΗΤΗΣΗΣ ΚΑΙ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΓΡΑΜΜΙΚΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ

Α.Γ. Λιάπης¹, Π.Ε. Γεωργίου² και Δ.Μ. Παπαμιχαήλ³

Τομέας Εγγείων Βελτιώσεων, Εδαφολογίας και Γεωργικής Μηχανικής,
Γεωπονική Σχολή, Α.Π.Θ., 54124, Θεσσαλονίκη

E-mails: ¹aliapis@egnatia.gr, ²pantaz@agro.auth.gr, ³papamich@agro.auth.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η τιμολόγηση του αρδευτικού νερού αποτελεί ένα σημαντικό εργαλείο βελτιστοποίησης της διαχείρισής του και προϋποθέτει την εκτίμηση της οικονομικής του αξίας. Μία από τις διαθέσιμες μεθόδους εκτίμησης της οικονομικής αξίας είναι η μέθοδος της συνάρτησης ζήτησης του παραγωγού. Στην εργασία αυτή γίνεται εξαγωγή της καμπύλης ζήτησης με τη χρήση του γραμμικού προγραμματισμού βάσει πραγματικών δεδομένων ενός έτους αναφοράς. Περιοχή μελέτης αποτέλεσε μια καλλιεργούμενη έκταση του Νομού Χαλκιδικής. Επιπλέον, διερευνήθηκε η επίδραση του σχεδίου παραγωγής και της αρδευτικής αποδοτικότητας στην οικονομική αξία του αρδευτικού νερού.

Λέξεις κλειδιά: κοστολόγηση αρδευτικού νερού, συνάρτηση ζήτησης, γραμμικός προγραμματισμός.

ECONOMIC ASSESSMENT OF IRRIGATION WATER WITH THE DEMAND FUNCTION METHOD BY USING LINEAR PROGRAMMING

A.G. Liapis¹, P.E. Georgiou² and D.M. Papamichail³

Department of Hydraulics, Soil Science and Agricultural Engineering, Faculty of
Agriculture, Aristotle University, Thessaloniki 54124, Greece

E-mails: ¹aliapis@egnatia.gr, ²pantaz@agro.auth.gr, ³papamich@agro.auth.gr

ABSTRACT

The pricing of the irrigation water constitutes an important tool for the optimization of its management and it premises the economic assessment of irrigation water. One of the available methods for economic assessment is the producer's demand function method. In this paper the demand curve was derived by using the linear programming optimization technique and real data of one year. An agricultural area in the Prefecture of Chalkidiki was used as region of study. Moreover, it was investigated the impact of the crop allocation and the irrigation efficiency on the economic value of water.

Key words: economic assessment of irrigation water, demand function, linear programming.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το νερό είναι ένας φυσικός πόρος, σε περιορισμένη διαθεσιμότητα και αυτό αποτέλεσε το λόγο για τη διερεύνηση και επιδίωξη, σε παγκόσμιο επίπεδο, της ορθολογικής διαχείρισής του. Ο πιο σημαντικός καταναλωτής υδατικών πόρων είναι παγκοσμίως (αλλά και στην Ελλάδα) ο γεωργικός τομέας, καθώς το νερό αποτελεί βασικό συντελεστή παραγωγής στη γεωργία και για το λόγο αυτό τα τελευταία χρόνια αναζητήθηκαν, προτάθηκαν και εφαρμόστηκαν δράσεις με σκοπό την ορθολογική διαχείριση του αρδευτικού νερού. Η ορθολογική διαχείριση του αρδευτικού νερού σημαίνει: α) Ελαχιστοποίηση ή και μηδενισμό της σπατάλης και β) Μεγιστοποίηση της αποδοτικότητας χρήσης του νερού.

Η μείωση της σπατάλης έχει να κάνει με τη χρησιμοποίηση της ποσότητας νερού άρδευσης που πραγματικά απαιτείται σε κάθε συγκεκριμένη περίπτωση και στην εφαρμογή της άρδευσης με αποδοτικές μεθόδους. Όσον αφορά στη μεγιστοποίηση της αποδοτικότητας χρήσης του νερού στον αγροτικό τομέα, η οποία συντελεί και στην αποφυγή της αδικαιολόγητης υπερκατανάλωσης των διαθέσιμων αποθεμάτων, πρόκειται για ένα θέμα οικονομικής, κατά βάση, υφής. Αυτός είναι και ο λόγος που, σε επίπεδο διεθνών οργανισμών, η διαχείριση των υδατικών πόρων προσεγγίστηκε, σε σημαντικό βαθμό, από οικονομική σκοπιά, με τη θεώρηση του νερού ως οικονομικού αγαθού.

Η *οικονομική αποτίμηση* (economic valuation) αφορά στην εκτίμηση της οικονομικής αξίας του νερού και ως έννοια σχετίζεται, τηρουμένων των αναλογιών, με την *κοστολόγηση* (cost accounting) που γίνεται στα πλαίσια της παραγωγής οικονομικών αγαθών. Η γνώση της οικονομικής αξίας του νερού είναι απαραίτητη για την *τιμολόγηση* του (pricing) τον καθορισμό δηλαδή μιας τιμής ή καλύτερα μιας τιμολογιακής πολιτικής γι' αυτό. Η τιμολόγηση του καταναλισκόμενου νερού θεωρείται ως ένα εργαλείο στη διαχείριση υδατικών πόρων καθώς μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε από τις κυβερνήσεις είτε από τις αγορές, μεταξύ άλλων, ως μια μέθοδος για τη *βελτιστοποίηση* της κατανομής του υπάρχοντος νερού (ESCAP, 1981; Savenije, 1999; Tsur et al., 2004; Young, 2005).

Στην παρούσα εργασία για την οικονομική αποτίμηση της αξίας του αρδευτικού νερού χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της συνάρτησης ζήτησης του παραγωγού (Taylor and Young, 1995; Agudelo, 2001; Latinopoulos et al., 2003, Tsur et al., 2004; Latinopoulos, 2005, Λιάπης, 2008). Η εξαγωγή της καμπύλης ζήτησης επιτεύχθηκε με τη χρήση της συνάρτησης παραγωγής και την εφαρμογή του γραμμικού προγραμματισμού. Περιοχή μελέτης αποτέλεσε μια καλλιεργούμενη έκταση, περίπου, 244.000 στρεμμάτων στους δήμους Πολυγύρου, Μουδανιών και Τρίγλιας του Ν. Χαλκιδικής για την οποία υπήρχαν διαθέσιμα δεδομένα κατανομής καλλιεργειών, τεχνικοοικονομικών στοιχείων και κλιματικών δεδομένων. Στα πλαίσια της εργασίας, διερευνήθηκε, επιπλέον, η επίδραση δύο παραγόντων στην οικονομική αξία του νερού: του σχεδίου παραγωγής και της αρδευτικής αποδοτικότητας και επιβεβαιώθηκε η μεγάλη σημασία των παραγόντων αυτών στην ορθολογική διαχείριση του αρδευτικού νερού.

2. ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ ΑΞΙΑΣ ΝΕΡΟΥ

Η εκτίμηση της οικονομικής αξίας του νερού μπορεί να προσεγγιστεί από διαφορετικές οπτικές και αυτό οφείλεται στο γεγονός πως δεν αποτελεί ένα τυπικό οικονομικό αγαθό αλλά έναν περιβαλλοντικό πόρο που βρίσκει πολλές και διαφορετικές χρήσεις, οι οποίες του προσδίδουν τις αντίστοιχες αξίες. Η πολυπλοκότητα της εκτίμησης της αξίας του νερού, λόγω των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών του, αντικατοπτρίζεται στη μεγάλη ποικιλία μεθόδων που ερευνώνται και χρησιμοποιούνται για το σκοπό αυτό. Κάθε μέθοδος είναι κατάλληλη για διαφορετική περίπτωση (Agudelo,

2001; Young, 2005). Στη διεθνή βιβλιογραφία υπάρχουν διάφορες ταξινομήσεις των μεθόδων αποτίμησης περιβαλλοντικών αγαθών, όπως οι υδατικοί πόροι, αλλά και διαφορές, μεταξύ ερευνητών, στον τρόπο ονομασίας των μεθόδων. Ο Young (2005) προτείνει δύο ειδών ταξινομήσεις: Η πρώτη γίνεται με κριτήριο το είδος της χρήσης του νερού και συγκεκριμένα το αν αυτό αποτελεί *ιδιωτικό* ή *δημόσιο* αγαθό. Για τα ιδιωτικά αγαθά υπάρχουν δύο υποκατηγορίες: αυτή των *ενδιάμεσων* αγαθών (intermediate or producers' goods) και των *τελικών* ή *καταναλωτικών* αγαθών (final or consumers' goods). Σύμφωνα με τη δεύτερη ταξινόμηση που προτείνεται από τον ίδιο ερευνητή, οι μέθοδοι διακρίνονται σε *επαγωγικές* (inductive) και *συμπερασματικές-αφαιρετικές* (deductive) ανάλογα με τις βασικές μαθηματικές διαδικασίες και τους τύπους των δεδομένων που χρησιμοποιούνται στην πορεία της αποτίμησης.

Ένας άλλος τρόπος ταξινόμησης, παραπλήσιος με τον πρώτο, προτάθηκε από τον Agudelo (2001) και χωρίζει τις μεθόδους οικονομικής αποτίμησης του νερού σε τρεις κύριες κατηγορίες με κριτήριο τον τρόπο θεώρησης του νερού: α) Το νερό ως *ενδιάμεσο* αγαθό, β) Το νερό ως *τελικό* αγαθό και γ) Το νερό ως *αντικείμενο αγοραπωλησίας* σε υπαρκτές αγορές. Στην περίπτωση της θεώρησης του νερού ως *ενδιάμεσου αγαθού*, μία από τις μεθόδους εκτίμησης της οικονομικής του αξίας είναι η *μέθοδος της συνάρτησης ζήτησης του παραγωγού* (Producer's Demand Function Method) που χρησιμοποιεί το νερό ως παραγωγικό συντελεστή.

Ο υπολογισμός της συνάρτησης ζήτησης και η κατασκευή της καμπύλης ζήτησης αποτελεί μια κλασική προσέγγιση οικονομικής αποτίμησης αγαθών που δεν αποτελούν αντικείμενο αγοραπωλησίας. Αν υπάρχουν διαθέσιμα δεδομένα, η συνάρτηση ζήτησης μπορεί να εξαχθεί στατιστικά (οικονομετρικά). Στην αντίθετη περίπτωση μπορεί να προκύψει από υποδείγματα βέλτιστης χρήσης νερού χρησιμοποιώντας γραμμικό ή μη γραμμικό προγραμματισμό (Agudelo, 2001).

2.1. ΕΞΑΓΩΓΗ ΚΑΜΠΥΛΗΣ ΖΗΤΗΣΗΣ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ ΤΟΥ ΓΡΑΜΜΙΚΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΑΤΙΣΜΟΥ

Όπως κάθε άλλη εισροή παραγωγής, το νερό άρδευσης, ως γεωργική εισροή, υπακούει στους βασικούς οικονομικούς νόμους. Είναι γνωστό πως η καμπύλη ζήτησης ενός καταναλωτή, για ένα συγκεκριμένο αγαθό, δείχνει τη σχέση μεταξύ των ζητούμενων ποσοτήτων του αγαθού και της τιμής του, με σταθερό το χρηματικό εισόδημα και τις τιμές των άλλων αγαθών. Ο γεωργός μπορεί να θεωρηθεί ως καταναλωτής για το νερό άρδευσης που αποτελεί γι' αυτόν, ένα ενδιάμεσο αγαθό (εισροή στην παραγωγή του). Αν το νερό είχε κάποια τιμή w , η καμπύλη ζήτησης θα προέκυπτε από τα ζεύγη τιμών $(w, q(w))$ όπου $q(w)$ η ποσότητα νερού που θα μεγιστοποιούσε, με βάση τη συνάρτηση παραγωγής, το ακαθάριστο κέρδος του παραγωγού, για την τιμή w του νερού. Στην πραγματικότητα βέβαια η καμπύλη ζήτησης του αρδευτικού νερού πρέπει να εξαχθεί εμμέσως καθώς το νερό άρδευσης παρέχεται στους παραγωγούς, ελεύθερα αλλά σε περιορισμένη ποσότητα x , και το ζήτημα που τίθεται είναι ποια είναι η οικονομική του αξία ή διαφορετικά πόσο είναι διατεθειμένοι οι γεωργοί να πληρώσουν για μια επιπλέον ποσότητα νερού Δ . Αν ένας γεωργός χρησιμοποιεί ποσότητα νερού x στα πλαίσια της παραγωγής ενός προϊόντος y σύμφωνα με τη συνάρτηση παραγωγής $y=f(x)$, τότε το έσοδό του (ακαθάριστο πρόσοδο) θα είναι $pf(x)$ όπου p η τιμή του προϊόντος. Αν χρησιμοποιήσει την επιπλέον ποσότητα Δ τότε το επιπλέον έσοδό του από τη χρήση αυτής της ποσότητας είναι $p[f(x+\Delta)-f(x)]$. Επομένως ο αγρότης θα είναι διατεθειμένος να πληρώσει για την επιπλέον ποσότητα νερού Δ , χρηματικό ποσό το πολύ ίσο με $p[f(x+\Delta)-f(x)]$ οπότε η τιμή της κάθε μονάδας, αυτής της επιπλέον ποσότητας νερού θα είναι $p[f(x+\Delta)-f(x)]/\Delta$. Για μια αρκετά μικρή τιμή του Δ , η

οποία είναι η στοιχειώδης ποσότητα ή το διαφορικό, η παραπάνω τιμή είναι ίση με $pf'(x)$. Αυτή αποτελεί τη μέγιστη τιμή που ο αγρότης είναι διατεθειμένος να πληρώσει για να χρησιμοποιήσει μια επιπλέον μονάδα νερού πέραν του περιορισμού x . Η ποσότητα $pf'(x)$ αντιπροσωπεύει με άλλα λόγια τη μεταβολή του εσόδου λόγω της αύξησης του πόρου (νερού) κατά μια μονάδα και ταυτίζεται με την έννοια που στη θεωρία του μαθηματικού προγραμματισμού είναι γνωστή ως *σκιώδης ή δυϊκή τιμή* (shadow or dual price) (Παπαρίζος, 1999). Η έννοια της σκιώδους τιμής συναντάται σε προβλήματα βελτιστοποίησης με χρήση μαθηματικού προγραμματισμού όπως το εξής:

Έστω ότι σε μια περιοχή μπορεί να καλλιεργηθεί ένα πλήθος καλλιεργειών για καθεμιά από τις οποίες η έκταση συμβολίζεται X_j , ενώ y_j είναι η παραγωγή ανά μονάδα έκτασης, c_j το μεταβλητό κόστος ανά μονάδα έκτασης και p_j η τιμή του προϊόντος της, όπου $j=1,2,\dots,n$ και n είναι ο αριθμός των καλλιεργειών. Αν υποτεθεί πως η έκταση X_j καθεμιάς καλλιέργειας δε μπορεί να είναι μεγαλύτερη από $X_{j\text{total}}$, πως η συνολικώς καλλιεργούμενη έκταση στην περιοχή αυτή δεν μπορεί να είναι μεγαλύτερη από X_{total} και πως η συνολικώς απαιτούμενη ποσότητα νερού $\sum A_j X_j$ (όπου A_j οι ολικές σε αρδευτικό νερό ανάγκες των καλλιεργειών σε mm) δε μπορεί να είναι μεγαλύτερη από τη συνολικά διαθέσιμη ποσότητα νερού A_{total} , τότε το πρόβλημα βελτιστοποίησης που διαμορφώνεται είναι το εξής:

$$\max \sum_j (p_j y_j - c_j) X_j \quad (1)$$

με περιορισμούς:

$$X_j \leq X_{j\text{total}} \quad (2)$$

$$\sum_j X_j \leq X_{\text{total}} \quad (3)$$

$$\sum_j A_j X_j \leq A_{\text{total}} \quad (4)$$

$$X_j \geq 0 \quad (5)$$

Το παραπάνω πρόβλημα βελτιστοποίησης είναι πρόβλημα γραμμικού προγραμματισμού, που μπορεί να επιλυθεί με το πρόγραμμα Lingo (Lindo Systems, 2003) για διάφορες τιμές της συνολικά διαθέσιμης ποσότητας νερού A_{total} . Κατά την επίλυσή του, για κάθε τιμή περιορισμού του νερού A_{total} , προκύπτει μια σκιώδης τιμή λ που αντιπροσωπεύει την οικονομική αξία του νερού για το συγκεκριμένο επίπεδο διαθεσιμότητάς του (A_{total}) και ισούται με τη μεταβολή της τιμής της αντικειμενικής συνάρτησης (1) κατά την αύξηση της διαθέσιμης ποσότητας νερού κατά μια μονάδα επιπλέον της ποσότητας A_{total} . Τα ζεύγη τιμών (λ , A_{total}) που προκύπτουν από τη διαδοχική επίλυση του προβλήματος για διάφορες τιμές A_{total} , δίνουν την καμπύλη ζήτησης του νερού άρδευσης.

3. ΕΦΑΡΜΟΓΗ – ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

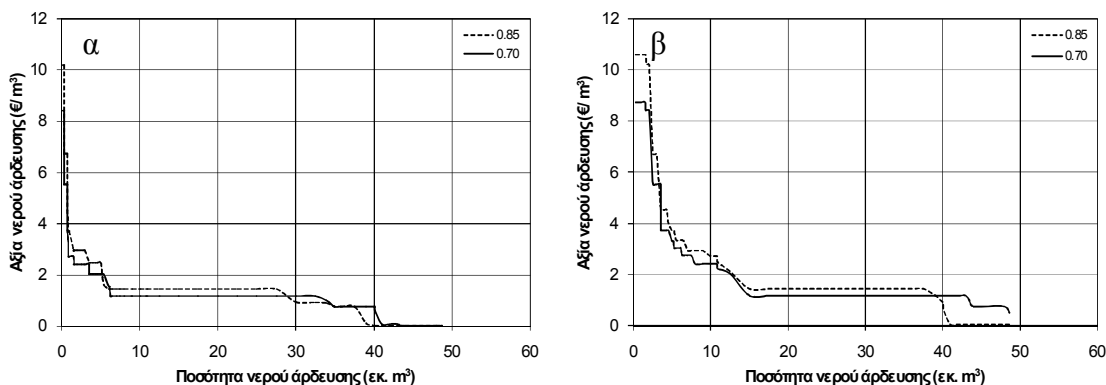
Η περιοχή μελέτης περιλαμβάνει τις κτηματικές εκτάσεις των Δ.Δ. Αγίου Μάμα, Αγίου Παντελεήμονα, Διονυσίου, Ζωγράφου, Πορταριάς, Σημάντρων, Φλογητών και Ν. Μουδανιών του Δήμου Μουδανιών, των Δ.Δ. Ν. Πλαγίων, Ν. Τενέδου και Ν. Τρίγλιας του Δήμου Τρίγλιας και των Δ.Δ. Ολύνθου και Πολυγύρου του Δήμου Πολυγύρου. Ο Νομός Χαλκιδικής, συμπεριλαμβανομένης της περιοχής μελέτης, δε διαθέτει σήμερα έργα αξιοποίησης του φτωχού υδατικού δυναμικού του, μεγέθους ικανού ώστε να καλυφθούν οι σημερινές του ανάγκες, και πολύ περισσότερο οι μελλοντικές. Στα πλαίσια ενός ολοκληρωμένου προγράμματος για τη διαχείριση των υδατικών πόρων του νομού, εντάσσεται μια πρόταση για την κατασκευή δύο φραγμάτων, του

φράγματος Ολυνθίου ή Βατόνια, στη θέση Λουζίκι Πολυγύρου και του φράγματος Χαβρία, στη θέση Παχούστιανη περί τα 3 km ΒΑ της Ορμύλιας. Από την κατασκευή των φραγμάτων αυτών θα δημιουργηθούν οι αντίστοιχοι ταμιευτήρες, ο ταμιευτήρας του Ολυνθίου και αυτός του Χαβρία. Οι απολήψιμες ποσότητες επιφανειακών απορροών αναφέρονται σε ωφέλιμους όγκους νερού των ταμιευτήρων και είναι σύμφωνα με τις αναλύσεις που περιγράφονται στα αντίστοιχα πακέτα εργασίας των φραγμάτων (Καραμούζης κ.α., 1999; 2001) 22.500.000 m³ για τον ταμιευτήρα του Ολυνθίου και 32.000.000 m³ για τον ταμιευτήρα του Χαβρία. Στο προτεινόμενο σενάριο διαχείρισης του νερού των ταμιευτήρων προβλέπεται ότι το νερό του φράγματος του Ολυνθίου θα χρησιμοποιηθεί σχεδόν αποκλειστικά για σκοπούς ύδρευσης σε αντίθεση με αυτό του Χαβρία που προβλέπεται να χρησιμοποιηθεί ως επί το πλείστον για την άρδευση των γεωργικών εκτάσεων της περιοχής μελέτης.

Η συνολική καλλιεργούμενη έκταση της περιοχής μελέτης για το έτος 2004, βάσει στοιχείων απογραφής της Διεύθυνσης Γεωργίας Χαλκιδικής, είναι 244030 στρέμματα και οι καλλιέργειες που κυριαρχούν είναι σιτάρι, ελιές, βερικοκιές, φυσιτικές κ. άλ. (Λιάπης, 2008). Ο συνολικός αριθμός των καλλιεργειών είναι 40 και οι καθαρές σε νερό άρδευσης ανάγκες υπολογίστηκαν με την εφαρμογή της μεθόδου FAO Penman-Monteith (Allen et al., 1998; Γεωργίου και Παπαμιχαήλ, 2008) για την εκτίμηση της εξατμισοδιαπνοής αναφοράς με ημερήσια κλιματικά δεδομένα του σταθμού του Αγίου Μάμα και τη χρησιμοποίηση των αντίστοιχων φυτικών συντελεστών (Allen et al., 1998; Παπαζαφειρίου, 1999) μερικοί από τους οποίους είναι προσαρμοσμένοι στις ελληνικές συνθήκες. Οι ολικές σε νερό άρδευσης ανάγκες υπολογίστηκαν με τη βοήθεια της αρδευτικής αποδοτικότητας, της αποδοτικότητας δηλαδή του δικτύου μεταφοράς και της μεθόδου άρδευσης, η οποία στην παρούσα εφαρμογή, θεωρώντας πως η άρδευση γίνεται με σταγόνες, λαμβάνεται ίση με 0.85. Προκειμένου όμως να καταδειχτεί η σημασία της αρδευτικής αποδοτικότητας και συνεπώς της επιλογής της μεθόδου άρδευσης στην οικονομική αξία του νερού άρδευσης και γενικότερα στη διαχείριση των υδατικών πόρων εφαρμόστηκε η μέθοδος οικονομικής αποτίμησης του νερού άρδευσης και για την περίπτωση που η αρδευτική αποδοτικότητα λαμβάνεται ίση με 0.7 ενώ όλες οι υπόλοιπες παράμετροι παραμένουν σταθερές.

Για την επίλυση του προβλήματος απαιτείται η γνώση του μεταβλητού κόστους που περιλαμβάνει τις δαπάνες για σπόρους ή φυτάρια μεταφύτευσης, λιπάσματα, γεωργικά φάρμακα, ανθρώπινη εργασία, χρήση ξένων μηχανημάτων, έξοδα άρδευσης, έξοδα εμπορίας κ.λπ. Επίσης απαιτείται η γνώση της τιμής των προϊόντων όπως επίσης και η μέγιστη παραγωγή ανά μονάδα επιφάνειας για κάθε καλλιέργεια. Όλοι οι παραπάνω δείκτες λήφθηκαν από την Περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας και αφορούν την ευρύτερη περιοχή. Σε προσωπική επικοινωνία με γεωργούς της περιοχής μελέτης, διαπιστώθηκε ότι τα στοιχεία αυτά ανταποκρίνονται σε ικανοποιητικό βαθμό στις ιδιαίτερες συνθήκες της περιοχής αυτής και θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν στα πλαίσια της παρούσας εργασίας. Η κατασκευή του μοντέλου του γραμμικού προγραμματισμού βασίστηκε στην παραδοχή πως τα δεδομένα του έτους αναφοράς, αντικατοπτρίζουν την επιδίωξη του παραγωγού για μεγιστοποίηση του κέρδους του, σε συνδυασμό με τους περιορισμούς και τις ιδιαίτερες συνθήκες που έχει να αντιμετωπίσει στην προσπάθειά του αυτή. Στα πλαίσια της παρούσας εργασίας, εξετάζεται και ένα εναλλακτικό σενάριο κατανομής καλλιεργειών. Ο σκοπός για τον οποίο έγινε αυτό ήταν η ανάδειξη της σημασίας του σχεδίου παραγωγής στην οικονομική αποτίμηση και τιμολόγηση του νερού άρδευσης, στα πλαίσια μιας προσπάθειας ορθολογικής διαχείρισής του. Το εναλλακτικό σενάριο βασίστηκε στην αντικατάσταση κάποιων καλλιεργειών που χαρακτηρίζονται από μικρή οικονομική αποδοτικότητα του νερού άρδευσης, από άλλες με υψηλή. Αντικαταστάθηκαν μόνο ετήσιες καλλιέργειες και όχι οι πολυετείς

δενδρώδεις, οι οποίες εντάσσονται σε μακροχρόνιο σχεδιασμό που δε χαρακτηρίζεται από ευελιξία αναπροσαρμογής. Με βάση τα στοιχεία αυτά υπολογίστηκε η οικονομική αξία του αρδευτικού νερού και έγινε εξαγωγή των καμπυλών ζήτησης τόσο για την πραγματική κατανομή των καλλιεργειών όσο και για την εναλλακτική κατανομή και για τις δύο αρδευτικές αποδοτικότητες. Στο Σχήμα 1 φαίνεται η επίδραση της αρδευτικής αποδοτικότητας στην καμπύλη ζήτησης του νερού άρδευσης για (α) την πραγματική κατανομή καλλιεργειών και (β) την εναλλακτική κατανομή καλλιεργειών.

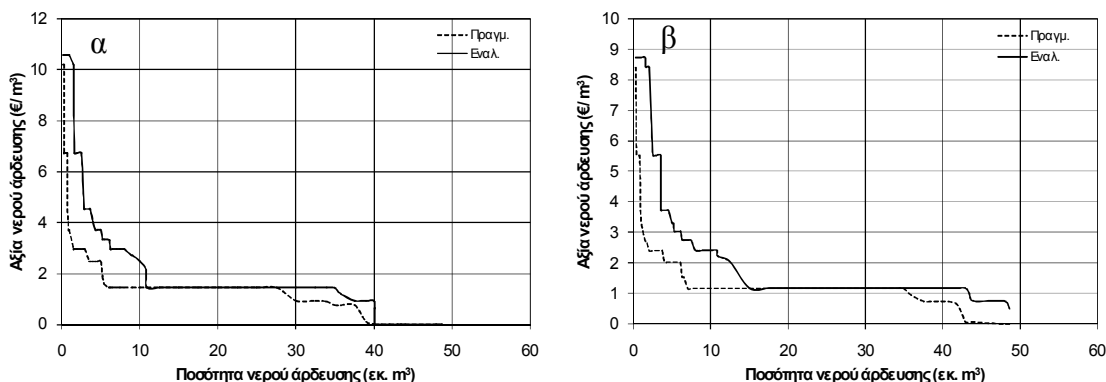


Σχήμα 1. Επίδραση της αρδευτικής αποδοτικότητας στην καμπύλη ζήτησης του νερού άρδευσης για (α) την πραγματική κατανομή καλλιεργειών και (β) την εναλλακτική κατανομή καλλιεργειών.

Από το Σχήμα 1 προκύπτει ότι στο μεγαλύτερο εύρος ελλειμματικών διαθεσιμότητων νερού, τα επίπεδα τιμών που διαμορφώνονται, σε κάθε ποσότητα χρησιμοποιούμενου νερού, για αρδευτική αποδοτικότητα ίση με 0.85 είναι υψηλότερα των αντίστοιχων για αρδευτική αποδοτικότητα ίση με 0.7, και μόνο στις οριακές, πολύ μεγάλες διαθεσιμότητες νερού συμβαίνει το αντίθετο. Γενικά, η αύξηση της αρδευτικής αποδοτικότητας οδηγεί στην αύξηση της συνολικής αρδευόμενης έκτασης, με την αυτή ποσότητα νερού, αφού εξοικονομείται νερό για να διατεθεί για άρδευση επιπλέον εκτάσεων. Η αύξηση των εκτάσεων οδηγεί με τη σειρά της σε αύξηση του επιτυγχανόμενου συνολικού ακαθάριστου κέρδους. Έτσι η εξαγόμενη οικονομική αξία του νερού, είναι μεγαλύτερη στην περίπτωση της υψηλής αρδευτικής αποδοτικότητας, αφού με την ίδια ποσότητα νερού επιτυγχάνεται μεγαλύτερο ακαθάριστο κέρδος. Βέβαια δεδομένου του περιορισμού της συνολικά αρδευόμενης έκτασης, η απαιτούμενη διαθεσιμότητα νερού για την κάλυψη των συνολικών αρδευτικών αναγκών της περιοχής μελέτης, είναι σαφώς μικρότερη στην περίπτωση της υψηλής αρδευτικής αποδοτικότητας. Αυτός είναι και ο λόγος της υστέρησης της οικονομικής αξίας του νερού, στην περίπτωση αυτή, σε πολύ υψηλές διαθεσιμότητες. Η υστέρηση αυτή θα πρέπει να ερμηνευτεί ως η αναμενόμενη, εγκαίρως μείωση της χρησιμότητας του νερού για το συγκεκριμένο σχέδιο παραγωγής αφού οι ανάγκες του έχουν καλυφθεί στην περίπτωση της υψηλής αρδευτικής αποδοτικότητας αρκετά γρηγορότερα απ' ό,τι στην άλλη περίπτωση. Αυτό βέβαια σημαίνει οικονομία νερού και διαθεσιμότητά του για άλλες χρήσεις, οι οποίες θα του προσδώσουν βέβαια επιπλέον οικονομική αξία. Στο Σχήμα 2 φαίνεται η επίδραση της κατανομής των καλλιεργειών στην καμπύλη ζήτησης του νερού άρδευσης για (α) αρδευτική αποδοτικότητα 0.85 και (β) αρδευτική αποδοτικότητα 0.70.

Από το Σχήμα 2 προκύπτει ότι και στις δύο περιπτώσεις, τα επίπεδα τιμών που διαμορφώνονται, για την εναλλακτική κατανομή είναι υψηλότερα των αντίστοιχων της πραγματικής κατανομής σε μεγάλο εύρος διαθεσιμότητων νερού, γεγονός που είναι βέβαια αναμενόμενο αφού στην εναλλακτική κατανομή προτιμήθηκαν καλλιέργειες με υψηλότερο δείκτη οικονομικής αποδοτικότητας του νερού. Η εικόνα αυτή είναι έντονη

στο βαθμό που η εναλλακτική κατανομή διαφέρει από την πραγματική. Έτσι, δεδομένου του γεγονότος πως στην παρούσα εφαρμογή δεν εξετάστηκε μια εναλλακτική κατανομή καλλιεργειών ριζικά διαφορετική από την πραγματική, παρατηρείται μια σύμπτωση της τιμής νερού μεταξύ των δύο περιπτώσεων (εναλλακτικής και πραγματικής κατανομής) σε ένα εύρος μεσαίων διαθεσιμοτήτων νερού. Πρόκειται για το εύρος διαθεσιμοτήτων στο οποίο η οικονομική αξία του νερού καθορίζεται ουσιαστικά από τη χρήση του στις πολυτελείς καλλιέργειες που υφίστανται και στα δύο σχέδια παραγωγής.



Σχήμα 2. Επίδραση της κατανομής των καλλιεργειών στην καμπύλη ζήτησης του νερού άρδευσης για (α) αρδευτική αποδοτικότητα 0.85 και (β) αρδευτική αποδοτικότητα 0.70.

Η σημασία της επίδρασης της κατανομής των καλλιεργειών στην οικονομική αξία του νερού άρδευσης, είναι πολύ μεγάλη τόσο για το φορέα παροχής του νερού άρδευσης (κράτος) όσο και για το χρήστη (αγρότη) και τελικώς είναι μεγάλη και για την εξοικονόμηση νερού. Όταν το σχέδιο παραγωγής μιας περιοχής περιλαμβάνει, στο μέγιστο δυνατό βαθμό, καλλιέργειες με μεγάλο δείκτη οικονομικής αποδοτικότητας του νερού άρδευσης, αυτό σημαίνει πως ο φορέας παροχής του νερού μπορεί να εφαρμόσει υψηλότερες τιμές νερού και να καλύψει έτσι, σε μεγαλύτερο βαθμό, τις δαπάνες διάθεσής του, χωρίς την οικονομική εξουθένωση των παραγωγών που απολαμβάνουν μεγαλύτερα οικονομικά οφέλη με τη χρήση της δεδομένης ποσότητας νερού σε καλλιέργειες με μεγαλύτερο δείκτη οικονομικής αποδοτικότητας του νερού.

Θα πρέπει να υπογραμμιστεί ότι οι πολύ υψηλές εξαγόμενες αξίες νερού που παρατηρούνται στα Σχήματα 1 και 2, για πολύ μικρές διαθεσιμότητες νερού, δικαιολογούνται από τη χρήση του υπάρχοντος νερού σε ιδιαίτερα αποδοτικές οικονομικά καλλιέργειες (χειμερινές καλλιέργειες με υψηλή τιμή προϊόντος) όπου η χρήση κάθε απαιτούμενης ποσότητας νερού παράγει σημαντικό οικονομικό όφελος. Είναι ευνόητο πως τέτοια επίπεδα αξίας αφορούν, αποκλειστικά, ακραίες καταστάσεις έλλειψης νερού και δε λαμβάνονται πρακτικά υπόψη κατά τη διαδικασία οικονομικής αποτίμησης του νερού άρδευσης.

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην εργασία αυτή για την οικονομική αποτίμηση της αξίας του αρδευτικού νερού χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της συνάρτησης ζήτησης του παραγωγού. Η εξαγωγή της καμπύλης ζήτησης επιτεύχθηκε με τη χρήση της συνάρτησης παραγωγής και την εφαρμογή του γραμμικού προγραμματισμού ενώ περιοχή μελέτης αποτέλεσε μια καλλιεργούμενη έκταση στους Δήμους Πολυγύρου, Μουδανίων και Τρίγλιας του Ν. Χαλκιδικής. Διερευνήθηκε, η επίδραση στην οικονομική αξία του νερού άρδευσης, του σχεδίου παραγωγής και της αρδευτικής αποδοτικότητας. Από τις εξαγόμενες καμπύλες ζήτησης, προέκυψαν τα εξής: (α) Αυξανόμενων των διαθέσιμων υδατικών αποθεμάτων μειώνεται η οικονομική αξία του νερού άρδευσης, (β) Όσο περισσότερο οικονομικά

αποδοτικές, ως προς τη χρήση του νερού, είναι οι καλλιέργειες που εντάσσονται στο σχέδιο παραγωγής μιας περιοχής, τόσο μεγαλύτερη είναι η εξαγόμενη οικονομική αξία του νερού άρδευσης και (γ) Η βελτίωση της αποδοτικότητας άρδευσης οδηγεί σε αύξηση της οικονομικής αξίας του νερού άρδευσης.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Agudelo, J.I., 2001. *The economic valuation of water, principles and methods*. Value of Water Research Report Series No.5, IHE Delft.
- Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D. and Smith, M., 1998. *Crop evapotranspiration. Guidelines for computing crop water requirements*. FAO Irrigation and Drainage Paper 56, FAO, Rome, 300 p.
- Γεωργίου, Π.Ε. και Παπαμιχαήλ, Δ.Μ., 2008. *Συγκριτική αξιολόγηση των εκτιμήσεων της εξατμισοδιαπνοής αναφοράς με τη βοήθεια μετρημένων και εκτιμημένων μετεωρολογικών παραμέτρων*. Πρακτικά 9^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου Μετεωρολογίας-Κλιματολογίας-Φυσικής της Ατμόσφαιρας, Θεσσαλονίκη, σελ. 839-846.
- ESCAP (Economic and Social Commission for Asia and the Pacific), 1981. *Proceedings of the expert group meeting on water pricing*. Bangkok, Thailand, 13 to 18 May 1980. New York: United Nations.
- Καραμούζης, Δ.Ν., Παρισόπουλος, Γ., Παπαμιχαήλ, Δ.Μ. και Γεωργίου, Π.Ε., 1999. *Χωροθέτηση και προκαταρκτική διερεύνηση φράγματος Πετρένια Γοματίου Χαλκιδικής*. Πακέτο εργασίας στο Ερευνητικό πρόγραμμα Διαχείριση Υδατικών Πόρων Υδρολογικής Λεκάνης Οlynθίου Χαλκιδικής, Θεσσαλονίκη.
- Καραμούζης, Δ.Ν., Παρισόπουλος, Γ., Παπαμιχαήλ, Δ.Μ. και Γεωργίου, Π.Ε., 2001. *Χωροθέτηση και προκαταρκτική διερεύνηση φράγματος Βατόνια (Οlynθίου) Χαλκιδικής*. Πακέτο εργασίας στο Ερευνητικό Πρόγραμμα Διαχείριση Υδατικών Πόρων Υδρολογικής Λεκάνης Οlynθίου Χαλκιδικής, Θεσσαλονίκη.
- Latinopoulos, D., 2005. *Derivation of irrigation water demand functions through linear and non-linear optimisation models: application to an intensively irrigated area in northern Greece*. Water Supply, 5(6): 75-84.
- Latinopoulos, P., Antonopoulou, E., Tziakas, V., 2003. *Derivation of the irrigation water demand function: a Greek experience*. Proc. 8th Inter. Confer. Environmental Science and Technology, Lemnos Island, Vol. A, pp. 539-546.
- Λιάπης, Α.Γ., 2008. *Ορθολογική διαχείριση του αρδευτικού νερού και κοστολόγησή του με χρήση μαθηματικού προγραμματισμού*. Μεταπτυχιακή Διατριβή, Γεωπονική Α.Π.Θ., 307 σελ.
- Lindo Systems Inc., 2003. *LINGO : the modeling language and optimizer*.
- Παπαζαφειρίου, Ζ.Γ., 1999. *Οι ανάγκες σε νερό των καλλιεργειών*. Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη.
- Παπαρίζος, Ι.Κ., 1999. *Γραμμικός προγραμματισμός, αλγόριθμοι και εφαρμογές*. Εκδόσεις Ζυγός, Θεσσαλονίκη.
- Savenije, H.H.G., 1999. *Water resources management: Concepts and tools*. Delft, the Netherlands: International Institute for Infrastructural, Hydraulic and Environmental Engineering (IHE). [IHE Lecture Notes, WERM011/99].
- Taylor, R.G. and Young, R.A., 1995. *Rural-to-urban transfers: Measuring direct foregone benefits of irrigation water under uncertain water supplies*. J. Agric. Res. Econ. 20(2):247-262.
- Tsur, Y., Roe, T., Doukkali, R., Dinar, A., 2004. *Pricing irrigation water. Principles and cases from developing countries*. Res. for the future, Washington, DC, 319 p.
- Young, R.A. 2005. *Determining the economic value of water, Concepts and methods*. Resources for the future. Washington, DC, USA, 357 p.

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΩΝ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΩΝ ΥΙΟΘΕΤΗΣΗΣ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΕΡΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ ΑΡΔΕΥΣΗΣ ΜΕΣΩ ΤΗΣ ΤΙΜΟΛΟΓΙΑΚΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ

Δ. Παγίδης¹ και Δ. Λατινόπουλος²

¹kartECO - Σύμβουλοι Μηχανικοί Περιβάλλοντος και Ενέργειας, Αγ. Αναστασίας
& Λαέρτου, Θέρμη, Τ.Κ. 57001, Τ.Θ. 60824

²Τομέας Υδραυλικής και Τεχνικής Περιβάλλοντος, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών,
Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τ.Κ. 54124
E-mails: ¹dpagidis@karteco.gr, ²dlatino@civil.auth.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η διασφάλιση της ορθολογικής χρήσης των υπόγειων νερών στη γεωργία αποτελεί άμεση προτεραιότητα της ολοκληρωμένης διαχείρισης των υδατικών πόρων και προϋποθέτει, μεταξύ άλλων, την ορθή εφαρμογή οικονομικών και διαχειριστικών εργαλείων πολιτικής. Στην παρούσα εργασία διερευνάται η συμβολή των εργαλείων αυτών στην υιοθέτηση αποδοτικότερων μεθόδων άρδευσης. Η μεθοδολογική προσέγγιση στηρίζεται στην εφαρμογή ενός μοντέλου μαθηματικού προγραμματισμού, το οποίο προσομοιώνει τις καλλιεργητικές επιλογές των γεωργών σε διάφορα σενάρια διαχείρισης της ζήτησης του νερού. Οι επιλογές των γεωργών περιλαμβάνουν (α) τη δυνατότητα μερικής αναδιάρθρωσης των καλλιεργειών στην περιοχή μελέτης (Δήμος Μουδανιών, Ν. Χαλκιδικής) σε συνδυασμό με (β) την εφαρμογή αποδοτικότερων μεθόδων άρδευσης.

Λέξεις κλειδιά: Αποτελεσματικότητα άρδευσης, τιμολόγηση νερού, καμπύλη ζήτησης νερού, μαθηματικός προγραμματισμός.

INVESTIGATING THE ADOPTION POTENTIAL OF MORE EFFICIENT IRRIGATION METHODS THROUGH THE IMPLEMENTATION OF WATER PRICING POLICIES

D. Pagidis¹ and D. Latinopoulos²

¹kartECO - Environmental and Energy Engineering Consultants, Ag. Anastasias
& Laertou, Pylaia, Thessaloniki, GR-57001, P.O. 60824

²Division of Hydraulics and Environmental Engineering, Department of Civil
Engineering, Aristotle University of Thessaloniki, GR-54124, Thessaloniki, Greece
E-mails: ¹dpagidis@karteco.gr, ²dlatino@civil.auth.gr

ABSTRACT

The rational use of groundwater resources in irrigated agriculture is an issue of great importance in the context of integrated water management. The right use of economic and regulatory tools can play a substantial role in this water policy area. Within this framework, the purpose of the present study is to investigate the role of these tools in providing incentives to adopt more efficient irrigation methods and technology. The methodological approach is based on the implementation of a mathematical programming model, which aims to simulate farmers' cropping decisions in various water demand management scenarios. Farmers' decisions consist of (a) a partial reorganization of their cropping plan in the reference area (Municipality of Moudania, Prefecture of Chalkidiki), as well as of (b) the implementation of more efficient irrigation methods and technologies.

Key words: Irrigation efficiency, water pricing, water demand function, mathematical programming

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η εντατική χρήση των υπόγειων υδατικών πόρων στο γεωργικό τομέα αποτελεί τα τελευταία χρόνια μία αυξανόμενη περιβαλλοντική πίεση σε πολλές αγροτικές περιοχές της Ελλάδας. Για το λόγο αυτό, η διασφάλιση της ορθολογικής χρήσης των υπόγειων νερών στη γεωργία είναι απαραίτητη προϋπόθεση τόσο της βιώσιμης διαχείρισης των υδατικών πόρων, όσο και της βιώσιμης αγροτικής ανάπτυξης. Η ορθή εφαρμογή των οικονομικών μέτρων και των πολιτικών τιμολόγησης μπορεί να αποτελέσει ένα αποτελεσματικό μέσο προς αυτή την κατεύθυνση. Ωστόσο, κοινή πρακτική στην ελληνική γεωργία είναι η μη χρήση άμεσων μεθόδων τιμολόγησης των υπόγειων υδατικών πόρων, η κατανάλωση των οποίων συνδέεται – σε οικονομικούς όρους – μόνο με το κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας για τη λειτουργία των απαραίτητων γεωτρήσεων (Latinopoulos, 2005).

Η πολιτική τιμολόγησης των υπόγειων υδατικών πόρων πρέπει να χρησιμοποιείται ως ένα εργαλείο που θα στοχεύει τόσο στη διασφάλιση της πιο αποτελεσματικής κατανομής του νερού στους διάφορους χρήστες του, όσο και στην εξάλειψη του κινδύνου της έλλειψης και της εξάντλησής του. Επιπρόσθετα, η τιμολόγηση του αγροτικού νερού είναι σκόπιμο να λαμβάνει υπόψη την οικονομική συνεισφορά των αρδεύσεων στην αξία της γεωργικής παραγωγής, αντιμετωπίζοντας το νερό ως ένα ενδιάμεσο αγαθό παραγωγής γεωργικών προϊόντων, το οποίο συνεισφέρει έμμεσα (αποτελεί συντελεστή παραγωγής) στο γεωργικό εισόδημα (Λατινόπουλος, 2006).

Η εφαρμογή μίας αποτελεσματικής πολιτικής τιμολόγησης οφείλει επομένως να παρέχει, μεταξύ άλλων, οικονομικά κίνητρα αύξησης της αποδοτικότητας των αρδεύσεων. Με άλλα λόγια, η αύξηση του κόστους του νερού, θα πρέπει να οδηγεί τον παραγωγό στην υιοθέτηση μεθόδων άρδευσης που θα μειώνουν τις απώλειες εφαρμογής του νερού στον αγρό, διασφαλίζοντας ταυτόχρονα το εισόδημά του. Στο πλαίσιο αυτό, η παρούσα εργασία επιχειρεί να απαντήσει στο ερώτημα, αν και κατά πόσο η αύξηση του κόστους άντλησης του υπόγειου νερού μέσα από το υφιστάμενο σύστημα έμμεσης χρέωσής του (μέσω των δαπανών ηλεκτρικής ενέργειας) δημιουργεί κίνητρα: (α) ορθολογικής κατανάλωσης νερού και (β) επιλογής αποτελεσματικότερων μεθόδων άρδευσης. Επίσης, επιχειρείται η προσομοίωση των καλλιεργητικών επιλογών των γεωργών (συμπεριλαμβανομένης της επιλογής εναλλακτικών συστημάτων άρδευσης) στο ενδεχόμενο της επιβολής ποσοστώσεων στη συνολική κατανάλωση υπόγειων υδατικών πόρων στη γεωργία. Η μεθοδολογική προσέγγιση που υιοθετείται στηρίζεται στην εφαρμογή ενός μοντέλου μαθηματικού προγραμματισμού, στο οποίο χρησιμοποιούνται πρωτογενή δεδομένα από έρευνα ερωτηματολογίου που πραγματοποιήθηκε σε μία αγροτική περιοχή της Χαλκιδικής. Το μοντέλο αυτό εξετάζει –μέσω της αναδιάρθρωσης των καλλιεργειών και της εναλλαγής των μεθόδων άρδευσης– τις δυνητικές επιπτώσεις από την εφαρμογή συγκεκριμένων πολιτικών διαχείρισης της ζήτησης του νερού στον αγροτικό χώρο.

2. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Ως περιοχή μελέτης επιλέχθηκε ο Δήμος Μουδανιών του Νομού Χαλκιδικής. Τα βασικά κριτήρια επιλογής της περιοχής αυτής ήταν η ύπαρξη διαφόρων καλλιεργειών (όχι μονοκαλλιέργεια), η έντονη κατανάλωση του νερού για αρδεύσεις καθώς επίσης και η αποκλειστική χρήση των υπόγειων υδατικών πόρων (περίπου 80% των γεωργικών εκμεταλλεύσεων αρδεύονται από ατομικές ή ομαδικές γεωτρήσεις). Σημαντικότερες καλλιέργειες στην περιοχή είναι τα σιτηρά, το βαμβάκι, η ελιά, η βερικοκιά, η φιστικιά και τα κηπευτικά. Βάσει της γεωργικής στατιστικής του 2001 (Εθνική Στατιστική Υπηρεσία), το 61% της γεωργικής γης καλλιεργείται με αροτριαίες καλλιέργειες (κυρίως με σιτάρι). Τα κηπευτικά καταλαμβάνουν το 2,7%, ενώ οι δενδρώδεις καλλιέρ-

γίες το 34,3% της συνολικής γεωργικής γης (κυρίαρχη δενδρώδης καλλιέργεια είναι αυτή της ελιάς που τροφοδοτεί και δραστηριότητες μεταποίησης, όπως ελαιουργεία και συσκευαστήρια).

3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

3.1. ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΠΤΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ

Για την πραγματοποίηση της παρούσας εργασίας θεωρήθηκε απαραίτητη η διεξαγωγή δειγματοληπτικής έρευνας για τη συλλογή όλων των απαραίτητων γεωργοοικονομικών δεδομένων, εκφρασμένα σε πραγματικές τιμές αγοράς, με στόχο την όσο το δυνατόν πιο ρεαλιστική εκτίμηση της συμβολής του κόστους του αρδευτικού νερού στο γεωργικό εισόδημα και στην κατανάλωση υδατικών πόρων. Η μέθοδος δειγματοληψίας που χρησιμοποιήθηκε ήταν η απλή τυχαία δειγματοληψία. Ο αγροτικός πληθυσμός της περιοχής μελέτης που αρδεύει τις καλλιέργειές του από γεωτρήσεις θεωρήθηκε ως μία ομάδα (κλάση), από την οποία τα μέλη του δείγματος επιλέχθηκαν κατά τρόπο τυχαίο, εξασφαλίζοντας ίση πιθανότητα επιλογής καθενός απ' αυτά (Σιάρδος, 2005). Το μέγεθος του δείγματος καθορίστηκε σε 110 προσωπικά ερωτηματολόγια, αριθμό αρκετά ικανοποιητικό σε σχέση με το σύνολο των γεωργών της περιοχής μελέτης (περίπου 10% του πληθυσμού αναφοράς). Η συμπλήρωση του ερωτηματολογίου πραγματοποιήθηκε με προσωπικές συνεντεύξεις, οι οποίες έλαβαν χώρα κατά το χρονικό διάστημα μεταξύ 30 Ιουνίου και 30 Ιουλίου 2008. Τελικά, από τον αριθμό των γεωτρήσεων από τις οποίες αντλεί νερό ο εκάστοτε γεωργός και από τον αριθμό των καλλιεργειών που αρδεύονται από κάθε γεώτρηση προέκυψαν συνολικά 241 παρατηρήσεις επί του συνόλου του δείγματος (Παγίδης και Λατινόπουλος, 2009).

3.2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Για την εκτίμηση του κόστους άρδευσης των καλλιεργειών του δείγματος υπολογίστηκαν τα αποτελέσματα της έμμεσης τιμολόγησης του αρδευτικού νερού, μέσω των τιμολογίων της Δημόσιας Επιχείρησης Ηλεκτρισμού (ΔΕΗ Α.Ε.) και της κατανάλωσης ηλεκτρικού ρεύματος που απαιτείται για τη λειτουργία των γεωτρήσεων κατά την αρδευτική περίοδο. Για τον σκοπό αυτό, χρησιμοποιήθηκαν οι τιμές πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας μέσης και χαμηλής τάσης για το έτος 2007 με βάση τον Πίνακα 1 (Παγίδης και Λατινόπουλος, 2009).

Πίνακας 1. Τιμές πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας - τιμολόγιο ΔΕΗ κατά το έτος 2007.

	Χρέωση άρδευσης (βασικό τιμολόγιο)	Χρέωση αποστράγγισης (βασικό τιμολόγιο)	Μειωμένο αγροτικό τιμολόγιο (MAT)
Οι πρώτες 300 kWh	$300 \cdot (MZ) \cdot 0,074 \text{ €/kWh}$	0,0571 €/kWh	0,0401 €/kWh
Οι υπόλοιπες kWh	0,0591 €/kWh	Ενιαία χρέωση	Ενιαία χρέωση
Ελάχιστη ετήσια χρέωση (€)	$9,878 \cdot MZ$	0	$5,927 \cdot MZ$

Όπου, MZ είναι η μέγιστη (μηνιαία) ζήτηση ισχύος του συμπληρωθέντος 12μήνου (σε kW)

Για τις ανάγκες της παρούσας εργασίας, χρησιμοποιήθηκε αποκλειστικά η χρέωση άρδευσης με το βασικό τιμολόγιο εξαιτίας του σχετικά μικρού ποσοστού του δείγματος, το οποίο τιμολογείται με βάση το μειωμένο αγροτικό τιμολόγιο (MAT). Σύμφωνα λοιπόν τις χρεώσεις του βασικού τιμολογίου και των απαιτήσεων κάθε αντλίας ανά τετράμηνο, υπολογίστηκε τελικά το κόστος άρδευσης ανά γεώτρηση, το

οποίο στη συνέχεια, για τις ανάγκες του μαθηματικού προγραμματισμού μετατράπηκε σε κόστος άρδευσης ανά καλλιέργεια. Πρέπει στο σημείο αυτό να σημειωθεί ότι οι απαιτήσεις σε νερό των καλλιεργειών του δείγματος, εκτιμήθηκαν σύμφωνα με τις τιμές που ορίζει η Κοινή Υπουργική Απόφαση Φ.16/6631 του 1989 (ΚΥΑ, 1989), διότι κρίθηκε αδύνατη η ρεαλιστική και αξιόπιστη εκτίμηση του πραγματικού μεγέθους της υδατοκατανάλωσης μέσα από τα δεδομένα της πρωτογενούς έρευνας ερωτηματολογίου.

3.3. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ

Η παροχή οικονομικών κινήτρων για την ορθολογική κατανάλωση νερού και την υιοθέτηση αποδοτικότερων μεθόδων άρδευσης διερευνώνται στη συνέχεια της εργασίας. Για το σκοπό αυτό, επιλέγονται μια σειρά από σενάρια πολιτικής (οικονομικών και ρυθμιστικών μέτρων), τα οποία αναλύονται και αξιολογούνται, πάντα μέσα στο υφιστάμενο πλαίσιο της έμμεσης χρέωσης του υπόγειου νερού (κόστος ηλεκτρικού ρεύματος). Συγκεκριμένα, επιλέχθηκε η μέθοδος του μαθηματικού προγραμματισμού, η οποία χρησιμοποιείται αρκετά συχνά στις περιπτώσεις εκείνες όπου επιδιώκεται η ανάλυση της επίδρασης της τιμής του νερού σε διάφορες γεωργικές παραμέτρους (Berbel and Gomez-Limon, 2000). Η αντικειμενική συνάρτηση που επιχειρείται να μεγιστοποιηθεί είναι αυτή του ακαθάριστου κέρδους μιας γεωργικής εκμετάλλευσης, καθώς προσεγγίζει αρκετά καλά το εισόδημα των γεωργών, το οποίο είναι δύσκολο να εκτιμηθεί άμεσα (Λατινόπουλος, 2006).

Σκοπός της επίλυσης ενός τέτοιου μοντέλου είναι η εύρεση ενός σχεδίου παραγωγής, το οποίο βασιζόμενο στους υφιστάμενους κλάδους παραγωγής και σε ορισμένες εναλλακτικές ξηρικές καλλιέργειες, θα αποδίδει το μέγιστο δυνατό ακαθάριστο κέρδος (γεωργικό εισόδημα) σε δεδομένες κοινωνικο-οικονομικές και περιβαλλοντικές συνθήκες (όπως αυτές αποτυπώνονται μέσα από αντίστοιχους περιορισμούς της αντικειμενικής συνάρτησης). Οι αρδευόμενοι κλάδοι φυτικής παραγωγής χωρίστηκαν σε δύο κατηγορίες, ανάλογα με τον τρόπο άρδευσης: (α) υφιστάμενος τρόπος άρδευσης (καταιονισμός στις περισσότερες περιπτώσεις) και (β) υιοθέτηση (όπου δεν υπάρχει) της στάγδην άρδευσης. Το μοντέλο μαθηματικού προγραμματισμού που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα εργασία αποτελείται συνολικά από 19 εξαρτημένες μεταβλητές και συνολικά 42 περιορισμούς (περιορισμοί αγοράς, κεφαλαίου, συνολικής έκτασης, συνολικής κατανάλωσης νερού και εργασίας).

Τα άριστα σχέδια παραγωγής διερευνήθηκαν σε διάφορα σενάρια μεταβολής του κόστους άρδευσης (μεταβολή της τιμής χρέωσης του ηλεκτρικού ρεύματος) και σε διάφορα σενάρια μείωσης της διαθεσιμότητας των υδατικών πόρων (ποσοστώσεις στη συνολική κατανάλωση νερού στη γεωργία). Για την επίλυση όλων των επιμέρους σεναρίων έγινε χρήση του λογισμικού επίλυσης συστημάτων γραμμικού και μη γραμμικού προγραμματισμού What's Best! (LINDO Systems, 1998). Στη συνέχεια της εργασίας παρατίθενται τα αποτελέσματα τόσο των σεναρίων τιμολόγησης (μεταβολής κόστους άρδευσης), όσο και των σεναρίων επιβολής υποχρεωτικής μείωσης της συνολικής κατανάλωσης υπόγειων υδατικών πόρων (ποσοστώσεις).

4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ

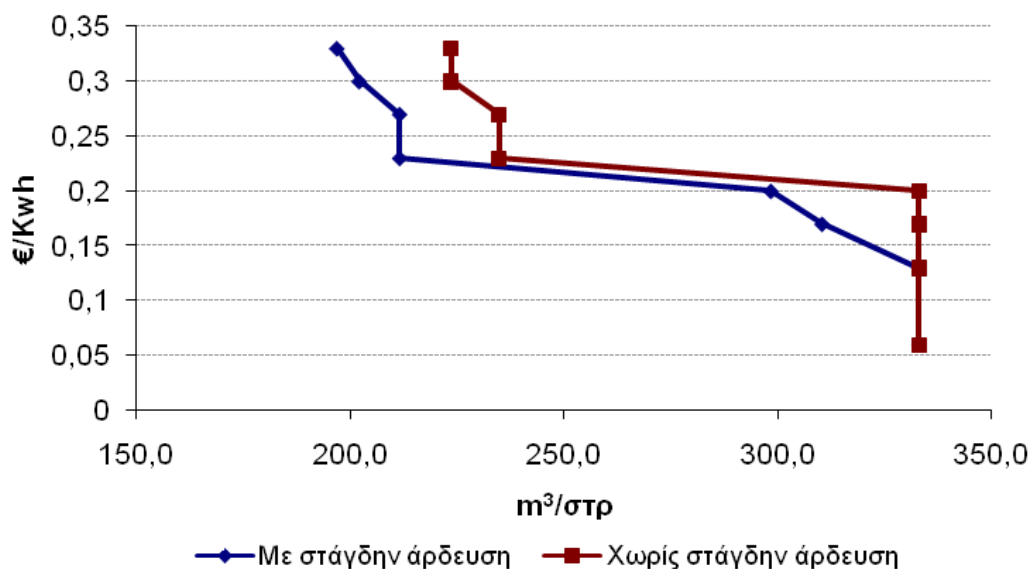
4.1. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΙΜΟΛΟΓΗΣΗΣ

Τα διάφορα σενάρια έμμεσης τιμολόγησης του υπόγειου νερού υπολογίστηκαν αρχικά χωρίς τη δυνατότητα επιλογής μίας πιο αποτελεσματικής μεθόδου άρδευσης. Επομένως, η μεγιστοποίηση του γεωργικού εισοδήματος έλαβε υπόψη, στη φάση αυτή, μόνο τη δυνατότητα αναδιάρθρωσης των καλλιεργειών. Τα άριστα σχέδια παραγωγής που προέκυψαν από την πρώτη αυτή εφαρμογή του μαθηματικού προγραμματισμού

παρουσιάζονται στον Πίνακα 2. Σε κάθε άριστο σχέδιο παραγωγής του εν λόγω πίνακα παρουσιάζεται και η κατανάλωση νερού στα διάφορα επίπεδα χρέωσης της ηλεκτρικής ενέργειας. Αξίζει στο σημείο αυτό να σημειωθεί ότι η υφιστάμενη χρέωση του ρεύματος αντιστοιχεί, σύμφωνα με σχετική εκτίμηση, σε μέσο κόστος άρδευσης ίσο με 0,06 €/m³. Τα βέλτιστα σχέδια παραγωγής υπολογίστηκαν για διαδοχικές αυξήσεις του κόστους άρδευσης, μέχρι το επίπεδο στο οποίο τετραπλασιάζεται η τιμή του ηλεκτρικού ρεύματος. Είναι αξιοσημείωτο ότι αύξηση του ρεύματος έως και 200% (που αντιστοιχεί σε μέσο κόστος άρδευσης ίσο με 0,13€/m³) δεν επιφέρει σημαντικές αλλαγές στο σχέδιο παραγωγής και δεν φαίνεται να συμβάλει ιδιαίτερα στην εξοικονόμηση νερού.

Σύμφωνα με τα παραπάνω, η αύξηση του κόστους των αρδεύσεων δεν προωθεί σε μεγάλο βαθμό την αναδιάρθρωση των καλλιεργειών προς μία πιο ορθολογική χρήση των υδατικών πόρων. Κρίθηκε επομένως σκόπιμο να ενσωματωθεί στο μοντέλο του μαθηματικού προγραμματισμού και η αποδοτικότητα των αρδεύσεων, μέσω της υιοθέτησης της στάγδην άρδευσης. Στον Πίνακα 3 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που προέκυψαν από το δεύτερο αυτό μοντέλο. Ως υφιστάμενη κατάσταση (ΥΦ/ΝΗ) νοείται η άρδευση με καταιονισμό, ενώ ως «νέα» θεωρείται η αντικατάσταση του καταιονισμού από τη στάγδην άρδευση. Στον μαθηματικό προγραμματισμό συνυπολογίστηκε και το κόστος εγκατάστασης της νέας μεθόδου άρδευσης, το οποίο ανέρχεται σε €100 ανά στρέμμα για τις δενδρώδεις καλλιέργειες και σε €120 ανά στρέμμα για τις υπόλοιπες. Με την υιοθέτηση της στάγδην άρδευσης το ποσοστό εξοικονόμησης νερού εκτιμάται ότι θα αντιστοιχεί στο 15% περίπου της σημερινής κατανάλωσης.

Στο Σχήμα 1 παρουσιάζεται η ζήτηση νερού προς το κόστος του ηλεκτρικού ρεύματος στα δύο μοντέλα που αναπτύχθηκαν. Παρατηρείται ότι η καμπύλη ζήτησης του νερού γίνεται πιο ελαστική όταν υπάρχει η δυνατότητα αλλαγής μεθόδου άρδευσης. Συνεπώς, σε έναν ενδεχόμενο διπλασιασμό της τιμής του ηλεκτρικού ρεύματος, η επιλογή μίας αποτελεσματικότερης μεθόδου άρδευσης οδηγεί σε επιπλέον εξοικονόμηση νερού ίση με 35m³/στρ.



Σχήμα 1. Ζήτηση νερού ως προς το κόστος του ηλεκτρικού ρεύματος

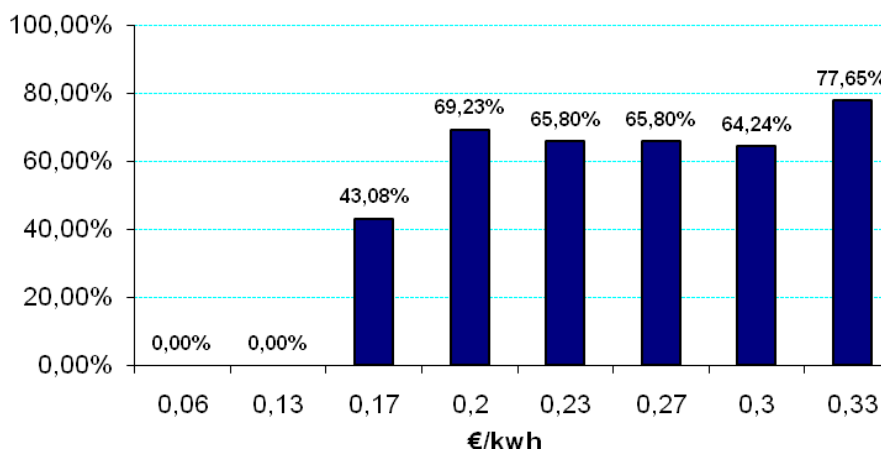
Πίνακας 2. Άριστα σχέδια παραγωγής σε σενάρια τιμολόγησης του αρδευτικού νερού χωρίς δυνατότητα υιοθέτησης αποδοτικότερης μεθόδου άρδευσης

Αύξηση της τιμής του ηλεκ. ρεύματος	ΕΛΙΕΣ		ΒΕΡΙΚΟΚΑ	ΦΙΣΤΙΚΙΑ	ΛΟΠΑ ΔΕΝΑΡΑ	ΚΗΠΕΥΤΙΚΑ	ΚΗΠΕΥΤΙΚΑ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ	ΜΠΟΣΤΑΝΙΚΑ	ΛΟΠΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ	ΣΥΓΓΡΗΜΑΤΙΚΟ	Ακαθάριστο Κέρδος(€/στρ)	Καταν. Νερού (m³/στρ)
	ΒΡΩΣΙΜΕΣ											
0%	15		28	4	4	6	2	5	1	35	339,31	333,3
+100%	15		28	4	4	6	2	5	1	35	297,21	333,3
+150%	15		28	4	4	6	2	5	1	35	276,16	333,3
+200%	15		28	4	4	6	2	5	1	35	255,12	333,3
+250%	15		9,8	4	4	6	2	5	1	53,2	235,51	235,0
+300%	15		9,8	4	4	6	2	5	1	53,2	221,26	235,0
+350%	15		10,7	4	1	6	2	5	1	55,3	207,68	223,8
+400%	15		10,7	4	1	6	2	5	1	55,3	194,54	223,8

Πίνακας 3. Άριστα σχέδια παραγωγής για διάφορα σενάρια τιμολόγησης του αρδευτικού νερού με δυνατότητα υιοθέτησης αποδοτικότερης μεθόδου άρδευσης

Αύξηση τιμής ρεύματος	ΕΛΙΕΣ		ΒΕΡΙΚΟΚΑ		ΦΙΣΤΙΚΙΑ		ΛΟΠΑ ΔΕΝΑΡΑ		ΚΗΠΕΥΤΙΚΑ		ΚΗΠΕΥΤΙΚΑ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ		ΜΠΟΣΤΑΝΙΚΑ		ΛΟΠΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ		ΣΥΓΓΡΗ ΜΑΤΙΚΟ	Ακαθάριστο Κέρδος	Καταν. Νερού
	ΒΡΩΣΙΜΕΣ																ΕΤΕΡΙΚΟ	(€/στρ)	(m ³ /στρ)
	ΥΦ/ΝΗ	ΝΕΑ	ΥΦ/ΝΗ	ΝΕΑ	ΥΦ/ΝΗ	ΝΕΑ	ΥΦ/ΝΗ	ΝΕΑ	ΥΦ/ΝΗ	ΝΕΑ	ΥΦ/ΝΗ	ΝΕΑ	ΥΦ/ΝΗ	ΝΕΑ	ΥΦ/ΝΗ	ΝΕΑ			
0%	15	0	28	0	4	0	4	0	6	0	2	0	5	0	1	0	35	339,31	333,3
+100%	15	0	28	0	4	0	4	0	6	0	2	0	5	0	1	0	35	297,21	333,3
+150%	15	0	28	0	4	0	4	0	6	0	2	0	5	0	1	0	35	276,25	310,6
+200%	0	15	0	28	4	0	4	0	6	0	0	2	5	0	1	0	35	256,21	298,6
+250%	0	15	0	9,8	4	0	4	0	6	0	0	2	5	0	1	0	53,2	237,55	211,8
+300%	0	15	0	9,8	4	0	4	0	6	0	0	2	5	0	1	0	53,2	224,74	211,8
+350%	0	15	0	10,7	4	0	4	0	6	0	0	2	5	0	1	0	55,3	212,55	202,3
+400%	0	15	0	10,7	4	0	4	0	6	0	0	2	5	0	1	0	55,3	200,83	197,1

Όπως φαίνεται και στο Σχήμα 2, η αύξηση του κόστους άρδευσης οδηγεί σε μία αυξανόμενη ανάγκη αποτελεσματικής εφαρμογής του νερού και επομένως σε μία μεγέθυνση του ποσοστού εφαρμογής της στάγδην άρδευσης στην περιοχή μελέτης.

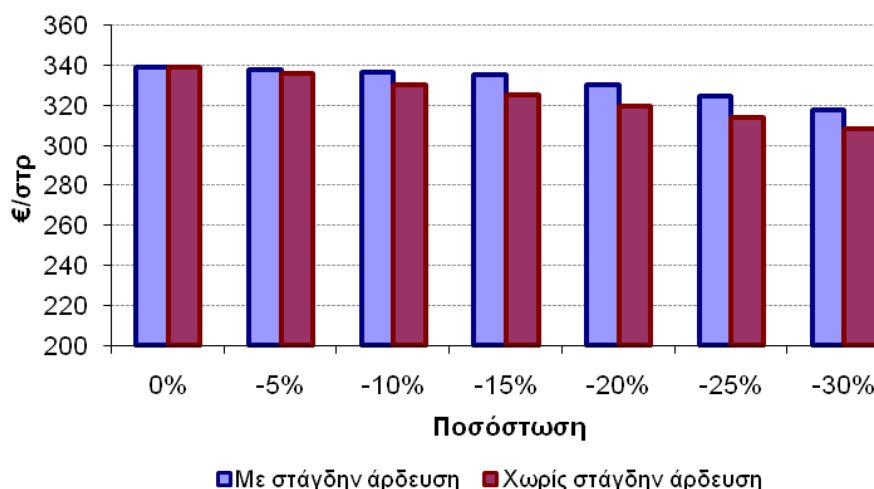


Σχήμα 2. Ποσοστό εφαρμογής στάγδην άρδευσης σε διάφορα σενάρια τιμολόγησης.

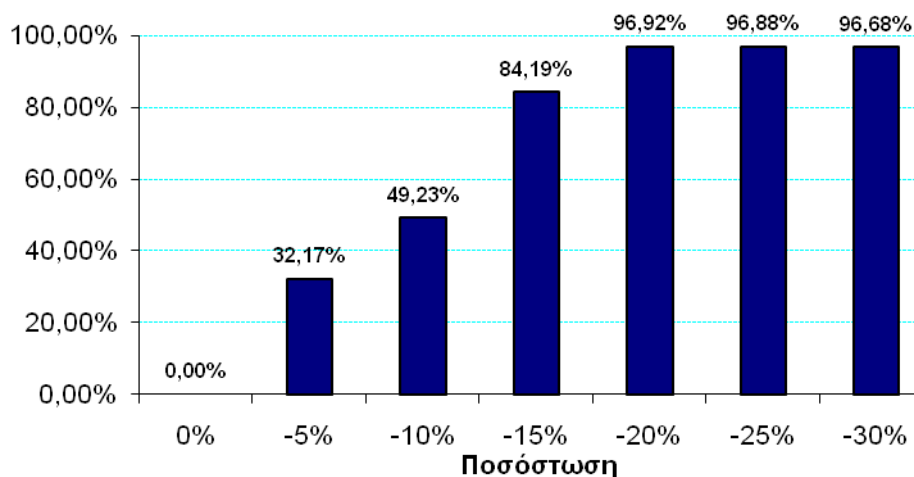
4.2. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΠΟΣΟΣΤΩΣΕΩΝ

Σε περιπτώσεις που υπάρχει άμεση ανάγκη μείωσης της κατανάλωσης του νερού (π.χ. ανάγκη άμεσης αναπλήρωσης ενός υδροφορέα), η αποκλειστική χρήση οικονομικών εργαλείων δεν αποτελεί την πιο ενδεδειγμένη λύση. Αντίθετα, σε τέτοιες περιπτώσεις κρίνεται απαραίτητη η υποχρεωτική μείωση της κατανάλωσης με ρυθμιστικά μέτρα, όπως για παράδειγμα με την εφαρμογή ποσοστώσεων (quotas). Για το λόγο αυτό, το μοντέλο μαθηματικού προγραμματισμού προσαρμόστηκε σε διάφορα σενάρια ποσοστώσεων της συνολικής κατανάλωσης νερού στην περιοχή μελέτης. Η προσαρμογή του ακαθάριστου κέρδους των γεωργών στα διάφορα σενάρια ποσόστωσης του αρδευτικού νερού παρουσιάζεται στο Σχήμα 3. Παρατηρείται, λοιπόν, ότι μια μείωση της διαθεσιμότητας του νερού της τάξης του 30% ισοδυναμεί με μείωση του γεωργικού εισοδήματος από 5,8% έως και 8,2% (ανάλογα με το αν έχει υιοθετηθεί η στάγδην άρδευση).

Όπως, επίσης, φαίνεται στο Σχήμα 4, αύξηση της ποσόστωσης του αρδευτικού νερού οδηγεί σε σταδιακή αύξηση του ποσοστού εφαρμογής της στάγδην άρδευσης. Το ποσοστό της στάγδην άρδευσης αγγίζει το 100% της συνολικής αρδευόμενης έκτασης για περιπτώσεις ποσόστωσης μεγαλύτερης του 20% της σημερινής κατανάλωσης.



Σχήμα 3. Ακαθάριστο κέρδος σε σενάρια ποσόστωσης του αρδευτικού νερού.



Σχήμα 4. Ποσοστό εφαρμογής στάγδην άρδευσης σε διάφορα σενάρια ποσόστωσης.

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ένα γενικό συμπέρασμα που προκύπτει από τα αποτελέσματα της προηγηθείσας ανάλυσης είναι ότι η ζήτηση του υπόγειου νερού στην περιοχή μελέτης παρουσιάζεται ως αρκετά ανελαστική. Ωστόσο, λαμβάνοντας υπόψη τη δυνατότητα επέκτασης της εφαρμογής της στάγδην άρδευσης, η καμπύλη ζήτησης του νερού γίνεται σημαντικά πιο ελαστική καθώς πληθαίνουν οι επιλογές του γεωργού και καθώς αυξάνει ταυτόχρονα η οικονομική αποτελεσματικότητα των καταναλισκόμενων υδατικών πόρων. Επίσης, σε περιπτώσεις που πιθανά να υπάρξει μείωση της προσφοράς υδατικών πόρων (είτε εξαιτίας φυσικών περιορισμών είτε εξαιτίας ρυθμιστικών μέτρων), η υιοθέτηση πιο αποτελεσματικών μεθόδων άρδευσης αποτελεί την πιο ορθολογική –και άμεση χρονικά– επιλογή. Ο κυριότερος λόγος γι' αυτό είναι ότι το ετήσιο κόστος κεφαλαίου μιας τέτοιας επένδυσης φαίνεται να είναι σαφώς μικρότερο του κόστους της οποιασδήποτε αναδιάρθρωσης καλλιεργειών που θα απαιτούνταν για την εξοικονόμηση μίας αντίστοιχης ποσότητας νερού.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Berbel, J., Gomez-Limon, J.A., 2000. *The impact of water-pricing policy in Spain: an analysis of three irrigated areas*. *Agricultural Water Management*, 43: 219-238.
- ΚΥΑ, 1989. *Προσδιορισμός κατώτατων και ανώτατων ορίων των αναγκαίων ποσοτήτων για την ορθολογική χρήση νερού στην άρδευση*. ΦΕΚ 428/Β' (Φ.16/6631).
- Λατινόπουλος, Δ., 2006. *Εφαρμογές πολυκριτηριακής ανάλυσης στην αειφορική διαχείριση των υδατικών πόρων και την οικονομική θεώρηση του αγροτικού νερού*. Διδακτορική διατριβή, Πολυτεχνική Σχολή, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, ΑΠΘ.
- Latinopoulos, P., 2005. *Valuation and pricing of irrigation water: An analysis in Greek agricultural areas*. *Global Nest Journal*, 7(3): 323-335.
- LINDO Systems, 1998. *What's Best User Manual*. Chicago.
- Παγίδης, Δ., Λατινόπουλος, Δ., 2009. *Η επίδραση του κόστους του αρδευτικού νερού στην αειφορική διαχείριση των υπόγειων υδατικών πόρων*. Κοινό συνέδριο ΕΥΕ-ΕΕΔΥΠ «Ολοκληρωμένη Διαχείριση Υδατικών Πόρων σε συνθήκες κλιματικών αλλαγών», Βόλος 27-30 Μαΐου 2009.
- Σιάρδος, Γ., 2005. *Μεθοδολογία κοινωνιολογικής έρευνας*. Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη, 306 σελ.

ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΕΛΛΕΙΜΜΑΤΙΚΗΣ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Μ. Σακελλαρίου-Μακραντωνάκη¹, Ε. Μυγδάκος² και Χ. Παπανικολάου³
^{1,3}Εργαστήριο, Γεωργικής Υδραυλικής, Τμήμα Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής
και Αγροτικού Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας,
Οδός Φυτόκου, Τ.Κ. 38446, Νέα Ιωνία, Βόλος
²Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, Τμήμα Διοίκησης Επιχειρήσεων Αγροτικών
Προϊόντων και Τροφίμων, Γ. Σεφέρη 2, Τ.Κ. 30100, Αγρίνιο
E-mails: ¹mask@uth.gr, ²emygdak@cc.uoi.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην εργασία αυτή ερευνάται πειραματικά η επίδραση της μεθόδου και της ποσότητας άρδευσης στην παραγωγή βιομάζας και στα οικονομικά αποτελέσματα της καλλιέργειας του ενεργειακού φυτού σόργου στην Ελλάδα, επιδιώκοντας την μείωση του κόστους παραγωγής και την βελτίωση της οικονομικής ωφέλειας για τον παραγωγό. Εφαρμόστηκε επιφανειακή και υπόγεια στάγδην άρδευση με δόση άρδευσης ίση με το 50, 70 και 100% της ημερήσιας εξατμισοδιαπνοής. Οι ανάγκες της καλλιέργειας σε νερό υπολογίστηκαν με την χρήση εξατμισόμετρου τύπου Α και αισθητήρα μέτρησης υγρασίας εδάφους. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδωσαν ενθαρρυντικά μηνύματα για την εφαρμογή ελλειμματικής άρδευσης σε φυτά μεγάλης δυναμικότητας παραγωγής βιομάζας.

Λέξεις κλειδιά: βιομάζα, επιφανειακή και υπόγεια στάγδην άρδευση, ακαθάριστη πρόσοδος, άμεσο κόστος νερού.

ECONOMIC RESULTS OF THE APPLICATION DEFICIT IRRIGATION

M. Sakellariou-Makrantonaki¹, E. Mygdakos² and Ch. Papanikolaou³
^{1,3}Laboratory of Agricultural Hydraulics, Department of Agriculture, Crop Science and
Rural Environment, University of Thessaly, Fytoko Street, 38446, Nea Ionia Volos
²Department of Agribusiness Management, University of Ioannina,
George Seferi 2-30100, Agrinio
E-mails: ¹mask@uth.gr, ²emygdak@cc.uoi.gr

ABSTRACT

In this paper the effect of irrigation method and the amount of water in biomass production and economic results of cultivating the energy plant sorghum in Greece is presented, focusing on the cost reduction and improvement of the economical benefit for the farmers. Surface and subsurface drip irrigation were used and the amount of water was equal to 50, 70 and 100% of daily evapotranspiration. The water requirements of the crop were calculated by using an A class evaporation pan and a soil moisture sensor. The energy and economical results are encouraging as for the use of supplemental irrigation in plants with high potentiality of biomass production.

Key words: Biomass, surface and subsurface drip irrigation, gross revenue, direct water cost.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ραγδαία αύξηση του πληθυσμού της γης και η άνοδος του βιοτικού επιπέδου, στις αναπτυγμένες και όχι μόνο χώρες, οδηγεί στην ολοένα και μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας (Mastorilli et al., 1995), με σημαντικές επιπτώσεις στη ρύπανση και μόλυνση του περιβάλλοντος μέσω των εκπομπών αερίων ρύπων στην ατμόσφαιρα (Mastorilli et al., 1995). Η μείωση των εκπεμπόμενων ρύπων σε συνδυασμό με τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας θα αποτελούσε το πρώτο βήμα προς την κατεύθυνση αντιμετώπισης της ρύπανσης του περιβάλλοντος. Η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας φαίνεται να καθορίζεται και από την αύξηση του κόστους εξόρυξης και επεξεργασίας των ορυκτών καυσίμων και εμμέσως από την ανάγκη ορισμένων κρατών να μειώσουν ή και να ελαχιστοποιήσουν την ενεργειακή εξάρτησή τους. Για τους λόγους αυτούς η Ευρωπαϊκή Επιτροπή εξέδωσε σχετική οδηγία (30/2003) σύμφωνα με την οποία μέχρι το έτος 2010 το 5,75% των καυσίμων που καταναλώνονται στις μεταφορές θα πρέπει να παράγονται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (Αγερίδης και Χρήστου, 2006).

Μία από τις μορφές ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι και η βιομάζα. Με τον όρο αυτό χαρακτηρίζεται κάθε υλικό που προέρχεται από ζώντες ή πρόσφατα αποθανόντες φυτικούς και ζωικούς οργανισμούς (Biomass Energy Centre, 2007). Η βιομάζα συμβάλει σε ποσοστό 56% στην παραγωγή ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές. Ειδικότερα, η βιομάζα από φυτικά είδη καλύπτει το 18% (Monti and Venturi, 2003). Με τη χρήση βιομάζας είναι δυνατό να επιτευχθεί η διατήρηση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα σε σταθερά επίπεδα ή ακόμη και να μειωθεί (Αγερίδης και Χρήστου, 2006; Monti and Venturi, 2003). Παράλληλα, διανοίγονται προοπτικές οικονομικής ανάπτυξης της υπαίθρου με την εισαγωγή ενεργειακών καλλιεργειών, οι οποίες συμβάλλουν στην αναδιάρθρωση των υφιστάμενων καλλιεργειών (Αγερίδης και Χρήστου, 2006). Η βιομάζα από φυτά μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή βιοαερίου, βιοντιζελ, αιθανόλης, μεθανόλης, πετρελαίου, βενζίνης και υδρογόνου. Εναλλακτικά, είναι δυνατό να χρησιμοποιηθεί για απευθείας καύση και παραγωγή θερμότητας για θέρμανση κτηρίων και την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Το ερώτημα που τίθεται από πολλούς σχετικά με την παραγωγή ενέργειας από ορυκτά καύσιμα ή από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας φαίνεται να είναι ρητορικό αφού τα ορυκτά καύσιμα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή ενέργειας, η οποία προορίζεται να καλύψει δραστηριότητες που απαιτούν υψηλή ποιότητα καυσίμων, όπως είναι οι βιομηχανικές χρήσεις, ενώ η ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε δραστηριότητες όπου απαιτούνται χαμηλής ποιότητας καύσιμα όπως η θέρμανση και η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (Monti and Venturi, 2003).

Διάφορα είδη φυτών μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή βιομάζας. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον για την Ελλάδα παρουσιάζει το σόργο (γλυκό και ινώδες). Το σόργο (*Sorghum bicolor* L. Moench) είναι ένα τροπικό φυτό το οποίο ανήκει στην οικογένεια των Αγρωστωδών (Poaceae). Ως C₄ φυτό έχει μεγάλη φωτοσυνθετική αποδοτικότητα όταν αναπτύσσεται σε κατάλληλες συνθήκες φωτισμού και θερμοκρασίας και υπό αυτές τις προϋποθέσεις παρουσιάζει υψηλό δυναμικό παραγωγής βιομάζας. Απαιτεί ζεστό, υγρό και καλά αεριζόμενο έδαφος. Σπέρνεται σε αποστάσεις 75-80cm μεταξύ των γραμμών και 5-6cm επί των γραμμών για περιοχές όπου η ετήσια βροχόπτωση κυμαίνεται από 400-600mm (πχ. Θεσσαλία). Η ζιζανιοκτονία μπορεί να γίνει είτε με μηχανικά είτε με χημικά μέσα. Γενικά η εφαρμογή 4-10Kg/στρ. πλήρων λιπασμάτων θεωρείται ικανοποιητική (Kneipp and Serafin, 2006).

Το σόργο δεν έχει ιδιαίτερα μεγάλες απαιτήσεις σε νερό άρδευσης. Είναι πιο παραγωγικό σε σχέση με το καλαμπόκι σε συνθήκες ελλιπούς άρδευσης (Farré and Faci, 2006; Monti and Venturi, 2003). Για την μέγιστη παραγωγή απαιτεί 450-560mm νερού

ανάλογα με τις συνθήκες του περιβάλλοντος στο οποίο καλλιεργείται. Το ριζικό του σύστημα μπορεί να φτάσει σε βάθος 180cm σε εδάφη χωρίς αδιαπέραστο ορίζοντα ενώ οι υπολογισμοί άρδευσης γίνονται για βάθος ριζοστρώματος 45-60cm (Dercas and Liakatas, 1999). Σε μέσης έως βαριάς σύστασης εδάφη (ιλοπηλώδη, αργιλοπηλώδη) επιτυγχάνεται το 80-90% της παραγωγής με 150-200mm άρδευσης. Το σόργο χαρακτηρίζεται ως φυτό καμήλα (Sakellariou-Makrantonaki et al., 2007) διότι έχει τη δυνατότητα μέσω του ριζικού του συστήματος να απορροφά νερό από τις διαθέσιμες ποσότητες του εδάφους που βρίσκονται σε μεγαλύτερα βάθη (Shroyer et al., 1998).

Από τα παραπάνω γίνεται αντιληπτό ότι η καλλιέργεια του φυτού σόργου θα πρέπει πλέον να θεωρείται μια από τις πολλά υποσχόμενες ενεργειακές καλλιέργειες υπό συνθήκες ελλιπούς άρδευσης. Για το σκοπό αυτό κρίθηκε αναγκαία η μελέτη της επίδρασης διαφορετικών δόσεων άρδευσης στην απόδοση και οικονομικότητα του ενεργειακού φυτού σόργου με την μέθοδο της υπόγειας στάγδην άρδευσης. Παράλληλα μελετήθηκε η πιθανότητα εξοικονόμησης νερού άρδευσης με την εφαρμογή συστημάτων νέας τεχνολογίας. Απώτερος σκοπός της διπλής αυτής μελέτης είναι η μεγιστοποίηση της ενεργειακής ωφέλειας από την καλλιέργεια του ενεργειακού φυτού σόργου με σύγχρονα συστήματα άρδευσης.

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε στο χώρο του αγροκτήματος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, στο Βελεστίνο (γ.π. 39° 23', γ.μ. 22° 45', υψόμετρο 70m) κατά τη διάρκεια των καλλιεργητικών περιόδων 2007-2008. Περιελάμβανε δύο συστήματα άρδευσης, τρεις μεταχειρίσεις και τέσσερις επαναλήψεις πλήρως τυχαιοποιημένες. Κάθε μεταχείριση είχε έκταση 200m² και κάθε επανάληψη 50m², (4m πλάτος επί 12,5m μήκος). Οι τρεις μεταχειρίσεις είναι: α) Υπόγεια στάγδην άρδευση με δόση άρδευσης ίση με το 70% της ημερήσιας εξατμισοδιαπνοής (Y70%ET), β) Υπόγεια στάγδην άρδευση με δόση άρδευσης ίση με το 50% της εξατμισοδιαπνοής (Y50%ET) και γ) Επιφανειακή στάγδην άρδευση με δόση άρδευσης ίση με το 100% των αναγκών της καλλιέργειας σε νερό (A100%ET). Στις δύο πρώτες μεταχειρίσεις οι ανάγκες της καλλιέργειας σε νερό καθορίζονταν με την χρήση εξατμισίμετρου τύπου A. Στην τρίτη μεταχείριση, την καλλιεργητική περίοδο 2007, οι ανάγκες της καλλιέργειας σε νερό καθορίστηκαν με την χρήση εξατμισίμετρου τύπου A ενώ την καλλιεργητική περίοδο 2008 καθορίστηκαν με βάση την μεταβολή της εδαφικής υγρασίας όπως αυτή καταγράφονταν από αισθητήρα μέτρησης υγρασίας εδάφους σε ποσοστό %κ.ο.

Το δίκτυο εφαρμογής περιλάμβανε σταλακτηφόρους σωλήνες από πολυαιθυλένιο εσωτερικής διαμέτρου 20mm που απείχαν μεταξύ τους 1,6m. Ο σταλακτηφόρος αγωγός περιλαμβάνει αυτοκαθαριζόμενους και αυτορυθμιζόμενους σταλακτήρες με ισαποχή 80cm (in line) και παροχή του κάθε σταλάκτη 2,3 l/h. Η τοποθέτησή των σταλακτηφόρων αγωγών έγινε με ειδικό υπεδαφοθέτη σε βάθος 0,45m. Η σπορά του σόργου πραγματοποιήθηκε στις 14 Μαΐου τόσο το 2007 όσο και το 2008 με σπαρτική μηχανή 6 σειρών, ενώ η ποικιλία που χρησιμοποιήθηκε ήταν η H132.

Οι εργασίες που πραγματοποιήθηκαν μετά το φύτευμα ήταν κοινές για όλες τις μεταχειρίσεις. Αναλυτικά, κατά την καλλιεργητική περίοδο 2007 πραγματοποιήθηκαν τρία σκαλίσματα επί της γραμμής σποράς με το χέρι, έως ότου τα φυτά αναπτύξουν μέσο ύψος 50cm, και μία χημική ζιζανιοκτονία ανάμεσα στις γραμμές σποράς με το ζιζανιοκτόνο glyphosate (Roundup). Κατά την καλλιεργητική περίοδο 2008 πραγματοποιήθηκε χημική ζιζανιοκτονία με το ζιζανιοκτόνο atrazine αμέσως μετά τη σπορά και πριν το φύτευμα της καλλιέργειας με δόση 200cm³/στρ. και ένα μόνο σκάλισμα με το χέρι όταν τα φυτά είχαν μέσο ύψος 50cm. Δεν πραγματοποιήθηκε κανενός είδους λιπαντική ή άλλη χημική επέμβαση.

Κατά τη διάρκεια και των δύο καλλιεργητικών περιόδων εφαρμόστηκαν έξι δόσεις άρδευσης με το σύστημα της τεχνητής βροχής από τη σπορά έως ότου τα φυτά αναπτύξουν ριζικό σύστημα ικανό να απορροφά το νερό που χορηγείται υπογείως. Η έναρξη του προγράμματος στάγδην άρδευσης πραγματοποιήθηκε 3/7/2007 και 25/6/2008 και τερματίστηκε στα μέσα Σεπτεμβρίου (15/9/2007 και 2008).

Οι μετρήσεις των παραγωγικών χαρακτηριστικών της καλλιέργειας (ύψος φυτού, δείκτης φυλλικής επιφάνειας, χλωρή και ξηρή βιομάζα) πραγματοποιούνταν από τις δύο μεσαίες γραμμές σποράς κάθε εβδομάδα. Για τον προσδιορισμό της παραγωγής σε βιομάζα λαμβάνονταν δείγματα τα οποία ζυγίζονταν με ζυγό ακριβείας για να προσδιοριστούν τα αντίστοιχα βάρη με βάση τα οποία έγινε η αναγωγή σε στρεμματική απόδοση και σύγκριση των μεταχειρίσεων. Τα δείγματα ξεραίνονταν στους 105°C μέχρι σταθεροποίησης του βάρους τους.

Η στατιστική ανάλυση έγινε με τη μέθοδο της ανάλυσης της παραλλακτικότητας (ANOVA) σε επίπεδο σημαντικότητας 5%. Για τη σύγκριση των μέσων όρων εφαρμόστηκε το τεστ Duncan. Για τη στατιστική ανάλυση χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό πακέτο SPSS version 14.

Για όλη την καλλιεργητική περίοδο καταγράφονται τόσο τα στοιχεία ανάπτυξης όσο και τα οικονομικά στοιχεία που είναι απαραίτητα για τον υπολογισμό των δαπανών παραγωγής, του κόστους παραγωγής και των οικονομικών αποτελεσμάτων μεταξύ των μεταχειρίσεων. Τα δεδομένα αυτά αναλύονται και συστηματοποιούνται με βάση το ακαθάριστο κέρδος ως στοιχείο σύγκρισης (Κίτσοπανίδης και Καμενίδης, 2003, Lampkin, 1990). Το γεγονός ότι πρόκειται για συγκριτική μελέτη του κόστους παραγωγής και του οικονομικού αποτελέσματος, η χρησιμοποίηση του ακαθάριστου κέρδους δίνει πλήρη και σαφή εικόνα του μέτρου σύγκρισης των ερευνούμενων συστημάτων και ποσοτήτων άρδευσης.

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Εξετάζοντας τα αποτελέσματα των τριών μεταχειρίσεων ως προς την παραγωγή ξηρής βιομάζας διαπιστώθηκε ότι και οι μεταχειρίσεις που αρδεύτηκαν ελλειμματικά με την υπόγεια στάγδην άρδευση έδωσαν σημαντική παραγωγή ξηρής βιομάζας. Το γεγονός αυτό δείχνει τη σημασία της υπόγεια στάγδην άρδευσης στην εφαρμογή του απαιτούμενου νερού άμεσα στο ενεργό ριζόστρωμα της καλλιέργειας αλλά και στην αύξηση της αποδοτικότητας χρήσης νερού λόγω της μείωσης των απωλειών νερού, από το επιφανειακό στρώμα εδάφους, ως αποτέλεσμα της εξάτμισης. Παράλληλα, επειδή το νερό εφαρμόζεται απευθείας στο ενεργό ριζόστρωμα της καλλιέργειας, τα θρεπτικά στοιχεία του εδάφους ή αυτά που προστίθενται με το σύστημα άρδευσης γίνονται άμεσα διαθέσιμα για τα φυτά (Sakellariou-Makrantonaki et al., 2007).

Από την μελέτη του Πίνακα 1 γίνεται αντιληπτό ότι η μεταχειρίσεις A100%ET και Y70%ET έδωσαν την ίδια περίπου παραγωγή ξηρής βιομάζας τόσο την πρώτη όσο και την δεύτερη καλλιεργητική περίοδο. Αναλυτικότερα, η παραγωγή βιομάζας διέφερε κατά 3,6% την πρώτη καλλιεργητική περίοδο ενώ κατά τη δεύτερη καλλιεργητική περίοδο η διαφορά ήταν αμελητέα. Αντίστοιχα, η διαφορά στην παραγωγή ξηρής βιομάζας μεταξύ των ζευγών μεταχειρίσεων (Y50%ET, A100%ET) και (Y50%ET, Y70%ET), για κάθε καλλιεργητική περίοδο (2007, 2008), ήταν (6,7%, 27,7%) και (3%, 28,4%). Η διαφορά, μεταξύ πρώτης και δεύτερης καλλιεργητικής περιόδου, πιθανόν να οφείλεται στη μικρότερη ποσότητα νερού άρδευσης, η οποία πιθανόν συνέβαλε στη μείωση της διαθεσιμότητας των απαιτούμενων ποσοτήτων θρεπτικών στοιχείων του εδάφους και κατά συνέπεια στην ανεπαρκή θρέψη των φυτών με αποτέλεσμα την μείωση της παραγωγής.

Πίνακας 1. Παραγωγή και οικονομικά αποτελέσματα της διετίας 2007-2008.

Καλ/κές Περίοδοι	2007	2007	2007	2008	2008	2008
Μέσοι Όροι	Y50%	Y70%	A100%	Y50%	Y70%	A100%
Παραγωγή (Kg./ha)	32585 ^a	33565 ^a	34780 ^a	30825 ^b	39600 ^a	39375 ^a
Ακαθάριστη Πρόσοδος (€/ha)	2118 ^a	2182 ^a	2261 ^a	2004 ^b	2574 ^a	2559 ^a
Άμεσες Δαπάνες (€/ha)	2231	2314	2388	1622	1705	1752
Άμεσο κόστος (€/Kg)	0,0690 ^a	0,0650 ^a	0.0693 ^a	0.0540 ^b	0.0430 ^a	0.0450 ^{ab}
Άμεσο κόστος άρδευσης (€/mm H ₂ O)	0.00077 ^c	0.00053 ^b	0.00040 ^a	0.00056 ^c	0.00043 ^b	0.00034 ^a
Ακαθάριστο κέρδος (€/ha)	-113 ^a	-132 ^a	-127 ^a	382 ^b	869 ^a	807 ^{ab}

Αντίθετα, στις άλλες δύο μεταχειρίσεις η ποσότητα του νερού άρδευσης κάλυπτε τις ανάγκες της καλλιέργειας σε νερό και επομένως συνέβαλε στην αύξηση της διαθεσιμότητας των θρεπτικών στοιχείων του εδάφους με αποτέλεσμα την αύξηση της παραγωγής. Για την καλλιεργητική περίοδο 2007 οι μεταχειρίσεις δεν διέφεραν στατιστικά μεταξύ τους ως προς την παραγωγή ξηρής βιομάζας. Η μεταχείριση A100%ET παρουσίαζε τάση υπεροχής έναντι των υπολοίπων. Την περίοδο 2008 παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές (Y70%ET^a, A100%ET^a και Y50%ET^b).

Η ακαθάριστη πρόσοδος, η οποία προκύπτει ως γινόμενο της μέσης απόδοσης επί την τιμή ανά κιλό του προϊόντος (Κιτσοπανίδης και Καμενίδης, 2003, Lampkin, 1990) ήταν το πρώτο από τα τέσσερα οικονομικά στοιχεία της καλλιέργειας που εξετάστηκαν (Τιμή προϊόντος=0.065€/Kg.). Από τον παραπάνω πίνακα φαίνεται ότι την μεγαλύτερη ακαθάριστη πρόσοδο, για την καλλιεργητική περίοδο 2007, έδωσε η μεταχείριση A100%ET ενώ για την καλλιεργητική περίοδο 2008 η μεταχείριση Y70%ET ήταν εκείνη με την μεγαλύτερη ακαθάριστη πρόσοδο. Οι διαφορές που παρουσιάστηκαν μεταξύ των ζευγών των μεταχειρίσεων (Y70%ET, A100%ET), (Y50%ET, A100%ET), (Y50%ET, Y70%ET), για την καλλιεργητική περίοδο 2007, ήταν 3,6%, 6,7% και 3% αντίστοιχα. Για την καλλιεργητική περίοδο 2008 η διαφορά της ακαθάριστης προσόδου των παραπάνω ζευγών ήταν 0,6%, 27,7% και 28,4%. Οι διαφορές αυτές οφείλονται στην μειωμένη παραγωγή ξηρής βιομάζας της μεταχείρισης Y50%ET σε σχέση με τις άλλες δύο μεταχειρίσεις κατά το έτος 2008. Για την καλλιεργητική περίοδο 2007 οι μεταχειρίσεις δεν διέφεραν στατιστικά μεταξύ τους ως προς την ακαθάριστη πρόσοδο. Η μεταχείριση A100%ET παρουσίαζε τάση υπεροχής έναντι των υπολοίπων. Την περίοδο 2008 παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές (Y70%ET^a, A100%ET^a και Y50%ET^b).

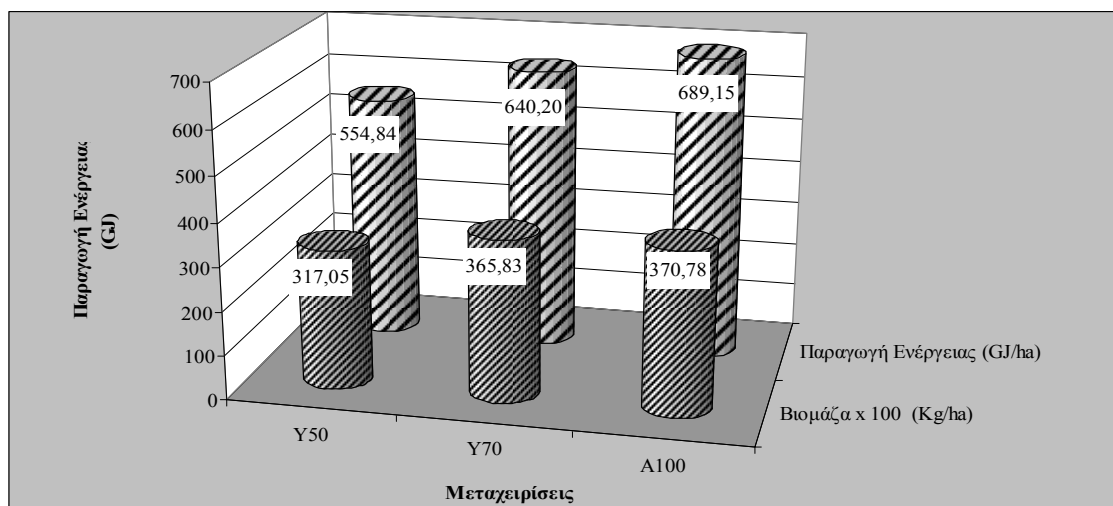
Το δεύτερο κατά σειρά οικονομικό στοιχείο που μελετήθηκε ήταν άμεσες δαπάνες. Οι άμεσες δαπάνες αποτελούν το σύνολο των εξόδων που πραγματοποιούνται κατά την καλλιεργητική περίοδο. Σε αυτές περιλαμβάνονται έξοδα για την αγορά των απαιτούμενων εφοδίων (σπόροι, ζιζανιοκτόνα), έξοδα για την αγορά ενός πλήρους συστήματος στάγδην άρδευσης, κόστος χρήσης νερού, κόστος εργατικών χεριών, κόστος καλλιεργητικών εργασιών, τόκοι μόνιμου και κυκλοφορούντος κεφαλαίου και ενοίκιο αγροτεμαχίου. Οι διαφορές που παρουσιάστηκαν μεταξύ των ζευγών των μεταχειρίσεων (Y70%ET, A100%ET), (Y50%ET, A100%ET), (Y50%ET, Y70%ET), για την καλλιεργητική περίοδο 2007, ήταν 3,2%, 7% και 3,7% αντίστοιχα. Για την καλλιεργητική περίοδο 2008 οι άμεσες δαπάνες των παραπάνω ζευγών ήταν 2,8%, 8% και

5,1%. Οι διαφορές οφείλονται στο γεγονός ότι την καλλιεργητική περίοδο 2007 εφαρμόστηκε κατευθυνόμενη χημική ζιζανιοκτονία και τρία σκαλίσματα με το χέρι ενώ κατά την περίοδο 2008 εφαρμόστηκε μια χημική ζιζανιοκτονία μετά τη σπορά και ένα μόνο σκάλισμα με το χέρι.

Το τρίτο οικονομικό στοιχείο που μελετήθηκε ήταν το άμεσο κόστος παραγωγής. Το άμεσο κόστος παραγωγής προκύπτει από την διαίρεση των συνολικών δαπανών παραγωγής με την συνολική απόδοση ενός προϊόντος (Κιτσοπανίδης και Καμενίδης, 2003). Οι διαφορές που παρουσιάστηκαν μεταξύ των ζευγών των μεταχειρίσεων (Y70%ET, A100%ET), (Y50%ET, A100%ET), (Y50%ET, Y70%ET), για την καλλιεργητική περίοδο 2007, ήταν της τάξης του 1% για όλα τα ζεύγη μεταχειρίσεων. Για την καλλιεργητική περίοδο 2008 το άμεσο κόστος παραγωγής των παραπάνω ζευγών ήταν 4,7%, 20% και 25,6%. Οι διαφορές οφείλονται κυρίως στην διαφορά παραγωγής που παρατηρήθηκε μεταξύ των μεταχειρίσεων κατά τις δύο καλλιεργητικές περιόδους. Επιπλέον, παρατηρήθηκε ότι η μείωση του αριθμού σκαλισμάτων μεταξύ των δύο καλλιεργητικών περιόδων είχε ως αποτέλεσμα την μείωση του άμεσου κόστους παραγωγής κατά περίπου 27,8%, 51,1% και 54% στις μεταχειρίσεις Y50%ET, Y70%ET και A100%ET αντίστοιχα. Για την καλλιεργητική περίοδο 2007 οι μεταχειρίσεις δεν διέφεραν στατιστικά μεταξύ τους ως προς το άμεσο κόστος παραγωγής, παρά το γεγονός ότι η μεταχείριση Y50%ET παρουσίαζε τάση υπεροχής έναντι των υπολοίπων. Την περίοδο 2008 παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές (Y70%ET^a, A100%ET^{ab} και Y50%ET^b).

Το τέταρτο οικονομικό στοιχείο που μελετήθηκε ήταν το άμεσο κόστος νερού. Κατ' αντιστοιχία με το άμεσο κόστος παραγωγής, το άμεσο κόστος νερού προκύπτει από την διαίρεση των συνολικών δαπανών παραγωγής με την συνολική ποσότητα νερού που χορηγήθηκε. Οι διαφορές που παρουσιάστηκαν μεταξύ των ζευγών των μεταχειρίσεων (Y70%ET, A100%ET), (Y50%ET, A100%ET), (Y50%ET, Y70%ET), για την καλλιεργητική περίοδο 2007, ήταν 32.5%, 92.5% και 45.3% αντίστοιχα. Για την καλλιεργητική περίοδο 2008 το άμεσο κόστος νερού των παραπάνω ζευγών ήταν 26.5%, 64.7% και 30.2%. Από την μελέτη του Πίνακα 1 γίνεται αντιληπτό ότι το άμεσο κόστος νερού μειώνεται με την αύξηση των δόσεων άρδευσης. Όπως και στην περίπτωση του άμεσου κόστους παραγωγής η μείωση του κόστους των εργατικών συνέβαλε στην μείωση του άμεσου κόστους νερού κατά 37,5%, 23,3% και 17.6% στις μεταχειρίσεις Y50%ET, Y70%ET και A100%ET αντίστοιχα. Αναφορικά με το άμεσο κόστος νερού οι μεταχειρίσεις διέφεραν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους τόσο κατά την καλλιεργητική περίοδο 2007 (A100%ET^a, Y70%ET^b και Y50%ET^c) όσο και κατά την περίοδο 2008 (A100%ET^a, Y70%ET^b και Y50%ET^c).

Ιδιαίτερη αναφορά πρέπει να γίνει στο τελευταίο και σημαντικότερο οικονομικό αποτέλεσμα που είναι το ακαθάριστο κέρδος. Τα αποτελέσματα έδειξαν αρνητικά μεγέθη για όλες τις μεταχειρίσεις την καλλιεργητική περίοδο 2007. Αντίθετα, την περίοδο 2008 το ακαθάριστο κέρδος γίνεται θετικό ακόμη και στην περίπτωση της μεταχείρισης Y50%ET, η οποία δίνει την μικρότερη παραγωγή, ως αποτέλεσμα της μείωσης του κόστους χρήσης εργατικών χεριών. Αυτό σημαίνει πως με την εφαρμογή κατάλληλων καλλιεργητικών τεχνικών μπορεί να μειωθεί το κόστος παραγωγής και να αυξηθεί το εισόδημα του παραγωγού. Επιπλέον, καθιστά συμφέρουσα την καλλιέργεια του ενεργειακού φυτού σόργου ακόμη και υπό συνθήκες γεωργίας χαμηλών εισροών. Για την καλλιεργητική περίοδο 2007 οι μεταχειρίσεις δεν διέφεραν στατιστικά μεταξύ τους ως προς το ακαθάριστο κέρδος παρόλο που η μεταχείριση Y50%ET παρουσίαζε τάση υπεροχής. Όμως την περίοδο 2008, παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές (Y70%ET^a, A100%ET^{ab} και Y50%ET^b).



Σχήμα 1. Μέσος όρος παραγωγής ενέργειας τη διετία 2007-2008.

Στο παραπάνω Σχήμα 1 φαίνεται η παραγωγή ενέργειας. Για τον υπολογισμό της παραγωγής ενέργειας υιοθετήθηκε η εξίσωση:

Παραγωγή Ενέργειας (MJ) = Ξηρή Βιομάζα (Kg) × Συντελεστή Μετατροπής (17,5MJ/Kg) (El Bassam, 1998).

Από το Σχήμα 1 γίνεται αντιληπτό ότι οι μεταχειρίσεις που δέχτηκαν μεγαλύτερη δόση άρδευσης παράγουν περισσότερη ξηρή βιομάζα και κατά συνέπεια περισσότερη ενέργεια. Από το Σχήμα 1 προκύπτει ωστόσο, ότι και η μεταχείριση Y50%ET έδωσε κατά μέσο όρο τη διετία 2007-2008 654,84GJ/ha ενέργειας η οποία αντιστοιχεί σε 54,57MWh ($654,84 \times 30\% / 3,6$) (Ρεντιζέλας κ.α., 2006), όταν η μέση ετήσια κατανάλωση ενέργειας ανά οικογένεια (4 ατόμων) στην Ελλάδα ανέρχεται σε 16,94MWh (Χαρά Τζαναβάρα, 2008).

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα συμπεράσματα που προέκυψαν από την παραπάνω ανάλυση των στοιχείων της καλλιέργειας σόργου για την διετία 2007 και 2008 συνοψίζονται στα παρακάτω:

- Οι μεταχειρίσεις A100%ET και Y70%ET έδωσαν μεγαλύτερη παραγωγή ξηρής βιομάζας, μεγαλύτερη παραγωγή ενέργειας, μεγαλύτερη ακαθάριστη πρόσδο, μικρότερο άμεσο κόστος παραγωγής και νερού.
- Το ακαθάριστο κέρδος, που ενδιαφέρει περισσότερο ήταν αρνητικό την περίοδο 2007, ενώ για την καλλιεργητική περίοδο 2008 ήταν σημαντικά θετικό. Αυτό προέκυψε ως αποτέλεσμα της μείωσης των δαπανών παραγωγής (δαπάνες εργασίας, δαπάνες άρδευσης κ.λπ.), δηλαδή, του κόστους παραγωγής, αλλά και της αύξησης της απόδοσης του προϊόντος την χρονιά αυτή.
- Η μέση παραγωγή ενέργειας κυμάνθηκε σε υψηλά επίπεδα για τις μεταχειρίσεις A100%ET και Y70%ET. Υψηλή μέση παραγωγή ενέργειας δίνει και η μεταχείριση Y50%ET αν αναλογιστεί κανείς την μειωμένη κατά 50% ποσότητα νερού άρδευσης που της χορηγήθηκε σε σχέση με τις πραγματικές ανάγκες της καλλιέργειας σε νερό.
- Κατά την καλλιεργητική περίοδο 2007 οι μεταχειρίσεις δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ως προς την παραγωγή βιομάζας, την ακαθάριστη πρόσδο, το άμεσο κόστος παραγωγής και το ακαθάριστο κέρδος. Την καλλιεργητική περίοδο 2008 παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές.
- Ως προς το άμεσο κόστος νερού παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές

τόσο κατά την καλλιεργητική περίοδο 2007 όσο και κατά την περίοδο 2008.

Ευχαριστίες

Το έργο συγχρηματοδοτείται

- 80% της Δημόσιας Δαπάνης από την Ευρωπαϊκή Ένωση-Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο
- 20% της Δημόσιας Δαπάνης από το Ελληνικό Δημόσιο-Υπουργείο Ανάπτυξης-Γενική Γραμματεία Έρευνας και Τεχνολογίας
- και από τον Ιδιωτικό Τομέα

στο πλαίσιο του Μέτρου 8.3 του Ε.Π. Ανταγωνιστικότητα-Γ' Κοινοτικό Πλαίσιο Στήριξης.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Αγερίδης, Γ. και Χρήστου, Μ., 2006. *Τα βιοκαύσιμα και ο αναπτυξιακός τους ρόλος για τη βιομηχανία και τον αγροτικό τομέα*. ΤΕΕ/ΤΚΜ, Δημερίδα, 3-4 Νοεμβρίου, Θεσσαλονίκη, pp. 1-6.
- Biomass Energy Centre, 2007. www.biomassenergycentre.org.uk.
- Dercas, N. and Liakatas, A., 1999. *Sorghum Water Loss in Relation to Irrigation Treatment*. Water Resources Management, 13: 39-57.
- El Bassam, N., 1998. *Energy plant species: Their use and impact on environment and development*. James&james Science Publishers, UK.
- Farré, I. and Faci, José María, 2006. *Comparative response of maize (Zea mays L.) and sorghum (Sorghum bicolor L. Moench) to deficit irrigation in a Mediterranean environment*. Agricultural Water Management, 83: 135-143.
- Κιτσοπανίδης, Γ. και Καμενίδης, Χ., 2003. *Αγροτική Οικονομική*. Γ' Έκδοση. Εκδόσεις ΖΗΤΗ. Θεσσαλονίκη
- Kneipp, J. and Serafin, L., 2006. *Grain sorghum: NSW planting guide 2006-07*. NSW Department of Primary Industries Publications. New South Wales. www.dpi.nsw.gov.au/primefacts , pp. 1-10.
- Lampkin, N., 1990. *Organic farming*. Farming Press. U.K.
- Mastrorilli, M., Katergji, N. and Rana, G., 1995. *Water efficiency and stress on grain sorghum at different reproductive stages*. Agricultural Water Management, 28: 23-34.
- Monti, A. and Venturi, G., 2003. *Comparison of energy performance of fibre sorghum, sweet sorghum and wheat monocultures in northern Italy*. European Journal of Agronomy, 19: 35-43.
- Πεντιζέλας Αθ., Τατσιοπουλος, Ηλ., Αραβώσης, Κ. και Τόλης, Αθ., 2006. *Η αγροτική βιομάζα ως απόβλητο και η βελτιστοποίηση της ενεργειακής αξιοποίησης της*. 2^ο Συνέδριο ΕΕΔΣΑ. 3-4 Φεβρουαρίου 2006, Αθήνα, pp. 1-12.
- Sakellariou-Makrantonaki, M., Papalexis, D., Nakos, N. and Kalavrouziotis, I. K., 2007. *Effect of modern irrigation methods on growth and energy production of sweet sorghum (var. Keller) on a dry year in Central Greece*. Agricultural Water Management, 90: 181-189.
- Shroyer, J., Kok, H., Fjell, D., Whitney, D., Rogers, H.D., Alam, M., Jardine, D. and Leroy Brooks, H., 1998. *Grain sorghum production handbook: Fertilizer requirements, Irrigation, Major sorghum diseases and major sorghum insects*. Kansas State University Publications. Kansas. www.oznet.ksu.edu , pp. 12-21.
- Τζαναβάρα, Χ., 2008. *Στην Ελλάδα τα πιο σπάταλα και «βρωμιάρικά» κτίρια στην Ευρώπη*. Άρθρο στην εφημερίδα Ελευθεροτυπία 15/3/2008. www.enet.gr

ΔΙΑΘΕΣΙΜΟΤΗΤΑ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ ΚΑΙ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΟΥ ΕΙΚΟΝΙΚΟΥ ΝΕΡΟΥ ΣΤΟ ΝΟΜΟ ΚΟΡΙΝΘΙΑΣ

Π. Γεωργίου¹ και Κ. Βουδούρης²

¹Τομέας Εγγείων Βελτιώσεων, Εδαφολογίας και Γεωργικής Μηχανικής,
Γεωπονική Σχολή Α.Π.Θ., 54124 Θεσσαλονίκη,

²Εργαστήριο Τεχνικής Γεωλογίας & Υδρογεωλογίας, Τμήμα Γεωλογίας,
Α.Π.Θ., 54124 Θεσσαλονίκη

E-mail: ¹pantaz@agro.auth.gr, ²kvoudour@geo.auth.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η αρδευόμενη γεωργία, η οποία καταναλώνει περίπου το 80% των διαθέσιμων υδατικών πόρων, είναι υπεύθυνη για τη διατάραξη των υδατικών ισοζυγίων διαφόρων περιοχών και τη δημιουργία ελλείψεων νερού. Ο Νομός Κορινθίας είναι ένας ελλειμματικός νομός από την άποψη του υδατικού δυναμικού του. Αυτό οφείλεται στις μικρές βροχοπτώσεις, στην ακανόνιστη κατανομή τους κατά τη διάρκεια του έτους, στην επέκταση των αρδευομένων καλλιεργειών κ.λπ. Η αειφορική διαχείριση των υδατικών πόρων του Νομού είναι ζήτημα πρώτιστης σημασίας. Στα πλαίσια της διαχείρισης μία νέα έννοια είναι και αυτή του εικονικού νερού. Στην εργασία αυτή καταγράφεται η διαθεσιμότητα των υδατικών πόρων και γίνεται εκτίμηση του εικονικού νερού των καλλιεργειών στο Νομό Κορινθίας. Οι τιμές του εικονικού νερού συγκρίνονται με άλλους δείκτες παραγωγικότητας του αρδευτικού νερού.

Λέξεις κλειδιά: υδατικοί πόροι, εικονικό νερό, παραγωγικότητα νερού, Κορινθία.

AVAILABILITY OF WATER RESOURCES AND VIRTUAL WATER ESTIMATION IN KORINTHIA PREFECTURE

P. Georgiou¹ and K. Voudouris²

¹Department of Hydraulics, Soil Science and Agricultural Engineering,
Faculty of Agriculture, A.U.Th., 54124 Greece

²Laboratory of Engineering Geology & Hydrogeology, School of Geology,
A.U.Th., 54124 Greece

E-mail: ¹pantaz@agro.auth.gr, ²kvoudour@geo.auth.gr

ABSTRACT

The irrigated agriculture which uses about 80% of available water resources is accused for the perturbation of water balances of difference regions and the creation of water deficits. The prefecture of Korinthia has a deficit in water resources because of the low rainfall, the irregular distribution of precipitation during the year, the extension of irrigated crops etc. The sustainable water resources management of prefecture is question of main importance. In the frames of water resources management a new concept is also that the virtual water. In this paper is recorded the availability of water resources and the virtual water of crops is calculated in the prefecture of Korinthia. The virtual water is compared with other indicators of water productivity in irrigated agriculture.

Key words: water resources, virtual water, water productivity, Korinthia.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο Νομός Κορινθίας χαρακτηρίζεται από ανομοιογένεια στη διαθεσιμότητα των υδατικών πόρων, με το Ανατολικό τμήμα να αντιμετωπίζει περισσότερα προβλήματα σε σχέση με το Δυτικό, όπου υπάρχει μεγαλύτερο διαθέσιμο υδατικό δυναμικό (Βουδούρης και Αντωνάκος, 2003). Η κακή διαχείριση και η ποιοτική υποβάθμιση των επιφανειακών και υπόγειων νερών, καθώς και η πολυδιάσπαση αρμοδιοτήτων και φορέων που εμπλέκονται σε θέματα υδατικών πόρων έχουν δημιουργήσει σοβαρά αδιέξοδα στην αξιοποίηση και στις χρήσεις των υδατικών πόρων του Νομού Κορινθίας. Η ορθολογική διαχείριση των υδατικών πόρων αποτελεί ζήτημα πρώτιστης σημασίας με επιπτώσεις στρατηγικού χαρακτήρα για την ανάπτυξη του Νομού (Panagoroulos et al., 2002; Voudouris, 2007).

Στα πλαίσια της διαχείρισης των υδατικών πόρων ένα νέο εργαλείο είναι και το εικονικό νερό που είναι η ποσότητα νερού που απαιτείται για την παραγωγή μιας μονάδας ενός προϊόντος (Allan, 1993, 1997; Hoekstra, 2003; Hoekstra and Chapagain, 2008). Στο γεωργικό τομέα, το εικονικό νερό αποτελεί ένα δείκτη που εκφράζει την κατανάλωση νερού που συνεπάγεται η παραγωγή των διαφόρων γεωργικών προϊόντων. Στην εργασία αυτή, καταγράφεται η διαθεσιμότητα των υδατικών πόρων και γίνεται εκτίμηση του εικονικού νερού των διαφόρων καλλιεργειών στο Νομό Κορινθίας. Οι τιμές του εικονικού νερού συγκρίνονται με άλλους δείκτες παραγωγικότητας του αρδευτικού νερού, ενώ προκύπτουν χρήσιμα συμπεράσματα για τη διαχείριση των υδατικών πόρων του Νομού.

2. ΕΙΚΟΝΙΚΟ ΝΕΡΟ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΟΤΗΤΑ ΝΕΡΟΥ

Η ορθολογική διαχείριση των υδατικών πόρων αποτελεί ζήτημα πρώτιστης σημασίας ιδιαίτερα σε περιοχές με ελλειμματικό υδατικό ισοζύγιο. Στα πλαίσια λοιπόν της διαχείρισης των υδατικών πόρων προέκυψε και η έννοια του «*Εικονικού Νερού*» (*Virtual Water*), την οποία εισήγαγε στις αρχές της δεκαετίας του 90, ο καθηγητής T. Allan (Allan, 1993, 1997) όταν μελέτησε τη δυνατότητα εισαγωγής εικονικού νερού ως μερική λύση στο πρόβλημα έλλειψης νερού στη Μέση Ανατολή. Πέρασε περίπου μία δεκαετία, για να γίνει η πρώτη διεθνής συνάντηση με θέμα το «*Εμπόριο Εικονικού Νερού*» (*Virtual Water Trade*) στο Delft της Ολλανδίας, το 2002 και η έννοια του εικονικού νερού να απασχολεί όλο και περισσότερο τη διεθνή κοινότητα.

Το *εικονικό ή αόρατο ή ενσωματωμένο νερό*, είναι το νερό που ενσωματώνεται σε ένα προϊόν, όχι υπό την πραγματική έννοια, αλλά υπό την εικονική έννοια. Αναφέρεται ως το νερό που απαιτείται για την παραγωγή μιας μονάδας ενός προϊόντος στη θέση παραγωγής. Από τον ορισμό προκύπτει αφενός πως η λέξη «εικονικό» χρησιμοποιείται για να τονιστεί ότι το μεγαλύτερο μέρος του νερού που χρησιμοποιείται για την παραγωγή του προϊόντος δε συμπεριλαμβάνεται σε φυσική μορφή στο προϊόν και αφετέρου το μέγεθός του εξαρτάται από τις συνθήκες που επικρατούν στη θέση παραγωγής του προϊόντος.

Για τα γεωργικά προϊόντα, το εικονικό νερό υπολογίζεται από τη σχέση:

$$VWV = IR_i / Y \quad (1)$$

όπου: VWV= εικονικό νερό μιας καλλιέργειας (m^3/kg ή lt/kg), IR_i = ολικές ανάγκες σε αρδευτικό νερό (mm ή $m^3/στρέμμα$) και Y = μέγιστη απόδοση της καλλιέργειας ($kg/στρέμμα$).

Ο υπολογισμός των αναγκών σε νερό των καλλιεργειών γίνεται με τον υπολογισμό της εξατμισοδιαπνοής της καλλιέργειας. Με φυσικό τρόπο οι ανάγκες αυτές μπορούν να καλυφθούν από τη βροχόπτωση, το υπόγειο νερό με τριχοειδή ανύψωση και το νερό που είναι αποθηκευμένο στο έδαφος στη ζώνη του ριζοστρώματος. Στην περίπτωση που οι τρεις παραπάνω πηγές είναι ανεπαρκείς, είναι αναγκαίο για την

κανονική ανάπτυξη και απόδοση των καλλιεργειών να δοθεί πρόσθετο νερό με άρδευση. Έτσι, οι καθαρές σε αρδευτικό νερό ανάγκες (IR_n) υπολογίζονται από τη σχέση:

$$IR_n = ET_c - (Pe + Gw + SM) \quad (2)$$

όπου: ET_c είναι η εξατμισοδιαπνοή της καλλιέργειας, Pe είναι το μέρος εκείνο της βροχής που μπορεί να αξιοποιηθεί από τις καλλιέργειες και λέγεται ωφέλιμη βροχή, Gw είναι η συμβολή του υπόγειου νερού με τριχοειδή ανύψωση και SM είναι το νερό που είναι αποθηκευμένο στη ζώνη του ριζοστρώματος στην αρχή της βλαστικής περιόδου και μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τις καλλιέργειες.

Η εξατμισοδιαπνοή των καλλιεργειών (ET_c) υπολογίζεται από το γινόμενο των φυτικών συντελεστών (k_c) επί την εξατμισοδιαπνοή της καλλιέργειας αναφοράς, η οποία υπολογίζεται με τη μέθοδο FAO Penman – Monteith (Allen et al., 1998). Οι ολικές σε νερό άρδευσης ανάγκες (IR_t) προκύπτουν από το λόγο των καθαρών αναγκών προς την αποδοτικότητα άρδευσης (E).

Η έννοια του εικονικού νερού είναι απόλυτα συνδεδεμένη με το εμπόριο εικονικού νερού (virtual water trade). Σύμφωνα με αυτό, περιοχές ή και χώρες οι οποίες διαθέτουν επαρκείς υδατικούς πόρους μπορούν να παράγουν προϊόντα τα οποία χρειάζονται μεγάλες ποσότητες νερού για να παραχθούν και να τα εξάγουν, ενώ αντίθετα περιοχές ή χώρες που αντιμετωπίζουν προβλήματα διαθεσιμότητας νερού μπορούν να εισάγουν τέτοια προϊόντα. Με τον τρόπο αυτό, επιτελείται εξοικονόμηση νερού, μειώνεται η πίεση στους διαθέσιμους υδατικούς πόρους, ενώ το νερό που περισσεύει δίνεται σε άλλες καλλιέργειες ή χρήσεις. Επομένως, με το εμπόριο των γεωργικών προϊόντων υπάρχει μια ροή εικονικού νερού (virtual water flow) από τις περιοχές ή χώρες παραγωγής και εξαγωγής, σε περιοχές ή χώρες που καταναλώνουν και εισάγουν αυτά τα προϊόντα. Η πρακτική αξία της έννοιας του εικονικού νερού είναι ότι μπορεί να θεωρηθεί ως «εναλλακτική πηγή νερού» ειδικά σε περιοχές ή χώρες οι οποίες δέχονται πιέσεις στους υφιστάμενους υδατικούς πόρους, ενώ προστίθεται ένα επιπλέον εργαλείο στη διαχείριση των υδατικών πόρων και στη λήψη αποφάσεων σε σχέση με τη διάθεση του νερού.

Το εικονικό νερό είναι ένας δείκτης, ο οποίος σχετίζεται με την παραγωγικότητα του νερού (water productivity). Η παραγωγικότητα του νερού στην αρδευόμενη γεωργία μετρά το βαθμό στον οποίο το αρδευτικό νερό μετατρέπεται σε αγαθά (Molden et al., 2003) και είναι ο λόγος των εκροών που προέρχονται από το νερό προς την εισροή νερού. Έτσι προκύπτουν διάφοροι δείκτες παραγωγικότητας (indicators of water productivity) όπου οι εκροές μπορεί να είναι η απόδοση των καλλιεργειών (crop yield) σε kg/m^2 ή οικονομικό προϊόν (ακαθάριστο ή καθαρό κέρδος) και εκφράζονται από τις σχέσεις (Sakthivadivel et al., 1999; Ali and Talukder, 2008):

$$WP_1 = Y/IR_t \quad (3)$$

$$WP_2 = NB/IR_t \quad (4)$$

όπου: WP_1 και WP_2 = δείκτες παραγωγικότητας του αρδευτικού νερού (kg/m^3 και $€/m^3$), Y = μέγιστη απόδοση των καλλιεργειών κάτω από συνθήκες επάρκειας νερού ($kg/στρέμμα$), NB = καθαρό ή ακαθάριστο κέρδος που προέρχεται από μία καλλιέργεια ($€/στρέμμα$) και IR_t = ολικές σε νερό άρδευσης ανάγκες (mm ή $m^3/στρέμμα$).

3. ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ

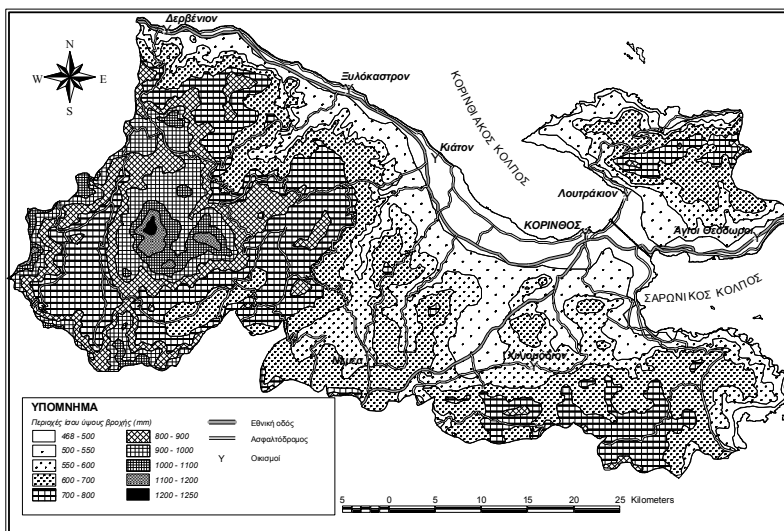
Ο Νομός Κορινθίας καλύπτει συνολική έκταση 2.290 Km^2 και έχει πληθυσμό 153.941 κατοίκους (απογραφή 2001). Ο πληθυσμός εμφανίζει τάσεις αύξησης και κυρίως η πεδινή ζώνη (8,5% αύξηση σε σχέση με το 1991). Το 30,5% της επιφάνειας καλύπτεται από δάση και σημαντικό ποσοστό (36,3%) του Νομού καλύπτουν αγροτικές εκτάσεις πολλαπλής χρήσης (Voudouris et al., 2007). Η περιοχή χαρακτηρίζεται από

δημογραφική κατάρρευση της υπαίθρου υπέρ των αστικών κέντρων της παράκτιας ζώνης, στην οποία κατοικεί σχεδόν το 75% του συνολικού πληθυσμού του. Στο Νομό παρατηρείται επέκταση των δυναμικών καλλιεργειών και μείωση των κτηνοτροφικών δραστηριοτήτων.

3.1. ΔΙΑΘΕΣΙΜΟΤΗΤΑ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ

Από αρχαιότατων χρόνων μέχρι σήμερα η χωροχρονικά μεταβαλλόμενη ζήτηση νερού στην Κορινθία δεν καλυπτόταν ικανοποιητικά από την αντίστοιχη διαθεσιμότητα υδατικών πόρων. Στην ορεινή Κορινθία υπάρχουν κατά περιοχές πλούσιοι υδατικοί πόροι, ενώ μεγάλη έλλειψη νερού υπάρχει στη βόρεια πεδινή και λοφώδη ζώνη, όπου υπάρχει η μεγαλύτερη ζήτηση νερού για άρδευση και ύδρευση. Τέλος, το δυσμενέστερο από πλευράς διαθεσιμότητας υδατικών πόρων είναι το καθεστώς στην Ανατολική Κορινθία (Voudouris et al., 2007).

Στο Σχήμα 1 παρουσιάζεται ο βροχομετρικός χάρτης του Νομού Κορινθίας, απ' όπου προκύπτει μια μείωση των βροχοπτώσεων από Δυτικά προς Ανατολικά και από Βορρά προς Νότο (Βουδούρης & Αντωνάκος, 2003). Στο Δυτικό τμήμα του Νομού όπου επικρατούν τα μεγαλύτερα υψόμετρα παρατηρούνται και τα μεγαλύτερα ύψη βροχόπτωσης σε αντίθεση με το Ανατολικό τμήμα όπου τα υψόμετρα είναι σχετικά χαμηλά και η βροχόπτωση είναι μικρή. Η κατανομή των βροχοπτώσεων είναι άνιση εποχικά (το 85% των βροχοπτώσεων πέφτει την υγρή περίοδο Οκτωβρίου-Απριλίου). Η άνιση χωροχρονική κατανομή των βροχοπτώσεων σε συνδυασμό με την άνιση χωροχρονική κατανομή της ζήτησης του νερού, αποτελεί την πλέον κρίσιμη πτυχή του υδατικού προβλήματος του Νομού.



Σχήμα 1. Βροχομετρικός χάρτης του Νομού Κορινθίας.

Οι αρδευόμενες εκτάσεις καλύπτουν το 40,4% των συνολικά καλλιεργούμενων (πεδινή και ημιορεινή ζώνη) και παρά την παγκόσμια τάση για ελάττωση των αρδευτικών αναγκών στο Νομό Κορινθίας παρατηρείται αύξηση (Γεωργίου και Παπαμιχαήλ, 2008). Η υπερεκμετάλλευση των υπόγειων νερών και η εντατική χρήση λιπασμάτων στη γεωργία έχουν προκαλέσει περιβαλλοντικά προβλήματα σε πολλούς υδροφορείς (θαλάσσια διείδυση, νιτρορύπανση κ.ά) (Voudouris et al., 2004). Το μεγαλύτερο ποσοστό των αναγκών σε νερό για κάθε χρήση στην παραλιακή ζώνη καλύπτεται από την εκμετάλλευση των υπόγειων υδροφορέων. Μεγάλος αριθμός γεωτρήσεων και πηγαδιών (νόμιμων και παράνομων) λειτουργούν στο Νομό Κορινθίας και εκτιμάται ότι ανέρχεται περίπου σε 8.000 (στοιχεία ΥΕΒ).

3.2. ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΡΔΕΥΟΜΕΝΗΣ ΓΕΩΡΓΙΑΣ

Οι ανάγκες σε νερό για κάθε χρήση (ύδρευση, άρδευση και βιομηχανία) αντιστοιχούν σε ποσοστά 8,57%, 91,35% και 0,08% επί του συνόλου των αναγκών. Λαμβάνοντας υπόψη ότι κατά την ξηρά περίοδο (Μάιος – Σεπτέμβριος) καταγράφονται οι μεγαλύτερες ανάγκες σε νερό για άρδευση, λόγω του είδους των καλλιεργειών (κηπευτικά, δενδρώδεις), για ύδρευση, λόγω αύξησης του πληθυσμού (τουριστική περίοδος) αλλά και για άλλες χρήσεις, ενώ το διαθέσιμο υδατικό δυναμικό για την αντίστοιχη περίοδο είναι το μικρότερο του έτους, εύκολα αντιλαμβάνεται κανείς τη διάσταση του προβλήματος της έλλειψης νερού την περίοδο αυτή.

Σύμφωνα με στοιχεία της ΕΣΥΕ και της Νομαρχίας Κορινθίας η διαχρονική εξέλιξη της συνολικής και της αρδευόμενης έκτασης των καλλιεργειών στο Νομό Κορινθίας δείχνει ότι το 1971 το ποσοστό των αρδευόμενων εκτάσεων ήταν στο 25% περίπου της συνολικά καλλιεργούμενης έκτασης και την τελευταία δεκαετία το ποσοστό αυτό έχει ανέλθει στο 40% περίπου. Συγκεκριμένα το 2007 η συνολικά καλλιεργούμενη έκταση ήταν 548.077 στρέμματα και η αρδευόμενη 221.247 στρέμματα. Σχετικά με την κατανομή των καλλιεργειών το μεγαλύτερο ποσοστό καταλαμβάνουν δενδρώδεις καλλιέργειες και ειδικότερα τα ελαιόδεντρα (34,7%) και τα αμπελοειδή (31,8%). Από τις υπόλοιπες, οι καλλιέργειες που καταλαμβάνουν μεγαλύτερες εκτάσεις είναι τα εσπεριδοειδή (9,8%) και τα σιτηρά (9,2%) ενώ τα νωπά φρούτα και τα λαχανικά καταλαμβάνουν μόλις το 5,8% και το 3,2% αντίστοιχα.

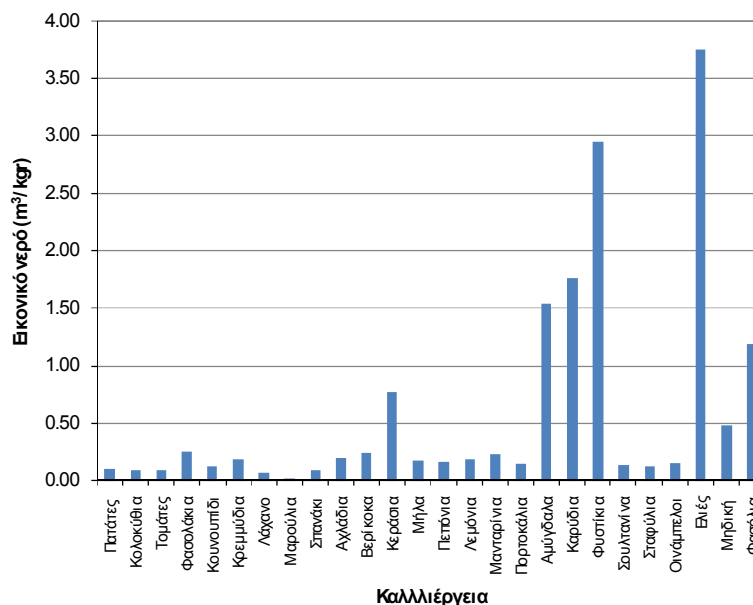
Όσον αφορά τις μεθόδους άρδευσης, υπήρξε μια μετατόπιση από τις επιφανειακές μεθόδους και την τεχνητή βροχή που ήταν οι κυρίαρχες μέθοδοι το 1991, στην μικρο-άρδευση (άρδευση με σταγόνες και μικροεκτοξευτήρες) το έτος 2007. Συγκεκριμένα το 1991 με επιφανειακές μεθόδους αρδεύονταν 73.333 στρέμματα, με τεχνητή βροχή 75.358 στρέμματα και με στάγδην άρδευση μόνο 18.380 στρέμματα. Αντίθετα, το 2007 μόνο 9.000 στρέμματα αρδεύονταν με τεχνητή βροχή ενώ τα υπόλοιπα 212.247 στρέμματα αρδεύονταν με μικροάρδευση (άρδευση με σταγόνες και μικροεκτοξευτήρες). Στην περιοχή της Βόχας εφαρμόζεται παραδοσιακά η μέθοδος των χειμερινών αρδεύσεων με κατάκλιση, που λειτουργεί ως τεχνητός εμπλουτισμός με ιδιαίτερη θετική συμβολή στην ενίσχυση του υδατικού ισοζυγίου του υδροφορέα της παράκτιας ζώνης.

4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Στην περιοχή έρευνας, η εκτίμηση της εξατμισοδιαπνοής της καλλιέργειας αναφοράς έγινε με την εφαρμογή της μεθόδου FAO Penman – Monteith σε μέσα μηνιαία κλιματικά δεδομένα των ετών 1987 μέχρι 2000, του σταθμού του Βέλου, ο οποίος είναι αντιπροσωπευτικός των αρδευόμενων περιοχών και διαθέτει αξιόπιστες μετρήσεις πολλών ετών των περισσότερων κλιματικών παραμέτρων που χρησιμοποιεί η μέθοδος. Οι τιμές των φυτικών συντελεστών του συνόλου των καλλιεργειών παίρνονται είτε από Πίνακες όπου δίνονται για τις κλιματικές συνθήκες της Ελλάδας (Παπαζαφειρίου, 1999), είτε από Πίνακες που δίνονται από τον FAO (Allen et al., 1998). Η ωφέλιμη βροχή P_e υπολογίστηκε με βάση τη μηνιαία βροχόπτωση P_i και τη μηνιαία εξατμισοδιαπνοή για κάθε καλλιέργεια με τη σχέση της SCS (Παπαζαφειρίου, 1999). Η αρδευτική αποδοτικότητα θεωρήθηκε ίση με 0,85 εξαιτίας του ότι η μέθοδος άρδευσης που εφαρμόζεται είναι η στάγδην άρδευση. Θεωρώντας ότι $SM=0$, που σημαίνει ότι η αποθηκευμένη στο έδαφος εδαφική υγρασία στην αρχή και στο τέλος της βλαστικής περιόδου υποτίθεται ότι είναι ίδια και $GW=0$, υπολογίστηκαν με βάση τη σχέση (2) οι καθαρές σε νερό ανάγκες των καλλιεργειών και στη συνέχεια οι ολικές αρδευτικές ανάγκες. Σύμφωνα με τους παραπάνω υπολογισμούς βρέθηκε ότι οι συνολικές αρδευτικές ανάγκες όλων των καλλιεργειών είναι $105 \times 10^6 \text{ m}^3$.

Στη συνέχεια για κάθε μία από τις καλλιέργειες του Ν. Κορινθίας, υπολογίστηκαν

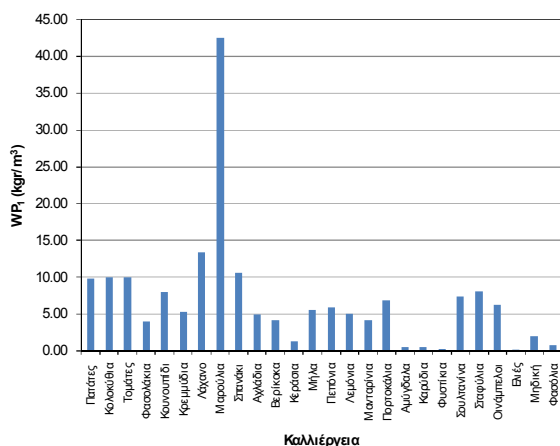
οι τιμές του εικονικού νερού σύμφωνα με τη σχέση (1), όπου οι τιμές της μέγιστης απόδοσης των καλλιεργειών πάρθηκαν από έκδοση της Περιφέρειας Πελοποννήσου (Διεύθυνση Αγροτικής Ανάπτυξης) «Δείκτες του Έτους 2005» και φαίνονται στο Σχήμα 2.



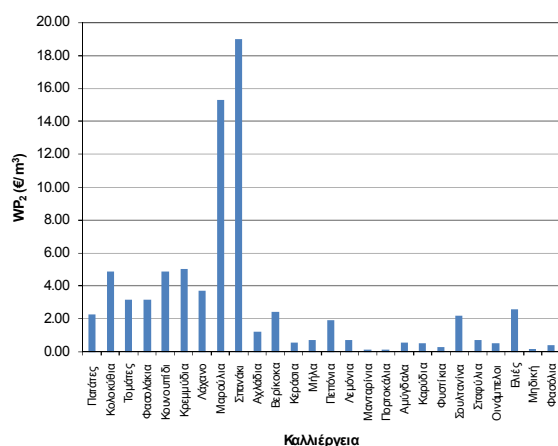
Σχήμα 2. Εικονικό νερό των καλλιεργειών του Νομού Κορινθίας.

Όπως προκύπτει από το Σχήμα 2, οι τιμές του εικονικού νερού κυμαίνονται από 0,0235 m³/kg για τα μαρούλια μέχρι 3,74 m³/kg για τις ελιές. Η τιμή του εικονικού νερού των προϊόντων τα οποία εξάγονται από το Νομό και αυτά είναι η σουλτανίνα, τα λεμόνια, τα βερίκοκα και τα πορτοκάλια για τα οποία οι ανάγκες σε αρδευτικό νερό καλύπτουν το 50% των συνολικών αναγκών, έχουν χαμηλή τιμή εικονικού νερού. Αυτό σημαίνει ότι η ποσότητα του εικονικού νερού η οποία εξάγεται είναι μικρή. Αντίθετα, καλλιέργειες με μεγάλη τιμή εικονικού νερού (αμύγδαλα, φυστίκια, καρύδια κ.λπ.) καλλιεργούνται σε μικρές εκτάσεις με αποτέλεσμα, οι παραγωγές τους να εξαντλούνται στα όρια του Νομού, ενώ δεν σπαταλούνται και μεγάλες ποσότητες νερού. Τέλος, για την ελιά, της οποίας η τιμή του εικονικού νερού είναι μεγάλη, ενώ καλλιεργείται σε 190.000 στρέμματα μόνο τα 28.300 στρέμματα είναι αρδευόμενα, το οποίο σημαίνει ότι το νερό το οποίο χρησιμοποιείται αφορά προϊόντα που καταναλώνονται εντός του Νομού.

Στη συνέχεια για τον υπολογισμό των δύο δεικτών παραγωγικότητας των σχέσεων (3) και (4), ως NB χρησιμοποιήθηκε το ακαθάριστο κέρδος για κάθε καλλιέργεια. Το ακαθάριστο κέρδος προκύπτει αν από την ακαθάριστη πρόσοδο κάθε καλλιέργειας αφαιρεθεί το μεταβλητό κόστος. Η ακαθάριστη πρόσοδος προκύπτει από την απόδοση των καλλιεργειών, τις τιμές πώλησής τους και τυχόν επιδοτήσεις. Το μεταβλητό κόστος προκύπτει από το άθροισμα των δαπανών για: σπόρους ή φυτάρια προς μεταφύτευση, λιπάσματα, γεωργικά φάρμακα, ανθρώπινη εργασία, χρήση ξένων μηχανημάτων, έξοδα άρδευσης, έξοδα εμπορίας (διαλογή, συσκευασία) και λοιπά τρέχοντα έξοδα. Στοιχεία για τον υπολογισμό όλων των παραπάνω πάρθηκαν από τους Δείκτες του έτους 2005 της Περιφέρειας Πελοποννήσου. Με βάση τα στοιχεία αυτά υπολογίστηκαν για κάθε καλλιέργεια του νομού Κορινθίας οι δείκτες παραγωγικότητας του αρδευτικού νερού, οι οποίοι παρουσιάζονται στα Σχήματα 3 και 4.



Σχήμα 3. Δείκτης παραγωγικότητας WP₁ των καλλιεργειών του Ν. Κορινθίας.



Σχήμα 4. Δείκτης παραγωγικότητας WP₂ των καλλιεργειών του Ν. Κορινθίας.

Από τη σύγκριση των Σχημάτων 2, 3 και 4 προκύπτει ότι χαμηλή τιμή εικονικού νερού για μια καλλιέργεια συνεπάγεται, αυξημένο δείκτη παραγωγικότητας του νερού άρδευσης γι' αυτήν. Ειδικότερα στην περίπτωση του δείκτη WP₂, ο συσχετισμός αυτός είναι σημαντικός μιας και η αρδευόμενη γεωργία πρέπει πρωτίστως να στοχεύει στην ορθολογικότερη χρήση των διαθέσιμων υδατικών πόρων αλλά και στη μεγιστοποίηση του κέρδους. Έτσι, για καλλιέργειες με μικρή τιμή εικονικού νερού και υψηλό δείκτη παραγωγικότητας του νερού, όταν αυτές είναι εξαγωγίμες σημαίνει πως το όφελος είναι πολλαπλό γιατί δεν εξάγονται μεγάλες ποσότητες νερού και το κέρδος είναι αυξημένο.

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι περιοχές ή χώρες που διαθέτουν μεγάλα αποθέματα νερού μπορούν να παράγουν αγαθά, τα οποία προϋποθέτουν την κατανάλωση μεγάλων ποσοτήτων νερού, ενώ αντίθετα περιοχές ή χώρες που αντιμετωπίζουν προβλήματα διαθεσιμότητας υδατικών πόρων μπορούν να εισάγουν τα παραπάνω αγαθά και να παράγουν άλλα που απαιτούν μικρότερες ποσότητες νερού. Με τον τρόπο αυτό το εμπόριο του εικονικού νερού μεταξύ περιοχών μιας χώρας ή μεταξύ των χωρών μπορεί να οδηγήσει στην αποτελεσματικότερη χρήση των διαθέσιμων υδατικών πόρων. Βέβαια όλα τα παραπάνω υπόκεινται και σε περιορισμούς και όπως αναφέρει και το Παγκόσμιο Συμβούλιο Νερού (World Water Council) «Σε παγκόσμιο επίπεδο, το εμπόριο του εικονικού νερού έχει και γεωπολιτικές επιπτώσεις. Παρακινεί τις εξαρτήσεις μεταξύ των χωρών. Επομένως, μπορεί να θεωρηθεί είτε ως κίνητρο για συνεργασία και ειρήνη, είτε ως λόγος για πιθανές συγκρούσεις».

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην εργασία αυτή καταγράφεται η διαθεσιμότητα των υδατικών πόρων και γίνεται εκτίμηση του εικονικού νερού των καλλιεργειών του Νομού Κορινθίας. Οι τιμές του εικονικού νερού συγκρίνονται με δείκτες παραγωγικότητας του αρδευτικού νερού. Η τιμή του εικονικού νερού των προϊόντων τα οποία εξάγονται από το Νομό και αυτά είναι η σουλτανίνα, τα λεμόνια, τα βερίκοκα και τα πορτοκάλια για τα οποία οι ανάγκες σε αρδευτικό νερό καλύπτουν το 50% των συνολικών αναγκών, έχουν χαμηλή τιμή εικονικού νερού. Αυτό σημαίνει ότι η ποσότητα του εικονικού νερού η οποία εξάγεται είναι μικρή. Αντίθετα, καλλιέργειες με μεγάλη τιμή εικονικού νερού (αμύγδαλα, φυστίκια, καρύδια κ.λπ.) καλλιεργούνται σε μικρές εκτάσεις με αποτέλεσμα, οι παραγωγές τους να εξαντλούνται στα όρια του Νομού, ενώ δεν σπαταλούνται και μεγάλες ποσότητες νερού.

Τέλος, χαμηλή τιμή εικονικού νερού για μια καλλιέργεια συνεπάγεται, αυξημένο δείκτη παραγωγικότητας του νερού άρδευσης γι' αυτήν. Ειδικότερα στην περίπτωση

του δείκτη οικονομικής παραγωγικότητας ο συσχετισμός αυτός είναι σημαντικός μιας και η αρδευόμενη γεωργία πρέπει πρωτίστως να στοχεύει στην ορθολογικότερη χρήση των διαθέσιμων υδατικών πόρων αλλά και στη μεγιστοποίηση του κέρδους.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Ali, M.H. and Talukder, M.S.U., 2008. *Increasing water productivity in crop production- A synthesis*. Agricultural Water Management, 95, 1201-1213.
- Allan, J.A., 1993. *Fortunately there are substitutes for water otherwise our hydro-political futures would be impossible*. In: ODA, Priorities for water resources allocation and management, ODA, London, 13-26.
- Allan, J.A., 1997. *Virtual water: A long term solution for water short Middle Eastern economies*. Paper presented at the 1997 British Association Festival of Science, University of Leeds.
- Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D. and Smith, M., 1998. *Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements*. FAO Irrigation and Drainage Paper, No 56, 300 p.
- Βουδούρης, Κ. και Αντωνάκος, Α., 2003. *Κατανομή των βροχοπτώσεων στο Νομό Κορινθίας*. Γεωγραφίες. Εκδόσεις Εξάντας. Τεύχος Νο 4, 53-61.
- Γεωργίου, Π.Ε. και Παπαμιχαήλ, Δ.Μ., 2008. *Η διαχείριση του αρδευτικού νερού στην Κορινθία*. Δελτίο Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρείας, Τόμος XXXXI/I, 155-165.
- Hoekstra, A.Y., 2003. *Virtual water: An introduction*. Virtual water trade: Proceedings of the International Expert Meeting on Virtual Water Trade. Value of Water Research Report Series No 12.
- Hoekstra, A.Y. and Chapagain, A.K., 2008. *Globalization of water: Sharing the planet's freshwater resources*. Blackwell Publishing.
- Molden, D., Murray-Rust, H., Sakthivadivel, R., Makin, I., 2003. *A water productivity framework for understanding and action*. In Kijne, J.W., Barker, R., Molden, D., (Eds.) Water productivity in Agriculture: Limits and Opportunities for Improvement. CABI Publishing, Wallingford, UK, 1-18.
- Panagopoulos, A., Voudouris, K., Hionidi, M., Koumantakis, J., 2002. *Irrational water resources management impacts on the coastal aquifer system of Korinthia*. Proc. of International Conference «Restoration and Protection of the Environment V», July 2002, Skiathos. Vol. I, 419-426.
- Παπαζαφειρίου, Ζ.Γ., 1999. *Οι ανάγκες σε νερό των καλλιεργειών*. Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη, 347 σελ.
- Sakthivadivel, R., Fraiture, C.D., Molden, D.J., Perry, C. and Kloezen, W., 1999. *Indicators of land and water productivity in irrigated agriculture*. International Journal of Water Resources Development 15, 161-179.
- Voudouris, K., 2007. *An application of SWOT analysis and GIS for the optimization of water resources management in Korinthia prefecture, Greece*. Proc. of International Conference "Water resources management: New approaches and technologies. European Water Resources Association. Chania, Crete, 14-16 June 2007, 307-315.
- Voudouris, K., Panagopoulos, A., Koumantakis, J., 2004. *Nitrate pollution in the coastal aquifer system of the Korinthos Prefecture (Greece)*. Global Nest: The International Journal, Vol. 6, No 1, 31-38, 2004.
- Voudouris, K., Mavrommatis, T., Antonakos, A., 2007. *Hydrologic balance estimation using GIS in Korinthia prefecture, Greece*. Advances in Science & Research 1, 1-8.

ΤΟ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ ΤΡΙΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΣΤΗ ΘΕΣΣΑΛΙΑ

Α. Ταγαράκης¹, Χ. Καραμούτης², Χ. Καβαλάρης³, Ε. Μυγδάκος⁴ και Θ.Α. Γέμτος⁵

^{1,2,3,5}Εργαστήριο Γεωργικής Μηχανολογίας, Τμήμα Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής
και Αγροτικού Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας,

Οδός Φυτόκου, Ν. Ιωνία Μαγνησίας, Τ.Κ. 38446

⁴Τμήμα Διοίκησης Επιχειρήσεων Αγροτικών Προϊόντων και Τροφίμων,

Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, Αγρίνιο, 30100

E-mail: ¹atagarak@uth.gr, ⁴emygdak@cc.uoi.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκαν οι τρεις κυριότερες καλλιέργειες που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή βιοκαυσίμων: Η ελαιοκράμβη, το γλυκό σόργο και ο ηλίανθος. Χρησιμοποιήθηκαν στοιχεία από πειραματικά αγροτεμάχια σε διάφορες περιοχές της Θεσσαλίας, από τα οποία υπολογίστηκε το οικονομικό ισοζύγιο των καλλιεργειών με βάση τις συνολικές δαπάνες παραγωγής. Παράλληλα, εξετάστηκαν και διάφορα σενάρια καλλιεργητικών φροντίδων και άρδευσης, με σκοπό τη διερεύνηση των οικονομικών ισοζυγίων και τη διαπίστωση των περισσότερο επικερδών μεταξύ αυτών. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η ελαιοκράμβη αποτελεί ασύμφορη οικονομικά καλλιέργεια για το κλίμα της Θεσσαλίας, λόγω των χαμηλών αποδόσεων που παρουσίασε. Αντίθετα, ορισμένες ποικιλίες των καλλιεργειών του σόργου και του ηλίανθου παρουσίασαν πολύ καλά οικονομικά αποτελέσματα.

Λέξεις κλειδιά: ενεργειακά φυτά, βιοκαύσιμα, οικονομικά αποτελέσματα, καλλιεργητικές πρακτικές, σενάρια άρδευσης.

ECONOMIC ANALYSIS OF THREE ENERGY CROPS FOR BIOFUEL PRODUCTION

A. Tagarakis¹, Chr. Cavalaris², Chr. Karamoutis³, E. Mygdakos⁴ and T.A. Gemtos⁵

^{1,2,3,5}Laboratory of farm Mechanisation, University of Thessaly, Fytoko street, N. Ionia

⁴Department of Business of agricultural products and food administration,

University of Ioannina, Agrinio 30100

E-mail: ¹atagarak@uth.gr, ⁴emygdak@cc.uoi.gr

ABSTRACT

In the present work the economics of the three main Greek crops for biofuel production were studied namely rape seed, sunflower and sweet sorghum. Data from experiments carried out in Thessaly were used for the economic balance of the crops based on the cropping costs. In parallel the effect of different cropping practices and irrigation scenarios were analysed to find the most economic of them for the farmer. The results showed that rape seed is not a profitable crop under the climatic conditions of Thessaly. Sunflower and sweet sorghum gave good results and are profitable for the farmer.

Key words: energy crops, biofuels, cost, cropping practices, irrigation scenarios.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Με την οδηγία 2003/30 της Ευρωπαϊκής Επιτροπής ορίζεται ότι μέχρι τις 31 Δεκεμβρίου 2010 ποσοστό 5,75% των καυσίμων που καταναλώνονται στις μεταφορές θα πρέπει να παράγονται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2006; Ageridis and Christou, 2006). Η παραγωγή ενέργειας από τη φυτική βιομάζα αποτελεί μια εναλλακτική ενεργειακή προσέγγιση για τον περιορισμό του φαινόμενου του θερμοκηπίου, προς όφελος του περιβάλλοντος και της υγείας του ανθρώπου (Πιερ, 1992; Monti and Venturi, 2003). Στα πλαίσια αυτής της προσπάθειας διερευνήθηκε πειραματικά η οικονομικότητα τριών ενεργειακών καλλιιεργειών στη Περιφέρεια της Θεσσαλίας (Κιτσοπανίδης και Καμενίδης, 2003; Παπαναγιώτου, 2008; Μυγδάκος, 1992; Mygdakos et al., 2007; Μυγδάκος και άλλοι, 2008^a, 2008^b).

Οι τρεις καλλιέργειες που μελετήθηκαν χρησιμοποιούνται για την παραγωγή βιοκαυσίμων. Η ελαιοκράμβη, δίνει έλαιο ιδανικό για την παραγωγή βιοντίζελ. Το γλυκό σόργο χρησιμοποιείται για παραγωγή βιοαιθανόλης, κατάλληλο καύσιμο για βενζινοκινητήρες. Από παλαιότερες έρευνες, έχει υπολογιστεί το κόστος παραγωγής της και έχει διατυπωθεί η άποψη ότι το γλυκό σόργο θα είναι σημαντική πηγή πρώτης ύλης για βιοκαύσιμα δεύτερης γενιάς. (Rains et al., 1993). Ο ηλίανθος αποτελεί γνωστή και προσαρμοσμένη καλλιέργεια με καλές αποδόσεις. Μέχρι σήμερα, καλλιεργείται για την παραγωγή ηλιέλαιου. Το ηλιέλαιο έπειτα από κατάλληλη επεξεργασία, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως βιοκαύσιμο για ντιζελοκινητήρες.

Στα έτη 2007 και 2008 πραγματοποιήθηκε στη Θεσσαλία έρευνα για τη προσαρμοστικότητα των καλλιιεργειών παραγωγής βιοκαυσίμων στις συνθήκες του περιβάλλοντος της περιοχής. Η έρευνα χρηματοδοτήθηκε από τη ΓΓΕΤ στα πλαίσια του Πόλου Καινοτομίας της Περιφέρειας Θεσσαλίας. Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να διερευνηθεί η οικονομικότητα των τριών καλλιιεργειών και ο καλύτερος τρόπος διαχείρισης, ώστε να επιτυγχάνεται το μεγαλύτερο δυνατό όφελος για τους παραγωγούς.

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Για τις ανάγκες της εργασίας χρησιμοποιήθηκαν στοιχεία από πειραματικά αγροτεμάχια σε διάφορες περιοχές της Θεσσαλίας. Το ενδιαφέρον εστιάζεται τόσο στην απόδοση όσο και στις απαιτήσεις της κάθε ποικιλίας. Για την ελαιοκράμβη καλλιεργήθηκαν οι ποικιλίες: PR46W09, PR46W10, PR45W04, PR45D01, RECITAL, EXACT, HERO, ROYALF1, CALIFORNIUM και EXECUTIVE. Στο πείραμα ποικιλιών γλυκού σόργου, χρησιμοποιήθηκαν οι ποικιλίες: DALE, M81-E, THEIS, TOPPER76-6 και SUGARGRAZE. Για τον ηλίανθο οι ποικιλίες: AURASAL, GAMASOL, GLEDESOL, MH5222, NUTRASOL, NIKSANAY, NX367, OLEKO, SANLUKA, PR63A90, PR63A70 και GARYSOL.

Πίνακας 1. Τιμές εργασιών, αγροεφοδίων και πώλησης των προϊόντων για το έτος 2008.

μον. τιμή €/μον.			μον. τιμή €/μον.			μον. τιμή €/μον.			
ζιζανιοκτονία	trifluralin	lt	6,5	ελαιοκράμβη	1000000 σπόροι	70,6	εργασία συγκ. Ηλίανθος	στρ	10
	treflan	lt	6,5	ηλίανθος	150000 σπόροι	125	εργασία συγκ. Ελαιοκράμβη	στρ	8
	gesagart	kg	6,5	σόργο	kg	2	εργασία συγκ. Σόργο	στρ	22
	prometryne	kg	6,5	εργασία σποράς	στρ	6	σόργο	kg	0,02
	ramrod	lt	15	11-15-15	kg	0,5	ελαιοκράμβη	kg	0,4
	roundap	lt	9	15-15-15	kg	0,58	ηλίανθος	kg	0,4
	medor	lt	7	34,5-0-0	kg	0,44			
	εργασία ζιζαν.	στρ	1,5	20-10-10	kg	0,56			
				40-0-0 (ουρία)	kg	0,575			
				εργασία λιπαν.	στρ	1			

Για τον υπολογισμό των οικονομικών αποτελεσμάτων ελήφθησαν υπόψη τόσο η απόδοση της καλλιέργειας όσο και οι αντίστοιχες δαπάνες των συντελεστών παραγωγής (εργασίας, εδάφους και κεφαλαίου), οι τιμές των οποίων ελήφθησαν το 2008 (Πίνακας 1). Για το ενοίκιο του εδάφους χρησιμοποιήθηκαν δύο τιμές, τα 300 €/ha για ξηρικά

χωράφια και τα 500 €/ha για ποτιστικά. Ως τιμή πώλησης ελήφθη η τιμή που πλήρωσαν τους παραγωγούς οι εταιρίες εμπορίας την περίοδο 2008. Για τις τιμές των εφοδίων ελήφθησαν οι μέσες τιμές της αγοράς ενώ για τις καλλιεργητικές φροντίδες οι τιμές που χρεώνουν οι επαγγελματίες με γεωργικά μηχανήματα για την εκτέλεση των εργασιών στη περιοχή. Με βάση τα πειραματικά δεδομένα της διετίας 2007 και 2008, διερευνήθηκαν διάφορα σενάρια αναφορικά με τις καλλιεργητικές φροντίδες και τον τρόπο άρδευσης, με σκοπό να καλυφθούν όλες οι δυνατές περιπτώσεις οικονομικών ισοζυγίων για την κάθε καλλιέργεια. Η διαφορά μεταξύ της ακαθάριστης προσόδου και των δαπανών παραγωγής δίνει το κέρδος της κάθε καλλιέργειας για κάθε εξεταζόμενο σενάριο. Τα οικονομικά στοιχεία των τριών καλλιεργειών, παρουσιάζονται συνοπτικά στον Πίνακα 2.

Πίνακας 2. Στοιχεία των τριών καλλιεργειών την περίοδο 2008 στη Θεσσαλία.

καλλιέργεια ελαιοκράμβης - ποικιλία			€/ha	καλλιέργεια γλυκού σόργου - ποικιλία			€/ha	καλλιέργεια ηλιανθού - ποικιλία AURASAL			€/ha
παραγωγή (kg/ha)	τιμή πώλησης (€/kg)			παραγωγή (kg/ha)	τιμή πώλησης (€/kg)			παραγωγή (kg/ha)	τιμή πώλησης (€/kg)		
1952	0,4		780,8	132996	0,02		2659,9	4757,6	0,4		1903
επιδότηση καλλιέργειας (€/ha)		40		επιδότηση καλλιέργειας (€/ha)		40		επιδότηση καλλιέργειας (€/ha)		40	
συνολική ακαθάριστη πρόσοδος			820,8	συνολική ακαθάριστη πρόσοδος			2699,9	συνολική ακαθάριστη πρόσοδος			1943
ενοίκιο γης		300		ενοίκιο γης		500		ενοίκιο γης		500	
κατεργασία εδάφους				κατεργασία εδάφους				κατεργασία εδάφους			
επαναλήψεις				επαναλήψεις				επαναλήψεις			
άρτρο	1		120	άρτρο	1		120	άρτρο	1		120
ελαφρύς καλλιεργητής	1		50	δισκοσβάρνα	3		150	ελαφρύς καλλιεργητής	2		100
δισκοσβάρνα	1		50	σπορά				δισκοσβάρνα	2		100
σπορά				εργασία σποράς		60		σπορά			
εργασία σποράς		60		ποσότητα σπόρου (g/ha)	1688	3,4		εργασία σποράς		60	
ποσότητα σπόρου (σπ/ha)	661000		46,7	λίπανση				ποσότητα σπόρου (σπ/ha)	88900		74,1
λίπανση				είδος λιπάσματος	11 - 15 - 15			λίπανση			
είδος λιπάσματος	11 - 15 - 15			ποσότητα (kg/ha)	250	125		είδος λιπάσματος	20 - 10 - 10		
ποσότητα (kg/ha)	250		125	είδος λιπάσματος	34,5 - 0 - 0			ποσότητα (kg/ha)	35		196
εργασία λίπανσης		10		ποσότητα (kg/ha)	400	176		εργασία λίπανσης		10	
ζιζανιοκτονία				εργασία λίπανσης		10		ζιζανιοκτονία			
είδος ζιζανιοκτόνου	trifluralin			ζιζανιοκτονία				είδος ζιζανιοκτόνου	trifluralin		
ποσότητα g/ha	2200		14,3	είδος ζιζανιοκτόνου	medor			ποσότητα g/ha	2860		18,59
εργασία ζιζανιοκτονίας		15		ποσότητα g/ha	4500	31,5		είδος ζιζανιοκτόνου	prometryne		
εργασία συγκομιδής (€/ha)		30		εργασία ζιζανιοκτονίας		15		ποσότητα g/ha	3330		21,5
τόκος κυκλοφορούντος κεφαλαίου		13,1		άρδευση				εργασία ζιζανιοκτονίας		30	
συνολικές δαπάνες			884,1	ΤΟΕΒ με αύλακα		50		άρδευση			
καθαρό κέρδος			-63,3	στάγδην		205,1		γέωτρηση 10m		63,27	
				ποσότητα νερού (m ³ /ha)	Καταν. αντλίας (€/m ³)			στάγδην		193,2	
				5000	0,014296	71,5		ποσότητα νερού (m ³ /ha)	Καταν. αντλίας (€/m ³)		
				εργασία συγκομιδής (€/ha)		220		2786	0,00966	26,91	
				τόκος κυκλοφορούντος κεφαλαίου		26,1		εργασία συγκομιδής (€/ha)			100
				συνολικές δαπάνες		1763,5		τόκος κυκλοφορούντος κεφαλαίου		24,20	
				καθαρό κέρδος		836,4		συνολικές δαπάνες			1637,7
								καθαρό κέρδος			305,3

Για την καλλιέργεια της ελαιοκράμβης έγινε ένα θερινό όργωμα, πέρασμα με δισκοσβάρνα και τέλος ένα πέρασμα με ελαφρύ καλλιεργητή για τη δημιουργία κατάλληλης σποροκλίνης. Η λίπανση έγινε με λιπασματοδιανομέα, με 250 kg/ha λιπάσματος τύπου 11-15-15 και ζιζανιοκτονία με 2200g/ha trifluralin. Η σπορά έγινε καθυστερημένα στις αρχές Νοεμβρίου. Για τη σπορά ενός εκταρίου, απαιτούνται 3500g σπόρου. Τέλος, η συγκομιδή πραγματοποιήθηκε με θεριζοαλωνιστική μηχανή σιτηρών. Δεν εφαρμόστηκε άρδευση και συνεπώς δεν υπάρχει σχετική δαπάνη στους υπολογισμούς του οικονομικού ισοζυγίου. Ως τιμή πώλησης του προϊόντος θεωρήθηκε αυτή των 0,4 €/kg σπόρου, όση δηλαδή ήταν η τιμή που πλήρωσε τους παραγωγούς η AGROINVEST. Στα σενάρια που εξετάστηκαν εκτιμήθηκε οικονομικότητα της καλλιέργειας για αποδόσεις 1000, 1500, 2000, 2500 και 3000 kg / ha.

Η κατεργασία του εδάφους για την καλλιέργεια του σόργου περιλάμβανε ένα φθινοπωρινό όργωμα και τρεις δισκοσβάρνες. Ακολούθησε λίπανση με 250 kg/ha λιπάσματος του τύπου 11-15-15 και ζιζανιοκτονία με 4500 ml/ha medor. Η σπορά έγινε το Μάιο. Για τη σπορά ενός εκταρίου, χρειάστηκαν 1700 g σπόρου. Η καλλιέργεια αρδεύονταν ανά τακτά χρονικά διαστήματα με σταλακτηφόρους σωλήνες. Κατά τις πρώτες αρδεύσεις με σταλακτηφόρους σωλήνες, πραγματοποιήθηκε υδρολίπανση με 400 kg

νιτρικής αμμωνίας. Η συνολική ποσότητα νερού που διατέθηκε στην καλλιέργεια είναι 5000 m³ ανά εκτάριο. Τέλος, για τη συγκομιδή χρησιμοποιήθηκε σιλοκοπτικό.

Στην παρούσα έρευνα, μελετήθηκαν τέσσερα διαφορετικά σενάρια άρδευσης για τις καλλιέργειες του σόργου και ηλίανθου.

1. Άρδευση από ιδιόκτητη γεώτρηση με βάθος άντλησης 150 m.
2. Άρδευση από ιδιόκτητη γεώτρηση με βάθος άντλησης 10 m.
3. Άρδευση από το δίκτυο Τ.Ο.Ε.Β. με αυλάκια.
4. Άρδευση από το δίκτυο Τ.Ο.Ε.Β. με αγωγό.

Πίνακας 3. Υπολογισμός κόστους γεώτρησης ανάλογα με το βάθος άντλησης.

Γεώτρηση	κόστος (€/m)	μήκος (m)	κόστος (€)	κόστος+ΦΠΑ
Διάνοξη τρύπας	40	150	6000	7140
σωλήνωση 8"	28	150	4200	4998
πιεζομ. Σωλ. 1"	10	150	1500	1785
	κόστος (€/m ³)	m ³		
Χαλκοφίλτρο	30	14	420	499,8
	κόστος (€/h)	ώρες		
δοκιμ. Ανίληση	50	24	1200	1428
	κόστος (€/m)	μήκος (m)		
Στελέχη	25,2	120	3024	3598,56
αντλία (υποβρύχια) με κινητήρα 40 m ³			6072	7225,68
Πίνακας			1326	1577,94
	κόστος (€/m)	μήκος (m)		
καλώδιο 4X10	7,66	120	919,2	1093,848
καλώδιο ηλ.στ.	0,8	120	96	114,24
	κόστος (€)	αριθμός		
ηλεκτρόδια στάθμης	4	2	8	9,52
		σύνολο		29470,59
έκταση που αρδεύεται (ha)		8		
έτη λειτουργίας γεώτρησης		20		
κόστος γεώτρησης / έτος (€)		1473,53		
κόστος γεώτρησης/ έτος (€) ανά ha		184,19		

Σύμφωνα με το πρώτο σενάριο άρδευσης, ο παραγωγός επιβαρύνεται τη διάνοξη γεώτρησης και την εγκατάσταση αντλητικού συγκροτήματος για να μπορέσει να αρδεύσει έναν αγρό έκτασης 8 ha. Το βάθος της γεώτρησης είναι μεγάλο και η άντληση του νερού γίνεται από τα 150 m. Η έκταση της καλλιέργειας των 8 ha θεωρήθηκε ότι αποτελείται από τρία αγροτεμάχια. Η εγκατάσταση της γεώτρησης πραγματοποιήθηκε στο μεγάλο αγροτεμάχιο το οποίο έχει έκταση 4 ha, ενώ τα άλλα δυο

έκτασης 2 και 2 ha, απέχουν 200 m και 300 m από τη γεώτρηση. Συνεπώς στις δαπάνες παραγωγής συμπεριλαμβάνεται και η δαπάνη εγκατάστασης 500 m σωλήνα Φ90, για τη μεταφορά του νερού από τη γεώτρηση στο δευτερεύον δίκτυο άρδευσης. Πέρα από το κόστος της γεώτρησης, έχει υπολογιστεί και το κόστος για εγκατάσταση πλήρους συστήματος άρδευσης για 2 επιμέρους σενάρια. Τα σενάρια αυτά είναι:

1. Άρδευση με αυτοκινούμενο αρδευτή (καρούλι) και πολυμπέκ (ράμπα). Στον Πίνακα 5 παρουσιάζονται οι δαπάνες του συστήματος αυτού σε εξαρτήματα, ενέργεια και λειτουργία του συστήματος.
2. Άρδευση με σταγόνες. Στον Πίνακα 6 παρουσιάζεται η οικονομική ανάλυση του συστήματος άρδευσης με σταγόνες.

Πίνακας 4. Οικονομική ανάλυση του συστήματος άρδευσης με πολυμπέκ (ράμπα 55 mm)

πολυμπέκ (ράμπα 55mm)	σύν κόστος (€)	κόστος+ΦΠΑ
υδροκυκλώνας φίλτρο υδρολιπαντήρας	1060	1261,4
έτη λειτουργίας φίλτρου	15	
κόστος φίλτρου / έτος		84,09
καρούλι	9300	11067
καρούλι	10200	12138
έτη λειτουργίας για το καρούλι φ90	12	
έτη λειτουργίας για το καρούλι φ100	12	
κόστος λειτουργίας φ90 / έτος		922,25
ράμπα 55mm	2680	3189,2
έτη λειτουργίας για τη ράμπα	12	
κόστος λειτουργίας ράμπας / έτος		265,77
	κόστος (€/m)	μήκος (m)
κύριο δίκτυο φ90	3,5	
δευτερεύον δίκτυο φ90	3,5	900
έτη λειτουργίας φ90		20
κόστος λειτουργίας / έτος		187,43
σύνολικό κόστος άρδευσης για 80 στρ		1459,54
Σύνολικό κόστος άρδευσης / στρ		18,24
	KWh/m ³	κόστος (€/m ³)
κατανάλωση ρεύματος	0,35	0,024

Πίνακας 5. Οικονομική ανάλυση του συστήματος άρδευσης με σταγόνες.

Στάθην			σύν κόστος (€)	κόστος+ΦΠΑ (€)
υδροκυκλώνας φίλτρο υδρολιπαντήρας			1060	1261,4
έτη λειτουργίας φίλτρου		15		
κόστος φίλτρου / έτος				84,09
	κόστος (€/m)	μήκος (m)		
κύριο δίκτυο φ90	3,5			
δευτερεύον δίκτυο φ90	3,5	900	3150	3748,5
έτη λειτουργίας φ90		20		
κόστος λειτουργίας φ90 / έτος				187,43
δίκτυο εφαρμογής φ20	0,19	53600	10184	12118,96
έτη λειτουργίας φ20		10		
κόστος λειτουργίας φ20 / έτος				1211,9
	κόστος (€/μονάδα)	αριθμός		
Βάνα	2	65	130	154,7
Φίλτρο	4,5	65	292,5	348,08
Πολλαπλή	1,5	65	97,5	116,03
έτη λειτουργίας συστήμ. βάνας φίλτρου πολλαπλής			10	
κόστος συστήμ. βάνας φίλτρου πολλαπλής / έτος				61,88
			σύνολικό κόστος άρδευσης για 80 στρ	1545,29
			σύνολικό κόστος άρδευσης / στρ	19,316
	KWh/m3	κόστος (€/m3)		
κατανάλωση αερίματος	0.14	0.00966		

Στο δεύτερο σενάριο άρδευσης, ισχύουν τα ίδια με το πρώτο σενάριο, με τη διαφορά ότι η γεώτρηση και η άντληση του νερού πραγματοποιείται από πολύ μικρότερο βάθος (10 m). Χρησιμοποιείται αντλία 30 m³. Το σενάριο αυτό ισχύει για αγροτικές περιοχές όπου δεν υπάρχει οργανωμένο δίκτυο άρδευσης και ο υδροφόρος ορίζοντας βρίσκεται σε μικρό βάθος.

Σύμφωνα με το τρίτο σενάριο, υπάρχει δίκτυο άρδευσης στην αγροτική περιοχή και το νερό διανέμεται στους αγρούς από τον ΤΟΕΒ με αρδευτικά κανάλια. Υπολογίζονται τα αρδευτικά τέλη (50 €/ha) και το κόστος άντλησης του νερού (0,014296 €/m³) μέσω αντλίας με οριζόντιο άξονα (Πίνακας 6). Τα έξοδα για την εγκατάσταση του δικτύου εφαρμογής, είναι όμοια με την περίπτωση του πρώτου σεναρίου.

Πίνακας 6. Κόστος αντλίας οριζόντιου άξονα.

αντλία επιφανειακής απορρόφησης	κόστος (€)	κόστος+ΦΠΑ (€)
έτη λειτουργίας αντλίας	15	
κόστος αντλίας / έτος ανα 8 ha	80	95,2
κόστος αντλίας / έτος ανα ha		11,9

Κατά το τέταρτο σενάριο, υπάρχει δίκτυο άρδευσης και το νερό διανέμεται στους αγρούς από τον ΤΟΕΒ με αγωγό. Υπολογίζονται αρδευτικά τέλη (450 €/ha). Τα υπόλοιπα έξοδα είναι ίδια με τις προηγούμενες περιπτώσεις.

Οι τιμές των εξαρτημάτων και των εγκαταστάσεων για τον υπολογισμό του κόστους άρδευσης, είναι τιμές λιανικής πώλησης και συμπεριλαμβάνουν τον Φ.Π.Α. για το έτος 2007-08.

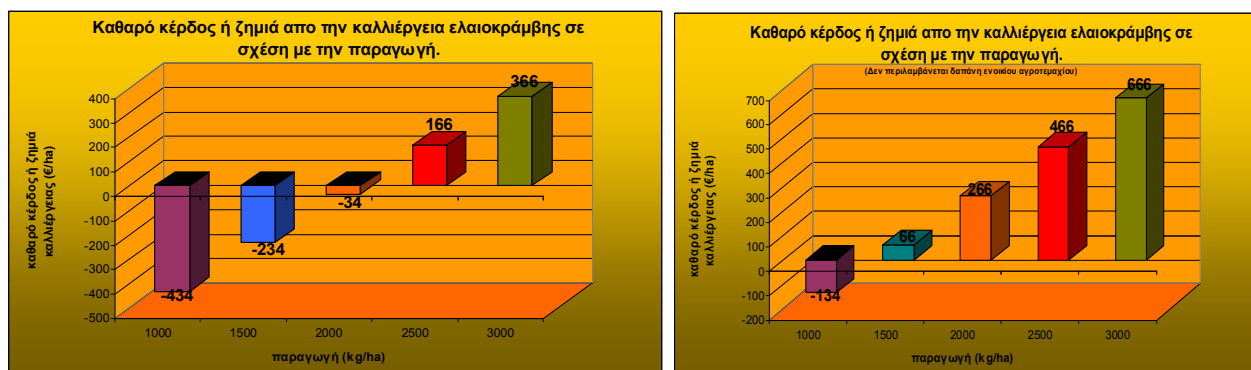
Η κατεργασία του εδάφους για την καλλιέργεια του ηλίανθου περιλαμβάνει φθινοπωρινό όργωμα, πέραςμα με δισκοσβάρνα και κατεργασία με ελαφρύ καλλιεργητή. Ακολούθησε λίπανση με 350 kg/ha λιπάσματος του τύπου 20-10-10 και ζιζανιοκτονία με 2860 g/ha trifluralin και 3330 g/ha prometryne. Η σπορά πραγματοποιήθηκε κατά το τέλος Μαρτίου με 5000 g/ha σπόρου. Η καλλιέργεια αρδεύονταν ανά τακτά χρονικά διαστήματα με σταλακτηφόρους αγωγούς, ανά δεύτερη γραμμή. Η συνολική ποσότητα νερού που διατέθηκε είναι 2786 m³ ανά εκτάριο. Η συγκομιδή πραγματοποιήθηκε τέλος Αυγούστου με αρχές Σεπτεμβρίου, με θεριζοαλωνιστική μηχανή.

Τα τέσσερα διαφορετικά σενάρια άρδευσης που εξετάστηκαν αναφέρονται σε αποδόσεις 2000, 2500, 3000, 3500 και 4000 kg/ha σε ιδιόκτητη και μη ιδιόκτητη γη.

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Τελικός σκοπός είναι η σύγκριση της οικονομικότητας μεταξύ των ποικιλιών και ο προσδιορισμός του νεκρού σημείου, δηλαδή, του σημείου εκείνου της απόδοσης όπου η

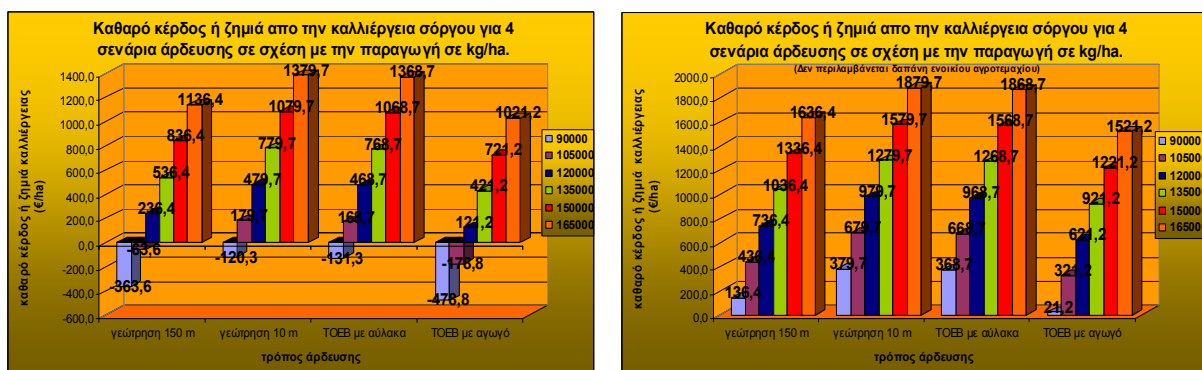
ακαθάριστη πρόσοδος ισούται με τις δαπάνες παραγωγής. Απόδοση μεγαλύτερη από αυτή που αντιστοιχεί στο νεκρό σημείο καθιστά την καλλιέργεια κερδοφόρα. Η καλλιέργεια της ελαιοκράμβης παρουσιάζει αρνητικό οικονομικό ισοζύγιο για παραγωγή έως 2 t/ha με ενοικιαζόμενο αγρό. Για ιδιόκτητο αγρό, το οικονομικό ισοζύγιο είναι θετικό για ύψος παραγωγής περίπου 1,3 t/ha (Σχήμα 1). Το χαμηλό κέρδος οφείλεται στη μη προσαρμογή της καλλιέργειας στις εδαφοκλιματικές συνθήκες, της Θεσσαλίας. Τα δύο έτη ήταν ιδιαίτερα ξηρά με αποτέλεσμα το ύψος παραγωγής να είναι πολύ χαμηλό. Από οικονομικής άποψης η καλλιέργεια της ελαιοκράμβης δεν μπορεί να αποτελέσει δελεαστική λύση για τους Έλληνες παραγωγούς. Η σύγκριση με το σιτάρι δεν δίνει ιδιαίτερα πλεονεκτήματα τόσο από πλευράς εισοδήματος όσο και από πλευράς τεχνικών της καλλιέργειας. Από στοιχεία της βιβλιογραφίας η ελαιοκράμβη θεωρείται μια καλή καλλιέργεια στο πλαίσιο αμειψισποράς κάτι που δεν έχει μελετηθεί.



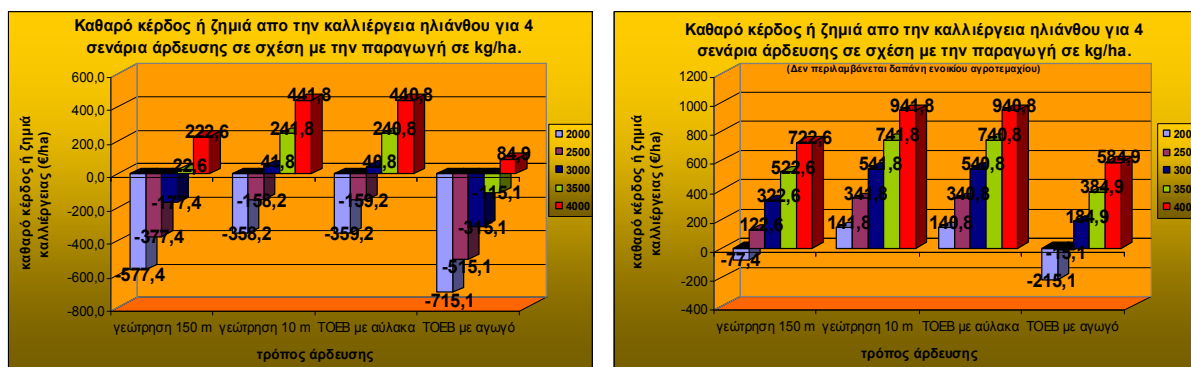
Σχήμα 1. Καθαρό κέρδος ή ζημιά από την καλλιέργεια της ελαιοκράμβης σε σχέση με την παραγωγή σε μη ιδιόκτητη γη (αριστερά) και σε ιδιόκτητη γη (δεξιά).

Για την καλλιέργεια του γλυκού σόργου, τα αποτελέσματα των πειραμάτων (Σχήμα 2), έδειξαν ότι μπορεί να αποτελέσει μια πολλά υποσχόμενη καλλιέργεια για την ελληνική γεωργία. Από τις ποικιλίες που εξετάστηκαν, ξεχώρισαν οι DALE και SUGARGRAZE, παρουσιάζοντας πολύ καλή προσαρμοστικότητα, υψηλή παραγωγή και θετικό οικονομικό ισοζύγιο. Μπορεί να δώσει πρώτη ύλη για βιοαιθανόλη δεύτερης γενιάς εφ' όσον η ζύμωση κυτταρικών και ημικυτταρινών αποτελέσει εμπορική εφαρμογή.

Από τις ποικιλίες ηλίανθου που εξετάστηκαν, ξεχώρισαν οι PR63A90, NUTRASOL, SANLUKA PR63A70 δίνοντας υψηλές αποδόσεις. Από τα αποτελέσματα των πειραμάτων φαίνεται ότι η άρδευση αποτελεί σημαντικό παράγοντα για την επιτυχία της καλλιέργειας.



Σχήμα 2. Καθαρό κέρδος ή ζημιά από την καλλιέργεια του σόργου για 4 σενάρια άρδευσης σε σχέση με την παραγωγή σε μη ιδιόκτητη γη (αριστερά) και σε ιδιόκτητη γη (δεξιά).



Σχήμα 3. Καθαρό κέρδος ή ζημιά από την καλλιέργεια του ηλιάνθου για 4 σενάρια άρδευσης σε σχέση με την παραγωγή σε μη ιδιόκτητη γη (αριστερά) και σε ιδιόκτητη γη (δεξιά).

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από την οικονομική ανάλυση των πειραματικών δεδομένων των τριών καλλιεργειών συμπεραίνεται ότι η ελαιοκράμβη δεν αποτελεί οικονομικά αποδοτική καλλιέργεια για τις αποδόσεις που επετεύχθησαν. Προφανώς απαιτείται περισσότερη εργασία σε βελτίωση ποικιλιών και καλλιεργητικές τεχνικές για τις συνθήκες της Θεσσαλίας. Το σόργο είναι πολλά υποσχόμενη καλλιέργεια αρκεί να πραγματοποιηθούν επενδύσεις βιομηχανικής παραγωγής βιοαιθανόλης. Η πιθανότητα ανάπτυξης μεθόδων παραγωγής αλκοόλης από λιγνινικυτταρινούχες ουσίες την κάνει δελεαστικότερη. Ο ηλιάνθος, γνωστή καλλιέργεια, μπορεί να αποτελέσει προσοδοφόρα περίπτωση εφόσον υπάρχει δυνατότητα άρδευσης.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Ageridis, G. and Christou, M., 2006. *Biofuels and their developmental role to the industry and agriculture*. In: *two days gala*. Thessaloniki 3-4 November. 1-6.
- Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2006. *Στρατηγική της ΕΕ για τα βιοκαύσιμα*, SEC (2006) 142, Βρυξέλλες 8.02.2006.
- Κιτσοπανίδης, Γ., Καμενίδης, Χ., 2003. *Αγροτική Οικονομική*. Γ' Έκδοση. Εκδόσεις ΖΗΤΗ. Θεσσαλονίκη.
- Monti, A., Venturi, G., 2003. *Comparison of energy performance of fibre sorghum, sweet orghum and wheat monocultures in northern Italy*. European journal of Agronomy. 19: 35-43.
- Μυγδάκος, Ε., 1992. *Ανάλυση δαπανών & κόστους παραγωγής γεωργικών προϊόντων*. Περιοδικό Αγροτικά, Αναπτυξιακή Καρδίτσας Α.Ε., σελ.203-230.
- Mygdakos, E., Patsiali, S., Mygdakos, G., 2007. *Economics of organic growing cotton versus conventional cotton under Greek conditions*. Journal of Food, Agriculture & Environment, Vol. 5 (3 & 4), pp. 231-236.
- Μυγδάκος, Ε., Ρεζίτης, Α., Ζώζουλα, Μ., 2008α. *Σύγκριση βιολογικής και συμβατικής καλλιέργειας ντομάτας: Οικονομικότητα και τεχνική αποτελεσματικότητα*. Επιθεώρηση Οικονομικών Επιστημών, ΤΕΙ Ηπείρου, Τεύχος 15, σελ.169-186.
- Μυγδάκος, Ε., Ρεζίτης, Α., Ζώζουλα, Μ., 2008β. *Συγκριτική ανάλυση βιολογικής και συμβατικής καλλιέργειας κηπευτικών: Οικονομικότητα και τεχνική αποτελεσματικότητα αυτών*. Βιώσιμη Ανάπτυξη, Α Cert Institute, Οκτώβριος-Δεκέμβριος, σελ.32-44.
- Παπαναγιώτου, Ε., 2008. *Οικονομική Ζωικής Παραγωγής*. Εκδόσεις Γράφημα. Θεσσαλονίκη.
- Πιερ, Σ., 1992. *Το Φαινόμενο του Θερμοκηπίου*. Εναλλακτικές Εκδόσεις, Αθήνα.
- Rains, G.C., Cundiff, J.S. and Welbaum, G.E., 1993. *Sweet sorghum for a piedmont ethanol industry*. In: J. Janick and J.E. Simon (eds.), *New crops*. Wiley, New York.

ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΣΥΜΒΑΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΛΑΧΑΝΟΥ: ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ

Ε. Μυγδάκος^{1*}, Α. Ρεζίτης¹, Ι. Σωτηρόπουλος² και Μ. Ζώζουλα¹

¹Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, Τμήμα Διοίκησης Επιχειρήσεων
Αγροτικών Προϊόντων και Τροφίμων, Αγρίνιο, Τηλ. 26410 74124

²ΤΕΙ Ηπείρου, Παράρτημα Πρέβεζας

*E-mail: emygdak@cc.uoi.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην εργασία αυτή γίνεται συγκριτική μελέτη της συμβατικής και βιολογικής καλλιέργειας λάχανου, σε δείγμα 81 εκμεταλλεύσεων της κεντρικής Ελλάδας, από άποψη οικονομικότητας και τεχνικής αποτελεσματικότητας. Τα στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν, συγκεντρώθηκαν από τυχαία επιλεγμένες εκμεταλλεύσεις με τη μέθοδο του ερωτηματολογίου και με επιτόπιες προσωπικές συνεντεύξεις με τους αρχηγούς των εκμεταλλεύσεων. Τα στοιχεία αυτά αναλύθηκαν, ταξινομήθηκαν και συγκρίθηκαν μεταξύ τους αναφορικά με το κόστος, το κέρδος, το εισόδημα και την τεχνική αποτελεσματικότητα. Τα ευρήματα της μελέτης έδειξαν υψηλότερο κέρδος, υψηλότερο γεωργικό και οικογενειακό εισόδημα για τη βιολογική καλλιέργεια, καθώς και καλύτερες επιδόσεις σχετικά με την τεχνική αποτελεσματικότητα, στοιχεία που δείχνουν τις προοπτικές της βιολογικής καλλιέργειας, στο πλαίσιο της πολιτικής της Ευρωπαϊκής Ένωσης και γενικότερα της παγκοσμιοποίησης.

Λέξεις κλειδιά: συμβατική καλλιέργεια, βιολογική συμβατική, κέρδος, εισόδημα, αποτελεσματικότητα.

COMPARISON BETWEEN CONVENTIONAL AND ORGANIC GROWING CABBAGE: ECONOMICS AND TECHNICAL EFFICIENCY

E. Mygdakos¹, A. Rezitis¹, I. Sotiropoulos² and M. Zozoula¹

¹University of Ioannina, Department of Agribusiness Management, Τηλ. 26410 74124

²Research Technological Institute of Preveza

*E-mail: emygdak@cc.uoi.gr

ABSTRACT

This study evaluates and compares production economic and technical efficiency between conventional and organic cabbages growing in central Greece. Economic and other relevant data were collected by visiting 81 farm enterprises in the research area and completing relevant questionnaires. Important results are obtained by analysing and comparing the two farming systems. Organic farming was better than the conventional farming in terms of profit, agricultural income and family income. Furthermore, organic farming appears to be superior to conventional in terms of technical efficiency. These findings are encouraging for organic producers in the framework of the EU agricultural policy and the World Trade Organization.

Key words: conventional farming, organic farming, profit, income, DEA, efficiency.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα τελευταία 60 χρόνια έχουν σημειωθεί σημαντικές αυξήσεις στις αποδόσεις των καλλιεργειών, οι οποίες αποδίδονται κύρια στην ευρεία χρήση των αγροχημικών, στη χρησιμοποίηση νέας τεχνολογίας, νέων ποικιλιών κ.λ.π. Οι μεγάλες αυτές αποδόσεις, όμως, είχαν σοβαρότατες συνέπειες στο περιβάλλον και στην υγεία των ανθρώπων με τεράστιο κοινωνικό κόστος (Ferrigno κ.ά., 2005; Lampkin, 1990; Lampkin, 1994; Lampkin και Padel, 1994; Myers και Stolon, 1999; Freedgood, 1997). Για την αντιμετώπιση της κατάστασης, η λύση που προτείνεται από πολλούς ερευνητές και φορείς αλλά και την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ε.Ε.) είναι η αειφορική γεωργία (Lampkin, 1990; Ε.Ε.Κανονισμός 2092/91 και 2078/92, Greenpeace, 1992; Newton, 2004).

Η Βιολογική γεωργία είναι μια μορφή αειφορικής γεωργίας, που σέβεται το περιβάλλον, και επιδιώκει τη δημιουργία ενός ολοκληρωμένου, περιβαλλοντικά και οικονομικά αειφορικού συστήματος γεωργικής παραγωγής, το οποίο βασίζεται σε ανανεώσιμους φυσικούς πόρους και σε οικολογικές και βιολογικές διαδικασίες διαχείρισης (Ferrigno κ.ά., 2005; Lampkin, 1990, 1994; Eyhorn κ.ά., 2005; Newton, 2004; Pastushenko, 2000; Rembiakowska, 2000).

Με βάση τα παραπάνω ψηφίστηκε από την Ε.Ε.ο πρώτος Κανονισμός 2092/91 «Περί βιολογικού τρόπου παραγωγής» και ακολούθησαν οι μεταγενέστεροι σχετικοί Κανονισμοί 2078/92, 1257/1999, 1804/99, 834/2007, 889/2008, που αναφέρονται στην παραγωγή και στις οικονομικές ενισχύσεις των βιολογικών προϊόντων. Η κίνηση, όμως, υπέρ της βιολογικής γεωργίας είχε ήδη αρχίσει σε πολλές χώρες της Ευρώπης και άλλων Ηπείρων από τη δεκαετία του '60, μετά τη συνειδητοποίηση των προβλημάτων που δημιούργησε η σύγχρονη γεωργία. Τη δεκαετία του '80 αρχίζουν οι πρώτες προσπάθειες βιολογικής καλλιέργειας και στην Ελλάδα από παραγωγούς με ευαισθησία στα θέματα του περιβάλλοντος και της υγιεινής διατροφής σε διάφορες περιοχές της χώρας. (Βλοντάκης κ.ά 2000).

Σήμερα η βιολογική γεωργία βρίσκεται καθημερινά όλο και μεγαλύτερη απήχηση σε παγκόσμιο επίπεδο σε μεγάλη ποικιλία φυτικών και ζωικών προϊόντων. Στη χώρα μας καλλιεργούνται βιολογικά πολλά προϊόντα μεταξύ των οποίων περιλαμβάνονται: ελιές, σταφύλια, σταφίδα, αρωματικά φυτά, σιτηρά, φρούτα, βαμβάκι και πολλά είδη κηπευτικών, όπως ντομάτα, αγγουράκι, μαρούλι, λάχανο και άλλα (Φωτόπουλος κ.ά., 2001; Μυγδάκος και Πατσιαλής, 2001; Μυγδάκος κ.ά., 1998; Mygdakos κ.ά., 2007; Βλοντάκης κ.ά., 2000; Newton, 2004; Smith, 2004).

Στα πλαίσια της προσπάθειας που γίνεται διεθνώς αλλά και στη χώρα μας για υγιεινή διατροφή του ανθρώπου και προστασία του περιβάλλοντος, η εργασία αυτή αποσκοπεί στη συγκριτική μελέτη της οικονομικότητας και τεχνικής αποτελεσματικότητας της συμβατικής και βιολογικής καλλιέργειας του λάχανου (Κιτσοπανίδης και Καμενίδης, 2003; Μυγδάκος κ.ά., 2008; Παπαναγιώτου, 2005; Mae-Wan Ho, 2005; Mohammadioun κ.ά., 1994; Eyhorn κ.ά., 2005α; Eyhorn κ.ά., 2005β; Mygdakos κ.ά., 2007; Μυγδάκος, 2009), ευελπιστώντας να φέρει στο φως στοιχεία και αποτελέσματα χρήσιμα για τους παραγωγούς, τους καταναλωτές και φυσικά τον αγροτικό τομέα και την αγροτική οικονομία γενικότερα.

2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

2.1. ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΤΗΤΑ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΕΩΝ

Η πραγματοποίηση της παρούσας έρευνας βασίστηκε σε πρωτογενή στοιχεία που συλλέχθηκαν με τη μέθοδο του ερωτηματολογίου από 81 εκμεταλλεύσεις της κεντρικής Ελλάδας. Στις 43 από αυτές η καλλιέργεια του λάχανου γίνεται με το συμβατικό τρόπο ενώ στις υπόλοιπες 38 εφαρμόζεται βιολογική καλλιέργεια, η οποία πιστοποιείται από

επίσημο πιστοποιητικό οργανισμό.

Τα στοιχεία αυτά αναλύθηκαν και υπολογίστηκαν τα οικονομικά αποτελέσματα κάθε εκμετάλλευσης χωριστά και συνολικά, καθώς και ο μέσος όρος των δύο τύπων εκμεταλλεύσεων ώστε να υπάρχει ενιαία βάση σύγκρισης (Παπαναγιώτου, 2005; Κιτσοπανίδης και Καμενίδης, 2003; Mae-Wan Ho, 2005; Mohammadioun κ.ά., 1994; Eyhorn κ.ά., 2005α; Eyhorn κ.ά., 2005β).

Τα κύρια στοιχεία σύγκρισης των δύο συστημάτων είναι: 1) οι δαπάνες παραγωγής ανά στρέμμα, 2) το κόστος παραγωγής ανά κιλό προϊόντος, 3) το κέρδος ανά κιλό προϊόντος, 4) το γεωργικό εισόδημα ανά στρέμμα και 5) το οικογενειακό γεωργικό εισόδημα ανά στρέμμα. Η σύγκριση των μέσων όρων των παραπάνω οικονομικών αποτελεσμάτων μεταξύ των δύο συστημάτων καλλιέργειας δείχνει την οικονομικότητα του καθενός (Κιτσοπανίδης και Καμενίδης, 2003; Παπαναγιώτου, 2005).

2.2. ΤΕΧΝΙΚΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ

Στη συνέχεια έγινε συγκριτική ανάλυση των παραγωγικών δυνατοτήτων και της τεχνικής αποτελεσματικότητας (technical efficiency) των δύο συστημάτων με τη μέθοδο της Περιβάλλουσας Ανάλυσης Δεδομένων (Data Envelopment Analysis – DEA). Πρόκειται για μια μη-παραμετρική τεχνική, που στηρίζεται στο μοντέλο του γραμμικού προγραμματισμού, η οποία εκτιμά ποσοτικά τη μέγιστη τιμή σχετικής αποδοτικότητας των παραγωγικών μονάδων.

Ο όρος τεχνική αποτελεσματικότητα αναφέρεται στην ικανότητα μιας παραγωγικής μονάδας (εκμετάλλευσης), να παράγει με δεδομένες τις τιμές, που επικρατούν στην αγορά και με δεδομένη την τεχνολογία παραγωγής, είτε τη μέγιστη δυνατή ποσότητα προϊόντος με δεδομένες τις ποσότητες εισροών που αυτή χρησιμοποιεί, είτε μια ορισμένη ποσότητα προϊόντος χρησιμοποιώντας τις λιγότερες δυνατές ποσότητες εισροών (Farrell, 1957; Τζουβελέκας κ.ά., 1999; Μυγδάκος κ.ά., 2008; Ρεζίτης κ.ά., 2004). Οι εκτιμήσεις της τεχνικής αποτελεσματικότητας έγιναν με το πρόγραμμα On Front.

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

3.1. ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΤΗΤΑ

Από την ανάλυση των στοιχείων των ερωτηματολογίων των εκμεταλλεύσεων του δείγματος προέκυψαν τα παρακάτω γενικά αποτελέσματα:

1) Το 50% των νοικοκυριών και στις δύο περιπτώσεις, αποτελείται από 3-4 μέλη, το 20% από 5-6 μέλη και το 30% από 1-2 μέλη. Ακόμη, το 82% των αρχηγών των συμβατικών εκμεταλλεύσεων και το 87% των βιολογικών έχουν εξωγεωργικό εισόδημα.

2) Το 98% των αρχηγών των συμβατικών εκμεταλλεύσεων είναι άνδρες και το 2% γυναίκες, με μέση ηλικία 48 χρόνων. Αντίστοιχα, στις βιολογικές εκμεταλλεύσεις το 85% είναι άνδρες και 15% γυναίκες, με μέση ηλικία 42 χρόνων.

3) Το 42% των αρχηγών των συμβατικών εκμεταλλεύσεων είναι επιπέδου δημοτικού, το 28% απόφοιτοι γυμνασίου, το 18% απόφοιτοι λυκείου και μόνο το 12% είναι τριτοβάθμιας εκπαίδευσης. Στις βιολογικές εκμεταλλεύσεις το 20% είναι επιπέδου δημοτικού, το 30% γυμνασίου, το 39% λυκείου και το 11% τριτοβάθμιας εκπαίδευσης.

4) Το 64% των αρχηγών των συμβατικών εκμεταλλεύσεων δεν παρακολούθησαν κανένα σεμινάριο ενημέρωσης και το 85% επισκέπτονται μέχρι 2 φορές την εβδομάδα γεωπονικές υπηρεσίες. Αντίστοιχα ποσοστό 62% των αρχηγών των βιολογικών εκμεταλλεύσεων έχουν παρακολουθήσει σχετικά σεμινάρια και 60% αυτών έχουν τρεις και περισσότερες φορές επικοινωνία με γεωπονικές υπηρεσίες ή εταιρίες συμβούλων.

5) Ποσοστό 56% της έκτασης στις συμβατικές εκμεταλλεύσεις είναι ιδιόκτητη

και 44% ενοικιαζόμενη, ενώ στις βιολογικές εκμεταλλεύσεις το 80% της είναι ιδιόκτητη και μόνο το 20% είναι ενοικιαζόμενη.

Στον Πίνακα 1 παρουσιάζονται τα οικονομικά αποτελέσματα που προέκυψαν από την ανάλυση των στοιχείων της περιόδου 2003-2004.

Πίνακας 1. Κόστους παραγωγής και λοιπά οικονομικά αποτελέσματα συμβατικής και βιολογικής καλλιέργειας λάχανου

ΕΙΔΟΣ	Συμβατικής	Βιολογικής
1. Απόδοση λάχανου (kg/στρ.)	4788	3966
2. Τιμή λάχανου (€/kg)	0,33	0,75
3. Αξία λάχανου (€/στρ.)	1580	2975
4. Μέση επιδότηση λάχανου (€/στρ.)	0,00	30,00
ΣΥΝΟΛΟ ΑΚΑΘΑΡΙΣΤΗΣ ΠΡΟΣΟΔΟΥ (€/στρ.)	1580	3005
ΔΑΠΑΝΕΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ	€/στρ.	€/στρ.
A. ΕΔΑΦΟΣ (€/στρ.)	71,00	71,00
Ενοίκιο (€/στρ.)	71,00	71,00
B. ΕΡΓΑΣΙΑ (€/στρ.)	270,00	754,00
α. Αμοιβή οικογενειακής εργασίας (€/στρ.)	148,00	410,00
β. Αμοιβή ξένης εργασίας (€/στρ.)	122,00	344,00
Γ. ΚΕΦΑΛΑΙΟ (€/στρ.)	1113,00	1880,00
Αναλώσιμα (€/στρ.)	485,00	735,00
α. Λιπάσματα (€/στρ.)	144,60	226,50
β. Κοπριά (€/στρ.)	14,50	26,00
γ. Φυτώρια (€/στρ.)	121,40	234,00
δ. Ιχνοστοιχεία (€/στρ.)	860	8,00
ε. Γεωργικά φάρμακα (€/στρ.)	167,50	207,00
ζ. Καύσιμα & Λιπαντικά (€/στρ.)	28,50	33,50
Ετήσιες Δαπάνες Μηχανημάτων (€/στρ.)	191,00	358,50
α. Αποσβέσεις (€/στρ.)	116,50	215,50
β. Ασφάλιστρα (€/στρ.)	32,50	55,00
γ. Επισκευές – Συντήρηση (€/στρ.)	42,00	88,00
Ετήσιες Δαπάνες Λ. Μόνιμου Κεφαλαίου (€/στρ.)	136,00	252,00
α. Αποσβέσεις (€/στρ.)	119,00	222,00
β. Συντήρηση (€/στρ.)	17,00	30,00
Ίδια Μηχανική Εργασία (€/στρ.)	20,00	39,00
Ξένη Μηχανική Εργασία (€/στρ.)	0,00	6,00
Τόκοι Παγίου Κεφαλαίου (€/στρ.)	129,00	248,00
Τόκοι Κυκλοφοριακού Κεφαλαίου (€/στρ.)	8,00	16,00
Τόκοι Δανείων (€/στρ.)	40,00	87,00
Λοιπά έξοδα (€/στρ.)	104,00	139,00
ΣΥΝΟΛΟ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΩΝ ΔΑΠΑΝΩΝ (€/στρ.)	1454,00	2705,00
ΚΕΡΔΟΣ Η' ΖΗΜΙΑ (€/στρ.)	126,00	300,00
ΚΟΣΤΟΣ (€/kg)	0,30	0,68
ΓΕΩΡΓΙΚΟ ΕΙΣΟΔΗΜΑ (€/στρ.)	664,00	1521,00
ΓΕΩΡΓΙΚΟ ΟΙΚΟΓ. ΕΙΣΟΔΗΜΑ (€/στρ.)	502,00	1084,00

Από τον Πίνακα 1, προκύπτει ότι η μέση απόδοση της συμβατικής καλλιέργειας είναι 4788 kg/στρέμμα και της βιολογικής 3966 kg/στρέμμα, δηλαδή, μικρότερη κατά 21%, γεγονός που επιβεβαιώνει τη γενικότερη εκτίμηση περί χαμηλότερων αποδόσεων των βιολογικών καλλιεργειών (Lampkin 1990, 1994, Ταμπούκου, 1997).

Το δεύτερο στοιχείο που παρατηρείται στον Πίνακα 1 είναι η τιμή πώλησης του προϊόντος που είναι για μεν το συμβατικό 0,33 €/kg, για δε το βιολογικό 0,75 €/kg,

δηλαδή, 127% υψηλότερη, διαπίστωση που επιβεβαιώνει ανάλογα στοιχεία της βιβλιογραφίας (Lampkin, 1990, 1994; Καλδής και Γαρδέλη, 1997). Μαζί με την τιμή φαίνεται και η επιδότηση, που δίνεται στο βιολογικό προϊόν, η οποία ανέρχεται σε 30 €/στρέμμα. Τα δύο αυτά στοιχεία προσδιορίζουν το μέγεθος της ακαθάριστης προσόδου η οποία στη συμβατική καλλιέργεια ανέρχεται στα 1580 €/στρέμμα, ενώ στη βιολογική στα 3005 €/στρέμμα, δηλαδή, υψηλότερη κατά 90%, μια διαφορά που οφείλεται στην αυξημένη τιμή του βιολογικού προϊόντος και στην επιδότησή του.

Στον Πίνακα 1 φαίνονται ακόμη, οι δαπάνες παραγωγής των δύο συστημάτων. Το ενοίκιο του εδάφους είναι 71 €/στρέμμα και στις δύο περιπτώσεις. Οι δαπάνες εργασίας φτάνουν τα 270 €/στρέμμα στη συμβατική καλλιέργεια και τα 754 €/στρέμμα στη βιολογική, δηλαδή, υψηλότερες κατά 179%, γεγονός που οφείλεται στις επιπλέον δαπάνες για την αντιμετώπιση των ζιζανίων. Οι δαπάνες κεφαλαίου δείχνουν παρόμοια εικόνα με αυτές της εργασίας ανερχόμενες στα 1113 €/στρέμμα στη συμβατική καλλιέργεια και στα 1880 €/στρέμμα στη βιολογική, ήτοι, υψηλότερες κατά 69%.

Από τον Πίνακα 1 διαπιστώνεται, επίσης, ότι η κυριότερη κατηγορία δαπανών αφορά στο κεφάλαιο που αντιπροσωπεύει ποσοστό 76,5% στη συμβατική καλλιέργεια και 69,5% στη βιολογική. Ένα πολύ μικρό ποσοστό 18,6% και 27,9% αντίστοιχα αντιπροσωπεύουν οι δαπάνες εργασίας και ακόμη μικρότερο ποσοστό 4,9% και 2,6% αντίστοιχα οι δαπάνες ενοικίου.

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι οι συνολικές δαπάνες παραγωγής της βιολογικής καλλιέργειας φτάνουν στα 2705 €/στρέμμα, ενώ της συμβατικής τα 1454 €/στρέμμα, γεγονός που σημαίνει υψηλότερες δαπάνες στη βιολογική καλλιέργεια κατά 1251 €/στρέμμα ή ποσοστό 86%. Συνέπεια αυτού είναι και το υψηλότερο κόστος του βιολογικού λάχανου που αντιστοιχεί σε 0,68 €/kg, ενώ του συμβατικού φτάνει μόνο τα 0,30 €/kg, ήτοι, χαμηλότερο κατά 127%.

Και ενώ έτσι αρνητική εμφανίζεται η εικόνα της βιολογικής καλλιέργειας αναφορικά με τις δαπάνες και το κόστος παραγωγής, εντελώς αντίθετα αποδεικνύονται τα υπόλοιπα οικονομικά στοιχεία τα οποία έχουν και τη μεγαλύτερη σημασία.

Έτσι, εξετάζοντας το καθαρό κέρδος των δύο συστημάτων, διαπιστώνεται ότι στη μεν συμβατική καλλιέργεια αντιστοιχεί σε 126 €/στρέμμα στη δε βιολογική ανέρχεται σε 300 €/στρέμμα, δηλαδή, είναι αυξημένο κατά 174 €/στρέμμα ή ποσοστό 138%. Η μεγαλύτερη κερδοφορία της βιολογικής καλλιέργειας αποδίδεται στην υψηλότερη τιμή του βιολογικού προϊόντος έναντι του συμβατικού αλλά και στην επιδότησή του.

Ανάλογη είναι η κατάσταση αναφορικά με το γεωργικό εισόδημα, το οποίο στη μεν βιολογική καλλιέργεια ανέρχεται στα 1521 €/στρέμμα, ενώ στη συμβατική φτάνει στα 664 €/στρέμμα, δηλαδή, είναι μειωμένο κατά 857 €/στρέμμα ή ποσοστό 129%.

Τέλος και το οικογενειακό γεωργικό εισόδημα δείχνει ανάλογη συμπεριφορά. Ενώ στη συμβατική καλλιέργεια ισούται με 502 €/στρέμμα, στη βιολογική είναι πολύ υψηλότερο και φτάνει τα 1084 €/στρέμμα, παρουσιάζοντας μια διαφορά 582 €/στρέμμα ή ποσοστό 116% υψηλότερο.

3.2. ΤΕΧΝΙΚΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ

Οι τεχνικοοικονομικές μεταβλητές, οι οποίες χρησιμοποιήθηκαν για την κατασκευή και ανάλυση του μοντέλου της Περιβάλλουσας Ανάλυσης Δεδομένων (DEA) είναι πέντε εισροές και μια εκροή (Πίνακας 2). Στις εισροές περιλαμβάνονται τα καλλιεργούμενα στρέμματα βιολογικής και συμβατικής καλλιέργειας λάχανου, οι συνολικές ώρες εργασίας που απαιτήθηκαν ανά στρέμμα, οι δαπάνες και οι τόκοι των αναλώσιμων ανά στρέμμα, οι λοιπές δαπάνες (ηλεκτρική ενέργεια, υλικά συσκευασίας, δαπάνες μεταφοράς) ανά στρέμμα και τέλος οι δαπάνες του παγίου κεφαλαίου ανά στρέμμα. Ως εκροή χρησιμοποιήθηκε η παραγωγή (απόδοση) ανά στρέμμα λάχανου.

Πίνακας 2. Τεχνικοοικονομικά στοιχεία υπολογισμού της τεχνικής αποτελεσματικότητας της καλλιέργειας λάχανου

ΕΚΡΟΗ	Συμβατική Καλλιέργεια		Βιολογική Καλλιέργεια	
	Μέση τιμή κιλά/στρ	Τυπική Απόκλιση	Μέση τιμή κιλά/στρ	Τυπική Απόκλιση
Παραγωγή	4788	800,61	3966	613,14
ΕΙΣΡΟΕΣ	Ποσά	Τυπική Απόκλιση	Ποσά	Τυπική Απόκλιση
Έδαφος	4,27 στρ.	2,12	2,87 στρ.	1,29
Εργασία	66,72 h/στρ.	13,61	178,79 h/στρ.	36,28
Αναλώσιμα	485,00 €/στρ.	126,34	735,00 €/στρ.	115,50
Λ. Δαπάνες	77,72 €/στρ.	29,27	93,55 €/στρ.	43,73
Κεφάλαιο	3025,62 πάγ. κεφ.	1756,99	6706,93 πάγ. κεφ.	2510,01

Στον Πίνακα 2 παρουσιάζονται οι τιμές των παραπάνω μεταβλητών. Από την ανάλυση των δεδομένων αυτών προέκυψαν οι εκτιμήσεις της τεχνικής αποτελεσματικότητας των εκμεταλλεύσεων του δείγματος υπό μορφή κατανομής συχνοτήτων, όπως φαίνονται στον Πίνακα 3.

Πίνακας 3. Κατανομή συχνοτήτων τεχνικής αποτελεσματικότητας για το λάχανο

ΤΕΧΝΙΚΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ		
Κλάσεις	ΣΥΜΒΑΤΙΚΟ ΛΑΧΑΝΟ	ΒΙΟΛΟΓΙΚΟ ΛΑΧΑΝΟ
$0 \leq TE \leq 0,1$	0 ή (0%)	0 ή (0%)
$0,1 < TE \leq 0,2$	0 ή (0%)	0 ή (0%)
$0,2 < TE \leq 0,3$	0 ή (0%)	0 ή (0%)
$0,3 < TE \leq 0,4$	0 ή (0%)	0 ή (0%)
$0,4 < TE \leq 0,5$	0 ή (0%)	0 ή (0%)
$0,5 < TE \leq 0,6$	3 ή (7%)	2 ή (5%)
$0,6 < TE \leq 0,7$	5 ή (12%)	2 ή (5%)
$0,7 < TE \leq 0,8$	10 ή (23%)	9 ή (24%)
$0,8 < TE \leq 0,9$	13 ή (30%)	10 ή (27%)
$0,9 < TE \leq 1$	12 ή (28%)	15 ή (38%)
Σύνολο	43 ή (100%)	38 ή (100%)
Μέση Τιμή	0,82	0,85
Ελάχιστη Τιμή	0,53	0,58
Μέγιστη Τιμή	1,00	1,00
Τυπική απόκλιση	0,14	0,13

Από τον Πίνακα 3 προκύπτει ότι οι βιολογικές εκμεταλλεύσεις εμφανίζονται σχετικά αποτελεσματικότερες από τις συμβατικές, χωρίς όμως μεγάλες διαφορές. Έτσι οι μεν βιολογικές εκμεταλλεύσεις εμφανίζονται αποτελεσματικές κατά 85%, ενώ οι συμβατικές κατά 82%. Οι μέσες αυτές εκτιμήσεις δείχνουν, ότι υπάρχουν περιθώρια βελτίωσης της αποτελεσματικότητάς των εκμεταλλεύσεων μέχρι να γίνουν πλήρως αποτελεσματικές, με θετική επίδραση στο αγροτικό εισόδημα. Ας σημειωθεί, ότι υπάρχει μεγάλη διαφορά διακύμανσης μεταξύ των εκμεταλλεύσεων αναφορικά με τα επίπεδα της τεχνικής αποτελεσματικότητάς τους. Η διαφορά μεταξύ μέγιστης και ελάχιστης τιμής προσεγγίζει το 42 - 47%, αποδιδόμενη είτε στην ελλιπή γνώση της υπάρχουσας τεχνολογίας είτε στην αναποτελεσματική χρήση των εισροών. Αυτό βέβαια αφορά ελάχιστες εκμεταλλεύσεις του δείγματος, καθώς η πλειονότητα αυτών

(πάνω από το 93%) παρουσιάζουν επίπεδα τεχνικής αποτελεσματικότητας μεταξύ 60% - 100%. Αναλυτικότερα, το 90% των βιολογικών εκμεταλλεύσεων και το 81% των συμβατικών είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικές, λειτουργώντας σε επίπεδα αποτελεσματικότητας από 70-100%. Μόνο το 10% των βιολογικών και το 19% συμβατικών εκμεταλλεύσεων λειτουργούν σε επίπεδα 50%-70%.

Η τιμή της τυπικής απόκλισης, η οποία αντιπροσωπεύει το μέτρο της διασποράς γύρω από τη μέση τιμή, είναι 0,13 στις βιολογικές εκμεταλλεύσεις και 0,14 στις συμβατικές. Το στοιχείο αυτό υποστηρίζει το συμπέρασμα ότι το επίπεδο τεχνικής αποτελεσματικότητας είναι υψηλότερο στις βιολογικές καλλιέργειες απ' ότι στις συμβατικές.

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από την παραπάνω ανάλυση προκύπτουν τα κατωτέρω συμπεράσματα:

Στη βιολογική καλλιέργεια λάχανου, οι αποδόσεις είναι μικρότερες από τη συμβατική, ενώ το κόστος παραγωγής είναι υψηλότερο, στοιχεία καταρχήν αρνητικά για τη βιολογική καλλιέργεια. Όμως, λόγω της υψηλότερης τιμής πώλησης του βιολογικού προϊόντος και της επιδότησης, το κέρδος, το γεωργικό εισόδημα και το οικογενειακό γεωργικό εισόδημα εμφανίζονται σαφώς υψηλότερα.

Το ίδιο ισχύει και για την τεχνική αποτελεσματικότητα, αφού οι βιολογικές εκμεταλλεύσεις λάχανου, εμφανίζονται σχετικά αποτελεσματικότερες από τις συμβατικές, με μικρές φυσικά διαφορές, σε όλη την κλίμακα, όπως και στις μέσες τιμές που ανέρχονται σε ποσοστό 85% και 82% αντίστοιχα.

Τα αποτελέσματα αυτά δείχνουν τις δυνατότητες της βιολογικής γεωργίας ως εναλλακτικής δραστηριότητας, στα πλαίσια του διεθνούς ανταγωνισμού. Στον ανταγωνισμό αυτό τα μέχρι σήμερα μειονεκτήματα του αγροτικού τομέα της χώρας μας (μικρός κλήρος, μεγάλο ποσοστό αγροτικού πληθυσμού, ορεινές και μειονεκτικές περιοχές, νησιά κλπ.) μπορούν να αποδειχτούν σοβαρά πλεονεκτήματα για την άσκηση της βιολογικής γεωργίας και την παραγωγή προϊόντων ποιότητας προς όφελος των παραγωγών, των καταναλωτών και της οικονομίας. Η επέκταση της βιολογικής γεωργίας στη χώρα μας, αρχικά σε περιοχές που προσφέρονται γι' αυτό, μπορεί να συμβάλλει θετικά στην αναδιάρθρωση των καλλιεργειών, στην απασχόληση, στη συγκράτηση του αγροτικού πληθυσμού στην ύπαιθρο και κατά συνέπεια στην προστασία του περιβάλλοντος και στον περιορισμό της ρύπανσης.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Βλοντάκης, Γ., Δεσύλλας, Μ. και Μπίστη, Μ., 2000. *Στοιχεία Βιολογικής Γεωργίας*. ΥΕΠΘ, ΟΕΔΒ, Αθήνα.
- Eyhorn, F., Ratter, S. and Ramakrishnan, M., 2005a. *Organic Cotton Crop Guide*. Research Institute of Organic Agriculture (FiBL), Switzerland.
- Eyhorn, F., Mader, P., Ramakrishnan, M. 2005β. *The impact of organic cotton farming On the livelihoods of smallholders*. Research Report, Research Institute of Organic Agriculture, Switzerland.
- Ευρωπαϊκή Ένωση. Κανονισμοί. 2092/91, 2078/92, 1257/1999, 1804/99, 834/2007, 889/2008.
- Ferrigno, S., Ratter, S., Ton, P., Vodouhe, D., Williamson, S., Wilson, J., 2005. *Organic cotton: A new development path for African smallholders*, International Institute for Environment and Development, Gatekeepers series 120, London, U.K.
- Freedgood, J., 1997. *Farming to Improve Environmental Quality*. In: Visions of American Agriculture (ed.) William Lockeretz, Iowa State University Press, Ames, USA, pp. 71-90.

- Greenpeace, 1992. *Green Fields- Grey Future, EC Agricultural Policy at the Crossroads*, Greenpeace, Amsterdam.
- Κιτσοπανίδης, Γ., Καμενίδης, Χ., 2003. *Αγροτική Οικονομική*. 3^η έκδοση, εκδόσεις ΖΗΤΗ, Θεσσαλονίκη.
- Lampkin, N., 1990. *Organic Farming*, Farming Press, U.K.
- Lampkin, N., 1994. *Organic farming: Sustainable Agriculture in practice*, in: N. Lampkin and S. Padel (Eds), *The economics of organic farming an international perspective*, Cab International.
- Mae-Wan Ho, 2005. *Br. Paul's organic cotton and vegetable farm*. Institute of Science in Society, London.
- Mohammadioun, M., Gallaway M. and Kveton, Apodeca J., 1994. *An economic analysis of organic cotton as a niche crop in Texas*, Research Monograph 1994-1, Bureau of Business Research, Graduate School of Business, Texas.
- Mygdakos, E., Patsiali, S., Mygdakos, G., 2007. *Economics of organic growing cotton versus conventional cotton under Greek conditions*. Journal of Food, Agriculture & Environment, Vol. 5 (3 & 4), pp. 231-236.
- Μυγδάκος, Ε., Ρεζίτης, Α., Ζώζουλα, Μ., 2008. *Σύγκριση βιολογικής και συμβατικής καλλιέργειας ντομάτας: Οικονομικότητα και τεχνική αποτελεσματικότητα*, Επιθεώρηση Οικονομικών Επιστημών, ΤΕΙ Ηπείρου, Τεύχος 15, σελ.169-186.
- Μυγδάκος, Ε. 2009. *Βιολογική Γεωργία: Μια ευκαιρία για τον Έλληνα αγρότη*, ΟΙΚΟ της Καθημερινής, Τεύχος 77, Φεβρουάριος, σελ 48.
- Myers, D. and Stolton, S., 1999. *Organic Cotton: From Field to Final Product*, PAN, London, U.K. (<http://www.pan-uk.org/Publications/Briefing/Cotton.htm>).
- Newton, J., 2004. *Profitable Organic Farming*, 2nd edition, Blackwell Publishing, UK.
- Παπαναγιώτου, Ε., 2005. *Οικονομική Παραγωγής Γεωργικών Προϊόντων*. 2^η Έκδοση, Εκδόσεις Γράφημα, Θεσσαλονίκη.
- Pastushenko, V., Matthes, H-D., Hein, T., Holzer, Z., 2000. *Impacts of cattle grazing on meat fatty acid composition in relation to human nutrition*. Proceedings of the 13th IFOAM scientific conference, Basel, Switzerland, pp. 293-296.
- Ρεζίτης, Α., Μυγδάκος, Ε., Φωτόπουλος, Χ., 2004. *Μελέτη τεχνικής αποτελεσματικότητας κύριων φυτικών παραγωγικών κατευθύνσεων του ελληνικού αγροτικού τομέα*, ΣΠΟΥΔΑΙ, 54 (2), σελ. 84-106.
- Rembialkowska, E., 2000. *The nutritive and sensory quality of carrots and white cabbage from organic and conventional farms*. Proceedings of the 13th IFOAM Scientific Conference, Basel, Switzerland, pp. 297.
- Τζουβελέκας, Ε., Πάντζιος, Χρ., Φωτόπουλος, Χρ., 1999. *Συγκριτική ανάλυση των παραγωγικών δυνατοτήτων και της τεχνικής αποτελεσματικότητας των συμβατικών και βιολογικών εκμεταλλεύσεων, Τεχνική αποτελεσματικότητα βιολογικών και συμβατικών εκμεταλλεύσεων*. Εκδόσεις ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε-Ι.Γ.Ε.Κ.Ε., Αθήνα, σελ. 82-85.

**ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΣΤΟ ΝΟΜΟ
ΑΙΤΩΛΟΑΚΑΡΝΑΝΙΑΣ : ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΗΣ
ΠΕΡΙΟΔΟΥ 2006-2007**

Ε. Μυγδάκος¹, Α. Ρεζίτης² και Χ. Κελεπούρης³

^{1,2}Τμήμα Διοίκησης Επιχειρήσεων Αγροτικών Προϊόντων και Τροφίμων,
Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, Αγρίνιο 30100

³Γεωπόνος Α.Π.Θ. MSc

E-mail: ¹emygdak@cc.uoi.gr, ³kelepchris@yahoo.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην εργασία αυτή διερευνάται η οικονομικότητα και τεχνική αποτελεσματικότητα ενεργειακών καλλιεργειών στο Νομό Αιτωλοακαρνανίας στα πλαίσια της προοπτικής αναδιάρθρωσης των καλλιεργειών και συγκεκριμένα αυτής του καπνού. Οι καλλιέργειες που εξετάζονται είναι: ο ηλιάνθος, η ελαιοκράμβη και το γλυκό σόργο, ως ένα μεγάλο δίκτυο πιλοτικών-επιδεικτικών αγρών. Η εγκατάσταση του δικτύου βασίστηκε στις αρχές του γεωργικού πειραματισμού και τα ευρεθέντα αποτελέσματα προέκυψαν από την ανάλυση των πρωτογενών στοιχείων, που τηρούσαν οι παραγωγοί σε όλη τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου. Η έρευνα έδειξε ότι με τις επικρατούσες συνθήκες τιμών πώλησης και εισροών η οικονομικότητα και αποτελεσματικότητα των καλλιεργειών αυτών δείχνει περιορισμένες δυνατότητες για την περιοχή.

Λέξεις κλειδιά: οικονομικότητα, αποτελεσματικότητα, ενεργειακά φυτά, πιλοτικοί-επιδεικτικοί αγροί.

**ECONOMICS AND TECHNICAL EFFICIENCY OF ENERGY
CROPS IN AITOLOAKARNANIA PREFECTURE:
RESULTS OF THE GROWING PERIOD 2006-2007**

E. Mygdakos¹, A. Rezitis² and X. Kelepouris³

¹Department of Agribusiness Management, University of Ioannina, Agrinio 301 00

²Agronomist of Aristotelian University of Thessaloniki, MSc

E-mail: ¹emygdak@cc.uoi.gr, ³kelepchris@yahoo.gr

ABSTRACT

In this work an attempt has been made to investigate the economics and the technical efficiency of the energy crops growing in Aitoloakarnania Prefecture of Greece, in the frame of crops restructuring. The crops studied were: brassica napus ssp, sunflower and sweet sorghum. The analysis of the data collected from a pilot net of eleven fields, shown negative economic results and low proportion of technical efficiency under the present conditions of selling prices and production expenses.

Key words: energy crops, economics, production cost, technical efficiency.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η Οδηγία 2003/30/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 8ης Μαΐου 2003, σχετικά με την προώθηση της χρήσης βιοκαυσίμων για τις μεταφορές, επιβάλλει τη χρήση-πρόσμιξη μιας ελάχιστης αναλογίας βιοκαυσίμων, με βάση το ενεργειακό τους περιεχόμενο, στο σύνολο της βενζίνης και του πετρελαίου ντίζελ που διατίθεται στις αγορές των κρατών μελών της Ε.Ε. Οι ποσότητες αναφοράς για τους στόχους αυτούς ορίζονται στο 5,75% μέχρι την 31η Δεκεμβρίου 2010 (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2003, Ageridis and Christou, 2006). Η παραγωγή ενέργειας από τη φυτική βιομάζα αποτελεί μια εναλλακτική ενεργειακή προσέγγιση, που συντελεί στη μείωση της έκλυσης CO₂ και στον περιορισμό του φαινομένου του θερμοκηπίου, με σημαντικές ωφέλειες για το περιβάλλον (Monti and Venturi, 2003).

Μετά την παύση της καλλιέργειας του καπνού στο Νομό Αιτωλοακαρνανίας, με την παρούσα μελέτη επιχειρείται η διερεύνηση της δυνατότητας καλλιέργειας ενεργειακών ειδών, με σκοπό την άμβλυνση του γεωργικού προβλήματος της περιοχής και τη βελτίωση του εισοδήματος των παραγωγών. Στα πλαίσια αυτής της προσπάθειας εξετάστηκε η οικονομικότητα και τεχνική αποτελεσματικότητα τριών ενεργειακών καλλιεργειών: ελαιοκράμβης, ηλίανθου, και γλυκού σόργου, με την εγκατάσταση ενός δικτύου πιλοτικών-επιδεικτικών αγρών (11 πιλοτικοί αγροί ηλίανθου, 11 γλυκού σόργου και 3 ελαιοκράμβης) (Κιτσοπανίδης και Καμενίδης, 2003; Παπαναγιώτου, 2008; Τζουβελέκας κ.α., 1999; Φωτόπουλος κ.α., 2001; Μυγδάκος, 1992; Mygdakos et al., 2007; Coelli et al., 1997). Για το σκοπό αυτό οι παραγωγοί των εκμεταλλεύσεων, που συμμετείχαν στο πρόγραμμα κρατούσαν αναλυτικά στοιχεία, τα οποία επεξεργάστηκαν με τη χρήση του προγράμματος excel, όσον αφορά στην οικονομικότητα και του προγράμματος On Front. όσον αφορά στην αποτελεσματικότητα

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Η εγκατάσταση του δικτύου των πιλοτικών αγρών έγινε σε επιλεγμένα αντιπροσωπευτικά αγροτεμάχια ώστε να καλύπτονται όλες οι κατηγορίες εδαφών και μικροκλιμάτων της περιοχής. Η επιλογή πραγματοποιήθηκε με μία δόκιμη μέθοδο δειγματοληψίας, τη γνωστή ενσωματωμένη δειγματοληψία (stratified random sampling). Για το σκοπό αυτό διαιρέθηκε ο Νομός Αιτωλοακαρνανίας σε υπο-περιοχές και σε κάθε μια από αυτές εγκαταστάθηκε ένας πιλοτικός αγρός. Για πληρέστερη κάλυψη της περιοχής κρίθηκε αναγκαία η εγκατάσταση 11 πιλοτικών αγρών ηλίανθου και σόργου και 3 ελαιοκράμβης. Σε όλη τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου οι παραγωγοί κατέγραφαν σε ειδικό φύλλο παρακολούθησης κάθε εργασία, κάθε δαπάνη και κάθε ποσότητα εισροών και εκροών, από την ανάλυση των οποίων προέκυψαν τα στοιχεία των οικονομικών αποτελεσμάτων των εκμεταλλεύσεων των τριών καλλιεργειών. Τα ίδια πρωτογενή στοιχεία χρησιμοποιήθηκαν και για τη μέτρηση της τεχνικής αποτελεσματικότητας (technical efficiency), χρησιμοποιώντας τη μεθοδολογία της Περιβάλλουσας Ανάλυσης Δεδομένων (Data Envelopment Analysis – DEA). Η Περιβάλλουσα Ανάλυση Δεδομένων είναι μια μη παραμετρική τεχνική, που στηρίζεται στο μοντέλο του γραμμικού προγραμματισμού και η οποία επιτυγχάνει, να εκτιμήσει ποσοτικά τη μέγιστη τιμή της σχετικής αποδοτικότητας των παραγωγικών μονάδων (Farrell M., 1957, Ρεζίτης κ.α., 2004α; Ρεζίτης κ.α., 2004β; Rezitis et al., 2002). Για την ανάλυση της αποτελεσματικότητας άρθηκαν ως μεταβλητές μια εκροή και πέντε εισροές. Οι πέντε εισροές που χρησιμοποιήθηκαν ήταν: Η συνολική εργασία ανά εκμετάλλευση (σε ώρες), η συνολική έκταση καλλιέργειας της εκμετάλλευσης (σε στρέμματα), η συνολική αξία αναλώσιμων ανά εκμετάλλευση (σε ευρώ), η συνολική αξία λοιπών δαπανών εκμετάλλευσης (σε ευρώ) και τέλος η συνολική αξία πάγιου κεφαλαίου (σε ευρώ). Ως εκροή χρησιμοποιήθηκε η συνολική παραγόμενη ποσότητα (κιλά/στρέμμα). Οι εκτιμήσεις έγιναν με τη

βοήθεια του προγράμματος On Front.

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

3.1. ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΤΗΤΑ

Από την ανάλυση των παραπάνω δεδομένων της περιόδου 2006-2007 προέκυψαν χρήσιμα συμπεράσματα, παρά το γεγονός του περιορισμένου αριθμού των πιλοτικών εκμεταλλεύσεων, αναφορικά με την οικονομικότητα των καλλιέργειών αυτών στο Νομό Αιτωλοακαρνανίας, όπως φαίνεται στους παρακάτω Πίνακες 1-3.

Για την ελαιοκράμβη, διαπιστώνεται χαμηλή ακαθάριστη πρόσοδος (93,6 ευρώ/στρεμ.) με τιμή πώλησης 0,27 ευρώ/kg σπόρου, ενώ οι συνολικές δαπάνες έφτασαν τα 199,8 ευρώ /στρέμμα, γεγονός που δίνει αρνητικό αποτέλεσμα (ζημία) 106,2 ευρώ/στρέμμα. Συνέπεια των παραπάνω ήταν το υψηλό κόστος παραγωγής του προϊόντος 0,60 ευρώ/kg. Σήμερα, (05/2009) η τιμή με μορφή συμβολαιακής γεωργίας έχει διαμορφωθεί στα 0,39 ευρώ /kg σπόρου, όμως θα πρέπει να σημειωθεί και η αύξηση των λιπασμάτων κατά 150% από την μία χρονιά στην άλλη. Η κατάσταση παραμένει αρνητική (ζημία 51,2 ευρώ/στέμμα), ακόμη και στη περίπτωση ύπαρξης ιδιόκτητη έκτασης. Το τελικό συμπέρασμα από την παραπάνω ανάλυση είναι ότι με τα σημερινά δεδομένα η καλλιέργεια της ελαιοκράμβης κρίνεται ασύμφορη για την περιοχή της Αιτωλοακαρνανίας.

Αναφορικά με τον **ηλίανθο**, τα αποτελέσματα της ανάλυσης δείχνουν χαμηλή ακαθάριστη πρόσοδος (75,8 ευρώ/στρεμ.) με τιμή πώλησης 0,23 ευρώ/kg σπόρου, ενώ οι συνολικές δαπάνες έφτασαν τα 208,898 ευρώ /στρέμμα, γεγονός που δίνει αρνητικό αποτέλεσμα (ζημία) 133,098 ευρώ / στρέμμα. Συνέπεια των παραπάνω ήταν το υψηλό κόστος παραγωγής του προϊόντος 0,67 ευρώ/kg. Σήμερα, η τιμή με μορφή συμβολαιακής γεωργίας έχει διαμορφωθεί στα 0,39 ευρώ /kg σπόρου, αλλά έχουν αυξηθεί και οι τιμές των λιπασμάτων κατά 150%. Ακόμη και στην περίπτωση ιδιόκτητης γης το αποτέλεσμα είναι και πάλι αρνητικό (ζημία) 73,098 ευρώ/ στρέμμα. Το συμπέρασμα και στην περίπτωση αυτή είναι ότι με τα σημερινά δεδομένα η καλλιέργεια του ηλίανθου κρίνεται ασύμφορη για την περιοχή.

Τέλος, για το **γλυκό σόργο**, έχουμε ανάλογη με τα προηγούμενα εικόνα με χαμηλή ακαθάριστη πρόσοδο (106,5 ευρώ/στρεμ.), με τιμή πώλησης 0,015 ευρώ/kg χλωρής μάζας, ενώ οι συνολικές δαπάνες έφτασαν τα 216,036 ευρώ /στρέμμα, γεγονός που δίνει ζημία 109,536 ευρώ / στρέμμα. Όπως στην περίπτωση της ελαιοκράμβης και του ηλίανθου, έτσι και στο γλυκό σόργο, το κόστος παραγωγής του προϊόντος ήταν αρκετά υψηλό, 0,031 ευρώ/kg. χλωρής μάζας. Σήμερα, 05/2009 η τιμή με μορφή συμβολαιακής γεωργίας έχει διαμορφωθεί στα 0,02 ευρώ /kg, αλλά έχει αυξηθεί και η τιμή των λιπασμάτων κατά 150%, από την μία χρονιά στην άλλη, οπότε με τα σημερινά δεδομένα και η καλλιέργεια του γλυκού σόργου κρίνεται ασύμφορη για την περιοχή.

Πίνακας 1. Απόδοση, ακαθάριστη πρόσδοδος και οικονομικά αποτελέσματα της καλλιέργειας ελαιοκράμβης στο Ν. Αιτωλοακαρνανίας.

Είδος	Ποσό
Ακαθάριστη πρόσδοδος	93,6
Απόδοση ελαιοκράμβης (σπόρ. κιά / στρεμ)	330
Τιμή ελαιοκράμβης (ευρώ /κιλό)	0,27
Αξία ελαιοκράμβης (ευρώ /στρ.)	89,1
Επιδότηση ελαιοκράμβης (ευρώ /στρ.)	4,5
Δαπάνες παραγωγής	
1. Έδαφος	55
A. Ενοίκιο τεκμαρτό	55
B. Ενοίκιο πληρωμένο	55
2. ΕΡΓΑΣΙΑ	28,31
A. Αμοιβή οικογενειακής εργασίας χωρίς μηχανήμα	11
B. Αμοιβή οικογενειακής εργασίας με μηχανήμα	14,31
A. Αμοιβή ξένης εργασίας χωρίς μηχανήμα	-
B. Αμοιβή ξένης εργασίας με μηχανήμα	3
3. Κεφάλαιο	116,49
I. Αναλώσιμα	37,4
A. Σπόρος	6,3
B. Λίπασμα	18,8
Γ. Φυτοφάρμακα	1,098
Δ. Καύσιμα	9,976
E. Λιπαντικά	1,226
II. Ετήσιες δαπάνες μηχανημάτων	25,43
A. Αποσβέσεις	17,59
B. Ασφάλιστρα	0,082
Γ. Επισκευές-συντήρηση	7,76
III. Ιδία μηχανική εργασία	28,62
IV. Ξένη μηχανική εργασία	6
V. Τόκοι υπενδεδυμένου κεφαλαίου	4,11
VI. Τόκοι κυκλοφοριακού κεφαλαίου	2,66
VII. Έξοδα φόρτωσης –μεταφοράς	1,2
VIII. Δαπάνη Τ.Ο.Ε.Β. (για άρδευση).	8,5
IX. Ασφάλιση παραγωγής (ΕΛ.ΓΑ)	2,673
Σύνολο παραγωγικών δαπανών	199,8
Κέρδος ή ζημία (ευρώ /στρεμ)	-106,2
Γεωργικό εισόδημα (ευρώ /στρεμ)	18,5
Γεωργικό οικογενειακό εισόδημα (ευρώ /στρεμ)	9,49
Κόστος (ευρώ/κιλ.)	0,60

Πίνακας 2. Απόδοση, ακαθάριστη πρόσδοος και οικονομικά αποτελέσματα της καλλιέργειας ηλίανθου στο Ν. Αιτωλοακαρνανίας.

Είδος	Ποσό
Ακαθάριστη πρόσδοος	75,8
Απόδοση ηλίανθου (σπόρος / κιλά / στρεμ)	310
Τιμή ηλίανθου (ευρώ /κιλό)	0,23
Αξία ηλίανθου (ευρώ /στρ.)	71,3
Επιδότηση ηλίανθου (ευρώ /στρ.)	4,5
Δαπάνες παραγωγής	
1. Έδαφος	60
A. Ενοίκιο τεκμαρτό	60
B. Ενοίκιο πληρωμένο	60
2. Εργασία	30,31
A. Αμοιβή οικογενειακής εργασίας χωρίς μηχάνημα	10,76
B. Αμοιβή οικογενειακής εργασίας με μηχάνημα	16,55
A. Αμοιβή ξένης εργασίας χωρίς μηχάνημα	-
B. Αμοιβή ξένης εργασίας με μηχάνημα	3
3. Κεφάλαιο	118,588
I. Αναλώσιμα	39,15
A. Σπόρος	4
B. Λίπασμα	19
Γ. Φυτοφάρμακα	3,32
Δ. Καύσιμα	11,18
E. Λιπαντικά	1,65
II. Ετήσιες δαπάνες μηχανημάτων	21,82
A. Αποσβέσεις	19,30
B. Ασφάλιστρα	0,083
Γ. Επισκευές-συντήρηση	2,44
III. Ιδία μηχανική εργασία	33,11
IV. Ξένη μηχανική εργασία	6
V. Τόκοι υπενδεδυμένου κεφαλαίου	4,07
VI. Τόκοι κυκλοφοριακού κεφαλαίου	2,5
VII. Έξοδα φόρτωσης μεταφοράς	1,3
VIII. Δαπάνη Τ.Ο.Ε.Β. (για άρδευση)	8,5
IX. Ασφάλιση παραγωγής (ΕΛ.ΓΑ)	2,138
Σύνολο παραγωγικών δαπανών	208,898
Κέρδος ή ζημία (ευρώ /στρεμ)	-133,098
Γεωργικό εισόδημα (ευρώ/στρεμ)	2,892
Γεωργικό οικογενειακό εισόδημα (ευρώ/στρεμ)	-6,108
Κόστος(ευρώ/κιλό)	0,67

Πίνακας 3. Απόδοση, ακαθάριστη πρόσδοδος και οικονομικά αποτελέσματα της καλλιέργειας γλυκού σόργου στο Ν. Αιτωλοακαρνανίας.

Είδος	Ποσό
Ακαθάριστη πρόσδοδος	106,5
Απόδοση γλυκού σόργου (χλωρή μάζα κιλά / στρεμ.)	6800
Τιμή γλυκού σόργου (ευρώ /κιλό)	0,015
Αξία γλυκού σόργου(ευρώ /στρ.)	102
Επιδότηση γλυκού σόργου (ευρώ /στρ.)	4,5
Δαπάνες παραγωγής	
1. Έδαφος	60
A. Ενοίκιο τεκμαρτό	60
B. Ενοίκιο πληρωμένο	60
2.Εργασία	32,04
A. Αμοιβή οικογενειακής εργασίας χωρίς μηχανήμα	12,56
B. Αμοιβή οικογενειακής εργασίας με μηχανήμα	16,48
A. Αμοιβή ξένης εργασίας χωρίς μηχανήμα	-
B. Αμοιβή ξένης εργασίας με μηχανήμα	3
3. Κεφάλαιο	123,996
I. Αναλώσιμα	43,55
A. Σπόρος	3
B. Λίπασμα	23
Γ. Φυτοφάρμακα	3,88
Δ. Καύσιμα	12,17
E. Λιπαντικά	1,5
II. Ετήσιες δαπάνες μηχανημάτων	21,741
A. Αποσβέσεις	19,22
B. Ασφάλιστρα	0,081
Γ. Βελτίωση-συντήρηση	2,44
III. Ιδία μηχανική εργασία	32,97
IV. Ξένη μηχανική εργασία	6
V. Τόκοι υπενδεδυμένου κεφαλαίου	3,955
VI. Τόκοι κυκλοφοριακού κεφαλαίου	2,72
VII. Έξοδα φόρτωσης-μεταφοράς.	1,5
VIII. Δαπάνες Τ.Ο.Ε.Β.(για άρδευση)	8,5
IX. Ασφάλιση παραγωγής (ΕΛ.ΓΑ)	3,06
Σύνολο παραγωγικών δαπανών	216,036
Κέρδος ή ζημία (ευρώ /στρεμ)	-109,536
Γεωργικό εισόδημα (ευρώ/στρεμ)	28,149
Γεωργικό οικογενειακό εισόδημα (ευρώ/στρεμ)	19,149
Κόστος(ευρώ/κιλό)	0,031

3.2. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ

Αναφορικά με την αποτελεσματικότητα των παραπάνω καλλιεργειών, θα πρέπει να λεχθεί ότι εξετάστηκαν μόνο οι δύο από αυτές (ηλίανθου και σόργου), ενώ δεν ήταν δυνατή η εξέταση της ελαιοκράμβης, λόγω του μικρού αριθμού πιλοτικών αγρών (μόνο τρεις). Τα αποτελέσματα της ανάλυσης φαίνονται στους Πίνακες 4 και 5.

Πίνακας 4. Κατανομή συχνοτήτων της αποτελεσματικότητας εκμεταλλεύσεων ηλίανθου.

Αποτελεσματικότητα	Αριθμός παραγωγών	Ποσοστό
$0,5 \leq A \leq 0,6$	0	0
$0,6 < A \leq 0,7$	0	0
$0,7 < A \leq 0,8$	1	9,09%
$0,8 < A \leq 0,9$	5	45,46%
$0,9 < A < 1$	1	9,09%
$A=1$	4	36,36%
ΣΥΝΟΛΟ	11	100%
ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ	0,90	
ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΤΙΜΗ	0,74	
ΜΕΓΙΣΤΗ ΤΙΜΗ	1	

Σχετικά με την καλλιέργεια του ηλίανθου, διαπιστώνεται ότι μόλις το 36,36%, των εκμεταλλεύσεων είναι πλήρως αποτελεσματικές, δηλαδή, τα παραγωγικά μέσα χρησιμοποιούνται σωστά, ώστε να φτάνουν στο 100% της αποτελεσματικότητάς τους και να πετύχουν το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα. Ποσοστό 9,09% των εκμεταλλεύσεων λειτουργούν μεταξύ του 0,90 και του 1,0, τείνοντας να γίνουν αποτελεσματικές, ενώ το 45,46% αυτών λειτουργούν μεταξύ 0,8 και 0,90, δηλαδή καταβάλουν προσπάθεια να γίνουν αποτελεσματικές. Διαπιστώνεται επίσης ότι η μέση τιμή είναι 0,90, με ελάχιστη τιμή την 0,74 και μέγιστη την 1.

Αναφορικά με την καλλιέργεια του γλυκού σόργου, τα αποτελέσματα είναι περισσότερο απογοητευτικά, διότι μόλις το 18,18%, των εκμεταλλεύσεων είναι πλήρως αποτελεσματικές, ένα ποσοστό 9,09%, βρίσκεται μεταξύ του 0,90 και του 1,0, ενώ το 18,18% βρίσκεται μεταξύ του 0,80 και 0,90, δείχνοντας την τάση να γίνουν αποτελεσματικές. Και εδώ διαπιστώνουμε μια μέση τιμή 0,81, με ελάχιστη 0,64 και μέγιστη την 1.

Πίνακας 5. Κατανομή συχνοτήτων αποτελεσματικότητας εκμεταλλεύσεων γλυκού σόργου.

Αποτελεσματικότητα	Αριθμός παραγωγών	Ποσοστό
$0,5 \leq A \leq 0,6$	0	0
$0,6 < A \leq 0,7$	2	18,18%
$0,7 < A \leq 0,8$	4	37,37%
$0,8 < A \leq 0,9$	2	18,18%
$0,9 < A < 1$	1	9,09%
$A=1$	2	18,18%
ΣΥΝΟΛΟ	11	100%
ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ	0,81	
ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΤΙΜΗ	0,64	
ΜΕΓΙΣΤΗ ΤΙΜΗ	1	

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

Η παραπάνω ανάλυση των δεδομένων των πιλοτικών αγρών των τριών ενεργειακών καλλιεργειών (ελαικράμβης, ηλίανθου και γλυκού σόργου), στο Νομό Αιτωλοακαρνανίας, έδειξε ότι με τις αποδόσεις που προέκυψαν, τις τιμές πώλησης των προϊόντων και τις τιμές των εισροών και οι τρεις καλλιέργειες κρίνονται ασύμφορες οικονομικά. Ακόμη διαπιστώθηκε ότι και η τεχνική αποτελεσματικότητα των επιχειρή-

σεων αυτών, σε σημαντικό ποσοστό, είναι χαμηλή και θα χρειαστεί μεγάλη προσπάθεια για βελτίωσή τους. Μια αύξηση των τιμών πώλησης μεγαλύτερη από τις τιμές των εισροών θα έδινε θετικότερα αποτελέσματα και προοπτικές για την περιοχή.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Ageridis, G. and Christou, M., 2006. *Biofuels and their developmental role to the industry and agriculture*. In: two days gala. Thessaloniki 3-4 November. 1-6.
- Coelli, T., Rao, D. and Battese, G., 1997. *An introduction to efficiency and productivity analysis*. Kluwer Academic Publishers.
- Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2006. *Στρατηγική της ΕΕ για τα βιοκαύσιμα*. SEC (2006) 142, Βρυξέλλες 8.02.2006.
- Farrell, M., 1957. *The measurement of productivity efficiency*. Journal of the Royal Statistical Society, Series A, pp. 120, 253-82.
- Κιτσοπανίδης, Γ. και Καμενίδης, Χ., 2003. *Αγροτική Οικονομική*. Γ' Έκδοση, Εκδόσεις ΖΗΤΗ. Θεσσαλονίκη.
- Monti, A. and Venturi, G., 2003. *Comparison of energy performance of fibre sorghum, sweet orghum and wheat monocultures in northern Italy*. European Journal of Agronomy. 19: 35-43.
- Μυγδάκος, Ε., 1992. *Ανάλυση δαπανών & κόστος παραγωγής γεωργικών προϊόντων*. Στο Αγροτικά, Αναπτυξιακή Καρδίτσας Α.Ε., σελ.203-230.
- Mygdakos, E., Patsiali, S., Mygdakos, G., 2007. *Economics of organic growing cotton versus conventional cotton under Greek conditions*. Journal of Food, Agriculture & Environment, Vol. 5 (3 & 4), pp. 231-236.
- Παπαναγιώτου, Ε., 2008. *Οικονομική Ζωικής Παραγωγής*. Εκδόσεις Γράφημα, Θεσσαλονίκη.
- Ρεζίτης, Α., Μυγδάκος, Ε., Ζαβέρδα, Μ., 2004α. *Μελέτη της επίδρασης του συστήματος «Θεόφραστος» στην τεχνική αποτελεσματικότητα των θερμοκηπιακών καλλιεργειών: Μια συγκριτική ανάλυση*. Πρακτικά 17^{ου} Πανελλήνιου Συνεδρίου Στατιστικής, Λευκάδα 14-18 Απριλίου, σελ. 375-382.
- Rezitis, A., Tsimpoukas, K., Tsoukalas, S., 2002. *Measuring technical efficiency in Greek Agricultural Sector*. Applied Economics, Vol.34, pp. 1345-1357.
- Ρεζίτης, Α., Μυγδάκος, Ε., Φωτόπουλος, Χ., 2004β. *Μελέτη τεχνικής αποτελεσματικότητας κύριων φυτικών παραγωγικών κατευθύνσεων του ελληνικού αγροτικού τομέα*, ΣΠΟΥΔΑΙ, Τομ. 54 (2), σελ. 84-106.
- Τζουβελέκας, Ε., Πάντζιος, Χρ., Φωτόπουλος, Χρ., 1999. *Συγκριτική ανάλυση των παραγωγικών δυνατοτήτων και της τεχνικής αποτελεσματικότητας των συμβατικών και βιολογικών εκμεταλλεύσεων*. Τεχνική αποτελεσματικότητα βιολογικών και συμβατικών εκμεταλλεύσεων, Εκδόσεις ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε-Ι.Γ.Ε.Κ.Ε., Αθήνα, σελ. 82-85.
- Φωτόπουλος, Χ., Φουσέκης, Π., και Τζουβελέκας, Ε., 2001. *Πολυδραστηριότητα και τεχνική αποτελεσματικότητα των αγροτικών εκμεταλλεύσεων στην Ελλάδα*. Εκδόσεις Σταμούλη, Αθήνα.