

# ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΑΡΔΕΥΤΙΚΗΣ ΠΡΑΚΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΟΥ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΑΡΔΕΥΣΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΑΡΤΑΣ

**Ι.Λ. Τσιρογιάννης\* και Σ. Τριάντος**

Τμ. Ανθοκομίας – Αρχιτεκτονικής Τοπίου, Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας,  
ΤΕΙ Ηπείρου, Τ.Θ. 110, 47100 Άρτα

\*E-mail: itsirog@teiep.gr

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην εργασία παρουσιάζονται στοιχεία που προέκυψαν από καταγραφή της αρδευτικής πρακτικής καλλιεργειών στο νομό της Άρτας. Τα δεδομένα έδειξαν ότι τα περισσότερα συστήματα άρδευσης έχουν προβλήματα σχεδιασμού και εγκατάστασης που οδηγούν σε χαμηλή αποτελεσματικότητα ενώ ο προγραμματισμός των αρδεύσεων γίνεται εμπειρικά. Με τη δεδομένη υποδομή, αυτό που θα μπορούσε να οδηγήσει άμεσα σε αύξηση της αποτελεσματικότητας των αρδεύσεων είναι η ορθότερη διαχείριση των συστημάτων. Σε αυτό το πλαίσιο αναπτύχθηκε ένα διαδικτυακό εργαλείο που παρέχει στοιχεία για την εξαμυσοδιαπνοή της προηγούμενης ημέρας καθώς και δυνατότητα εκτίμησης σχετικά με το χρόνο και τη δόση της επόμενης άρδευσης. Το εργαλείο λειτουργεί από το Μάιο του 2008 και υπάρχουν θετικές αναφορές σχετικά με τη χρήση του.

*Λέξεις κλειδιά:* αρδευτική πρακτική, υδατικό ισοζύγιο, προγραμματισμός αρδεύσεων.

## EVALUATION OF IRRIGATION PRACTICE AND DEVELOPMENT OF A WEB TOOL FOR IRRIGATION MANAGEMENT IN THE AREA OF ARTA / GREECE

**I. L. Tsirogiannis\* and S. Triantos**

Dept. of Floriculture and Landscape Architecture, Technological Educational  
Institution of Epirus, P.O. Box 110, 47100 Arta, Greece

\*E-mail: itsirog@teiep.gr

## ABSTRACT

In this study information is presented regarding the design, installation and management of irrigation systems for the main cultivations of the prefecture of Arta (citrus, olives and kiwi). Data revealed the typical problems of irrigation practice in Greece: illegal drillings, empirical system design and sub or over irrigation. With the given infrastructure, irrigation systems efficiency could promptly increased, if more reasonable water management was applied. Based on this assumption a relevant web tool was developed. From this web site, information regarding daily evapotranspiration –based on actual meteorological data- is provided along with an estimator –based on water balance calculations- for the time and duration of the next irrigation event. The feedback from the users is very positive.

*Key words:* irrigation practice, water balance, irrigation scheduling.

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στην Ελλάδα εκτιμάται ότι το 80% των υδατικών πόρων χρησιμοποιείται για άρδευση και για το λόγο αυτό ο βέλτιστος προγραμματισμός των αρδεύσεων αποτελεί ένα ολοένα και αυξανόμενης σημασίας καλλιεργητικό στόχο (Τσοτσόλης, 2008). Επαρκής εφοδιασμός των καλλιεργειών με νερό οδηγεί σε αποτελεσματικότερη χρήση του, βοηθά τα φυτά να αποφύγουν ή να ξεπεράσουν καταστάσεις καταπόνησης και αυξάνει την παραγωγή (Allen κ.α., 1998). Η μεγάλη πλειοψηφία των προσεγγίσεων που χρησιμοποιούνται για την κατάρτιση προγραμμάτων άρδευσης βασίζεται στην εκτίμηση της εξατμισοδιαπνοής με βάση ισοζύγια ενέργειας και μάζας (Allen κ.α., 1998; Donatelli κ.α., 2006) και καταλήγει σε προτάσεις σχετικά με τη συχνότητα και τη διάρκεια των αρδευτικών γεγονότων. Σε αυτό το πλαίσιο και ιδιαίτερα στην εποχή μας όπου εμφανίζονται έντονα φαινόμενα λειψυδρίας και ζητούνται πρωτοβουλίες για την αποτελεσματικότερη χρήση του νερού (Οδηγία 2000/60/ΕΚ) θεωρήθηκε σκόπιμη η καταγραφή της αρδευτικής πρακτικής στο νομό της Άρτας ώστε να εκτιμηθεί η κατάσταση όσο αφορά το σχεδιασμό, την εγκατάσταση και την διαχείριση των συστημάτων άρδευσης. Τελικός σκοπός της έρευνας αυτής ήταν σε περίπτωση που εντοπιστούν προβλήματα να προταθούν και υλοποιηθούν οικονομικές και πρακτικά εφαρμόσιμες ενέργειες που θα είχαν την προοπτική άμεσης βελτίωσης της κατάστασης.

Στο πλαίσιο αυτό η ανάπτυξη ενός διαδικτυακού εργαλείου το οποίο θα υπολογίζει την εξατμισοδιαπνοή χρησιμοποιώντας πραγματικά δεδομένα που θα συλλέγονται αυτόματα και θα παράγει σχετικές πληροφορίες αλλά και συμβουλές όσο αφορά τον προγραμματισμό των αρδεύσεων είναι μεγάλης σημασίας. Το εργαλείο πρέπει να ρυθμίζεται για τις τοπικές συνθήκες και αυτό προϋποθέτει την γνώση των ειδικών χαρακτηριστικών των καλλιεργειών και της τοπικής καλλιεργητικής και αρδευτικής πρακτικής (Παπαζαφειρίου, 1984; Maton κ.α., 2005). Στατικό ή δυναμικό λογισμικό έχει ήδη αναπτυχθεί με σκοπό την υποστήριξη των γεωπόνων στον υπολογισμό εξατμισοδιαπνοής και αναγκών των φυτών σε νερό στο πλαίσιο σχεδιασμού και διαχείρισης αρδευτικών συστημάτων. Καλά παραδείγματα αποτελούν τα CropWat (FAO, 2008), CIMIS (DWR, 2008) και WeatherTRAK (Aquacraft Inc., 2001). Στην Ελλάδα σχετικές προσπάθειες έχουν ως αποτέλεσμα έως τώρα την παραγωγή στατικού κυρίως λογισμικού (Χαρτζουλιάκης κ.α., 2007; Σαμαράς, 2008). Τελευταία στην Περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας, δεδομένα εξατμισοδιαπνοής που βασίζονται σε μετρήσεις μετεωρολογικών σταθμών διατίθενται στο κοινό (Αραμπατζής και Μαλιτσίδου, 2009).

Η αξιολόγηση των εργαλείων αυτών έχει να επιδείξει εντυπωσιακά αποτελέσματα μια και αναφέρεται μείωση της κατανάλωσης νερού σε επίπεδα του 20% για ελαιοκαλλιέργεια στην Κρήτη (Χαρτζουλιάκης κ.α., 2007), του 15-45% για αγροτικές καλλιέργειες στην Μακεδονία (Αραμπατζής και Μαλιτσίδου, 2009) και του 44% για άρδευση χώρων πράσινου στην Καλιφόρνια (CIMIS, 2008).

## 2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Η εργασία αφορά την περιοχή της Άρτας (Βόρειο-Δυτική Ελλάδα). Το ενδιαφέρον εστιάστηκε σε τρεις από τις κύριες καλλιέργειες της περιοχής, την πορτοκαλιά, την ελιά και το ακτινίδιο που αντιπροσωπεύουν το 24%, 25% και 12% της συνολικής γεωργικής γης της Άρτας αντίστοιχα (Ν.Α. Άρτας, 2008).

### 2.1. ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΑΡΔΕΥΤΙΚΗΣ ΠΡΑΚΤΙΚΗΣ

Οι μετρήσεις αφορούν την αρδευτική περίοδο 2008 (Μάιος – Σεπτέμβριος). Για την καταγραφή της αρδευτικής πρακτικής ακολουθήθηκαν δύο παράλληλες διαδικασίες:

- συμπλήρωση ενός ειδικά προετοιμασμένου ερωτηματολογίου καταγραφής

αρδευτικής πρακτικής μέσω συνεντεύξεων και

- εγκατάσταση υδρομέτρων και μικρών καταγραφικών μετεωρολογικών παραμέτρων σε επιλεγμένες εκμεταλλεύσεις (μία για κάθε καλλιέργεια) με σκοπό τη σύγκριση της εφαρμοζόμενης με την θεωρητικά εκτιμώμενη ποσότητα νερού

Το ερωτηματολόγιο περιελάμβανε ερωτήσεις που αφορούσαν τις ακόλουθες πληροφορίες: θέση αγροτεμαχίου και καλλιέργεια, πηγή νερού, περιγραφή αρδευτικού δικτύου (σχεδιασμός, εγκατάσταση, συντήρηση), διαχείριση άρδευσης και γενικές παρατηρήσεις. Έγιναν συνεντεύξεις σε 300 παραγωγούς.

Για τη μέτρηση της εφαρμοζόμενης ποσότητας νερού χρησιμοποιήθηκαν απλά υδρόμετρα ριπής 1'' (SISMAR, Italy) που τοποθετήθηκαν σε 4 χαρακτηριστικούς αγωγούς εφαρμογής των συστημάτων άρδευσης. Παράλληλα τοποθετήθηκαν και καταγραφικά θερμοκρασίας (°C) και σχετικής υγρασίας (%) αέρα (model H08-032-08, HOBO instruments, USA) με σκοπό την εκτίμηση της εξατμισοδιαπνοής μέσω της μεθόδου FAO / Hargreaves [Εξ. 1] (Allen κ.α., 1998; Κουτσογιάννης, 2000). Οι παραγωγοί συμπλήρωναν ειδικό φύλλο καταγραφής αρδευτικών γεγονότων ενώ ανά τακτά χρονικά διαστήματα γίνονταν επισκέψεις με σκοπό την καταγραφή των ενδείξεων των υδρομέτρων.

## 2.2. ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΗΣ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Για την μέτρηση κλιματικών παραμέτρων και την εκτίμηση της εξατμισοδιαπνοής στην περιοχή της Άρτας, χρησιμοποιήθηκαν δύο μετεωρολογικοί σταθμοί (model Vantage Pro2 Wireless, Fan-aspirated, DAVIS instruments, USA), ένας στη Βλαχέρνα (39° 10' 21.74''B, 21° 05' 01.87''A) και ένας στο Κομπότι (39° 10' 21.74''B, 20° 59' 57,92''A). Οι σταθμοί είχαν αισθητήρια για μέτρηση θερμοκρασίας και υγρασίας αέρα, ηλιακής ακτινοβολίας (πυρανόμετρο), ύψους βροχής, ταχύτητας και διεύθυνσης ανέμου). Με βάση αυτά γίνεται σε ημερήσια βάση υπολογισμός της εξατμισοδιαπνοής αναφοράς και στην συνέχεια των επιλεγμένων καλλιεργειών με βάση τη μέθοδο FAO / Penman-Monteith [Εξ. 2] (Allen κ.α., 1998) με χρήση κατάλληλων φυτικών συντελεστών (Δημουλάς, 1988; Ποντίκης, 2003; Μπαλατσούρας, 1992; Michelakis κ.α., 1996; Holzapfel κ.α., 2000; Palomo κ.α., 2002; Grattan κ.α., 2006; Orgaz κ.α., 2006; Moriana κ.α., 2007).

$$ET_c = K_c \times ET_o = K_c \times 0,0023(T_{mean} + 17,8)(T_{max} - T_{min})^{0,5} R_a \quad (1)$$

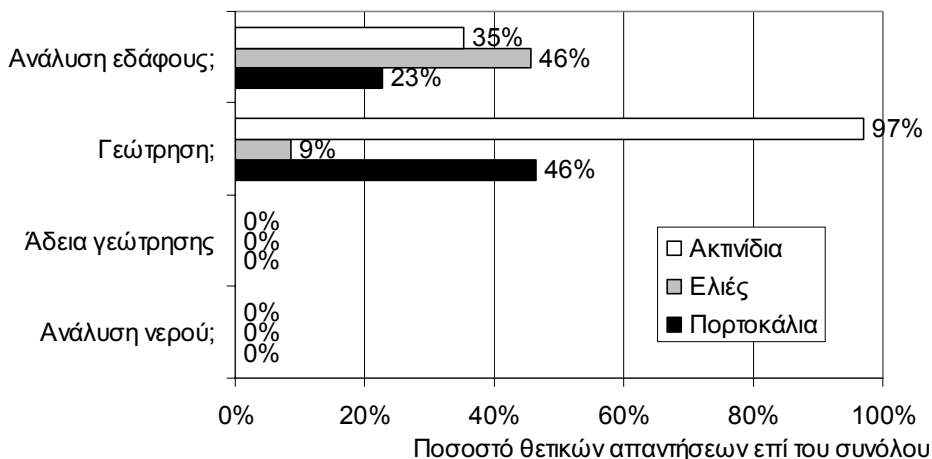
$$ET_c = K_c \times ET_o = K_c \times \frac{0,408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T_{mean} + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0,34u_2)} \quad (2)$$

όπου:  $ET_c$ : δυνητική εξατμισοδιαπνοή καλλιέργειας ( $\text{mm day}^{-1}$ ),  $K_c$ : φυτικός συντελεστής,  $ET_o$ : εξατμισοδιαπνοή αναφοράς ( $\text{mm day}^{-1}$ ),  $T_{mean}$ ,  $T_{max}$ ,  $T_{min}$ : μέση, μέγιστη και ελάχιστη θερμοκρασία αέρα αντίστοιχα (°C),  $R_a$ : ακτινοβολία στο εξωτερικό της ατμόσφαιρας ( $\text{mm day}^{-1}$ ),  $R_n$ : καθαρή ακτινοβολία ( $\text{MJ m}^{-2} \text{day}^{-1}$ ),  $G$ : ροή θερμότητας στο έδαφος ( $\text{MJ m}^{-2} \text{day}^{-1}$ ),  $u_2$ : ταχύτητα ανέμου ( $\text{m s}^{-1}$ ),  $e_s - e_a$ : έλλειμμα πίεσης κορεσμού (kPa),  $\Delta$ : κλίση της καμπύλης κορεσμού πίεσης υδρατμών ( $\text{kPa } ^\circ\text{C}^{-1}$ ),  $\gamma$ : ψυχομετρική σταθερά ( $\text{kPa } ^\circ\text{C}^{-1}$ ).

Στο πλαίσιο λειτουργίας του εργαλείου διαχείρισης θεωρήθηκε σκόπιμο να ενταχθεί και πρόγνωση των αναγκών των καλλιεργειών σε νερό η οποία βασίζεται σε μετεωρολογικές παραμέτρους που προκύπτουν από εφαρμογή του προγνωστικού μοντέλου BO.L.A.M. (Lagouvardos κ.α., 2003) και παρέχονται αυτόματα σε ηλεκτρονική μορφή από το Αστεροσκοπείο Αθηνών.

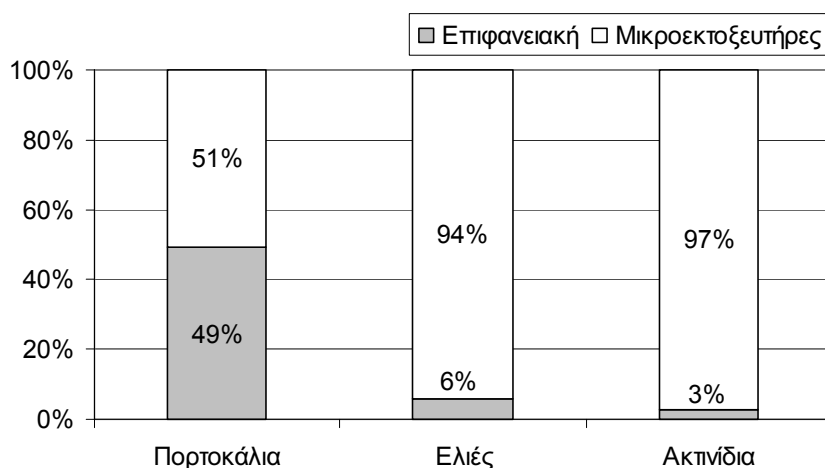
### 3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ

Όπως ήδη αναφέρθηκε η καταγραφή της αρδευτικής πρακτικής αφορούσε τρεις από τις κυριότερες καλλιέργειες του νομού Άρτας. Η καλλιέργεια πορτοκαλιών αφορούσε το 59% του δείγματος, ενώ τα αντίστοιχα ποσοστά για ελιά και ακτινίδιο ήταν 21% και 20%. Η πυκνότητα φύτευσης ήταν 51, 30 και 57 φυτά/1000m<sup>2</sup> ενώ η μέση ηλικία των φυτών ήταν 26, 17 και 8,2 έτη για τα πορτοκάλια, τις ελιές και τα ακτινίδια αντίστοιχα.



Εικόνα 1. Στοιχεία σχετικά με τις υδροληψίες και το έδαφος.

Όσο αφορά την πηγή του νερού (Εικόνα 1) η καταγραφή έδειξε ότι ενώ οι γεωτρήσεις αποτελούν την υδροληψία σε μεγάλο ποσοστό των συστημάτων, για καμία από τις γεωτρήσεις του δείγματος που καταγράφηκε δεν είχε ολοκληρωθεί διαδικασία αδειοδότησης. Ένα ακόμη βασικό στοιχείο είναι ότι ανάλυση του νερού που χρησιμοποιείται για την άρδευση καθώς και του εδάφους (βασικά δεδομένα τόσο για το σχεδιασμό του συστήματος όσο και τη διαχείριση της άρδευσης) γίνεται σε πρακτικά μηδενικά και μικρά ποσοστά αντίστοιχα (Εικόνα 1). Ένα εντυπωσιακό στοιχείο που προέκυψε από τις συνεντεύξεις είναι ότι πολλοί αγρότες αντλούν νερό για άρδευση από τις τάφρους αποστράγγισης του κάμπου της Άρτας.



Εικόνα 2. Τύποι συστημάτων άρδευσης.

Όσο αφορά τα συστήματα, η καταγραφή έδειξε ότι χρησιμοποιούνται κυρίως συστήματα με μικροεκτοξευτήρες (Εικόνα 2). Στα εσπεριδοειδή αλλά και στα ακτινίδια το σύστημα των μικροεκτοξευτήρων χρησιμοποιείται και για αντιπαγετική προστασία.

Είναι χαρακτηριστικό ότι κανείς δεν χρησιμοποιούσε στάγδην άρδευση.

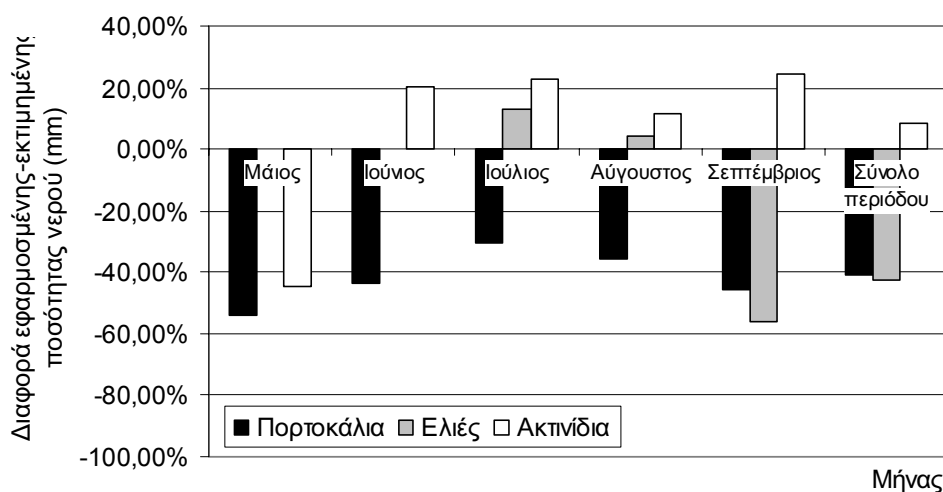
Τα συστήματα σχεδιάζονται και εγκαθίστανται σχεδόν αποκλειστικά από τους ίδιους τους παραγωγούς ή εμπειροτέχνες με αποτέλεσμα να παρουσιάζονται προβλήματα λειτουργίας και χαμηλή αποτελεσματικότητα. Η διαχείριση των συστημάτων γίνεται σχεδόν αποκλειστικά με εμπειρικό τρόπο χωρίς συμβουλές ειδικών. Δεν υπάρχουν εγκατεστημένα υδρόμετρα, πιεσόμετρα ή άλλα συστήματα παρακολούθησης του συστήματος ούτε χρησιμοποιούνται συσκευές ελέγχου της εδαφικής υγρασίας. Στο 100% των συστημάτων για ακτινίδια και στο 50% των συστημάτων για πορτοκαλιές υπάρχουν αυτοματισμοί κυρίως λόγω της παράλληλης χρήσης τους και για αντιπαγετική προστασία.

Ο Πίνακας 1 παρουσιάζει τυπικά χαρακτηριστικά (συχνότητα και δόση) προγραμμάτων άρδευσης των τριών καλλιεργειών για τον Ιούλιο.

Πίνακας 1. Τυπικά χαρακτηριστικά προγραμμάτων άρδευσης συστημάτων με μικροεκτοξευτήρες για τον μήνα Ιούλιο.

Καλλιέργεια	Συχνότητα (αρδεύσεις/μήνα)	Διάρκεια (h)
Πορτοκάλια	4	7,5
Ελιές	4	15
Ακτινίδια	11	4

Όσο αφορά την καταγραφή εφαρμοζόμενης ποσότητας νερού, αυτή δείχνει αποκλίσεις από τις θεωρητικά εκτιμώμενες ανάγκες [Εξ. 1]. Οι μετρήσεις -αφορούν ενδεικτικό και όχι αντιπροσωπευτικό δείγμα- δείχνουν συστηματικές αποκλίσεις σε μηνιαία βάση και για τις τρεις καλλιέργειες, ενώ στο σύνολο φαίνεται να χορηγείται μικρότερη από την απαιτούμενη ποσότητα νερού σε πορτοκάλια και ελιές ενώ το αντίθετο συμβαίνει στα ακτινίδια (Εικόνα 3). Πιο συγκεκριμένα φαίνεται να χορηγείται μικρότερη από την απαιτούμενη ποσότητα νερού σε πορτοκάλια και ελιές (-30%) ενώ το αντίθετο συμβαίνει στα ακτινίδια (+15%).



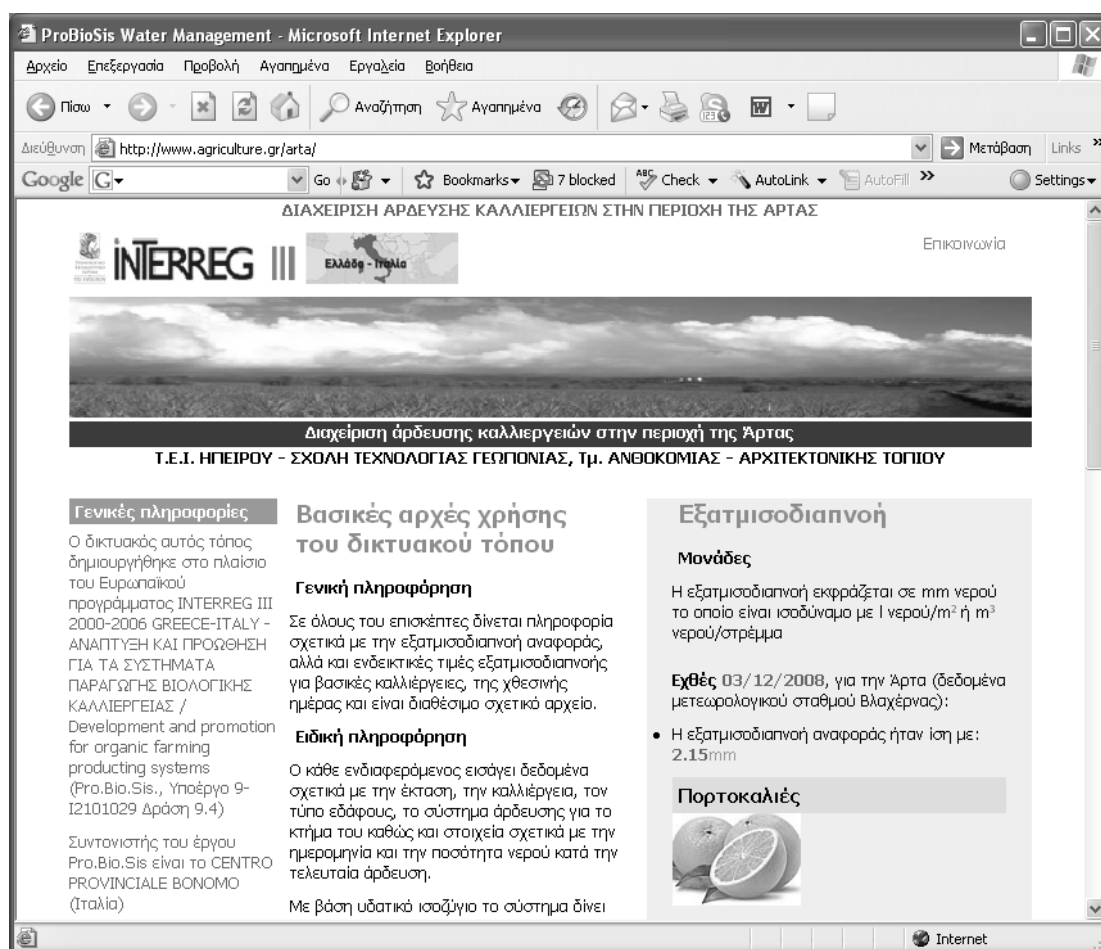
Εικόνα 3. Ποσοστιαία διαφορά μεταξύ εφαρμοσμένης και θεωρητικά εκτιμημένης ως ανάγκη ποσότητας νερού.

#### 4. ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Έχοντας κατά νου ότι με τη δεδομένη υποδομή αυτό που θα μπορούσε να οδηγήσει άμεσα σε αύξηση της αποτελεσματικότητας των αρδεύσεων είναι η ορθότερη

διαχείριση των συστημάτων, αναπτύχθηκε και παρουσιάζεται εδώ ένα διαδικτυακό εργαλείο που σκοπεύει ακριβώς σε αυτό. Μέσα από τον δυναμικό διαδικτυακό τόπο που αναπτύχθηκε σε γλώσσα PHP παρέχονται στοιχεία για την εξατμισοδιαπνοή –που υπολογίζονται με βάση δεδομένα από τους μετεωρολογικούς σταθμούς- καθώς και δυνατότητα υπολογισμού -που βασίζεται στο υδατικό ισοζύγιο- σχετικά με το χρόνο και τη δόση της επόμενης άρδευσης. Το εργαλείο φιλοξενείται στη διεύθυνση [www.agriculture.gr/arta](http://www.agriculture.gr/arta) (Εικόνα 4) και παρέχει:

- Πληροφορία σχετικά με την εξατμισοδιαπνοή της προηγούμενης ημέρας (αναφοράς και επιλεγμένων καλλιεργειών).
- Ιστορικά δεδομένα σχετικά με την εξατμισοδιαπνοή.
- Σύνδεση προς τον υπολογιστή επόμενης άρδευσης.
- Βοήθεια σχετικά με τη χρήση του και την εισαγωγή δεδομένων που ζητούνται από το χρήστη και συνδέσμους προς σχετικούς δικτυακούς τόπους.



Εικόνα 4. Αρχική σελίδα δικτυακού εργαλείου για διαχείριση αρδεύσεων.

Η φιλοσοφία λειτουργίας του συνοψίζεται στο ότι τα δεδομένα (ένταση ηλιακής ακτινοβολίας, θερμοκρασία και σχετική υγρασία αέρα, ταχύτητα ανέμου και ύψος βροχής) συλλέγονται στο τέλος κάθε ημέρας από τους μετεωρολογικούς σταθμούς. Με βάση αυτά γίνεται ο υπολογισμός της εξατμισοδιαπνοής αναφοράς και των επιλεγμένων καλλιεργειών [Εξ. 2]. Εκτός από τις τρεις κύριες καλλιέργειες σχετικές πληροφορίες δίνονται και για χλοοτάπητα (θερμής και ψυχρής περιόδου). Η πληροφορία αυτή είναι άμεσα διαθέσιμη στην αρχική σελίδα. Ακόμη διατηρείται αρχείο ιστορικών δεδομένων εξατμισοδιαπνοής σε ειδική σελίδα την οποία μπορεί να αποθηκεύσει ή να τυπώσει κάθε ενδιαφερόμενος.

Ένα από τα καινοτόμα χαρακτηριστικά του εργαλείου είναι η συμβουλή άρδευσης. Δίνοντας μια σειρά από πληροφορίες (τοποθεσία, έκταση, επιλογή καλλιέργειας, βάθος ενεργού ριζοστρώματος (εάν είναι γνωστό), τύπο εδάφους (ελαφρύ, μέσο, βαρύ), τύπο συστήματος άρδευσης (επιφανειακή άρδευση, καταιονισμός, μικροάρδευση με μικροεκτοξευτήρες, μικροάρδευση με σταλάκτες), παροχή συστήματος, ημερομηνία, ώρα και διάρκεια τελευταίας άρδευσης καθώς και υγρασία του εδάφους πριν την τελευταία άρδευση (εάν υπάρχει μέτρηση ή εκτίμηση)) ο χρήστης θα πάρει ως απάντηση το ισοζύγιο νερού (Allen κ.α., 1998) από την ημέρα της τελευταίας άρδευσης έως 3 ημέρες από την ημέρα συμβουλής. Ακόμη θα λάβει συμβουλή σχετικά με εάν και πότε πρέπει να αρδεύσει και πόσο θα πρέπει να διαρκέσει η άρδευση ώστε το έδαφος να φτάσει στην υδατοικανότητα.

## 5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα δεδομένα έδειξαν ότι τα περισσότερα συστήματα άρδευσης τριών βασικών καλλιεργειών της Άρτας έχουν προβλήματα σχεδιασμού και εγκατάστασης που οδηγούν σε χαμηλούς συντελεστές απόδοσης ενώ ο προγραμματισμός των αρδεύσεων γίνεται εμπειρικά στηριζόμενος σε παραδοσιακές επιλογές.

Με σκοπό τη συμβολή σε ορθολογικότερη χρήση του νερού στην περιοχή αναπτύχθηκε ένας διαδικτυακός τόπος ο οποίος χρησιμοποιώντας πραγματικά μετεωρολογικά δεδομένα, εκτιμά την ημερήσια υδατοκατανάλωση των τυπικών καλλιεργειών της Άρτας και παρέχει συμβουλές σχετικά με τον προγραμματισμό των αρδεύσεων.

Η απήχηση του εργαλείου είναι σημαντική και η εμπειρία από την έως τώρα χρήση του είναι πολύ θετική. Σε κάθε περίπτωση όμως τα περιθώρια βελτίωσης είναι μεγάλα και ο στόχος παραμένει η υλοποίηση μίας ολοκληρωμένης υπηρεσίας για τη διαχείριση της άρδευσης. Αυτό θα επιτευχθεί μέσω επέκτασης του δικτύου των μετεωρολογικών σταθμών με σκοπό την κάλυψη περιοχών σε επίπεδο υδρολογικής λεκάνης, πρόσθεση δεδομένων (με χρήση GIS) σχετικά με την τοπογραφία και την υδρολογική κατάσταση της περιοχής, εκπαίδευσης των τελικών χρηστών αλλά και των συμβούλων τους σχετικά με τη χρήση του εργαλείου και συστηματικής αξιολόγησης της χρήσης του εργαλείου με σκοπό τη συνεχή βελτίωσή του.

## Ευχαριστίες

Η εργασία εκπονήθηκε στο πλαίσιο του έργου «ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΠΡΟΩΘΗΣΗ ΓΙΑ ΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ - Pro.Bio.Sis., Υπόεργο 9 (I2101029)», της ΚΠ INTERREG IIIA ΕΛΛΑΔΑ - ΙΤΑΛΙΑ 2000-2006 (χρηματοδότηση 75% από το Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης και 25% Εθνικοί πόροι).

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- 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, 290 pp.
- Aquacraft Inc., 2001. *WeatherTRAK 2001 Study Report: Performance Evaluation of WeatherTRAK®*. Irrigation Controllers in Colorado. [www.aquacraft.com/weathert.html](http://www.aquacraft.com/weathert.html). Προσπελάστηκε: 20 Ιαν 2009.
- Αραμπατζής, Γ. και Μαλιτσίδου, Α., 2009. *Εξοικονόμηση νερού μέσω διαδικτύου*. Agronews Προσπελάστηκε: 2 Απρ. 2009.
- California Department of Water Resources, 2008. *CIMIS - California Irrigation Management Information System*. <http://www.cimis.water.ca.gov>. Προσπελάστηκε: 15 Μαρ 2008.

- Δημουλάς, Ι., 1988. *Ακτινίδιο*. Αγροτική Τράπεζα της Ελλάδας, Αθήνα.
- Donatelli, M., Bellocchi, G. and Carlini, L., 2006. *Sharing knowledge via software components: Models on reference evapotranspiration*. European Journal of Agriculture, 24:186–192.
- ΕΕ, 2003. *Οδηγία 2000/60/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου*.
- FAO, 2008. *CropWat*. [http://www.fao.org/nr/water/infores\\_databases\\_crowpat.html](http://www.fao.org/nr/water/infores_databases_crowpat.html). Προσπελάστηκε: 15 Μαρ 2009.
- Grattan, S.R., Berenguer, M.J., Connell, J.H., Polito, V.S. and Vossen, P.M., 2006. *Olive oil production as influenced by different quantities of applied water*. Agricultural Water Management, 85:133–140.
- Holzapfel, E.A., Merino, R., Marino, M.A. and Matta, R., 2000. *Water production functions in kiwi*. Irrigation Science, 19:73-79.
- Κουτσογιάννης, Δ., 2000. *Σημειώσεις Υδρομετεωρολογίας - Μέρος Ι*. Έκδοση 2, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, σελ. 157.
- Lagouvardos, K., Kotroni, V., Koussis, A., Feidas, H., Buzzi, A. and Malguzzi, P., 2003. *The Meteorological Model BOLAM at the National Observatory of Athens: Assessment of Two-Year Operational Use*. Journal of Applied Meteorology, 42:1667-1678.
- Maton, L., Leenhardt, D., Goulard, M. and Bergez, J.E., 2005. *Linking irrigation strategy and farm systems: an attempt in south western France*. Agricultural Systems, 86:293-31.
- Michelakis, N., Vouyoukalou, E. and Clapaki, G., 1996. *Water use and soil moisture depletion by olive trees under different irrigation conditions*. Agricultural Water Management, 29: 315-325.
- Moriana, A., Perez-Lopez, D., Gomez-Rico, A., de los Desamparados, S.M., Olmedilla, N., Ribas, F. and Fregapane, G., 2007. *Irrigation scheduling for traditional, low-density olive orchards: Water relations and influence on oil characteristics*. Agricultural Water Management, 87:171-179.
- Μπαλατσούρας, Γ., 1992. *Η ελιά, καλλιέργεια με σύγχρονες μεθόδους*. Εκδόσεις Πελεκάνος, Αθήνα, σελ. 160.
- Νομαρχία Άρτας, 2008. *Στατιστικά στοιχεία καλλιεργειών 2008*. Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα: <http://www.nomarxia-artas.gr/2EA679C2.el.aspx>
- Orgaz, F., Testi, A.F., Villalobos, J. and Fereres, E., 2006. *Water requirements of olive orchards: II determination of crop coefficients for irrigation scheduling*. Irrigation Science, 24:77-84.
- Palomo, M.J., Moreno, F., Fernandez, J.E., Diaz-Espejo, A. and Giron, I.F., 2002. *Determining water consumption in olive orchards using the water balance approach*. Agricultural Water Management, 55:15-35.
- Παπαζαφειρίου, Ζ.Γ., 1984. *Αρχές και πρακτική των αρδεύσεων*. Εκδόσεις ΖΗΤΗ, Θεσσαλονίκη, σελ. 484.
- Ποντίκης, Κ., 2003. *Ειδική Δενδροκομία τόμος Δ' Εσπεριδοειδή*. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθήνας, Αθήνα, σελ. 315.
- Σαμαράς, Ν., 2008. *Σχεδιασμός και ανάπτυξη ασύρματου δικτύου αισθητήρων για τη διαχείριση της άρδευσης στο πλαίσιο της γεωργίας ακριβείας*. <http://archimidis.teilar.gr> Προσπελάστηκε: 3 Απρ. 2009.
- Τσοτσόλης, Ν., 2008. *Ορθολογική διαχείριση των υδάτων—Το παράδειγμα της Περιφέρειας Κεντρικής Μακεδονίας*. 4<sup>ο</sup> Business ECO FORUM/Δημόσιες αρχές και περιβάλλον -ΔΕΘ, 7-9 Σεπτεμβρίου 2008.
- Χαρτζουλιάκης Κ., Ψαρά Γ. και Κασπάκης Ι., 2007. *Ανάπτυξη λογισμικού για το σχεδιασμό άρδευσης της ελιάς*. 23<sup>ο</sup> Συνέδριο της Ελληνικής Εταιρείας Επιστήμης των Οπωροκηπευτικών, Χανιά 23-26 Οκτωβρίου 2007, σελ. 410-417.