

9. Παράρτημα Α – Μελέτη Άρδευσης

Περιεχόμενα

1	Εισαγωγή.....	5
2	Επιλογή της καλλιέργειας.....	5
3	Υφιστάμενη κατάσταση	6
3.1	Περιοχή μελέτης	6
3.2	Ανάγλυφο του πειραματικού αγροτεμαχίου	7
3.3	Κλίμα	8
3.4	Υδροδότηση του αγροτεμαχίου	10
3.4.1	Γενικά.....	10
3.4.2	Θεσμικό πλαίσιο επαναχρησιμοποίησης επεξεργασμένων λυμάτων στην Ελλάδα	11
3.4.3	Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του νερού άρδευσης	13
3.4.4	Αξιολόγηση του νερού άρδευσης (αστικά απόβλητα) με ημερομηνία λήψης του δείγματος 6/7/2021	16
3.5	Εδαφολογικά στοιχεία αγροτεμαχίου	19
3.6	Διάρθρωση καλλιεργειών εντός της περιμέτρου του αγροτεμαχίου	20
3.6.1	Γενικά.....	20
3.6.2	Περίοδος ανάπτυξης της καλλιέργειας.....	21
3.7	Άρδευτική κατανάλωση της καλλιέργειας.....	21
3.8	Μέθοδος άρδευσης	22
4	Αναλυτική η περιγραφή της προτεινόμενης μεθόδου άρδευσης	23
4.1	Άρδευτικοί υπολογισμοί	23
4.2	Υδραυλικοί υπολογισμοί.....	25
4.2.1	Σταλάκτες.....	27
4.2.2	Αγωγοί εφαρμογής	28
4.2.3	Σταλακτηφόρος αγωγός.....	32
4.2.4	Αγωγός τροφοδοσίας.....	32
4.2.5	Αγωγός μεταφοράς.....	32
4.2.6	Αντλία	33
4.2.7	Υδραυλικά όργανα και συνδετικά εξαρτήματα	34
5	Βιβλιογραφία	37
5.1	Ξένη Βιβλιογραφία.....	37



5.2	Ελληνική Βιβλιογραφία.....	37
5.3	Πηγές από διαδίκτυο	38
6	Παράρτημα	39
6.1	Δεδομένα	39
6.1.1	Γενικές πληροφορίες	39
6.1.2	Υδρολογικά στοιχεία.....	39
6.1.3	Γεωτεχνικά και εδαφολογικά στοιχεία	39
6.1.4	Ανάγκες των καλλιεργειών	40
6.2	Σχεδιάγραμμα Αρδευτικού Συστήματος	41
6.3	Εδαφολογική Ανάλυση Αγροτεμαχίου.....	42

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1. Θέση βιολογικού σταθμού και πειραματικού αγροτεμαχίου	7
Εικόνα 2. Τοπογραφικός χάρτης πειραματικού αγροτεμαχίου	8
Εικόνα 3. Ομβροθερμικό διάγραμμα της περιοχής Κοζάνης σύμφωνα με τη χρονοσειρά των δεδομένων (1955-2010) Πηγή: Ε.Μ.Υ	10
Εικόνα 4. Δεξαμενή εξόδου του νερού του βιολογικού σταθμού	11
Εικόνα 5. Αρδευόμενα και ξηρικό τμήμα της καλλιέργειας Ηλίανθου	20
Εικόνα 6. Σχηματική αναπαράσταση δικτύου άρδευσης	25
Εικόνα 7. Αρδευτικά δίκτυα συμβατικού νερού και νερού άρδευσης από το βιολογικό σταθμό	26
Εικόνα 8. Σχεδιάγραμμα αποστάσεων σταλακτήρων, αγωγών εφαρμογής και γραμμών καλλιέργειας Ηλίανθου	27
Εικόνα 9. Μεταβολή του φορτίου πίεσης από την υδροληψία στις εισόδους των αγωγών εφαρμογής του αρδευτικού δικτύου με χρήση του νερού από την έξοδο του βιολογικού σταθμού	29
Εικόνα 10. Μεταβολή του φορτίου στην αρχή και στο τέλος των αγωγών εφαρμογής του αρδευτικού δικτύου με χρήση του νερού από την έξοδο του βιολογικού σταθμού	30
Εικόνα 11. Μεταβολή του φορτίου πίεσης από την υδροληψία στις εισόδους των αγωγών εφαρμογής του αρδευτικού δικτύου με συμβατικό νερό άρδευσης	30
Εικόνα 12. Μεταβολή του φορτίου στην αρχή και στο τέλος των αγωγών εφαρμογής του αρδευτικού δικτύου με χρήση του νερού από την έξοδο του βιολογικού σταθμού	31

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1. Η καλλιέργεια του Ηλίανθου με αριθμούς στο Νομό Κοζάνης	5
Πίνακας 2. Επιτρεπόμενα όρια για περιορισμένη άρδευση	12
Πίνακας 3. Επιτρεπόμενα όρια για απεριόριστη άρδευση	12
Πίνακας 4. Εργαστηριακοί προσδιορισμοί νερού άρδευσης	14
Πίνακας 5. Κριτήρια ποιοτικής κατάταξης του αρδευτικού νερού	15
Πίνακας 6. Συγκεντρώσεις ιχνοστοιχείων ανάλυσης νερού βιολογικού σταθμού	18
Πίνακας 7. Προϋποθέσεις χρήσης της στάγδην άρδευσης με λύματα από βιολογικό σταθμό	22
Πίνακας 8. Χαρακτηριστικά και εκτιμώμενο κόστος αγοράς σταλακτήρων	28
Πίνακας 9. Χαρακτηριστικά και εκτιμώμενο κόστος αγοράς των αγωγών εφαρμογής	31
Πίνακας 10. Χαρακτηριστικά και εκτιμώμενο κόστος αγοράς των αγωγών τροφοδοσίας	32
Πίνακας 11. Χαρακτηριστικά και εκτιμώμενο κόστος αγοράς των αγωγών μεταφοράς	33
Πίνακας 12. Χαρακτηριστικά και εκτιμώμενο κόστος αγοράς των αντλιών	34

Πίνακας 13. Χαρακτηριστικά και εκτιμώμενο κόστος αγοράς των υδραυλικών οργάνων και των εξαρτημάτων συνδεσμολογίας	34
Πίνακας 14. Χαρακτηριστικά και εκτιμώμενο κόστος αγοράς της ηλεκτροβάννας και των εξαρτημάτων συνδεσμολογίας	35
Πίνακας 15. Χαρακτηριστικά και εκτιμώμενο κόστος αγοράς των πλαστικών δεξαμενών άρδευσης	35
Πίνακας 16. Εκτιμώμενο κόστος αρδευτικού συστήματος	36

1 Εισαγωγή

Το έργο περιλαμβάνει το σχεδιασμό ενός αρδευτικού συστήματος με το οποίο νερό θα μεταφερθεί και θα εφαρμοσθεί από την έξοδο του βιολογικού σταθμού Κοζάνης σε παρακείμενο πειραματικό αγροτεμάχιο. Στο συγκεκριμένο αγροτεμάχιο έκτασης περίπου 3,5 στρ. θα καλλιεργηθεί Ηλίανθος σε ένα τμήμα του (1,2 στρ.) ενώ το υπόλοιπο θα παραμείνει ακαλλιέργητο. Όσο αφορά το καλλιεργούμενο μέρος του αγροτεμαχίου, αυτό θα χωριστεί σε τρία (3) τμήματα ανάλογα με τον τύπο νερού άρδευσης που θα εφαρμοστεί: **α)** συμβατικό νερό ύδρευσης, **β)** ανακτημένο νερό εξόδου ΕΕΛ ή κατάλληλη μίξη αυτού με συμβατικό νερό ύδρευσης για την επίτευξη κατάλληλης ποιότητας για άρδευση, και **γ)** χωρίς άρδευση.

2 Επιλογή της καλλιέργειας

Η επιλογή της καλλιέργειας του Ηλίανθου έγινε με βάση την πραγματοποιηθείσα εδαφολογική ανάλυση, τις τοπικές κλιματικές συνθήκες και τις τεχνικές υποδείξεις των υπευθύνων του έργου.. Η συγκεκριμένη καλλιέργεια δεν προορίζεται για ανθρώπινη κατανάλωση, αλλά για αξιοποίηση (π.χ. προς παραγωγή ενέργειας) και προτιμήθηκε από άλλες ενεργειακές καλλιέργειες, όπως ο σόργος, το καλαμπόκι, η ελαιοκράμβη, ως η οικονομικότερη και η ανθεκτικότερη καλλιέργεια που προσαρμόζεται ιδανικά στις εδαφοκλιματικές συνθήκες της περιοχής.

Πίνακας 1. Η καλλιέργεια του Ηλίανθου με αριθμούς στο Νομό Κοζάνης

	Αριθμός στρεμμάτων	Παραγωγή σε tn
2010	11027	1988
2011	31341	8244
2012	3065	42
2013	10860	2450
2014	13585	3625
2015	462	138

2016	13190	3510
2017	610	180
2018	18143	4870

Πηγή: ΟΠΕΚΕΠΕ

Στον Πίνακα 1 δίνεται ο αριθμός των στρεμμάτων του Ηλίανθου και της αντίστοιχης παραγωγής στον Νομό Κοζάνης. Η συγκεκριμένη καλλιέργεια εμφανίστηκε στην περιοχή για πρώτη φορά το έτος 2010 και με εξαίρεση τουλάχιστον δύο χρόνια η έκταση της καλλιέργειας κυμάνθηκε σε ικανοποιητικά επίπεδα με μια μικρή, αλλά συνεχόμενη αύξηση τα τελευταία χρόνια. Ενδεχομένως, η αυξημένη τιμή παραγωγού σε σχέση με την χαμηλή αντίστοιχη τιμή του αραβοσίτου (επικρατούσα ενεργειακή καλλιέργεια) προτρέπει τους παραγωγούς σε αντικατάσταση των δύο καλλιεργειών μεταξύ τους.

Τα επόμενα χρόνια, η απολιγνιτοποίηση της ευρύτερης περιοχής της Κοζάνης θα συμβάλλει στη μετακίνηση ενός σημαντικού αριθμού εργατικού δυναμικού στον πρωτογενή τομέα. Αυτό θα συμβάλει στην ανάπτυξη του πρωτογενούς τομέα με την αύξηση της αγροτικής παραγωγής και επομένως του αγροτικού εισοδήματος. Στην αναμενόμενη αύξηση της πρωτογενούς παραγωγής, ο Ηλίανθος θα παίξει σημαντικό ρόλο στη διατήρηση και στη βελτίωση του βιοτικού και κοινωνικού επιπέδου των υφιστάμενων αλλά και των νεοεισερχόμενων παραγωγών της περιοχής.

Εν κατακλείδι, η εποχή σποράς του Ηλίανθου η οποία ορίζεται τέλος Μαρτίου με αρχές Μαΐου, δίνει το περιθώριο και τη δυνατότητα στους διαχειριστές του συγκεκριμένου έργου για τον καλύτερο σχεδιασμό της πειραματικής άρδευσης του αγροτεμαχίου.

3 Υφιστάμενη κατάσταση

3.1 Περιοχή μελέτης

Ο βιολογικός σταθμός της Κοζάνης βρίσκεται πλησίον του ορεινού χωριού Καρυδίτσα του Δήμου Κοζάνης. Πιο συγκεκριμένα, οριοθετείται στο νότιο τμήμα του νομού και απέχει περίπου απόσταση

7 χιλιομέτρων από την πόλη της Κοζάνης. Το υπό μελέτη αγροτεμάχιο βρίσκεται σε παρακείμενη από το βιολογικό σταθμό τοποθεσία, νότια αυτού. Η έκταση του είναι περίπου 3.5 στρέμματα (Εικόνα 1).



Εικόνα 1. Θέση βιολογικού σταθμού και πειραματικού αγροτεμαχίου

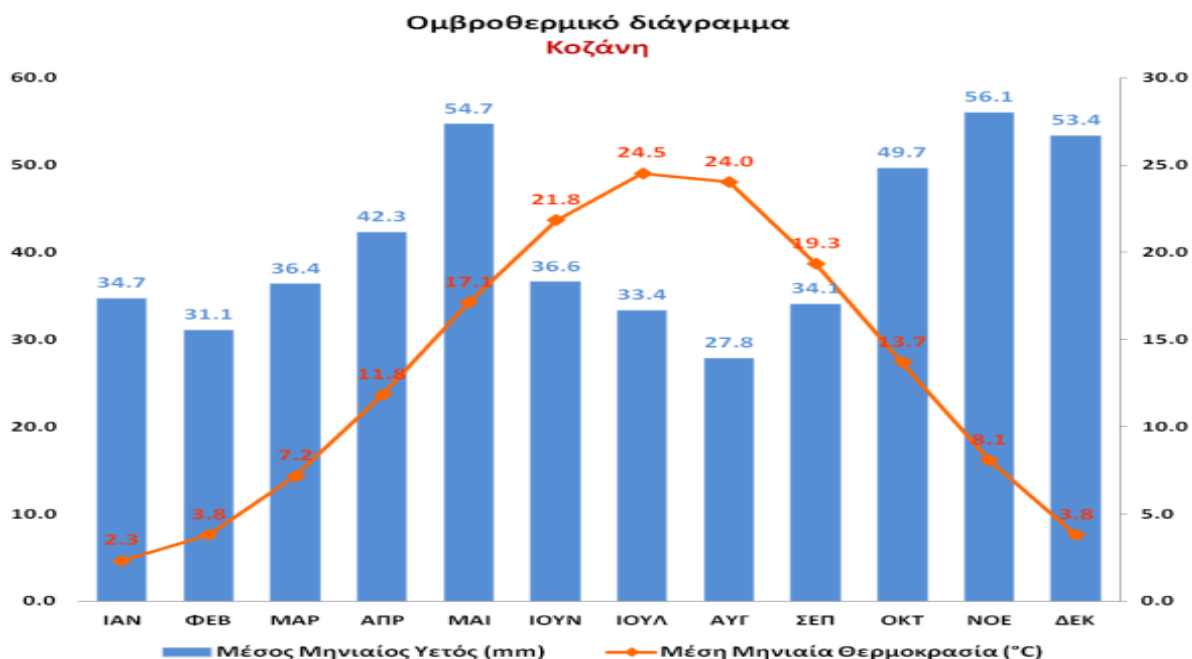
3.2 Ανάγλυφο του πειραματικού αγροτεμαχίου

Το ανάγλυφο του αγροτεμαχίου είναι επικλινές με μια υψομετρική διαφορά περίπου 6%-10%, όπως φαίνεται και στον τοπογραφικό χάρτη του αγροτεμαχίου (Εικόνα 2). Στο άνω τμήμα του συναντώνται οι μεγαλύτερες κλίσεις οι οποίες έχουν κατεύθυνση προς το μέσο του αγροτεμαχίου ενώ στο κάτω τμήμα οι κλίσεις μειώνονται σημαντικά, διατηρώντας μια ενιαία διεύθυνση.



Το κλίμα της ευρύτερης περιοχής είναι καθαρά ηπειρωτικό και το χαρακτηρίζει μεγάλο ετήσιο θερμομετρικό εύρος (υπερβαίνει τους 22°C). Κατά τους χειμερινούς μήνες εμφανίζονται πολύ

χαμηλές θερμοκρασίες, ενώ κατά τους καλοκαιρινούς εμφανίζονται σχετικά υψηλές θερμοκρασίες. Επίσης παρατηρούνται, συχνοί παγετοί και συχνά επεισόδια χιονιού, ενώ ομοιόμορφη χαρακτηρίζεται η κατανομή της βροχής σε όλο το χρόνο. Όσο αφορά τη θερμοκρασία, αυτή παρουσιάζει απλή ετήσια πορεία. Οι ελάχιστες θερμοκρασίες κατεβαίνουν συχνά υπό τους -10°C (στις 19 Φεβρουαρίου 2021 έφτασε -19°C). Στη διάρκεια της θερμής εποχής η θερμοκρασία αγγίζει και υπερβαίνει τους 40°C . Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι οι άνεμοι, μικρής κυρίως έντασης, φτάνουν θερμοί στην περιοχή, καθώς αυτή είναι αποκλεισμένη από τη θάλασσα. Το ημερήσιο θερμομετρικό εύρος, που τον χειμώνα είναι μικρό, το καλοκαίρι υπερβαίνει τους 10°C . Η μέση σχετική υγρασία του αέρα κυμαίνεται μεταξύ 65 και 70 βαθμών της υγρομετρικής κλίμακας. Η μέση ετήσια τιμή της νέφωσης είναι 4.8 (κλίμακα 1-10), δηλαδή ο νομός είναι από τις πιο νεφελώδεις περιοχές της χώρας. Κατά μέσο όρο, 90 ημέρες του έτους είναι αίθριες και 77 νεφοσκεπείς. Η βροχή κατανέμεται μάλλον ομοιόμορφα, κατά τη διάρκεια του έτους, έτσι ώστε ουσιαστικά δεν υπάρχει ξηρή εποχή, αφού οι ξηρότεροι μήνες, Ιούλιος και Αύγουστος, παρουσιάζουν ύψη βροχής, αντίστοιχα 33.4 και 27.8 χιλιοστά. Μικρά σχετικά ύψη βροχής εμφανίζονται από τον Ιανουάριο έως τον Μάρτιο, αλλά αυτό οφείλεται στη συχνότητα του χιονιού, το οποίο αποτελεί συνηθισμένο φαινόμενο από τον Οκτώβριο μέχρι τον Μάιο. Τα πρώτα χιόνια εμφανίζονται στα βουνά μερικές φορές από τα μέσα Σεπτεμβρίου, ενώ τα τελευταία υποχωρούν στις αρχές Ιουνίου. Το χαλάζι παρουσιάζει σχετικά μεγάλη συχνότητα κατά τους μήνες Απρίλιο-Ιούνιο, δηλαδή την περίοδο που δημιουργούνται οι θερμικές καταιγίδες. Άνεμοι επικρατούν, γενικά, του βόρειου τομέα, και εκτός από τους γενικούς ανέμους, σε πολλές περιοχές του νομού σχηματίζονται και οι αύρες των ορέων και των κοιλάδων. Στην Εικόνα 3 παρουσιάζονται ο μέσος μηνιαίος υετός (σε mm) και η μέση μηνιαία θερμοκρασία της περιοχής της Κοζάνης (σε $^{\circ}\text{C}$).



Εικόνα 3. Ομβροθερμικό διάγραμμα της περιοχής Κοζάνης σύμφωνα με τη χρονοσειρά των δεδομένων (1955-2010) Πηγή: Ε.Μ.Υ

3.4 Υδροδότηση του αγροτεμαχίου

3.4.1 Γενικά

Η άρδευση του πειραματικού αγροτεμαχίου θα γίνει με το νερό εξόδου του βιολογικού σταθμού αλλά και με ανάμιξη του με συμβατικό νερό ύδρευσης, εφόσον τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του νερού από το βιολογικό σταθμό δεν πληρούν ορισμένες προϋποθέσεις άρδευσης.

Το νερό του βιολογικού σταθμού συγκεντρώνεται σε μια δεξαμενή (Εικόνα 4) μετά από τις πολλαπλές επεξεργασίες του και στη συνέχεια καταλήγει σε παρακείμενο υδατικό ρέμα με τη βοήθεια της βαρύτητας. Η παροχή στη δεξαμενή αυτή είναι συνεχής και υπερκαλύπτει την παροχή που απαιτείται για την άρδευση του αγροτεμαχίου, σύμφωνα με τους υπεύθυνους του βιολογικού σταθμού. Όσο αφορά τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του νερού, αυτά παραμένουν σταθερά καθ' όλη τη διάρκεια του έτους.



Εικόνα 4. Δεξαμενή εξόδου του νερού του βιολογικού σταθμού

Σε περίπτωση που τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του νερού από την έξοδο του βιολογικού σταθμού δεν πληρούν τις προϋποθέσεις για άρδευση, προβλέπεται η πρόσμιξη του με συμβατικό νερό σε πλαστική δεξαμενή συγκεκριμένης χωρητικότητας.

3.4.2 Θεσμικό πλαίσιο επαναχρησιμοποίησης επεξεργασμένων λυμάτων στην Ελλάδα

Η επαναχρησιμοποίηση των επεξεργασμένων λυμάτων στην Ελλάδα διέπεται από τους όρους και τους περιορισμούς της ΚΥΑ 145116/2011 (ΦΕΚ 354/Β' 8.3.2011). Με βάση την ΚΥΑ, η επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων για άρδευση, διακρίνει δύο τύπους άρδευσης. Ο πρώτος τύπος άρδευσης ονομάζεται περιορισμένη άρδευση και αφορά καλλιέργειες τα προϊόντα των οποίων καταναλώνονται μετά από θερμική ή άλλη επεξεργασία ή δεν προορίζονται για ανθρώπινη κατανάλωση ή δεν έρχονται σε άμεση επαφή με το έδαφος, όπως είναι οι καλλιέργειες ζωοτροφών, οι βιομηχανικές ή ενεργειακές, τα λιβάδια, τα δέντρα και οι καλλιέργειες που προορίζονται για σπόρο. Επιπλέον, στο συγκεκριμένο τύπο άρδευσης δεν

επιτρέπεται η πρόσβαση του κοινού και πρέπει να λαμβάνονται πρόσθετα μέτρα, όπως περίφραξη, απαγόρευση βοσκής ζώων για ορισμένο χρόνο μετά την άρδευση κ.α.

Ο άλλος τύπος άρδευσης, καλείται άρδευση χωρίς περιορισμούς (απεριόριστη) και αφορά τις υπόλοιπες καλλιέργειες, όπως κηπευτικά, αμπέλια, καλλιέργειες των οποίων τα προϊόντα καταναλώνονται ωμά και δεν απαιτείται περιορισμός στην πρόσβαση.

Στο πλαίσιο της ίδιας ΚΥΑ, ορίζονται τα επιτρεπόμενα όρια για τις μικροβιολογικές, τις συμβατικές και άλλες χημικές παραμέτρους καθώς επίσης και η εκάστοτε κατ'ελάχιστον απαιτούμενη επεξεργασία, το είδος και η συχνότητα δειγματοληψιών και αναλύσεων για τους δύο τύπους άρδευσης (Πίνακες 2 και 3).

Πίνακας 2. Επιτρεπόμενα όρια για περιορισμένη άρδευση

Τύπος επαναχρησιμοποίησης	<i>Escherichia coli</i> (EC/100 ml)	BOD ₅ (mg/l)	SS (mg/l)	Θολότητα (NTU)	Κατ' ελάχιστον απαιτούμενη επεξεργασία	Ελάχιστη συχνότητα δειγματοληψιών και αναλύσεων νερού προς επαναχρησιμοποίηση
Περιορισμένη άρδευση Περιοχές όπου δεν αναμένεται πρόσβαση του κοινού, καλλιέργειες ζωοτροφών, βιομηχανικές καλλιέργειες, λιβάδια, δένδρα (μη συμπεριλαμβανομένων των οπωροφόρων), με την προϋπόθεση ότι κατά τη συλλογή οι καρποί δεν βρίσκονται σε επαφή με το έδαφος, καλλιέργειες σπόρων και καλλιέργειες που παράγουν προϊόντα τα οποία υποβάλλονται σε περαιτέρω επεξεργασία πριν την κατανάλωσή τους. Άρδευση με καταιονισμό δεν θα εφαρμόζεται Βιομηχανική χρήση Νερό ψύξης μιας χρήσης Τροφοδότηση υπόγειων υδροφορέων που δεν εμπίπτουν στις διατάξεις του άρθρου 7 του ΠΔ 51/2-3-2007, (με την επιφύλαξη των παραγράφων 4 και 5 του άρθρου 5 της παρούσας), με διήθηση διαμέσου εδαφικού στρώματος με επαρκές πάχος και κατάλληλα χαρακτηριστικά⁽⁶⁾	≤ 200 διάμεση τιμή	25 για το 80% των δειγμάτων	35 για το 80% των δειγμάτων	-	Δευτεροβάθμια βιολογική επεξεργασία^{(α),(β)} Απολύμανση^(γ)	BOD₅, SS, N, P: σύμφωνα με τις επιταγές της ΚΥΑ 5673/400/5.3.97 (ΦΕΚ 192/Β/14.3.97) EC: μια ανά εβδομάδα Υπολειμματικό χλώριο: συνεχώς (εφόσον εφαρμόζεται χλωρίωση)

Πίνακας 3. Επιτρεπόμενα όρια για απεριόριστη άρδευση

Τύπος επαν αχρησιμοποίησης	<i>Escherichia coli</i> (EC/100 ml)	BOD ₅ (mg/l)	SS (mg/l)	Θολότητα (NTU)	Κατ' ελάχιστον απαιτούμενη επεξεργασία	Ελάχιστη συχνότητα δειγματοληψιών και αναλύσεων νερού προς επαναχρησιμοποίηση
-------------------------------	--	----------------------------	--------------	-------------------	--	---

Απεριορίστη άρδευση Όλες οι καλλιέργειες όπως οπωροφόρα δένδρα, λαχανικά, αμπέλια ή καλλιέργειες των οποίων τα προϊόντα καταναλώνονται ωμά, θερμική. Η απεριορίστη άρδευση επιτρέπει την εφαρμογή διαφόρων μεθόδων εφαρμογής της άρδευσης συμπεριλαμβανομένου του καταιονισμού. Βιομηχανική χρήση πλην νερού ψύξης μιας χρήσης επανακυκλοφορούμενο νερό ψύξης, νερό για λέβητες, νερό διεργασιών, κλπ⁽ⁿ⁾	≤ 5 για το 80% των δειγμάτων και ≤ 50 για το 95% των δειγμάτων	≤ 10 για το 80% των δειγμάτων	≤ 10 για το 80% των δειγμάτων	≤ 2 διάμεση τιμή	Δευτεροβάθμια βιολογική επεξεργασία^(e) ακολουθούμενη από Τριτοβάθμια επεξεργασία^(στ) και Απολύμανση^(ζ)	BOD₅, SS, N, P: σύμφωνα με τις επιταγές της ΚΥΑ 5673/400/5.3.97 (ΦΕΚ 192/Β/14.3.97) Θολότητα και διαπερατότητα: για ανακτημένο νερό από εγκαταστάσεις επεξεργασίας με ισοδύναμο πληθυσμό μεγαλύτερο από 50000 κατοίκους τέσσερις ανά εβδομάδα και δύο ανά εβδομάδα στις υπόλοιπες περιπτώσεις EC: για ανακτημένο νερό από εγκαταστάσεις επεξεργασίας με ισοδύναμο πληθυσμό μεγαλύτερο από 50000 κατοίκους τέσσερις ανά εβδομάδα και δύο ανά εβδομάδα στις υπόλοιπες περιπτώσεις. Κατ'εξαίρεση για νησιωτικές περιοχές με τεκμηριωμένη έλλειψη κατάλληλης εργαστηριακής υποδομής μία ανά εβδομάδα Υπολειμματικό Cl₂ συνεχώς (εφόσον εφαρμόζεται χλωρίωση)
---	---	--------------------------------------	--------------------------------------	---------------------------------	--	--

3.4.3 Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του νερού άρδευσης

Γενικά, η μείωση του οργανικού φορτίου (BOD), των αιωρούμενων στερεών (SS) και των παθογόνων οργανισμών αποτελούν τα βασικά κριτήρια επιλογής του κατάλληλου συστήματος επεξεργασίας των υγρών αστικών αποβλήτων προκειμένου να χρησιμοποιηθούν για αρδευτικούς σκοπούς. Είναι γενικά αποδεκτό ότι η πρωτοβάθμια, η δευτεροβάθμια και η τριτοβάθμια επεξεργασία είναι αποτελεσματικές στη μείωση των προαναφερθέντων παραγόντων.

Πιο συγκεκριμένα, τα συστατικά των αποβλήτων που πρέπει να εξετάζονται όταν αυτά πρόκειται να χρησιμοποιηθούν για αρδευτικούς σκοπούς είναι (Asano et al., 1985):

- Αιωρούμενα σταθερά: Υπερβολική ποσότητα αιωρούμενων συστατικών μπορεί να δημιουργήσει προβλήματα εμφράξεων στα συστήματα άρδευσης και ιδιαίτερα στην άρδευση με σταγόνες
- Βιοδιασπώμενη οργανική ύλη: BOD (Βιοχημική απαίτηση οξυγόνου) και COD (Χημική απαίτηση οξυγόνου)
- Παθογόνοι μικροοργανισμοί: Κολοβακτηρίδια

- Θρεπτικά στοιχεία: Άζωτο, Φώσφορος και Κάλιο (η παρουσία των θρεπτικών στοιχείων αυξάνει την αξία του νερού, παρόλα αυτά μεγάλες συγκεντρώσεις δύναται να δημιουργήσουν προβλήματα ευτροφισμού και ρύπανσης των υπόγειων υδροφόρων)
- Σταθερές οργανικές ενώσεις, όπως φαινόλες, εντομοκτόνα κ.α.
- Συγκέντρωση των ιόντων υδρογόνου: Το συνηθισμένο εύρος pH των αστικών αποβλήτων είναι 6.5-8.5
- Βαρέα μέταλλα, όπως Cd, Ni, Zn, Hg κ.α. (Μεγάλες συγκεντρώσεις δύναται να προκαλέσει τοξικότητες στα φυτά)
- Διαλυμένα ανόργανα συστατικά, όπως Ca, Na, Mg κ.α. (Μεγάλη αλατότητα σημαίνει προβλήματα άρδευσης και απορρόφησης του εδαφικού νερού από τα φυτά)
- Υπολειμματικό χλώριο: Ποσότητα χλωρίου Cl_2 μεγαλύτερη από 0.05mg/l μπορεί να προκαλέσει εγκαύματα και ζημιές στις καλλιέργειες

Η ημερήσια διακύμανση της ποιότητας των αποβλήτων δεν αποτελεί ιδιαίτερο πρόβλημα στο σχεδιασμό της άρδευσης. Παρόλα αυτά απαιτείται συστηματικός προγραμματισμός αναλύσεων και ιδιαίτερα στους τους μήνες που λαμβάνει χώρα η άρδευση μιας καλλιέργειας.

Οι εργαστηριακοί προσδιορισμοί που είναι απαραίτητοι για την αξιολόγηση του αρδευτικού νερού είναι οι παρακάτω:

Πίνακας 4. Εργαστηριακοί προσδιορισμοί νερού άρδευσης

Παράμετροι	Σύμβολο	Μονάδες μέτρησης	Σύνηθες εύρος συγκέντρωσης στο αρδευτικό νερό
Ηλεκτρική αγωγιμότητα	EC_w	ds/m	0-3
Ολικά διαλυμένα στερεά	TDS	mg/l	0-2000
Ασβέστιο	Ca^{++}	mg/l	0-400
Μαγνήσιο	Mg^{++}	mg/l	0-60
Νάτριο	Na^+	mg/l	0-900
Ανθρακικά	CO_3^{-2}	mg/l	0-3
Όξινα ανθρακικά	HCO_3^{-1}	mg/l	0-600
Χλωρίοντα	Cl^-	mg/l	0-1100
Θειικά	SO_4^{-2}	mg/l	0-1000
Βόριο	B	mg/l	0-2
Οξύτητα	pH		6.5-8.5

Σχέση προσρόφησης νατρίου	SAR		0-15
Νιτρικό άζωτο	NO ₃ -N	mg/l	0-10
Φωσφορικός φώσφορος	PO ₄ -P	mg/l	0-2
Κάλιο	K	mg/l	0-2

Πηγή: Ayers and Westcot (1985)

Για την εκτίμηση της καταλληλότητας των επεξεργασμένων υγρών αστικών αποβλήτων για άρδευση των καλλιεργειών, συνιστάται η χρήση της ποιοτικής κατάταξης των Ayers and Westcot (1985), η οποία παρουσιάζεται στον Πίνακα 5.

Πίνακας 5. Κριτήρια ποιοτικής κατάταξης του αρδευτικού νερού

Ενδεχόμενο αρδευτικό πρόβλημα	Μονάδες	Βαθμός περιορισμού στη χρήση		
		Κανένας	Μικρός έως μέτριος	Μεγάλος
Αλατότητα (επηρεάζει τη διαθεσιμότητα του νερού στο έδαφος) EC _w 25°C TDS	dS/m mg/l	<0.7 <450	0.7-0.3 450-2000	>3.0 >2000
Διηθητικότητα (επηρεάζει το ρυθμό διήθησης του νερού στο έδαφος και εκτιμάται από το συνδυασμό των SAR και EC _w) SAR=0-3 και EC _w = SAR=3-6 και EC _w = SAR=6-12 και EC _w = SAR=12-20 και EC _w = SAR=20-40 και EC _w =		>0.7 >1.2 >1.9 >2.9 >5	0.7-0.2 1.2-0.3 1.9-0.5 2.9-1.3 5.0-2.9	<0.2 <0.3 <0.5 <1.3 <2.9
Νάτριο Na ⁺ Επιφανειακή άρδευση (προσρόφηση δια των ριζών, SAR) Άρδευση με καταιονισμό (προσρόφηση διά των φύλλων)	(me/l) ^{1/2} mg/l	<3 <69	3-9 >69	>9
Χλώριο Cl ⁻ Επιφανειακή άρδευση (προσρόφηση δια των ριζών) Άρδευση με καταιονισμό (προσρόφηση διά των φύλλων)	mg/l mg/l	<142 <106	142-355 >106	>355
Βόριο B	mg/l	<0.7	0.7-3.0	>3.0

Ολικό άζωτο	mg/l	<5	5-30	>30
Όξινα ανθρακικά (HCO ₃) (μόνο για άρδευση με καταιονισμό)	mg/l	<90	90-520	>520
Υπολειμματικό χλώριο	mg/l	<1.0	1.0-5.0	>5.0
pH		6.5-8.5		

3.4.4 Αξιολόγηση του νερού άρδευσης (αστικά απόβλητα) με ημερομηνία λήψης του δείγματος 6/7/2021

Στις 6/7/2021 λήφθηκε δείγμα νερού άρδευσης από τη δεξαμενή που υπάρχει στην έξοδο του βιολογικού σταθμού και το οποίο στάλθηκε σε εργαστήριο των Αθηνών. Θεωρώντας ότι τα αποτελέσματα των μετρήσεων αυτών δεν μεταβάλλονται σημαντικά με το χρόνο και ότι εκφράζουν τις πραγματικές τιμές που λαμβάνουν χώρα τους καλοκαιρινούς μήνες (μήνες άρδευσης) προχωρήσαμε στην αξιολόγηση του νερού άρδευσης με βάση τις περιγραφόμενες διαδικασίες.

Οι τιμές BOD (<6mg/L O₂), COD (=10 mg/L O₂) και των ολικών αιωρούμενων στερεών (=2.6 mg/l) είναι σύμφωνες με τις επιταγές της ΚΥΑ5673/400/1997 που αφορά τα μέτρα και τους όρους για την επεξεργασία των αστικών λυμάτων.

Η ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC_w=0.672 dS/m) καθώς και τα ολικά διαλυμένα στερεά (TDS=428 mg/l) βρίσκονται μέσα στο σύνηθες εύρος συγκέντρωσης τους στο αρδευτικό νερό και επιπλέον δεν προκαλούν πρόβλημα αλατότητας στο έδαφος.

Ο υπολογισμός του SAR (Sodium Absorption Ratio) με βάση τις συγκεντρώσεις των ιόντων Ca²⁺ (=77mg/l), Na⁺ (=43mg/l), και Mg²⁺ (=30.4 mg/l) γίνεται με την Εξίσωση (1), όπου οι συγκεντρώσεις των ιόντων είναι σε meq/l (Οι συγκεντρώσεις των στοιχείων βρίσκεται εντός των συνηθισμένων ορίων):

$$SAR = \frac{Na}{\sqrt{Ca + Mg}} = \frac{1.87}{\sqrt{3.84 + 2.5}} = \frac{1.87}{2.51} = 0.745 \quad (1)$$

Συνδυαστικά, οι τιμές της Ec_w και του SAR επιβάλουν ένα μικρό περιορισμό στη χρήση του συγκεκριμένου νερού άρδευσης. Ο λόγος είναι ότι από τη χρήση του συγκεκριμένου νερού

άρδευσης θα προκληθούν ενδεχομένως προβλήματα στη διηθητικότητα του εδάφους. Συνιστάται ο έλεγχος της ηλεκτρικής αγωγιμότητας του εδάφους.

Η συγκέντρωση του Cl ($=50\text{mg/l}$) δεν επιβάλλει κάποιο περιορισμό στη χρήση του νερού άρδευσης, ενώ είναι εντός του σύνηθες εύρους των συγκεντρώσεων του χλωρίου στο νερό άρδευσης. Το ίδιο ισχύει και για το Βόριο, B ($=0,025\text{mg/l}$). Δεν υπάρχει κίνδυνος τοξικής δράσης τους στα φυτά, όπως και των άλλων ιχνοστοιχείων.

Το ολικό άζωτο ($=4.45\text{mg/l}$) δεν επιβάλλει κάποιου βαθμού περιορισμό στη χρήση του συγκεκριμένου νερού άρδευσης. Η ποσότητα του αζώτου που προστίθεται στο έδαφος μέσω του νερού άρδευσης πρέπει να λαμβάνεται υπόψη για να μειώνεται ανάλογα η εφαρμοζόμενη από το γεωργό χημική λίπανση. Με τον τρόπο αυτό εξοικονομούνται αντίστοιχες ποσότητες χημικών λιπασμάτων και προστατεύονται οι υδάτινοι αποδέκτες από πιθανή ρύπανση και φαινόμενα ευτροφισμού. Επίσης, πρέπει να ληφθεί υπόψη και η ιδιαιτερότητα της συνεχούς προσθήκης αζώτου μέσω της άρδευσης, διότι δημιουργούνται προβλήματα κατά το στάδιο της ωριμότητας.

Η συγκέντρωση του K ($=12\text{mg/l}$) είναι εκτός των ορίων του συνηθισμένου εύρος των τιμών του σε ένα νερό άρδευσης ενώ ο φωσφορικός φώσφορος ($=\text{A.B. P} \cdot 3.38 / \text{M.B. PO}_4 = 1.3\text{mg/l}$) είναι εντός των ορίων αυτών.

Όσο αφορά τα ιχνοστοιχεία, μικρές ποσότητες τους βρίσκονται πάντα στα λύματα των βιολογικών σταθμών. Υπό κανονικές συνθήκες λειτουργίας των σταθμών, οι συγκεντρώσεις των ιχνοστοιχείων μειώνονται κατά 70% και 90% μετά τη δευτεροβάθμια επεξεργασία (Πανώρας και Ηλίας, 1999).

Στον Πίνακα 4 παρατίθενται οι συγκεντρώσεις των βασικών ιχνοστοιχείων που μετρήθηκαν στο δείγμα του νερού ανάλυσης και των αντίστοιχων μέγιστων τιμών τους. Παρατηρούμε ότι οι συγκεντρώσεις των ιχνοστοιχείων είναι αρκετά μικρότερες από τις ανώτατες τιμές του που ορίζει η αντίστοιχη νομοθεσία και επομένως δεν απαιτείται η πρόσμιξη του νερού εξόδου του βιολογικού με καθαρό νερό άρδευσης. Βέβαια πάντα με την επιφύλαξη της σταθερότητας της επεξεργασίας του νερού του βιολογικού σταθμού και της αντίστοιχης ποιότητας του κατά την έξοδο από τον σταθμό. Τα κριτήρια για το αρδευτικό νερό ορίσθηκαν με σκοπό να προστατευθούν και οι πιο

ευαίσθητες καλλιέργειες (ΦΕΚ 354/8-3-2011). Με βάση αυτό, οι συγκεκριμένες συγκεντρώσεις των ιχνοστοιχείων αυτών δεν επηρεάζουν καθ' όλου την ανάπτυξη της καλλιέργειας του Ηλίανθου.

Πίνακας 6. Συγκεντρώσεις ιχνοστοιχείων ανάλυσης νερού βιολογικού σταθμού

Όνομα Ιχνοστοιχείου	Συγκέντρωση στο δείγμα (mg/l)	Ανώτατο όριο συγκέντρωσης (mg/l)
Al	0	5
As	0.00062	0.1
Be	0	0.1
Cd	0	0.01
Cr	0	0.1
Co	0.00052	0.05
Cu	0.0125	0.2
Fe	0.076	3
Pb	0.0005	0.1
Li	0.005	2.5
Mn	0.0011	0.2
Hg	0	0.002
Mo	0.0011	0.01
Ni	0.0017	0.2
Se	0.0005	0.02
V	0.0029	0.1
Zn	0.039	2
F	0.00025	1

Συμπερασματικά, το παραπάνω νερό που χρησιμοποιεί η ΔΕΥΑ Κοζάνης αξιολογείται ως ΚΑΤΑΛΛΗΛΟ για αρδευτικούς σκοπούς με τις προϋποθέσεις που αναφέρθηκαν παραπάνω. Σε κάθε περίπτωση, η αξιολόγηση αυτή αναφέρεται στη συγκεκριμένη χρονική στιγμή και δε διασφαλίζει την ποιοτική κατάσταση του νερού αυτού σε βάθος χρόνου. Επίσης, η αξιολόγηση ως κατάλληλου για άρδευση του νερού δεν στηρίχθηκε στο μικροβιακό φορτίο του δείγματος. Γενικά, συνίσταται

να πραγματοποιούνται περιοδικοί έλεγχοι των ποιοτικών χαρακτηριστικών του νερού άρδευσης (νερό βιολογικού σταθμού), ώστε να εκτιμάται ο ρυθμός συσσώρευσης των στοιχείων (οργανικά, ανόργανα, ιχνοστοιχεία κ.α.).

3.5 Εδαφολογικά στοιχεία αγροτεμαχίου

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της εδαφολογικής ανάλυσης που πραγματοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εδαφοϋδατικών Πόρων του Ελγό Δήμητρα σε δύο δείγματα που πάρθηκαν από το πειραματικό αγροτεμάχιο, λόγω του επικλινές ανάγλυφου (Υψηλό και Χαμηλό ανάγλυφο) διαπιστώθηκε ότι δεν υπάρχει κάποια σημαντική διαφοροποίηση, όσο αφορά τις φυσικοχημικές ιδιότητες του εδάφους. Στο παράρτημα παρατίθενται τα αποτελέσματα των εδαφολογικών αναλύσεων.

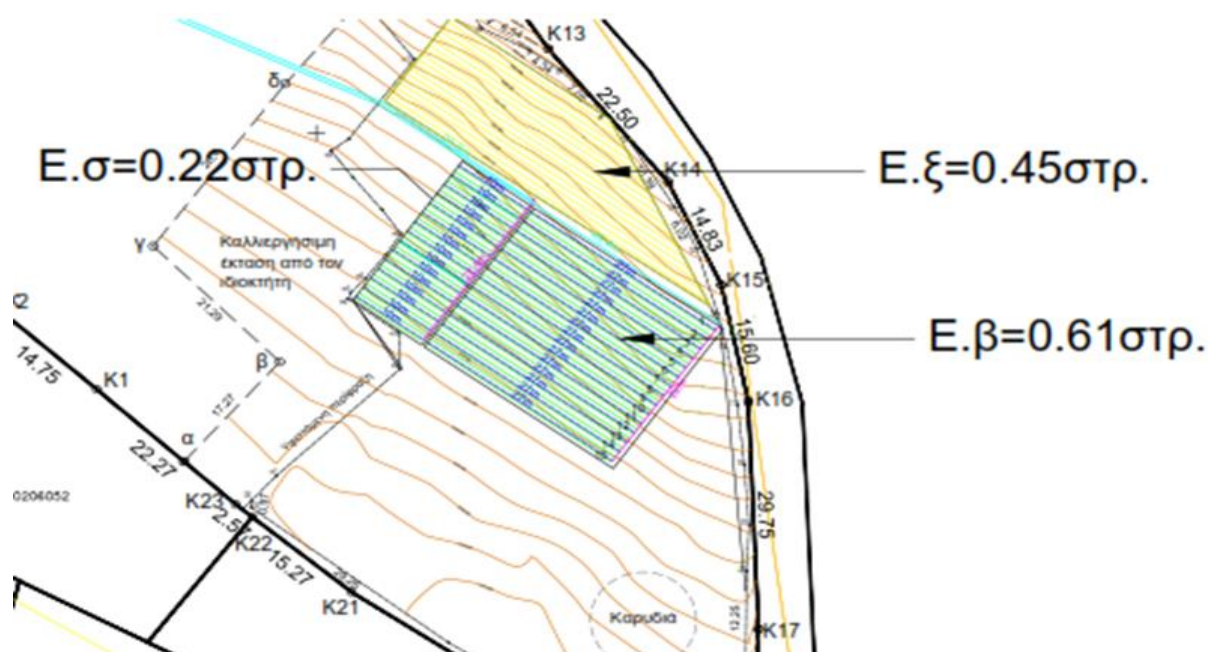
Η μηχανική σύσταση του εδάφους βρέθηκε να είναι στα όρια των μέσων και συνεκτικών εδαφών, αφού ανήκει στην κατηγορία των αργιλλοπηλωδών εδαφών (Loam clay soils). Το έδαφος είναι κατάλληλο για την καλλιέργεια του Ηλίανθου. Επιπλέον, διαθέτει αρκετή ποσότητα οργανικής ουσίας ενώ η συγκέντρωση των αλάτων είναι μικρή. Το pH του εδάφους είναι ουδέτερο προς αλκαλικό ($\text{pH}=7.7$), ιδιαίτερα ευνοϊκό για την ανάπτυξη της καλλιέργειας.

Η παρουσία του ασβεστίου (υψηλό ανθρακικό ασβέστιο) ενδεχομένως να δημιουργήσει προβλήματα στη διαθεσιμότητα του μαγγανίου, του ψευδαργύρου και του σιδήρου. Ιδιαίτερα, ο ψευδάργυρος και το βόριο που βρίσκονται σε χαμηλά επίπεδα συγκέντρωσης στο έδαφος θα πρέπει να δοθούν με διαφυλλική λίπανση. Επιπλέον, λόγω της υψηλής συγκέντρωσης ασβεστίου απαιτείται να πραγματοποιηθεί και ένα βαθύ όργωμα στο αγροτεμάχιο πριν τη σπορά της καλλιέργειας, ώστε να βελτιωθεί ο αερισμός και η στράγγιση του εδάφους (σπάσιμο αδιαπέρατης στρώσης σε βάθος 40cm από την επιφάνεια του εδάφους).

3.6 Διάρθρωση καλλιεργειών εντός της περιμέτρου του αγροτεμαχίου

3.6.1 Γενικά

Στα όρια του αγροτεμαχίου θα καλλιεργηθεί Ηλίανθος. Ένα τμήμα αυτού θα παραμείνει χωρίς άρδευση ($=0.45$ στρ.) ένα τμήμα θα αρδευτεί με συμβατικό νερό ($=0.22$ στρ.) και ένα τμήμα της καλλιέργειας θα αρδευτεί με νερό του βιολογικού σταθμού ($=0.61$ στρ.) (Εικόνα 5).



Εικόνα 5. Αρδευόμενα και ξηρικό τμήμα της καλλιέργειας Ηλίανθου

Η οριοθέτηση των τμημάτων έγινε με βάση το ανάγλυφο, τις καλλιεργητικές πρακτικές και το σχεδιασμό του αρδευτικού δικτύου. Η απόσταση των γραμμών φύτευσης είναι 0.75m και κάθε τμήμα περιλαμβάνει περίπου 17, 29 και 29 σειρές φυτών, αντίστοιχα. Το μήκος των γραμμών φύτευσης στο ξηρικό τμήμα είναι μεταβαλλόμενο ενώ στα δύο άλλα τμήματα παραμένουν σταθερά 10 και 27 μέτρα, αντίστοιχα. Συνολικά, το εμβαδόν του πειραματικού αγροτεμαχίου υπολογίζεται σε 1.28 στρ.

3.6.2 Περίοδος ανάπτυξης της καλλιέργειας

Η καλλιέργεια του Ηλίανθου έχει σχετικά μικρή περίοδο ανάπτυξης. Γενικά, απαιτούνται 100-150 ημέρες από την εμφύτευση μέχρι την ωρίμανση, σε συνάρτηση με το υβρίδιο, την καλλιέργεια και τη χρήση (σποροπαραγωγή, αποθήκευση για ζωοτροφή). Τα φυτά είναι ανθεκτικά στην ξηρασία, εκτός της περιόδου ανθοφορίας. Κατά μέσο όρο απαιτούνται 6-10 ημέρες από τη σπορά έως το φύτερωμα, 30-40 ημέρες από το φύτερωμα έως την εμφάνιση της ταξιανθίας, 20-30 ημέρες από την εμφάνιση ταξιανθίας έως την έναρξη της ανθοφορίας, 7-12 ημέρες από την έναρξη έως τη λήξη της ανθοφορίας και τέλος άλλες 30 ημέρες από τη λήξη της ανθοφορίας έως τη φυσιολογική ωρίμανση (Μαλέας, 2013).

Κατά τη φυσιολογική ωρίμανση το πίσω μέρος των ταξιανθιών αποκτά χρώμα καστανό-κίτρινο με υγρασία περίπου 60-70%, ενώ οι σπόροι έχουν υγρασία 30%-0%. Σε αυτό το στάδιο οι σπόροι έχουν τη μέγιστη τιμή σε ξηρό βάρος και τη μέγιστη περιεκτικότητα σε λάδι και αναλογία λινολεϊκού οξέος (Χαβαλές, 2012).

3.7 Άρδευτική κατανάλωση της καλλιέργειας

Οι ανάγκες σε νερό άρδευσης της καλλιέργειας Ηλίανθου καθορίζονται από την εξατμισοδιαπνοή καλλιέργειας, η οποία εξαρτάται από τους κλιματικούς παράγοντες της περιοχής στην οποία βρίσκεται το πειραματικό αγροτεμάχιο καθώς και από τα χαρακτηριστικά της καλλιέργειας. Συνήθως υπολογίζεται, έμμεσα, με διάφορες σχέσεις όπως του Penmath κ.α. και τη χρήση των τιμών του φυτικού συντελεστή για διάφορα στάδια της βλαστικής περιόδου του Ηλίανθου (Παπαζαφειρίου κα Παπαμιχαήλ, 1996). Ελλείψει δεδομένων (μετεωρολογικών κ.α.) η εύρεση της εξατμισοδιαπνοής καλλιέργειας βασίζεται στο ΦΕΚ 428/2-6-1989, σύμφωνα με το οποίο προσδιορίζονται τα κατώτατα και τα ανώτατα όρια των αναγκαίων ποσοτήτων για την ορθολογική χρήση του νερού άρδευσης. Λαμβάνοντας υπόψη τη χρονική διάρκεια εφαρμογής της άρδευσης του Ηλίανθου, το βαθμό απόδοσης της στάγδην άρδευσης, τις διάφορες απώλειες του συστήματος άρδευσης η μέγιστη ημερήσια εξατμισοδιαπνοή της καλλιέργειας υπολογίζεται σε περίπου

5mm/day. Συνολικά, οι ανάγκες της καλλιέργειας για την περίοδο άρδευσης ανέρχονται περίπου στα 300 με 400mm.

3.8 Μέθοδος άρδευσης

Η άρδευση της καλλιέργειας θα γίνει με τη μέθοδο της στάγδην άρδευσης η οποία μεταξύ των άλλων παρουσιάζει το μεγαλύτερο βαθμό απόδοσης εφαρμογής του νερού άρδευσης (0.9). Το σύστημα άρδευσης με σταγόνες παρουσιάζει πολλά συγκριτικά πλεονεκτήματα σε σχέση με τον καταιονισμό και τις άλλες επιφανειακές μεθόδους των οποίων ο βαθμός απόδοσης μειώνεται σε 0.8 και 0.6, αντίστοιχα (Τερζίδης και Παπαζαφειρίου Ζ., 1997). Η στάγδην άρδευση εκμεταλλεύεται τη μικρή διαθεσιμότητα σε νερό για άρδευση και δεν επηρεάζεται από τις επικρατούσες καιρικές συνθήκες. Μειονέκτημα της μεθόδου είναι η απόφραξη των αγωγών εφαρμογής και των αντίστοιχων σταλάκτων, το οποίο όμως αντιμετωπίζεται πολύ εύκολα με το ξέπλυμα του δικτύου μετά από το τέλος της αρδευτικής περιόδου και την ύπαρξη ειδικών φίλτρων. Ένα τυπικό σύστημα άρδευσης με σταγόνες αποτελείται από το δίκτυο των αγωγών εφαρμογής, το δίκτυο των αγωγών διανομής ή τροφοδοσίας, το δίκτυο των αγωγών μεταφοράς, τη μονάδα ελέγχου και τη δεξαμενή άντλησης. Μεταξύ αυτών παρεμβάλλονται στοιχεία και όργανα που σκοπό έχουν την ομαλή λειτουργία του δικτύου.

Εκτός των παραπάνω, η επιλογή της μεθόδου άρδευσης με σταγόνες στηρίζεται και σε άλλους παράγοντες, όπως η ποιότητα των επεξεργασμένων απόβλητων και την πιθανότητα μόλυνσης των αγροτών και ρύπανσης του περιβάλλοντος. Οι προϋποθέσεις χρήσης της συγκεκριμένου μεθόδου άρδευσης, σύμφωνα με τον Πίνακα 7.

Πίνακας 7. Προϋποθέσεις χρήσης της στάγδην άρδευσης με λύματα από βιολογικό σταθμό

Σύστημα άρδευσης	Καλλιέργεια	Κλίση εδάφους	Νερό	Αποδοτικότητα εφαρμογής
Σταγόνες	Ενεργειακές	Χωρίς περιορισμό	Ποσότητα: Χωρίς περιορισμό Ποιότητα: Καλή έως άριστη για την αποφυγή των εμφράξεων	70-85

Πηγή: Αγγελάκης και Tsobanoglous (1995)

Σύμφωνα με τους (Πανώρα και Ηλία, 1999), η μέθοδος άρδευσης με σταγόνες θεωρείται ιδανική για άρδευση με υγρά αστικά απόβλητα επειδή α) αποτελεί κλειστό σύστημα και δεν εκθέτει σε κίνδυνο τους αγρότες, β) δεν προκαλεί διασπορά των αποβλήτων με τον άνεμο, γ) δεν δημιουργεί απώλειες απορροής προς γειτονικές περιοχές ή κινδύνους ρύπανσης των υπόγειων νερών από βαθιά διήθηση των αποβλήτων. Η επιλογή της μεθόδου άρδευσης έγινε και με βάση τις προϋποθέσεις που επιβάλλει η ΚΥΑ (ΦΕΚ 354/8-3-2011).

4 Αναλυτική η περιγραφή της προτεινόμενης μεθόδου άρδευσης

4.1 Αρδευτικοί υπολογισμοί

Λαμβάνοντας υπόψη τα δεδομένα που έχουν συλλεχθεί και παρουσιάζονται στο Παράρτημα (Δεδομένα, υπολογίζουμε τις προκαταρτικές αρδευτικές παραμέτρους, όπως είναι το καθαρό βάθος άρδευσης ή ωφέλιμη υγρασία, το ολικό βάθος άρδευσης, το εύρος άρδευσης καθώς και τη διάρκεια άρδευσης (Παπαζαφειρίου Ζ., 1992).

Πιο συγκεκριμένα, η ωφέλιμη υγρασία (USM) είναι η υγρασία που καταναλώνει η καλλιέργεια από το έδαφος ή διαφορετικά είναι η ποσότητα της υγρασίας που θα πρέπει να αποθηκεύεται στο έδαφος σε κάθε άρδευση. Ο υπολογισμός της στη μέθοδο άρδευσης με σταγόνες στηρίζεται στη διαθέσιμη εδαφική υγρασία, στο ποσοστό υγράνσεως του εδάφους και στο συντελεστή περιορισμού F.

- **Ωφέλιμη υγρασία USM: 19mm**

Το Ολικό βάθος άρδευσης ή δόση άρδευσης είναι το σύνολο του νερού που θα πρέπει να εφαρμόζεται με το σύστημα άρδευσης στο αγροτεμάχιο με βάση το βαθμό απόδοσης της μεθόδου που χρησιμοποιείται ($E_f=0.9$). Διαφορετικά, είναι το νερό που θα εφαρμόζεται σε κάθε άρδευση.

- **Δόση άρδευσης, $dt=21mm$**

Το Εύρος άρδευσης αναφέρεται στο χρονικό διάστημα που απαιτείται μεταξύ δύο διαδοχικών αρδεύσεων και βρέθηκε ίσο με

- **Εύρος άρδευσης, $I=4$ ημέρες**

Με βάση το εύρος άρδευσης, ο μέγιστος θεωρητικός αριθμός των αρδεύσεων ανά μήνα υπολογίζεται περίπου σε επτά (7).

Αυτό σημαίνει ότι για τον μήνα Μάιο, ο οποίος είναι μήνας καθοριστικός στην άρδευση του Ηλίανθου θα πρέπει συνολικά να εφαρμοσθούν $7 \times 21\text{mm} = 147\text{mm}$ ή $147\text{m}^3/\text{στρ.}$ ή $147 \times 0.83 \text{ στρ.} = 122\text{m}^3$ στο αρδευόμενο τμήμα του αγροτεμαχίου. Βέβαια, αυτό το ποσό εκτιμάται, χωρίς να ληφθούν υπόψη οι βροχές τις περιόδου. Με την ίδια παραδοχή, και το μήνα Ιούνιο που είναι σημαντικός για την άρδευση της συγκεκριμένης καλλιέργειας αναμένεται να εφαρμοσθούν άλλα 122m^3 στο αρδευόμενο τμήμα του αγροτεμαχίου. Συνολικά, για τους δύο μήνες (Μάιο – Ιούνιο) εκτιμάται ότι θα εφαρμοσθούν περίπου 244m^3 . Εάν θεωρηθεί ότι και το μήνα Ιούλιο θα εφαρμοσθεί ποσότητα περίπου 122m^3 ενώ τους μήνες Απρίλιο και Αύγουστο θα προστεθούν, αθροιστικά, ακόμα 122m^3 , τότε στο αρδευόμενο αγροτεμάχιο με έκταση τα 0.83στρ. και για όλη τη βλαστική περίοδο θα εφαρμοσθούν στο έδαφος περίπου 488m^3 .

Η διάρκεια άρδευσης είναι ο χρόνος που διαρκεί η άρδευση του αγροτεμαχίου και στηρίζεται στο ρυθμό εφαρμογής ($=3\text{mm/hr}$) με το οποίο εφαρμόζεται το ολικό βάθος άρδευσης (η δόση άρδευσης= 21mm)

- **Διάρκεια άρδευσης $t=7$ ώρες**

Τέλος, η απαιτούμενη παροχή του δικτύου για την άρδευση των 0.61 στρεμμάτων Ηλίανθου με νερό του βιολογικού σταθμού, χωρίς στάσεις, εκτιμάται περίπου σε $2\text{m}^3/\text{hr}$, η οποία και υπερκαλύπτεται από τη διαθέσιμη παροχή του νερού που υπάρχει στη δεξαμενή εξόδου του νερού του βιολογικού σταθμού. Ο όγκος της συνολικής άρδευσης είναι $2 \times 7 = 14\text{m}^3$.

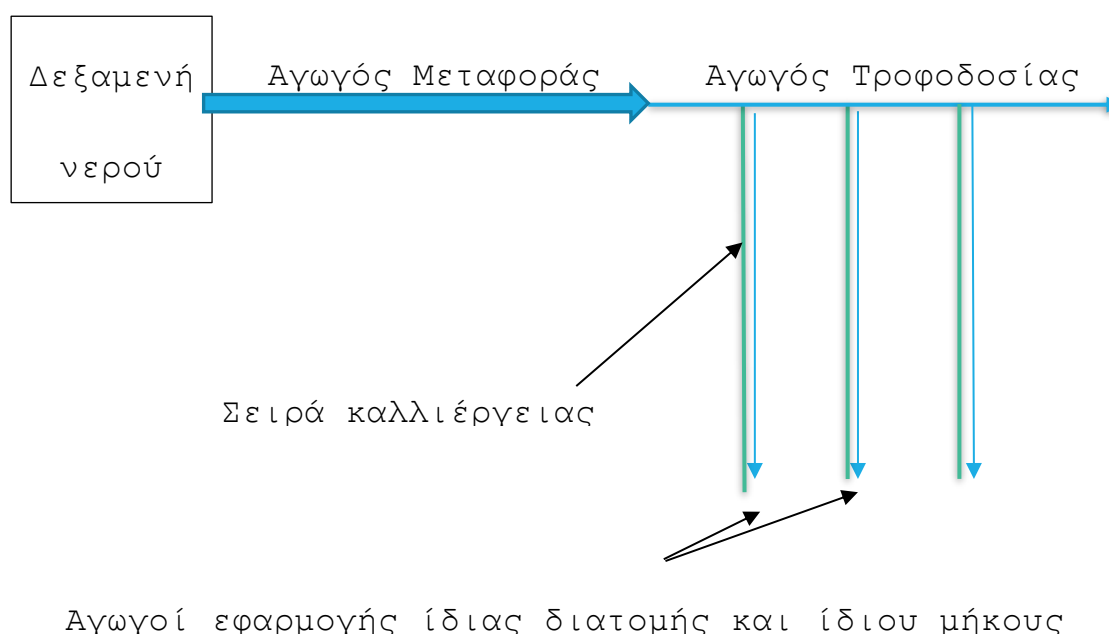
Στην περίπτωση εκείνη που χρειασθεί ανάμιξη του συγκεκριμένου νερού με συμβατικό νερό ύδρευσης θα απαιτηθεί η ύπαρξη ενός δοχείου με ανάλογη χωρητικότητα ή ένας αριθμός επαναπληρώσεων του δοχείου. Βέβαια, υπάρχει και η δυνατότητα άρδευσης των 0.61στρ. σε τρεις

(3) στάσεις. Κάθε 0.2στρ. του συγκεκριμένου τμήματος του αρδευόμενου αγροτεμαχίου αρδεύεται με $0.6\text{m}^3/\text{hr}$ και για επτά (7) ώρες δέχεται συνολική ποσότητα 4.2m^3 . Οπότε μειώνεται και η απαιτούμενη χωρητικότητα του δοχείου ανάμιξης ή και ο αριθμός των επαναπληρώσεων. Το κάθε τμήμα περιλαμβάνει πέντε αγωγούς εφαρμογής.

Όσο αφορά το αρδευόμενο τμήμα της καλλιέργειας με συμβατικό νερό ύδρευσης (0.22στρ.) θα απαιτηθούν περίπου $0.6\text{m}^3/\text{hr}$ με $0.7\text{m}^3/\text{hr}$ ενώ η συνολική ποσότητα άρδευσης εκτιμάται περίπου σε 4m^3 με 5m^3 .

4.2 Υδραυλικοί υπολογισμοί

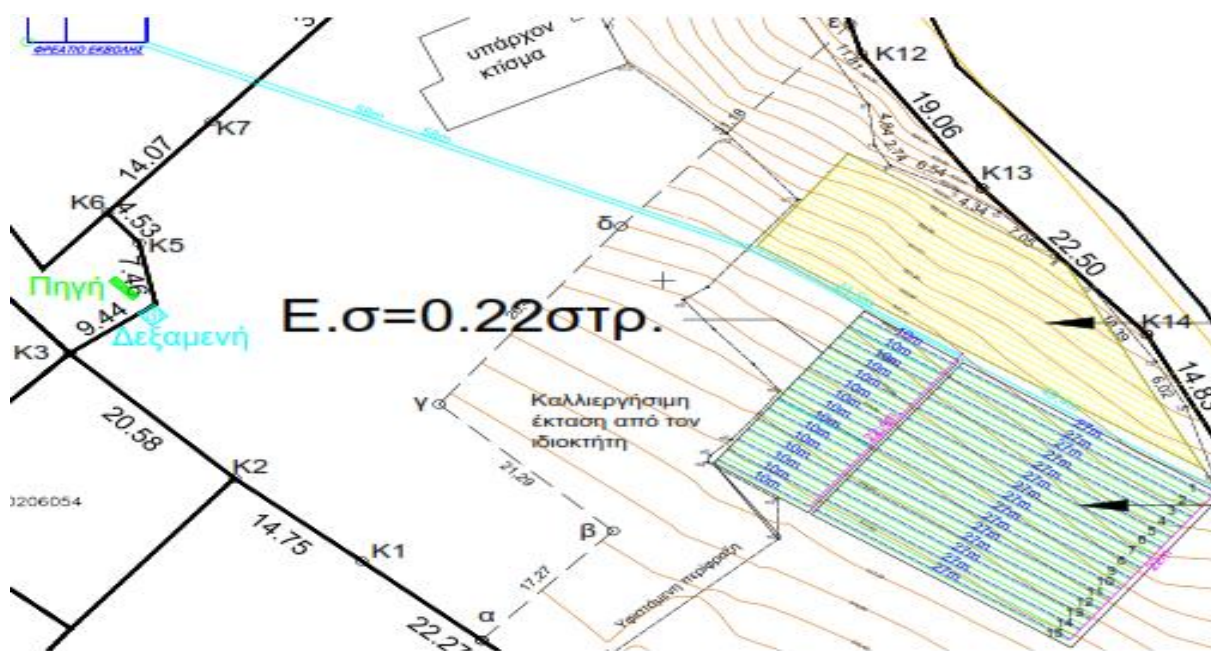
Το αρδευόμενο τμήμα του αγροτεμαχίου σχεδιάστηκε με τέτοιο τρόπο ώστε η επιφάνεια του να προσεγγίζει ένα ομοιόμορφο σχήμα καθώς επίσης και η κίνηση του νερού άρδευσης να ευνοείται από τη βαρύτητα και όχι να δυσχεραίνεται. Σκοπός του σχεδιασμού είναι η μικρότερη κατανάλωση ενέργειας και το μικρότερο οικονομικό κόστος αγοράς και εφαρμογής του δικτύου (Τσακίρης, 2006). Στην Εικόνα 6 φαίνεται σχηματικά το δίκτυο άρδευσης.



Εικόνα 6. Σχηματική αναπαράσταση δικτύου άρδευσης

Κατά το σχεδιασμό ενός συστήματος άρδευσης λαμβάνονται υπόψη οι ισοϋψείς του αγροτεμαχίου. Οι αγωγοί εφαρμογής σχεδιάστηκαν κάθετα στην κλίση του εδάφους (όπως και οι γραμμές καλλιέργειας) ενώ ο αγωγός τροφοδοσίας σχεδιάστηκε κατά την κλίση του αγροτεμαχίου, σύμφωνα με τη θέση της δεξαμενής (Εικόνα 5).

Η άρδευση του τμήματος της καλλιέργειας με νερό του βιολογικού σταθμού γίνεται με ένα σύστημα τριάντα (15) επιφανειακών αγωγών εφαρμογής ίσου μήκους (27m), ενός (1) αγωγού τροφοδοσίας (22m) και ενός αγωγού μεταφοράς (107m) που μεταφέρει το νερό από τη δεξαμενή που υπάρχει στην έξοδο του βιολογικού σταθμού Κοζάνης στη κεφαλή του αρδευόμενου τμήματος (Εικόνα 7).



Εικόνα 7. Αρδευτικά δίκτυα συμβατικού νερού και νερού άρδευσης από το βιολογικό σταθμό

Όσο αφορά το τμήμα της καλλιέργειας που θα αρδευτεί με συμβατικό νερό, οι αγωγοί εφαρμογής (15) έχουν 10m μήκος και συνδέονται με ένα αγωγό τροφοδοσίας μήκους 22.4m. Ο αγωγός τροφοδοσίας συνδέεται με έναν αγωγό μεταφοράς μήκους περίπου 80m (Εικόνα 7). Η απόσταση μεταξύ των αγωγών εφαρμογής και στα δύο αρδευτικά δίκτυα θεωρήθηκε 1.5m (Εικόνα 8).

4.2.1 Σταλάκτες

Σε κάθε αγωγό εφαρμογής υπάρχουν σταλάκτες με παροχή λειτουργίας τα 4lit/hr ενώ το φορτίο τους είναι τα 10m.



Εικόνα 8. Σχεδιάγραμμα αποστάσεων σταλακτήρων, αγωγών εφαρμογής και γραμμών καλλιέργειας Ηλίανθου

Η απόσταση μεταξύ των σταλακτήρων επί της γραμμής εφαρμογής υπολογίστηκε σε 1m ενώ η διάμετρος διαβροχής τους βρέθηκε ίση με 1.30m (Εικόνα 8).

Ο αριθμός των σταλάκτων σε κάθε αγωγό βρίσκεται από τη σχέση:

$$n = \frac{L}{Se} \quad (2)$$

όπου n είναι ο αριθμός των σταλακτών σε κάθε αγωγό εφαρμογής μήκους L, στον οποίο η απόσταση των σταλακτήρων είναι ένα (1) μέτρο.

Σύμφωνα με τη σχέση (2) ο συνολικός αριθμός των σταλακτών που απαιτείται στο αρδευτικό δίκτυο του νερού του βιολογικού σταθμού ανέρχονται στον αριθμό 405 με βάση τους παρακάτω υπολογισμούς:

- 15 αγωγοί επί (27m / 1m) = 405 σταλακτήρες

Αντίστοιχα, στο δίκτυο άρδευσης με το συμβατικό νερό ο αριθμός των σταλακτήρων είναι:

- 15 αγωγοί επί (10m / 1m)= 150 σταλακτήρες

Το κόστος του σταλακτήρα με τα χαρακτηριστικά που έχουμε υπολογίσει (παροχή 4lit/hr, λειτουργικό φορτίο 10m) ανέρχεται περίπου σε 0.10 ευρώ το κομμάτι. Το συνολικό κόστος αγοράς των σταλακτήρων υπολογίζεται περίπου σε 555 επί 0.10 = 55.5ευρώ. Συνοπτικά, τα παραπάνω παρουσιάζονται στον Πίνακα 8.

Πίνακας 8. Χαρακτηριστικά και εκτιμώμενο κόστος αγοράς σταλακτήρων

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΙ ΕΚΤΙΜΩΜΕΝΟ ΚΟΣΤΟΣ ΑΓΟΡΑΣ ΤΩΝ ΣΤΑΛΑΚΤΗΡΩΝ						
Αριθμός	Φορτίο	Παροχή	Απόσταση	Διάμετρος	Κόστος	Σύνολο
	(m)	(lit/hr)	(m)	(m)	€/τεμάχιο	€
555	10	4	1	1.3	0.1	55.5

4.2.2 Αγωγοί εφαρμογής

Οι αγωγοί εφαρμογής απέχουν απόσταση μεταξύ τους 1.5m (Εικόνα 10) και στα δύο αρδευτικά δίκτυα. Το μήκος τους ανέρχεται σε 27m στο δίκτυο του βιολογικού και 10m στο δίκτυο του συμβατικού νερού άρδευσης. Η διατομή τους υπολογίστηκε σε Φ20 (εσωτερική διάμετρος 17.6mm) με αντοχή 4 atm ενώ είναι ενιαία σε όλο το μήκος τους. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί και αγωγός διατομής Φ16. Η απόσταση του αγωγού εφαρμογής από τη σειρά των φυτών είναι περίπου 0.2m και τοποθετούνται σειρά παρά σειρά των φυτών γραμμής.

Οι σχέσεις των γραμμικών και ολικών απωλειών που αφορούν τους αγωγούς εφαρμογής δίνονται από τις Εξισώσεις (3) και (4):

$$H_f = 1.13 \cdot 10^{11} \cdot \left(\frac{Q_m}{140} \right)^{1.852} \cdot D^{-4.87} \quad (3)$$

$$P_m = \frac{H_f \cdot L \cdot F}{100} \quad (4)$$

Όπου H_f οι γραμμικές απώλειες σε m ανά 100m αγωγού, Q_m η παροχή στην είσοδο του αγωγού εφαρμογής σε m^3/hr , D η εσωτερική διάμετρος του αγωγού εφαρμογής σε mm, P_m είναι οι συνολικές απώλειες του αγωγού εφαρμογής και F ο συντελεστής περιορισμού που η τιμή του εξαρτάται από τον αριθμό των σταλακτήρων του κάθε αγωγού εφαρμογής.

Τα φορτία που υπολογίστηκαν στην είσοδο κάθε αγωγού εφαρμογής μέχρι και την υδροληψία του δικτύου άρδευσης με το νερό εξόδου του βιολογικού σταθμού, λαμβάνοντας υπόψη τα υψόμετρα, φαίνονται στην Εικόνα 9.

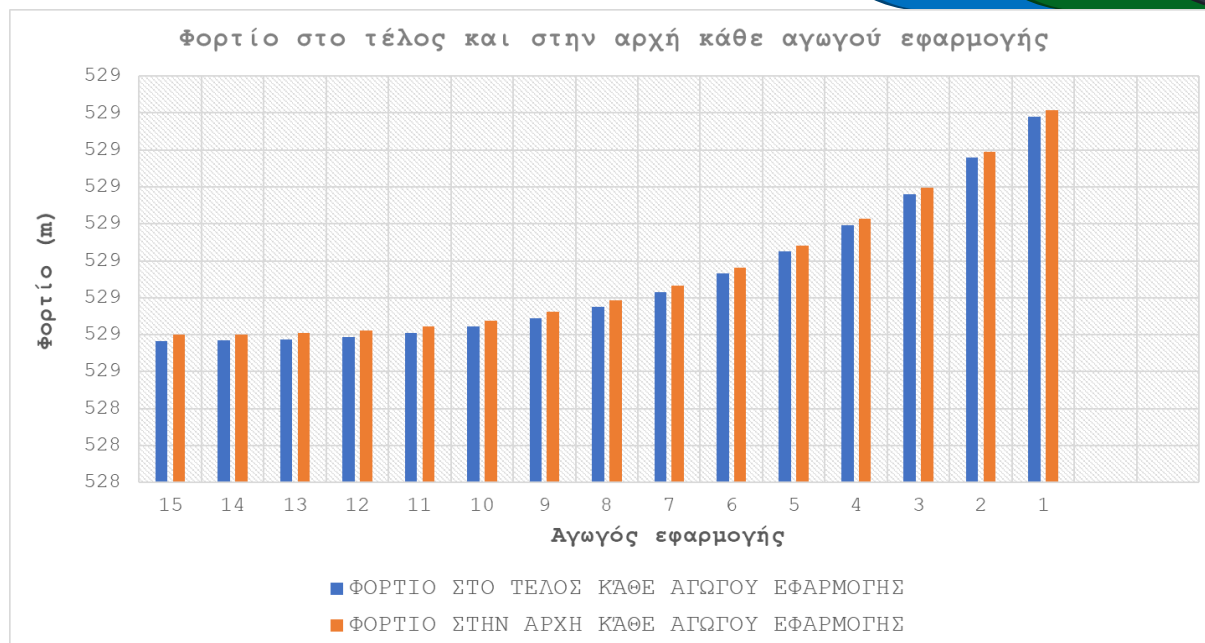


Εικόνα 9. Μεταβολή του φορτίου πίεσης από την υδροληψία στις εισόδους των αγωγών εφαρμογής του αρδευτικού δικτύου με χρήση του νερού από την έξοδο του βιολογικού σταθμού

Στην Εικόνα 10 δίνεται η μεταβολή του φορτίου πίεσης στην αρχή και στο τέλος κάθε αγωγού εφαρμογής.

Το φορτίο στη θέση 0 (υδροληψία) αυξάνει με μεγαλύτερη κλίση λόγω των απωλειών που εμφανίζονται από την παρουσία υδραυλικών οργάνων, όπως μανόμετρο, φίλτρα, ρυθμιστές πίεσης κ.α.

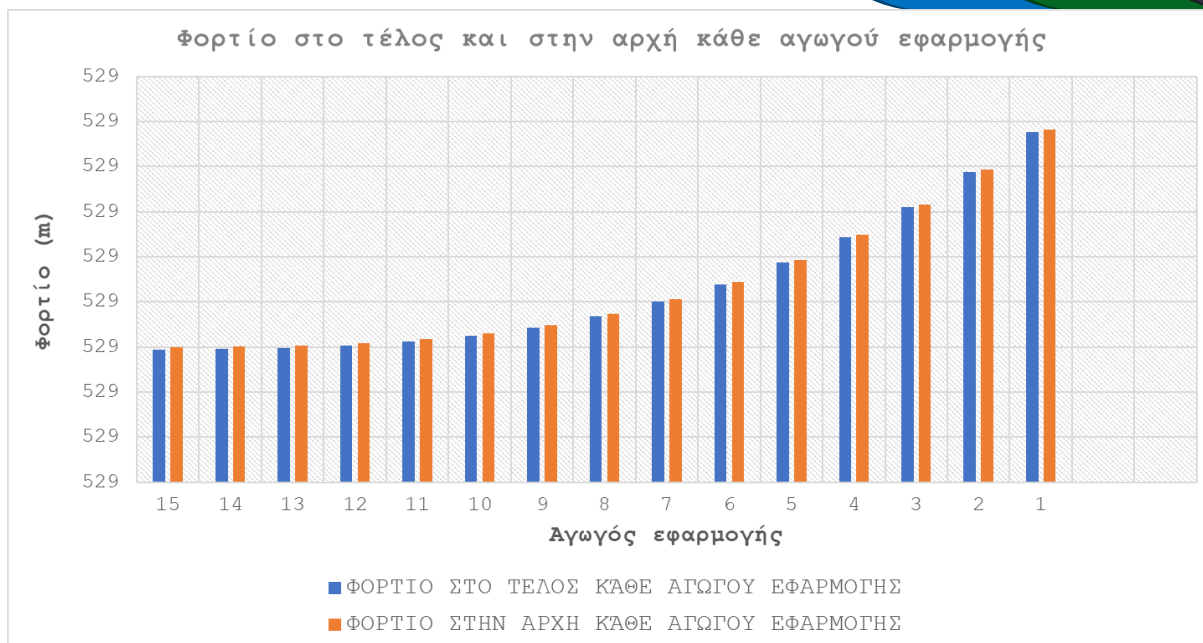
Αντίστοιχα, στο δίκτυο άρδευσης με το συμβατικό νερό η μεταβολή της πίεσης στην υδροληψία, στην αρχή και στο τέλος των αγωγών εφαρμογής δίνεται στις Εικόνες 11 και 12.



Εικόνα 10. Μεταβολή του φορτίου στην αρχή και στο τέλος των αγωγών εφαρμογής του αρδευτικού δικτύου με χρήση του νερού από την έξοδο του βιολογικού σταθμού



Εικόνα 11. Μεταβολή του φορτίου πίεσης από την υδροληψία στις εισόδους των αγωγών εφαρμογής του αρδευτικού δικτύου με συμβατικό νερό άρδευσης



Εικόνα 12. Μεταβολή του φορτίου στην αρχή και στο τέλος των αγωγών εφαρμογής του αρδευτικού δικτύου με χρήση του νερού από την έξοδο του βιολογικού σταθμού

Το συνολικό μήκος των αγωγών εφαρμογής υπολογίστηκε σε 555m και το οποίο επιμερίζεται ως εξής:

- 15 αγωγοί επί 27m μήκος = 405m
- 15 αγωγοί επί 10m μήκος = 150m

Το κόστος αγοράς ενός αγωγού εφαρμογής ανέρχεται, περίπου, στα 0.2 ευρώ/μέτρο, όποτε τα 555m αγωγού έχουν ένα κόστος αγοράς που κυμαίνεται κοντά στην τιμή 111 ευρώ. Στον Πίνακα 9 παρουσιάζονται συνοπτικά τα χαρακτηριστικά των αγωγών εφαρμογής.

Πίνακας 9. Χαρακτηριστικά και εκτιμώμενο κόστος αγοράς των αγωγών εφαρμογής

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΙ ΕΚΤΙΜΩΜΕΝΟ ΚΟΣΤΟΣ ΑΓΟΡΑΣ ΤΩΝ ΑΓΩΓΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ					
Αριθμός	Συνολικό Μήκος	Διάμετρος	Πίεση	Κόστος	Σύνολο
	(m)	(mm)	(m)	€/μέτρο	€
30	555	Φ20	4	0.2	111

4.2.3 Σταλακτηφόρος αγωγός

Υπάρχει η δυνατότητα χρήσης αντί των σταλακτήρων και των τυφλών αγωγών εφαρμογής, να χρησιμοποιηθούν έτοιμοι σταλακτηφόροι αγωγοί διατομής Φ20 και με απόσταση σταλακτών 1m. Το κόστος των σταλακτηφόρων αγωγών ανά μονάδα μέτρου κυμαίνεται περίπου 0.20ευρω/μέτρο. Επομένως το συνολικό κόστος ανέρχεται περίπου στα $555m * 0.2 \text{ ευρώ/μέτρο} = 111 \text{ ευρώ}$.

4.2.4 Αγωγός τροφοδοσίας

Το κάθε αρδευτικό σύστημα υπολογίστηκε με ένα αγωγό τροφοδοσίας με μήκος περίπου τα 22m, αντίστοιχα.

Με βάση τις Εξισώσεις (2) και (3) υπολογίστηκαν η διάμετρος των αγωγών τροφοδοσίας και τα φορτία σε κάθε σημείο σύνδεσης των αγωγών αυτών με τους αντίστοιχους αγωγούς εφαρμογής. Η διάμετρος των αγωγών υπολογίστηκε σε Φ25. Το κόστος αγοράς του Φ25 είναι περίπου 0.3 ευρώ ανά μέτρο. Τα χαρακτηριστικά των αγωγών τροφοδοσίας παρουσιάζονται στον Πίνακα 10.

Πίνακας 10. Χαρακτηριστικά και εκτιμώμενο κόστος αγοράς των αγωγών τροφοδοσίας

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΙ ΕΚΤΙΜΩΜΕΝΟ ΚΟΣΤΟΣ ΑΓΟΡΑΣ ΤΩΝ ΑΓΩΓΩΝ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ					
Αριθμός	Συνολικό Μήκος	Διάμετρος	Πίεση	Κόστος	Σύνολο
	(m)	(mm)	(m)	€/μέτρο	€
2	44	Φ25	4	0.4	17.6

4.2.5 Αγωγός μεταφοράς

Ο αγωγός μεταφοράς του αρδευτικού δικτύου με χρήση νερού από την έξοδο του βιολογικού σταθμού έχει μήκος περίπου 107m ενώ το μήκος του αγωγού μεταφοράς του άλλου δικτύου ανέρχεται περίπου στα 80m. Η διάμετρος και των δύο υπολογίστηκε σε Φ32. Τα στοιχεία και το κόστος αγοράς των αγωγών μεταφοράς παρουσιάζονται στον Πίνακα 11.

Πίνακας 11. Χαρακτηριστικά και εκτιμώμενο κόστος αγοράς των αγωγών μεταφοράς

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΙ ΕΚΤΙΜΩΜΕΝΟ ΚΟΣΤΟΣ ΑΓΟΡΑΣ ΤΩΝ ΑΓΩΓΩΝ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ					
Αριθμός	Συνολικό Μήκος	Διάμετρος	Πίεση	Κόστος	Σύνολο
	(m)	(mm)	(m)	€/μέτρο	€
2	187	Φ32	4	1	187

4.2.6 Αντλία

Η ισχύς της αντλίας σε ίππους (Hp) δίνεται από την Εξίσωση (5):

$$P = \frac{Q * H}{270 * \eta} \quad (5)$$

Όπου P είναι η ισχύς της αντλίας σε Hp, Q είναι η απαιτούμενη παροχή της αντλίας, η είναι ο βαθμός απόδοσης της (0.6-0.8) και H είναι το μανομετρικό της φορτίο σε m.

Η μέγιστη παροχή που απαιτείται για την άρδευση της καλλιέργειας με νερό του βιολογικού σταθμού είναι 1.8 m³/hr ή 30 lit/min. Υπολογίζοντας τις απώλειες του δικτύου, βρέθηκε ότι ένα μανομετρικό ύψος ασφαλές για τη λειτουργία του συστήματος άρδευσης είναι περίπου της τάξης των 30m με 40m.

Η παροχή που απαιτείται για την άρδευση του τμήματος της καλλιέργειας με συμβατικό νερό είναι 0.6 m³/hr ή 10 lit/min. Το μανομετρικό ύψος της αντλίας παραμένει περίπου το ίδιο με το παραπάνω μανομετρικό ύψος. Η αντλία αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για την άρδευση του μέρους του αγροτεμαχίου με νερό από το βιολογικό σταθμό, εφόσον αυτό αρδευτεί με σε τρεις φάσεις (3 στάσεις).

Το κόστος των παραπάνω αντλιών κυμαίνεται περίπου από 150 ευρώ έως 400 ευρώ. Στην προμέτρηση μας γίνεται η επιλογή της τιμής των 250 ευρώ.

Πίνακας 12. Χαρακτηριστικά και εκτιμώμενο κόστος αγοράς των αντλιών

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΙ ΕΚΤΙΜΩΜΕΝΟ ΚΟΣΤΟΣ ΑΓΟΡΑΣ ΑΝΤΛΙΩΝ					
Αριθμός	Μανομετρικό ύψος	Ισχύς	Παροχή	Κόστος	Σύνολο
	(m)	(Hp)	(lit/min)	€/τεμάχιο	€
2	30-40	0.5-1.5	10-30	250	500

4.2.7 Υδραυλικά όργανα και συνδετικά εξαρτήματα

Από την έξοδο της αντλίας έως και το τέλος των αγωγών εφαρμογής παρεμβάλλεται ένας σημαντικός αριθμός οργάνων και λοιπών εξαρτημάτων. Με τη σειρά που παρεμβάλλονται, δίνεται ο Πίνακας 13:

Πίνακας 13. Χαρακτηριστικά και εκτιμώμενο κόστος αγοράς των υδραυλικών οργάνων και των εξαρτημάτων συνδεσμολογίας

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΙ ΕΚΤΙΜΩΜΕΝΟ ΚΟΣΤΟΣ ΑΓΟΡΑΣ ΥΔΡΑΥΛΙΚΩΝ ΟΡΓΑΝΩΝ ΚΑΙ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΩΝ ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΑΣ				
	Είδος	Αριθμός	ευρώ/μονάδα	Σύνολο (ευρώ)
1.1	Απλό μανόμετρο 1/4"	2	9.00 €	18.00 €
1.2	Ρακόρ ταφ Φ32Χ1"ΧΦ32 (Αρσενικό)	2	1.90 €	3.80 €
1.3	Μούφα συστολική 1"χ1/4"	2	0.90 €	1.80 €
2.1	Φίλτρο 3/4" mesh 120 με βανάκι	1	3.00 €	3.00 €
2.2	Ρακόρ θηλυκό Φ32Χ3/4"	2	1.00 €	2.00 €
3.1	Υδρόμετρο 3/4"	1	31.00 €	31.00 €
3.2	ταφ Ρακόρ θηλυκό φ32x3/4"Χφ32	1	2.80 €	2.80 €
4.1	Ρυθμιστής πίεσης αρσ. 3/4"	1	1.51 €	1.51 €
4.2	Ταφ Ρακόρ θηλυκό φ32x3/4"ΧΦ32	1	2.80 €	2.80 €
5.1	Συστολικό Ρακόρ Φ32xΦ25	1	3.35 €	3.35 €

6.1	Ρακόρ ταφ θηλυκό Φ25x3/4"Xφ25	15	1.15 €	17.25 €
6.2	Βάνα 3/4"x3/4"	15	2.00 €	30.00 €
6.3	Φίλτρο 3/4 mesh 120	15	3.00 €	45.00 €
6.4	Ρακόρ θηλυκό φ20 x 3/4"	15	0.60 €	9.00 €
6.5	Τερματικά Φ20	15	0.30 €	4.50 €
			Μερικό σύνολο:	175.81 €
			Γενικό σύνολο για τα δύο δίκτυα:	351.62€

Μαζί με τα παραπάνω θα πρέπει να προστεθεί και το κόστος τοποθέτησης μιας ηλεκτροβάνας στην αρχή του κάθε δικτύου. Τα χαρακτηριστικά της ηλεκτροβάνας και των εξαρτημάτων σύνδεσης της παρουσιάζονται στον Πίνακα 14.

Πίνακας 14. Χαρακτηριστικά και εκτιμώμενο κόστος αγοράς της ηλεκτροβάνας και των εξαρτημάτων συνδεσμολογίας

Αριθμός	Είδος	Χαρακτηριστικά	Κόστος	Σύνολο
			€/τεμάχιο	€
2	Ηλεκτροβάνα	Δίοδη 3/4"	50	100
4	Ρακόρ θηλυκό	Φ32X3/4"	1	4
			Μερικό σύνολο	104

Στα παραπάνω θα πρέπει να προστεθεί και η αγορά δύο δεξαμενών ελάχιστης, τουλάχιστον, χωρητικότητας 2000λιτ. Η μία δεξαμενή θα αφορά την ανάμιξη του νερού από το βιολογικό σταθμό και του συμβατικού νερού ενώ η άλλη θα χρησιμοποιηθεί ως δοχείο άρδευσης του τμήματος της καλλιέργειας με συμβατικό νερό ύδρευσης. Τα χαρακτηριστικά τους και το αντίστοιχο κόστος δίνονται στον Πίνακα 15.

Πίνακας 15. Χαρακτηριστικά και εκτιμώμενο κόστος αγοράς των πλαστικών δεξαμενών άρδευσης

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΙ ΕΚΤΙΜΩΜΕΝΟ ΚΟΣΤΟΣ ΑΓΟΡΑΣ ΠΛΑΣΤΙΚΩΝ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ ΑΡΔΕΥΣΗΣ			
Αριθμός	Ελάχιστη Χωρητικότητα	Κόστος	Σύνολο
	(λιτ)	€/τεμάχιο	€

2	2000	300	600
---	------	-----	-----

Στον Πίνακα 16 δίνεται το συνολικό κόστος του αρδευτικού δικτύου

Πίνακας 16. Εκτιμώμενο κόστος αρδευτικού συστήματος

ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΕΚΤΙΜΩΜΕΝΟ ΚΟΣΤΟΣ ΑΡΔΕΥΤΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ		
Είδος	Κόστος σε ευρώ	Ποσοστό ως προς το συνολικό ποσό
Σταλάκτες	55.50	3%
Αγωγοί Εφαρμογής	111.00	5%
Αγωγοί τροφοδοσίας	17.60	1%
Αγωγοί Εφαρμογής	187.00	9%
Αντλίες	500.00	24%
Υδραυλικά όργανα	351.62	17%
Ηλεκτροβάνες	104.00	5%
Πλαστικές δεξαμενές	600.00	28%
Μερ. σύνολο με ΦΠΑ	1926.72	
Απρόβλεπτα 10%	192.67	
Γενικό σύνολο	2118.67	

Εάν χρησιμοποιηθούν έτοιμοι σταλακτηφόροι αγωγοί το συνολικό κόστος μειώνεται κατά 55.5 ευρώ, όσο το κόστος των σταλακτών, 2058 ευρώ.

5 Βιβλιογραφία

5.1 Ξένη Βιβλιογραφία

Asano T, Smith G. and Tsobanoglous G., 1985, Municipal wastewater: Treatment and reclaimed water characteristics. In irrigation with Reclaimed Municipal Wastewater-A guidance manual. 2nd Edition, Pettygrove, G.S., and Asano T., Lewis Publishers, Inc., Chelsea, MI.

Ayers R.S. and Westcot D.W., 1985, Water quality for agriculture. F.A.O. Irrigation and Drainage Paper 29:99-104, Rev.1.

5.2 Ελληνική Βιβλιογραφία

Αγγελάκης Α.Ν. και Tsobanoglous G., 1995, Υγρά απόβλητα. Φυσικά συστήματα επεξεργασίας και ανάκτηση, επαναχρησιμοποίηση και διάθεση εκροών, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης

Μαλέας Β., 2013, Αποδοτικότητα χρήσης νερού σε καλλιέργεια Ηλίανθου, Πτυχιακή Διατριβή, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος

Πανώρας Γ. και Ηλίας Α., 1999, Άρδευση με επεξεργασμένα υγρά αστικά απόβλητα, Ελληνικός Οργανισμός Δήμητρα, Ινστιτούτο Εδαφοϋδατικών Πόρων, Σίνδος

Παπαζαφειρίου Ζ και Παπαμιχαήλ Δ, 1996, Συστήματα αρδεύσεων, Εκδόσεις Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη

Παπαζαφειρίου Ζ., 1992, Υπολογισμός δικτύων μικροάρδευσης σε αγροτεμάχια, Ερευνητικό πρόγραμμα 'Πειραματική εφαρμογή νεότερων μεθόδων άρδευσης', Θεσσαλονίκη

Τερζίδης Γ και Παπαζαφειρίου Ζ., 1997, Γεωργική Υδραυλική, Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη

Τσακίρης Γ., 2006, Υδραυλικά έργα. Σχεδιασμός και Διαχείριση, Τόμος II: Εγγειοβελτιωτικά έργα, Εκδόσεις Συμμετρία, Αθήνα

Χαβαλές Π., 2012, Άρδευση Ηλίανθου με υγρά αστικά απόβλητα, Πτυχιακή Διατριβή, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος

5.3 Πηγές από διαδίκτυο

www.emy.gr/emv/el/climatology

Εθνικό τυπογραφείο: www.et.gr, (ΦΕΚ 354/8-3-2011)

Εθνικό τυπογραφείο: www.et.gr, (ΦΕΚ 428/2-6-1989)

www.opereke.gr

6 Παράρτημα

6.1 Δεδομένα

6.1.1 Γενικές πληροφορίες

- Έκταση αγροτεμαχίου: 5 στρέμματα
- Έκταση καλλιεργήσιμης γης: 3.575 στρέμματα
- Έκταση πειραματικής γης: 1.2 στρέμματα
- Γεωμετρικό Σχήμα αγροτεμαχίου: Ακανόνιστο γεωμετρικό σχήμα με ανομοιόμορφες κλίσεις
- Διαστάσεις αγροτεμαχίου: 130m (μέγιστο μήκος) και 60m (μέγιστο πλάτος)
- Απόσταση της πηγής από το αγροτεμάχιο: Περίπου 110m
- Ανάγλυφο του εδάφους: Επικλινές

6.1.2 Υδρολογικά στοιχεία

- Προέλευση νερού: Βιολογικός σταθμός Κοζάνης
- Διαθέσιμη παροχή στο μήνα αιχμής: Απεριόριστη και συνεχής
- Υψομετρική διαφορά πηγής: -1.3m
- Στάθμη άντλησης: 0m
- Ποιότητα νερού: Κατάλληλη για άρδευση
- Χρόνος ημερήσιας λειτουργίας: 7h

6.1.3 Γεωτεχνικά και εδαφολογικά στοιχεία

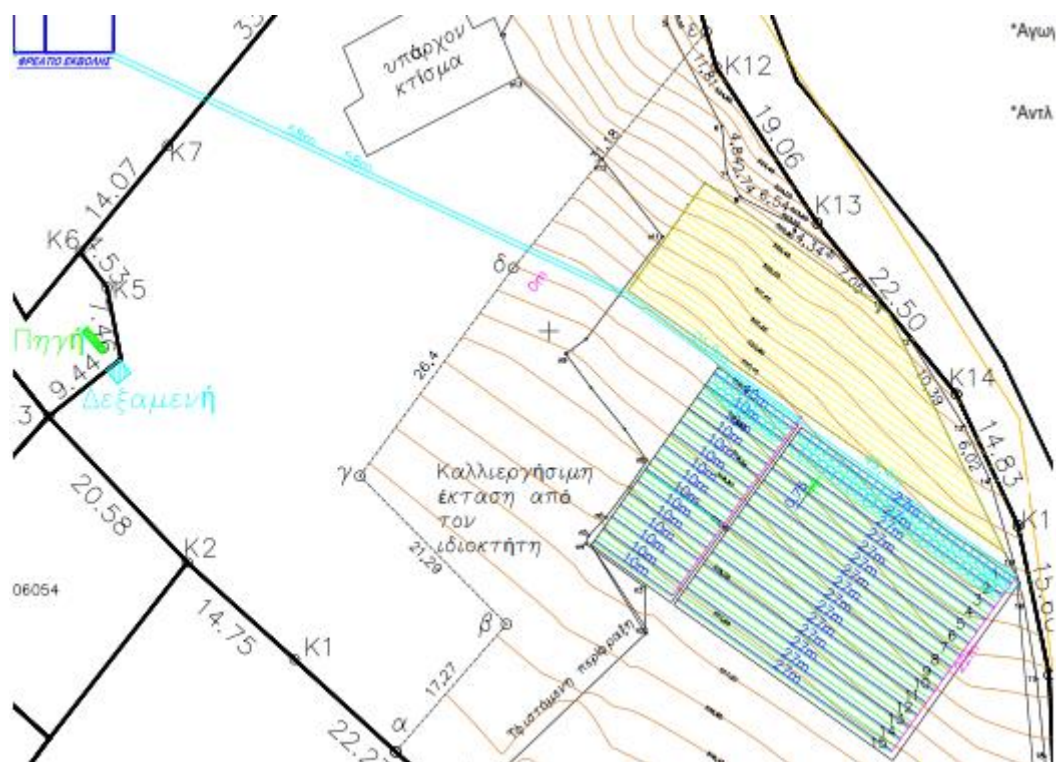
- Είδος προτεινόμενης καλλιέργειας: Ηλίανθος
- Έκταση που καταλαμβάνει η καλλιέργεια: 1.2 στρέμματα
- Αποστάσεις φυτών επί της γραμμής: 0.25m
- Αποστάσεις γραμμών των φυτών: 0.75m
- Βάθος ενεργού ριζώματος: Μέγιστο βάθος ριζοστρώματος 3m
- Μέγιστη αναμενόμενη φυτοσκίαση εδάφους P_c (%): 80

- Κατηγορία εδάφους:
- Μηχανική σύσταση εδάφους: Αργιλλοπηλώδες (2 Δείγματα)
 - Άμμος (%): 32.4-32.8
 - Ιλύς (%): 29.6-29.2
 - Άργιλος (%): 38-38
- Βασική διηθητικότητα: 3mm/hr
- Υδατοϊκανότητα F_c (% κ.β): 28.31%
- Σημείο μόνιμης μάρανσης PWP (% κ.β): 14.19%
- Διαθέσιμη υγρασία ASM: 158.1mm
- Συντελεστής ωφελιμότητας F : 0.45
- Βάθος ριζοστρώματος RD: 800mm
- Επιθυμητό ποσοστό ύγρανσης p (%): 0.60

6.1.4 Ανάγκες των καλλιεργειών

- Φυτικός συντελεστής: 0.7
- Μέγιστη εξατμισοδιαπνοή καλλιέργειας: 5mm/day (ΦΕΚ428/2-6-1989)
- Απόδοση συστήματος άρδευσης: 0.9
- Μέγιστη εξατμισοδιαπνοή καλλιέργειας υπό συνθήκες στάγδην άρδευσης: 3.8mm/day

6.2 Σχεδιάγραμμα Αρδευτικού Συστήματος



6.3 Εδαφολογική Ανάλυση Αγροτεμαχίου



Ε.Λ.Γ.Ο. - Γεν. Δ/ση Έρευνας
Ινστιτούτο Εγγείων Βελτιώσεων

ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΕΓΓΕΙΩΝ ΒΕΛΤΙΩΣΕΩΝ

Σίνδος, 57400

Τηλ.: 231 0798790, 231 0798144, Fax.: 2310 796352

e-mail: chem.LRI@nagref.gr

Δελτίο Αποτελεσμάτων Ανάλυσης Εδάφους

Στοιχεία Παραγωγού

Επίθετο: **ΠΑΝΤΕΛΑΚΗΣ**

Όνομα: **ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ**

Διεύθυνση: **ΒΑΘΥΛΑΚΟΣ**

Τηλέφωνο:

Πόλη:

Α.Φ.Μ.:

Δ.Ο.Υ.:

Στοιχεία Δείγματος

Αριθμός Δείγματος: **21/550**

Αριθμός Πρωτοκόλλου: **3081/48625**

Ημερ. Δειγματοληψίας:

Ημερ. Ανάλυσης:

Καλλιέργεια: **Ελαιοκράμβη**

Τοποθεσία: **Α ΒΟΡΕΙΟ ΤΜΗΜΑ**

Αριθμός Τεμαχίου:

Υπεύθυνος Γεωπόνος: **Ε.ΧΑΤΖΗΓΙΑΝΝΑΚΗΣ**

Τεχν. Υπεύθυνος Εργαστηρίου: **Δ.ΤΣΕΚΟΥΡΑ**

Αναλύσεις Χαρακτηρισμού

pH (1:2 H₂O): **7,7**

Οργανική Ουσία (%): **3,4**

Ολικό CaCO₃ (%): **63,2**

I.A.K. (NaAc, pH 8.2) (meq/100g):

Άμμος (%): **32,4**

Ιλύς (%): **29,6**

Άργιλλος (%): **38**

Χαρακτηρισμός: **Αργιλλοπηλώδες**

Αναλύσεις στο νερό κορεσμού

Ειδ. ηλεκτρ. αγωγ.: **0,485**

(mS/cm)

SAR (meq/l)^{1/2}:

Ca Mg K Na Cl SO₄
mg/L

Ειδικές Αναλύσεις

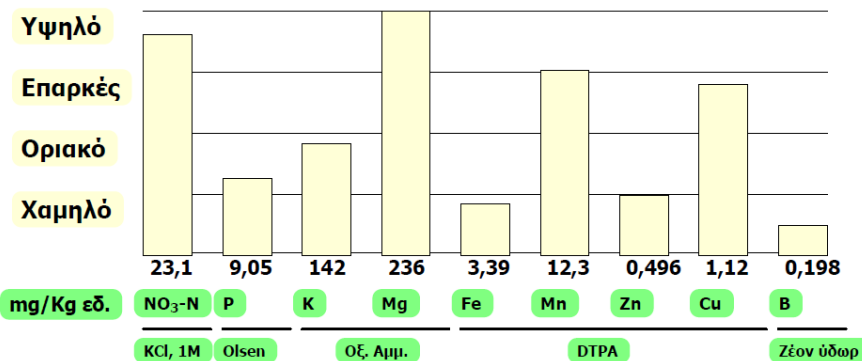
Ανάγκες σε άσβεστο (Kg CaCO₃/στρ):

Ανάγκες σε γύψο (Kg/στρ):

Ενεργό CaCO₃(%):

Δεικ. Χλωρ. Ικαν.:

Επίπεδο Αφομοιωσίμων Μορφών Θρεπτικών





Ε.Λ.Γ.Ο. - Γεν. Δ/ση Έρευνας
Ινστιτούτο Εγγείων Βελτιώσεων

ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΕΓΓΕΙΩΝ ΒΕΛΤΙΩΣΕΩΝ

Σίνδος, 57400

Τηλ.: 231 0798790, 231 0798144, Fax.: 2310 796352

e-mail: chem.LRI@nagref.gr

Σχόλια και οδηγίες για την μεταχείριση του εδάφους

pH: Το pH σε επίπεδα που συνήθως δεν δημιουργεί προβλήματα στην ελαιοκράμβη.

Οργανική ουσία: Η οργανική ουσία σε ικανοποιητικά επίπεδα. Ελαττώστε την προτεινόμενη δόση N κατά 2-4 μονάδες.

Ολικό CaCO_3 : Περιεκτικότητα που αυξάνει την πιθανότητα εμφάνισης προβλημάτων με το μαγγάνιο, τον ψευδάργυρο και τον σίδηρο.

Ηλεκτρική αγωγιμότητα: Η αλατότητα δεν δημιουργεί προβλήματα στην ελαιοκράμβη.

Μηχανική σύσταση: Έδαφος μέσης συστάσεως, ευνοϊκό για την καλλιέργεια της ελαιοκράμβης.

Συμβουλευτική Λίπανση

Αζωτο: Να εφαρμοστούν 6-12 μονάδες αζώτου στο στρέμμα στη βασική λίπανση. Η μικρή δόση για μικρές αναμενόμενες αποδόσεις (200kg/στρ.) και η μεγάλη για μεγάλες αποδόσεις (300-350kg/στρ.). Να προτιμάται η θειική αμμωνία διότι η ελαιοκράμβη είναι απαιτητική σε θείο. Να αποφεύγονται οι υψηλές δόσεις αζώτου.

Φώσφορος: Να προστεθούν 8-10 μονάδες φωσφόρου στο στρέμμα στη βασική λίπανση. Η μικρή δόση για μικρές αναμενόμενες αποδόσεις (200kg/στρ.) και η μεγάλη για μεγάλες αποδόσεις (300-350kg/στρ.).

Κάλιο: Οριακή περιεκτικότητα. Να εφαρμοσθούν 5-10 μονάδες καλίου/στρ. σε μορφή θειικού καλίου στη βασική λίπανση. Η χαμηλή δόση για μικρές αναμενόμενες αποδόσεις (200kg/στρ.) και η υψηλή για μεγάλες αναμενόμενες αποδόσεις (300-350kg/στρ.).

Μαγνήσιο: Υψηλή περιεκτικότητα, αρκετή για 2-3 καλλιεργητικές περιόδους.

Σίδηρος: Χαμηλή ως οριακή περιεκτικότητα, που όμως δεν δημιουργεί συνήθως προβλήματα.

Μαγγάνιο: Επαρκής περιεκτικότητα.

Ψευδάργυρος: Χαμηλή ως οριακή περιεκτικότητα. Η ελαιοκράμβη δεν παρουσιάζει συνήθως ελλείψεις Zn, αλλά προληπτικά και εφόσον συμφέρει, συνιστάται η προσθήκη 0.5-1kg ψευδαργύρου στο στρέμμα κατά τη βασική λίπανση (4-5kg θειικού ψευδαργύρου).

Χαλκός: Επαρκής περιεκτικότητα.

Βόριο: Χαμηλή περιεκτικότητα. Συνιστάται η προσθήκη 2-3kg βόρακα/στρ. στη βασική λίπανση. Η δόση να μην ξεπερνά τη συνιστώμενη.



Ε.Λ.Γ.Ο. - Γεν. Δ/ση Έρευνας
Ινστιτούτο Εγγείων Βελτιώσεων

ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΕΓΓΕΙΩΝ ΒΕΛΤΙΩΣΕΩΝ

Σύνδος, 57400

Τηλ.: 231 0798790, 231 0798144, Fax.: 2310 796352

e-mail: chem.LRI@nagref.gr

Σχόλια και οδηγίες για την μεταχείριση του εδάφους

pH: Το pH σε επίπεδα που συνήθως δεν δημιουργεί προβλήματα στον ηλίανθο.

Οργανική ουσία: Η οργανική ουσία σε ικανοποιητικά επίπεδα. Ελαττώστε την προτεινόμενη δόση N κατά 2-4 μονάδες.

Ολικό CaCO_3 : Περιεκτικότητα που αυξάνει την πιθανότητα εμφάνισης προβλημάτων με το μαγγάνιο, τον ψευδάργυρο και τον σίδηρο. Ελλείψεις όμως μικροθρεπτικών δεν έχουν παρατηρηθεί στον ηλίανθο.

Ηλεκτρική αγωγιμότητα: Η αλατότητα δεν δημιουργεί προβλήματα στον ηλίανθο.

Μηχανική σύσταση: Έδαφος μέσης συστάσεως, κατάλληλο για τον ηλίανθο.

Συμβουλευτική Λίπανση

Άζωτο: Να εφαρμοστούν 6-10 μονάδες N/στρ. Η μικρή δόση για μικρές αποδόσεις (150-200kg/στρ.) και η μεγάλη για μεγάλες αποδόσεις (>300kg/στρ.). Αν η καλλιέργεια είναι ξηρική, όλο το N στη βασική λίπανση σε μορφή θειικής αμμωνίας ή ουρίας. Αν η καλλιέργεια είναι ποτιστική, το 2/3 του N στη βασική και το 1/3 κατά το πρώτο πότισμα, πριν την ανθοφορία, σε μορφή νιτρικής αμμωνίας. Να αποφεύγονται οι υπερβολικές δόσεις N.

Φώσφορος: Να προστεθούν 5-8 μονάδες φωσφόρου/στρ. στη βασική λίπανση. Οι μικρές μονάδες για μικρές αναμενόμενες αποδόσεις (150-200kg/στρ.) και οι μεγάλες μονάδες για μεγάλες αναμενόμενες αποδόσεις (>300kg/στρ.).

Κάλιο: Να προστεθούν 6-10 μονάδες καλίου στο στρέμμα, στη βασική λίπανση. Η μικρή ποσότητα καλίου για μικρές αναμενόμενες αποδόσεις (150-200kg/στρ) και η μεγάλη για υψηλές αποδόσεις (>300kg/στρ.).

Μαγνήσιο: Υψηλή περιεκτικότητα, αρκετή για 2-3 καλλιεργητικές περιόδους.

Σίδηρος: Χαμηλή ως οριακή περιεκτικότητα, που όμως δεν δημιουργεί συνήθως προβλήματα.

Μαγγάνιο: Επαρκής περιεκτικότητα.

Ψευδάργυρος: Χαμηλή ως οριακή περιεκτικότητα. Ο ηλίανθος συνήθως δεν υποφέρει από τροφопενία Zn αλλά συνιστάται η προσθήκη 0.5-1kg ψευδαργύρου στο στρέμμα κατά τη βασική λίπανση (4-5kg θειικού ψευδαργύρου). Αν στις προηγούμενες χρονιές η περιεκτικότητα του σπόρου σε λάδι ήταν χαμηλή, εφαρμόστε διαφυλλικούς ψεκασμούς πριν την άνθιση με σκευάσματα Zn, Cu, Mn.

Χαλκός: Επαρκής περιεκτικότητα.

Βόριο: Χαμηλή περιεκτικότητα. Συνιστάται η προσθήκη 2-3kg βόρακα στο στρέμμα στη βασική λίπανση. Η δόση να μην ξεπερνά τη συνιστώμενη.



Ε.Α.Γ.Ο. - Γεν. Δ/ση Έρευνας
Ινστιτούτο Εγγείων Βελτιώσεων

ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΕΓΓΕΙΩΝ ΒΕΛΤΙΩΣΕΩΝ

Σίνδος, 57400

Τηλ.: 231 0798790, 231 0798144, Fax.: 2310 796352

e-mail: chem.LRI@nagref.gr

Δελτίο Αποτελεσμάτων Ανάλυσης Εδάφους

Στοιχεία Παραγωγού

Επίθετο: **ΠΑΝΤΕΛΑΚΗΣ**

Όνομα: **ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ**

Διεύθυνση: **ΒΑΟΥΛΑΚΟΣ**

Τηλέφωνο:

Πόλη:

Α.Φ.Μ.:

Δ.Ο.Υ.:

Στοιχεία Δείγματος

Αριθμός Δείγματος: **21/551**

Αριθμός Πρωτοκόλλου: **3081/48625**

Ημερ. Δειγματοληψίας:

Ημερ. Ανάλυσης:

Καλλιέργεια: **Ελαιοκράμβη**

Τοποθεσία: **Β ΤΜΗΜΑ ΧΑΜΗΛΟ**

Αριθμός Τεμαχίου:

Υπεύθυνος Γεωπόνος: **Ε.ΧΑΤΖΗΓΙΑΝΝΑΚΗΣ**

Τεχν. Υπεύθυνος Εργαστηρίου: **Δ.ΤΣΕΚΟΥΡΑ**

Αναλύσεις Χαρακτηρισμού

pH (1:2 H₂O): **7,7**

Οργανική Ουσία (%): **3**

Ολικό CaCO₃ (%): **61,9**

I.A.K. (NaAcO, pH 8.2) (meq/100g):

Άμμος (%): **32,8**

Ιλύς (%): **29,2**

Άργιλλος (%): **38**

Χαρακτηρισμός: **Αργιλλοπηλώδες**

Αναλύσεις στο νερό κορεσμού

Ειδ. ηλεκτρ. αγωγ.: **0,443**

(mS/cm)

SAR (meq/l)^{1/2}:

Ca Mg K Na Cl SO₄
mg/L

Ειδικές Αναλύσεις

Ανάγκες σε άσβεστο (Kg CaCO₃/στρ):

Ανάγκες σε γύψο (Kg/στρ):

Ενεργό CaCO₃(%):

Δεικ. Χλωρ. Ικαν.:

Επίπεδο Αφομοιωσίμων Μορφών Θρεπτικών

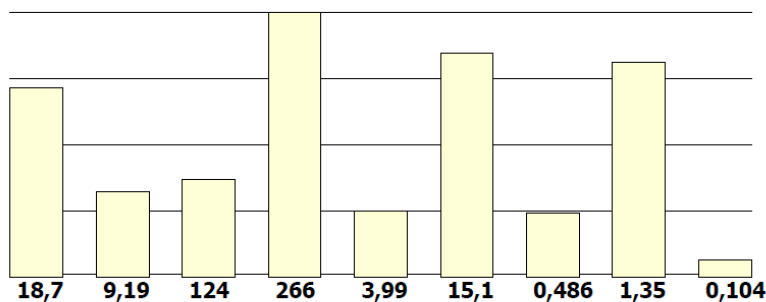
Υψηλό

Επαρκές

Οριακό

Χαμηλό

mg/Kg εδ.



KCl, 1M Olsen Οξ. Αμμ. DTPA Ζέον ύδωρ



Ε.Λ.Γ.Ο. - Γεν. Δ/ση Έρευνας
Ινστιτούτο Εγγείων Βελτιώσεων

ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΕΓΓΕΙΩΝ ΒΕΛΤΙΩΣΕΩΝ

Σίνδος, 57400

Τηλ.: 231 0798790, 231 0798144, Fax.: 2310 796352

e-mail: chem.LRI@nagref.gr

Σχόλια και οδηγίες για την μεταχείριση του εδάφους

pH: Το pH σε επίπεδα που συνήθως δεν δημιουργεί προβλήματα στην ελαιοκράμβη.

Οργανική ουσία: Η οργανική ουσία σε ικανοποιητικά επίπεδα. Ελαττώστε την προτεινόμενη δόση N κατά 2-4 μονάδες.

Ολικό CaCO_3 : Περιεκτικότητα που αυξάνει την πιθανότητα εμφάνισης προβλημάτων με το μαγγάνιο, τον ψευδάργυρο και τον σίδηρο.

Ηλεκτρική αγωγιμότητα: Η αλατότητα δεν δημιουργεί προβλήματα στην ελαιοκράμβη.

Μηχανική σύσταση: Έδαφος μέσης συστάσεως, ευνοϊκό για την καλλιέργεια της ελαιοκράμβης.

Συμβουλευτική Λίπανση

Αζώτο: Να εφαρμοστούν 10-15 μονάδες αζώτου στο στρέμμα στη βασική λίπανση. Η μικρή δόση για μικρές αναμενόμενες αποδόσεις (200kg/στρ.) και η μεγάλη για μεγάλες αποδόσεις (300-350kg/στρ.). Να προτιμάται η θειική αμμωνία διότι η ελαιοκράμβη είναι απαιτητική σε θείο. Να αποφεύγονται οι υψηλές δόσεις αζώτου.

Φώσφορος: Να προστεθούν 8-10 μονάδες φωσφόρου στο στρέμμα στη βασική λίπανση. Η μικρή δόση για μικρές αναμενόμενες αποδόσεις (200kg/στρ.) και η μεγάλη για μεγάλες αποδόσεις (300-350kg/στρ.).

Κάλιο: Οριακή περιεκτικότητα. Να εφαρμοσθούν 5-10 μονάδες καλίου/στρ. σε μορφή θειικού καλίου στη βασική λίπανση. Η χαμηλή δόση για μικρές αναμενόμενες αποδόσεις (200kg/στρ.) και η υψηλή για μεγάλες αναμενόμενες αποδόσεις (300-350kg/στρ.).

Μαγνήσιο: Υψηλή περιεκτικότητα, αρκετή για 2-3 καλλιεργητικές περιόδους.

Σίδηρος: Χαμηλή ως οριακή περιεκτικότητα, που όμως δεν δημιουργεί συνήθως προβλήματα.

Μαγγάνιο: Επαρκής περιεκτικότητα.

Ψευδάργυρος: Χαμηλή ως οριακή περιεκτικότητα. Η ελαιοκράμβη δεν παρουσιάζει συνήθως ελλείψεις Zn, αλλά προληπτικά και εφόσον συμφέρει, συνιστάται η προσθήκη 0.5-1kg ψευδαργύρου στο στρέμμα κατά τη βασική λίπανση (4-5kg θειικού ψευδαργύρου).

Χαλκός: Επαρκής περιεκτικότητα.

Βόριο: Χαμηλή περιεκτικότητα. Συνιστάται η προσθήκη 2-3kg βόρακα/στρ. στη βασική λίπανση. Η δόση να μην ξεπερνά τη συνιστώμενη.



Ε.Λ.Γ.Ο. - Γεν. Δ/ση Έρευνας
Ινστιτούτο Εγγείων Βελτιώσεων

ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΕΓΓΕΙΩΝ ΒΕΛΤΙΩΣΕΩΝ

Σίνδος, 57400

Τηλ.: 231 0798790, 231 0798144, Fax.: 2310 796352

e-mail: chem.LRI@nagref.gr

Σχόλια και οδηγίες για την μεταχείριση του εδάφους

pH: Το pH σε επίπεδα που συνήθως δεν δημιουργεί προβλήματα στον ηλίανθο.

Οργανική ουσία: Η οργανική ουσία σε ικανοποιητικά επίπεδα. Ελαττώστε την προτεινόμενη δόση N κατά 2-4 μονάδες.

Ολικό CaCO_3 : Περιεκτικότητα που αυξάνει την πιθανότητα εμφάνισης προβλημάτων με το μαγγάνιο, τον ψευδάργυρο και τον σίδηρο. Ελλείψεις όμως μικροθρεπτικών δεν έχουν παρατηρηθεί στον ηλίανθο.

Ηλεκτρική αγωγιμότητα: Η αλατότητα δεν δημιουργεί προβλήματα στον ηλίανθο.

Μηχανική σύσταση: Έδαφος μέσης συστάσεως, κατάλληλο για τον ηλίανθο.

Συμβουλευτική Λίπανση

Άζωτο: Να εφαρμοστούν 8-12 μονάδες N/στρ. Η μικρή δόση για μικρές αποδόσεις (150-200kg/στρ.) και η μεγάλη για μεγάλες αποδόσεις (>300kg/στρ.). Αν η καλλιέργεια είναι ξηρική, όλο το N στη βασική λίπανση σε μορφή θειικής αμμωνίας ή ουρίας. Αν η καλλιέργεια είναι ποτιστική, το 2/3 του N στη βασική και το 1/3 κατά το πρώτο πότισμα, πριν την ανθοφορία, σε μορφή νιτρικής αμμωνίας. Να αποφεύγονται οι υπερβολικές δόσεις N.

Φώσφορος: Να προστεθούν 5-8 μονάδες φωσφόρου/στρ. στη βασική λίπανση. Οι μικρές μονάδες για μικρές αναμενόμενες αποδόσεις (150-200kg/στρ.) και οι μεγάλες μονάδες για μεγάλες αναμενόμενες αποδόσεις (>300kg/στρ.).

Κάλιο: Να προστεθούν 6-10 μονάδες καλίου στο στρέμμα, στη βασική λίπανση. Η μικρή ποσότητα καλίου για μικρές αναμενόμενες αποδόσεις (150-200kg/στρ) και η μεγάλη για υψηλές αποδόσεις (>300kg/στρ.).

Μαγνήσιο: Υψηλή περιεκτικότητα, αρκετή για 2-3 καλλιεργητικές περιόδους.

Σίδηρος: Χαμηλή ως οριακή περιεκτικότητα, που όμως δεν δημιουργεί συνήθως προβλήματα.

Μαγγάνιο: Επαρκής περιεκτικότητα.

Ψευδάργυρος: Χαμηλή ως οριακή περιεκτικότητα. Ο ηλίανθος συνήθως δεν υποφέρει από τροφопενία Zn αλλά συνιστάται η προσθήκη 0.5-1kg ψευδαργύρου στο στρέμμα κατά τη βασική λίπανση (4-5kg θειικού ψευδαργύρου). Αν στις προηγούμενες χρονιές η περιεκτικότητα του σπόρου σε λάδι ήταν χαμηλή, εφαρμόστε διαφυλλικούς ψεκασμούς πριν την άνθιση με σκευάσματα Zn, Cu, Mn.

Χαλκός: Επαρκής περιεκτικότητα.

Βόριο: Χαμηλή περιεκτικότητα. Συνιστάται η προσθήκη 2-3kg βόρακα στο στρέμμα στη βασική λίπανση. Η δόση να μην ξεπερνά τη συνιστώμενη.