



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ,

ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ

ΓΕΝΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ



ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ



ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ «ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ»

ΕΘΝΙΚΟ ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΑΝΑΦΟΡΑΣ
ΕΣΠΑ 2007-2013

ΔΡΑΣΗ «ΑΡΙΣΤΕΙΑ»

4.1 Κοστολόγηση της έκθεσης ΒΔΠ

ΑΚΡΩΝΥΜΙΟ/ΚΩΔΙΚΟΣ:	ΝΟΜΟΤΕΛΕΙΑ/2950
ΚΥΡΙΟΣ ΕΡΕΥΝΗΤΗΣ:	ΜΑΡΙΑ ΜΙΜΙΚΟΥ
ΦΟΡΕΑΣ ΥΠΟΔΟΧΗΣ:	ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ
επένδυση στην κοινωνία της γνώσης
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΣΠΑ
2007-2013
πρόγραμμα για την ανάπτυξη
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ



Περιεχόμενα

1. Εισαγωγή	3
2. Παρουσίαση και Κοστολόγηση Βέλτιστων Διαχειριστικών Πρακτικών	4
2.1 Βασική (πλήρης) άρδευση	5
2.2 Ελλειμματική άρδευση	6
2.3 Βελτίωση της απόδοσης κατά τη μεταφορά και διανομή του νερού	8
2.4 Άρδευση ακριβείας	12
2.5 Επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων λυμάτων	14
2.6 Μείωση χημικής λίπανσης	17
3. Σύνοψη κοστολόγησης	18

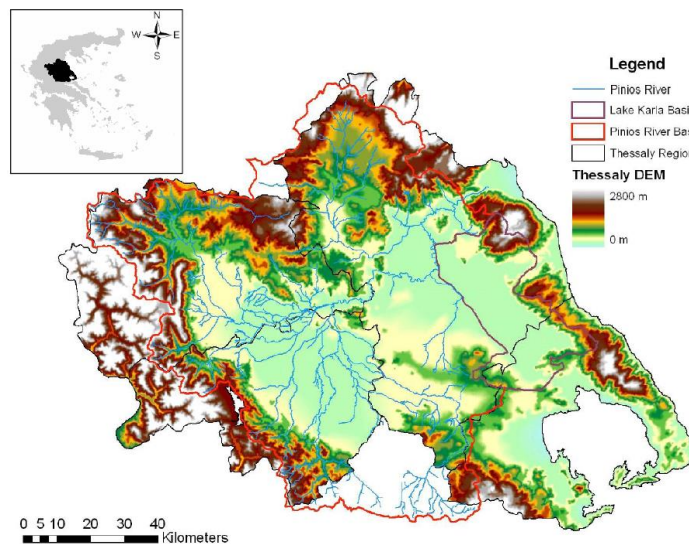
Αναφορές

Γλωσσάρι

1. Εισαγωγή

Η παρούσα έκθεση συντάχθηκε στα πλαίσια της Ενότητας Εργασίας (ΕΕ) 4 «Κοστολόγηση ΒΔΠ» του έργου με τίτλο: «NOMOTELEIA: Combining NOvel MOdeling TEchniques and socio-economic considerations for effective, efficient, and acceptabLE Best Management Practices In Agricultural river basins». Το έργο ανετέθη από τη Γενική Γραμματεία Έρευνας και Τεχνολογίας (ΓΓΕΤ) του Υπουργείου Παιδείας, Θρησκευμάτων, Πολιτισμού και Αθλητισμού με φορέα υποδοχής το Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο (ΕΜΠ) και κύρια ερευνήτρια την καθηγήτρια ΕΜΠ Μιμίκου Μαρία.

Το πρόγραμμα NOMOTELEIA προτείνει μια ολοκληρωμένη μεθοδολογική πλατφόρμα, που συνδυάζει σύγχρονες μεθόδους προσομοίωσης υδάτων, τηλεπισκόπησης, διαχείρισης γεωργικών υδάτων, αλλάζοντας το πρότυπο για τον σχεδιασμό αποτελεσματικών, αποδοτικών και τελικά αποδεκτών από τους γεωργούς Βέλτιστων Διαχειριστικών Πρακτικών (ΒΔΠ) για τη διαχείριση υδάτων σε γεωργικές λεκάνες απορροής. Η προτεινόμενη μεθοδολογία θα εφαρμοστεί στη λεκάνη απορροής του Πηνειού στη κεντρική Ελλάδα δημιουργώντας ένα ευέλικτο εργαλείο υποστήριξης αποφάσεων που θα ενισχύσει τους φορείς λήψης αποφάσεων στην αξιολόγηση εναλλακτικών στρατηγικών κάτω από διαφορετικά κλιματικά και κοινωνικοοικονομικά σενάρια. Η γεωγραφική τοποθέτηση και τα όρια της περιοχής μελέτης, σε σχέση με το υπόλοιπο υδατικό διαμέρισμα, παρουσιάζονται στην Εικόνα 1.1.



Εικόνα 1.1: Οριοθέτηση λεκάνης απορροής Πηνειού εντός του υδατικού διαμερίσματος της Θεσσαλίας (Loukas, 2010)

Το πρόγραμμα περιλαμβάνει τέσσερα βασικά μεθοδολογικά βήματα: Αρχικά θα δημιουργηθούν βάσεις δεδομένων χρήσεων γης, εδαφικών/γεωλογικών τύπων και

αγροτικών πρακτικών, ως αποτέλεσμα συνδυασμού δεδομένων τηλεπισκόπησης με παρατηρήσεις στο έδαφος. Στη συνέχεια, τα δεδομένα αυτά θα εισαχθούν σε ένα καταμετρημένο υδρολογικό μοντέλο (SWAT), προσφέροντας τη δυνατότητα περιβαλλοντικών προβλέψεων σε μετρούμενα και μη υδάτινα σώματα. Το τρίτο βήμα αποτελεί μια εξειδικευμένη αξιολόγηση των ΒΔΠ, που θα περιλαμβάνει μια εκτίμηση κόστους εντός και εκτός καλλιεργήσιμων εκτάσεων και θα βασίζεται σε καταγραφές καλλιεργειών, πρόσφατες εθνικές αγρο-οικονομικές μελέτες και προηγούμενες έρευνες. Στο τελευταίο στάδιο, το έργο θα αναπτύξει έναν χωρικό αλγόριθμο βελτιστοποίησης πολλαπλών στόχων για την ενίσχυση του σχεδιασμού και της εφαρμογής των κατάλληλων ΒΔΠ μέσα στη λεκάνη. Ένα Σύστημα Υποστήριξης Αποφάσεων (ΣΥΑ) ανοιχτού λογισμικού εφοδιασμένο με ένα φιλικό προς το χρήστη γραφικό περιβάλλον θα βοηθήσει τους φορείς λήψης αποφάσεων να ερμηνεύσουν τα παραγόμενα ΒΔΠ κάτω από διαφορετικά σενάρια. Μια πλατφόρμα «κοινωνικής δικτύωσης» θα δημιουργηθεί και θα συνδεθεί με το ΣΥΑ για να ενθαρρύνει το διάλογο μεταξύ των ενδιαφερόμενων φορέων βελτιώνοντας την αποδοχή και αξιοπιστία των προτεινόμενων δράσεων.

Στο παρόν τεύχος επιχειρείται η περιγραφή των ΒΔΠ που επιλέχθηκαν από τη βιβλιογραφία και η παρουσίαση της μεθοδολογίας κοστολόγησης τους.

2. Παρουσίαση και Κοστολόγηση Βέλτιστων Διαχειριστικών Πρακτικών

Οι Βέλτιστες Διαχειριστικές Πρακτικές (ΒΔΠ) που εξετάζονται και κοστολογούνται δίνονται στον Πίνακα 1.

	Β.Δ.Π.
1.	Βασική (πλήρης) άρδευση
2.	Ελλειμματική άρδευση
3.	Βελτίωση της απόδοσης κατά τη μεταφορά και διανομή του νερού
4.	Άρδευση ακριβείας
5.	Επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων λυμάτων
6.	Μείωση χημικής λίπανσης

Πίνακας 1: Βέλτιστες Διαχειριστικές Πρακτικές που εξετάζονται και κοστολογούνται

2.1 Βασική (πλήρης) άρδευση

Περιγραφή

Η πρακτική αυτή αντιπροσωπεύει τις παραδοσιακές μεθόδους γεωργίας, που στηρίζονται στον εμπειρικό προσδιορισμό των υδατικών αναγκών των καλλιεργειών ποσοτικά και ημερολογιακά. Η βασική (πλήρης) άρδευση αποτελεί το σενάριο αναφοράς για τη σύγκριση της αποτελεσματικότητας όλων των υπολοίπων προτεινόμενων βέλτιστων διαχειριστικών πρακτικών (ΒΔΠ) ως προς μια κοινή βάση.

Οι συμβατικές μέθοδοι καλλιέργειας που υιοθετήθηκαν για τις κυριότερες καλλιέργειες της περιοχής στα πλαίσια του προγράμματος i-adapt (Makroroulos and Mimikou, 2012), ύστερα από συμβουλές και πληροφορίες του ΕΘΙΑΓΕ, συνίστανται στα ακόλουθα:

- Το βαμβάκι αρδεύεται με 570 mm/έτος. Μια μικρή δόση των 20 mm εφαρμόζεται αμέσως μετά τη σπορά, τον Απρίλιο, και ακολουθούν, από το Μάιο έως τις αρχές του Σεπτεμβρίου, 11 δόσεις των 50 mm η καθεμία κάθε 10 μέρες. Η εφαρμοζόμενη χημική λίπανση περιλαμβάνει 19,5 kg/στρ N και 3,1 kg/στρ P. Η συγκομιδή της σοδειάς γίνεται τον Οκτώβριο.
- Το καλαμπόκι αρδεύεται με 620 mm/έτος. Μια μικρή δόση των 20 mm εφαρμόζεται αμέσως μετά τη σπορά, τον Μάρτιο, και ακολουθούν, από το Μάιο έως τις αρχές του Σεπτεμβρίου, 12 δόσεις των 50 mm η καθεμία κάθε 10 μέρες. Η εφαρμοζόμενη χημική λίπανση περιλαμβάνει 23 kg N και 4,4 kg P. Η συγκομιδή της σοδειάς γίνεται τον Οκτώβριο.
- Η μηδική αναπτύσσεται για μια περίοδο 3 ετών και είναι η πιο υδροβόρα καλλιέργεια, αφού απαιτεί 740 mm/έτος. Μια μικρή δόση των 20 mm εφαρμόζεται στα τέλη Μαρτίου/αρχές Απριλίου, και ακολουθούν 9 δόσεις των 80mm η καθεμία κάθε 10 μέρες. Η εφαρμοζόμενη χημική λίπανση περιλαμβάνει 4,6 kg P. Η συγκομιδή της σοδειάς γίνεται τρεις φορές το χρόνο σε διαδοχικούς κύκλους.
- Το χειμερινό σιτάρι είναι μια καλλιέργεια που αρδεύεται ελάχιστα, αφού καλύπτει τις υδατικές του ανάγκες από το νερό της βροχής. Η εφαρμοζόμενη χημική λίπανση περιλαμβάνει 13 kg N και 1,6 kg P. Η συγκομιδή του πραγματοποιείται τον Ιούνιο.

Παρά το γεγονός ότι μπορεί να υπάρξουν διαφοροποιήσεις στις γεωργικές πρακτικές στην περιοχή, αυτές είναι αδύνατο να εντοπιστούν με λεπτομέρεια. Ωστόσο, επικοινωνίες με ντόπιους παραγωγούς και εμπειρογνώμονες κατέδειξαν ότι οι παραπάνω πρακτικές αντιπροσωπεύουν τις γεωργικές πρακτικές που ακολουθούνται από την πλειοψηφία των γεωργών. Ενδιαφέρων παρουσιάζει το γεγονός ότι, ακόμα και σε περιπτώσεις εκδήλωσης βροχοπτώσεων σημαντικού ύψους κατά τη διάρκεια της αρδευτικής περιόδου, οι γεωργοί φαίνεται να

ακολουθούν ανεπηρέαστοι την προαναφερθείσα διαχειριστική πρακτική, χωρίς ουσιαστική μεταβολή της αρδευόμενης ποσότητας από έτος σε έτος.

Τέλος, θα πρέπει να σημειωθεί ότι τα παραπάνω ποσά άρδευσης αντιπροσωπεύουν τις πραγματικές ανάγκες των καλλιεργειών σε νερό (Σακελλαρίου-Μακραντωνάκη, 1997 · Σαμαράς, 2011). Για μια πιο ρεαλιστική προσομοίωση της βασικής άρδευσης, ένα επιπλέον 25% των παραπάνω ποσοτήτων νερού θεωρείται ότι χάνεται κατά την μεταφορά και διανομή στο πεδίο (πχ. λόγω διαρροών / διηθήσεων / εξάτμισης από τους αγωγούς/κανάλια). Ως εκ τούτου, οι ποσότητες νερού που αφαιρούνται από την πηγή υδροληψίας είναι 25% υψηλότερες από τις αναφερόμενες τιμές. Ωστόσο, οι ποσότητες αυτές δεν είναι πάντα εγγυημένες σε ολόκληρη την λεκάνη εξαιτίας περιορισμών στη διαθεσιμότητα του νερού στην πηγή προέλευσης.

Κοστολόγηση

Εφόσον η μέθοδος της βασικής άρδευσης λαμβάνεται ως σενάριο αναφοράς, δεν εκτιμάται κανένα επιπλέον κόστος ή όφελος συγκριτικά με τη μέθοδο αυτή.

2.2 Ελλειμματική άρδευση

Περιγραφή

Η πρακτική αυτή αντιπροσωπεύει την εφαρμογή αρδευτικού νερού, σε μικρότερη ποσότητα από τη θεωρητικά απαιτούμενη για την πλήρη ανάπτυξη του φυτού, δηλαδή σε μικρότερη ποσότητα από τη δυνητική εξατμισοδιαπνοή της καλλιέργειας στη συγκεκριμένη περιοχή και για τις συγκεκριμένες καιρικές συνθήκες που επικρατούν την αρδευτική περίοδο. Όταν η άρδευση εφαρμόζεται σε ποσοστό χαμηλότερο της δυνητικής εξατμισοδιαπνοής η καλλιέργεια χρησιμοποιεί το αποθηκευμένο νερό στο υπέδαφος για να αντισταθμίσει το έλλειμμα. Τότε, υπάρχουν δύο ενδεχόμενα (Feres and Soriano, 2007):

- Στην πρώτη περίπτωση, εάν έχει αποθηκευτεί επαρκής ποσότητα νερού στο έδαφος και η διαπνοή δεν περιορίζεται από το νερό του εδάφους, η συνολική κατανάλωση νερού (εξατμισοδιαπνοή) από τα φυτά παραμένει ανεπηρέαστη. Το αποθηκευμένο νερό στο έδαφος που στραγγίζεται αναπληρώνεται από εποχιακές βροχοπτώσεις και έτσι ούτε καθαρή μείωση του νερού υφίσταται, ούτε οι αποδόσεις των καλλιεργειών επηρεάζονται αρνητικά.
- Στη δεύτερη περίπτωση, εάν η υπόγεια διαθεσιμότητα νερού είναι ανεπαρκής για να ανταποκριθεί στη ζήτηση των καλλιεργειών, τότε η ελλειμματική άρδευση θα προκαλέσει μείωση της εξατμισοδιαπνοής σε επίπεδο κατώτερη από το μέγιστο δυναμικό της. Τόσο η χρήση του νερού, όσο και η κατανάλωση

(εξατμισοδιαπνοή) από τα φυτά μειώνονται και οι αποδόσεις επηρεάζονται αρνητικά.

Η μειωμένη πρόσληψη νερού από τις καλλιέργειες συνήθως οδηγεί σε μείωση της απόδοσής τους σε φυτική μάζα κατά τη συγκομιδή. Ωστόσο, για αρκετές καλλιέργειες (πχ. βαμβάκι, αραβόσιτος) η μείωση της παραγωγής είναι ποσοστιαία μικρότερη από τη μείωση του νερού. Έτσι, ο λόγος της παραγόμενης μάζας καρπού και της αρδευόμενης ποσότητας νερού, που αντιπροσωπεύει την παραγωγικότητα της καλλιέργειας, βελτιώνεται. Επομένως, σε περιοχές με περιορισμένη διαθεσιμότητα νερού, η εφαρμογή της ελλειμματικής άρδευσης μπορεί να εξοικονομήσει υδατικούς πόρους χωρίς να έχει δραματικό κόστος στη φυτική παραγωγή κατά τη συγκομιδή. Η μεγιστοποίηση της παραγωγικότητας των καλλιεργειών ως προς το νερό, μπορεί να είναι και περιβαλλοντικά ωφέλιμη αλλά και οικονομικά αποδοτική για τους γεωργούς. Για παράδειγμα, το νερό που εξοικονομείται από την ελλειμματική άρδευση, μειώνει τα έξοδά τους σε νερό και ενέργεια, αφού πολλές καλλιέργειες αρδεύονται με τη χρήση γεωτρήσεων. Εναλλακτικά, η εξοικονομούμενη ποσότητα νερού θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για την άρδευση ακόμη μεγαλύτερης έκτασης γης και την αύξηση της γεωργικής παραγωγής, πολλαπλασιάζοντας τα έσοδα των γεωργών από την πώλησή της. Σε αυτήν την περίπτωση, το επιπλέον γεωργικό εισόδημα θα μπορούσε σε μεγάλο βαθμό να αντισταθμίσει την οικονομική απώλεια που θα προκληθεί από τη μείωση των αποδόσεων στην αρχική έκταση.

Από την ευρεία εφαρμογή της πρακτικής μπορεί να συναχθεί το γενικό συμπέρασμα ότι επιδίωξή της είναι περισσότερο να σταθεροποιήσει παρά να μεγιστοποιήσει τις αποδόσεις. Αυτό συνήθως επιτυγχάνεται όταν η εφαρμογή του νερού περιορίζεται σε συγκεκριμένα στάδια ανάπτυξης του φυτού που είναι ευαίσθητα στην ξηρασία. Η ουσιαστική εξοικονόμηση νερού είναι εφικτή με μικρό αντίκτυπο στην ποσότητα και την ποιότητα και της γεωργικής συγκομιδής. Ωστόσο, για να είναι επιτυχής απαιτείται μια βαθιά γνώση της συμπεριφοράς των καλλιεργειών, εφόσον η απόκριση της καλλιέργειας στην έλλειψη νερού μπορεί να ποικίλει σημαντικά (FAO, 2002).

Κοστολόγηση

Η ελλειμματική άρδευση εξοικονομεί νερό χωρίς να έχει επιπλέον κόστος υλοποίησης που να συνδέεται με συγκεκριμένο εξοπλισμό. Η άρδευση γίνεται ακριβώς με τον ίδιο τρόπο όπως και η συμβατική, αξιοποιώντας τις υφιστάμενες υποδομές. Το βασικό κόστος της πρακτικής αυτής συνδέεται με την απώλεια γεωργικού εισοδήματος λόγω της χαμηλότερης απόδοσης των καλλιεργειών σε συγκομιδή.

Σύμφωνα με FAO (2012), σε μια περίπτωση ελλειμματικής άρδευσης που εφαρμόστηκε σε καλλιέργειες βαμβακιού σε περιοχή του Τέξας (35°11' N, 102°6' W) (FAO, 2012), η

εφαρμοσθείσα μείωση αρδευτικού νερού ήταν 43% σε σύγκριση με την πλήρη άρδευση. Θεωρώντας ότι οι τιμές του βαμβακιού ποικίλλουν από 0,4 έως 0,8 US\$/kg, οι απώλειες εισοδήματος από τη μειωμένη απόδοση εκτιμήθηκαν σε 100 με 200 US\$/ha.

Το κόστος παραγωγής για το βαμβάκι εκτιμήθηκε σε 474,04 €/t (Eurostat, 2012 - μέση τιμή 2005-2011). Θεωρώντας ότι η παραγωγικότητα για το βαμβάκι ανέρχεται σε 0,279 t/στρ (Σκούρτος κ.α., 2011), προκύπτει ότι το ανηγμένο γεωργικό εισόδημα είναι 132,26 €/στρ. Συνεκτιμώντας και την ειδική ενίσχυση για το βαμβάκι από την Ευρωπαϊκή Ένωση σε 80,76 €/στρ (ΟΠΕΚΕΠΕ, 2012), προκύπτει ότι το τελικό ανηγμένο γεωργικό εισόδημα είναι 213,02 €/στρ. Ομοίως, η τιμή του αραβόσιτου εκτιμάται σε 185,96 €/t (Eurostat, 2012) και η παραγωγικότητά του σε 1,223 t/στρ (FAOstat, 2014 - μέση τιμή 2009-2013). Συνεπώς, το γεωργικό εισόδημα εκτιμάται σε 227,43€/στρ. Ομοίως, για τη συμβατική μηδική η τιμή παραγωγού εκτιμάται σε 170,00 €/t (Τζουραμάνη κ.α., 2008) και η παραγωγικότητά της σε 1,366 t/στρ. Συνεπώς, το γεωργικό εισόδημα προκύπτει ίσο με 232,22 €/στρ. Στα πλαίσια του ερευνητικού προγράμματος i-adapt (Makroroulos & Mimikou, 2012) οι τιμές που υπολογίστηκαν για την αξία των διάφορων καλλιεργειών είναι 0,540 €/kg για το βαμβάκι, 0,225 €/kg για τον αραβόσιτο και 0,210 €/kg για τη μηδική.

Στα πλαίσια της ελλειμματικής άρδευσης, η ποσοστιαία μείωση των ποσοτήτων νερού θα έχει ως αποτέλεσμα μια συσχετισμένη ποσοστιαία μείωση της απόδοσης της παραγωγής. Η ποσοστιαία μείωση της αποδόσης θα μειώσει εξίσου και τις προαναφερθείσες ανηγμένες τιμές γεωργικού εισοδήματος που αναμένονται ανά μονάδα επιφάνειας.

2.3 Βελτίωση της απόδοσης κατά τη μεταφορά και διανομή του νερού

Περιγραφή

Το αρδευτικό σύστημα στη Θεσσαλία αποτελείται από 105 συλλογικά συστήματα, 76 αντλιοστάσια, 15 δεξαμενές και 31.000 γεωτρήσεις (Μαχλέρας κ.α., 2007). Τα συλλογικά αρδευτικά δίκτυα, που διαχειρίζονται οι ΤΟΕΒ/ΓΟΕΒ της περιοχής, εξυπηρετούν ποσοστό ~20-25% των αρδευόμενων εκτάσεων (κανάλια: ~48%, σωλήνες: ~52%), ενώ τα μεμονωμένα/ιδιωτικά συστήματα άρδευσης (πχ. γεωτρήσεις) καλύπτουν το υπόλοιπο ~75-80%. Τα περισσότερα συστήματα άρδευσης με κανάλια κατασκευάστηκαν μεταξύ 1960-1980 και σχεδόν όλα είναι ανεπαρκώς συντηρημένα, ενώ οι αντίστοιχοι οργανισμοί διαχείρισης δεν διαθέτουν τους απαραίτητους πόρους (πχ. κεφάλαια, υποδομές, ανθρώπινο δυναμικό) για να τα λειτουργήσουν με ένα πιο βιώσιμο τρόπο. Η ανάπτυξη των συστημάτων επιφανειακών σωληνώσεων μπορεί να αναχθεί στη δεκαετία του 1980 (επέκταση της άρδευσης με καταιονισμό), ενώ μετά το 1990 έχουν αναπτυχθεί κάποια υπόγεια συστήματα άρδευσης (Karamanos et al., 2004).

Η μεταφορά νερού με κλειστά δίκτυα υπό πίεση (πχ. σωλήνες) θεωρείται ότι έχει απώλειες λόγω διαρροών της τάξης του 5-20%, ανάλογα με την παλαιότητα και τις βλάβες του δικτύου (συντελεστής απόδοσης μεταφοράς: 80-95%). Η μεταφορά νερού με ανοιχτούς αγωγούς (πχ. τάφροι, κανάλια, διώρυγες) θεωρείται ότι έχει σημαντικά υψηλότερες απώλειες, της τάξης του 40-50%, λόγω διηθήσεων στο υπέδαφος, εξάτμισης από την επιφάνεια και διαπνοής από τη βλάστηση που αναπτύσσεται κατά μήκος της όχθης των φυσικών καναλιών (συντελεστής απόδοσης μεταφοράς: 40-50%) (Phocaides, 2000, Makropoulos and Mimikou, 2012 · Κοινοπραξία Διαχείρισης Υδατικών Πόρων Κεντρικής & Δυτικής Ελλάδος, 2005 · Γκούμας, 2011).

Ειδικά για τη λεκάνη του Πηνειού, πρόσφατα αποτελέσματα του ερευνητικού έργου i-adapt απέδειξαν τα παρακάτω (Makropoulos and Mimikou, 2012):

α) Σε παλιό κανάλι από σκυρόδεμα (κατασκευή >30 ετών) οι απώλειες ήταν περίπου 3,2 %/km.

β) Σε πρόσφατο κανάλι διανομής από σκυρόδεμα (κατασκευή ~10 ετών) οι απώλειες ήταν αμελητέες.

γ) Σε παλιά κύρια χωμάτινα κανάλια χωρίς συντήρηση (πολλή βλάστηση) οι απώλειες εκτιμήθηκαν σε σχεδόν 12 %/km

δ) Σε ένα παλιό χωμάτινο κανάλι χωρίς συντήρηση (υψηλή βλάστηση) οι απώλειες εκτιμήθηκαν σε 33 %/km.

Οι επιτόπιες επισκέψεις που πραγματοποιήθηκαν προσδιόρισαν την υπερβολική ανάπτυξη των καλαμιών εντός των αρδευτικών καναλιών (για αρκετά χιλιόμετρα και για τη συντριπτική πλειοψηφία των καναλιών) ως την κύρια παράμετρο για τις απώλειες του μεταφερόμενου νερού. Υποθέτοντας ότι οι ανάγκες των καλλιεργειών για άρδευση ικανοποιούνται πλήρως, εκτιμήθηκε ότι 50-60 hm³/έτος χάνονται λόγω ελαττωματικής λειτουργίας των συστημάτων ανοικτών καναλιών και 30-40 hm³/έτος χάνονται στα συστήματα σωληνώσεων (επιφανειακών και υπόγειων).

Η βελτίωση της απόδοσης στη μεταφορά και διανομή του αρδευτικού νερού μπορεί να υλοποιηθεί με παρεμβάσεις, όπως η αντικατάσταση των γηρασμένων και φθαρμένων κλειστών αγωγών υπό πίεση με καινούργιους (δυναμική εξοικονόμηση 10-15%), ο καθαρισμός και η επένδυση των μη επενδεδυμένων ανοικτών αγωγών (δυναμική εξοικονόμηση 6,2-30%), η αντικατάσταση των ανοικτών αγωγών με υπόγειους σωληνωτούς αγωγούς (δυναμική εξοικονόμηση 20-30%).

Κοστολόγηση

Για την κοστολόγηση των διαφόρων παρεμβάσεων αναζητήθηκε σχετική ελληνική και διεθνής βιβλιογραφία. Επίσης, αναζητήθηκαν στοιχεία τιμών κατασκευής αντίστοιχων έργων στην ελληνική επικράτεια από τη Διεύθυνση Εγγείων Βελτιώσεων του

Υπουργείου Γεωργίας (ΔΕΒ/ΥΠΓΕ). Τα τελευταία θεωρήθηκαν περισσότερο ακριβή για τα ελληνικά δεδομένα και υιοθετήθηκαν. Πιο συγκεκριμένα:

- Η αντικατάσταση των γηρασμένων και φθαρμένων κλειστών αγωγών υπό πίεση με καινούργιους εκτιμάται ότι κοστίζει 500 και 1000 €/στρ αρδευόμενης έκτασης. Η υψηλότερες τιμές εφαρμόζονται αν απαιτούνται και έργα κεφαλής, ενώ οι χαμηλότερες αν αυτά υφίστανται ήδη.
- Ο καθαρισμός και η επένδυση των μη επενδεδυμένων ανοικτών αγωγών εκτιμάται ότι κοστίζει 1200-1500 €/m.
- Η αντικατάσταση των ανοικτών αγωγών με υπόγειους σωληνωτούς αγωγούς εκτιμάται ότι κοστίζει 500 και 1000 €/στρ αρδευόμενης έκτασης. Η υψηλότερες τιμές εφαρμόζονται αν απαιτούνται και έργα κεφαλής, ενώ οι χαμηλότερες αν αυτά υφίστανται ήδη.

Το αναφερόμενο κόστος περιλαμβάνει την αγορά κατάλληλου εξοπλισμού, την εγκατάστασή του στον αγρό, το κόστος εργασίας και τα γενικά έξοδα. Θεωρώντας ότι δεν απαιτούνται έργα κεφαλής και υποθέτοντας ότι το κόστος θα είναι το ίδιο, είτε το νέο δίκτυο κατασκευάζεται σε περιοχές που εξυπηρετούνται από ιδιωτικά έργα (πχ. ιδιωτικές γεωτρήσεις) είτε το νέο δίκτυο κατασκευάζεται σε συλλογικά συστήματα άρδευσης, τότε ένα μέσο αντιπροσωπευτικό κόστος θα μπορούσε να είναι λίγο μεγαλύτερο από το κάτω όριο των 500 €/στρ που δόθηκε παραπάνω. Μια ικανοποιητική προσέγγιση του κόστους είναι τα 550 €/στρ.

Στα πλαίσια του ερευνητικού έργου i-adapt (Makropoulos and Mimikou, 2012) μελετήθηκε η βελτίωση της απόδοσης μεταφοράς και διανομής του αρδευτικού νερού κατά 20-30%, μέσω της μετατροπής των ανοικτών καναλιών άρδευσης σε υπόγεια συστήματα σωληνώσεων στα συλλογικά συστήματα άρδευσης. Η ανάλυση του κόστους των έργων που απαιτούνται φαίνεται στον Πίνακα 2.

Υποθέτοντας ένα κόστος συντήρησης και λειτουργίας (OMC) ίσο με το 1% του κόστους κεφαλαίου (I) και δεχόμενοι ένα επιτόκιο προεξόφλησης (r) ίσο με 7%, για ωφέλιμο χρόνο ζωής των έργων (n) ίσο με 50 έτη, τότε το ετήσιο ισοδύναμο κόστος της επένδυσης (AEC) ανέρχεται σε 40 €/στρ, σύμφωνα με την εξίσωση:

$$AEC = \frac{r(1+r)^n}{(1+r)^n - 1} * I + OMC$$

Αρδευτικό δίκτυο	Υφιστάμενη κατάσταση	Περιοχή (στρ)	Παρέμβαση	Κόστος (€/στρ)	Κόστος (Μ€)
Ταυρωπός	Δίκτυο ανοικτών καναλιών σε σειρά	115.000	Μετατροπή σε ένα υπόγειο σύστημα σωληνών	775	89

	Μέτρια έως χαμηλά επίπεδα συντήρησης (απώλειες 30-40%)		(απώλειες 5-10%)		
Μέρος Υπέριας - Ορφανών	Μερικώς κατασκευασμένα συστήματα σωληνώσεων τα οποία συνδυάζονται με τις υφιστάμενες τάφρους αποστράγγισης για τη μεταφορά του νερού στους αγρούς (απώλειες 25-30%)	75.000	Βελτίωση της υπάρχουσας υποτυπώδους υποδομής. Προχωρώντας σε ένα υπόγειο σύστημα σωλήνων (απώλειες 5-10%)	470	35
Μέρος Σμόκοβου	Ελαττωματικό σύστημα ανοιχτών καναλιών, τροφοδοτούμενο από τις εξόδους του παρόντος συστήματος υπόγειων σωληνώσεων (απώλειες 40-50%)	20.000	Επέκταση του υφιστάμενου δικτύου υπόγειων σωλήνων (απώλειες 5-10%)	385	7-8
Μέρος συλλογικού δικτύου Τρικάλων	Δίκτυα επιφανειακών σωληνώσεων σε κακή κατάσταση, μερικώς κατασκευασμένα. Συνδυασμός με το υπάρχον δίκτυο αποστράγγισης (απώλειες 25-30%)	20.000	Επέκταση του υφιστάμενου δικτύου υπόγειων σωλήνων (απώλειες 5-10%)	280	5-6
Μέρος του Πηνειού-Πλατύκαμπου	Δίκτυο μη ευθυγραμμισμένων (90%) και ευθυγραμμισμένων καναλιών (10%) σε μέτρια έως κακή κατάσταση (απώλειες 40-50%)	50.000	Μετατροπή σε ένα υπόγειο σύστημα σωλήνων (απώλειες 5-10%)	750	40

Πίνακας 2: Σχεδιασμός παρεμβάσεων για δίκτυα άρδευσης στη Θεσσαλία (Makropoulos and Mimikou, 2012)

2.4 Άρδευση ακριβείας

Περιγραφή

Η γεωργία ακριβείας αποτελεί ένα σύστημα παραγωγής αγροτικών προϊόντων που στηρίζεται στη διαχείριση των εισροών σε ένα αγρό σύμφωνα με τις πραγματικές ανάγκες της καλλιέργειας, τόσο χωρικά όσο και χρονικά. Οι χρησιμοποιούμενες τεχνικές για την υλοποίηση της γεωργίας ακριβείας παρουσιάζουν μεγάλη ποικιλία. Ωστόσο, κοινό τους χαρακτηριστικό είναι η εξατομικευμένη και αυτοματοποιημένη άρδευση και λίπανση με εφαρμογή νέων εξελιγμένων τεχνολογιών. Αφενός σκοπός της γεωργίας ακριβείας είναι η διαίρεση του αγρού σε διάφορες υπο-μονάδες και η διαχείρισή τους ανεξάρτητα, αντί να διαχειριζόμαστε ολόκληρο τον αγρό σαν ένα σύνολο, με αποτέλεσμα τη βελτιστοποίηση της παραγωγής σε κάθε μονάδα ξεχωριστά (Maohua, 2001). Αφετέρου τα συστήματα της γεωργίας ακριβείας στηρίζονται στις δυνατότητες που παρέχουν οι νέες τεχνολογίες για την αναγνώριση της χωρικής-χρονικής παραλλακτικότητας των αναγκών της καλλιέργειας και την ανάπτυξη συστημάτων μεταβλητών παροχών των εισροών (Ευαγγέλου και Τσαντήλας, 2001). Τεχνολογίες που υπεισέρχονται σε αυτή τη διαδικασία είναι τα παγκόσμια συστήματα εντοπισμού θέσης (GPS), τα συστήματα γεωγραφικών πληροφοριών (GIS), διάφορα είδη αισθητήρων (πχ. για έλεγχο της εξατμισοδιαπνοής, της εδαφικής υγρασίας και της βροχής) και συστήματα ελέγχου των εφαρμοζόμενων εισροών (πχ. νερό, χημική λίπανση).

Το πιο πρόσφατο ερευνητικό έργο στη λεκάνη απορροής του ποταμού Πηνειού που εφάρμοσε πειράματα γεωργίας ακριβείας (i-adapt) εστίασε στην καλλιέργεια του βαμβακιού, αφού θεωρήθηκε επαρκώς προσοδοφόρο για να στηρίξει το κόστος της πρακτικής. Η έρευνα βασίστηκε και στα αποτελέσματα προηγούμενων ερευνητικών προγραμμάτων στην ίδια περιοχή (πχ. HydroSense). Τα κύρια στάδια αυτής της διαδικασίας περιλάμβαναν:

1. Ανίχνευση πεδίων με σχετικά μεγάλες διακυμάνσεις των ιδιοτήτων του εδάφους με χρήση δορυφορικών εικόνων υψηλής ανάλυσης.
2. Οριοθέτηση του κάθε πειραματικού πεδίου σε διαφορετικές ζώνες διαχείρισης αναλόγως κυρίως με την περιεκτικότητα σε οργανική ύλη του εδάφους, χρησιμοποιώντας είτε ειδικούς πολυφασματικούς αισθητήρες είτε δορυφορικές εικόνες
3. Εγκατάσταση διαφορετικών συστημάτων αισθητήρων για την παρακολούθηση των αναγκών του βαμβακιού σε νερό.
 - α) σύστημα αισθητήρων υπέρυθρης ακτινοβολίας για την καταγραφή της θερμοκρασίας του φυλλώματος της καλλιέργειας (Smart Crop)
 - β) συστήματα καταγραφής εδαφικής υγρασίας
 - γ) συσκευή καταγραφής της εξατμισοδιαπνοής

4. Εγκατάσταση στάγδην άρδευσης με μεταβλητό ρυθμό.
5. Ολοκληρωμένη παρακολούθηση των αναγκών σε νερό της καλλιέργειας βαμβακιού και εφαρμογή αρδευόμενου νερού σύμφωνα με τις αναγνώσεις των αισθητήρων
6. Δημιουργία χαρτών απόδοσης με την παρακολούθηση της απόδοσης για την αξιολόγηση του πειράματος.

Η εγκατάσταση και δοκιμή τεχνολογιών άρδευσης ακριβείας πραγματοποιήθηκε σε επιλεγμένες πιλοτικές περιοχές, που ήταν αντιπροσωπευτικές των διαφόρων τύπων εδάφους, των τοπογραφικών χαρακτηριστικών, της δυνητικής εξατμισοδιαπνοής και των συμφερόντων της αγροτικής κοινότητας στη λεκάνη του Πηνειού. Η μελέτη έδειξε ότι σε δύο αγροτικές ζώνες η κατανάλωση του νερού μειώθηκε κατά 5-35%, ανάλογα με τις τοπικές συνθήκες, ενώ οι αποδόσεις αυξήθηκαν μέχρι και 31%. Στην τρίτη αγροτική ζώνη, που καταλαμβάνεται από αργιλώδη εδάφη, οι μετρήσεις σε δύο διαφορετικά πεδία έδειξαν ότι η μείωση του νερού κατά 18% και 28% οδήγησε σε μείωση της απόδοσης κατά 10% και 18% αντίστοιχα. Ωστόσο, ακόμα και σε αυτή την περίπτωση, η παραγωγικότητα των καλλιεργειών σε νερό (kg/m^3) αυξήθηκε κατά 5% σε σχέση με την αρχική κατάσταση. Ένα άλλο ενδιαφέρον σημείο είναι ότι τα αζωτούχα λιπάσματα μειώθηκαν αρκετά (αν και τα λεπτομερή αποτελέσματα δεν είναι διαθέσιμα).

Συνολικά, τα αποτελέσματα των πειραμάτων στην περιοχή μελέτης έδειξαν ότι η εφαρμογή της άρδευσης ακριβείας οδηγεί σε μείωση της κατανάλωσης νερού και χημικών, αύξηση της οικονομικής αποτελεσματικότητας του συστήματος με την μείωση των εισροών, διατηρώντας ή και αυξάνοντας παράλληλα την παραγωγικότητα (Μακροπουλος and Μιμίκου, 2012). Επίσης, με την ορθολογική και αποτελεσματικότερη χρήση των χημικών εισροών επιτυγχάνεται η προστασία του εδάφους και των υπογείων υδάτων από τη ρύπανση.

Κοστολόγηση

Η εφαρμογή της γεωργίας ακριβείας στο πεδίο έχει σημαντικό κόστος, κυρίως λόγω του εξοπλισμού που απαιτείται να εγκατασταθεί και να λειτουργήσει. Ανάλογα με το βαθμό αυτοματοποίησης της διαδικασίας και το είδος του εξοπλισμού που θα επιλεγεί, το κόστος αυτό παρουσιάζει ένα εύρος διακύμανσης. Οι πιο οικονομικές λύσεις περιλαμβάνουν την χρήση αισθητήρων εδαφικής υγρασίας και ατμόμετρων, ενώ οι πιο ακριβές περιλαμβάνουν επίσης ψηφιακούς αισθητήρες υπέρυθρης ακτινοβολίας για τη μέτρηση της θερμοκρασίας των φυλλωμάτων, αισθητήρες εξατμισοδιαπνοής και καταγραφικά συστήματα. Βέβαια, στο συνολικό κόστος της πρακτικής θα πρέπει κανείς να συνυπολογίσει και το κόστος της μετατροπής των υφιστάμενων δικτύων άρδευσης σε από άλλα είδη σε στάγδην, καθώς μόνο αυτό επιτρέπει την απόλυτα ελεγχόμενη άρδευση των καλλιεργειών. Τα οφέλη που μπορεί να προκύψουν για το γεωργό περιλαμβάνουν την εξοικονόμηση νερού και λιπάσματος και, στις περισσότερες περιπτώσεις, την αύξηση της παραγωγικότητας των καλλιεργειών.

Ένα οικονομικό σενάριο γεωργίας ακριβείας που εξετάστηκε για τη λεκάνη απορροής του ποταμού Πηνειού (Panagoroulos et al., 2014) περιελάμβανε τις παρακάτω παρεμβάσεις:

- Εγκατάσταση 1 μόνιτορ αποδόσεων (7000 €) και 16 αισθητήρων εδαφικής υγρασίας (35 €/συσκευή) ανά 1000 στρέμματα.
- Εγκατάσταση 1 καταγραφικού δεδομένων (200 €/συσκευή) και 1 συσκευής μέτρησης της εξατμισοδιαπνοής (350 €/συσκευή) ανα 100 στρέμματα.

Το κόστος μιας τέτοιας επένδυσης ανέρχεται σε 18,2 €/στρ. Λαμβάνοντας υπόψη και τις αναγκαίες παρεμβάσεις για τη δημιουργία δικτύου στάγδην άρδευσης προκύπτει ένα επιπλέον ετήσιο κόστος 65 €/στρ. Άρα το τελικό κόστος της πρακτικής αυτής υπολογίζεται σε 83,2 €/στρ.

Υποθέτοντας ένα κόστος συντήρησης και λειτουργίας (OMC) ίσο με το 1% του κόστους κεφαλαίου (I) και δεχόμενοι ένα επιτόκιο προεξόφλησης (r) ίσο με 7%, για ωφέλιμο χρόνο ζωής των έργων (n) ίσο με 5 έτη, τότε το ετήσιο ισοδύναμο κόστος της επένδυσης (AEC) ανέρχεται σε 20 €/στρ, σύμφωνα με την εξίσωση:

$$AEC = \frac{r(1+r)^n}{(1+r)^n - 1} * I + OMC$$

Το κέρδος (ή κόστος) από την αυξημένη (ή μειωμένη) απόδοση βαμβακιού, εκτιμάται σε 0,540 €/kg και το κέρδος από την μειωμένη εφαρμογή N που εκτιμάται σε 1,3€/kg N (Makroroulos and Mimikou, 2012).

2.5 Επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων λυμάτων

Περιγραφή:

Στη λεκάνη απορροής του ποταμού Πηνειού υφίστανται 8 πλήρως λειτουργικές Εγκαταστάσεις Επεξεργασίας Λυμάτων (ΕΕΛ), οι οποίες περιβάλλονται από γεωργικές εκτάσεις δυνητικά αρδεύσιμες με κατάλληλα επεξεργασμένα λύματα. Για λόγους που σχετίζονται με την υγιεινή και την κοινωνική αποδοχή της επαναχρησιμοποίησης λυμάτων, αυτά θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν κατά προτεραιότητα σε μη βρώσιμες καλλιέργειες. Το βαμβάκι, που είναι η κύρια καλλιέργεια στην περιοχή, χρησιμοποιείται στην κλωστοϋφαντουργία για την παραγωγή νημάτων και την ύφανση ενδυμάτων και θεωρείται μια κατάλληλη καλλιέργεια για άρδευση με επεξεργασμένα λύματα (Makroroulos and Mimikou, 2012).

Η υφιστάμενη νομοθεσία για την επαναχρησιμοποίηση λυμάτων θεσπίζει τα όρια για την ποιότητα εκροής για τους διάφορους τύπους επαναχρησιμοποιημένων λυμάτων.

Για απεριόριστη επαναχρησιμοποίηση τα όρια είναι αυστηρά και επιβάλλουν τη βελτίωση της λειτουργίας των υφιστάμενων μονάδων επεξεργασίας λυμάτων με πρόσθετη ή αναβαθμισμένη κατεργασία. Για περιορισμένη επαναχρησιμοποίηση τα θεσπισμένα όρια πληρούνται στις περισσότερες περιπτώσεις για τις συμβατικές παραμέτρους, με τον έλεγχο των μικροβιολογικών παραμέτρων να είναι το μόνο θέμα ανησυχίας.

Η επαναχρησιμοποίηση λυμάτων εξοικονομεί ποσότητες νερού, που σε διαφορετική περίπτωση θα αντλούνταν από τα υδάτινα σώματα της περιοχής, ενώ ταυτόχρονα ανεβάζει το επίπεδο ποιότητας των απορροών στα ποτάμια και τα ρέματα της λεκάνης.

Κοστολόγηση:

Η δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης λυμάτων σε μια περιοχή είναι συνάρτηση πολλών παραγόντων, συμπεριλαμβανομένων της ποιότητας του διαθέσιμου νερού στην έξοδο της ΕΕΛ, της απαιτούμενης ποιότητας νερού στο σημείο της χρήσης, το κόστος των υποδομών για τη μεταφορά των επεξεργασμένων λυμάτων και τα οφέλη από τη χρήση του επεξεργασμένου νερού από τον παραλήπτη. Για τις τρεις μεγαλύτερες πόλεις στο εσωτερικό της λεκάνης (Λάρισα, Καρδίτσα και Τρίκαλα) και για τις οκτώ ΕΕΛ της περιοχής το συνολικό δυναμικό επαναχρησιμοποίησης λυμάτων έχει εκτιμηθεί σε 21,5 Mm³/έτος. Η εκτίμηση αυτή στηρίζεται στην υπόθεση ότι το πλεόνασμα των λυμάτων που προκύπτουν εντός της χειμερινής περιόδου αποθηκεύονται σε δεξαμενές κατάλληλης χωρητικότητας (Μακροπούλος and Μιμίκου, 2012). Εκτιμάται ότι οι δυνητικά αρδεύσιμες εκτάσεις με αυτές τις ποσότητες νερού ανέρχονται σε 61.000 στρ (Πίνακας 3).

Για τη λεκάνη απορροής του Πηνειού έχουν εξετασθεί τέσσερα διαφορετικά σχήματα επαναχρησιμοποίησης λυμάτων, στα πλαίσια του ερευνητικού προγράμματος i-adapt. Τα τέσσερα αυτά σχήματα περιλαμβάνουν την περιορισμένη/απεριόριστη επαναχρησιμοποίηση με κατασκευή ή όχι δεξαμενής αποθήκευσης εκρών λυμάτων. Η απεριόριστη επαναχρησιμοποίηση απαιτεί μια σημαντική πρόσθετη επεξεργασία των λυμάτων με υψηλό κόστος, ενώ η περιορισμένη επαναχρησιμοποίηση απαιτεί μόνο περιορισμένη πρόσθετη επεξεργασία των λυμάτων, σε σχέση με το υφιστάμενο καθεστώς επεξεργασίας.

Σε ένα σενάριο περιορισμένης επαναχρησιμοποίησης λυμάτων με κατασκευή δεξαμενής, επιπλέον θα απαιτηθούν η κατασκευή υποδομών στάγδην άρδευσης (δίκτυο και εξοπλισμός) για να περιοριστεί η βρεχόμενη έκταση στο πεδίο, καθώς και η περίφραξη και η σήμανση των αρδευόμενων εκτάσεων. Η κοστολόγηση αυτού του σεναρίου αποτυπώνεται στον Πίνακα 3. Το συνολικό μοναδιαίο κόστος κυμαίνεται από 0,12-0,30 €/m³. Το μεγαλύτερο τμήμα αυτού του κόστους προέρχεται από τις υποδομές παρά από την επεξεργασία των λυμάτων. Το κόστος της πρόσθετης απαιτούμενης επεξεργασίας λυμάτων κυμαίνεται μεταξύ 0,003-0,019 €/m³ ετησίως για τις ΕΕΛ στην

περιοχή μελέτης. Επιλέγοντας μια μέση τιμή μοναδιαίου κόστους ίση με 0,2 €/m³ για την κατασκευή υποδομών και 0,003 €/m³ για την επεξεργασία λυμάτων και θεωρώντας μια μέση τιμή άρδευσης στα 450 m³/στρ, προκύπτει ένα μοναδιαίο επιφανειακό κόστος ίσο με 90 €/στρ και 1,35 €/στρ αντίστοιχα. Συνεπώς, το συνολικό κόστος ανέρχεται σε 91,35 €/στρ. Να σημειωθεί ότι η τιμή αυτή είναι σε συμφωνία με την εκτίμηση του μοναδιαίου κόστους για τα συστήματα στάγδην άρδευσης (65 €/στρ), που χρησιμοποιήθηκε στον υπολογισμό του κόστους υλοποίησης της άρδευσης ακριβείας. Η διαφορά των 26 €/στρ αποδίδεται στο πρόσθετο κόστος κατασκευής υποδομών και στις εργασίες πεδίου.

Υποθέτοντας ένα κόστος συντήρησης και λειτουργίας (OMC) ίσο με το 1% του κόστους κεφαλαίου (I) και δεχόμενοι ένα επιτόκιο προεξόφλησης (r) ίσο με 7%, για ωφέλιμο χρόνο ζωής των έργων (n) ίσο με 20 έτη, τότε το ετήσιο ισοδύναμο κόστος της επένδυσης (AEC) ανέρχεται σε 10 €/στρ, σύμφωνα με την εξίσωση:

$$AEC = \frac{r(1+r)^n}{(1+r)^n - 1} * I + OMC$$

Το κέρδος από την αυξημένη απόδοση βαμβακιού, εκτιμάται σε 0,540 €/kg και το κέρδος.

	ΕΕΛ	Συνολική ροή (10 ³ m ³ /έτος)	Δυνητικά αρδευόμενη περιοχή βαμβακιού (στρ)	Κόστος βελτιώσεων ΕΕΛ (€/m ³)		Βελτιώσεις δικτύου και πρακτικής άρδευσης (€/m ³)	Δεξαμενή		Συνολικό κόστος (€/m ³)
							10 ³ m ³	Κόστος (€/m ³)	
1	Λάρισα	9800	24580	Βελτίωση στην τρέχουσα μέθοδο απολύμανσης	0,003	0,112	4000	0,008	0,195
2	Τρίκαλα	3730	9620		0,006	0,113	1900	0,113	0,232
3	Καρδίτσα	9420	21750		0,003	0,045	4980	0,075	0,123
4	Καλαμπάκα	830	2300	Προσαρμογή στον τρέχον οζονισμό	0,019	0,122	498	0,1625	0,304
5	Ελασσόνα	410	780	Βελτιωση	0,003	0,084	200	0,170	0,257

6	Φάρσαλα	220	590	στην τρέχουσα μέθοδο απολύμανσης	0,003	0,118	124	0,180	0,301
7	Τύρναβος	460	1170		0,003	0,112	207	0,170	0,285
8	Γιαννούλη	170	420		0,004	0,109	68	0,185	0,298

Πίνακας 3: Μοναδιαίο κόστος εφαρμογής περιορισμένης επαναχρησιμοποίησης με δεξαμενή (Makropoulos and Mimikou, 2012)

2.6 Μείωση χημικής λίπανσης

Περιγραφή

Η μείωση των διαθέσιμων ποσοτήτων θρεπτικών ουσιών στην επιφάνεια του εδάφους είναι μια κοινή πρακτική για να περιοριστούν οι απώλειες προς τα υδάτινα σώματα. Συνήθως, επιτυγχάνεται με τη μείωση των εφαρμοζόμενων λιπασμάτων και κοπριάς στις καλλιεργούμενες εκτάσεις. Εφαρμογές αυτής της πρακτικής έχουν δείξει ότι, αμέσως μετά τη συγκομιδή της καλλιέργειας, τα υπολείμματα NO_3^- στο έδαφος είναι μειωμένα (Johnson et al., 2002) και οι απώλειες κατά τη διάρκεια του φθινοπώρου περιορισμένες (Webster et al., 1993).

Ωστόσο, η ελάττωση της αζωτούχου λίπανσης δεν επηρεάζει καθόλου τους ρυθμούς ανοργανοποίησης του N από την οργανική ουσία. Επίσης, σχεδόν πάντα οδηγεί σε μείωση της παραγωγής των καλλιεργειών. Εξάιρεση αποτελούν οι καλλιέργειες ψυχανθών (πχ. μηδική, όσπρια). Ακόμη, όταν η μείωση αφορά στο ένα εκ των δυο στοιχείων (N, P), είναι πιθανό να διαταραχθεί έντονα η σχέση διαθεσιμότητας που τα συνδέει. Αυτό προκαλεί περιορισμό της ικανότητας της βλάστησης να απορροφήσει και τις ενώσεις του έτερου στοιχείου (δηλαδή εκείνου για το οποίο δεν υπήρξε καμία μεταβολή στην εφαρμογή). Για το στοιχείο αυτό οι απώλειές αναμένεται να είναι μεγαλύτερες συνεπώς. Για το λόγο αυτό, η εν λόγω πρακτική προτείνεται να εφαρμόζεται με μεγάλη έως ολοκληρωτική μείωση στην αζωτούχο λίπανση των ψυχανθών και μικρότερη αλλά σημαντική στη φωσφορική. Αντίθετα για τα σιτηρά προτείνεται μια πιο ήπια παρέμβαση με μείωση τόσο της αζωτούχου όσο και της φωσφορικής λίπανσης κατά 20-30% ανά έτος (Παναγόπουλος, 2010).

Πειραματισμοί με το ποσοστό μείωσης χημικών λιπασμάτων στην Αγγλία κατέδειξαν ότι μειώσεις τουλάχιστον 20% για N και 50% για P είναι απαραίτητες, ώστε να είναι διακριτές ικανοποιητικές μειώσεις στις απώλειες από το έδαφος στα ποτάμια. Η μείωση μόλις κατά 10% στο εφαρμοζόμενο N οδήγησε σε αναπόφευκτο περιορισμό των αποδόσεων χειμερινού σιταριού κατά 3% (Cuttle et al., 2007). Μια μείωση κατά 25% σε σχέση με το αρχικό φορτίο νιτρικών οδήγησε σε μείωση κατά 3,7% και 10,4% του εφαρμοζόμενου νερού στις περιοχές Tulare και Salinas αντιστοίχως, ενώ η μείωση κατά 50% των νιτρικών οδήγησε σε μείωση 29% και 32,8% του νερού για τις δύο

περιοχές (Medellin-Azuara et al., 2013). Ωστόσο, η μείωση κατά 50% από το τρέχον φορτίο νιτρικών σε ολόκληρη την περιοχή, μεταφράστηκε σε υψηλότερο κόστος παραγωγής και ορισμένες μειώσεις των καθαρών εσόδων από τη γεωργία.

Κοστολόγηση

Το κόστος εφαρμογής της μείωσης χημικής λίπανσης των καλλιεργειών υπολογίζεται χονδρικά ως ισοζύγιο μεταξύ του κέρδους από την εξοικονόμηση λιπασμάτων και των απωλειών από τις μειωμένες αποδόσεις. Το κόστος αγοράς χημικών λιπασμάτων 11-52-00 και 00-15-00 για τη μηδική εκτιμήθηκε σε 0,17 €/kg μετά από ανάλυση δεδομένων από την εργασία του ΕΘΙΑΓΕ (Τζουραμάνη κ.α., 2008). Για τον αραβόσιτο, οι τιμές αυτές ήταν ελαφρώς μεγαλύτερες, μιας κι οι τύποι των λιπασμάτων 20-10-00 και 33-00-00 βρέθηκαν να κοστίζουν 0,19 - 0,245 €/kg το 2007 (Ημερησία Online, 2010). Στα πλαίσια του προγράμματος i-adapt το κόστος της λίπανσης με N υπολογίστηκε σε 1,3 €/kg εφαρμοζόμενου N. Η μείωση της χημικής λίπανσης προκαλεί επιπλέον κόστος στους γεωργούς, λόγω της μείωσης της απόδοσης των καλλιεργειών. Το κόστος εξαιτίας των χαμένων αποδόσεων είναι 0,225 €/kg στον αραβόσιτο και 0,540 €/kg στο βαμβάκι και 0,210 €/kg στη μηδική.

3. Σύνοψη κοστολόγησης

Τα στοιχεία κόστους/οφέλους που χρησιμοποιήθηκαν εν τέλει ανά ΒΔΠ συνοψίζονται στον Πίνακα 4.

A/A	Εφαρμοζόμενη Βέλτιστη Διαχειριστική Πρακτική (ΒΔΠ)	Κόστος/Όφελος: Πρόσθετο Ετήσιο Κόστος (+) ή Όφελος (-)
1	Βασική (πλήρης) άρδευση	Κανένα επιπλέον κόστος ή όφελος (σενάριο αναφοράς)
2	Ελλειμματική άρδευση	Αραβόσιτος: +0,225 €/kg μειωμένης απόδοσης Βαμβάκι: +0,540 €/kg μειωμένης απόδοσης Μηδική: +0,210 €/kg μειωμένης απόδοσης
3	Βελτίωση της απόδοσης κατά τη μεταφορά και διανομή του νερού	Κόστος παρεμβάσεων: +40 €/στρ
4 (2 & 3)	Ελλειμματική άρδευση & Βελτίωση της απόδοσης κατά τη μεταφορά και διανομή του νερού	Αραβόσιτος: +0,225 €/kg μειωμένης απόδοσης Βαμβάκι: +0,540 €/kg μειωμένης απόδοσης Μηδική: +0,210 €/kg μειωμένης απόδοσης Κόστος παρεμβάσεων: +40 €/στρ
5	Άρδευση ακριβείας	Βαμβάκι: ±0,540 €/kg μειωμένης/αυξημένης απόδοσης Κόστος παρεμβάσεων: +20 €/στρ Χημική λίπανση (N): -1,3 €/kg μειωμένης ποσότητας

6 (5 & 3)	Άρδευση ακριβείας & Βελτίωση της απόδοσης κατά τη μεταφορά και διανομή του νερού	Βαμβάκι: $\pm 0,540$ €/kg μειωμένης/αυξημένης απόδοσης Κόστος παρεμβάσεων (άρδευση ακριβείας): +20 €/στρ Κόστος παρεμβάσεων (απόδοση μεταφοράς): +40 €/στρ Χημική λίπανση (N): -1,3 €/kg μειωμένης ποσότητας
7	Επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων λυμάτων	Βαμβάκι: -0,540 €/kg αυξημένης απόδοσης Κόστος παρεμβάσεων: +10 €/στρ
8	Μείωση χημικής λίπανσης	Αραβόσιτος: +0,225 €/kg μειωμένης απόδοσης Βαμβάκι: +0,540 €/kg μειωμένης απόδοσης Χημική λίπανση (N): -1,3 €/kg μειωμένης ποσότητας

Πίνακας 4: Συγκεντρωτικά στοιχεία με μοναδιαία κόστη ΒΔΠ

Βιβλιογραφία

Ξενόγλωσσες

Chambers, B.J., Garwood, T.W.D. and Unwin, R.J. (2000). Controlling soil water erosion and phosphorus losses from arable land in England. *Journal of Environmental Quality* 29(1),145-150.

Common Implementation Strategy Working Group 2.6 WATECO (2003): Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC), Guidance Document No 1: Economics and the Environment – The Implementation Challenge of the Water Framework Directive.

Cuttle, S., Macleod, C., Chadwick, D., Scholefield, D., Haygarth, P., Newell-Price, P., Harris, D., Shepherd, M., Chambers, B. and Humphrey, R. (2007). An Inventory of Methods to Control Diffuse Water Pollution from Agriculture (DWPA), USER MANUAL. Defra report, Project ES0203, 115 pp.

Dworak, T., M. Berglund, C. Laaser, P. Strosser, J. Roussard, B. Grandmougin, M. Kossida, I. Kyriazopoulou, J. Berbel, S. Kolberg, J.A. Rodríguez-Díaz, P. Montesinos, 2007. Final report, Part 1 - Report, *EU Water saving potential*, ENV.D.2/ETU/2007/0001r, 247 pp., Ecologic (in cooperation with ACTeOn, NTUA, Universidad de Córdoba), European Commission - Directorate-General Environment, Brussels

England, R. (1986). Reducing the nitrogen input on arable farms. *Journal of Agricultural Economics*, 37(1), 13-24.

European Environment Agency (2009), Water resources across Europe – confronting water scarcity and drought. EEA Report No 2/2009. Copenhagen.

Eyhorn F., Mader P., Ramakrishnan M. 2005. The impact of organic cotton farming on the livelihoods of smallholders, Research Report, Research Institute of Organic Agriculture, Switzerland.

FAO, 2002. Deficit Irrigation Practices, Water reports 22, Food and Agriculture Organization, Rome

FAO, 2012. Crop yield response to water, FAO Irrigation and drainage paper 66, Rome

Fereres, E. and Soriano, M.A. (2007). Deficit irrigation for reducing agricultural water use. *Journal of Experimental Botany*, 58 (2), 147-159

Ferrigno S. 2006. Organic cotton fiber report, Organic Exchange, Oakland, Spring.

Fotopoulos C. and Pantzios C. 1998. A comparative analysis of organic and conventional cotton production in Viotia – Greece. Proceedings of the world cotton research conference 2: New frontiers in cotton research, Athens, Greece, September 6 -12 1998, p. 1141-1147

Galanopoulos, K., Aggelopoulos, S., Kamenidou, I. and Mattas, K. (2006). Assessing the effects of managerial and production practices in the efficiency of commercial pig farming. *Agric. Syst. U.K.*, 88: 125-141

ICAC Recorder 2003. Limitations on Organic Cotton Production, March, 2003

ICAC 1994. Organic cotton growing, Washington D C May 27.

ICAC Recorder 1993. International Conference on Organic Cotton, December, 1993.

Johnson, P.A., Shepherd, M.A., Hatley, D.J. and Smith P.N. (2002). Nitrate leaching from a shallow limestone soil growing a five course combinable crop rotation: the effects of crop husbandry and nitrogen fertiliser rate on losses from the second complete rotation. *Soil Use and Management* 18, 68-76

Kampas, A., Petsakos, A., & Rozakis, S. (2012). Price induced irrigation water saving: Unraveling conflicts and synergies between European agricultural and water policies for a Greek Water District. *Agricultural Systems*, 113, 28-38

Karamanos, A., Aggelides, S., and Londra, P. (2004). 'Irrigation systems performance in Greece'. *Options Mediterraneennes*, Ser.B: 99-110

Klosky K., Tourte L., Swezy S. 1996. Production practices and economic performance for organic cotton in the Northern San Joaquin Valley. Proceedings of the Beltwide Cotton Conference, National Cotton Council of America, Memphis, January 8-12

Lampkin, 1990. Organic farming, Farming Press, U.K

Liniger. H., R. M. Studer, C. Hauert, M. Gurtner, (2011). Sustainable Land Management in Practice: Guidelines and Best Practices for Sub-Saharan Africa, FAO

Mahleras, A., Kontogianni, A. and Skourtos, M. (2007). Pinios River Basin – Greece (Deliverable D34), Aqua Money, Project report, pp. 27. (http://www.ivm.vu.nl/en/images/d34%20status%20report%20case%20study%20pinios%20greece_tcm53-188717.pdf)

Makropoulos, C., and M. Mimikou, 2012. A Monograph, Innovative approaches to halt desertification in Pinios: Piloting emerging technologies, i-adapt project, 2011 Desertification projects, pp. 168, European Commission - Directorate- General Environment, Brussels

Maohua, W. (2001). Possible adoption of precision agriculture for development countries at the threshold of the new millennium. *Comp. and Elect. In Agric.* 30: 45-50

Mygdakos E., Patsialis K. Voliotou F. 1998. Comparison between conventional and organic cotton growing in Greece: Economics of four year studies. Proceedings of the world cotton research conference -2: New frontiers in cotton research, Athens, Greece, September 6 -12 1998

OECD (2009) *Managing Water for All – an OECD perspective on pricing and financing*

OECD (2010) *Sustainable management of water resources in agriculture*

Josué Medellín-Azuara, Todd S. Rosenstock, Richard E. Howitt, Thomas Harter, Katrina K. Jessoe, Kristin Dzurella, Stuart Pettygrove, and Jay R. Lund (2013). "Agroeconomic Analysis of Nitrate Crop Source Reductions." *J. Water Resour. Plann. Manage.*, 139(5), 501–511

Panagopoulos, Y., Makropoulos, C., Gkiokas, A., Kossida, M., Evangelou, E., Lourmas, G., Michas, S., Tsadilas, C., Papageorgiou, S., Perleros, V., Drakopoulou, S. and Mimikou, M., (2014). Assessing the cost-effectiveness of irrigation water management practices in water stressed agricultural catchments: the case of Pinios, *Agricultural Water Management* 139 31-42.

Phocaidis, A. (2000), *Technical Handbook on Pressurized Irrigation Techniques*. FAO, Rome

Sagoo, E., J.P. Newell Price, J.R. Williams, R.A. Hodgkinson, B.J Chambers (2011). "Managing cattle slurry application timings to mitigate diffuse water pollution". *Cost Action 869 – Mitigation Options for Nutrient Reduction in Surface and Ground Waters*

Schoumans, O.F., W.J. Chardon, M.E. Bechmann, C. Gascuel-Oudou, G. Hofman, B. Kronvang, G.H. Rubæk, B. Ulén, J.-M. Dorioz (2014), Mitigation options to reduce phosphorus losses from the agricultural sector and improve surface water quality: A review. *Science of The Total Environment* 468-469, 1255-1266

Sharpley, A.N., McDowell, R.W. and Kleinman, P.J.A. (2001). Phosphorus loss from land and water: Integrating agricultural and environmental management. *Plant and Soil* 237(2), 287-307

Strosser, P., J. Roussard, B. Grandmougin, M. Kossida, I. Kyriazopoulou, J. Berbel, S. Kolberg, J.A. Rodríguez-Díaz, P. Montesinos, J. Joyce, T. Dworak, M. Berglund, C. Laaser, 2007. Final report, Part 2 - Case Studies, *EU Water saving potential*, ENV.D.2/ETU/2007/0001r, 98 pp., Ecologic (in cooperation with ACTeOn, NTUA, Universidad de Córdoba), European Commission - Directorate-General Environment, Brussels

Ulén, B., G. Alex, J. Kreuger, A. S., A. Etana, 2012. Particulate-facilitated leaching of glyphosate and phosphorus from a marine clay soil via tile drains. *Acta Agric Scand B*, 62

Vasilaki, A., Kampas, A., Stefanoulou, A., & Petsakos, A. (2012). Full cost assessment of water uses for the Pinios Regional Organization of Land Reclamation. Athens: Agricultural University of Athens

Webster, C.P., Shepherd, M.A., Goulding, K.W.T. and Lord, E.I. (1993). Comparisons of methods for measuring the leaching of mineral nitrogen from arable land. *Journal of Soil Science* 44(1), 49-62.

Ελληνικές

Γαλανοπούλου Σ., Γεωργούδης Α. , Καλμπουρτζή Κ., Κρυστάλλης Α., Λίγδα Χ., Μηλιάδου Ε., Παπαναγιώτου Ε., Φωτόπουλος Χ. 2001. Βιολογική Γεωργία: Στόχοι – Προοπτικές, Πρακτικά ημερίδας Δικτύου Βιολογικής Γεωργίας, Θεσσαλονίκη, 2 Φεβρουαρίου 2001, σελ.19-34

Γκούμας Κ., 2006. Οι Αρδεύσεις στη Θεσσαλική Πεδιάδα: Επιπτώσεις στα Υπόγεια και Επιφανειακά νερά, ΕΥΕ, Πρακτικά Ημερίδας με θέμα: "Υδατικοί Πόροι και Γεωργία", Θεσσαλονίκη, σελ. 39 – 53

Γκούμας, Κ., 2011. Οι αρδεύσεις στη θεσσαλική πεδιάδα: Επιπτώσεις στα υπόγεια και επιφανειακά νερά, *Λειψυδρία στη Θεσσαλία: Πιέσεις, Επιπτώσεις και Μέτρα για τη διαχείριση των υδατικών πόρων*, i-adapt project: 1η Ημερίδα – 3 Ιουνίου 2011, ΕΘΙΑΓΕ/ΙΧΤΕΛ, Λάρισα

Ελληνικό Υπουργείο Ανάπτυξης (2007): Ανάπτυξη Συστημάτων και Εργαλείων για τη Διαχείριση Υδατικών Πόρων – Τμήμα Ύδατος της Θεσσαλίας, Γενική Γραμματεία Ανάπτυξης, Τμήμα Υδατικών Πόρων, Αθήνα, Ελλάδα, 2004-2007

Ευαγγέλου Ε και Χ. Τσαντήλας (2011), Γεωργία ακριβείας το μελλοντικό σύστημα παραγωγής αγροτικών προϊόντων, ΕΘΙΑΓΕ

Κοινοπραξία Διαχείρισης Υδατικών Πόρων Κεντρικής & Δυτικής Ελλάδος, 2005. Ανάλυση Υποδομής και Χρήσεων - Δεδομένα αξιοποίησης υδατικών πόρων - Ανάλυση Προγραμμάτων Ανάπτυξης, Ανάπτυξη Συστημάτων και Εργαλείων Διαχείρισης Υδατικών Πόρων Υδατικών Διαμερισμάτων Δυτικής Στερεάς Ελλάδας, Ανατολικής Στερεάς Ελλάδας, Ηπείρου, Θεσσαλίας και Αττικής: Υδατικό Διαμέρισμα Θεσσαλίας (08), Φάση Β, Τεύχος 08-B-master, ΥΠΑΝ, Αθήνα

Μυγδάκος Ε και Πατσιαλής Κ. 2001. Συμβατική και οικολογική καλλιέργεια βαμβακιού: Οικονομικά αποτελέσματα, Πρακτικά ημερίδας Δικτύου Βιολογικής Γεωργίας, Θεσσαλονίκη, 2 Φεβρουαρίου 2001, σελ.155-172..

ΟΠΕΚΕΠΕ (2012). Εγκύκλιος-Εγχειρίδιο διαδικασιών ολοκληρωμένου συστήματος 2012 σχετικά με την εφαρμογή του καθεστώτος της ενιαίας ενίσχυσης και λοιπών καθεστώτων & μέτρων στήριξης στα πλαίσια των καν. (ΕΚ) 73/2009 & 1405/06, Εγκύκλιος 49680/2012, σελ. 124, Διεύθυνση Άμεσων Ενισχύσεων & Αγοράς, Αθήνα

Παζαρακιώτης Κ., (2011). ΒΙΟ σε αριθμούς 2011. ENGENE ΑΕ. (http://www.mednutrition.gr/sites/default/files/media/PDF/viologiki_georgia.pdf)

Παναγόπουλος, Γ., (2010). Λήψη αποφάσεων για τον σχεδιασμό βιώσιμων μέτρων για την προστασία της χημικής κατάστασης του υδάτινου περιβάλλοντος από μη σημειακές πηγές ρύπανσης. Διδακτορική διατριβή. Τομέας Υδατικών Πόρων και Περιβάλλοντος, Σχολή Πολιτικών Μηχανικών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο

Πατσιαλή Σ., Ε. Μυγδάκος, Χ. Αυγουλάς και Γ. Μυγδάκος (2006), Συμβατική και Βιολογική καλλιέργεια βαμβακιού: τεχνικοοικονομικά αποτελέσματα διετούς πειραματικής έρευνας, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Σακελλαρίου-Μαρκαντωνάκη Μ. (1997), Συνολικές ανάγκες σε νερό των καλλιεργειών του Θεσσαλικού κάμπου, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Γεωπονίας

Σαμαράς, Β. (2011). Υδατικές απαιτήσεις των καλλιεργειών βάμβακος, καλαμποκιού, βιομηχανικής ντομάτας και τεύτλων στο θεσσαλικό χώρο, Hydrosense project. (<http://www.hydrosense.org/>)

Σκούρτος, Μ.Σ., Α. Μαχλέρας, Α. Κοντογιάννη, (2011). Η οικονομική αποτίμηση των επιπτώσεων της κλιματικής μεταβολής στη γεωργία και τα γεωργικά εδάφη, σελ.71, Επιτροπή Μελέτης Επιπτώσεων Κλιματικής Αλλαγής, Τράπεζα της Ελλάδος, Αθήνα

Τζουραμάνη, Ε., Σιντόρη, Α., Λιοντάκης, Α., Νεβρούζογλου, Π., Παπαευθυμίου, Μ., Καρανικόλας, Π. και Αλεξόπουλος, Γ. (2008). Βιολογική Μηδική. Ινστιτούτο Γεωργοοικονομικών και Κοινωνιολογικών Ερευνών. Εθνικό Ίδρυμα Αγροτικής Έρευνας

Ηλεκτρονικές πηγές δεδομένων:

EUROSTAT (ec.europa.eu/eurostat)

FAOSTAT (faostat.fao.org)

HydroSense (www.hydrosense.org)

Βιολογικό καλαμπόκι (http://agrotica.blogspot.gr/2011/04/blog-post_7844.html)

Δράση «Βιολογική Γεωργία», Μέτρο «Γεωπεριβαλλοντικές Ενισχύσεις»
(<http://www.epidotisimag.gr/wp-content/uploads/2012/02/biologiki-georgia.pdf>)

Ημερησία online (2010). Εκρηκτική αύξηση στις τιμές των λιπασμάτων
(<http://www.imerisia.gr/article.asp?catid=12336&subid=2&pubid=753203&tag=2656>)

Γλωσσάρι

βασική (πλήρης) άρδευση: baseline irrigation

ελλειμματική άρδευση: deficit irrigation

γεωργία ακριβείας: precision agriculture

βελτίωση της απόδοσης κατά τη μεταφορά νερού: conveyance efficiency improvement

επιφανειακή άρδευση: surface irrigation

άρδευση με καταιονισμό: sprinkler irrigation

στάγδην άρδευση: drip irrigation

επαναχρησιμοποίηση λυμάτων: wastewater reuse

πολιτικές τιμολόγησης νερού: water pricing policies

μείωση χημικής λίπανσης καλλιεργειών: fertilizer reduction

αλλαγή στο χρόνο χημικής λίπανσης των καλλιεργειών: change in the timing of chemical fertilization

κατάργηση φθινοπωρινής άροσης εδάφους: no autumn soil tillage

βιολογική γεωργία: organic agriculture