

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ
ΔΠΜΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΑΓΡΟΔΙΑΤΡΟΦΗ

**Αξιολόγηση του συλλογικού συστήματος
παροχής συμβουλών άρδευσης του ΤΟΕΒ
ΠΟΡΟΥ / ΓΟΕΒ Λεκανοπεδίου Ιωαννίνων όσο
αφορά την άρδευση αραβόσιτου και μηδικής**

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Ζαχαριάς Χρήστος

Επιβλέπων: Ιωάννης Τσιρογιάννης, Αν. Καθηγητής Σχολής Γεωπονίας

ΙΩΑΝΝΙΝΑ, ΑΠΡΙΛΙΟΣ 2023

**Evaluation of the participatory decision support
system for irrigation recommendations of the
Local Organisation of Land Reclamation of
Poros / General Organisation of Land
Reclamation of Ioannina basin, for the crops of
maize and alfalfa**

Εγκρίθηκε από τριμελή εξεταστική επιτροπή
Τόπος, Ημερομηνία

ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

Επιβλέπων καθηγητής
Ιωάννης Τσιρογιάννης
Αν. Καθηγητής Τμήματος Γεωπονίας

Μέλος επιτροπής
Νικόλαος Κορρές
Αν. Καθηγητής Τμήματος Γεωπονίας

Μέλος επιτροπής
Ιωάννης Αναστόπουλος
Επ. Καθηγητής Τμήματος Γεωπονίας

Ευχαριστήρια

Ευχαριστώ τον καθηγητή μου κ. Τσιρογιάννη για την άριστη συνεργασία που είχαμε καθώς και για την πολύτιμη βοήθειά του σε όλη τη διάρκεια των μετρήσεων και της συγγραφής της παρούσας εργασίας με συμβουλές και παρατηρήσεις.

Δήλωση μη λογοκλοπής

Δηλώνω υπεύθυνα και γνωρίζοντας τις κυρώσεις του Ν. 2121/1993 περί Πνευματικής Ιδιοκτησίας, ότι η παρούσα μεταπτυχιακή εργασία είναι εξ ολοκλήρου αποτέλεσμα δικής μου ερευνητικής εργασίας, δεν αποτελεί προϊόν αντιγραφής ούτε προέρχεται από ανάθεση σε τρίτους. Όλες οι πηγές που χρησιμοποιήθηκαν (κάθε είδους, μορφής και προέλευσης) για τη συγγραφή της, περιλαμβάνονται στη βιβλιογραφία.

Χρήστος Ζαχαριάς

Υπογραφή

Περιεχόμενα

Ευχαριστήρια.....	4
Δήλωση μη λογοκλοπής.....	5
Περίληψη.....	10
Summary.....	11
Εισαγωγή.....	13
Οργανισμοί Εγγείων Βελτιώσεων (ΟΕΒ) και η περίπτωση του ΤΟΕΒ Πόρου.....	14
Ο ΤΟΕΒ ΠΟΡΟΥ (ΓΟΕΒ Λεκανοπεδίου Ιωαννίνων).....	16
Το σύστημα παροχής συμβουλών σχετικά με τη διαχείριση της άρδευσης που λειτουργεί στο ΤΟΕΒ Πόρου.....	18
Οι αρδευτικές παράμετροι του εδάφους.....	19
Διαχείριση αρδεύσεων.....	20
Αναφορά άρδευσης.....	20
Αρδευτική αποδοτικότητα.....	20
Το σύστημα παροχής συμβουλών άρδευσης που έχει εγκατασταθεί στο ΤΟΕΒ Πόρου.....	21
Το κλίμα στην περιοχή και τα όρια χρήσης νερού για τον αραβόσιτο και τη μηδική.....	22
Το κλίμα της περιοχής.....	22
Τα όρια χρήσης νερού για καλλιέργεια αραβόσιτου και μηδικής στην περιοχή.....	23
Βασικά στοιχεία σχετικά με την καλλιέργεια αραβόσιτου με αναφορές σε ειδικά στοιχεία που αφορούν την περιοχή μελέτης.....	25
Μορφολογικά χαρακτηριστικά αραβόσιτου.....	25
Καλλιέργεια του αραβόσιτου.....	26
Άρδευση αραβόσιτου.....	28
Προγραμματισμός άρδευσης αραβόσιτου.....	28
Στάδια ανάπτυξης και απαιτήσεις σε νερό του αραβόσιτου.....	28
Μέθοδοι άρδευσης που χρησιμοποιούνται στην καλλιέργεια αραβόσιτου.....	29
Καλλιέργεια αραβόσιτου στην περιοχή των Ιωαννίνων.....	29
Βασικά στοιχεία σχετικά με την καλλιέργεια μηδικής με αναφορές σε ειδικά στοιχεία που αφορούν την περιοχή μελέτης.....	31
Καλλιέργεια της μηδικής.....	31
Λίπανση μηδικής.....	32
Εναλλαγή καλλιέργειας - Αμειψισπορά μηδικής.....	32
Ασθένειες και ζημιές.....	32
Άρδευση μηδικής.....	33
Καλλιέργεια μηδικής στην περιοχή των Ιωαννίνων.....	33
Αξιολόγηση του συλλογικού συστήματος παροχής συμβουλών άρδευσης του ΤΟΕΒ ΠΟΡΟΥ / ΓΟΕΒ Λεκανοπεδίου Ιωαννίνων όσο αφορά την άρδευση αραβόσιτου και μηδικής.....	36

Αγροτεμάχια, εξοπλισμός και διαδικασία καταγραφής δεδομένων άρδευσης και υγρασίας εδάφους	36
Περιγραφή πιλοτικών αγροτεμαχίων, εδάφους, καλλιέργειας, τύπου αρδευτικού συστήματος, αρδευτικής πρακτικής, αρδεύσεων και μετρήσεων υγρασίας εδάφους κατά την αρδευτική περίοδο 2022	38
Αραβόσιτος, 173 KB 4 στρέμματα και 146 KB 3.7 στρέμματα.....	38
Μηδική, 268 ΝΣ 11 στρέμματα και 282 ΝΣ 2,5 στρέμματα.....	42
Αξιολόγηση του συστήματος συμβουλών ως προς αριθμό αρδεύσεων, εδαφική υγρασία και ύψος νερού	47
Αραβόσιτος, 173 KB 4 στρέμματα και 146 KB 3.7 στρέμματα.....	47
Μηδική 268 ΝΣ 11 στρέμματα και 282 ΝΣ 2,5 στρέμματα.....	49
Συμπεράσματα.....	51
Βιβλιογραφία.....	52
Παράρτημα Ι – Φωτογραφική τεκμηρίωση Αραβόσιτος, 173 KB 4 στρέμματα	53
Παράρτημα ΙΙ – Φωτογραφική τεκμηρίωση Αραβόσιτος, 146 KB 3.7 στρέμματα	55
Παράρτημα ΙΙΙ – Φωτογραφική τεκμηρίωση Μηδική 268 ΝΣ 11 στρέμματα	57
Παράρτημα ΙV – Φωτογραφική τεκμηρίωση Μηδική 282 ΝΣ 2,5 στρέμματα	58

Πίνακες

Πίνακας 1 Παράμετροι μοντελοποίησης των αγροτεμαχίων αραβόσιτου, 173 KB 4 στρέμματα και 146 KB 3.7 στρέμματα, για την εισαγωγή τους στο σύστημα συμβουλών άρδευσης	40
Πίνακας 2 Επιπλέον πληροφορίες για τα αγροτεμάχια αραβόσιτου, 173 KB 4 στρέμματα και 146 KB 3.7 στρέμματα (στοιχεία εδαφολογικής ανάλυσης, ημερομηνίες καλλιεργητικών επεμβάσεων, στοιχεία παραγωγής)	41
Πίνακας 3 Παράμετροι μοντελοποίησης των αγροτεμαχίων μηδικής, 268 NΣ 11 στρέμματα και 282 NΣ 2,5 στρέμματα, για την εισαγωγή τους στο σύστημα συμβουλών άρδευσης	44
Πίνακας 4 Επιπλέον πληροφορίες για τα δύο αγροτεμάχια μηδικής, 268 NΣ 11 στρέμματα και 282 NΣ 2,5 στρέμματα (στοιχεία εδαφολογικής ανάλυσης, ημερομηνίες καλλιεργητικών επεμβάσεων, στοιχεία παραγωγής)	46

Εικόνες

Εικόνα 1 Η περιοχή και το δίκτυο του ΤΟΕΒ Πόρου στο IRMA_SYS	21
Εικόνα 2 Κλιματικά δεδομένα για τα Ιωάννινα (AllMetSat,(2023)).....	23
Εικόνα 3 Θέσεις αγροτεμαχίων	36
Εικόνα 4 Αισθητήρας μέτρησης υγρασίας εδάφους (κατασκευαστής ΔΤ, τύπος Thetaprobe ML2x) με καταγραφικό (HH2)	37
Εικόνα 5 Στάδια καλλιεργητικού συντελεστή Kc για αραβόσιτο, όπως εισήχθησαν στο σύστημα συμβουλών άρδευσης	38
Εικόνα 6 Αραβόσιτος, 173 KB 4 στρέμματα	39
Εικόνα 7 Τρόπος άρδευσης για 173 KB 4 στρέμματα (το κανόνι τοποθετείται σε δύο σημεία, στο μέσο των στενών πλευρών, στο ένα την μία ημέρα και στο άλλο την δεύτερη).....	39
Εικόνα 8 Αραβόσιτος, 146 KB 3.7 στρέμματα	39
Εικόνα 9 Τρόπος άρδευσης για 146 KB 3.7 στρέμματα (το κανόνι τοποθετείται στις δύο στενές πλευρές, έκκεντρα)	39
Εικόνα 10 Στάδια καλλιεργητικού συντελεστή Kc για μηδική, όπως εισήχθησαν στο σύστημα συμβουλών άρδευσης	42
Εικόνα 11 Μηδική, 268 ΝΣ 11 στρέμματα.....	43
Εικόνα 12 Τρόπος άρδευσης για 268 ΝΣ 11 στρέμματα (το κανόνι τοποθετείται σε τρία σημεία, στο μέσο των στενών πλευρών).....	43
Εικόνα 13 Μηδική, 282 ΝΣ 2,5 στρέμματα.....	43
Εικόνα 14 Τρόπος άρδευσης για 282 ΝΣ 2,5 στρέμματα (το κανόνι τοποθετείται στις δύο στενές πλευρές, έκκεντρα)	43
Εικόνα 15 Ενεργός βροχόπτωση, προτεινόμενες αρδεύσεις από σύστημα συμβουλών, αρδεύσεις που πραγματοποιήθηκαν, υγρασία εδάφους και όρια υγρασίας εδάφους, για το αγροτεμάχιο αραβόσιτου, 173 KB 4 στρέμματα	47
Εικόνα 16 Ενεργός βροχόπτωση, προτεινόμενες αρδεύσεις από σύστημα συμβουλών, αρδεύσεις που πραγματοποιήθηκαν, υγρασία εδάφους και όρια υγρασίας εδάφους, για το αγροτεμάχιο αραβόσιτου, 146 KB 3.7 στρέμματα	47
Εικόνα 17 Σύγκριση συστήματος συμβουλών και αρδευτικής πρακτικής για την περίπτωση του αραβόσιτου	48
Εικόνα 18 Ενεργός βροχόπτωση, προτεινόμενες αρδεύσεις από σύστημα συμβουλών, αρδεύσεις που πραγματοποιήθηκαν, υγρασία εδάφους και όρια υγρασίας εδάφους, για το αγροτεμάχιο μηδικής, 268 ΝΣ 11 στρέμματα	49
Εικόνα 19 Ενεργός βροχόπτωση, προτεινόμενες αρδεύσεις από σύστημα συμβουλών, αρδεύσεις που πραγματοποιήθηκαν, υγρασία εδάφους και όρια υγρασίας εδάφους, για το αγροτεμάχιο μηδικής, 282 ΝΣ 2,5 στρέμματα	49
Εικόνα 20 Σύγκριση συστήματος συμβουλών και αρδευτικής πρακτικής για την περίπτωση της μηδικής.....	50
Εικόνα 21 Κτήμα αραβόσιτου 173 KB κατά την πρώτη μέρα άρδευσης	53
Εικόνα 22 Κτήμα αραβόσιτου 173KB, διαρροή στο πρώτο τμήμα του αγωγού μεταφοράς νερού προς το κανόνι άρδευσης.....	53
Εικόνα 23 Κτήμα αραβόσιτου 173 KB κατά τη δεύτερη μέρα άρδευσης	54
Εικόνα 24 Κτήμα αραβόσιτου 146KB, κατά την άρδευση.....	55
Εικόνα 25 Κτήμα αραβόσιτου 146 KB, διάδρομος για τη μεταφορά του κανονιού και του αγωγού άρδευσης.....	56
Εικόνα 26 Κτήμα μηδικής 268 ΝΣ, κατά την άρδευση	57
Εικόνα 27 Κτήμα μηδικής 282 ΝΣ, κατά την άρδευση	58

Περίληψη

Το θέμα της παρούσας μεταπτυχιακής μελέτης είναι « Αξιολόγηση του συλλογικού συστήματος παροχής συμβουλών άρδευσης του ΤΟΕΒ ΠΟΡΟΥ / ΓΟΕΒ Λεκανοπεδίου Ιωαννίνων όσο αφορά την άρδευση αραβόσιτου και μηδικής».

Σκοπός της παρούσας μελέτης είναι να αξιολογηθεί έπειτα από μετρήσεις η αξιοπιστία του συστήματος παροχής συμβουλών άρδευσης που χρησιμοποιείται στον ΤΟΕΒ ΠΟΡΟΥ / ΓΟΕΒ Λεκανοπεδίου Ιωαννίνων και να εντοπιστούν τυχόν αποκλίσεις και αστοχίες του συστήματος. Για την αξιολόγηση του συστήματος χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα για το έτος 2022, οι μετρήσεις εδαφικής υγρασίας κατά τη διάρκεια της αρδευτικής περιόδου 2022 σε τέσσερα (4) αγροτεμάχια συγκρίθηκαν με τα αντίστοιχα αποτελέσματα που υπολογίζονταν από το συλλογικό σύστημα υποστήριξης αποφάσεων άρδευσης IRMA_SYS.

Στο σύστημα, το υδατικό ισοζύγιο υπολογίζεται με βάση την εξατμισοδιαπνοή αναφοράς και τη βροχόπτωση, παραμέτρους εδάφους, καλλιέργειας και αρδευτικές πρακτικές που αφορούν τον κάθε αγρό, καθώς και τα δεδομένα σχετικά με πραγματοποιούμενες αρδεύσεις. Από το σύστημα συμβουλών άρδευσης λήφθηκαν στοιχεία σχετικά με την εκτίμηση της ενεργού βροχόπτωσης και της προτεινόμενης ποσότητας νερού για άρδευση με βάση της εξατμισοδιαπνοή και την αποτελεσματικότητα του αρδευτικού συστήματος.

Η εργασία αποτελείται από τέσσερα (4) κύρια μέρη.

Στο πρώτο μέρος της γίνεται μια γενική περιγραφή των οργανισμών έγγειων βελτιώσεων ,των οργανισμών δηλαδή που αποτελούν τα κατά νόμο υπεύθυνα όργανα για τη διαχείριση των εγγειοβελτιωτικών έργων καθώς και του τρόπου λειτουργίας και διοίκησης τους .Ενώ δίνεται έμφαση με στοιχεία και περιγραφές στον οργανισμό έγγειων βελτιώσεων λεκανοπεδίου Ιωαννίνων (ΓΟΕΒ Ιωαννίνων) και ενός τμήματος αυτού τον ΤΟΕΒ Πόρου, που αφορά και την περιοχή που πραγματεύεται η παρούσα εργασία.

Στο δεύτερο μέρος γίνεται παρουσίαση του συστήματος παροχής συμβουλών άρδευσης που χρησιμοποιείται από τον ΤΟΕΒ ΠΟΡΟΥ .

Στο τρίτο μέρος ακολουθεί μια εκτενής αναφορά στην καλλιέργεια, άρδευση και συγκομιδή των δύο καλλιεργειών τον οποίο μελετάμε του καλαμποκιού και της μηδικής δηλαδή, με στοιχεία για την περιοχή μελέτης, το λεκανοπέδιο Ιωαννίνων.

Τέλος στο τέταρτο μέρος παρατίθενται στοιχεία σχετικά με τα αγροτεμάχια που χρησιμοποιήθηκαν στο πειραματικό τμήμα της εργασίας καθώς και των μετρήσεων που έγιναν και αφορούσαν τα ποτίσματα, τις ποσότητες νερού που δέχτηκαν μέσω του συστήματος άρδευσης, την αρδευτική αποδοτικότητα αυτών, τις προτεινόμενες συμβουλές άρδευσης του συστήματος μελέτης, προβλήματα που συναντήσαμε και φυσικά τις τελικές ποσοτικές αποδόσεις καλαμποκιού και μηδικής των αγροτεμαχίων.

Summary

The focal theme of this postgraduate investigation revolves around the comprehensive assessment of the "Collective Irrigation Advisory System" employed by the "Thessalian Organization of Irrigation Works (TOEB) Poros" and the "Organization of Water Management (GOEB) Lekanopediou Ioanninon." The primary focus of this assessment is directed at the irrigation practices pertaining to both maize and legume crops.

The fundamental objective of this study is to meticulously evaluate the efficacy and dependability of the irrigation advisory system through the meticulous analysis of empirical data. The intent is to meticulously scrutinize any variances, inconsistencies, or deviations that might manifest within the aforementioned advisory system. The methodology employed for this scrutiny involved utilizing pertinent data gathered during the year 2022. Precisely, the soil moisture measurements obtained throughout the 2022 irrigation period from four distinct agricultural parcels were meticulously juxtaposed with the corresponding outcomes derived from the collective decision support system denominated as "Integrated Resource Management Approach System for Irrigation" (IRMA_SYS).

This integrated advisory mechanism engenders the hydrological equilibrium computations based on the fundamental metrics such as reference evapotranspiration and rainfall, alongside intricate factors encompassing soil properties, cultivation practices, and the irrigation regimen specific to each individual agricultural plot. Moreover, the empirical irrigation data, alongside the recommended advisory parameters, aids in the assessment of the irrigation system's overall efficacy and efficiency.

Structured into four quintessential segments, this study embarks upon an extensive endeavor of elucidation and comprehension.

The initial section lays down a comprehensive foundational overview encompassing the organizational dynamics and functionalities of terrestrial amelioration entities. These organizations, legally mandated for the stewardship of land enhancement initiatives, undertake a critical role in the management of land improvement projects. With a pronounced emphasis on the "Ground Improvement Organization of Ioannina (GOEB Ioanninon), this section divulges intricate operational insights pertinent to TOEB Porou. The latter entity stands pivotal, representing the geographical purview delineated within this scholarly endeavor.

Proceeding further, the subsequent segment expounds upon the intricacies of the irrigation advisory system, which TOEB Porou ardently employs. The mechanics and underpinnings of this system are meticulously detailed, encapsulating its functional dimensions.

Delving deeper, the third part of this study meticulously details the complex agricultural practices associated with the cultivation, irrigation, and eventual harvesting of the two focal crops: maize and legumes. A panoramic snapshot of the study region, the Ioannina Basin, supplements this detailed examination.

Concluding this scholarly expedition, the final division meticulously chronicles the essence of the experimental facet. A comprehensive compilation of agricultural parcels used within the experimental framework is presented, accompanied by a thorough dissection of the irrigation dynamics, volumetric irrigation input data, the discernment of irrigation efficiency, and the advisory recommendations culled from the study's analytical framework. This comprehensive

documentation culminates in the quantified harvest yields of maize and legumes, encapsulating the fruition of this intricate study.

Εισαγωγή

Τα τελευταία χρόνια οι υδάτινοι πόροι υφίστανται έντονη πίεση λόγω της ολοένα και αυξανόμενης ζήτησης νερού από τον μεγαλύτερο καταναλωτή, την γεωργία, τόσο σε παγκόσμιο όσο και σε διεθνές επίπεδο. Βιώνουμε συνθήκες κλιματικής αλλαγής με άμεσο αντίκτυπο στην διαθεσιμότητα των υδάτινων πόρων και την ανάγκη για άρδευση των καλλιεργειών.

Η απουσία μιας ενιαίας πολιτικής ευθύνεται σε μεγάλο βαθμό για τη μείωση των υδατικών αποθεμάτων και το περιορισμό του διαθέσιμου νερού.

Στην Ελλάδα σύμφωνα με την Aquastat (βάση δεδομένων για το νερό του Food Agriculture Organisation (FAO), η άρδευση είναι με διαφορά ο μεγαλύτερος χρήστης νερού, με ποσοστό που ξεπερνά το 70% του συνόλου, ενώ η αποτελεσματικότητα χρήσης νερού στα συστήματα άρδευσης φτάνει να είναι ακόμη και μικρότερη του 50%,

Στο πλαίσιο αυτό, η αποτελεσματική διαχείριση του νερού άρδευσης είναι ιδιαίτερα σημαντική μιας και μπορεί να οδηγήσει σε:

- δίκαιη διαχείριση του νερού ως φυσικού πόρου
- εξοικονόμηση νερού, ενέργειας, εργατικών και άλλων εισροών όπως λιπάσματα, φυτοπροστατευτικά προϊόντα κλπ.
- μείωση περιβαλλοντικών προβλημάτων όπως λειψυδρία, ερημοποίηση, νιτρορύπανση κλπ.
- βελτίωση της ποσότητας και της ποιότητας της αγροτικής παραγωγής
- βελτίωση της ανταγωνιστικότητας των αγροτικών προϊόντων που συνοδεύονται από τεκμηριωμένους ισχυρισμούς εφαρμογής καλών πρακτικών όσο αφορά το νερό

Η αποτελεσματική άρδευση αποτελεί προτεραιότητα και σημαντικό παράγοντα για την επίτευξη βιώσιμης πρωτογενούς παραγωγής.

Άλλωστε η λειτουργία των Οργανισμών Εγγείων Βελτιώσεων (ΟΕΒ) εξαρτάται σε πολύ μεγάλο βαθμό από την εξοικονόμηση νερού και ενέργειας.

Για την υποστήριξη της αποτελεσματικότερης διαχείρισης του νερού άρδευσης, εκτός από τον απαιτούμενο εκσυγχρονισμό όσον αφορά τα συστήματα μεταφοράς, διανομής και εφαρμογής του νερού, ιδιαίτερη σημασία έχει η προσπάθεια για βέλτιστο προγραμματισμό των αρδεύσεων. Σε αυτή την κατεύθυνση, η λειτουργία συστημάτων υποστήριξης αποφάσεων με στόχο την άρδευση ακριβείας μπορεί να προσφέρει πολύτιμες υπηρεσίες.

Τα συστήματα αυτά συλλέγουν πληροφορίες από δίκτυα αγρο-μετεωρολογικών σταθμών και εφαρμόζουν μαθηματικά μοντέλα με βάση τα οποία μπορούν να εκτιμούν τις καιρικές συνθήκες σε κάθε σημείο της περιοχής εφαρμογής. Στη συνέχεια με την χρήση ειδικών πληροφοριών (έδαφος, καλλιέργεια, σύστημα άρδευσης, αρδευτικά γεγονότα κοκ) για κάθε αγροτεμάχιο μπορούν επί τη βάση ισοζυγίου νερού, να αναπτύξουν συμβουλές σχετικά με την ανάγκη άρδευσης. Λαμβάνεται υπόψη και η πρόγνωση του καιρού ώστε να αποφεύγονται άσκοπες αρδεύσεις. Σε κάθε περίπτωση τέτοια συστήματα δεν μπορούν να λειτουργήσουν αποτελεσματικά χωρίς την ορθή αρχική παραμετροποίηση για κάθε αγρό λαμβάνοντας υπόψη τα χαρακτηριστικά του αγροτεμαχίου, της καλλιέργειας και του αρδευτικού συστήματος, την παράλληλη αξιολόγηση πιλοτικών αγρών, την περιοδική αξιολόγηση και ερμηνεία των συμβουλών από γεωπόνους ή έμπειρους χρήστες τους.

Η άμεση εφαρμογή συλλογικών συστημάτων παροχής συμβουλών άρδευσης, όπως το IRMA_SYS, στους ΟΕΒ της χώρας αναμένεται να συμβάλει στην εδραίωση καλών πρακτικών όσο αφορά τη διαχείριση του νερού άρδευσης.

Οργανισμοί Εγγείων Βελτιώσεων (ΟΕΒ) και η περίπτωση του ΤΟΕΒ Πόρου

Τα εγγειοβελτιωτικά έργα είναι οι βασικές υποδομές της ελληνικής γεωργίας που επέτρεψαν σε ευρύτερες περιοχές της χώρας να αποστραγγιστούν, να εξυγιανθούν και να αρδευτούν. Της επέτρεψαν την εισαγωγή δυναμικών ποτιστικών καλλιεργειών με αύξηση της παραγωγής και της επιτυγχανόμενης προσόδου. Για την υλοποίηση των έργων αυτών χρειάστηκε να επενδυθούν πολύ σημαντικά κεφάλαια (ΔιαΝΕΟσις, 2022).

Βασικό στοιχείο της νομοθεσίας ήταν η δημιουργία υποχρεωτικών συνεταιρισμών αγροτών, των επονομαζόμενων Τοπικών Οργανισμών Εγγείων Βελτιώσεων (ΤΟΕΒ) που διαχειρίζονται τα έργα Β' τάξης, των Γενικών Οργανισμών Εγγείων Βελτιώσεων (ΓΟΕΒ), που διαχειρίζονται τα έργα Α' τάξης και επικουρούν τους ΤΟΕΒ, και της Υπηρεσίας Εγγείων Βελτιώσεων (ΥΕΒ) που επικουρούσε και ήλεγχε τους ΓΟΕΒ και ΤΟΕΒ.

Οι Οργανισμοί Εγγείων Βελτιώσεων (ΟΕΒ) είναι οργανισμοί με δημόσιο χαρακτήρα, και ως σκοπό έχουν τη διοίκηση, λειτουργία και συντήρηση των εγγειοβελτιωτικών έργων της περιοχής αρμοδιότητάς τους.

Διακρίνονται σε πρωτοβάθμιους Τοπικούς Ο.Ε.Β. και δευτεροβάθμιους Γενικούς Ο.Ε.Β.

Όλοι οι Ο.Ε.Β. έχουν χαρακτηριστεί Οργανισμοί Κοινής Ωφέλειας (άρ. 6§1 του ν.414/1976, ΦΕΚ 212, Α'), λόγω του έργου που επιτελούν (διοίκηση αρδευτικών υδάτων, ρύθμιση χρήσεως αυτών με κανονισμούς άρδευσης, αστυνομία υδάτων κ.ά.) και ως τέτοιοι ανήκουν στον ευρύτερο δημόσιο τομέα (άρ. 51§1 περ. γ' ν.1892/1990 όπως συμπληρώθηκε με το άρ. 4§6 ν.1943/1991). Επιπλέον, οι Τ.Ο.Ε.Β. αποτελούν γεωργικές συνεταιριστικές Οργανώσεις αναγκαστικής μορφής (άρ. 6§1 ν.414/1976).

Οι Γενικοί και Τοπικοί Οργανισμοί Εγγείων Βελτιώσεων Τ.Ο.Ε.Β. και οι Γ.Ο.Ε.Β., αποτελούν τα κατά νόμο υπεύθυνα όργανα (άρ.12 του ν.δ.3881/1958, ΦΕΚ 181/Α) που έχουν αντικείμενο τη διαχείριση (δηλαδή διοίκηση, λειτουργία και συντήρηση) των εγγειοβελτιωτικών έργων (Εγγειοβελτιωτικά έργα αποτελούν τα φράγματα, οι αρδευτικές διώρυγες, οι στραγγιστικές τάφροι, τα αντλιοστάσια, μικρά τεχνικά, αγροτική οδοποιία κ.ά.) της περιοχής δικαιοδοσίας τους και διανέμουν το αρδευτικό νερό στους αγρότες.

Οι Ο.Ε.Β. έχουν δικούς τους πόρους (=στρεμματικές εισφορές άρδευσης-στράγγισης, άρ. 10 & 15 του ν.δ.3881/1958) ΚΑΙ ΔΕΝ ΕΠΙΒΑΡΥΝΟΥΝ ΤΟΝ ΚΡΑΤΙΚΟ ΠΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΜΟ όπως επιβεβαιώνει κάθε φορά που ζητούν την πρόσληψη προσωπικού το ΓΛΚ με σχετική βεβαίωσή του. Δυνατότητα επιχορήγησης προβλέπεται κυρίως κατά τη φάση ανάπτυξης των έργων ή για την αποκατάσταση ή πρόληψη ζημιών που προέρχονται από πλημμύρες ή άλλη αιτία που συνιστά ανωτέρα βία (π.χ. λειψυδρία), εφόσον δεν μπορούν να καλυφθούν από τους ωφελούμενους (άρ. 2 του ν.414/1976, ΦΕΚ 212).

Η διοίκηση, η λειτουργία και συντήρηση των συλλογικών εγγειοβελτιωτικών έργων είτε αυτά είναι μεγάλα αρδευτικά δίκτυα, είτε φράγματα ταμίευσης και εκτροπής, κλπ. αναλαμβάνονται από τους Γ.Ο.Ε.Β., ενώ οι αρμοδιότητες των έργων όπως τα μικρά αρδευτικά και στραγγιστικά δίκτυα, αντιπλημμυρικά έργα, κλπ. ανατίθενται στους Τ.Ο.Ε.Β..

Στις αρμοδιότητες των Γ.Ο.Ε.Β. περιλαμβάνονται και η διοίκηση και ρύθμιση της χρήσης και διανομής του αρδευτικού νερού μέσω κανονισμών άρδευσης, η αστυνόμευση του νερού και των

έργων και η έκδοση κανονισμών, η συντήρηση και λειτουργία των έργων, η επιβολή υποχρεώσεων των ωφελούμενων, η μέριμνα για την εντατική εκμετάλλευση του εδάφους κλπ..

Οι Γ.Ο.Ε.Β. λοιπόν παρέχουν αρδευτικό νερό στους Τ.Ο.Ε.Β. που με τη σειρά τους το διανέμουν στους αγρότες. Οι αγρότες καταβάλλουν τις εισφορές στους Τ.Ο.Ε.Β. και αυτοί οφείλουν να αποδώσουν στους Γ.Ο.Ε.Β. την αναλογούσα υπέρ αυτών εισφορά.

Τέλος οι Γ.Ο.Ε.Β. – Τ.Ο.Ε.Β. παρότι παρουσιάζουν λειτουργική συνάφεια αποτελούν ξεχωριστές αυτοδιοικούμενες μονάδες του δημόσιου τομέα .

Οι Τ.Ο.Ε.Β. διοικούνται από επταμελή Διοικητικά Συμβούλια, νόμιμος εκπρόσωπος είναι ο Πρόεδρος του ΔΣ και εκτελεστικό όργανο των αποφάσεων του ΔΣ ο Διευθυντής. Του Διοικητικού Συμβουλίου προΐσταται ο πρόεδρος και υπάρχουν οι θέσεις του αντιπροέδρου και του ταμία.

Το διοικητικό συμβούλιο το εκλέγει και ελέγχει η Γενική Συνέλευση των αντιπροσώπων που αποτελείται από 67 αντιπροσώπους (εκλέκτορες) που εκλέγονται κάθε τέσσερα χρόνια από την Τοπική Συνέλευση των μελών του Οργανισμού.

Θέση καταστατικού επέχει σε κάθε ΟΕΒ το ιδρυτικό του διάταγμα. Η δομή του κάθε Οργανισμού, η σύνθεση του προσωπικού, και κάθε σχετική λεπτομέρεια με την υπηρεσιακή κατάσταση αυτού ρυθμίζονται από τον Κανονισμό Εσωτερικής Υπηρεσίας (ΚΕΥ) του οικείου ΟΕΒ. Πέρα από τον Κανονισμό Εσωτερικής Υπηρεσίας οι Οργανισμοί μπορούν να συντάσσουν και άλλους Κανονισμούς (όπως Συντήρησης και λειτουργίας Έργων).

Οι ΟΕΒ, μετά το ν.3852/2010 (Πρόγραμμα Καλλικράτης), εποπτεύονται άμεσα από την οικεία αυτοδιοικητική Περιφέρεια, ενώ υψηλή εποπτεία και έλεγχο σε όλους τους ΟΕΒ ασκεί το Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων με τις υπηρεσίες του καθώς όλοι οι ΟΕΒ εμφανίζονται ως εποπτευόμενοι φορείς (ΝΠΙΔ) από το Υπουργείο αυτό στο Μητρώο Υπηρεσιών και Φορέων της Ελληνικής Διοίκησης.

Τα έργα τα οποία διαχειρίζονται είναι στην πλειοψηφία τους πολύ παλιά (κατασκευάστηκαν μέχρι τη δεκαετία του '60) μέχρι σήμερα παρόλα αυτά οι Οργανισμοί αντεπεξήλθαν με επιτυχία και ασφάλεια στην αποστολή τους.

Ένα βασικό πρόβλημα με τη λειτουργία των ΟΕΒ είναι η συχνά απόλυτη έλλειψη αξιόπιστων δεδομένων για τη λειτουργία τους. Σήμερα, δεν γνωρίζουμε καν πόσο ακριβώς είναι!

Υπάρχουν ΟΕΒ για τους οποίους δεν είναι γνωστά βασικά οικονομικά μεγέθη και επομένως, παραμένει άγνωστο το πόσο αποτελεσματική είναι η διαχείριση του νερού στις αντίστοιχες εκτάσεις. Επιπλέον, η μη καταγραφή δεδομένων είναι αρκετά εκτεταμένη ώστε να μην υπάρχει ικανοποιητική εικόνα ούτε για τη συνολική λειτουργία όλων των ΟΕΒ στη χώρα.

Οι ερευνητές υπολογίζουν τον αριθμό των ΟΕΒ σε ολόκληρη τη χώρα σε άνω των 450 και βασίζουν την ανάλυσή τους σε οικονομικά στοιχεία μόνο από τους 118, τα μόνα διαθέσιμα που βρήκαν.

Από τη σκοπιά του κόστους, αυτό είναι σχεδόν 3 λεπτά το κυβικό μέτρο ενώ ο μέσος όρος αγγίζει τα 4 λεπτά το κυβικό. Υπάρχουν βέβαια ΤΟΕΒ που οι τιμές φτάνουν μέχρι τα 30 λεπτά ανά κυβικό. Ο μικρότερος ΤΟΕΒ έχει κόστος δυο φορές υψηλότερο του μέσου όρου.. Αντίστοιχες είναι και οι αυξομειώσεις στις δαπάνες λειτουργίας, συντήρησης και διοίκησης, αν και δεδομένα υπάρχουν για ακόμα λιγότερους ΤΟΕΒ, μόνο 74. Οι διαφορές στα κόστη συντήρησης είναι ενδεικτικές.

"Οι μεγάλες διαφορές εντοπίζονται στους πολύ μικρούς (αλλά και πολυάριθμους) ΤΟΕΒ οι οποίοι διακινούν λιγότερο από 1 εκατομμύριο κυβικά μέτρα νερού", γράφουν οι ερευνητές. "Το μέσο κόστος συντήρησης μεταξύ των ΤΟΕΒ που διακινούν μέχρι και 1 εκατομμύριο κυβικά μέτρα είναι σχεδόν 5 φορές υψηλότερο από τους ΤΟΕΒ που διακινούν 1-5 εκατομμύρια κυβικά"

Ο ΤΟΕΒ ΠΟΡΟΥ (ΓΟΕΒ Λεκανοπεδίου Ιωαννίνων)

Οι δυσμενείς συνθήκες αποχέτευσης και αποστράγγισης της περιοχής του λεκανοπεδίου Ιωαννίνων κίνησαν το κρατικό ενδιαφέρον και από το 1930 άρχισε η προμελέτη για την εκτέλεση των κατάλληλων εγγειοβελτιωτικών έργων (αποχέτευσης-αποστράγγισης-αντιπλημμυρικής προστασίας-άρδευσης) του λεκανοπεδίου, ώστε οι συνθήκες διαβίωσης του αγροτικού πληθυσμού να γίνουν πιο ανεκτές. Για την πλήρη αξιοποίηση και παραγωγική ανάπτυξη της περιοχής κρίθηκε απαραίτητη η κατασκευή των εγγειοβελτιωτικών έργων και αυτό γιατί το αποτέλεσμα των δυσμενών συνθηκών ήταν η απώλεια για γεωργική εκμετάλλευση σημαντικού τμήματος της πεδινής εκτάσεως και η μειωμένη γεωργική απόδοση της περιοχής στο μισό και πλέον.

Τα εγγειοβελτιωτικά έργα στο λεκανοπέδιο τελικά άρχισαν να κατασκευάζονται μετά το 1960. Από στοιχεία του μετεωρολογικού σταθμού Ιωαννίνων έως το 1966 στην αναφερόμενη περιοχή, η μέση ετήσια βροχόπτωση ήταν κοντά στα 1220,0 χιλιοστά ενώ μετά από αναλύσεις τα νερά της λίμνης βρέθηκαν κατάλληλα για άρδευση.

Η απαιτούμενη συνολική ποσότητα νερών για την άρδευση της Α' ζώνης (Λαγκάτσας, Πεδινής, Μπάφρας, Ανατολής) δικαιοδοσίας ΤΟΕΒ Ανατολής και Καστρίτσας, Λογγάδων (δικαιοδοσίας ΤΟΕΒ Πόρου) και για την άρδευση της Β' ζώνης (Περάματος, Ελεούσας, Κρύας, Λαψίστας, Πετσάλι) δικαιοδοσίας ΤΟΕΒ Κρύας Λαψίστας σε περίπτωση κατά την οποία η προς αξιοποίηση αρδευόμενη έκταση δεν υπερβεί το 85%, θα ανέρχεται σε 29.500.000 m³. Σήμερα λόγω αδράνειας του ΤΟΕΒ Ανατολής, η ανάλογη περιοχή δικαιοδοσίας του δεν αρδεύεται, οπότε δεν υφίσταται ανάγκη αύξησης, αλλά αντίθετα μείωσης της άντλησης ποσότητας νερού από την Λίμνη, εξοικονομώντας μαζί με το έργο βελτίωσης, αλλαγής του τρόπου άρδευσης στον ΤΟΕΒ Πόρου – ΤΟΕΒ Κρύας Λαψίστας, μεγάλες ποσότητες νερού.

Από τα παραπάνω γίνεται φανερό ότι η ποσότητα του νερού της λίμνης επηρεάζεται άμεσα από δραστηριότητες όπου αντλούν ποσότητες νερού από το σώμα της.

Η προκύπτουσα ωφελιμότητα έως και σήμερα, από τα κατασκευασμένα εγγειοβελτιωτικά έργα (αποχετευτικά, αποστραγγιστικά, αντιπλημμυρικά και αρδευτικά) είναι πολύ μεγάλη.

Ο Τ.Ο.Ε.Β Πόρου τροφοδοτείται με νερό από τον ΓΟΕΒ Λεκανοπεδίου Ιωαννίνων. Η έδρα του Τ.Ο.Ε.Β Πόρου βρίσκεται στην διασταύρωση Βασιλικής- Δροσοχωρίου Ιωαννίνων (Ζώνη Β), ανήκει στο Υδατικό διαμέρισμα Ηπείρου και στη λεκάνη απορροής Αράχθου. Ιδρύθηκε το 1972 και έχει 3500 μέλη. Απασχολεί μια μόνιμη Γραμματέα και δύο εποχιακούς υδρονομείς.

Η συνολική αρδευσιμη έκταση που εξυπηρετεί είναι περίπου 17.500 στρέμματα και φυσικά αντλεί τα νερά του από τη λίμνη Παμβώτιδα (αντλιοστάσιο Πόρου). Στην περιοχή κατασκευάστηκε νέο αντλιοστάσιο, σε συνέχεια του υπάρχοντος αντλιοστασίου Λογγάδων, ένα ενδιάμεσο αντλιοστάσιο και τρεις δεξαμενές αναρρύθμισης.

Η περιοχή Πόρου εξυπηρετείται από το παραλίμνιο αντλιοστάσιο και τρεις καταθλιπτικούς αγωγούς που οδηγούν σε τρεις υψηλές δεξαμενές απ' όπου τροφοδοτούνται τα αρδευτικά δίκτυα με κλειστούς αγωγούς.

Το νερό οδηγείται στη δεξαμενή του αντλιοστασίου μέσω αγωγού προσαγωγής ορθογωνικής διατομής διαστάσεων 2,00Χ2,00 m και μήκους 4,50 m περίπου.

Τέλος οι αγωγοί των δικτύων είναι από σωλήνες πολυαιθυλενίου μέχρι τη διάμετρο Ø400. Για μεγαλύτερες διαμέτρους εφαρμόστηκαν αγωγοί από χαλυβδοσωλήνες για τα εσωτερικά δίκτυα διανομής ενώ για τους αγωγούς μεταφοράς έγινε χρήση σωλήνων από χυτοσίδηρο. Η χάραξη του

δικτύου έγινε παράλληλα προς το προβλεπόμενο αποχετευτικό δίκτυο αποτελούμενο από τάφρους τραπεζοειδούς διατομής.

Το σύστημα παροχής συμβουλών σχετικά με τη διαχείριση της άρδευσης που λειτουργεί στο ΤΟΕΒ Πόρου

Έχοντας τις ρίζες του σε μία πιλοτική εφαρμογή του 2008, και αξιοποιώντας πακέτα κώδικα που αναπτύχθηκε ως ανοικτό λογισμικό στο πλαίσιο έργων που χρηματοδοτήθηκαν από την ΕΕ, το IRMA_SYS το οποίο έχει φθάσει να είναι ένα εξελιγμένο σύστημα ευφυούς άρδευσης που όμως παραμένει πολύ απλό στη χρήση (IRMASYS, 2023).

Αξιοποιεί δωρεάν αγρο-μετεωρολογικά δεδομένα από το Δίκτυο Ανοιχτής Πληροφορίας Υδροσυστημάτων (system.openhi.net) και πρόβλεψη καιρού από το openweathermap.org και με βάση κατοχυρωμένη μεθοδολογία (OBI), δημιουργεί εικονικούς αγρο-μετεωρολογικούς σταθμούς για κάθε αγροτεμάχιο. Στην συνέχεια χρησιμοποιεί εξελιγμένα μοντέλα εξατμισοδιαπνοής και υγρασίας εδάφους βασισμένα στα πρότυπα του FAO Irrigation and Drainage Paper 56 ώστε να παράγει συμβουλές άρδευσης προσαρμοσμένες σε κάθε αγροτεμάχιο και καλλιέργεια.

Το IRMA_SYS είναι το μόνο επιχειρησιακά λειτουργικό σύστημα μεγάλης κλίμακας στην Ελλάδα που παρέχει άμεσα συμβουλές άρδευσης χωρίς να απαιτεί εγκατάσταση κάποιου ειδικού εξοπλισμού από την μεριά των χρηστών.

Για τη συνεχή εξέλιξη του IRMA_SYS, συνεργάζεται μία ομάδα εξειδικευμένων επιστημόνων που αποτελείται από γεωπόνους, μηχανικούς, φυσικούς και επιστήμονες πληροφορικής

Τα βασικά χαρακτηριστικά του συλλογικού συστήματος συμβουλών άρδευσης IRMA_SYS είναι τα ακόλουθα:

- Αξιοποιεί δεδομένα από στρατηγικά εγκατεστημένους μετεωρολογικούς σταθμούς στην κάθε περιοχή ή/και από πάροχους σχετικών υπηρεσιών
- Αξιοποιεί δεδομένα πρόγνωσης καιρού από πάροχους σχετικών υπηρεσιών, για να παρέχει προβλέψεις για την ποσότητα και το χρόνο άρδευσης.
- Αξιοποιεί δεδομένα από εδαφολογικούς χάρτες.
- Μέσω ειδικών μαθηματικών μοντέλων προκύπτουν αγρομετεωρολογικά δεδομένα (θερμοκρασία και σχετική υγρασία αέρα, ένταση ηλιακής ακτινοβολίας, ταχύτητα ανέμου και ύψος βροχής) για κάθε σημείο της καλυπτόμενης περιοχής, δίνοντας έτσι τη δυνατότητα δημιουργίας απεριόριστου αριθμού εικονικών αγρομετεωρολογικών σταθμών.
- Η καταγραφή των αρδεύσεων μπορεί να γίνεται από τους χρήστες αξιοποιώντας στοιχεία επιθεώρησης του αρδευτικού συστήματος ή εγκατεστημένα υδρόμετρα χωρίς την ανάγκη εγκατάστασης επιπλέον εξοπλισμού. Η χρήση καταγραφικών χρήσης νερού που τροφοδοτούν αυτόματα το σύστημα με σχετική πληροφορία αυξάνουν την ακρίβεια του συστήματος.
- Με βάση διεθνώς αναγνωρισμένα μοντέλα και ερευνητικά δεδομένα σχετικά με τις καλλιέργειες σε Ελληνικές ή παρόμοιες συνθήκες, έχει αναπτυχθεί μοντέλο ισοζυγίου αρδευτικού νερού με βάση το οποίο εκτιμάται, σε ημερήσια βάση, η εδαφική υγρασία στη θέση κάθε εικονικού αγρομετεωρολογικού σταθμού.
- Με βάση το μοντέλο προκύπτουν συμβουλές άρδευσης, δηλαδή συστήνεται πότε να γίνουν αρδεύσεις και πόσο νερό να χορηγηθεί. Παράλληλα παρέχεται πληροφορία σχετικά με την αναμενόμενη υδατική καταπόνηση της καλλιέργειας.
- Η πρόσβαση στα δεδομένα και τις συμβουλές άρδευσης γίνεται μέσω browser (MS Edge, Google Chrome ή άλλου) σε ηλεκτρονικό υπολογιστή, tablet ή smart phone.
- Οι συμβουλές άρδευσης αποστέλλονται μέσω email στον αγρότη και το σύμβουλό του.
- Τα δεδομένα των εικονικών αγρομετεωρολογικών σταθμών καθώς και στοιχεία σχετικά με τις αρδεύσεις που πραγματοποιήθηκαν, την ποσότητα νερού που εφαρμόστηκε και τις

σχετικές συμβουλές για το σύνολο της αρδευτικής περιόδου είναι διαθέσιμα στον αγρότη και τον σύμβουλό του.

Οι μελέτες που πραγματοποιήθηκαν αποδεικνύουν ότι με τη χρήση του συστήματος επιτυγχάνεται εξοικονόμηση νερού άρδευσης μεγαλύτερη από 20% ενώ τα αποτελέσματά τους έχουν δημοσιευτεί σε διεθνή επιστημονικά περιοδικά και έχουν παρουσιαστεί σε διεθνή συνέδρια.

Στην πράξη, όταν δημιουργείται ένα αγροτεμάχιο, ουσιαστικά δημιουργείται ένας εικονικός αγρομετεωρολογικός σταθμός στη θέση που επιλέγεται ως ενδεικτική του αγροτεμαχίου. Ο σταθμός αυτός δεν υπάρχει στην πραγματικότητα αλλά για την θέση στην οποία είναι «εγκατεστημένος» υπολογίζονται χρονοσειρές αγρομετεωρολογικών παραμέτρων, σε ημερήσια βάση, μέσω της ειδικής χωρικής παρεμβολής που αξιοποιεί τα δεδομένα των πραγματικών αγρομετεωρολογικών σταθμών μίας περιοχής

Ο κάθε εικονικός σταθμός έχει χρονοσειρές για τις ακόλουθες παραμέτρους (μονάδες):

- Θερμοκρασία (μέση ημερήσια τιμή, °C)
- Υγρασία (μέση ημερήσια τιμή, %)
- Βροχόπτωση (αθροιστική ημερήσια τιμή, mm)
- Ηλιακή ακτινοβολία (μέση τιμή εικοσιτετράωρου λαμβάνοντας υπόψη τόσο τις τιμές κατά τη διάρκεια της ημέρας όσο και τις νυχτερινές τιμές, W/m²)
- Ταχύτητα ανέμου (μέση ημερήσια τιμή, m/s)
- Εξατμισοδιαπνοή αναφοράς (αθροιστική ημερήσια τιμή, mm)

Όταν καταχωρείται -με οποιονδήποτε από τους διαθέσιμους τρόπους- ο όγκος του νερού που εφαρμόστηκε σε μια άρδευση, το σύστημα υπολογίζει το ύψος (mm) του αρδευτικού νερού που εφαρμόστηκε διαιρώντας τον όγκο (m³) με την διαβρεχόμενη έκταση (m²). Άρα, ο όρος «Διαβρεχόμενη έκταση (m²)» αντιπροσωπεύει την πραγματική επιφάνεια διαβροχής στην οποία διανέμεται το αρδευτικό νερό.

Η διαβρεχόμενη επιφάνεια (ή εμβαδό που διαβρέχεται) δεν είναι κατ' ανάγκη ίση με το σύνολο της επιφάνειας στην οποία αντιστοιχεί ένας εικονικός αγρομετεωρολογικός σταθμός (αγροτεμάχιο). Στον αραβόσιτο (καλαμπόκι) και στο τριφύλλι (μηδική) όπου η καλλιέργεια καλύπτει το σύνολο της επιφάνειας του αγροτεμαχίου και η άρδευση γίνεται με καταιονισμό ώστε να διαβρέχεται όλη η καλλιέργεια, η διαβρεχόμενη επιφάνεια ταυτίζεται με το σύνολο της επιφάνειας του αγροτεμαχίου.

Οι αρδευτικές παράμετροι του εδάφους

Ο όρος «Εδαφική υγρασία στο κορεσμό» αναφέρεται στην ποσότητα του νερού που περιέχεται στο έδαφος όταν όλοι οι πόροι του είναι γεμάτοι με νερό.

Η ποσότητα του εδαφικού νερού μεταξύ κορεσμού και υδατοϊκανότητας ονομάζεται νερό βαρύτητας μιας και δεν συγκρατείται ισχυρά από το έδαφος και η κίνησή του καθορίζεται από τη βαρύτητα. Στα περισσότερα εδάφη το νερό αυτό έχει απομακρυνθεί σε 1-3 ημέρες.

Ο όρος «Υδατοϊκανότητα», αναφέρεται στην ποσότητα του νερού που περιέχεται στο έδαφος όταν στα κενά μεταξύ των εδαφικών συσσωματωμάτων συνυπάρχει νερό και αέρα, ενώ έχει απομακρυνθεί το νερό βαρύτητας.

Το «Σημείο μόνιμης μάρανσης», αφορά το επίπεδο υγρασίας στο έδαφος όταν η υγρασία που έχει απομείνει στο έδαφος αντιστοιχεί στο νερό που είναι ισχυρά προσκολλημένο στα εδαφικά σωματίδια. Το νερό αυτό (ονομάζεται και υγροσκοπικό νερό) δεν είναι διαθέσιμο στα φυτά και εάν η υγρασία στο έδαφος μείνει στο επίπεδο αυτό αργά ή γρήγορα τα φυτά θα ξεραθούν.

Η ποσότητα του εδαφικού νερού μεταξύ υδατοϊκανότητας και σημείου μόνιμης μάρανσης είναι τυπικά διαθέσιμη στα φυτά (ονομάζεται και τριχοειδές νερό). Συνήθως προτιμάται να μην

καταναλώνεται όλη η διαθέσιμη υγρασία και έτσι να φθάνει η καλλιέργεια σε μεγάλα επίπεδα υδατικής καταπόνησης, αλλά ένα μέρος της, το εύκολα διαθέσιμο νερό.

Διαχείριση αρδεύσεων

Το σύστημα θεωρεί ως γενική ημερομηνία έναρξης της αρδευτικής περιόδου τις 15 Μαρτίου. Την ημερομηνία αυτή γίνεται αρχικοποίηση του μοντέλου και το σύστημα θεωρεί ότι η εδαφική υγρασία βρίσκεται στο επίπεδο της υδατοϊκανότητας.

Επίσης, η σελίδα «Αναφορά Άρδευσης» παρέχει λεπτομερείς πληροφορίες για το υδατικό ισοζύγιο σε ημερήσια κλίμακα για την περίοδο πρόβλεψης, ενώ στη σελίδα «Αρδευτική αποδοτικότητα» προβάλλονται για ολόκληρη την αρδευτική περίοδο, μέσω γραφήματος, οι εκτιμήσεις του συστήματος για τις ημερομηνίες και τα ύψη των αρδεύσεων που θα έπρεπε να πραγματοποιηθούν, μαζί με τα ύψη των αρδεύσεων που πραγματοποιήθηκαν και την ενεργό βροχόπτωση. Τα δεδομένα αυτά μπορούν να αποθηκευτούν από το χρήστη μέσω της διαδικασίας: «Λήψη δεδομένων γραφήματος».

Τέλος από το «Ιστορικό καιρού» μπορούν να αποθηκεύσουν ιστορικά αγρομετεωρολογικά δεδομένα από τους εικονικούς αγρομετεωρολογικούς σταθμούς που έχουν δημιουργήσει.

Σε αρδευόμενες καλλιέργειες, εισάγεται από το χρήστη:

- είτε η ποσότητα του νερού (όγκος) σε m^3 που χορηγήθηκε μέσω της κάθε άρδευσης
- είτε η διάρκεια της άρδευσης σε συνδυασμό με την παροχή του συστήματος (m^3/h)
- είτε οι ενδείξεις του υδρομέτρου του συστήματος (m^3)

Αναφορά άρδευσης

Τα δεδομένα που εμφανίζονται αφορούν:

- Ενεργό βροχόπτωση (mm), τη βροχή που αναμένεται να αποθηκευτεί στο έδαφος και να συμβάλει στην αύξηση της εδαφικής υγρασίας
- Υδατικό έλλειμμα (mm), την ποσότητα νερού που χρειάζεται το έδαφος για να φθάσει στην υδατοϊκανότητα. Θετική τιμή υδατικού ελλείματος σημαίνει ότι η υγρασία στο έδαφος βρίσκεται σε επίπεδα κάτω από την υδατοϊκανότητα. Αρνητική τιμή υδατικού ελλείματος σημαίνει ότι η υγρασία στο έδαφος βρίσκεται σε επίπεδα πάνω από την υδατοϊκανότητα και έως τον κορεσμό, δηλαδή υπάρχει περίσσεια υγρασίας στο έδαφος.
- Εδαφική υγρασία (%) κατά όγκο (m^3/m^3)
- Μήνυμα εάν χρειάζεται άρδευση. Αξίζει να τονιστεί οι συμβουλές που δίνει το σύστημα δεν είναι διαταγές και είναι στην ευχέρεια του χρήστη εάν θα τις ακολουθήσει ή όχι.
- Δείκτης υδατικής καταπόνησης, το κατά πόσο αναμένεται να καταπονηθεί η καλλιέργεια εάν η υγρασία μειωθεί κάτω από το επίπεδο του εύκολα διαθέσιμου νερού (καθόλου καταπόνηση όταν ο δείκτης έχει τιμή 1, αυξανόμενη καταπόνηση όταν ο δείκτης λαμβάνει τιμές μικρότερες του 1).
- Δόση άρδευσης (mm), η ποσότητα νερού που χρειάζεται να χορηγηθεί στο έδαφος μέσω της άρδευσης για να φθάσει η υγρασία στα επίπεδα που ορίζονται από το συνδυασμό διαθέσιμης υγρασίας, επιτρεπόμενου υδατικού ελλείματος και συντελεστή βελτιστοποίησης άρδευσης.

Η ανάγκη για άρδευση σηματοδοτείται όταν εκτιμηθεί ότι η υγρασία του εδάφους έχει φτάσει στο κάτω όριο του εύκολα διαθέσιμου νερού (σημείο μεταξύ υδατοϊκανότητας και σημείου μόνιμης μάρανσης).

Αρδευτική αποδοτικότητα

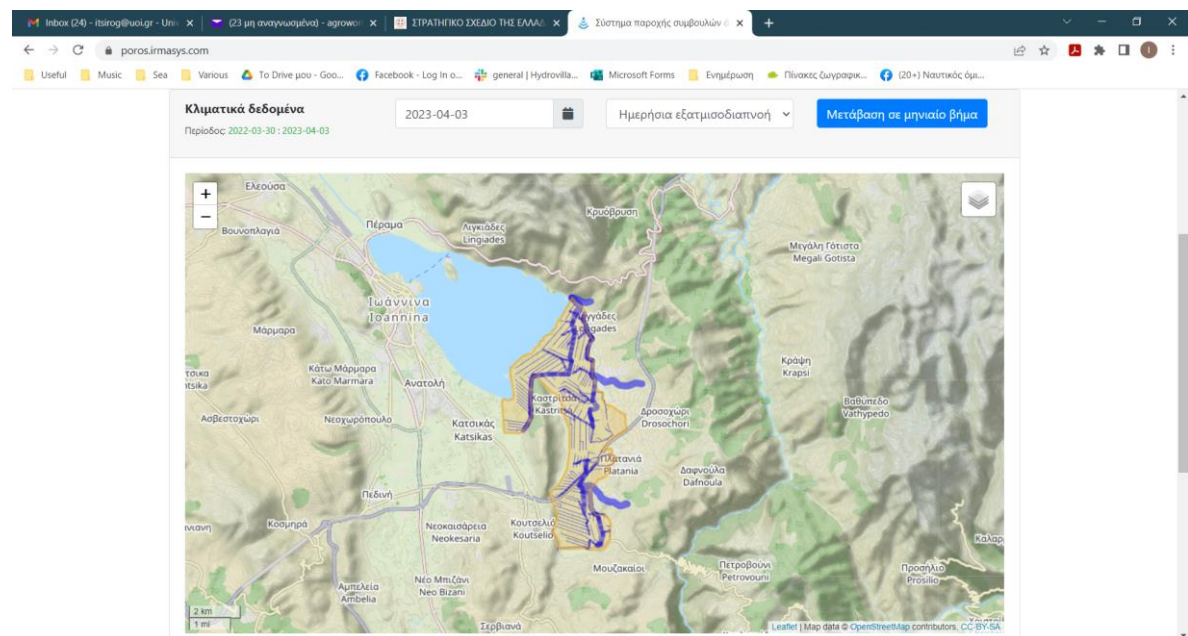
Η αρδευτική αποδοτικότητα παρουσιάζει σε διάγραμμα την εξέλιξη κατά τη διάρκεια της αρδευτικής περιόδου των ακόλουθων παραμέτρων: ενεργός βροχόπτωση, συμβουλές για άρδευση (εκτίμηση αρδευτικών αναγκών) και αρδεύσεις που πραγματοποιήθηκαν. Τα δεδομένα του διαγράμματος μπορούν να ληφθούν και σε αρχείο.

Οι συμβουλές που παρουσιάζονται στο διάγραμμα αρδευτικής αποδοτικότητας είναι η αλληλουχία προτάσεων για άρδευση σύμφωνα με το ισοζύγιο νερού για το συγκεκριμένο αγροτεμάχιο λαμβάνοντας υπόψη τις παραμέτρους του, τον καιρό που έχει καταγραφεί στον αντίστοιχο εικονικό αγρο-μετεωρολογικό σταθμό και θεωρώντας ότι οι προτάσεις αυτές άρδευσης υλοποιούνται ακριβώς όπως προτείνει το σύστημα.

Το σύστημα παροχής συμβουλών άρδευσης που έχει εγκατασταθεί στο ΤΟΕΒ Πόρου

Η αποτελεσματική άρδευση αποτελεί προτεραιότητα και σημαντικό παράγοντα για την επίτευξη βιώσιμης πρωτογενούς παραγωγής

Από το 2021 το σύστημα εγκαταστάθηκε και στον ΤΟΕΒ Πόρου (τμήμα του ΓΟΕΒ Λεκάνης Ιωαννίνων). Το IRMA_SYS του ΤΟΕΒ Πόρου είναι διαθέσιμο εδώ: <https://poros.irmasys.eu/>.



Εικόνα 1 Η περιοχή και το δίκτυο του ΤΟΕΒ Πόρου στο IRMA_SYS

Το κλίμα στην περιοχή και τα όρια χρήσης νερού για τον αραβόσιτο και τη μηδική

Το κλίμα της περιοχής

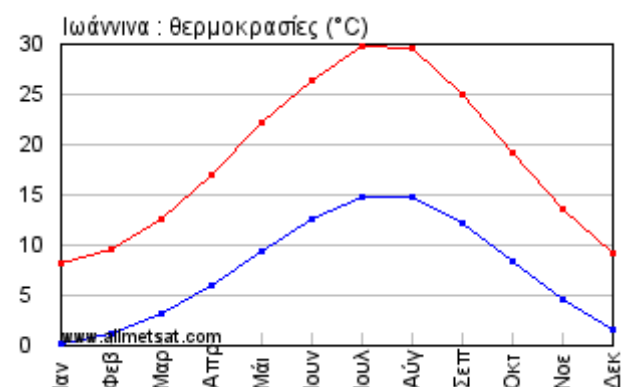
Τα Ιωάννινα είναι πρωτεύουσα της Ηπείρου και βρίσκονται στο βορειοδυτικό τμήμα της χώρας σε υψόμετρο 480μ, είναι κτισμένα στη δυτική ακτή της λίμνης Παμβώτιδας.

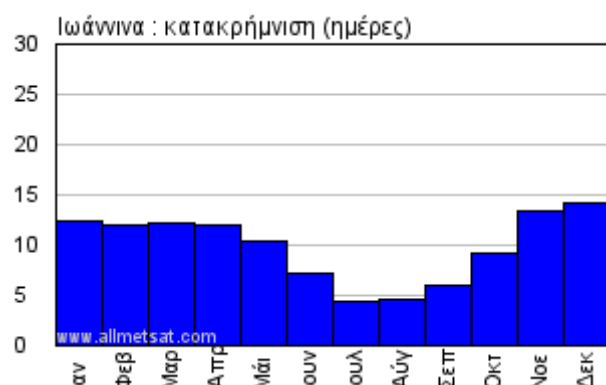
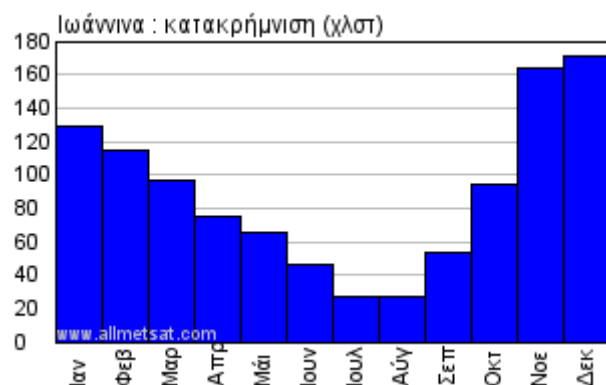
Σύμφωνα με τα στοιχεία του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων (2023), όσο αφορά το κλίμα, το λεκανοπέδιο Ιωαννίνων είναι η μεγαλύτερη πεδινή έκταση της Ηπείρου και διαιρεί το νομό, σε δυο ενιαία τμήματα βόρεια και νότια του αλλά και ενώνει μεσευρωπαϊκά και μεσογειακά γεωγραφικά, κλιματικά και οικολογικά στοιχεία, ανάμεσα στα οποία πολλές ιδιαιτερότητες παρουσιάζουν το κλίμα, η χλωρίδα και η πανίδα. Αυτή η ζώνη συνδυάζει το ζεστό και ήπιο μεσογειακό με το βροχερό και δριμύ μεσευρωπαϊκό κλίμα. Μεγάλες βροχοπτώσεις το χειμώνα και καταιγίδες το καλοκαίρι. Οι χιονοπτώσεις παλαιότερα ήταν έντονες και κάλυπταν το έδαφος αρκετές μέρες, τα τελευταία χρόνια όμως έχουμε μεγαλύτερη ηλιοφάνεια και λιγότερο χιόνι.

Σύμφωνα με το AllMetSat (2023), μήνες με τη μεγαλύτερη βροχόπτωση είναι Οκτώβριος, Νοέμβριος και Δεκέμβριος με 469 mm υετού. Οι περισσότερες βροχοπτώσεις εντοπίζονται Νοέμβριο με μια μέση βροχόπτωση 173 χιλιοστών. Το ετήσιο ποσό βροχόπτωσης στην Ιωάννινα είναι 1047 mm. Η μέση ετήσια θερμοκρασία είναι 21°C. Ο θερμότερος μήνας του έτους είναι ο Ιούλιος, με μέση θερμοκρασία: 30°C. Συνήθως ο Ιανουάριος είναι ο ψυχρότερος μήνας με μέση θερμοκρασία 12°C. Σύμφωνα με την Κλιματική ταξινόμηση Κέππεν τα Ιωάννινα έχουν ένα κλίμα μεταξύ Μεσογειακού (Csa) και υγρού υποτροπικού (Cfa), δεδομένου ότι υπάρχει μόνο ένας καλοκαιρινός μήνας με βροχόπτωση μικρότερη των 40 χιλιοστών. Είναι από τις πιο βροχερές πόλεις της Ελλάδας. Η υψηλότερη θερμοκρασία που έχει καταγραφεί είναι 42,4°C και η χαμηλότερη -13°C.

Κλιματικά δεδομένα Ιωαννίνων													[απόκρυψη]
Μήνας	Ιαν	Φεβ	Μάρ	Απρ	Μάι	Ιούν	Ιούλ	Αύγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ	Έτος
Μέση Μέγιστη °C (°F)	10.1	11.5	14.4	17.7	23.0	27.6	30.8	30.9	26.7	21.2	15.5	11.1	20,0
Μέση Μηνιαία °C (°F)	4.7	6.1	8.8	12.4	17.4	21.9	24.8	24.3	20.1	14.9	9.7	5.9	14,25
Μέση Ελάχιστη °C (°F)	0.2	1.0	3.2	5.9	9.6	12.8	14.9	15.0	12.2	8.5	4.7	1.8	7,5
Υετός mm (ίντσες)	124,2	111,6	95,4	78	69,3	43,5	32	31,2	54	99,5	167,9	174,9	1,181
% υγρασίας	76.9	73.7	69.5	67.9	65.9	59.1	52.4	54.4	63.6	70.8	79.8	81.5	68,0
Μέσες ημέρες κατακρημνίσεων	13.3	12.4	12.8	12.6	11.0	6.9	4.8	4.8	6.5	9.7	13.7	15.2	123,7

Πηγή: Greek National Weather Service [1]





Εικόνα 2 Κλιματικά δεδομένα για τα Ιωάννινα (AllMetSat,(2023)

Τα όρια χρήσης νερού για καλλιέργεια αραβόσιτου και μηδικής στην περιοχή

Τα όρια χρήσης νερού για άρδευση των δύο καλλιεργειών στην υπό μελέτη περίπτωση, υπολογίστηκαν με χρήση της εφαρμογής IRMA_SYS OPIA (<https://play.google.com/store/apps/details?id=org.goodagro.irmasysoria&hl=el&gl=US>) η οποία εφαρμόζει την προσέγγιση που περιγράφεται στην Υπουργική απόφαση Αριθ. Φ.16/6631 (ΦΕΚ Β' 428 2/6/1989) "Προσδιορισμός κατώτατων και ανώτατων ορίων των αναγκαίων ποσοτήτων για την ορθολογική χρήση νερού στην άρδευση". Η προσέγγιση αυτή βασίζεται στη μέθοδο εκτίμησης αναγκών σε νερό των Blaney και Criddle, ενώ δεν λαμβάνει υπόψη βροχοπτώσεις (IRMA_SYS OPIA, 2023)

Αξίζει να σημειωθεί ότι τα "Σχέδια Διαχείρισης Υδατικών Διαμερισμάτων της Ελλάδας" που έχουν συνταχθεί και πρόσφατα αναθεωρηθεί από την Ειδική Γραμματεία Υδάτων του ΥΠΕΚΑ, περιλαμβάνουν σε ορισμένες περιπτώσεις (μεταξύ των οποίων και η Ήπειρος) στοιχεία (κυρίως καλλιεργητικούς συντελεστές) σχετικά με τις ανάγκες των καλλιεργειών σε νερό.

Τα αποτελέσματα για τον αραβόσιτο είναι:

Περιοχή: Ήπειρος

Καλλιέργεια: Καλαμπόκι

Μέθοδος άρδευσης: Τεχνητή βροχή

Είδος συλλογικού δικτύου άρδευσης: Μεγαλύτερο από 1000 στρ

Είδος αγωγού: Κλειστός αγωγός

Αρδευτική περίοδος: 01 Απριλίου - 30 Σεπτεμβρίου

Απρίλιος 56–74 m³/στρέμμα
Μάιος 107–135 m³/στρέμμα
Ιούνιος 149–181 m³/στρέμμα
Ιούλιος 172–204 m³/στρέμμα
Αύγουστος 162–194 m³/στρέμμα
Σεπτέμβριος 88–116 m³/στρέμμα
Σύνολο 734–904 m³/στρέμμα

Τα αποτελέσματα για την μηδική είναι:

Περιοχή: Ήπειρος
Καλλιέργεια: Μηδική
Μέθοδος άρδευσης: Τεχνητή βροχή
Είδος συλλογικού δικτύου άρδευσης: Μεγαλύτερο από 1000 στρ
Είδος αγωγού: Κλειστός αγωγός

Αρδευτική περίοδος: 01 Απριλίου - 30 Σεπτεμβρίου

Απρίλιος 63–84 m³/στρέμμα
Μάιος 121–152 m³/στρέμμα
Ιούνιος 168–206 m³/στρέμμα
Ιούλιος 194–232 m³/στρέμμα
Αύγουστος 185–220 m³/στρέμμα
Σεπτέμβριος 100–131 m³/στρέμμα
Σύνολο 831–1025 m³/στρέμμα

Βασικά στοιχεία σχετικά με την καλλιέργεια αραβόσιτου με αναφορές σε ειδικά στοιχεία που αφορούν την περιοχή μελέτης

Το επιστημονικό όνομα του αραβόσιτου είναι *Zea mays*. Ο αραβόσιτος ανήκει στην οικογένεια των αγραστώδων και έχει πολλά κοινά χαρακτηριστικά με άλλα καλλιεργούμενα σιτηρά όπως το σιτάρι, το ρύζι, το κριθάρι και άλλα

Πιστεύεται ότι πρωτοκαλλιεργήθηκε πριν από 7.000 χρόνια στο Μεξικό. Στην Ευρώπη εισήχθη για πρώτη φορά από τον ίδιο τον Κολόμβο και τους ναύτες του, για να σπαρθεί στη Σεβίλλη το 1494. Η Ελληνική ονομασία του, «αραβόσιτος», σημαίνει «ο σίτος (σιτάρι) των Αράβων». Στον Ελλαδικό χώρο καλλιεργήθηκε για πρώτη φορά στα Ιόνια νησιά το 1576 και από εκεί διαδόθηκε στη Βαλκανική χερσόνησο.

Όλα τα υβρίδια που καλλιεργούνται σήμερα ανήκουν σε έναν μόνο από τους δεκάδες τύπους καλαμποκιού που έχουν καταγραφεί.

Ο τύπος αυτός (Corn Belt Dent) αντιπροσωπεύει μόνο το 2% της γενετικής παραλλακτικότητας του είδους. Φέρεται να έχει δημιουργηθεί στη ζώνη καλαμποκιού των ΗΠΑ κατά το προηγούμενο αιώνα, από τυχαίες διασταυρώσεις σε αγρούς που ξανασπάρθηκαν με τον πρώιμο τύπο λόγω κακού φυτρώματος του όψιμου τύπου.

Σήμερα η έκταση που καλλιεργείται με καλαμπόκι στη χώρα μας ανέρχεται περίπου σε 1,5 εκατ. και η παραγωγή ξεπερνά τα 1,4 εκατ. τόνους.

Το καλαμπόκι αποτελεί απαραίτητο στοιχείο της καθημερινής διατροφής τόσο των ζώων όσο και των ανθρώπων. Χρησιμοποιείται ως πρώτη ύλη για την παραγωγή μεγάλης ποικιλίας προϊόντων, όπως το αλεύρι, ζωτροφές, δημητριακά, γλυκά σιρόπια, μπύρα, ούισκι, βιοκαύσιμα και άλλα.

Μορφολογικά χαρακτηριστικά αραβόσιτου

Είναι ετήσιο, ψηλό φυτό με χοντρό όρθιο και συμπαγή βλαστό, στενά και μακριά φύλλα σε σχήμα σπαθιού και κυματιστά άκρα. Στην κορυφή του φυτού υπάρχει η αρσενική ταξιανθία που σχηματίζει θύσανο και λέγεται φόβη. Η θηλυκή ταξιανθία αποτελείται από ένα πλατύ στάχυ με παχύ άξονα, πάνω στον οποίο βρίσκονται τα άνθη σε σειρές. Η ταξιανθία αυτή ονομάζεται σπάδικας. Στη συνέχεια τη θέση των ανθών παίρνουν οι κόκκοι που καλύπτονται από φύλλα ενώ στην κορυφή του σπάδικα υπάρχει θύσανος αποτελούμενος από πολλές μακριές τριχοειδείς κλωστές.

Το φυτό ευδοκimeί σε θερμά κλίματα με άφθονες βροχοπτώσεις, αλλά μπορεί να προσαρμοστεί σε διάφορα περιβάλλοντα. Σε συνδυασμό με την υψηλή του απόδοση και την περιεκτικότητά του σε άμυλο, έγινε μια από τις πιο «επιτυχημένες» και πιο δημοφιλείς καλλιέργειες παγκοσμίως, αφού το βρίσκουμε σε περισσότερες από 160 χώρες. Η σπορά γίνεται συνήθως στις αρχές ή στα μέσα της άνοιξης και η συγκομιδή στα τέλη του καλοκαιριού με αρχές φθινοπώρου.

Ο μέσος κόκκος καλαμποκιού έχει μήκος 8–17 mm και πλάτος 4–6 mm. Κατά μέσο όρο 1.000 κόκκοι ζυγίζουν 250–400 g.

Ο κόκκος του καλαμποκιού αποτελείται από τρεις στρώσεις.

- Η πρώτη που ξεκινά από έξω είναι το περικάρπιο. Το περικάρπιο είναι το μέρος του σπόρου που είναι πλούσιο σε φυτικές ίνες.
- Η δεύτερη είναι το ενδοσπέρμιο που περιέχει κυρίως υδατάνθρακες
- Η τρίτη είναι το έμβρυο, όπου υπάρχουν πρωτεΐνες, βιταμίνες και μέταλλα.

Οι βασικές κατηγορίες αραβόσιτου είναι οι ακόλουθες:

- Οδοντωτό καλαμπόκι – Τύπος Dent Corn: Αυτό το είδος καλαμποκιού είναι το πιο δημοφιλές (πάνω από το 90% της παραγωγής καλαμποκιού) και χρησιμοποιείται κυρίως για την παραγωγή ζωοτροφών. Ο καρπός αυτού του τύπου είναι ξηρός και κίτρινος.
- Σκληρόκοκκος αραβόσιτος – Πολύχρωμο καλαμπόκι – Τύπος Flint Corn: Αυτό το είδος καλαμποκιού το συναντάμε κυρίως σε ψυχρότερα κλίματα. Ωριμάζει νωρίτερα από τους άλλους τύπους και έχει λείους λευκούς έως κόκκινους πυρήνες.
- Καλαμπόκι για αλεύρι: Αυτό το είδος καλλιεργείται κυρίως στις ΗΠΑ για παραγωγή αλευριού και μύρας.
- Γλυκό καλαμπόκι: Αυτό το είδος παράγεται για ωμή κατανάλωση λόγω της γλυκιάς του γεύσης. Το χρησιμοποιούμε και για την παραγωγή σιροπιών. Οι πυρήνες αυτού του τύπου είναι ζαρωμένοι και έχουν λευκούς έως κιτρινωπούς χρωματισμούς.
- Ποπ κορν: Αυτό το είδος καλαμποκιού έχει μικρούς σκληρούς κόκκους, σχεδόν σφαιρικούς, που “σκάνε” σε υψηλές θερμοκρασίες, παράγοντας το δημοφιλές σνακ ποπ κορν.
- Κυρώδης αραβόσιτος: Αυτό το είδος καλαμποκιού χρησιμοποιείται κυρίως για την παραγωγή αμύλου.

Καλλιέργεια του αραβόσιτου

Στα συμβατικά συστήματα, οι αγρότες οργώνουν 1 έως 3 φορές. Συνίσταται ιδιαίτερα να αποφεύγονται τα περιττά οργώματα που μπορούν να βλάψουν τη δομή του εδάφους και να το συμπιέσουν. Εκτός από τη συμβατική άροση, ο γεωργός μπορεί να εφαρμόσει άροση με ταυτόχρονη προσθήκη κοπριάς, μειωμένη άροση ή και μηδενική. Και τα τέσσερα συστήματα έχουν πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα και ο αγρότης θα πρέπει να τα εξετάσει προσεκτικά πριν επιλέξει ποιο σχέδιο ταιριάζει καλύτερα στη δική του περίπτωση.

Ο σπόρος που χρησιμοποιείται πρέπει πάντα να είναι πιστοποιημένος. Με αυτόν τον τρόπο, ο γεωργός μπορεί να είναι σίγουρος για ορισμένα σημαντικά χαρακτηριστικά των σπόρων αραβόσιτου:

- Ομοιομορφία και ποσοστό βλάστησης (>85%). Η μεγάλη πλειοψηφία των σπόρων βλασταίνει ταυτόχρονα, πράγμα που σημαίνει ότι και όλα τα φυτά θα αναπτυχθούν ταυτόχρονα, οδηγώντας σε μια πυκνή καλλιέργεια, με καλή ανταγωνιστική ικανότητα ως προς τα ζιζάνια. Επίσης, με αυτόν τον τρόπο είναι πιο εύκολο να καθοριστεί μια ημερομηνία συγκομιδής.
- Αυθεντικότητα, από άποψη ποικιλίας (98%), καθαρότητα (χωρίς ξένα σώματα) και υγεία σπόρων (απαλλαγμένοι από ασθένειες και προσβολές από έντομα).

Ένας παράγοντας που πρέπει να ληφθεί υπόψη στην καλλιέργεια καλαμποκιού είναι το κλίμα. Το καλαμπόκι είναι καλλιέργεια θερμής περιόδου. Προτιμά ελαφρώς μέτριες έως υψηλές θερμοκρασίες για να ευδοκιμήσει και είναι ευαίσθητο στον παγετό. Οι περισσότερες ποικιλίες αρχίζουν να έχουν προβλήματα σε θερμοκρασίες κάτω των 10 °C (50 °F). Ωστόσο, ορισμένες ποικιλίες μπορεί να αντέξουν έως και στους 0 °C (32 °F). Οι εξαιρετικά υψηλές θερμοκρασίες >45 °C (113 °F) προκαλούν επίσης προβλήματα. Ως βέλτιστες θερμοκρασίες, θεωρούμε τις μέσες θερμοκρασίες 20-22 °C (68 °F έως 73 °F)

Η μέση ημερήσια θερμοκρασία πρέπει να είναι πάνω από 15 °C (59 F) για να αναπτυχθεί. Υπάρχουν διαφορές μεταξύ των εμπορικών ποικιλιών αραβοσίτου ως προς την προσαρμοστικότητα σε διαφορετικές θερμοκρασίες. Κατά γενικό κανόνα οι σπόροι του μπορούν να βλαστήσουν όταν η θερμοκρασία είναι πάνω από 8-10 °C. Η βλάστηση είναι ταχύτερη και πιο ομοιόμορφη σε υψηλότερες θερμοκρασίες εδάφους (16-18 °C). Αυτός είναι και ο λόγος για τον οποίο οι βιολογικοί παραγωγοί επιλέγουν γενικά να σπείρουν λίγο αργότερα (η ταχύτερη ανάπτυξη του φυτού καλαμποκιού δίνει ένα προβάδισμα στην καλλιέργεια ενάντια στα ζιζάνια).

Σε συστήματα ακαλλιέργειας (χωρίς κατεργασία εδάφους), η σπορά γίνεται μία εβδομάδα αργότερα σε σύγκριση με χωράφια που οργώνονται συμβατικά. Αυτό συμβαίνει επειδή η θερμοκρασία του εδάφους σε βάθος 4-6 cm (2 ίντσες) είναι συνήθως πιο χαμηλή.

Ο αραβόσιτος είναι ευαίσθητος σε υψηλές θερμοκρασίες και ξηρασία κατά τη γονιμοποίηση των ταξιανθιών και την ωρίμανση των κόκκων. Για την αποφυγή των υψηλών θερμοκρασιών (32°C – 45°C), που έχουν σαν συνέπεια τη μείωση της απόδοσης, ο γεωργός μπορεί να επιλέξει πρώιμες ποικιλίες (με μικρότερο κύκλο ζωής) ή να μεταθέσει, αν είναι δυνατόν, την ημέρα φύτευσης λίγο νωρίτερα. Γενικά, η όψιμη σπορά θα οδηγήσει σε μείωση της απόδοσης. Αυτό συμβαίνει επειδή τα φυτά αραβοσίτου δεν έχουν τον απαραίτητο χρόνο για να ωριμάσουν πριν από τον πρώτο φθινοπωρινό παγετό. Το πρόβλημα είναι ακόμη μεγαλύτερο στις ποικιλίες αραβοσίτου όψιμης ωρίμανσης. Το καλαμπόκι που καλλιεργείται για ζωοτροφή δεν έχει τόσο αυστηρές απαιτήσεις θερμοκρασίας.

Η σπορά του αραβοσίτου πρέπει να γίνεται όταν η περιεκτικότητα σε υγρασία του εδάφους είναι στο βέλτιστο επίπεδο, δηλαδή κάτω από τα επίπεδα ικανότητας συγκράτησης νερού του συγκεκριμένου χωραφιού (συνήθως 2-3 ημέρες μετά από μια βροχόπτωση). Φυσικά, αυτό το χρονικό διάστημα εξαρτάται και από τη δομή του εδάφους. Ο αγρότης μπορεί να αρχίσει τη σπορά όταν το έδαφος είναι στεγνό σε βάθος 4 ιντσών (10 cm) από την επιφάνεια. Πρέπει να αποφεύγετε τη σπορά όταν το έδαφος είναι πολύ υγρό, καθώς αυτό θα συμβάλει στη συμπίεση του εδάφους και θα επηρεάσει αρνητικά τη βλάστηση και το φύτευμα των σπόρων.

Το βάθος σποράς είναι συνήθως 4 έως 7 cm (1,5-2,7 ίντσες). Όταν οι εδαφικές συνθήκες είναι ευνοϊκές και αναμένονται βροχοπτώσεις, οι σπόροι μπορούν να σπαρθούν πιο κοντά στην επιφάνεια, αλλά ποτέ σε βάθος μικρότερο από 2,5-4 cm. Η πολύ ρηχή ή βαθιά σπορά θα δημιουργήσει επίσης προβλήματα στο φύτευμα των σπόρων.

Προτείνεται, αν είναι δυνατόν, η αποφυγή της σποράς με το χέρι (άπλωμα των σπόρων, τυχαία τοποθέτηση σπόρων). Η ομοιόμορφη απόσταση μεταξύ σπόρων-φυτών μπορεί να αυξήσει την απόδοση και να διευκολύνει τον έλεγχο των ζιζανίων ακόμη και μετά την εμφάνιση των φυτών. Η απόσταση μεταξύ των σειρών κυμαίνεται μεταξύ 0,6 και 1 m. Όταν το καλαμπόκι καλλιεργείται για ζωοτροφές, ο πληθυσμός των φυτών είναι υψηλότερος (συνήθως κατά 50%)

Στα αρδευόμενα χωράφια, οι αγρότες συνήθως σπέρνουν περισσότερο αριθμό φυτών ανά τμ γης. Στον αντίποδα αυτού η σπορά μεγαλύτερου από τον κανονικό αριθμό φυτών ανά στρέμμα μπορεί να οδηγήσει στην ανάπτυξη υπερβολικά ψηλών φυτών, σε μια προσπάθεια για καλύτερη πρόσβαση στο φως του ήλιου. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τα φυτά να αρχίζουν να γέρνουν, εφόσον το στέλεχος δεν μπορεί να τα στηρίξει. Επιπλέον, οι απαιτήσεις σε νερό και λίπανση αυξάνονται.

Άρδευση αραβόσιτου

Προγραμματισμός άρδευσης αραβόσιτου

Η ποσότητα του νερού που παρέχεται στα φυτά μέσω του συστήματος άρδευσης εξαρτάται από τα ακόλουθα:

- Τύπος εδάφους (ικανότητα συγκράτησης νερού στο έδαφος, περιεκτικότητα εδάφους σε υγρασία). Ο τύπος του εδάφους πρέπει πάντα να λαμβάνεται υπόψη κατά τον υπολογισμό των απαιτούμενων ποσοτήτων νερού. Για παράδειγμα, τα αμμώδη εδάφη μπορεί να απαιτούν έως και 8 φορές περισσότερο νερό από άλλους τύπους εδάφους
- Περιβαλλοντικές συνθήκες και βροχοπτώσεις (θα επηρεάσουν την ένταση της εξάτμισης και θα εξισορροπήσουν την εισροή νερού που απαιτείται από την άρδευση)
- Ποικιλία και επιθυμητές αποδόσεις
- Ημερομηνία φύτευσης (οι καλλιέργειες που έχουν σπαρθεί νωρίτερα θα χρειαστούν λιγότερο νερό μέσω της άρδευσης)
- Η αποτελεσματικότητα της άρδευσης. Γενικά, είναι προτιμότερο να παράσχεται μέτρια έως μικρή ποσότητα νερού ανά πότισμα, ειδικά σε ελαφρύτερα εδάφη.
- Σε μήνες με υψηλές θερμοκρασίες και λιγότερες ή καθόλου βροχοπτώσεις, οι απαιτήσεις σε νερό των καλά αναπτυγμένων φυτών αραβοσίτου μπορεί να φτάσουν τα 60 mm την εβδομάδα (περίπου 2-3 λίτρα την ημέρα).

Στάδια ανάπτυξης και απαιτήσεις σε νερό του αραβόσιτου

Είναι πολύ σημαντικό για τον γεωργό να γνωρίζει πώς κυμαίνονται οι ανάγκες της καλλιέργειας σε νερό κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου και ποιες είναι οι πιο κρίσιμες περιόδους. Ανάλογα με τη διαθεσιμότητα του νερού άρδευσης, ο γεωργός μπορεί να προχωρήσει σε 3 έως 9 (ή έως 11 για ελαφρά εδάφη) ποτίσματα κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου αραβοσίτου. Το πρώτο πότισμα πρέπει να γίνει πριν ή αμέσως μετά τη σπορά για να αυξηθεί η περιεκτικότητα του εδάφους σε υγρασία και να βοηθηθούν οι σπόροι να βλαστήσουν. Σε κάθε περίπτωση, 1 με 3 ποτίσματα ακόμη θα πρέπει να καλύπτουν τις ανάγκες του φυτού στο τέλος της βλαστικής περιόδου και της ανθοφορίας, διατηρώντας την υγρασία του εδάφους έως και 60%. Συνήθως, η παροχή νερού σταματά μετά το στάδιο της ανθοφορίας. Είναι σημαντικό να λαμβάνεται υπόψη ότι οποιοδήποτε πρόγραμμα άρδευσης δεν καλύπτει πλήρως τις ανάγκες της καλλιέργειας σε κάθε στάδιο ανάπτυξης, θα έχει ως αποτέλεσμα κάποια μείωση στην απόδοση.

Οι ανάγκες των φυτών σε νερό αλλάζουν κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου. Καθώς τα φυτά αναπτύσσουν μεγαλύτερη επιφάνεια φύλλων, η ζήτηση για νερό αυξάνεται, πλησιάζοντας το μέγιστο όταν έχει αναπτυχθεί πλήρως το υπέργειο μέρος των φυτών (40-60 ημέρες μετά τη φύτευση).

Ο αραβόσιτος φτάνει τελικά στη μέγιστη ζήτηση νερού και είναι ιδιαίτερα ευαίσθητος στη λειψυδρία κατά το στάδιο της ανθοφορίας και το πρώιμο γέμισμα των κόκκων (60-95 ημέρες μετά τη φύτευση). Αυτό σημαίνει ότι ένα σοβαρό έλλειμμα νερού σε αυτό το στάδιο θα επηρεάσει αρνητικά τη γονιμοποίηση, τον αριθμό των κόκκων ανά στάχυ και, ως εκ τούτου, την τελική απόδοση του αραβοσίτου.

Πιο συγκεκριμένα, εάν η υγρασία του εδάφους στο διάστημα αυτό παραμένει στο σημείο μαρασμού για 1-2 ημέρες ή 6-8 ημέρες, η τελική απόδοση μπορεί να μειωθεί έως και 20% και πάνω από 50%, αντίστοιχα. Αντίθετα, ο αραβόσιτος είναι πιο ανθεκτικός στην έλλειψη νερού κατά τα πρώιμα στάδια της βλαστικής ανάπτυξης (έως 40 ημέρες μετά τη φύτευση) και στα στάδια της όψιμης πλήρωσης και ωρίμανσης των κόκκων (μετά από 110 ημέρες από τη φύτευση).

Το υπερβολικό πότισμα μπορεί επίσης να προκαλέσει σημαντικά προβλήματα και να επηρεάσει αρνητικά την τελική απόδοση του καλαμποκιού. Ειδικά κατά τη διάρκεια της ανθοφορίας, μπορεί να μειώσει την απόδοση ενός φυτού πάνω από 50%.

Μέθοδοι άρδευσης που χρησιμοποιούνται στην καλλιέργεια αραβόσιτου

Πότισμα με αυλάκια

Η μέθοδος εφαρμόζεται σε περιοχές με άφθονους υδάτινους πόρους και αποκλειστικά και μόνο σε χωράφια με κλίση μικρότερη από 0,5%. Σε περίπτωση που υπάρχει μεγάλος κίνδυνος υποβάθμισης και διάβρωσης του εδάφους, θα πρέπει να αποφεύγεται. Μεγάλη προσοχή χρειάζεται σε βαριά εδάφη, με κακή αποστράγγιση και σε χωράφια με υψηλή περιεκτικότητα σε άλατα (το καλαμπόκι είναι πολύ ευαίσθητο). Τέλος, κατά τους πιο θερμούς μήνες του χρόνου, θα υπάρξει μεγάλη απώλεια νερού λόγω εξάτμισης.

Πότισμα με ψεκαστήρες/μπεκ (πότισμα με εκτοξευτήρα βροχής)

Είναι μια από τις πιο ευρέως χρησιμοποιούμενες μεθόδους άρδευσης στον αραβόσιτο, ιδιαίτερα σε μεγάλα χωράφια. Τέτοια συστήματα απαιτούν σωλήνες που μπορούν να λειτουργήσουν σε αρκετά υψηλή πίεση (πάνω από 8 bar). Οι ψεκαστήρες συνήθως παρέχουν νερό με ταχύτητα ροής μεταξύ 18 και 30 m³ την ώρα (30.000 λίτρα την ώρα). Το πότισμα με ψεκαστήρες τροποποιεί το μικροκλίμα γύρω από το υπέργειο μέρος (την κόμη) του φυτού και μπορεί να μειώσει τη διαπνοή και τη θερμοκρασία των φύλλων. Με βάση πειραματικά αποτελέσματα, το πότισμα με ψεκαστήρες κατά τη διάρκεια της νύχτας μπορεί να αυξήσει κατά 10% την τελική απόδοση των φυτών.

Αυτή η τεχνική έχει τρία βασικά προβλήματα.

- Πρώτον, υπάρχει μεγάλη απώλεια νερού λόγω του ανέμου και της εξάτμισης.
- Δεύτερον, καθώς το φυτό μεγαλώνει, γίνεται πιο δύσκολη η μετακίνηση του εξοπλισμού μέσα στο χωράφι χωρίς να υπάρξει βλάβη στην καλλιέργεια. Κυρίως, εάν οι καταιονιστήρες δεν είναι εγκατεστημένοι στην επιφάνεια του εδάφους. Σε αυτό το σημείο θα πρέπει να αναφερθεί ότι μια τέτοια μόνιμη εγκατάσταση έχει αρκετά υψηλό κόστος και ο αγρότης θα πρέπει να το λάβει υπόψη του πριν αποφασίσει.

Τέλος, η μέθοδος αυτή αυξάνει την περιεκτικότητα της κόμης σε νερό και υγρασία, δημιουργώντας ευνοϊκές συνθήκες για μυκητιάσεις.

Επιπλέον, η άρδευση με εκτοξευτήρες τεχνητής βροχής (κανόνια) μπορεί να δημιουργήσει κάποια προβλήματα στην επικονίαση και τη γονιμοποίηση των φυτών αραβοσίτου, όταν γίνεται κατά την περίοδο της ανθοφορίας (την πιο κρίσιμη περίοδο με τις μεγαλύτερες απαιτήσεις σε νερό).

Στάγδην άρδευση

Όλο και περισσότεροι αγρότες επιλέγουν να ποτίζουν τα χωράφια τους χρησιμοποιώντας υπέργεια στάγδην άρδευση, λόγω της μεγαλύτερης εξοικονόμησης νερού (25-55%), της αύξησης της αποδοτικότητας χρήσης νερού και, τέλος, των υψηλότερων αποδόσεων που επιτυγχάνονται με αυτό το σύστημα. Σε σύγκριση με τους καταιονιστήρες, η στάγδην άρδευση έχει ένα επιπλέον πλεονέκτημα ότι δεν βρέχει τα φύλλα των φυτών, μειώνοντας έτσι τον κίνδυνο μυκητιακών ασθενειών. Το σύστημα έχει δοκιμαστεί με επιτυχία και χρησιμοποιείται για πάνω από μια δεκαετία σε διαφορετικά κλίματα (εύκρατες και υπό-τροπικές ζώνες).

Επιπλέον, η χρήση της στάγδην άρδευσης προσφέρει τη δυνατότητα στον αγρότη να εφαρμόσει και λίπανση (εφαρμογή λιπασμάτων μέσω του συστήματος άρδευσης). Συνήθως, οι σταλάκτες που χρησιμοποιούνται έχουν παροχή 1 λίτρο την ώρα.

Οι σωλήνες άρδευσης τοποθετούνται συνήθως σειρά παρά σειρά φυτών και οι σταλάκτες απέχουν μεταξύ τους 1,4-1,6 μέτρα.

Καλλιέργεια αραβόσιτου στην περιοχή των Ιωαννίνων

Το λεκανοπέδιο Ιωαννίνων έχει έκταση 75.000 στρέμματα από τα οποία καλλιεργήσιμα είναι τα 66.000 στρέμματα. Υπάρχουν 4 αντλιοστάσια του ΤΟΕΒ Κρύας- Λάψιστας (Τοπικός Οργανισμός Εγγείων Βελτιώσεων) που συλλέγουν τα νερά από την κεντρική τάφρο της Λάψιστας και τα

διοχετεύουν για την άρδευση των καλλιεργειών του λεκανοπεδίου με επιφανειακή άρδευση ή με τεχνητή βροχή. Τα υπάρχοντα αρδευτικά έργα καλύπτουν μία έκταση 63.004 στρέμματα, από τα οποία τα 30.403 στρέμματα εξυπηρετούνται με επιφανειακή άρδευση ενώ τα 32.601 στρέμματα εξυπηρετούνται με τεχνητή βροχή (Σταμουλάκης κ.α., 2001). Όσον αφορά τα προϊόντα που καλλιεργούνται κυριαρχεί σαφώς η καλλιέργεια του αραβοσίτου. Η αυξημένη καλλιέργεια του οφείλεται σε πολλούς παράγοντες όπως οι πολυάριθμες πτηνοτροφικές μονάδες, η διάθεση μεγάλων ποσοτήτων υδάτων για άρδευση και οι κρατικές επιχορηγήσεις.

Η διάρθρωση των αροτραίων καλλιεργειών χαρακτηρίζεται από την υψηλή συμμετοχή της μηδικής, του αραβόσιτου και της σίκαλης, καλλιέργειες που καλύπτουν έκταση στρεμμάτων (80,2% της έκτασης με αροτραίες καλλιέργειες ή 63,2% τη συνολικής καλλιεργούμενης γεωργικής γης). Το γεγονός αυτό είναι αναμενόμενο καθώς τα προϊόντα αυτά χρησιμοποιούνται ως ζωτροφές για την κτηνοτροφία της περιοχής.

Οι μεγαλύτερες εκτάσεις καλλιέργειας μηδικής και αραβοσίτου βρίσκονται μέσα στα όρια των δήμων Παμβώτιδας και Πασσαρώνος. Ειδικότερα, στα Ελεούσης, Κάτσικα, Κουτσελιού, (δεν περιλαμβάνεται στην περιοχή Οικοανάπτυξης), Καστρίτης και Περάματος όπου συγκεντρώνεται το 25% των αροτραίων καλλιεργειών καλλιεργείται το 35% περίπου της μηδικής, και το 30% του αραβόσιτου.

Απ την άλλη η μόνιμα χαμηλή τιμή των τελευταίων χρόνων έχει ως αποτέλεσμα τη συνεχή μείωση των καλλιεργούμενων εκτάσεων. Ένα παρήγορο στοιχείο φαίνεται να είναι οι βελτιώσεις των αποδόσεων των νέων κυρίως υβριδίων, όταν αυτά συνδυάζονται με κάποιες διαφοροποιήσεις στην τεχνική καλλιέργειας και εφόσον το κόστος των αρδεύσεων και γενικά της ενέργειας είναι επεικώς ανεκτό μπορεί να κάνει την καλλιέργεια κάπως πιο συμφέρουσα .

Το κυρίαρχο πάντως ζήτημα παραμένει ακόμα και για τον κάμπο των ιωαννίνων και δεν είναι άλλο απ το ότι, η περίπτωση του καλαμποκιού έχει να κάνει με μια δαπανηρή γενικά καλλιέργεια με στενό εύρος κερδοφορίας, η οποία δεν ενδείκνυται σε εποχές περιορισμένης ρευστότητας παρά τη μικρή γκάμα επιλογών στις εκτατικές καλλιέργειες. Δεν είναι τυχαίο το γεγονός ότι το φάσμα των αγροτών που επιμένουν στην παραγωγή του καλαμποκιού περιορίζεται σε μεγάλους κατά βάση καλλιεργητές οι οποίοι έχουν επενδύσει σε κατάλληλο εξοπλισμό, ενώ υποχρεώνονται κάποιες φορές να το ακολουθήσουν έστω και σαν μια καλή λύση αμειψισποράς.

Βασικά στοιχεία σχετικά με την καλλιέργεια μηδικής με αναφορές σε ειδικά στοιχεία που αφορούν την περιοχή μελέτης

Η μηδική ή αλλιώς *Medicago Sativa*, είναι ανθοφόρο φυτό που ανήκει στην οικογένεια των ψυχανθών. Περιλαμβάνει τουλάχιστον 87 είδη και συναντάται γύρω από την λεκάνη της Μεσογείου. Διεθνώς αναφέρεται ως 'alfalfa' που σημαίνει 'Ο πατέρας όλων των τροφών'. Έχει καταγωγή από το Ιράν και την Ελλάδα. Είναι ένα πολυετές φυτό που σχηματίζει μπλε με μωβ άνθη. Ανήκει στην οικογένεια Fabaceae (η οικογένεια που περιλαμβάνει φασόλια και αρακά). Είναι η πιο σημαντική κτηνοτροφική καλλιέργεια στον κόσμο.

Το φυτό της μηδικής είναι αζωτοδεσμευτικό. Ουσιαστικά είναι μια φυσική πηγή αζώτου, επειδή φιλοξενεί συμβιωτικά βακτηρίδια εδάφους (ριζόβια) στα οζίδια των ριζών που "στερεώνουν" (δεσμεύουν και αποθέτουν) άζωτο από τον αέρα στο έδαφος. Έτσι, καθιστά το αζώτο προσβάσιμο σε άλλα γειτονικά φυτά.

Λόγω της θρεπτικής αξίας και της ευρύτατης καλλιέργειας της, παγκόσμια καταλαμβάνει περίπου 300 εκατομμύρια στρέμματα. Στην Ελλάδα ανέρχονται περίπου στα 1.500.000 στρέμματα, αφού αποτελεί το σημαντικότερο κτηνοτροφικό φυτό, ιδιαίτερα στην Κεντρική, Δυτική και Βόρεια Ελλάδα. Η καλλιέργεια της γίνεται για τη παραγωγή σανού-ενσίρωματος και χλωρού χόρτου. Είναι κατά βάση αρδρευόμενη καλλιέργεια και όχι τόσο ξηρική. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως τροφή αλόγων, προβάτων, αιγών, χοίρων, κοτόπουλων και αγελάδων γαλακτοπαραγωγής. Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί ως σανό, ενσίρωμα, χλωρά λίπανση αλλά και ως καλλιέργεια εδαφοκάλυψης.

Η μηδική μπορεί τέλος να καταναλωθεί από τον άνθρωπο (οι φρέσκοι νεαροί βλαστοί, τα φύτρα και όχι οι σπόροι).

Περιέχει υψηλά επίπεδα πολλών βασικών βιταμινών, όπως A, B, D, E, K και είναι πλούσια σε μεταλλικά στοιχεία. Στον άνθρωπο φαίνεται να έχει φαρμακευτικές ιδιότητες καθώς βοηθά στην καταπολέμηση της αρθρίτιδας, στη μείωση της χοληστερόλης καθώς και λοιμώξεων του ουροποιητικού συστήματος (νεφρών, ουροδόχου κύστης και προστάτη).

Μερικοί ερευνητές υποστηρίζουν ότι η μηδική είναι πράγματι η σημαντικότερη καλλιέργεια στον κόσμο, αν και το μεγαλύτερο μέρος της παραγωγής δεν καταναλώνεται άμεσα από τον άνθρωπο, όπως για παράδειγμα γίνεται με το σιτάρι και το κριθάρι. Εάν δεν υπήρχε η μηδική, η παγκόσμια βιομηχανία κρέατος και γαλακτοκομικών προϊόντων (μεταξύ άλλων) θα ήταν διαφορετική, πιθανώς σημαντικά μικρότερη ή λιγότερο αποδοτική.

Καλλιέργεια της μηδικής

Για την σπορά της μηδικής απαιτείται θερμοκρασία εδάφους μεγαλύτερη από 8-10 °C βαθμούς Κελσίου. Στην Ελλάδα η σπορά γίνεται από τέλη Φεβρουαρίου μέχρι μέσα Μαρτίου. Χρησιμοποιείται 1,5 μέχρι 3 kg σπόρου ανά στρέμμα σε αποστάσεις 18-15 cm μεταξύ των γραμμών ώστε η πυκνότητα να φτάνει τα 22.000 μέχρι 55.000 φυτά ανά στρέμμα. Για τα ελληνικά δεδομένα τα 2kg σπόρου θεωρούνται ικανοποιητικά για την εγκατάσταση μιας παραγωγικής σανοδοτικής φυτείας.

Η παραδοσιακή προετοιμασία του εδάφους αρχίζει με όργωμα κυρίως το Φθινόπωρο, όπου και ενσωματώνονται και τα φυτικά υπολείμματα από τη προηγούμενη καλλιέργεια. Όσον αφορά την αρδευόμενη καλλιέργεια προτιμάται βαθύ όργωμα για το σπάσιμο του αδιαπέραστου στρώματος του εδάφους.

Απαραίτητη κρίνεται η καταστροφή των ζιζανίων ιδίως των πολυετών , πριν από τη σπορά με ζιζανιοκτόνα που δεν βλάπτουν τα νεαρά φυτά της μηδικής. Η μηδική αναπτύσσεται σε διάφορες συνθήκες υγρασίας στο έδαφος .

Υπάρχουν πάνω από 200 γνωστές ποικιλίες μηδικής, αλλά μόνο 6-8 χρησιμοποιούνται εμπορικά σε μια ευρεία κλίμακα. Σε ένα γενικότερο πλαίσιο, διαφορετικές ποικιλίες τριφυλλίου έχουν πολύ διαφορετικές αποδόσεις σε διαφορετικές περιοχές. Πρέπει να διερευνηθεί ποια ποικιλία χρησιμοποιείται περισσότερο στην περιοχή για την προοριζόμενη χρήση.

Ορισμένοι αγρότες προσθέτουν 2-3 τόνους κοπριάς ανά εκτάριο (200-300 κιλά ανά στρέμμα) και οργώνουν βαθιά κοντά στην ημέρα της σποράς. Πρέπει να λαμβάνεται φυσικά υπόψη η κατάσταση του εδάφους του χωραφιού μέσω ετήσιων εδαφολογικών ελέγχων, προτού εφαρμοστεί οποιαδήποτε μέθοδο λίπανση ή καλλιέργεια. Γενικά, κατά την καλλιέργεια της μηδικής, το τελευταίο όργωμα πραγματοποιείται συνήθως την ημέρα πριν από τη σπορά. Αν και η μηδική είναι ένα καλά προσαρμόσιμο φυτό που στις περισσότερες περιπτώσεις δίνει καλή παραγωγή για αρκετά χρόνια, μερικές φορές μπορεί να επηρεαστεί σε έναν μεγάλο βαθμό από τα ζιζάνια. Τα ζιζάνια ανταγωνίζονται με τα φυτά σε νερό και θρεπτικά συστατικά, με αποτέλεσμα να γίνονται λεπτά και συνεπώς να δίνουν χαμηλές αποδόσεις.

Λίπανση μηδικής

Τα τριφύλλια λαμβάνουν επαρκή παροχή αζώτου από τη συμβιωτική σχέση τους με τα βακτήρια *Rhizobium* που δεσμεύουν το άζωτο της ατμόσφαιρας και το εναποθέτουν στο έδαφος. Το μέσο εκτάριο (10 στρέμματα) της μηδικής θα προσθέσει περίπου 1100 λίβρες (500 kg) αζώτου ανά έτος. Κατά συνέπεια, στις περισσότερες περιπτώσεις υπάρχει ελάχιστη ανάγκη χρήσης αζωτούχων λιπασμάτων.

Ωστόσο, τα φυτά μηδικής συνήθως υποφέρουν από ανεπάρκεια φωσφόρου. Το πιο συνηθισμένο σύμπτωμα της ανεπάρκειας φωσφόρου είναι οι υποανάπτυκτες ρίζες και τα φύλλα που γίνονται μπλε - πράσινα. Πολλοί αγρότες προσθέτουν φώσφορο στο χωράφι κατά τη σπορά, ενώ άλλοι προτιμούν να προσθέσουν 160 kg P_2O_5 ανά εκτάριο μία φορά το χρόνο (16 κιλά ανά στρέμμα), συνήθως προς το τέλος του χειμώνα (Ιανουάριος-Φεβρουάριος). Επίσης, πολλοί αγρότες προσθέτουν κοπριά στο χώμα λίγο πριν τη σπορά και στη συνέχεια κάθε 2-3 κοψίματα, ειδικά κατά τη διάρκεια του 2ου και του 3ου έτους της καλλιέργειας.

Εναλλαγή καλλιέργειας - Αμειψισπορά μηδικής

Οι περισσότεροι αγρότες σταματούν να καλλιεργούν τα φυτά μηδικής τους μετά το 4ο έτος, επειδή η απόδοση έχει μειωθεί σημαντικά (μπορεί να μειώνεται κατά 15% κάθε χρόνο). Όπως συμβαίνει σε πολλά άλλα φυτά, η μηδική επηρεάζεται από το φαινόμενο της αυτοτοξικότητας. Αυτό σημαίνει ότι τα υπάρχοντα φυτά τριφυλλίου παράγουν τοξίνες που εμποδίζουν την ανάπτυξη νέων φυτών στο ίδιο χωράφι. Συνεπώς, μετά τη συγκομιδή της μηδικής την 4η χρονιά, οι περισσότεροι αγρότες καταστρέφουν τα φυτά τους με ένα βαθύ όργωμα και στη συνέχεια σπέρνουν σιτάρι, καλαμπόκι ή κριθάρι στον αγρό. Μετά τη συγκομιδή της ετήσιας παραγωγής σιταριού, καλαμποκιού ή κριθαριού, σπέρνουν ξανά σπόρους τριφυλλίου για την επόμενη καλλιέργεια 4 ετών. Αυτή η εναλλαγή καλλιεργειών ωφελεί τόσο τη μηδική όσο και το σιτάρι/ κριθάρι / καλαμπόκι.

Ασθένειες και ζημιές

Οι ζημιές της μηδικής από ασθένειες, σε σχέση με τις ζημιές από τα έντομα, είναι μικρότερες στην Ελλάδα και κυρίως στο Νομό Ιωαννίνων, λόγω των κλιματολογικών συνθηκών. Οι απώλειες παρατηρούνται κυρίως την άνοιξη έως τα μέσα του καλοκαιριού, λόγω της υγρασίας και των υψηλών θερμοκρασιών που επικρατούν αυτήν την περίοδο. Οι νεοσπαρμένες καλλιέργειες μηδικής ανοιξιάτικης σποράς προσβάλλονται περισσότερο, έως και πάνω από 70%, από μύκητες. Σε καλλιέργειες μετά το έτος της εγκατάστασης, οι προσβολές που σημειώνονται είναι περιορισμένες, με εξάρσεις να παρατηρούνται σε έτη με υψηλή υγρασία και θερμοκρασία, σε ποτιστικές καλλιέργειες πυκνής σποράς, ιδίως όταν αυτές δεν ποτίζονται σωστά. Οι πιο σοβαρές

ασθένειες που προκαλούν μύκητες στη μηδική είναι οι προφυτρωτικές και μεταφυτρωτικές τήξεις, οι ασθένειες του φυλλώματος και των βλαστών και οι ασθένειες του λαιμού των φυταρίων.

Οι προφυτρωτικές και μεταφυτρωτικές τήξεις των φυταρίων οφείλονται σε ένα παθογόνο ή σε σύμπλοκο μυκήτων του εδάφους που ανήκουν στα γένη *Pythium*, *Rhizoctonia*, *Fusarium*, *Thielaviopsis* κ.α. Κύρια αίτια προσβολής είναι κυρίως οι δυσμενείς κλιματολογικές συνθήκες κατά το φύτευμα, η κακή προετοιμασία του εδάφους κ.α., που καθυστερούν το φύτευμα και την ανάπτυξη των φυταρίων. Η καλή προετοιμασία του εδάφους πριν την σπορά, ελέγχει ικανοποιητικά τις προσβολές των εδαφογενών αυτών παθογόνων. Οι ασθένειες στελεχών και φυλλώματος όπως ο περονόσπορος, η σκληρωτίνη κ.α. αντιμετωπίζονται κυρίως με καλλιεργητικές τεχνικές π.χ. κοπή του χόρτου και απομάκρυνσή του από τον αγρό. Οι ζημιές από τα τρωκτικά στη μηδική συχνά είναι μεγάλες. Τα σημαντικότερα τρωκτικά είναι τα ποντίκια, οι σκίουροι, οι λαγοί και τα κουνέλια. Από αυτά μεγάλες ζημιές προκαλούν τα ποντίκια, καθώς έχουν ιδιαίτερη προτίμηση στα βλαστικά μέρη και στη ρίζα της μηδικής, λόγω της υψηλής περιεκτικότητάς τους σε πρωτεΐνη. Κατά συνέπεια, οι ζημιές που προκαλούν είναι μεγάλες αφού κατατρώγουν βλαστούς, ρίζες και σπόρους των καλλιεργούμενων φυτών.

Τα ζιζάνια ετήσια και πολυετή, πλατύφυλλα και αγραστώδη. Ο σημαντικότερος τρόπος καταπολέμησης των ζιζανίων στη μηδική είναι η χρήση χημικών σκευασμάτων (ζιζανιοκτόνα). Σε ορισμένες περιπτώσεις όπως μικρή έκταση ή ξηρική καλλιέργεια, τα ζιζάνια εξάγονται με το χέρι ή χρησιμοποιώντας χειροκίνητα ή μηχανικά σκαλιστικά μέσα. Σε χορτοδοτικές καλλιέργειες τα ζιζάνια δεν αποτελούν σοβαρό πρόβλημα ιδίως μετά το έτος της εγκατάστασης, καθώς ελέγχονται με τις κοπές του χόρτου.

Τα περισσότερα ζιζάνια είναι ετήσια και επομένως δεν αναβλαστάνουν, η δε πλούσια και ταχεία αναβλάστηση της μηδικής μετά από κάθε κοπή του χόρτου καταπνίγει τα νεοφυτρωμένα ζιζάνια.

Άρδευση μηδικής

Σε μία βλαστική περίοδο, η μηδική καταναλώνει από 400 έως 1900mm νερού, ανάλογα με τη θερμοκρασία και το μήκος της βλαστικής περιόδου σε κάθε περιοχή.

Στην Ελλάδα η άρδευση αυξάνει σημαντικά τις αποδόσεις αφού οι βροχοπτώσεις δεν αρκούν. Άρδευση κατά τη διάρκεια του χειμώνα, πριν από την ανοιξιάτικη σπορά της μηδικής, γίνεται όταν δεν έχουν γίνει αρκετές βροχοπτώσεις. Το νερό που θα χρησιμοποιηθεί πρέπει να αρκεί ώστε το έδαφος να κορεσθεί σε βάθος περίπου 100-150cm. Μία μικρή άρδευση αμέσως μετά τη σπορά και μία δεύτερη σε σύντομο διάστημα βοηθά και επιταχύνει το φύτευμα. Η επόμενη άρδευση πραγματοποιείται τρεις εβδομάδες αργότερα. Αν υπάρξει ξηρασία, ίσως χρειασθεί και μία επιπλέον άρδευση μέχρι την πρώτη κοπή. Στην εγκατεστημένη χορτοδοτική καλλιέργεια συνιστώνται 1-2 αρδεύσεις μεταξύ δύο κοπών. Η δεύτερη άρδευση κυρίως χρειάζεται κατά τους θερινούς μήνες, λόγω της αυξημένης εξατμισοδιαπνοής. Η άρδευση πραγματοποιείται αμέσως μετά την απομάκρυνση του χόρτου ώστε να αρχίσει σύντομα η αναβλάστηση των φυτών. Ανάλογα με τη μηχανική σύσταση του εδάφους το νερό που απαιτείται σε κάθε άρδευση κυμαίνεται από 80 έως 120 m³/στρ. Η πιο καλή απόδοση σε σποροπαραγωγική καλλιέργεια γίνεται όταν τα φυτά δεν στερούνται το νερό, αλλά έχουν μια σταθερή και αργή ανάπτυξη. Υπερβολική άρδευση μειώνει τη βλαστική ανάπτυξη.

Η άρδευση είναι καλό να πραγματοποιείται μέχρι τον σχηματισμό των ταξιανθιών και σε καμία περίπτωση στην άνθηση. Στην μηδική μπορεί να γίνει με καταιονισμό και κατάκλιση. Η τεχνητή βροχή έχει περισσότερα πλεονεκτήματα από τους άλλους τρόπους άρδευσης. Η ωριαία παροχή και η διάρκεια ρυθμίζονται ανάλογα με ποιόν τύπο εδάφους.

Καλλιέργεια μηδικής στην περιοχή των Ιωαννίνων

Ο η περιοχή των Ιωαννίνων είναι σήμερα σημαντικά ελλειμματική σε σανούς μηδικής δεδομένης της αδυναμίας διάθεσης μεγαλύτερης ποτιστικής έκτασης για καλλιέργεια πέρα της οριακής. Οι

ανάγκες της κτηνοτροφίας και το μόνιμο έλλειμμα καλύπτονται με εισαγωγή σανού από άλλες περιοχές.

Σε μία περιοχή, όπου βασικό χαρακτηριστικό της στοιχείο είναι ο μεγάλος ορεινός όγκος (οροσειρά της Πίνδου), δεν υπάρχουν μεγάλες δυνατότητες επιλογής ποικίλων δραστηριοτήτων που άπτονται της γεωργικής οικονομίας. Έτσι, από την αρχαία, ακόμα, περίοδο αναπτύχθηκαν περισσότερο η κτηνοτροφία σαν κυρίαρχη, αποκλειστική απασχόληση μεγάλου ποσοστού αγροτικού πληθυσμού και δευτερεύουσα η γεωργία στις επιδεκτικές, για καλλιέργεια, εκτάσεις για στήριξη της κτηνοτροφίας. Εξελίχτηκαν στον χρόνο και άντεξαν σ' αυτόν, ορισμένες μόνο, καλλιέργειες όπως η μηδική και ο αραβόσιτος. Σε μία περιορισμένη γεωργική γη, σαν αυτή του Νομού Ιωαννίνων, μπαίνουν αναπόφευκτα όρια στην ανάπτυξη - επέκταση, κάθε ποτιστικής καλλιέργειας, δεδομένου ότι η ποτιστική έκταση είναι μικρή και δεν μπορούν να αποδοθούν σε καλλιέργειες απεριόριστες εκτάσεις.

Ειδικότερα η επέκταση της ποτιστικής μηδικής και αραβοσίτου για καρπό είναι οριακή. Προσπάθειες αναδιάρθρωσης των καλλιεργειών στην περιοχή, πρέπει να γίνουν μόνο προς την κατεύθυνση των προαναφερομένων δύο φυτών και να περιοριστούν εκείνες που καταλαμβάνουν μεγαλύτερο τμήμα ποτιστικής έκτασης (π.χ. σπορά φθινοπωρινών καλλιεργειών σε ποτιστικά χωράφια ή διάφορα κηπευτικά όπως η πατάτα). Κατά αυτόν τον τρόπο, θα μπορέσει ο Νομός να γίνει αυτάρκης στις βασικές ζωοτροφές ή έστω να περιοριστούν σημαντικά τα μεγάλα ελλείμματα σε αυτές, ώστε η κτηνοτροφία του Νομού να γίνει, όσο είναι δυνατόν, αυτοδύναμη αφού μέχρι σήμερα αποτελεί τον σημαντικότερο παράγοντα της οικονομίας της περιοχής.

Η καλλιέργεια της μηδικής για σανό, στο Νομό Ιωαννίνων, κατέχει την πρώτη θέση, ως προς την έκταση, μεταξύ όλων των καλλιεργειών, δηλαδή 32,7% (ποτιστική 18,46% , ξηρική 14,24%) επί της συνολικής καλλιεργητικής έκτασης των 288.350 στρ. και 66,4% επί της συνολικής ποτιστικής έκτασης των 142.040 στρεμμάτων. Η ποτιστική μηδική καταλαμβάνει τις πεδινές αρδευόμενες εκτάσεις των λεκανοπεδίων Ιωαννίνων, Κόνιτσας και Πωγωνίου, ενώ η ξηρική τις ορεινές και ημιορεινές περιοχές του Νομού με επικρατέστερη την περιοχή Ιωαννίνων (92,7%). Αυτό το χαρακτηριστικό έχει ιδιαίτερη σημασία για το Νομό Ιωαννίνων, με το έντονα ξηροθερμικό κλίμα την μεγαλύτερη περίοδο του έτους. Το ριζικό σύστημα της μηδικής αναπτύσσεται σε βάθος ταχύτατα. Βρέθηκε μήκος ρίζας 1μ. σε φυτά ηλικίας 2 μηνών. Ενώ η ρίζα με την ηλικία προχωρεί βαθύτερα, ώστε βάθος 3-5μ. να μην είναι σπάνιο, εξαρτώμενο βεβαίως από τον τύπο του εδάφους και τον υπεδάφιο ορίζοντα του νερού, ενώ αναφέρεται και βάθος ρίζας 9-12μ σε ξηρική μηδική. Αν και οι βροχοπτώσεις στη περιοχή του Νομού είναι ανεπαρκείς ή απουσιάζουν κατά την περίοδο ανάπτυξης της μηδικής (από την άνοιξη έως το φθινόπωρο), εν τούτοις από τα παραπάνω δεδομένα φαίνεται ότι η μηδική μπορεί να καλλιεργηθεί με ξηρικές συνθήκες, λόγω της δυνατότητάς της να εκμεταλλεύεται νερό από τα βαθύτερα στρώματα του εδάφους με το βαθύ της ριζικό σύστημα.

Τα πλεονεκτήματα της ξηρικής καλλιέργειας μηδικής είναι τα εξής :

- Το μικρό κόστος της καλλιέργειας.
- Η μειωμένη προσβολή από έντομα και ασθένειες.
- Η μεγάλη μακροζωία της καλλιέργειας.
- Η αξιοποίηση αγροτεμαχίων μικρής γονιμότητας, ορεινών περιοχών και ημιορεινών, με σκοπό εκτός από την απόκτηση χόρτου και την αναβάθμιση της γονιμότητας του εδάφους.

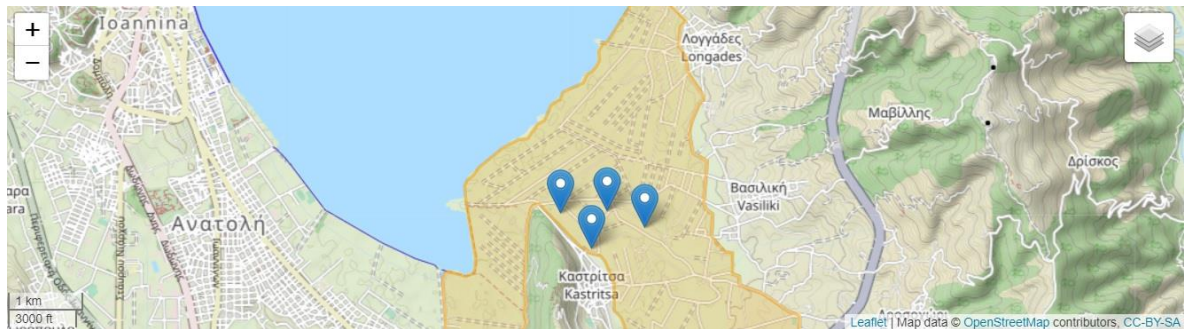
Το σημαντικότερο μειονέκτημα της ξηρικής καλλιέργειας είναι η μικρή στρεμματική απόδοση σε σανό μηδικής.

Αξιολόγηση του συλλογικού συστήματος παροχής συμβουλών άρδευσης του ΤΟΕΒ ΠΟΡΟΥ / ΓΟΕΒ Λεκανοπεδίου Ιωαννίνων όσο αφορά την άρδευση αραβόσιτου και μηδικής

Αγροτεμάχια, εξοπλισμός και διαδικασία καταγραφής δεδομένων άρδευσης και υγρασίας εδάφους

Η αξιολόγηση έγινε σε τέσσερα αγροτεμάχια, δύο με καλλιέργεια αραβόσιτου και δύο με καλλιέργεια μηδικής (ο κωδικός κάθε αγροτεμαχίου προέρχεται από τον αριθμό διανομής του αγροτεμαχίου, τα αρχικά του ονόματος του ιδιοκτήτη και την έκταση)

1. Αραβόσιτος
 - a. 173 KB 4 στρέμματα
 - b. 146 KB 3.7 στρέμματα
2. Μηδική
 - a. 268 ΝΣ 11 στρέμματα
 - b. 282 ΝΣ 2,5 στρέμματα



Εικόνα 3 Θέσεις αγροτεμαχίων

Πραγματοποιήθηκε εδαφολογική ανάλυση για βάθος 0-30 cm και στα τέσσερα αγροτεμάχια ώστε να βρεθεί η κατηγορία μηχανικής σύστασης.

Οι αρδεύσεις βασίστηκαν στην εμπειρία των παραγωγών.

Η καταγραφή του όγκου νερού κάθε άρδευσης έγινε με χρήση των υδρομέτρων που ήταν εγκατεστημένα στις υδροληψίες του ΤΟΕΒ Πόρου από τις οποίες αρδεύονταν τα αγροτεμάχια. Σχετικά με την αξιοπιστία των υδρομέτρων αυτών υπάρχουν επιφυλάξεις από τους παραγωγούς.

Η μέτρηση της υγρασίας του εδάφους πραγματοποιήθηκε τρεις έως εννέα φορές στη διάρκεια της αρδευτικής περιόδου με χρήση ειδικού αισθητήρα (κατασκευαστής ΔΤ, τύπος Thetaprobe ML2x (<https://delta-t.co.uk/wp-content/uploads/2016/11/ML2-Thetaprobe-UM.pdf>) με καταγραφικό HH2), σε βάθος 20 cm. Κάθε φορά, γίνονταν πέντε έως έξι μετρήσεις σε τυχαία σημεία του κάθε αγροτεμαχίου, και αφού αφαιρέθηκαν οι ακραίες τιμές, υπολογίστηκε η μέση τιμή και το τυπικό σφάλμα.



Εικόνα 4 Αισθητήρας μέτρησης υγρασίας εδάφους (κατασκευαστής ΔΤ, τύπος Thetaprobe ML2x) με καταγραφικό (HH2)

Για την επεξεργασία και την ανάλυση των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε το MS-Excel (Microsoft Corp, USA).

Περιγραφή πιλοτικών αγροτεμαχίων, εδάφους, καλλιέργειας, τύπου αρδευτικού συστήματος, αρδευτικής πρακτικής, αρδεύσεων και μετρήσεων υγρασίας εδάφους κατά την αρδευτική περίοδο 2022

Αραβόσιτος, 173 KB 4 στρέμματα και 146 KB 3.7 στρέμματα

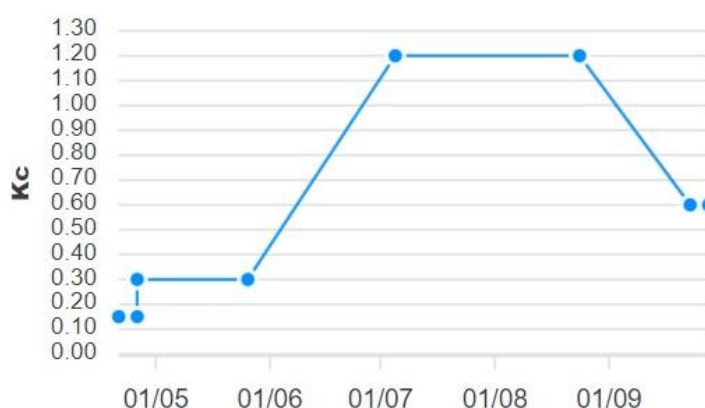
Τα δύο αγροτεμάχια είναι μέρος της διανομής Βασιλική Γιαννίστα έτους 1970.

Το 2022 καλλιεργήθηκε και στα δύο αραβόσιτος για σπόρο (ποικιλία PIONEER, <https://www.corteva.gr/crops-and-seeds/corn.html>).

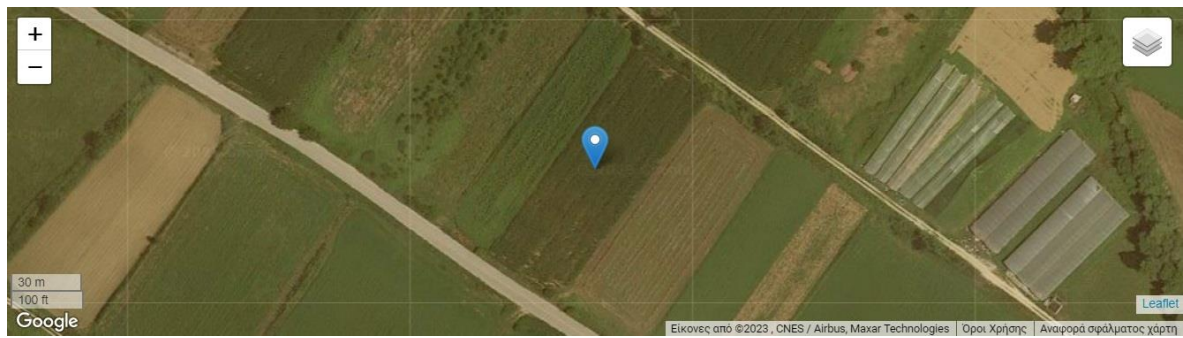
Όσο αφορά τον τρόπο άρδευσης και τα σχετικά προβλήματα:

1. στο αγροτεμάχιο 173 KB 4 στρέμματα
 - a. η άρδευση έγινε με τεχνητή βροχή με μεγάλο εκτοξευτήρα / κανόνι (Mercury, Μοντέλο 01101300MER00, <https://www.sidiros.gr/en/irrigation/MERCURY-WATER-SPRINKLER-2--9830>)
 - b. το κανόνι τοποθετείται σε δύο σημεία, στο μέσο των στενών πλευρών, στο ένα την μία ημέρα και στο άλλο την δεύτερη
 - c. παρατηρήθηκε συστηματικά, αρκετά μεγάλη διαρροή τόσο στο σημείο ένωσης με την υδροληψία αλλά και στο πρώτο τμήμα του αγωγού μεταφοράς νερού προς το κανόνι.
2. στο αγροτεμάχιο 146 KB 3.7 στρέμματα
 - a. η άρδευση έγινε με τεχνητή βροχή με μεγάλο εκτοξευτήρα / κανόνι (SIME, μοντέλο BIG RIVER, 31,2 - 85,8 m³/h, https://www.e-panagrotiki.gr/georgika-mixanimata/ektoxeityres-neroy---mpek-potismatos/ektoxeityras-neroy-mpek-potismatos-sime---big-river-me-flantza-3-p_5072.html)
 - b. το κανόνι τοποθετείται στις δύο στενές πλευρές, έκκεντρα
 - c. δεν παρατηρήθηκαν προβλήματα.

Στις εικόνες που ακολουθούν παρουσιάζονται οι θέσεις των αγροτεμαχίων, η διακύμανση του καλλιεργητικού συντελεστή (K_c) και ο τρόπος άρδευσης, ενώ στον πίνακα παρουσιάζεται η παραμετροποίησή τους στο σύστημα συμβουλών άρδευσης.



Εικόνα 5 Στάδια καλλιεργητικού συντελεστή K_c για αραβόσιτο, όπως εισήχθησαν στο σύστημα συμβουλών άρδευσης



Εικόνα 6 Αραβόσιτος, 173 KB 4 στρέμματα



Εικόνα 7 Τρόπος άρδευσης για 173 KB 4 στρέμματα (το κανόνι τοποθετείται σε δύο σημεία, στο μέσο των στενών πλευρών, στο ένα την μία ημέρα και στο άλλο την δεύτερη)



Εικόνα 8 Αραβόσιτος, 146 KB 3.7 στρέμματα



Εικόνα 9 Τρόπος άρδευσης για 146 KB 3.7 στρέμματα (το κανόνι τοποθετείται στις δύο στενές πλευρές, έκκεντρα)

Πίνακας 1 Παράμετροι μοντελοποίησης των αγροτεμαχίων αραβόσιτου, 173 KB 4 στρέμματα και 146 KB 3.7 στρέμματα, για την εισαγωγή τους στο σύστημα συμβουλών άρδευσης

Παράμετρος	Τιμή για 173 KB 4 στρέμματα	Τιμή για 146 KB 3.7 στρέμματα
Όνομα αγροτεμαχίου	173 KB 4 στρέμματα	146 KB 3.7 στρέμματα
Συντελεστής αποτελεσματικής βροχόπτωσης	80% (σταθερό)	80% (σταθερό)
Το αγροτεμάχιο είναι εικονικό	ΌΧΙ	ΌΧΙ
Συνολική έκταση (m ²)	3960	3721
Αρδευόμενη έκταση (m ²)	3960	3721
Διαβρεχόμενη έκταση (m ²)	3960	3721
Συντεταγμένες Γεωγραφικό μήκος	20.92985	20.92394
Συντεταγμένες Γεωγραφικό πλάτος	39.63792	39.63998
Καλλιέργεια	Αραβόσιτος (σπόρος)	Αραβόσιτος (σπόρος)
Μέθοδος άρδευσης	Καταιονισμός (Sprinkler irrigation)	Καταιονισμός (Sprinkler irrigation)
Έκθεση εδαφολογικής ανάλυσης	Υπάρχει (Βάθος 0-30cm)	Υπάρχει (Βάθος 0-30cm)
Προβολή πληροφοριών έργου ΟΕΒ		
Εκτός αναδασμού	-	-
Κωδικός αγροτεμαχίου	173	146
Υδροληψία	371	135β
Χρήση προσαρμοσμένων παραμέτρων	NAI	NAI
Όνομα για το σύνολο προσαρμοσμένων παραμέτρων	Twarakavi average Αμμοαργιλοπηλώδες, Αμμοπηλώδες, Πηλώδες	Twarakavi average Αργιλοπηλώδες, Αμμοαργιλοπηλώδες, Αμμοπηλώδες, Πηλώδες
Διαχείριση άρδευσης		
Αρδευτική αποδοτικότητα	75%	75%
Συντελεστής επαναπλήρωσης	1	1
Καλλιέργεια		
Μέγιστο επιτρεπόμενο υδατικό έλλειμμα	55%	55%
Εκτιμώμενο μέγιστο βάθος ριζοστρώματος (m)	1.7	1.7
Εκτιμώμενο ελάχιστο βάθος ριζοστρώματος (m)	1	1
Kc εκτός περιόδου	0.15	0.15
Ημερομηνία φύτευσης (σποράς)	26/04/22	26/04/22
Kc στην ημερομηνία φύτευσης	0.3	0.3
Στάδια (διάρκεια ημερών)	30	30
	40	40

Παράμετρος	Τιμή για 173 KB 4 στρέμματα	Τιμή για 146 KB 3.7 στρέμματα
	50	50
	30	30
Kc	0.3	0.3
	1.2	1.2
	1.2	1.2
	0.6	0.6
Έδαφος		
Υδατοϊκανότητα ($m^3 m^{-3}$)	27%	28%
Σημείο μόνιμης μάρανσης ($m^3 m^{-3}$)	7%	7%
Εδαφική υγρασία στον κορεσμό ($m^3 m^{-3}$)	40%	41%

Πίνακας 2 Επιπλέον πληροφορίες για τα αγροτεμάχια αραβόσιτου, 173 KB 4 στρέμματα και 146 KB 3.7 στρέμματα (στοιχεία εδαφολογικής ανάλυσης, ημερομηνίες καλλιεργητικών επεμβάσεων, στοιχεία παραγωγής)

Παράμετρος	Τιμή για 173 KB 4 στρέμματα	Τιμή για 146 KB 3.7 στρέμματα
Στοιχεία εδαφολογικής ανάλυσης	Βάθος 0-30cm	Βάθος 0-30cm
	Άμμος 53.4% Άργιλος 19.2% Ιλύς 27.4% pH 6.25 EC (25°C) 1082 dS/m Οργανική ουσία 2.13%	Άμμος 47.4% Άργιλος 23.2% Ιλύς 29.4% pH 6.95 EC (25°C) 871 dS/m Οργανική ουσία 2.43%
Ημερομηνία σποράς	26/4/2022	26/4/2022
Εκτιμώμενη έναρξη άρδευσης	Αρχίζει πρώτη εβδομάδα Ιουλίου	Αρχίζει πρώτη εβδομάδα Ιουλίου
Εκτιμώμενη ολοκλήρωση άρδευσης	Τελειώνει 15-20 Αυγούστου	Τελειώνει 15-20 Αυγούστου
Τα έτη 2021, 2020 και 2019 είχαν στα ίδια χωράφια ίδια καλλιέργεια και πότιζαν με τον ίδιο τρόπο	Ναι	Ναι
Αναμενόμενη ημερομηνία συγκομιδής	Οκτώβριος	Οκτώβριος
Ακριβής ημερομηνία συγκομιδής	10/10/2022	10/10/2022
Παραγωγή (kg/στρέμμα)	1300	1300

Μηδική, 268 ΝΣ 11 στρέμματα και 282 ΝΣ 2,5 στρέμματα

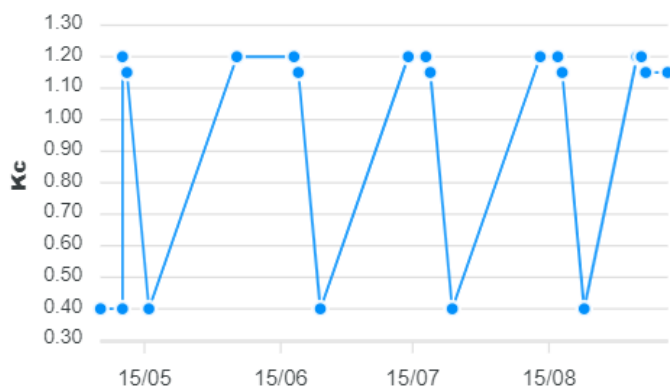
Τα δύο αγροτεμάχια είναι μέρος της διανομής Αγρόκτημα Καστρίτσα έτους 1973.

Το 2022 καλλιεργήθηκε και στα δύο μηδική (ποικιλία Υπάτη, <https://www.efthymiadis.gr/default.aspx?lang=el-GR&page=448&prodid=518>). Η καλλιέργεια βρίσκονταν στο 3^ο έτος για το 268 ΝΣ 11 στρέμματα και στο 2^ο έτος για το 282 ΝΣ 2,5 στρέμματα .

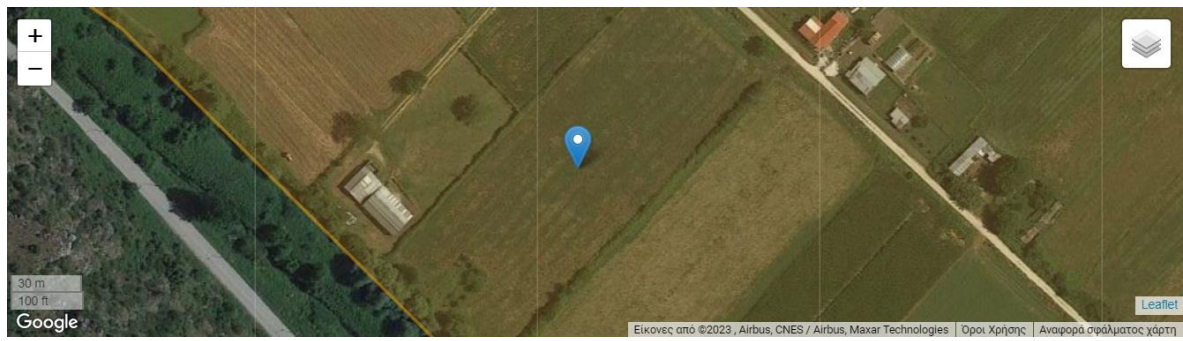
Όσο αφορά τον τρόπο άρδευσης και τα σχετικά προβλήματα:

1. στο αγροτεμάχιο 268 ΝΣ 11 στρέμματα
 - a. η άρδευση έγινε με τεχνητή βροχή με μεγάλο εκτοξευτήρα / κανόνι (SIME, μοντέλο BIG RIVER, 31,2 - 85,8 m³/h, https://www.e-panagrotiki.gr/georgika-mixanimata/ektoxeýtires-neroy---mpek-potismatos/ektoxeýtiras-neroy-mpek-potismatos-sime---big-river-me-flantza-3-p_5072.html)
 - b. το κανόνι τοποθετείται σε δύο σημεία, στο μέσο της μίας άκρης και στο μέσο του αγροτεμαχίου
 - c. δεν παρατηρήθηκαν προβλήματα.
2. στο αγροτεμάχιο 282 ΝΣ 2,5 στρέμματα
 - a. η άρδευση έγινε με τεχνητή βροχή με μεγάλο εκτοξευτήρα /κανόνι (GROUNER, μοντέλο 1938, <http://www.grouner.gr/en/products.php?cat=8>, <https://www.sidiros.gr/irrigation/GROUNER-1938-EKTOKSEYTHRAS-NEROY-2-MPEK-9820>)
 - b. το κανόνι τοποθετείται σε δύο σημεία, στο μέσο της μίας άκρης και στο μέσο του αγροτεμαχίου
 - c. δεν παρατηρήθηκαν προβλήματα.

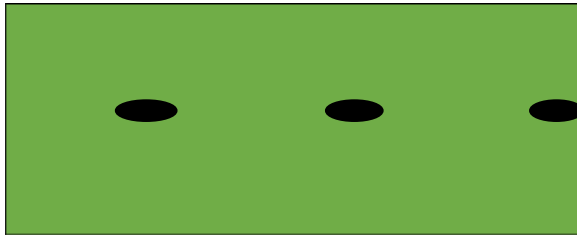
Στις εικόνες που ακολουθούν παρουσιάζονται οι θέσεις των αγροτεμαχίων, η διακύμανση του καλλιεργητικού συντελεστή (Kc) και ο τρόπος άρδευσης, ενώ στον πίνακα παρουσιάζεται η παραμετροποίησή τους στο σύστημα συμβουλών άρδευσης.



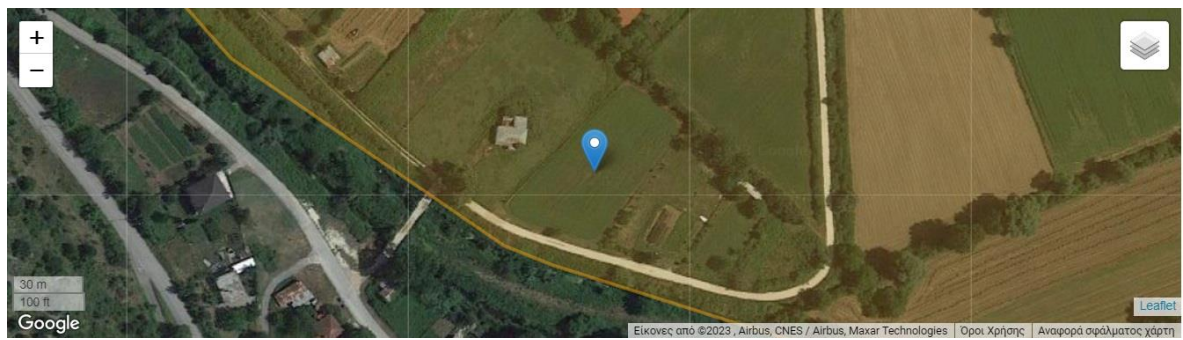
Εικόνα 10 Στάδια καλλιεργητικού συντελεστή Kc για μηδική, όπως εισήχθησαν στο σύστημα συμβουλών άρδευσης



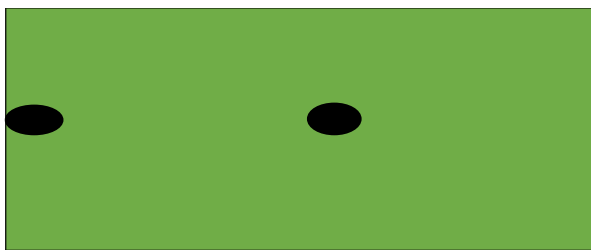
Εικόνα 11 Μηδική, 268 ΝΣ 11 στρέμματα



Εικόνα 12 Τρόπος άρδευσης για 268 ΝΣ 11 στρέμματα (το κανόνι τοποθετείται σε τρία σημεία, στο μέσο των στενών πλευρών)



Εικόνα 13 Μηδική, 282 ΝΣ 2,5 στρέμματα



Εικόνα 14 Τρόπος άρδευσης για 282 ΝΣ 2,5 στρέμματα (το κανόνι τοποθετείται στις δύο στενές πλευρές, έκκεντρα)

Πίνακας 3 Παράμετροι μοντελοποίησης των αγροτεμαχίων μηδικής, 268 ΝΣ 11 στρέμματα και 282 ΝΣ 2,5 στρέμματα, για την εισαγωγή τους στο σύστημα συμβουλών άρδευσης

Παράμετρος	Τιμή για 268 ΝΣ 11 στρέμματα	Τιμή για 282 ΝΣ 2,5 στρέμματα
Όνομα αγροτεμαχίου	268 ΝΣ 11 στρέμματα	282 ΝΣ 2,5 στρέμματα
Συντελεστής αποτελεσματικής βροχόπτωσης	80% (σταθερό)	80% (σταθερό)
Το αγροτεμάχιο είναι εικονικό	ΌΧΙ	ΌΧΙ
Συνολική έκταση (m ²)	11128	2650
Αρδευόμενη έκταση (m ²)	11128	2650
Διαβρεχόμενη έκταση (m ²)	11128	2650
Συντεταγμένες Γεωγραφικό μήκος	20.91679	20.92162
Συντεταγμένες Γεωγραφικό πλάτος	39.63968	39.63539
Καλλιέργεια	Μηδική (Σανό) 2η + χρονιά	Μηδική (Σανό) 2η + χρονιά
Μέθοδος άρδευσης	Καταιονισμός (Sprinkler irrigation)	Καταιονισμός (Sprinkler irrigation)
Έκθεση εδαφολογικής ανάλυσης	Υπάρχει (Βάθος 0-30cm)	Υπάρχει (Βάθος 0-30cm)
Προβολή πληροφοριών έργου ΟΕΒ		
Εκτός αναδασμού	-	-
Κωδικός αγροτεμαχίου	268	282
Υδροληψία	142	146 ^A
Χρήση προσαρμοσμένων παραμέτρων	ΝΑΙ	ΝΑΙ
Όνομα για το σύνολο προσαρμοσμένων παραμέτρων	Twarakavi average Αργιλοπηλώδες, Αμμοαργιλοπηλώδες, Αμμοπηλώδες, Πηλώδες	Twarakavi average Αργιλοπηλώδες, Αμμοαργιλοπηλώδες, Πηλώδες
Διαχείριση άρδευσης		
Αρδευτική αποδοτικότητα	75%	75%
Συντελεστής επαναπλήρωσης	1	1
Καλλιέργεια		
Μέγιστο επιτρεπόμενο υδατικό έλλειμμα	55%	55%
Εκτιμώμενο μέγιστο βάθος ριζοστρώματος (m)	2	2
Εκτιμώμενο ελάχιστο βάθος ριζοστρώματος (m)	1	1
Kc εκτός περιόδου	0.15	0.15
Ημερομηνία φύτευσης (σποράς)	10/05/22	10/05/22
Kc στην ημερομηνία φύτευσης	1.2	1.2
Στάδια (διάρκεια ημερών)	1	1
	5	5

Παράμετρος	Τιμή για 268 ΝΣ 11 στρέμματα	Τιμή για 282 ΝΣ 2,5 στρέμματα
	20	20
	13	13
	1	1
	5	5
	20	20
	4	4
	1	1
	5	5
	20	20
	4	4
	1	1
	5	5
	12	12
	1	1
	1	1
Kc	1.15	1.15
	0.4	0.4
	1.2	1.2
	1.2	1.2
	1.15	1.15
	0.4	0.4
	1.2	1.2
	1.2	1.2
	1.15	1.15
	0.4	0.4
	1.2	1.2
	1.2	1.2
	1.15	1.15
	0.4	0.4
	1.2	1.2
	1.2	1.2
	1.15	1.15
Έδαφος		
Υδατοϊκανότητα ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$)	31%	31%
Σημείο μόνιμης μάρανσης ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$)	8%	8%
Εδαφική υγρασία στον κορεσμό ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$)	42%	42%

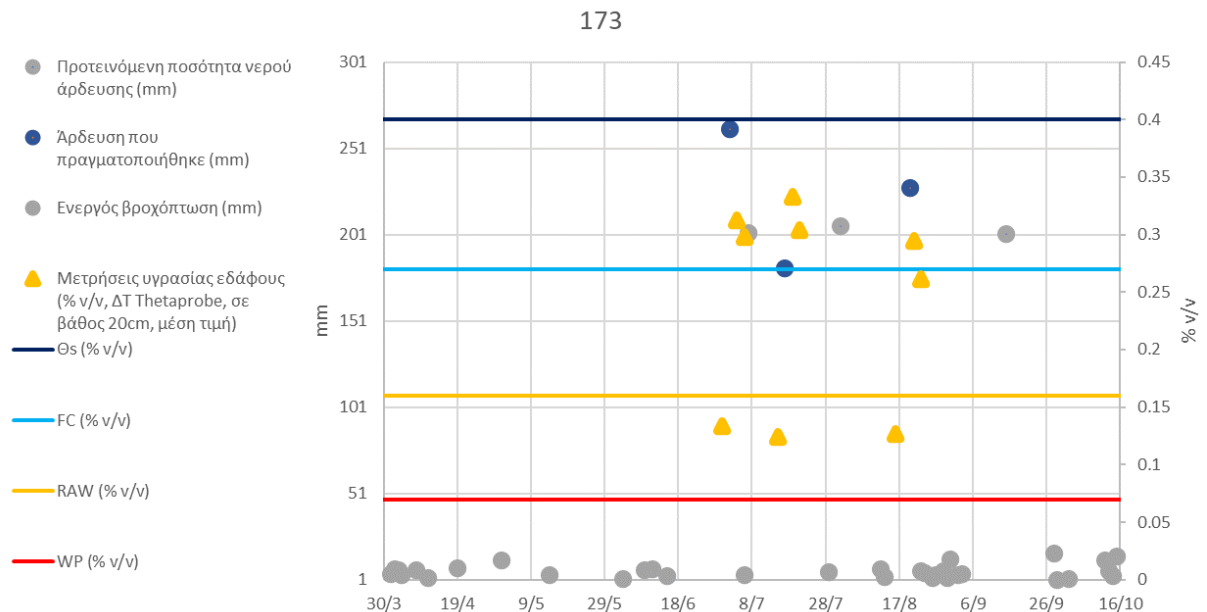
Πίνακας 4 Επιπλέον πληροφορίες για τα δύο αγροτεμάχια μηδικής, 268 ΝΣ 11 στρέμματα και 282 ΝΣ 2,5 στρέμματα (στοιχεία εδαφολογικής ανάλυσης, ημερομηνίες καλλιεργητικών επεμβάσεων, στοιχεία παραγωγής)

Παράμετρος	Τιμή για 268 ΝΣ 11 στρέμματα	Τιμή για 282 ΝΣ 2,5 στρέμματα
Στοιχεία εδαφολογικής ανάλυσης	Βάθος 0-30cm	Βάθος 0-30cm
	Άμμος 43.4% Άργιλος 27.2% Ιλύς 29.4% pH 7.07 EC (25°C) 318 dS/m Οργανική ουσία 1.34 %	Άμμος 45.4% Άργιλος 25.2% Ιλύς 29.4% pH 6.75 EC (25°C) 303 dS/m Οργανική ουσία 1.46 %
Ημερομηνία σποράς	-	-
Εκτιμώμενη έναρξη άρδευσης	Αρχίζουν μέσα Ιουλίου	Αρχίζουν μέσα Ιουλίου
Εκτιμώμενη ολοκλήρωση άρδευσης	Τελειώνουν μέσα Αυγούστου	Τελειώνουν μέσα Αυγούστου
Τα έτη 2021, 2020 και 2019 είχαν στα ίδια χωράφια ίδια καλλιέργεια και πότιζαν με τον ίδιο τρόπο	Ναι	Ναι για 2021 και 2020
Αναμενόμενη ημερομηνία συγκομιδής	Κοπές	Κοπές
Ακριβής ημερομηνία συγκομιδής	Κοπές	Κοπές
Παραγωγή (kg/στρέμμα)	72 δεμάτια / στρέμμα	71 δεμάτια / στρέμμα
1 ^η κοπή	10/5/2022 – 20 δεμ./στρ.	10/5/2022 – 20 δεμ./στρ.
2 ^η κοπή	19/6/2022– 16 δεμ./στρ.	19/6/2022– 15 δεμ./στρ.
3 ^η κοπή	19/7/2022 – 13 δεμ./στρ.	19/7/2022 – 13 δεμ./στρ.
4 ^η κοπή	18/8/2022 – 12 δεμ./στρ.	18/8/2022 – 13 δεμ./στρ.
5 ^η κοπή	6/9/2022– 11 δεμ./στρ.	6/9/2022– 10 δεμ./στρ.

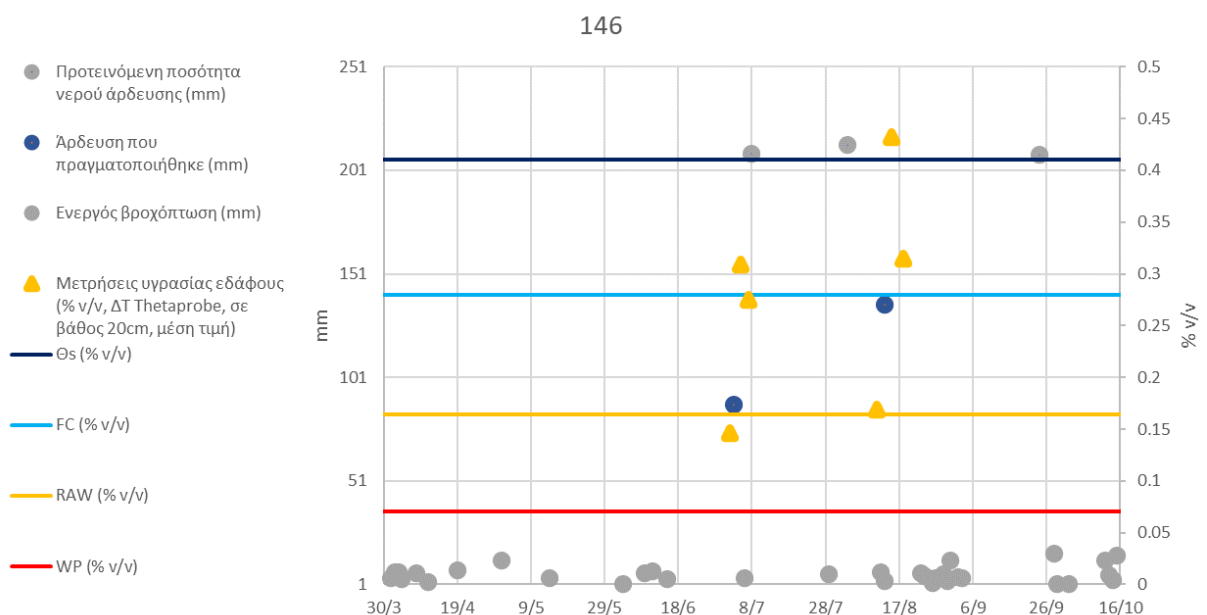
Αξιολόγηση του συστήματος συμβουλών ως προς αριθμό αρδεύσεων, εδαφική υγρασία και ύψος νερού

Αραβόσιτος, 173 KB 4 στρέμματα και 146 KB 3.7 στρέμματα

Στα διαγράμματα που ακολουθούν παρουσιάζονται η ενεργός βροχόπτωση, οι προτεινόμενες αρδεύσεις από σύστημα συμβουλών και οι αρδεύσεις που πραγματοποιήθηκαν για τα αγροτεμάχια αραβόσιτου, 173 KB 4 στρέμματα και 146 KB 3.7 στρέμματα.



Εικόνα 15 Ενεργός βροχόπτωση, προτεινόμενες αρδεύσεις από σύστημα συμβουλών, αρδεύσεις που πραγματοποιήθηκαν, υγρασία εδάφους και όρια υγρασίας εδάφους, για το αγροτεμάχιο αραβόσιτου, 173 KB 4 στρέμματα

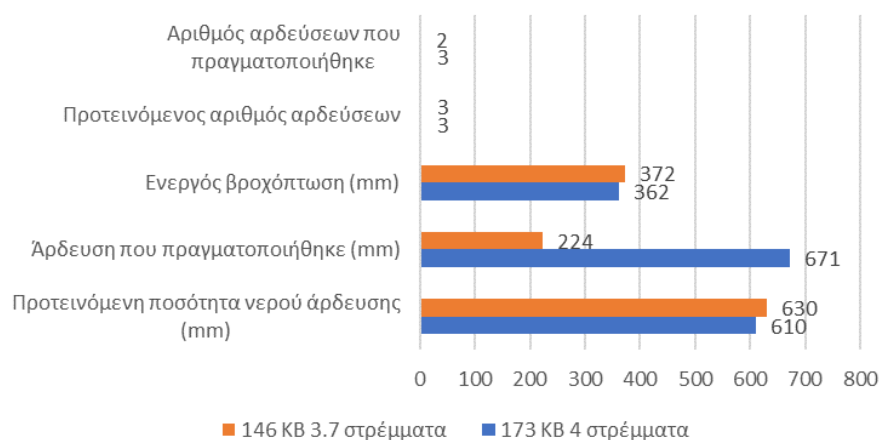


Εικόνα 16 Ενεργός βροχόπτωση, προτεινόμενες αρδεύσεις από σύστημα συμβουλών, αρδεύσεις που πραγματοποιήθηκαν, υγρασία εδάφους και όρια υγρασίας εδάφους, για το αγροτεμάχιο αραβόσιτου, 146 KB 3.7 στρέμματα

Η τυπική απόκλιση των μετρήσεων υγρασίας που έγιναν κάθε φορά ήταν στο επίπεδο του 2-3% για το αγροτεμάχιο 173 KB 4 στρέμματα και 2-5% για το αγροτεμάχιο 146 KB 3.7 στρέμματα.

Στο αγροτεμάχιο 173 KB 4 στρέμματα, η ενεργός βροχόπτωση ήταν 362 mm, προτεινόμενη από το σύστημα ποσότητα νερού άρδευσης ήταν 610 mm (3 αρδεύσεις) ενώ η άρδευση που πραγματοποιήθηκε ήταν 671 mm (3 αρδεύσεις).

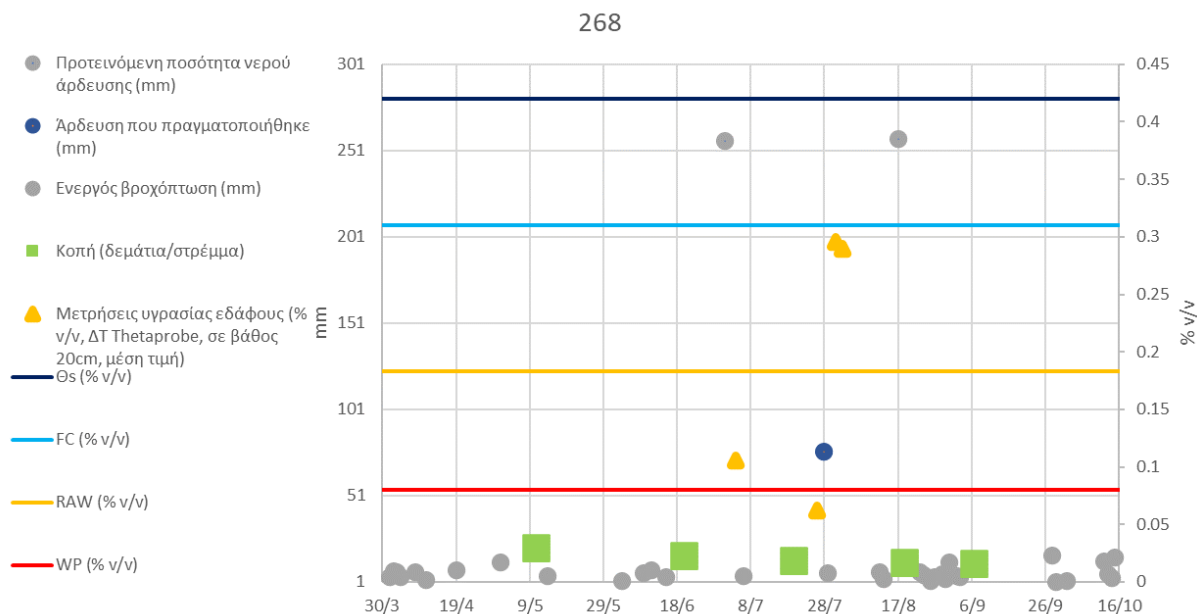
Στο αγροτεμάχιο 146 KB 3.7 στρέμματα, η ενεργός βροχόπτωση ήταν 372 mm, προτεινόμενη από το σύστημα ποσότητα νερού άρδευσης ήταν 630 mm (3 αρδεύσεις) ενώ η άρδευση που πραγματοποιήθηκε ήταν 224 mm (2 αρδεύσεις). Τα αποτελέσματα φαίνονται συγκεντρωτικά στο διάγραμμα που ακολουθεί.



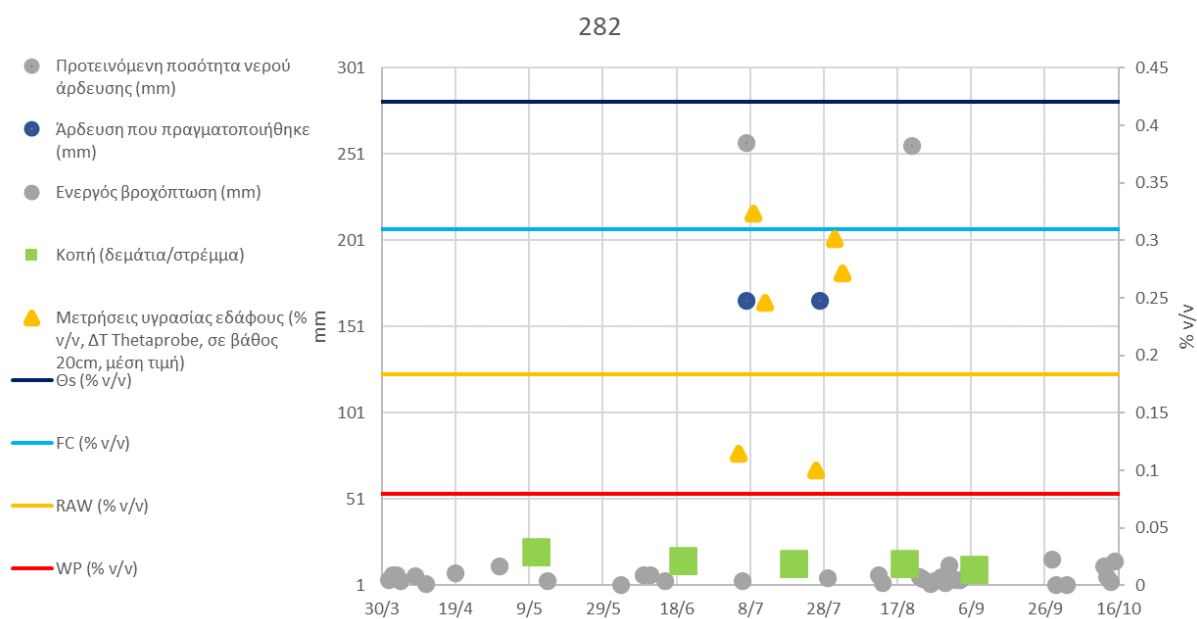
Εικόνα 17 Σύγκριση συστήματος συμβουλών και αρδευτικής πρακτικής για την περίπτωση του αραβόσιτου

Μηδική 268 ΝΣ 11 στρέμματα και 282 ΝΣ 2,5 στρέμματα

Στα διαγράμματα που ακολουθούν παρουσιάζονται η ενεργός βροχόπτωση, οι προτεινόμενες αρδεύσεις από σύστημα συμβουλών και οι αρδεύσεις που πραγματοποιήθηκαν για τα αγροτεμάχια μηδικής, 268 ΝΣ 11 στρέμματα και 282 ΝΣ 2,5 στρέμματα.



Εικόνα 18 Ενεργός βροχόπτωση, προτεινόμενες αρδεύσεις από σύστημα συμβουλών, αρδεύσεις που πραγματοποιήθηκαν, υγρασία εδάφους και όρια υγρασίας εδάφους, για το αγροτεμάχιο μηδικής, 268 ΝΣ 11 στρέμματα

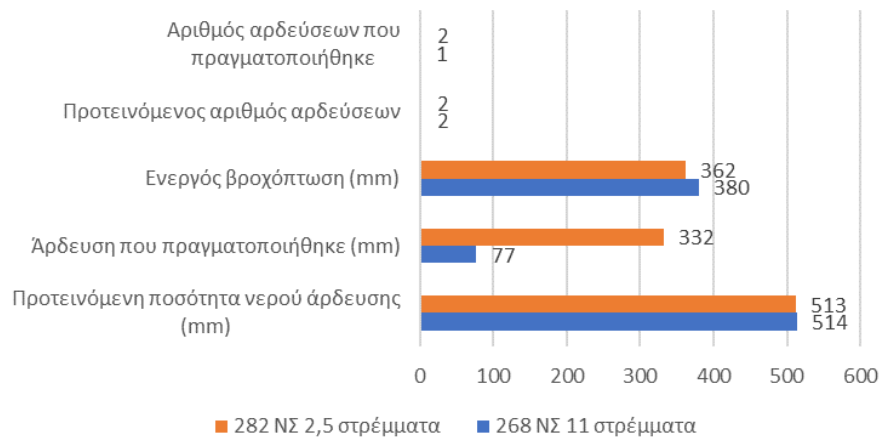


Εικόνα 19 Ενεργός βροχόπτωση, προτεινόμενες αρδεύσεις από σύστημα συμβουλών, αρδεύσεις που πραγματοποιήθηκαν, υγρασία εδάφους και όρια υγρασίας εδάφους, για το αγροτεμάχιο μηδικής, 282 ΝΣ 2,5 στρέμματα

Η τυπική απόκλιση των μετρήσεων υγρασίας που έγιναν κάθε φορά ήταν στο επίπεδο 1-2 και για τα δύο αγροτεμάχια μηδικής.

Στο αγροτεμάχιο 268 ΝΣ 11 στρέμματα, η ενεργός βροχόπτωση ήταν 380 mm, προτεινόμενη από το σύστημα ποσότητα νερού άρδευσης ήταν 514 mm (2 αρδεύσεις) ενώ η άρδευση που πραγματοποιήθηκε ήταν 77 mm (1 άρδευση).

Στο αγροτεμάχιο 282 ΝΣ 2,5 στρέμματα, η ενεργός βροχόπτωση ήταν 362 mm, προτεινόμενη από το σύστημα ποσότητα νερού άρδευσης ήταν 513 mm (2 αρδεύσεις) ενώ η άρδευση που πραγματοποιήθηκε ήταν 332 mm (2 αρδεύσεις). Τα αποτελέσματα φαίνονται συγκεντρωτικά στο διάγραμμα που ακολουθεί.



Εικόνα 20 Σύγκριση συστήματος συμβουλών και αρδευτικής πρακτικής για την περίπτωση της μηδικής

Συμπεράσματα

Οι ποσότητες νερού που χρησιμοποιήθηκαν για την άρδευση προέκυψαν από τις καταγραφές των ενδείξεων των υδρομέτρων σε αντιπροσωπευτικούς αγωγούς εφαρμογής. Σχετικά με την αξιοπιστία των υδρομέτρων αυτών υπάρχουν επιφυλάξεις από τους παραγωγούς.

Αγροτεμάχιο 173 KB 4 στρέμματα με αραβόσιτο :

Έγιναν τρία ποτίσματα με διάρκεια δυο ημερών το καθένα, το πρώτο στις 30/6/2022 και 1/7/2022, το δεύτερο 15/7/2022 και 16/7/2022 , και το τρίτο 17/8/2022 και 18/8/2022 .

Από τα αποτελέσματα των μετρήσεων διαπιστώνουμε σχεδόν ταύτιση στη χρήση ποτισμάτων και ποσοτήτων νερού που χρησιμοποιήθηκαν με αυτές που πρότεινε το IRMA_SYS. Η μικρή απόκλιση στην ποσότητα νερού άρδευσης 671mm έναντι 610mm που πρότεινε το σύστημα φαίνεται να οφείλεται στις επαναλαμβανόμενες διαρροές νερού που παρατηρήθηκαν στις συνδέσεις κατά το πότισμα.

Αγροτεμάχιο 146 KB 3,7 στρέμματα με αραβόσιτο:

Έγιναν δύο αρδεύσεις η πρώτη 2/7/2022 και η δεύτερη 12/8/2022. Η προγραμματισμένη τρίτη άρδευση, ανάμεσα στις δυο που πραγματοποιήθηκαν, δυστυχώς δεν πραγματοποιήθηκε εξαιτίας τοπικής βλάβης στο σύστημα άρδευσης που χρειάστηκε σχεδόν 3 μέρες για να αποκατασταθεί και είχε σαν αποτέλεσμα να χαθεί η "σειρά" του συγκεκριμένου αγροτεμαχίου για πότισμα. Διαπιστώνουμε επομένως μια απόκλιση όσον αφορά τον αριθμό ποτισμάτων που πρότεινε το IRMA_SYS και τις ποσότητες νερού που χρησιμοποιήθηκαν.

Αγροτεμάχιο 268 ΝΣ 11 στρέμματα με μηδική:

Έγινε μία άρδευση στις 27/7/2022. Διαπιστώνουμε απόκλιση και στον αριθμό αρδεύσεων (έγινε μία, το σύστημα προτείνει δύο) αλλά και στην ποσότητα νερού καθώς η προτεινόμενη από το σύστημα ήταν 514mm και αυτή που δέχθηκε μόλις 71mm.

Αγροτεμάχιο 282 ΝΣ 2,5 στρέμματα με μηδική:

Έγιναν 2 αρδεύσεις η πρώτη 6/7/2022 και η δεύτερη 26/7/2022. Διαπιστώνουμε ταύτιση με το σύστημα όσον αφορά τον αριθμό των αρδεύσεων και απόκλιση στην ποσότητα νερού που δόθηκε 332mm ενώ η προτεινόμενη απ το σύστημα ήταν 513 mm.

Συμπεραίνουμε λοιπόν μελετώντας όλα τα παραπάνω ότι απ τη μία έχουμε το IRMA_SYS, ένα σύστημα που αποδεδειγμένα πλέον μπορεί να προσφέρει πολύτιμες υπηρεσίες στη διαχείριση και εξοικονόμηση νερού και απ την άλλη μια σειρά από πολύ σημαντικά προβλήματα να αντιμετωπίσουμε που έχουν να κάνουν με την καταγραφή νερού καθώς μεγάλος αριθμός υδρομέτρων είτε έχει κλαπεί είτε δε λειτουργεί σωστά, αλλά και με μεγάλα προβλήματα στο ίδιο το δίκτυο άρδευσης με κλοπές νερού αλλά και με συχνές ζημιές που λόγω υποστελέχωσης αργούν να διορθωθούν βγάζοντας εκτός προγράμματος τους παραγωγούς που σε κάποιες περιπτώσεις χάνουν αρδεύσεις με συνέπειες στην ίδια την παραγωγή.

Βιβλιογραφία

- Allmetsat, 2023. Ιωάννινα – κλιματικά δεδομένα. Διαθέσιμο στο: <https://el.allmetsat.com/klima/ellada.php?code=16642>, προσπελάστηκε: 15/9/2023
- IRMA_SYS ΟΡΙΑ, 2023. Εφαρμογή για την εκτίμηση των ποσοτήτων νερού για άρδευση με βάση την προσέγγιση που περιγράφεται στην Υπουργική απόφαση Αριθ. Φ.16/6631 (ΦΕΚ Β' 428 2/6/1989) "Προσδιορισμός κατώτατων και ανώτατων ορίων των αναγκαίων ποσοτήτων για την ορθολογική χρήση νερού στην άρδευση". Διαθέσιμο στο: <https://play.google.com/store/apps/details?id=org.goodagro.irmasysoria&hl=el&gl=US>, προσπελάστηκε: 15/9/2023
- IRMASYS, 2023. Το σύστημα και η ομάδα. Διαθέσιμο στο: <https://irmasys.com/el/about-el/>, προσπελάστηκε: 15/9/2023
- ΔιαΝΕΟσις, 2022. Οι ΤΟΕΒ, Οι ΓΟΕΒ Και Τα Έργα Άρδευσης Στην Ελλάδα. Διαθέσιμο στο: <https://www.dianeosis.org/2021/06/oi-toev-goev-kai-ta-erga-ardeusis/>, προσπελάστηκε: 15/9/2023
- Καραμάνος Α. Ι., 2008. Τα σιτηρά των εύκρατων κλιμάτων. ISBN: 9789600222081, ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΠΑΠΑΖΗΣΗ ΑΕΒΕ
- Μακρίδης Χ., Λεοντόπουλος Σ., Δαλακούρας Α., 2011. ΚΤΗΝΟΤΡΟΦΙΚΑ ΦΥΤΑ, ISBN: 9789608002654, ΕΜΒΡΥΟ ΕΜΠΟΡΙΚΗ ΕΚΔΟΤΙΚΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΤΙΚΗ ΜΟΝΟΠΡΟΣΩΠΗ ΙΚΕ
- Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, 2023 Ιωάννινα, Γεωγραφική θέση-Κλίμα. Διαθέσιμο στο: <http://ioannina.uoi.gr/town/index.html>, προσπελάστηκε: 15/9/2023
- Τασοπούλου – Παπακώστα Δ., 2005. Κτηνοτροφικά φυτά. Χριστίνα και Βασιλική Κορδαλή Ο.Ε.

Παράρτημα Ι – Φωτογραφική τεκμηρίωση Αραβόσιτος, 173 ΚΒ 4 στρέμματα



Εικόνα 21 Κτήμα αραβόσιτου 173 ΚΒ κατά την πρώτη μέρα άρδευσης



Εικόνα 22 Κτήμα αραβόσιτου 173ΚΒ, διαρροή στο πρώτο τμήμα του αγωγού μεταφοράς νερού προς το κανόνι άρδευσης



Εικόνα 23 Κτήμα αραβόσιτου 173 KB κατά τη δεύτερη μέρα άρδευσης

Παράρτημα II – Φωτογραφική τεκμηρίωση Αραβόσιτος, 146 KB 3.7
στρέμματα



Εικόνα 24 Κτήμα αραβόσιτου 146KB, κατά την άρδευση



Εικόνα 25 Κτήμα αραβόσιτου 146 KB, διάδρομος για τη μεταφορά του κανονιού και του αγωγού άρδευσης

Παράρτημα ΙΙΙ – Φωτογραφική τεκμηρίωση Μηδική 268 ΝΣ 11
στρέμματα



Εικόνα 26 Κτήμα μηδικής 268 ΝΣ, κατά την άρδευση

Παράρτημα IV – Φωτογραφική τεκμηρίωση Μηδική 282 ΝΣ 2,5 στρέμματα



Εικόνα 27 Κτήμα μηδικής 282 ΝΣ, κατά την άρδευση