



Τ.Ε.Ι. ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΥΔΑΤΙΝΩΝ ΠΟΡΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΘΕΜΑ: ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΑΡΔΕΥΣΗΣ ΤΟΥ ΓΗΠΕΔΟΥ ΠΟΔΟΣΦΑΙΡΟΥ ΤΗΣ ΑΘΛΗΤΙΚΗΣ ΕΝΩΣΗΣ ΚΩΣΤΑΝΤΙΝΟΥΠΟΛΕΩΣ “ΑΓΙΑ ΣΟΦΙΑ”



Συγγραφή: ΤΣΕΛΕΚΙΔΗΣ ΘΕΟΧΑΡΗΣ

Εισηγητής: ΠΑΝΑΓΟΠΟΥΛΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

ΜΕΣΟΛΟΓΓΙ 2015

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η συγκεκριμένη εργασία πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια της πτυχιακής μου εργασίας στο τμήμα Μηχανολογίας και Υδάτινων Πόρων του ΤΕΙ Μεσολογγίου. Έχει ως στόχο τη μελέτη, σχεδιασμό και εγκατάσταση αρδευτικού δικτύου στο υπό μελέτη γήπεδο της Αθλητικής Ένωσης Κωνσταντινουπόλεως (ΑΕΚ).

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή του ΤΕΙ κύριο Παναγόπουλο Γεώργιο για την υπόδειξη του θέματος, για την συνεχή παρακολούθηση της πορείας της εργασίας και για τις ουσιώδεις παρατηρήσεις του.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Κοιτσάνο Ανδρέα Γεωπόνου η βοήθεια του οποίου ήταν απαραίτητη για την ολοκλήρωση της πτυχιακής μου εργασίας.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Πρόλογος.....	1
Περιεχόμενα.....	2
Κεφάλαιο 1 ^ο Η ιστορία της Αεκ.....	4
• 1.1 Σχέδιο δημιουργίας νέου γηπέδου	9
Κεφάλαιο 2 ^ο Χαρακτηριστικά εδαφους-Ορισμοι.....	12
Κεφάλαιο 3 ^ο Περιγραφή γηπεδου.....	24
Κεφάλαιο 4 ^ο Προσδιορισμός αρδευτικών αναγκών.....	27
• 4.1 Υπολογισμός εξατμισοδιαπνοης	27
• 4.2 Υπολογισμός ολικών αναγκών σε νερό άρδευσης	31
• 4.2.1 Καθαρές σε αρδευτικό νερό αναγκες.....	31
• 4.2.2 Νερό εκπλυσεως των αλάτων.....	32
• 4.2.3 Αποδοτικότητα του αρδευτικού δικτυου.....	32
• 4.3 Δόση άρδευσης-Δόση εφαρμογής-Εύρος αρδευσεων.....	33
• 4.3.1 Δόση άρδευσης-Δοση εφαρμογής	34
• 4.3.2 Εύρος αρδεύσεων	35
Κεφάλαιο 5 ^ο Σχεδιασμός και εγκατάσταση αρδευτικού δικτύου	37
• 5.1 Διάρκεια λειτουργίας συγκροτήματος άρδευσης.....	37
• 5.2 Παροχή συγκροτήματος άρδευσης.....	37
• 5.3 Ισαποχή γραμμών άρδευσης και αριθμός γραμμών άρδευσης ...	37
• 5.4 Αριθμός εκτοξευτών	38
• 5.5 Εκλογή του τύπου εκτοξευτη.....	39
• 5.5.1 Επιλογή παροχής εκτοξευτή.....	40
• 5.5.2 Επιλογή εκτοξευτή μέσω τεχνικών χαρακτηριστικών	41
• 5.6 Ομοιομορφία διανομής του νερού από τον εκτοξευτή	43
• 5.7 Επαναπροσδιορισμός παροχής δικτυου.....	45
• 5.8 Χρόνος παραμονής της γραμμής άρδευσης στην ίδια θέση και συνολικός χρόνος άρδευσης	45
• 5.9 Διάμετρος κύριας γραμμής και απώλειες φορτίου αυτής	46
• 5.10 Διάμετρος αγωγού εφαρμογής και απώλειες φορτίου αυτής	49
• 5.11 Υπολογισμός ολικού μανομετρικού ύψους.....	51
• 5.12 Απαιτούμενη ισχύς κινητήρα-αντλίας	52
Κεφάλαιο 6 ^ο Εγκατάσταση δικτύου άρδευσης	54
• 6.1 Τοποθέτηση του κύριου αγωγού	55

• 6.1.1 Τοποθέτηση εξαρτημάτων στον κύριο αγωγο.....	55
• 6.1.2 Περιγραφή εξαρτημάτων κεντρικού αγωγού	57
• 6.1.2.1 Κεντρική μονάδα	57
• 6.1.2.2 Κύριος αγωγός	64
• 6.2 Τοποθέτηση αγωγών εφαρμογής	65
• 6.2.1 Τοποθέτηση κ' συνδεσμολογία εξαρτημάτων στον αγωγό εφαρμογής	66
Κεφάλαιο 7 ^ο Αυτοματισμοί αρδευτικού δικτύου	72
• 7.1 Χρήση βρόχινου νερού κ' αυτοματισμοί δεξαμενης.....	72
• 7.2 Πίνακας ελέγχου κεντρικής μονάδας	73
• 7.2.1 Σύστημα διαχείρισης του αρδευτικού δικτύου μέσω τηλεματικής	74
Συμπερασματα.....	78
Βιβλιογραφία.....	79

ΕΠΙΣΥΝΑΠΤΟΝΤΑΙ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΜΕ ΠΙΝΑΚΕΣ.....	80
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΜΕ ΣΧΕΔΙΟ ΓΗΠΕΔΟΥ.....	86

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

Η ιστορία της ΑΕΚ



Αθλητικό σωματείο, που ίδρυσαν Κωνσταντινοπολίτες πρόσφυγες στην Αθήνα το 1924. Η Αθλητική Ένωση Κωνσταντινουπόλεως, όπως είναι ο πλήρης τίτλος της, είναι ο τρίτος δημοφιλέστερος σύλλογος στο Κέντρο, μετά τον Παναθηναϊκό και τον Ολυμπιακό. Διατηρεί τμήματα ποδοσφαίρου, καλαθοσφαίρισης, πετοσφαίρισης, χειροσφαίρισης, στίβου, ξιφασκίας, πυγμαχίας, ποδηλασίας και ζατρικίου.

Για τους μικρασιάτες πρόσφυγες τα πρώτα χρόνια στη μητέρα πατρίδα μετά τη μικρασιατική καταστροφή ήταν πραγματικά πέτρινα. Οι συνθήκες προσαρμογής δύσκολες και οι θύμησης έντονες γι' αυτά που άφησαν πίσω τους. Οι αθλητές (οι περισσότεροι με έντονη δράση και φήμη στην Πόλη) εντάχθηκαν αρχικά στους κόλπους του Πανιωνίου και του Παναθηναϊκού. Η δημιουργία, όμως, του δικού τους συλλόγου ήταν θέμα χρόνου...

«Κάτι πρέπει να γίνει» ήταν η φράση που ακουγόταν όλο και πιο συχνά στο μικρό μαγαζάκι αθλητικών ειδών «Λουξ» του Αιμίλιου Ιωνά και του Κωνσταντίνου Δημόπουλου στην οδό Βερανζέρου. Η συζήτηση έγινε πίστη και η πίστη σκοπός ζωής για τη μικρή αυτή παρέα, που οραματιζόταν να συγκεντρώσει κάτω από τον δικέφαλο αετό όλους τους ποδοσφαιριστές και τους φιλάθλους που προέρχονταν από την Κωνσταντινούπολη.

Στις 13 Απριλίου του 1924 και ύστερα από πολύωρη συζήτηση, η παρέα πήρε την τελική απόφαση για την ίδρυση ενός συλλόγου με την επωνυμία Αθλητική Ένωση Κωνσταντινουπόλεως. Ως έμβλημα επελέγη ασφαλώς ο Δικέφαλος Αετός και χρώματα το χρυσό και το μαύρο, όλα εμπνευσμένα από τη Βυζαντινή Αυτοκρατορία, για να θυμίζουν στους μεταγενέστερους την ένδοξη αθλητική παρακαταθήκη των Ελλήνων της Πόλης. Το καινούργιο σωματείο βολεύτηκε πρόχειρα στα γραφεία τις **XAN** στην οδό Μητροπόλεως, που παραχώρησε ο καθηγητής του Athens College **Νίκος Ελεόπουλος**. Συντάχτηκε το καταστατικό και στις 29 Μαΐου 1924 εξελέγη το πρώτο διοικητικό συμβούλιο, με πρόεδρο τον δημοσιογράφο **Κώστα Σπανούδη**, μετέπειτα βουλευτή και υπουργό στην κυβέρνηση του Ελευθέριου Βενιζέλου. Το συμπλήρωσαν οι **Νίκος Ελεόπουλος (αντιπρόεδρος)**, **Τιμολέων**

Τάγαρης, Μενέλαος Καροτσιέρης, Μίλτος Ιερεμιάδης, Κωνσταντίνος Δημόπουλος και Αμίλιος Ιωνάς.



Η πρώτη ομάδα της ΑΕΚ, το 1925

Πριν συμπληρωθεί ένα δίμηνο, η ποδοσφαιρική ομάδα της ΑΕΚ ήταν αξιόμαχη και έτοιμη να κατεβεί στα γήπεδα. Στον πρώτο της φιλικό αγώνα που έγινε στο Ποδηλατοδρόμιο του Νέου Φαλήρου (νυν Γήπεδο Καραϊσκάκη) νίκησε την ομάδα επίλεκτων του Πειραιά με 3 - 2. Η πρώτη αυτή ομάδα απαρτιζόταν από τους Κίτσιο, Ιερεμιάδη, Ασδένη, Κεχαγιά, Παρασκευά, Δημόπουλο, Καραγιαννίδη, Μπαλτά, Μήλα, Ηλιάδη και Γεωργιάδη.

Οι πρώτες προπονήσεις γίνονταν στο χώρο του Ολυμπίου Διός, μπροστά σε μικρές συγκεντρώσεις φιλάθλων. Οι υψηλές διασυνδέσεις του νεοσύστατου συλλόγου, τον βοήθησαν να ξεχωρίσει από τον Πανιώνιο και τον Απόλλωνα, που διεκδικούσαν την υποστήριξη του προσφυγικού στοιχείου της πρωτεύουσας και του χάρισαν πανελλήνια εμβέλεια. Αργότερα, παραχωρήθηκε στην ΑΕΚ το γήπεδο του Παναθηναϊκού και το 1929 ο τότε πρωθυπουργός Ελευθέριος Βενιζέλος έδωσε την άδεια να της παραχωρηθεί η έκταση στη Νέα Φιλαδέλφεια, εκεί όπου για 79 χρόνια ήταν το γήπεδο της ομάδας.



Το Ιστορικό Γήπεδο της Νέας Φιλαδέλφειας "Νίκος Γκούμας"

Τα χρόνια πέρασαν και ο σύλλογος αυτός άρχισε να μεγαλώνει, πέρα ίσως και από τις προσδοκίες των ιδρυτών του. Οι μεγάλες ομάδες που ανέδειξε η

κιτρινόμαυρη Βασίλισσά μας και οι συνεχείς διακρίσεις σε Ελλάδα και Ευρώπη, σε συνδυασμό με το βάρος της Ιδέας που εκπροσωπούσε, άρχισαν να φέρνουν πλήθος κόσμου στις τάξεις της. Ένας σύλλογος που αρχικά αφορούσε μόνο τους Κωνσταντινουπολίτες, έγινε με το πέρασμα των χρόνων ένας από τους βασικότερους αθλητικούς φορείς για όλους τους πρόσφυγες σε πανελλαδικό επίπεδο. Παράλληλα, η δυναμική του υπήρξε το ίδιο εντυπωσιακή και στην ευρύτερη ελληνική κοινωνία και η ΑΕΚ δεν άργησε να αποτελέσει μια από τις κορυφαίες ομάδες της Ελλάδας.

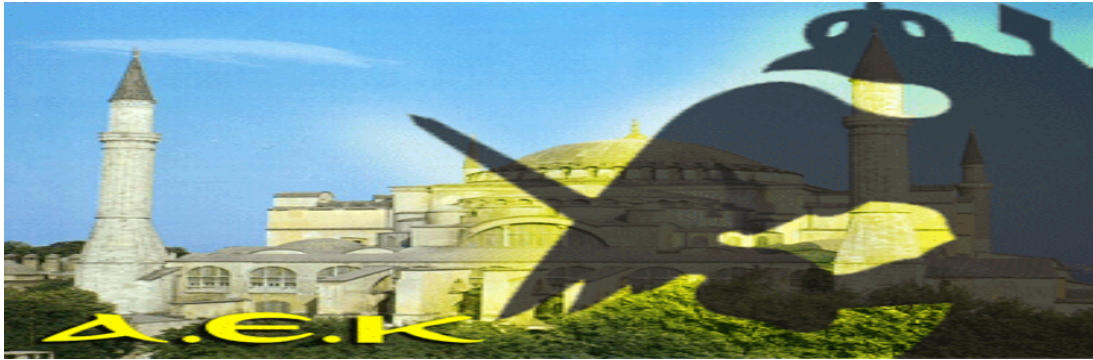
Η ΑΕΚ σαν ποδοσφαιρικό σωματείο, αποτελεί ένα διαχρονικό διεκδικητή τίτλων και διακρίσεων. Στο ποδόσφαιρο έχει να επιδείξει 28 εθνικούς τίτλους (11 Πρωταθλήματα, 14 Κύπελλα, 2 Σούπερ Καπ, 1 Λιγκ Καπ), ενώ ανελλιπώς εκπροσωπεί τα ελληνικά χρώματα στις ευρωπαϊκές διοργανώσεις. Αξίζει να σημειωθεί ότι η ΑΕΚ υπήρξε η πρώτη ελληνική ομάδα που έφτασε στους «8» ευρωπαϊκής διοργάνωσης και η μοναδική που έχει βρεθεί στα προημιτελικά τόσο του Κυπέλλου Πρωταθλητριών, όσο του Κυπέλλου ΟΥΕΦΑ, αλλά και του πάλαι ποτέ Κυπελλούχων. Κορυφαία στιγμή αποτελεί η παρουσία της στα ημιτελικά του Κυπέλλου ΟΥΕΦΑ την σεζόν 1976-77.

Η ΑΕΚ δεν είναι απλά ένας ακόμα αθλητικός σύλλογος. Είναι ιδέα. Πρεσβεύει αξίες και προάγει τον πολιτισμό εντός και εκτός γηπέδων. Η ΑΕΚ εκπροσωπεί την προσφυγιά, τις χαμένες πατρίδες, την περηφάνια των Ελλήνων της Μικράς Ασίας. Η ΑΕΚ υπερηφανεύεται για τις καταβολές της, τις τιμά και τις μεταφέρει παντού μέσω του εμπνευσμένου από την Βυζαντινή Αυτοκρατορία εμβλήματός της, τον Δικέφαλο Αετό. Η ΑΕΚ, σε όλα αυτά τα χρόνια ιστορίας της, πορεύεται και ορίζεται αυθύπαρκτα. Οι αξίες της ομάδας, ίσως ακόμα και το ίδιο το μέγεθος της γενεσιουργού της αιτίας, της εθνικής καταστροφής του 1922, να υπήρξε τόσο καταλυτικό, που να της έδωσε την ευκαιρία να δει πάνω από εχθρούς και άσκοπες αντιπαλότητες.

Διαχρονικός σκοπός της να συγκεντρώνει στις τάξεις της όσους πιστεύουν στο καλύτερο, όσους θεωρούν ως ανώτερη αξία του αθλητισμού και της ζωής τη νίκη απέναντι στον ίδιο τους τον εαυτό, με μοναδικό στόχο τη διαρκή πρόοδο και εξέλιξη.

Η ΑΕΚ υπηρέτησε, υπηρετεί και θα υπηρετεί αυτές τις αξίες. Είναι καθήκον όλων μας και είναι ο δρόμος που μας δείχνει εδώ και περίπου έναν αιώνα. Και όπως φαίνεται, τον δρόμο αυτό θα συνεχίσουν να ακολουθούν όλο και περισσότεροι, με οδηγό το εμπνευσμένο από την Βυζαντινή Αυτοκρατορία έμβλημά της,

τον Δικέφαλο Αετό, να ατενίζει περήφανα σε Ανατολή και Δύση και φυσικά μέσω των χρωμάτων της... του κίτρινου και του μαύρου.



Στάδιο "Νίκος Γκούμας"



Χωρητικότητα: 24.729 (καθήμενοι)

Ρεκόρ θεατών: 36.766 (ΑΕΚ - Παναθηναϊκός, το 1981)

Το Στάδιο "Νίκος Γκούμας" βρίσκεται στη [Νέα Φιλαδέλφεια](#) (στις οδούς Φωκών, Πατριάρχου Κωνσταντίνου, Καππαδοκίας και Ατάλειας), ήταν γνωστό επίσης στον κόσμο ως "Στάδιο Νέας Φιλαδέλφειας" ή "Στάδιο ΑΕΚ". Κτίστηκε το 1930 και κατεδαφίστηκε το 2003 ενώ ο χώρος και η έδρα ανήκει (και μετά το γκρέμισμά του) στην [Ερασιτεχνική ΑΕΚ](#).



Το γήπεδο της Νέας Φιλαδέλφειας, δημιουργήθηκε το 1930 και από την αρχή της δημιουργίας του, ήταν η έδρα της [ποδοσφαιρικής ΑΕΚ](#). Το στάδιο ως το 1979 ήταν σε σχήμα πετάλου, έκτοτε κτίστηκε μια διώροφη κερκίδα, κάνοντάς το, το μεγαλύτερο στάδιο της εποχής εκείνης στην Αθήνα, αλλά και γενικότερα στην Ελλάδα. Στην συγκεκριμένη κερκίδα, στο κάτω μέρος, που ήταν κλειστό και ονομάστηκε "**σκεπαστή**", συγκεντρωνόντουσαν όλοι οι φανατικοί οπαδοί της ΑΕΚ. Την περίοδο 1985 - 1987, το στάδιο έμεινε κλειστό λόγω έργων και η ομάδα της ΑΕΚ, αγωνιζόταν προσωρινά στο [ΟΑΚΑ](#). Στις αρχές της δεκαετίας του '90 του δόθηκε το όνομα του παλιού προέδρου της ΑΕΚ, Νίκου Γκούμα, ο οποίος συνεισέφερε πολλά σε διάφορες φάσεις κατασκευής του. Ως το 1998, που δεν υπήρχαν καθίσματα, η χωρητικότητα ξεπερνούσε τις 40.000, με την τοποθέτηση καθισμάτων η χωρητικότητα του γηπέδου μειώθηκε στις 28.729 ακριβώς. Την επόμενη χρονιά και τον μεγάλο [σεισμό \(5,9 ρίχτερ\) της Πάρνηθας το 1999](#), το γήπεδο έπαθε πολλές ζημιές και για λίγους μήνες δεν χρησιμοποιήθηκε για να επισκευαστεί, αλλά και με τις επισκευές ακόμη, δεν μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ολόκληρο. Η ανακατασκευή του γηπέδου ήταν αναγκαία και απαραίτητη, όμως χρηματοδότηση δεν υπήρχε, ούτε και η σύμφωνη γνώμη των κατοίκων της περιοχής, που αντιδρούσαν στο σχέδιο ανάπλασής του, με υπόγειο πάρκινγκ και εμπορικά καταστήματα. Τον Μάιο του 2003, το γήπεδο κατεδαφίστηκε ολοκληρωτικά, με την προοπτική να ανεγερθεί ένα νέο κτίριο και στάδιο για την ΑΕΚ, αλλά για αρκετό διάστημα είχε αφεθεί πλήρως η ιδέα αυτή, και η ποδοσφαιρική ΑΕΚ, είχε στραφεί σε άλλες περιοχές για να δημιουργήσει νέα έδρα. Εκτός από την ομάδα της ΑΕΚ, το γήπεδο έχει φιλοξενήσει αγώνες και της [Εθνική Ελλάδος ανδρών ποδοσφαίρου](#). Από το 2004 έως και σήμερα η ΑΕΚ χρησιμοποιεί (νοικιάζει) το [ΟΑΚΑ](#) ως έδρα της.

Το Στάδιο "Νίκος Γκούμας" ανήκει στην Ερασιτεχνική ΑΕΚ.



Τέλος ο χώρος του Γηπέδου "Νίκος Γκούμας" όπως είναι σήμερα



1.1 Σχέδιο δημιουργίας νέου γηπέδου

Το καλοκαίρι του 2013, η ΑΕΚ υποβιβάστηκε πρώτη φορά στην ιστορία της, από την μεγάλη κατηγορία και αποφασίστηκε να χρεοκοπήσει σαν Ποδοσφαιρική Ανώνυμη Εταιρεία, να γίνει ερασιτεχνικό σωματείο, και να συμμετέχει στην πρώτη ερασιτεχνική κατηγορία, την Γ' Εθνική ποδοσφαίρου Ελλάδος. Επίσης, μπροστάρης και χρηματοδότης του νέου ξεκινήματος του συλλόγου στο τμήμα του ποδοσφαίρου, εμφανίστηκε ο πρώην Πρόεδρος, Δημήτρης Μελισσανίδης, ο οποίος έθεσε ως πρώτο μέλημά του, την δημιουργία γηπέδου στην Νέα Φιλαδέλφεια, στο χώρο που στεγαζόταν μέσω του "Νίκος Γκούμας" η ΑΕΚ πάνω από 70 χρόνια. Το σχέδιο του προχωράει με σταθερούς ρυθμούς και όπως όλα δείχνουν αρχιτέκτονας του νέου γηπέδου θα είναι ο Ιταλός, Μάσιμο Μαγιοβιέτσι. Μελλοντικά, ο παρών χώρος, όπου θα γίνει το νέο γήπεδο, θα συνδέεται με το μετρό, με σταθμό στην πλατεία Πατριάρχου και με τραμ, ενώ το αρχικό όνομα δημιουργίας του γηπέδου θα είναι "Αγία Σοφία". Το γήπεδο θα πάρει το όνομα "Αγία Σοφία"

από τον [ορθόδοξο ναό](#) στην [Κωνσταντινούπολη](#). Το στάδιο θα έχει επίσης εμπορικό όνομα, το οποίο δεν έχει ακόμα ανακοινωθεί.



Το στάδιο Νίκος Γκούμας κατασκευάστηκε το 1932 και κατεδαφίστηκε το 2003 με απόφαση του τότε προέδρου της Ερασιτεχνικής ΑΕΚ [Γιάννη Γρανίτσα](#), καθώς είχε υποστεί σημαντικές ζημιές από το [σεισμό του 1999](#). Το σχέδιο ήταν να κατασκευαστεί νέο στη θέση του το οποίο θα περιλάμβανε γήπεδο μπάσκετ και εμπορικό κέντρο με αυτοχρηματοδότηση. Οι εργασίες όμως σταμάτησαν σύντομα ύστερα από προσφυγή του Δήμου Νέας Φιλαδέλφειας και περιόικων στο [Συμβούλιο της Επικρατείας](#) το οποίο τελικά έκρινε αντισυνταγματικό το νομοθετικό πλαίσιο για την κατασκευή του ^[3].

Το 2005 ο [Δημήτρης Μελισσανίδης](#) στα πλαίσια της τότε υποψηφιότητας του για την προεδρία της ερασιτεχνικής ΑΕΚ παρουσίασε σχέδιο για νέο γήπεδο στη θέση του «Νίκος Γκούμας» με την ονομασία «Αγία Σοφία», αλλά έχασε τις εκλογές. Οι επόμενες διοικήσεις Νικολαΐδη και Αδαμίδη μελέτησαν τη δημιουργία ενός νέου γηπέδου στη Φυλή στον χώρο του ΕΟΔΔΥ, σχέδιο που δεν προχώρησε λόγω έλλειψης χρηματοδότησης. Μετά την χρεοκοπία της ΠΑΕ ΑΕΚ και τον υποβιβασμό της ομάδας το 2013, ο Μελισσανίδης ανέλαβε την αναδιοργάνωση της ομάδας και επανέφερε το σχέδιο της "Αγίας Σοφίας".

Η πρώτη παρουσίαση του γηπέδου έγινε στις 2 Οκτωβρίου 2013 στην αίθουσα [Μίλτος Κουντουράς](#) στο Ενιαίο Λύκειο Νέας Φιλαδέλφειας. Εκεί αναφέρθηκε ότι το γήπεδο θα έχει χωρητικότητα 32.500 - 34.000 θέσεις, θα πληρεί τις απαιτήσεις για να χαρακτηριστεί ως γήπεδο τεσσάρων αστέρων από την [UEFA](#), θα υπάρχουν 40 σουίτες και πέντε διαφορετικοί τύποι καθισμάτων. Δεν θα έχει καθόλου εμπορικές χρήσεις και θα υπάρχουν περίπου 1.200 θέσεις υπαίθριες θέσεις στάθμευσης και 400-500 υπόγειες. Το χρονοδιάγραμμα ανέφερε έναρξη εργασιών τις αρχές 2014 και ολοκλήρωση του στα τέλη του 2015. Παρουσιάστηκαν επίσης οι πρώτες φωτογραφίες του γηπέδου το οποίο έχει βυζαντινά στοιχεία στην

αρχιτεκτονική. Το γήπεδο έχει σχεδιαστεί σύμφωνα με τα τείχη της Κωνσταντινούπολης και εξωτερικά μοιάζει με [κάστρο](#).

Η επίσημη παρουσίαση έγινε στις 6 Νοεμβρίου 2013 στην Στέγη Γραμμάτων και Τεχνών του Ιδρύματος [Ωνάση](#). Εκεί αναφέρθηκε επιπλέον ότι το γήπεδο κατά την κατασκευή του θα προσφέρει 1.500 με 2.000 θέσεις εργασίας σε ανέργους, εκ των οποίων 200 με 400 μόνιμες μετά την ολοκλήρωσή του.

Το γήπεδο θα κοστίσει περίπου 65 εκατομμύρια ευρώ. Θα χρηματοδοτηθεί από την Περιφέρεια Αττικής με το ποσό των 20.000.000 ευρώ, ενώ τα υπόλοιπα χρήματα θα καλυφθούν από την αύξηση μετοχικού κεφαλαίου της [Δικέφαλος Α.Ε.](#), εταιρίας που συστάθηκε για κατασκευή του γηπέδου.

Το γήπεδο θα έχει τις ακόλουθες εγκαταστάσεις, σύμφωνα με το βίντεο της επίσημης παρουσίασης στις 6 Νοεμβρίου 2013:

- Εκκλησάκι του Οσίου Λουκά, προς τιμή του πρώην προέδρου της ΑΕΚ [Λουκά Μπάρλο](#)
- Διπλά αποδυτήρια για τουρνουά μεταξύ τεσσάρων ομάδων
- 33,000 χωρητικότητα (τελική χωρητικότητα αναμένεται να ανακοινωθεί)
- Αίθουσα Συνέντευξης Τύπου
- Είσοδος VIP
- VIP Club "Βάσος Χατζηιωάννου"
- [Αριστοτέλης Ωνάσης](#) Executive Lounge
- 40 σουίτες
- Executive σουίτα
- Μπουτίκ Α.Ε.Κ
- Μουσείο Ιστορίας [Α.Ε.Κ](#)
- Μουσείο [Ελληνικού Προσφυγισμού](#)
- Εστιατόριο με πανοραμική θέα
- Παραδοσιακό κουρείο
- Καφενείο "Το Γνήσιον"
- Στιλβωτήριο
- Αίθουσα Χαλάρωσης
- Χαμμάμ
- Σάουνα
- Χώροι Πισίνας (Εσωτερικοί)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο



Η ορθολογική χρήση του νερού είναι μια αναγκαιότητα σε περιοχές με έλλειψη νερού. Στην αναπτυσσόμενη γεωργία, οι απώλειες της παραγωγής λόγω μη σωστής θρέψης ή φυτό-υγείας έχουν μειωθεί σημαντικά, ενώ αυτές που έχουν σχέση με την διαθεσιμότητα του νερού άρδευσης συνεχίζουν να είναι μεγαλύτερες από τις απώλειες που προκαλούνται από όλες τις άλλες αιτίες συνολικά (Passiura, 2002). Γι αυτό τα τελευταία χρόνια γίνονται σημαντικές προσπάθειες προκειμένου να αυξηθεί η αποτελεσματικότητα του νερού άρδευσης μέσω καλύτερης διαχείρισης. Εξαιτίας της έλλειψης σχεδιασμού της άρδευσης (πότε και πόσο νερό να βάλουμε), οι αγρότες αρδεύουν εμπειρικά και για να αισθάνονται ασφαλείς τείνουν να αυξάνουν την ποσότητα του νερού άρδευσης, ιδιαίτερα όταν το κόστος του είναι χαμηλό. Σαν αποτέλεσμα 20% περίπου του εφαρμοζόμενου νερού χάνεται, ενώ ταυτόχρονα αναπτύσσονται ανταγωνισμοί και διαμάχες με άλλους τομείς κατανάλωσης (ύδρευση, βιομηχανία, τουρισμός).

Για να μπορέσουμε να ξεφύγουμε από την εμπειρική άρδευση, ώστε να γίνει η όσον το δυνατόν ορθολογικότερη χρήση του νερού για άρδευση, πρέπει να μπούμε στην λογική του επιστημονικού και ακριβή υπολογισμού των αναγκών της καλλιέργειας σε νερό. Έτσι πρέπει να γίνουν υπολογισμοί και τα αποτελέσματά τους εφαρμοσθούν στην πράξη.

Οι παράγοντες που επηρεάζουν την άρδευση και οι υπολογισμοί που γίνονται είναι:

Τα χαρακτηριστικά του εδάφους

Από τις ιδιότητες του εδάφους εκείνες που πρέπει να υπολογισθούν με ακρίβεια είναι η υδατοϊκανότητα, το σημείο μόνιμης μάρανσης, το φαινόμενο ειδικό βάρος, και βάθος αξιοποίησης. Έτσι υπολογίζεται η αποθηκευτική δυνατότητα του εδάφους προσδιορίζεται το ποσό του νερού της άρδευσης ακριβώς, δεν χάνεται νερό από βαθιά διήθηση η επιφανειακή απορροή και γίνονται οι λιγότερες δυνατές αρδεύσεις. Τα χαρακτηριστικά του εδάφους μπορούν να εκτιμηθούν από την κατηγορία του εδάφους, υπάρχουν πίνακες που δίνουν τιμές για κάθε κατηγορία εδάφους. Σημαντικός παράγοντας του ποσού της άρδευσης είναι και το ποσοστό του εδάφους που μπορεί να αξιοποιηθεί από το ριζικό σύστημα του φυτού. Το ποσοστό αυτό είναι συνάρτηση του φυτικού είδους αλλά και της κατανομής του νερού στο έδαφος. Τιμές του συντελεστή αξιοποίησης του εδάφους για τα διάφορα φυτικά είδη δίνονται σε πίνακες.

Η εξατμισοδιαπνοή

Η εξατμισοδιαπνοή φανερώνει την ταχύτητα με την οποία απομακρύνεται το νερό από το έδαφος.. Τα κλιματικά δεδομένα που απαιτούνται για τον υπολογισμό της εξατμισοδιαπνοής είναι η Θερμοκρασία, η υγρασία (σχετική - απόλυτη), η ηλιακή ακτινοβολία (διάρκεια ηλιοφάνειας, ένταση) και ανακλώμενη ακτινοβολία, η ταχύτητα ανέμου.

Φυτικοί παράμετροι που επηρεάζουν την εξατμισοδιαπνοή

Είναι προφανές ότι κάθε ένα φυτικό είδος έχει τον δικό του ρυθμό κατανάλωσης του νερού (ανάλογα με το σύστημα των φύλλων του, το ποσοστό κάλυψης του εδάφους, το χρώμα των φύλλων, κ.α.). Αλλά και για το κάθε φυτικό είδος, ο ρυθμός κατανάλωσης του νερού αλλάζει μέσα στην καλλιεργητική περίοδο, καθώς το φυτό αναπτύσσεται. Τιμές που καθορίζουν την επίδραση του φυτικού είδους δίνονται ως φυτικός συντελεστής για τέσσερα διαφορετικά βασικά στάδια ανάπτυξης των φυτών. Τιμές των φυτικών συντελεστών για όλα τα φυτικά είδη υπάρχουν από την Ελληνική και διεθνή βιβλιογραφία.

Λοιποί παράγοντες

Ωφέλιμη βροχή. Από τη βροχή που πέφτει στο χωράφι ένα μέρος χάνεται λόγω επιφανειακής απορροής, βαθιάς διήθησης ή εξατμίσης. Η ποσότητα που μπορεί να αξιοποιηθεί από την καλλιέργεια αποτελεί την ωφέλιμη βροχή και εξαρτάται από το είδος της βροχής και το βαθμό καλύψεως του εδάφους από την καλλιέργεια.

Έκπλυση των αλάτων. Η άρδευση των καλλιεργειών συνεπάγεται πάντοτε αύξηση της αλατότητας του εδάφους που εάν δεν προσεχθεί από την αρχή μπορεί να προκαλέσει σοβαρό υποβίβασμό της γονιμότητας της γεωργικής γης.

Το υπόγειο νερό. Η συμβολή του εξαρτάται από το βάθος της υπόγειας στάθμης, τα χαρακτηριστικά του εδάφους και την υγρασία στη ζώνη του ριζοστρώματος. Στα συνεκτικά εδάφη το νερό μπορεί να φτάσει πολύ ψηλά από την υπόγεια στάθμη αλλά με αργούς ρυθμούς. Αντίθετα στα ελαφρά εδάφη το νερό μπορεί να φτάσει σε μικρό ύψος αλλά με αρκετά γρήγορο ρυθμό.

Η εξατμισοδιαπνοή εξαρτάται από τους παρακάτω παράγοντες :

1. Την ηλιακή ακτινοβολία που σχετίζεται με τη θερμοκρασία και σχετική υγρασία, την ταχύτητα του ανέμου.
2. Το φυτικό είδος.
3. Το βάθος και η πυκνότητα του ριζικού συστήματος
4. Το ποσοστό κάλυψης του εδάφους από την καλλιέργεια
5. Το ύψος της καλλιέργειας και η τραχύτητα του φυλλώματος
6. Το στάδιο ανάπτυξης της καλλιέργειας
7. Το έδαφος από την άποψη της υψής, δομής, φαινόμενου ειδικού βάρους, μακρο και μικροπορώδους και χημικές ιδιότητες. Λόγω των πολλών παραγόντων που υπεισέρχονται στην τιμή της εξατμισοδιαπνοής και της δυσκολίας στη διατύπωση εξίσωσης που να εκτιμά την εξατμισοδιαπνοή σε διαφορετικές συνθήκες εφαρμόζεται από τους ερευνητές η εξατμισοδιαπνοή της καλλιέργειας αναφοράς (ETr), με την διεθνώς γνωστή εξίσωση του FAO Penman-Montieth (Allen et al., 1998), η οποία χρησιμοποιεί δεδομένα ηλιακής ακτινοβολίας, θερμοκρασίας, σχετικής υγρασίας και ταχύτητας αέρα. Είναι έμμεσος τρόπος υπολογισμού των αναγκών των καλλιεργειών σε νερό και ο υπολογισμός της εξατμισοδιαπνοής (ETc) της καλλιέργειας, προκύπτει από τη σχέση : **ETc=Kc x ETr**

όπου:

(Kc) είναι ο φυτικός συντελεστής που χρησιμοποιείται με την εξατμισοδιαπνοή αναφοράς (ETr) για τον υπολογισμό των αναγκών σε νερό των διάφορων καλλιεργειών. Ο φυτικός συντελεστής (Kc) για κάθε καλλιέργεια επηρεάζεται από το είδος του φυτού, το στάδιο και το ρυθμό ανάπτυξης, τις εδαφοκλιματικές συνθήκες και το ποσοστό φυτοκάλυψης του εδάφους. Είναι αδιάστατος αριθμός, παίρνει τιμές από 0,1 έως 1,2. Η εξατμισοδιαπνοή

αναφοράς και ο φυτικός συντελεστής παίρνεται από πίνακες προσαρμοσμένους στις ελληνικές συνθήκες από έλληνες ερευνητές.

Άμεσος τρόπος υπολογισμού της εξατμισοδιαπνοής (ETr) είναι ο τρόπος μέτρησης με την βοήθεια **λυσιμέτρου**. Το λυσίμετρο είναι μία διάταξη κυλινδρικού δοχείου, εγκατεστημένου στο έδαφος η οποία περιλαμβάνει μία ζυγαριά ακριβείας, στην οποία τοποθετείται ένα ώριμο φυτό ή δένδρο με όλο του το ριζικό σύστημα και έδαφος, η οποία μετρά συνεχώς την ποσότητα του νερού που προστίθεται με την άρδευση ή την βροχή και αυτή που αφαιρείται με τη διαπνοή και εξάτμιση. Είναι πολυδάπανη και χρονοβόρος κατασκευή που χρησιμοποιείται μόνο από ερευνητικά ιδρύματα.

Ένας επίσης άμεσος τρόπος υπολογισμού της εξατμισοδιαπνοής (ETr) στο χωράφι που θα περιγραφεί παρακάτω είναι με την μέθοδο του **κυλινδρικού εξατμισιμέτρου**. Από την εμπειρία μας θεωρείται ότι είναι ο πλέον εύχρηστος τρόπος μέτρησης της εξατμισοδιαπνοής (ETr), χωρίς ιδιαίτερη δαπάνη και γνώσεις.

Παράμετροι αρδευτικού συγκροτήματος

Το αρδευτικό σύστημα καθορίζει ένα εύρος τιμών αρδευτικής αποδοτικότητας, δηλαδή καθορίζει τις ποσότητες του νερού που χάνονται. Δεν είναι δυνατόν να οδηγούμε το νερό μέσα στο φυτό έτσι οι απώλειες είναι αναπόφευκτες.

Από τους τελευταίους παράγοντες που εξετάζουμε στον σχεδιασμό της άρδευσης είναι η μέθοδος άρδευσης. Στην πράξη όμως η μέθοδος άρδευσης είναι το πρώτο και ίσως το μοναδικό που κοιτάνε οι χρήστες του νερού καθώς είναι ο μοναδικός από τους παράγοντες που έχει άμεσο οικονομικό συμφέρον.

Διηθητικότητα

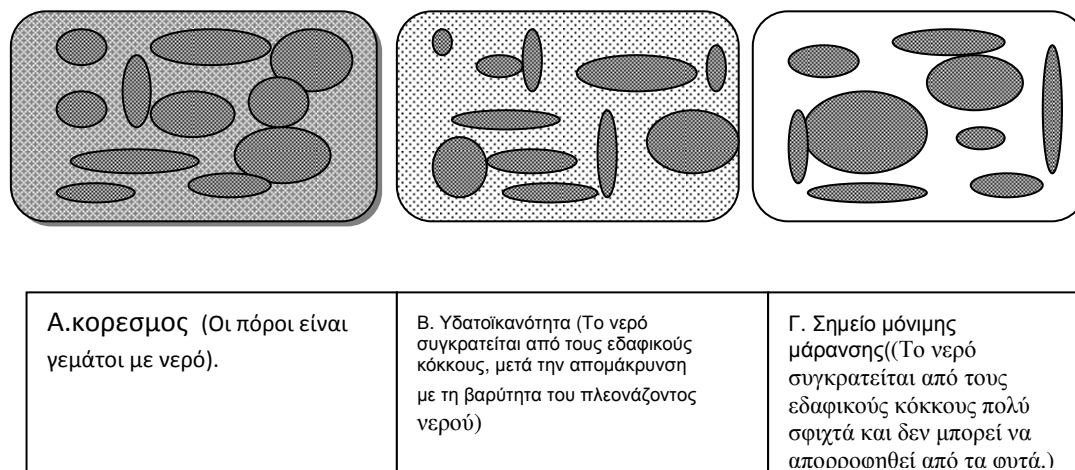
Η διηθητικότητα του εδάφους, δείχνει την ταχύτητα εισόδου του νερού άρδευσης στο έδαφος. Μικρές ή πολύ μεγάλες τιμές διηθητικότητας αποτελούν περιοριστικό παράγοντα για την εφαρμογή αρδευτικών συστημάτων. Η διηθητικότητα εξαρτάται από τον τύπο του εδάφους αλλά και από την κατάστασή του.

Υδατοϊκανότητα εδάφους (field capacity) :

Είναι η περιεκτικότητα σε νερό, που παραμένει μετά τη στράγγιση ενός κορεσμένου εδάφους για αρκετές ημέρες. Συνδέεται στενά με τη φυσικοχημική κατάσταση του εδάφους. Πρακτικά ταυτίζεται με την ισοδύναμη υγρασία. Η τιμή της ποικίλλει από 7% για τα αμμώδη εδάφη έως 40% στα αργιλώδη. Έτσι

σαν ιδατοϊκανότητα μπορεί να οριστεί το όριο εκείνο της εδαφικής υγρασίας στο οποίο η τιμή της τριχοειδούς αγωγιμότητας που αντιστοιχεί είναι τόσο μικρή ώστε πρακτικά να έχει πάψει κάθε ουσιαστική κίνηση του νερού στο έδαφος, ανεξάρτητα από τις υφιστάμενες υδραυλικές κλίσεις. Συνήθως η υγρασία του εδάφους θεωρείται ότι φτάνει στην ιδατοϊκανότητα δυο με πέντε μέρες μετά από βροχή ή άρδευση, ανάλογα με την υφή και δομή του εδάφους. Η ιδατοϊκανότητα αποτελεί το πάνω όριο της χρήσιμης στα φυτά εδαφικής υγρασίας. **Ιδατοϊκανότητα αποτελεί το πάνω όριο της χρήσιμης στα φυτά εδαφικής υγρασίας.** Ο προσδιορισμός της ιδατοϊκανότητας ενός εδάφους μπορεί να γίνει μετρώντας την τάση της εδαφικής υγρασίας. Στην περίπτωση όμως του γηπέδου επειδή δεν ξέρουμε τον τύπο του εδάφους που θα χρησιμοποιήσουμε, γιατί δεν έχει μπει σε εφαρμογή η μελέτη, δεν μπορούμε να ξέρουμε και την τιμή της εδαφικής υγρασίας του συγκεκριμένου εδάφους. **Η συσκευή με την οποία μπορούμε να πάρουμε τις τιμές είναι ο δίσκος πίεσης.** Το πείραμα γίνεται σε εργαστήριο με την προσθήκη δείγματος κορεσμένου εδάφους πάνω σε ένα πορώδη κεραμικό δίσκο κορεσμένο με νερό. Αφού πρώτα πάρουμε δείγμα, το θερμάνουμε σε πυριαντήριο στους 105 °C και το κονιορτοποιήσουμε μετά έτοιμο για να μπει στη συσκευή. Το δείγμα καλύπτεται αεροστεγώς με ένα μεταλλικό κάλυμμα και το κάτω μέρος του δίσκου επικοινωνεί με την ατμόσφαιρα. Πάνω από το κάλυμμα υπάρχει ένα στόμιο που εφαρμόζεται αέρας υπό πίεση. Η συσκευή ρυθμίζεται έτσι που διαφορά πίεσης του δείγματος με το κάτω μέρος του δίσκου που βρίσκεται σε επαφή με τον ατμοσφαιρικό αέρα να είναι ίση με την τάση στην οποία αντιστοιχεί η ιδατοϊκανότητα του δείγματος. Αυτό απαιτεί χρόνο μέχρι να φύγει όλο το νερό από το έδαφος και να μείνει η απαραίτητη υγρασία όπου θα είναι και η τιμή της ιδατοϊκανότητας του δείγματος. Η τιμή αυτή δεν είναι ίδια για όλους τους τύπους των εδαφών καθώς διαφέρουν ανάλογα με τα χαρακτηριστικά τους (υφή και δομή του εδάφους).

Σχήμα 1. Συνθήκες εδαφικής υγρασίας



Σημείο Μόνιμης Μαρανσεως (permanent wilting percentage):

Η απομάκρυνση του νερού από το έδαφος με τις ρίζες των φυτών, προκαλεί ελάττωση του πάχους του νερού, που περιβάλλει τους κόκκους και εξαφάνιση των σφηνών που υπάρχουν μεταξύ αυτών. Τελικά η μείωση της υγρασίας είναι τόσο μεγάλη ώστε το νερό συγκρατείται πολύ σφιχτά από τους εδαφικούς κόκκους και οι ρίζες αδυνατούν να το κινήσουν με ταχύτητα που να εμποδίζει τη μαρανση των φύλλων. Όταν λοιπόν φθάσουμε στο σημείο αυτό, το έδαφος βρίσκεται στο σημείο μόνιμης μαρανσης, όπως δείχνεται στο σχήμα 1. Η τάση της εδαφικής υγρασίας έχει φθάσει στις 14 έως 15 Atm περίπου, που ισοδυναμεί με μύζηση ή αρνητική πίεση στήλης νερού ύψους $15 \times 1000 \text{ cm}$. Σ' αυτό το επίπεδο εδαφικής υγρασίας, η μετακίνηση πολύ μικρής ποσότητας νερού, (μείωση της εδαφικής υγρασίας κατά 0,5 έως 1 %) θα απαιτήσει μεγάλες αρνητικές πιέσεις της τάξης των 30 Atm, ή και περισσότερο, με αποτέλεσμα τη μαρανση των περισσότερων φυτών. Η μαρανση των φύλλων είναι ένα κακό σύμπτωμα των φυτών όταν η υγρασία φτάσει στο σημείο μόνιμης μαρανσης. Μερικά φυτά δεν μαραίνονται,

αλλά εμφανίζουν σημάδια όπως μειωμένη ανάπτυξη και παραγωγή ή και αλλαγή στην εμφάνιση όπως ο χρωματισμός των φύλλων.

Επειδή είναι δύσκολο να έχουμε ακριβή αποτελέσματα από την εδαφοληψία και να καθορίσουμε ακριβώς πότε ένα φυτό μαραίνεται, ο όρος “σημείο μόνιμης μάρανσης” καθορίζεται με μία μικρή διακύμανση, μέσα στην οποία συμβαίνει η μάρανση. Το “σημείο μόνιμης μάρανσης” καλύπτει ένα εύρος περίπου 1 % της περιεχόμενης εδαφικής υγρασίας σε εδάφη λεπτής υφής και περίπου 0,5 % σε αμμώδη εδάφη. Για κάθε ένα έδαφος, όλα τα φυτά με καλά αναπτυγμένο ριζικό σύστημα θα μαραθούν στο ίδιο υγρασιακό επίπεδο. Το σημείο μόνιμης μάρανσης επηρεάζεται από την υφή κατά τον ίδιο τρόπο όπως και η υδατοϊκανότητα π.χ. τα λεπτής υφής εδάφη έχουν υψηλότερο σημείο μόνιμης μάρανσης από ότι τα εδάφη με αδρομερή υφή. Η μάρανση των φύλλων το μεσημέρι (μεσημέριασμα), ή όταν η θερμοκρασία είναι πολύ υψηλή, είναι σημάδι ότι η υγρασία του εδάφους πλησίασε το σημείο μόνιμης μάρανσης. Αν η κατάσταση μάρανσης εξακολουθεί και το επόμενο πρωινό, για τα περισσότερα εδάφη αυτό σημαίνει ότι η υγρασιακή κατάσταση του εδάφους, στο οποίο βρίσκεται το μεγαλύτερο μέρος του ριζικού συστήματος έχει φθάσει στο σημείο μόνιμης μάρανσης. Κάτω από αυτές τις συνθήκες οι δραστηριότητες του φυτού περιορίζονται.

Διαθέσιμη υγρασία

Η υγρασία του εδάφους, που βρίσκεται πάνω από το σημείο μόνιμης μάρανσης και μέχρι την υδατοϊκανότητα, θεωρείται ως διαθέσιμη υγρασία. Οποσδήποτε αξιοσημείωτο ποσό υγρασίας υπάρχει και κάτω από το σημείο μόνιμης μάρανσης, αλλά συγκρατείται τόσο σφικτά από τους εδαφικούς κόκκους ώστε οι ρίζες των φυτών δεν μπορούν να το απορροφήσουν αρκετά γρήγορα για να εμποδιστεί η μάρανση. Ο λόγος της υδατοϊκανότητας με το σημείο μόνιμης μάρανσης, δεν είναι σταθερός. Η πείρα έχει δείξει ότι για πολλά εδάφη το μισό νερό που αντιστοιχεί στην υδατοϊκανότητα είναι διαθέσιμο για τα φυτά, έτσι λοιπόν έχουμε ένα λόγο περίπου 2.

Επομένως για πρακτικούς σκοπούς, η γνώση είτε της υδατοϊκανότητας, είτε του σημείου μόνιμης μάρανσης μπορεί να οδηγήσει στον υπολογισμό της άγνωστης “σταθερής” του εδάφους. Σε εδάφη λεπτής υφής, όπως αργιλώδη ή αργιλοπηλλώδη, το νερό βαρύτητα κινείται αργά με τη στράγγιση και η υδατοϊκανότητα και το σημείο μόνιμης μάρανσης έχουν μεγάλες τιμές. Τα εδάφη αυτά έχουν συνήθως μεγάλη διαθέσιμη υγρασία. Για πρακτικούς σκοπούς, η υδατοϊκανότητα και το σημείο μόνιμης μάρανσης θεωρούνται σταθερά για ένα δοσμένο έδαφος. Είναι κοινά παραδεκτό ότι προσθέτοντας οργανική ουσία στο έδαφος βελτιώνεται η συγκράτηση του νερού. Παρόλα αυτά, οι ποσότητες που συνήθως εφαρμόζονται στο έδαφος δεν αλλά-

ζουν σημαντικά τις σχέσεις εδάφους - νερού, ώστε να έχουν πρακτική σημασία. Το ποσό νερού που είναι απαραίτητο για να διυγράνει ένα βάθος εδάφους 30 cm, όταν το έδαφος είναι ξηρό (όταν όλη η διαθέσιμη υγρασία έχει καταναλωθεί) εξαρτάται από τον εδαφικό τύπο. Η υφή του εδάφους συχνά αλλάζει με το βάθος του ριζοστρώματος με αντίστοιχη βέβαια μεταβολή και της ποσότητας διαθέσιμου νερού. Η έννοια της εδαφικής διαθεσιμότητας του νερού στα φυτά αποτέλεσε ένα αμφιλεγόμενο θέμα για αρκετό καιρό. Από γενική άποψη, το εδαφικό νερό που ορίζεται από το επάνω όριο με την υδατοϊκανότητα και από το κάτω όριο με το σημείο μόνιμης μάρανσης, θεωρείται διαθέσιμο στα φυτά. Πρόσφατες έρευνες έδειξαν ότι, η πραγματική διαθεσιμότητα, που αφορά το σύνολο ή μέρος της ποσότητας αυτής, εξαρτάται από το είδος του φυτού (πυκνότητα, βάθος και βαθμό επιμήκυνσης του ριζικού συστήματος), το έδαφος (αποθήκευση, αγωγιμότητα, δυναμικό) και κατά ένα πολύ σημαντικό βαθμό από τις κυριαρχούσες μικροκλιματικές συνθήκες (οι οποίες επηρεάζουν την τιμή της διαπνοής). Σε κανονικές αρδεύσεις όμως, ο χρόνος μεταξύ των αρδεύσεων επεκτείνεται μέχρι του σημείου χρησιμοποίησης της μισής ή περισσότερης διαθέσιμης υγρασίας.



Διηθητικότητα του εδάφους:

Η διηθητικότητα του εδάφους, δηλαδή η τελική ταχύτητα με την οποία το νερό διηθείται δια μέσου των πόρων του, έχει μεγάλη σπουδαιότητα για την εφαρμογή των αρδεύσεων. Στην άρδευση, όταν χρησιμοποιείται ωριαίο ύψος βροχής μεγαλύτερο από την διηθητική ικανότητα του εδάφους, τότε το νερό

που περισσεύει, δρα δυσμενώς στην επιφάνεια του εδάφους διότι διαλυτοποιεί τα συσσωματώματα και σχηματίζει την επιβλαβή επιφανειακή κρούστα. Το νερό που πλεονάζει είτε υφίσταται βαθιά διήθηση, είτε απορρέει επιφανειακά. Η βαθιά διήθηση μπορεί να ανυψώσει επικίνδυνα την υπόγεια στάθμη της περιοχής με αποτέλεσμα την πιθανή άνοδο και συγκέντρωση επιβλαβών αλάτων στην επιφάνεια του εδάφους.

Το νερό που απορρέει συμπαρασύρει όλα τα επιφανειακά θρεπτικά συστατικά του εδάφους με συνέπειες:

α. Την αποδυνάμωση του εδάφους, όσον αφορά την θρεπτική του ικανότητα.
β. Την διάβρωση του εδάφους και την μεταφορά του λεπτόκοκκου υλικού στις τάφρους με αποτέλεσμα την επίχωσή τους.

γ. Τα μεταφερόμενα υλικά, ενώ για το κτήμα ήταν πολύτιμα, ρυπαίνουν το περιβάλλον, διότι δημιουργούν καταστάσεις ευτροφισμού στους αποδέκτες (ρέματα, ποτάμια, θάλασσα), οι οποίες ανατρέπουν την οικολογική ισορροπία. Όταν χρησιμοποιείται ωριαίο ύψος βροχής μικρότερο από την διηθητική ικανότητα του εδάφους, τότε παρατείνεται αδικαιολόγητα ο χρόνος άρδευσης οπότε αυξάνονται οι απώλειες νερού από εξάτμιση. Για τους παραπάνω λόγους πρέπει να μελετηθεί από πριν ο τρόπος με τον οποίο

διηθείται το νερό στο έδαφος, για να υπολογιστεί στη συνέχεια ο χρόνος εφαρμογής της αρδευτικής δόσης, και ακόμα να υπολογιστεί η παροχή στη μονάδα της αρδευόμενης επιφάνειας και να μειωθούν έτσι οι απώλειες εφαρμογής του αρδευτικού νερού. Στις αρδεύσεις πρέπει να χορηγούμε νερό στην επιφάνεια του εδάφους, με ένταση ίση με τη βασική διηθητικότητα. Εάν τηρηθεί αυτός ο όρος, τότε στο έδαφος θα εισχωρήσει περισσότερο νερό και θα συγκρατηθεί από αυτό, με αποτέλεσμα την αποφυγή της επιφανειακής απορροής αλλά και της βαθιάς διήθησης.

Παράγοντες που επηρεάζουν την διηθητικότητα:

Οι κυριότεροι παράγοντες, που επηρεάζουν τη διηθητικότητα είναι:

α. Η δομή του εδάφους.

Εδάφη με μεγάλους πόρους και ανοιχτή δομή παρουσιάζουν μεγάλη διηθητικότητα. Το αντίθετο συμβαίνει με τα συνεκτικά εδάφη που, αν και έχουν μεγαλύτερο πορώδες, το μέγεθος των πόρων τους είναι μικρό και η δομή τους σφιχτή.

β. Ο βαθμός κορεσμού του εδάφους.

Ο ρυθμός διηθητικότητας είναι πολύ μεγαλύτερος στον αρχικό χρόνο εφαρμογής του νερού στο έδαφος. Καθώς όμως η άρδευση συνεχίζεται το επιφανειακό έδαφος καθίσταται κορεσμένο και η διόγκωση της αργίλου προκαλεί μια βαθμιαία μείωση του ρυθμού διηθητικότητας μέχρις ότου γίνει σχεδόν σταθερός.

γ. Η στεγανοποίηση της επιφάνειας του εδάφους.

Με τη στεγανοποίηση της επιφάνειας του εδάφους έχουμε το σχηματισμό κρούστας, που είναι αποτέλεσμα της καταστροφής της δομής του εδάφους, και λόγω της οποίας μειώνεται αρκετά η διηθητικότητα.

δ. Η συμπίεση του εδάφους.

Αυτή προκαλείται από τα γεωργικά μηχανήματα λόγω της συμπίεσης σε ένα ορισμένο βάθος, με αποτέλεσμα τη μείωση της διηθητικότητας.

ε. Η εμφάνιση ρωγμών στο έδαφος

Αυτό συμβαίνει στα αργιλώδη εδάφη και αυξάνει τη διηθητικότητα.

στ. Η αμειψισπορά.

Τα οργανικά υλικά, με την εναλλαγή των καλλιεργειών, βελτιώνουν τη δομή του εδάφους, με παράλληλη αύξηση της διηθητικής ικανότητας του εδάφους.

ζ. Οι καλλιεργητικές εργασίες.

Η διηθητικότητα αυξάνει με το όργωμα και με το δισκοσβάρνισμα, γιατί αυξάνεται με αυτά το μέγεθος των πόρων

η. Τα φερτά υλικά του αρδευτικού νερού.

Πολλές φορές το αρδευτικό νερό φέρει αιωρούμενη λεπτή ιλύ και άργιλο. Αυτά είναι ωφέλιμα σε αμμώδη εδάφη και επιβλαβή στα συνεκτικά όσο αφορά τη διηθητικότητα.

θ. Η διάβρωση του εδάφους.

Μία παρατεταμένη διάβρωση αποκαλύπτει στρώσεις διαπερατές με διηθητικότητα βελτιωμένη. Αντίθετα, εάν η διάβρωση αποκαλύπτει συνεκτικές στρώσεις εδάφους, η διηθητικότητα θα χειροτερέψει.

ι. Η ισοπέδωση του εδάφους.

Επηρεάζει τη διηθητικότητα όπως και η διάβρωση, ανάλογα με τη στρώση εδάφους που θα αποκαλυφτεί

ια. Τα άλατα στο έδαφος και στο αρδευτικό νερό.

Τα αλατούχα νερά, κατά την άρδευση εγκαταλείπουν τα διάφορα άλατα, που περιέχουν, στο έδαφος όπου και συγκεντρώνονται με την πάροδο του χρόνου, με αποτέλεσμα την ελάττωση της διηθητικότητας.

ιβ. Η θερμοκρασία του νερού.

Νερό με χαμηλή θερμοκρασία διηθείται βραδύτερα σε σχέση με εκείνο που έχει υψηλότερη θερμοκρασία, και αυτό οφείλεται στην αύξηση, ή ελάττωση της συνεκτικότητας του νερού αντίστοιχα.

Φαινόμενο ειδικό βάρος

Ορίζεται ως το βάρος ξηρού (**104 °C**) εδάφους προς τον όγκο του, στην φυσική του κατάσταση (αδιατάραχτο). Συνηθισμένες τιμές σε μη καλλιεργούμενα εδάφη είναι μεταξύ **1,0 – 1,6 gr/cm³**, ανάλογα με τον τύπο του εδάφους και το πορώδες. Κατά κανόνα, το φαινόμενο ειδικό βάρος είναι μικρότερο στο επιφανειακό στρώμα ενός εδάφους απ' ότι στο υπέδαφος λόγω της υψηλής περιεκτικότητας σε οργανική ύλη και την ύπαρξη μεγαλύτερων κόκκων στην επιφάνεια και της συμπίεσης του υπεδάφους. Η μηχανική κατεργασία του επιφανειακού εδάφους, π.χ. με καλλιεργητικά εργαλεία, τείνει να καταστρέψει την δομή δημιουργώντας το αντίστροφο αποτέλεσμα.

Πραγματικό ειδικό βάρος:

Το πραγματικό ειδικό βάρος ορίζεται ως το βάρος ξηρού εδάφους προς τον όγκο του, χωρίς να λαμβάνεται υπόψιν ο όγκος των πόρων. Οι διακυμάνσεις της είναι μικρότερες από ό,τι της φαινόμενης πυκνότητας. Για τα περισσότερα εδάφη είναι περίπου ίση με 2,6 – 2,7 g/cm³, εκτός αν είναι πολύ πλούσια σε οργανική ουσία ή σε οξειδία του σιδήρου.

Υγρασία του εδάφους:

Η διατήρηση της υγρασίας του εδάφους σε ενδεδειγμένα επίπεδα είναι ένας από τους πιο σημαντικούς παράγοντες για την επιτυχία μίας καλλιέργειας. Η υγρασία πρέπει να είναι επαρκής για την κανονική ανάπτυξη των φυτών αλλά όχι τόσο μεγάλη ώστε να εμποδίζει την πρόσληψη οξυγόνου από τις ρίζες. Η υγρασία περιλαμβάνει 4 τύπους νερού:

- **Προσροφημένο νερό:** πρόκειται για το ισχυρά προσροφημένο στους κρυσταλλικούς μικροπόρους νερό το οποίο δεν είναι άμεσα διαθέσιμο και δεν μετακινείται, εκτός αν λάβουν χώρα ιοντοεναλλακτικές διεργασίες.
- **Υγροσκοπικό νερό:** είναι προσροφημένο ασθενώς, σε λεπτά στρώματα στην επιφάνεια των κόκκων και μπορεί να μετακινηθεί μόνο μέσω εξάτμισης.
- **Τριχοειδές νερό:** συγκρατείται μέσω δυνάμεων επιφανειακής τάσης ανάμεσα στους κόκκους του εδάφους ή μέσα σε τριχοειδείς πόρους. Αποτελεί την κυρίως πηγή υγρασίας και απορροφάται σταδιακά από τις ρίζες.
- **Διηθητό νερό:** πληρώνει τους μεγάλους πόρους και τους κενούς εν γένει χώρους του εδάφους, δια μέσου των οποίων κινείται ελεύθερα υπό την επίδραση της βαρύτητας ή άλλης επίδρασης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο



Περιγραφή γηπέδου – Διαστάσεις γηπέδου

Το γήπεδο ποδοσφαίρου είναι ο χώρος στον οποίο παίζεται το ποδόσφαιρο. Οι διαστάσεις και οι προδιαγραφές του καθορίζονται από τη **UEFA**. Το όραμα του πανίσχυρου επιχειρηματία είναι να δημιουργηθεί ένα στολίδι για την Νέα Φιλαδέλφεια και την Ελλάδα, το οποίο παράλληλα θα πληροί όλες τις προϋποθέσεις για να συγκαταλέγεται στην κατηγορία 4 αστέρων της UEFA, που είναι και η ανώτερη σε ότι έχει να κάνει με τα γήπεδα. Η περιγραφή του γηπέδου στηρίζεται σε μακέτες που έχουν δημοσιευθεί καθώς και στις προδιαγραφές της UEFA τις οποίες πρέπει να πληροί ένα γήπεδο ποδοσφαίρου ώστε να είναι σε θέση να φιλοξενεί διεθνείς αγώνες. Οι διαστάσεις του καθαρού αγωνιστικού χώρου σύμφωνα με τους διεθνείς κανονισμούς θα είναι 105 X 68 μέτρα. . Για το σχεδιασμό και τον υπολογισμό του αρδευτικού μας δικτύου μας ενδιαφέρει ο καθαρός αγωνιστικός χώρος και η επέκταση του χλοοτάπητα έξω από αυτόν. Συνήθως στα ποδοσφαιρικά γήπεδα η επέκταση του χλοοτάπητα κυμαίνεται από 3 έως 5 μέτρα. Υπολογίζοντας λοιπόν ότι η επέκταση του χλοοτάπητα εκτός του καθαρού αγωνιστικού χώρου είναι 5m από κάθε πλευρά τότε οι συνολικές

διαστάσεις του αρδευόμενου κομματιού είναι **115m X 78m** και η αρδευόμενη επιφάνεια είναι **8970m²**. Ένα άλλο χαρακτηριστικό του γηπέδου επίσης είναι ότι οι κερκίδες των θεατών είναι σκεπαστές χωρίς όμως να επεκτείνονται τα στέγαστρα πάνω από τον χλοοτάπητα με αποτέλεσμα να μην εμποδίζεται η είσοδος της βροχής και έτσι θα υπάρχει η δυνατότητα της συλλογής του βρόχινου νερού για κάλυψη μέρους των αρδευτικών αναγκών.

Κάτοψη γηπέδου



Πλάγια όψη γηπέδου

Ακόμα, το είδος του χλοοτάπητα το οποίο θα χρησιμοποιηθεί δεν επηρεάζει των υπολογισμό των αρδευτικών αναγκών, καθώς αυτές προσδιορίζονται από άλλους παράγοντες. Ως χαρακτηριστική ένδειξη αναφέρω ότι οι σπόροι χλοοταπήτων γηπέδων (για Μεσογειακές συνθήκες) είναι μίγματα στα οποία κυριαρχούν ποικιλίες του λειμώνιου είδους *Festuca* σε συνδυασμό με άλλα είδη λειμώνιων φυτών όπως *Lolium* και *Poa*.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

Προσδιορισμός αρδευτικών αναγκών

Προφανώς για τον υπολογισμό των αρδευτικών αναγκών του χλοοτάπητα βασικοί παράγοντες είναι το κλίμα, το είδος και το στάδιο αναπτύξεως του χλοοτάπητα, οι γεωγραφικές συνθήκες, η κατάσταση του αγρού, η διαχείριση του νερού, η μέθοδος αρδεύσεως, το μέγεθος της αρδευόμενης εκτάσεως και το έδαφος (καμπύλη διαθεσιμότητας της εδαφικής υγρασίας). Για το σχεδιασμό των αρδευτικών έργων το ύψος των αναγκών πρέπει να εξετάζεται σε σχέση με τη μεταβολή του στο χρόνο και τόπο. Η μεγαλύτερη δυσκολία στον υπολογισμό των αναγκών σε νερό προέκυψε από το γεγονός ότι δεν έχουμε δεδομένα για τις φυσικοχημικές ιδιότητες του εδάφους που θα χρησιμοποιηθεί για την εγκατάσταση του χλοοτάπητα.

4.1 Υπολογισμός εξατμισοδιαπνοής

Θα ξεκινήσουμε τον υπολογισμό της εξατμισοδιαπνοής βρίσκοντας πρώτα την **βασική εξατμισοδιαπνοή** η οποία θα μας βοηθήσει στον υπολογισμό της **πραγματικής εξατμισοδιαπνοής** όπου είναι και το ζητούμενο μας. Για τον υπολογισμό της βασικής εξατμισοδιαπνοής θα χρησιμοποιήσουμε την μέθοδο του **Penman** η οποία είναι μια αξιόπιστη μέθοδος. Η σχέση αυτή έχει τη μορφή $E_{Tr} = c [W * R_n + (1-W) * f(u) * (e_a - e_d)]$ mm/ημέρα.

W = είναι ένας σταθμιστικός παράγοντας

R_n = είναι η καθαρή ακτινβολία εκφρασμένη σε ισοδύναμο πάχος εξατμιζόμενου νερού σε mm/ημέρα

f(u) = είναι μια συνάρτηση που εξαρτάται από την ταχύτητα του αέρα

e_a = είναι η πίεση κορεσμού των υδρατμών στη μέση θερμοκρασία του αέρα σε mbar

e_d = είναι η πραγματική πίεση των υδρατμών της ατμόσφαιρας σε mbar

c = είναι ένας παράγοντας προσαρμογής ενδεικτικός της διαφοράς των καιρικών συνθηκών που επικρατούν την ημέρα και την νύκτα.

$(1-W)$ = είναι παράγοντας που αντιπροσωπεύει την επίδραση του ανέμου και της υγρασίας της ατμόσφαιρας στην ETr.

Ο υπολογισμός της εξατμισοδιαπνοής θα γίνει για τον μήνα Ιούλιο ο οποίος είναι και ο πιο απαιτητικός σε άρδευση μήνας.

Χρησιμοποιώντας το διαδίκτυο βρήκα ότι το υψόμετρο από την θάλασσα της θέσης κατασκευής του γηπέδου στη Νέα Φιλαδέλφεια είναι 136 μέτρα. Επίσης από τα αρχεία της Εθνικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας και συγκεκριμένα από τον μετεωρολογικό σταθμό της Νέας Φιλαδέλφειας όπου είναι και η θέση κατασκευής του γηπέδου βρήκα ότι η μέση θερμοκρασία αέρα για το μήνα Ιούλιο στη περιοχή είναι 28°C . Από τον πίνακα 1 βρίσκω για την συγκεκριμένη θερμοκρασία αέρα και το συγκεκριμένο υψόμετρο το **$W = 0,77$** .

Στην συνέχεια υπολογίζουμε την **Rn**. Η **Rn** υπολογίζεται από τον τύπο **$Rn = Rns - Rnl$** όπου:

Rn είναι η καθαρή ακτινοβολία εκφρασμένη σε ισοδύναμο πάχος εξατμιζόμενου νερού σε mm/ημέρα.

Rns είναι η καθαρή μικρού μήκους κύματος ηλιακή ακτινοβολία.

Rnl είναι η καθαρή μεγάλου κύματος ηλιακή ακτινοβολία.

Η **Rns** υπολογίζεται από την σχέση **$Rns = 0,75 * Rs$** όπου:

Rs είναι η πραγματική ηλιακή ακτινοβολία και υπολογίζεται από τον τύπο **$Rs = [0,25 + 0,50 (n/N)] Ra$** όπου:

n είναι η πραγματική ηλιοφάνεια

N είναι η θεωρητική ηλιοφάνεια

Ra είναι η θεωρητική ηλιακή ακτινοβολία

Την θεωρητική ηλιοφάνεια **N** την υπολογίζουμε από τον (πίνακα 2) οπότε για γεωγραφικό πλάτος $38^{\circ} 3''$ είναι 14,6 ώρες ανά ημέρα τον μήνα Ιούλιο **$N = 14,6$** . Η πραγματική ηλιοφάνεια **n** υπολογίστηκε από την ιστοσελίδα της E.M.Y. για τον Ιούλιο σε 12,32 ώρες ανά ημέρα. Επειδή δεν υπάρχουν στατιστικά δεδομένα για σειρά ετών και ο Ιούλιος του 2009 ήταν σχετικά βροχερός (άρα περισσότερη συννεφιά) η τιμή επαναπροσδιορίστηκε σε 12,80 ώρες ανά ημέρα η οποία είναι και η τιμή που χρησιμοποιείται από τους μετεωρολόγους ως πραγματική ηλιοφάνεια Ιουλίου στην Αττική **$n = 12,80$** . Το **Ra** υπολογίζεται από τον (πίνακα 3) σύμφωνα με το γεωγραφικό πλάτος και το μήνα. Στη δικιά μας περίπτωση το **$Ra = 16,7\text{mm/ημέρα}$** . Με τα παραπάνω στοιχεία μπορούμε να υπολογίσουμε την θεωρητική ηλιακή ακτινοβολία,

οπότε έχουμε: $R_s = [0,25 + 0,50 (n/N)] \cdot R_a$ ίσο με $R_s = 11,5 \text{ mm/ημέρα}$.

Οπότε στην συνέχεια μπορούμε να υπολογίσουμε την $R_{ns} = 8,6 \text{ mm/ημέρα}$.

Η R_{nl} υπολογίζεται από τον τύπο $R_{nl} = f(T) \cdot f(e_d) \cdot f(n/N)$ όπου:

$f(T) = \sigma \cdot T_k^4$ είναι παράγοντας που εκφράζει την επίδραση της θερμοκρασίας στην ηλιακή ακτινοβολία μεγάλου κύματος. Το σ είναι η σταθερά των Stefan – Boltzman και είναι ίση με $\sigma = 1,9867 \cdot 10^{-9}$. Έτσι για μέση θερμοκρασία 28°C μπορούμε να υπολογίσουμε το $f(T) = 16,3$.

$f(e_d) = 0,34 - 0,044 \cdot (e_d)^{1/2}$ όπου e_d δίνεται από τη σχέση $e_d = e_a \cdot RH_{mean} / 100$ όπου e_a υπολογίζεται από τον (πίνακα 4) σε $e_a = 37,8 \text{ mbar}$, άρα από την σχέση $e_d = e_a \cdot RH_{mean} / 100$ υπολογίζουμε $e_d = 37,8 \cdot 43 / 100 = 16,25 \text{ mbar}$. (τη μέση σχετική υγρασία $RH_{mean} 43\%$ την βρήκα από την Ε.Μ.Υ). Έτσι υπολογίζουμε την $f(e_d) = 0,34 - 0,044 (e_d)^{1/2} = \underline{0,163}$.

$f(n/N) = 0,1 + 0,9(n/N)$ άρα $f(n/N) = 0,89$.

Αφού έχουμε υπολογίσει όλα τα παραπάνω μπορούμε να υπολογίσουμε τώρα το $R_{nl} = f(T) \cdot f(e_d) \cdot f(n/N) = 2,36 \text{ mm/ημέρα}$.

Συνεχίζοντας τον υπολογισμό των στοιχείων που απαρτίζουν την σχέση για την εύρεση της βασικής εξατμισοδιαπνοής υπολογίζουμε το $f(u)$. Το $f(u)$ δίνεται από τον τύπο $f(u) = 0,27 (1 + U / 100)$ όπου:

U είναι η 24ώρη ταχύτητα του αέρα σε ύψος 2m από το έδαφος εκφρασμένη σε Km/ημέρα. Από τα στατιστικά δεδομένα της Ε.Μ.Υ βρίσκουμε ότι η μέση ταχύτητα του ανέμου στην περιοχή τον μήνα Ιούλιο είναι $6,17 \text{ Kt/h}$ (κόμβοι). Με την μετατροπή των κόμβων βρίσκουμε ότι η ταχύτητα είναι $11,43 \text{ Km/h}$. Με δεδομένα τα σχέδια κατασκευής του γηπέδου όπου φαίνεται ότι ο αγωνιστικός χώρος είναι πολύ χαμηλότερα των κερκίδων πρέπει να γίνει επαναπροσδιορισμός της ταχύτητας του ανέμου στον αγωνιστικό χώρο. Πιστεύω ότι μια μέση ταχύτητα στο 35-40% της εξωτερικής είναι αρκετά κοντά στην πραγματικότητα. Έτσι με βάση τα παραπάνω θεωρώ ότι η μέση ταχύτητα του ανέμου εντός του γηπέδου σε ύψος 2m από το έδαφος είναι $4,5 \text{ Km/h}$ ή 108 Km/ημέρα . Έτσι από τον τύπο $f(u) = 0,27 (1 + U / 100)$ βρίσκουμε ότι το $f(u) = 0,561$.

$(e_a - e_d) = 37,8 \text{ mbar} - 16,25 \text{ mbar} = 21,55 \text{ mbar}$.

Οι τιμές του c δίνονται από (πίνακα 5) σαν συνάρτηση της πραγματικής ηλιακής ακτινοβολίας R_s , της μέγιστης σχετικής υγρασίας

RHmax, της ταχύτητας του ανέμου κατά τη διάρκεια της ημέρας **U_d** και της σχέσεως της ταχύτητας του ανέμου κατά τη διάρκεια της ημέρας και της νύχτας (**U_d/ U_n**). Δεν κατέστη δυνατό να βρω τα δεδομένα που ζητούνται και αναγκαστικά υπολόγισα προσεγγιστικά το **c** κάνοντας λογικές υποθέσεις. Θεώρησα ότι αφού η μέση σχετική υγρασία είναι 43% η μέση μέγιστη **RHmax** θα είναι μεγαλύτερη από 60% οπότε είμαι στην τελευταία κατηγορία του πίνακα **RHmax = 90%** . Η **Rs** έχει υπολογιστεί πριν σε **Rs = 11,5 mm/ημέρα** άρα είμαστε πάλι στην τελευταία κατηγορία του πίνακα με **Rs=12**. Αφού η μέση ταχύτητα ανέμου τον Ιούλιο είναι **1,25m/sec (4,5Km/h)** η ημερήσια μέση ταχύτητα δεν μπορεί να είναι μεγαλύτερη από **3m/sec** άρα είμαστε στην πρώτη κατηγορία όσον αφορά την ημερήσια ταχύτητα **U=0**. Με τα παραπάνω δεδομένα ανεξάρτητα από το λόγο (**U_d/ U_n**) ο διορθωτικός παράγοντας **c = 1,10** .

Έχοντας υπολογίσει όλα τα παραπάνω μπορούμε τώρα να προχωρήσουμε στον υπολογισμό της βασικής εξατμισοδιαπνοής. Οπότε έχουμε **ET_r = c [W * R_n + (1-W) * f (u) * (e_a - e_d)]** έτσι **ET_r = 8,35mm/ημέρα**.

Αφού υπολογίσαμε την βασική εξατμισοδιαπνοή μπορούμε τώρα να υπολογίσουμε την πραγματική εξατμισοδιαπνοή. Η πραγματική εξατμισοδιαπνοή υπολογίζεται από την σχέση **ET_c =(k_c · ET_r)**. Η τιμή του **k_c** υπολογίζεται από τον (πίνακα 6). Επιλέγω το **k_c = 1,10** και οι λόγοι αυτής της επιλογής είναι: α) η ανάπτυξη του χλοοτάπητα και η κάλυψη του εδάφους από αυτόν ταιριάζουν περισσότερο με τα χορτοδοτικά φυτά. Εξάλλου η *Festuca* που είναι βασικό είδος στον χλοοτάπητα είναι λειμώνιο φυτό β) από τα χορτοδοτικά φυτά περισσότερο ταιριάζει με τα λιβάδια λόγω πυκνότητας φύτευσης και συχνού κοψίματος γ) το κλίμα του λεκανοπεδίου Αττικής (τον Ιούλιο) και κατά συνέπεια της Νέας Φιλαδέλφειας είναι στην κατηγορία “Ξερό κλίμα, ελαφρός μέχρι μέτριος άνεμος” δ) από τις τρεις τιμές του **k_c** επιλέγω την μεγαλύτερη **K_c(max)** καθώς ο χλοοτάπητας λόγω άρδευσης και λίπανσης αναπτύσσεται πολύ γρήγορα, έχουμε πολύ συχνές κοπές και πολύ συχνή άρδευση. Οπότε έχουμε **ET_c = 9,185mm/ημέρα και στρέμμα**.

4.2 Υπολογισμός ολικών αναγκών σε νερό άρδευσης

Οι ανάγκες των καλλιεργειών σε νερό προσδιορίζονται από την πραγματική εξατμισοδιαπνοή όπως καθορίστηκε προηγουμένως. Πέρα όμως από τις καθαρές σε νερό ανάγκες που πρέπει να καλυφθούν με άρδευση πρόσθετες ποσότητες νερού χρειάζονται για την έκπλυση των αλάτων που συγκεντρώνονται στο ριζόστρωμα σαν συνέπεια των αρδεύσεων και για την κάλυψη των απωλειών κατά την μεταφορά του νερού και την εφαρμογή αυτού. Τέλος στον υπολογισμό αυτό θα πρέπει να λάβουμε υπόψη το νερό που προέρχεται από την ωφέλιμη βροχή, το υπόγειο νερό που υπάρχει στο έδαφος και το νερό που είναι αποθηκευμένο στην ζώνη του ριζοστρώματος.

4.2.1 Καθαρές σε αρδευτικό νερό ανάγκες

Οι καθαρές σε αρδευτικό νερό ανάγκες μπορούν να υπολογιστούν από την σχέση $I_n = ET_c - (P_e + G_w + S_M)$ όπου:

ET_c είναι η πραγματική εξατμισοδιαπνοή

P_e είναι η ωφέλιμη βροχή

G_w είναι η συμβολή του υπόγειου νερού

S_M είναι το νερό που είναι αποθηκευμένο στην ζώνη του ριζοστρώματος.

Σύμφωνα με τα στοιχεία που πήραμε από τον μετεωρολογικό σταθμό της Νέας Φιλαδέλφειας η μέση ποσότητα βροχής στη περιοχή κατά τον μήνα Ιούλιο είναι 5,8mm και την λαμβάνουμε όλη ως ωφέλιμη βροχή. Το υπόγειο νερό το θεωρούμε ως μηδενικό διότι στο γήπεδο θα γίνει σύστημα αποστράγγισης και δεν θα συγκρατείται νερό. Τέλος θεωρούμε το αποθηκευμένο νερό του ριζοστρώματος ως μηδενικό διότι α) δεν υπάρχει σαφής καλλιεργητική περίοδος αλλά συνεχής β) η αρχική αποθηκευμένη υγρασία του αμμοχώματος είναι μηδενική καθώς αυτό είναι φερτό και γ) σε ένα αμμόχωμα με 90% περιεκτικότητα σε άμμο όπως αυτό που χρησιμοποιείται στην εγκατάσταση χλοοτάπητα η αποθηκευμένη υγρασία, στη ζώνη του ριζοστρώματος ενός επιπολαιόριζου φυτού όπως η φεστούκα, η

αποθηκευμένη υγρασία είναι ελάχιστη ώστε να μην επηρεάζει τους υπολογισμούς μας.

Οπότε αφού έχουμε τα παραπάνω υπολογίζουμε ότι οι καθαρές σε αρδευτικό νερό ανάγκες (**In**) για τον Ιούλιο είναι **31 ημέρες · 9,185mm = 284,8mm – 5,8mm βροχόπτωση = 279mm**. Έχοντας αυτά τα αποτελέσματα μπορούμε να υπολογίσουμε την συνολική ποσότητα αρδευτικού νερού που θα χρειαστούμε. Έτσι έχουμε $279\text{m}^3/\text{στρέμμα} \times 8,970\text{στρέμματα} = 2502,63\text{m}^3$ νερού.

4.2.2 Νερό εκπλύσεως των αλάτων

Η αλατότητα του εδάφους διαμορφώνεται ανάλογα με τα χαρακτηριστικά τους, την ποιότητα του αρδευτικού νερού, τον τρόπο εφαρμογής του και το μέγεθος και κατανομή των βροχών. Στην δικιά μας περίπτωση του γηπέδου επειδή υπάρχει μεγάλη ποσότητα άμμου και καλό αποστραγγιστικό σύστημα η έκπλυση των αλάτων θα είναι σχετικά εύκολη. Η εκπλύση των αλάτων θα γίνεται από τις χειμερινές βροχές ενώ όταν αυτές δεν είναι αρκετές θα γίνονται κάποιες συμπληρωματικές αρδεύσεις το φθινόπωρο και τον χειμώνα.

4.2.3 Αποδοτικότητα του αρδευτικού δικτύου

Απώλειες παρατηρούνται τόσο κατά την μεταφορά όσο και κατά την εφαρμογή του αρδευτικού νερού στο χωράφι, με συνέπεια να χρειάζονται επιπρόσθετες ποσότητες για την κάλυψη των καθαρών σε νερό αναγκών των καλλιεργειών. Για αυτό τον λόγο κατά την εκτίμηση των ολικών αναγκών σε νερό πρέπει να περιλαμβάνεται ένας αναλογικός συντελεστής ενδεικτικός των απωλειών. Ο συντελεστής αυτός λέγεται αρδευτική αποδοτικότητα.

Στην δική μας περίπτωση επειδή το δίκτυο δεν είναι σε λειτουργία ώστε να μπορέσουμε να κάνουμε μετρήσεις ο υπολογισμός της αποδοτικότητας θα γίνει μέσα από πίνακες που έχουν διάφορες εταιρίες κατασκευής σωλήνων αρδευτικού δικτύου. Στους πίνακες αυτούς αναφέρεται ότι οι σωλήνες πολυαιθυλενίου έχουν αποδοτικότητα $\geq 95\%$. Θεωρώντας δεδομένο ότι η συντήρηση και λειτουργία του δικτύου θα είναι άριστη, όπως επιβάλλεται σε ένα σύγχρονο γήπεδο ποδοσφαίρου μπορούμε να

θεωρήσουμε ότι η **αποδοτικότητα του δικτύου μεταφοράς** θα είναι (98%)
 $E_1 = 0,98$.

Θεωρώντας πάλι ότι η διαμόρφωση του χώρου (επίπεδη χωρίς σοβαρές διαφορές στην οριζόντια και κατακόρυφη ομοιογένεια του αμμοχώματος) υπολογίζουμε την **αποδοτικότητα του δικτύου εφαρμογής** στο (90%) **$E_2 = 0,9$.**

Έτσι η αποδοτικότητα του αρδευτικού δικτύου θα είναι **$E = E_1 \cdot E_2 = 0,98 \cdot 0,9 = 0,88$ (88%).**

4.3 Δόση άρδευσης, δόση εφαρμογής, εύρος αρδεύσεων

Για να μπορέσουμε να υπολογίσουμε τα παραπάνω μεγέθη θα πρέπει να ξέρουμε κάποια φυσικά χαρακτηριστικά του εδάφους. Στην περίπτωση μας τα χαρακτηριστικά αυτά θα τα πάρουμε μόνο βιβλιογραφικά καθώς δεν μπορούμε να γνωρίζουμε το έδαφος όταν θα γίνει η εγκατάσταση του χλοοτάπητα για να κάνουμε εργαστηριακές μετρήσεις.

Για την σωστή εγκατάσταση του χλοοτάπητα θα πρέπει να γίνει εσκαφή του εδάφους από 50 – 70cm βάθος. Η εσκαφή αυτή γίνεται για να αφαιρεθεί το υπάρχον εδαφικό υπόστρωμα και να προσθέσουμε ποσότητες άμμου ώστε το έδαφος μας ώστε τα χαρακτηριστικά του να είναι κοντά σε αυτά των αμμωδών εδαφών. Τα ιδανικότερα εδάφη για την κατασκευή χλοοτάπητα είναι τα **πηλοαμμώδη** με περιεκτικότητα σε άμμο 70-85%, Ιλλύ 0-30% και άργιλο 0-20%. Το βάθος της εσκαφής που συνήθως είναι 50cm είναι και το βάθος του ριζοστρώματος των λειμώνων φυτών που χρησιμοποιούνται στους χλοοτάπητες.

Τα φυσικά χαρακτηριστικά του εδάφους που μας ενδιαφέρουν είναι:

FC = Υδατοικανότητα

PWP = Σημείο μόνιμης μάρανσης

ASW = Φαινόμενο ειδικό βάρος

Όλα τα παραπάνω σε συνδυασμό με το **βάθος του ενεργού ριζοστρώματος RD** θα μας βοηθήσουν να υπολογίσουμε την **διαθέσιμη**

υγρασία ASM. Τέλος θα χρειαστεί να ξέρουμε την **βασική διηθητικότητα** του αμμοχώματος.

Τα πηλοαμμώδη εδάφη παρουσιάζουν τις παρακάτω τιμές για τα φυσικά χαρακτηριστικά που ανέφερα: **FC 14 – 17%, PWP 6 – 7,5%, ASW 1,55 – 1,80 gr/cm³, βασική διηθητικότητα 20 – 32mm/h.**

Στην συνέχεια για την βελτίωση του εδάφους θα προστεθεί τύρφη. Η τύρφη έχει τα εξής χαρακτηριστικά:

- ❖ Σε μίγμα με το έδαφος μειώνει το ειδικό βάρος του εδάφους και διευκολύνει την ανάπτυξη της ρίζας.
- ❖ Αυξάνει την ικανότητα συγκράτησης νερού και το πορώδες.
- ❖ Βελτιώνει τον αερισμό και την αποστράγγιση.
- ❖ Βελτιώνει την διαθεσιμότητα των θρεπτικών στοιχείων στα φυτά.

Στα πηλοαμμώδη εδάφη η προσθήκη της τύρφης γίνεται στο 10% σε σχέση με την ποσότητα του αμμοχώματος. Η προσθήκη της τύρφης θα προκαλέσει μια μικρή μεταβολή στην μέση τιμή των παραπάνω φυσικών χαρακτηριστικών καθώς η αναλογία 10% κατά όγκο είναι 1-1,5% κατά βάρος λόγω του μικρού ειδικού βάρους της τύρφης , το οποίο είναι 0,15-0,20gr/cm³.

Έτσι σύμφωνα με τα παραπάνω οι τιμές των μεγεθών θα είναι: **FC=16%, PWP=6,5%, ASW=1.6gr/cm³ και βασική διηθητικότητα=26mm/h.**

4.3.1 Δόση άρδευσης – Δόση εφαρμογής

Για να μπορέσουμε να βρούμε την δόση άρδευσης θα πρέπει πρώτα να υπολογίσουμε την **ωφέλιμη υγρασία (USM)** . Η ωφέλιμη υγρασία είναι το κλάσμα της **ολικής διαθέσιμης υγρασίας (ASM)** εκφρασμένη σε ύψος νερού που μια καλλιέργεια μπορεί να προσλάβει από την ζώνη του ριζοστρώματος χωρίς να υπόκειται σε υδατική καταπόνηση. Παράγοντες που συντελούν σε αυξημένη ωφέλιμη υγρασία είναι: α). φυτικοί, όπως καλλιέργειες με βαθύ πυκνό και γρήγορα αναπτυσσόμενο ριζικό σύστημα, β). εδαφικοί, όπως εδάφη βαθιά με καλή δομή, καλή διηθητικότητα και αερισμό, γ). κλιματικοί όπως είναι ο βροχερός καιρός και αυτός που συνεπάγεται χαμηλή

εξατμισοδιαπνοή κατά την περίοδο ανάπτυξης των φυτών. Κάτω από συνθήκες που ευνοούν αυξημένη ωφέλιμη υγρασία τότε αυτή είναι το 75% της διαθέσιμης υγρασίας ενώ για συνθήκες που ευνοούν τον περιορισμό της ωφέλιμης υγρασίας τότε αυτή είναι μεταξύ του 30 – 65% της διαθέσιμης υγρασίας. Στην δική μας περίπτωση θα πάρουμε μια ωφέλιμη υγρασία 65% διότι έχουμε καλούς εδαφικούς παράγοντες αλλά δεν έχουμε καλούς κλιματικούς παράγοντες. Έτσι ο συντελεστής ωφελιμότητας θα είναι $F = 0,65$.

Οπότε έχουμε: $USM = F \cdot ASM = F \cdot \left\{ \frac{(FC - PWP)}{100} \cdot ASW \cdot RD \right\} = 49,4mm$ ή $m^3/στρέμμα$.

Η δόση άρδευσης είναι ίδια με την ωφέλιμη υγρασία καθώς είναι το νερό που πρέπει να αναπληρωθεί ώστε να μην παρουσιάσει έλλειψη νερού ο χλοοτάπητας. Έτσι η δόση άρδευσης είναι $d = 49,4mm$.

Η δόση εφαρμογής προκύπτει από την δόση άρδευσης και την αποδοτικότητα του δικτύου. Οπότε: $d_E = 49,4mm / 0,9 = 54,9mm$.

4.3.2 Εύρος αρδεύσεων

Το καθαρό ύψος νερού, ή η ποσότητα νερού που είναι στη διάθεση των φυτών με την άρδευση ξοδεύεται ύστερα από έναν αριθμό ημερών και συνεπώς χρειάζεται επανάληψη της άρδευσης. Η κατανάλωση αυτή δημιουργεί ένα έλλειμμα νερού, το οποίο αναφερόμενο στη διάρκεια της ημέρας, λέγεται ημερήσιο υδατικό έλλειμμα, ή ημερήσια υδατοκατανάλωση. Το χρονικό διάστημα στο οποίο καταναλώνεται το νερό της άρδευσης λέγεται **εύρος άρδευσης (I)**. Επειδή το βάθος της άρδευσης μας είναι σταθερό το εύρος της άρδευσης θα εξαρτάται από την πραγματική εξατμισοδιαπνοή. Οπότε έχουμε: $I = d / ET_c = 49,4mm / 9,185mm/ημέρα = 5,37 = 5\text{ημέρες}$. Παρά το γεγονός ότι θεωρητικά η άρδευση μπορεί να ολοκληρωθεί σε 5 ημέρες υπάρχουν παράγοντες οι οποίοι μας αναγκάζουν να την ολοκληρώσουμε σε πολύ λιγότερο χρόνο. Ο χλοοτάπητας χρειάζεται σε εβδομαδιαία βάση ψεκασμό με προληπτικά μυκητοκτόνα ώστε να βρίσκεται σε καλή κατάσταση κατά το καλοκαίρι που η πίεση για μυκητολογικές προσβολές είναι αυξημένη. Η καθημερινή άρδευση ενός τμήματος αυξάνει τη σχετική υγρασία και άρα την πίεση προσβολής. Επίσης η ανάγκη για είσοδο

μηχανημάτων στον χλοοτάπητα (απαραίτητα κάθε εβδομάδα) για ψεκασμό ή κόψιμο επιβάλλει αυτή να γίνεται με μειωμένη εδαφική υγρασία ώστε να μην συμπιέζεται ο χλοοτάπητας. Έτσι το σύνηθες είναι η άρδευση να ολοκληρώνεται σε δύο έως τρεις ημέρες. Συμπερασματικά μπορούμε να πούμε ότι ο χλοοτάπητας θα αρδεύεται κάθε πέντε ημέρες αλλά η άρδευση θα ολοκληρώνεται σε τρεις **ημέρες**.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο

Σχεδιασμός και εγκατάσταση αρδευτικού δικτύου

5.1 Διάρκεια λειτουργίας συγκροτήματος άρδευσης

Πολύ σημαντικό στο σχεδιασμό του αρδευτικού συστήματος είναι η διάρκεια λειτουργίας αυτού. Ειδικά σε ένα γήπεδο ποδοσφαίρου αυτό είναι ακόμη πιο σημαντικό διότι υπάρχει ανθρώπινη δραστηριότητα όπως είναι οι προπονήσεις κ.λ.π. Υπολογίζουμε ότι ανθρώπινη δραστηριότητα στο γήπεδο θα υπάρχει από τις 8:00π.μ μέχρι τις 11:00μμ. Οπότε οι διαθέσιμες ώρες ποτίσματος είναι από τις 11:00μμ έως τις 4:00πμ. Στο διάστημα από τις 4:00πμ έως τις 8:00πμ είναι οι ώρες που πρέπει ο χλοοτάπητας να μειώσει την υγρασία του μέχρι να ξεκινήσουν οι ανθρώπινες δραστηριότητες.

Άρα οι διαθέσιμες ώρες ποτίσματος είναι 11:00μμ έως 4:00πμ οπότε **5ώρες/ημέρα**.

5.2 Παροχή συγκροτήματος άρδευσης

Στη συνέχεια θα πρέπει να υπολογίσουμε την παροχή του συγκροτήματος . Όπως υπολογίσαμε παραπάνω η δόση εφαρμογής είναι 54,9mm ή 54,9m³ /στρέμμα. Αφού η έκταση μας είναι 8,970στρέμματα τότε η απαιτούμενη ποσότητα νερού είναι 492,5m³. Η ποσότητα αυτή θα πέσει συνολικά σε 15ώρες αφού έχουμε 3ημέρες x 5ώρες. Οπότε η παροχή μας θα είναι **Q= 492,5m³ / 15ώρες = 32,83m³/h**. Σε αυτό πρέπει να υπολογίσουμε και την αποδοτικότητα του δικτύου μας την οποία έχουμε βρει προηγουμένως στο 98%. Άρα η τελική παροχή του δικτύου θα είναι **Q = 32,83m³/h / 0,98 = 33,5m³/h**.

5.3 Ισαποχή γραμμών άρδευσης και αριθμός γραμμών άρδευσης

Η απόσταση μεταξύ των γραμμών άρδευσης υπολογίζεται από την σχέση $\lambda = (\Delta E \cdot L) / (I \cdot t)$ όπου:

ΔE είναι η δόση εφαρμογής

L είναι το μήκος του γηπέδου

l είναι η βασική διηθητικότητα

t είναι ο χρόνος λειτουργίας σε κάθε άρδευση

Άρα έχουμε $\lambda = (54,9\text{mm} \cdot 115\text{m}) / (26\text{mm/h} \cdot 15\text{ώρες}) = 16,19\text{m}$

Ο αγωγός μεταφοράς ταυτίζεται με την μεγάλη πλευρά του γηπέδου (115m).

Ο υπολογισμός τώρα του αριθμού των γραμμών άρδευσης υπολογίζεται διαιρώντας το μήκος του αγωγού μεταφοράς με την απόσταση μεταξύ των γραμμών άρδευσης. Οπότε έχουμε: $n = L / \lambda = 115\text{m} / 16,19\text{m} = 7,1\text{σειρές} = 7\text{σειρές}$.

Η επιλογή επτά γραμμών εφαρμογής θα δημιουργήσει προβλήματα στην άρδευση του γηπέδου, καθώς οι στάσεις άρδευσης στις οποίες θα επιμεριστεί το γήπεδο, θα απαιτούν διαφορετικές παροχές. Θα επιλέξω λοιπόν το γήπεδο να αρδεύεται με έξι αγωγούς εφαρμογής έτσι ώστε οι επιμέρους στάσεις να απαιτούν παραπλήσιες παροχές. Επίσης οι λιγότερες σειρές άρδευσης μειώνουν κατά πολύ τον αριθμό των καταιονιστήρων, γεγονός που είναι επιθυμητό στην άρδευση γηπέδων. Η επιλογή **έξι γραμμών εφαρμογής** θα δημιουργήσει ένα δίκτυο αγωγών εφαρμογής οι οποίοι θα απέχουν μεταξύ τους $L / (n-1) = 115\text{m}/5 = 23\text{m}$.

5.4 Αριθμός εκτοξευτών. Αποστάσεις μεταξύ των εκτοξευτών επάνω στη γραμμή εφαρμογής

Εφόσον ο σχεδιασμός της άρδευσης γίνεται από την αρχή και δεν υπάρχει περιορισμός στην θέση τοποθέτησης της πηγής άρδευσης επιλέγω να την τοποθετήσω στην μέση της μεγάλης πλευράς του γηπέδου. Έχοντας λοιπόν στην συγκεκριμένη θέση την πηγή της άρδευσης η κύρια γραμμή μεταφοράς θα είναι ίση με το μήκος του γηπέδου (115m) ενώ η γραμμή εφαρμογής θα είναι ίση με το πλάτος του γηπέδου (78m). Τον αριθμό των εκτοξευτών επι της γραμμής τον υπολογίζουμε από τον τύπο $N = [(Ln - 2R) / \alpha] + 1$ όπου:

Ln είναι το μήκος της γραμμής εφαρμογής

R είναι η ακτίνα εκτόξευσης νερού από τον εκτοξευτήρα

a είναι η απόσταση μεταξύ των εκτοξευτών επί της γραμμής

Ο τύπος στηρίζεται στην παραδοχή ότι ο πρώτος και ο τελευταίος εκτοξευτής θα απέχουν από τα άκρα του αγωγού εφαρμογής R. Για την άρδευση μιας καλλιέργειας αυτή η παραδοχή είναι ικανοποιητική για ένα γήπεδο όμως έχουμε ανάγκη για απόλυτη ομοιομορφία στην άρδευση μας επιβάλλει ότι όπως ξεκινάμε στον αγωγό εφαρμογής με την τοποθέτηση εκτοξευτή έτσι πρέπει να τελειώνουμε με την τοποθέτηση εκτοξευτή. Τα προβλήματα που δημιουργούνται στο ρυθμό εφαρμογής και στην έκταση διαβροχής ξεπερνιούνται με τη χρήση εκτοξευτών 90° στις γωνίες και 180° στους πλευρικούς αγωγούς εφαρμογής, ενώ ο ρυθμός εφαρμογής των παραπάνω ειδικών εκτοξευτών θα επιλεγεί μειωμένος σε σχέση με το ρυθμό εφαρμογής των εκτοξευτών 360° ώστε να εξασφαλίζεται ικανοποιητική ομοιομορφία στο ρυθμό εφαρμογής για τη συνολικής έκταση. Έτσι η σχέση θα έχει την τελική μορφή **$N = (Ln/a) + 1$** .

Σαν **a** που είναι η απόσταση μεταξύ των εκτοξευτήρων μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε την απόσταση μεταξύ των γραμμών άρδευσης που έχουμε υπολογίσει παραπάνω οπότε οδηγούμαστε σε τετραγωνική διάταξη, είτε μικρότερη απόσταση οπότε οδηγούμαστε σε ορθογωνική διάταξη.

Άρα έχουμε **$N = (Ln/a) + 1 = (78 / 23) + 1 = 4,39 \approx 4$ εκτοξευτές ανά γραμμή εφαρμογής.**

Από τα παραπάνω συμπεραίνουμε ότι η ακτίνα εκτόξευσης του εκτοξευτή θα είναι περίπου 23m. Η απόσταση τώρα μεταξύ των εκτοξευτών στην ίδια γραμμή θα είναι **$R = 78 / (4 - 1) = 26m$** . Έτσι η διάταξη των εκτοξευτήρων θα είναι ορθογωνική **26m x 23m**.

5.5 Εκλογή του τύπου εκτοξευτή

Η εκλογή του εκτοξευτή μπορεί να γίνει από διάφορα φυλλάδια και πίνακες που παρέχουν οι εταιρίες κατασκευής αυτών. Για να μπορέσουμε όμως να κάνουμε την σωστή επιλογή εκτοξευτήρα θα πρέπει να γνωρίζουμε την παροχή που χρειαζόμαστε. Στη συνέχεια αφού υπολογίσουμε την παροχή

θα πρέπει να δούμε αν ο εκτοξευτήρας μας εξασφαλίζει την ένταση της βροχής και την διάμετρο της διαβροχής που επιθυμούμε.

5.5.1 Επιλογή παροχής εκτοξευτή

Σε μία δεδομένη ορθογωνική διάταξη η παροχή των εκτοξευτών επιλέγεται σε συνάρτηση με τις μεταξύ τους αποστάσεις και το ρυθμό εφαρμογής του νερού που επιλέχθηκε. Πιο συγκεκριμένα υπολογίζεται από την σχέση $q = Sl * Sm * J / 1000 \text{ (m}^3/\text{hr)}$ όπου:

Sl είναι η απόσταση μεταξύ των εκτοξευτών που βρίσκονται επι των αγωγών εφαρμογής

Sm είναι η απόσταση μεταξύ των αγωγών εφαρμογής

J είναι ο ρυθμός εφαρμογής (ή ένταση του καταιονισμού)

Στην συνέχεια από την παροχή του εκτοξευτήρα μπορούμε να υπολογίσουμε την παροχή του δικτύου.

Στην περίπτωση μας όμως ο παραπάνω τύπος δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί καθώς σχεδιάζουμε το δίκτυο από την αρχή και ξεκινάμε από την παροχή που καλύπτει τις ανάγκες άρδευσης για να καταλήξουμε στις σωστές αποστάσεις των γραμμών εφαρμογής και της απόστασης των εκτοξευτών επί της γραμμής. . Επίσης δεν μπορεί να οριστεί ο επιθυμητός ρυθμός εφαρμογής **J** που περιλαμβάνεται στον παραπάνω τύπο καθώς επιθυμητός είναι κάθε ρυθμός εφαρμογής που είναι μικρότερος από την βασική διηθητικότητα.

Στην δική μας μελέτη για τον υπολογισμό της παροχής του εκτοξευτή θα χρησιμοποιήσουμε τον τύπο $q = Q / N$.

Συνολικά στο γήπεδο θα υπάρχουν έξι (6) αγωγοί εφαρμογής οι οποίοι θα ισαπέχουν 23m μεταξύ τους. Η διαμόρφωση του χώρου επιτρέπει να επιλέξουμε δύο γραμμές εφαρμογής ως στάση άρδευσης.

Συνολικά λοιπόν θα έχουμε τρεις στάσεις άρδευσης όπου η κάθε μία αντιστοιχεί σε δύο γραμμές εφαρμογής, και σε κάθε στάση άρδευσης αντιστοιχούν 8 καταιονιστήρες.

Χρησιμοποιώντας λοιπόν τον τύπο που προαναφέραμε η παροχή του εκτοξευτή θα είναι $q = Q / N = 33,5\text{m}^3/\text{h} / 8 = 4,19\text{m}^3/\text{h}$.

5.5.2 Επιλογή εκτοξευτή μέσω τεχνικών χαρακτηριστικών

Το επόμενο βήμα της μελέτης μας είναι να επιλέξουμε τους εκτοξευτές σύμφωνα με τα τεχνικά χαρακτηριστικά τους. Η επιλογή αυτή γίνεται μέσα από καταλόγους εταιριών εμπορίας και κατασκευής αρδευτικών συστημάτων. Στην περίπτωση μας χρειαζόμαστε έναν εκτοξευτή του οποίου η παροχή θα είναι κοντά στα $4,19\text{m}^3/\text{h}$ και η ακτίνα διαβροχής στα 23m. Από τον κατάλογο της εταιρίας Rainbird που είναι μια από τις κορυφαίες εταιρίες παραγωγής αρδευτικού υλικού θα επιλέξω το μοντέλο **Eagle 950** με ακροφύσιο **22-C** χρώματος μπλέ. Το συγκεκριμένο ακροφύσιο έχει πίεση λειτουργίας **5,5 bar** , ακτίνα διαβροχής **24,4m** και παροχή **7,01m³/h**.



Ο τύπος αυτός του εκτοξευτήρα θα τοποθετηθεί στις θέσεις $B_2 - B_5$, $\Gamma_2 - \Gamma_5$ του αρδευτικού σχεδίου. Θα έχουν ακτίνα λειτουργίας 360° . Θα χρειαστούν συνολικά 8 εκτοξευτήρες του συγκεκριμένου τύπου.

Στη συνέχεια επιλέγω την σειρά εκτοξευτήρων **8005** της ίδιας εταιρίας με ακροφύσιο **No 22** χρώματος **πορτοκαλί**. Το ακροφύσιο αυτό έχει πίεση λειτουργίας **5,5bar** , ακτίνα διαβροχής **23,5m** και παροχή **6,62m³/h**.



Ο συγκεκριμένος τύπος εκτοξευτήρα θα τοποθετηθεί στις θέσεις B₁, B₆, Γ₁, Γ₆, A₂, Δ₂, A₃, Δ₃, A₄ – Δ₄ και A₅ – Δ₅ του αρδευτικού σχεδίου. Συνολικά θα χρειασθούν 12 εκτοξευτήρες και η ακτίνα λειτουργίας τους θα είναι 180⁰. Επιλέγω τον συγκεκριμένο εκτοξευτή γιατί σε σχέση με τον προηγούμενο έχει σχεδόν την ίδια ακτίνα ενώ η παροχή του είναι μειωμένη, ώστε να υπάρχει σχετική ομοιομορφία στο ρυθμό εφαρμογής σε σχέση με το προηγούμενο τμήμα, καθώς θα αρδεύσει τη μισή επιφάνεια.

Τέλος επιλέγω και πάλι τον εκτοξευτή **Eagle950** αλλά αυτή την φορά με ακροφύσιο 20-C χρώματος γκρι. Αυτός ο τύπος ακροφυσίου έχει πίεση λειτουργίας **5,5bar** , ακτίνα διαβροχής **23,2m** και παροχή **23m³/h**.

Αυτοί οι εκτοξευτές θα τοποθετηθούν στις θέσεις A₁, Δ₁, A₆ και Δ₆ του αρδευτικού σχεδίου. Συνολικά θα χρειασθούν 4 εκτοξευτές ενώ η ακτίνα λειτουργίας τους θα είναι 90⁰. Η επιλογή του συγκεκριμένου εκτοξευτή έγινε για τους ίδιους λόγους που αναφέρθηκαν προηγουμένως.

5.6 Ομοιομορφία διανομής του νερού από τον εκτοξευτή

Μετά την επιλογή του εκτοξευτή θα πρέπει να δούμε την ομοιομορφία διανομής του νερού από τον συγκεκριμένο εκτοξευτή. Μια αρδευτική διαταξή θα πρέπει να πληροί κάποιες προϋποθέσεις. Οι προϋποθέσεις αυτές είναι: α) η ένταση βροχής του εκτοξευτήρα να είναι μικρότερη από τη βασική διηθητικότητα β) η απόσταση μεταξύ των αγωγών εφαρμογής δεν πρέπει να υπερβαίνει το 65% της διαμέτρου εκτοξεύσεως όταν η ταχύτητα του ανέμου είναι 0-8Km/h γ) Η μέγιστη διαγώνια απόσταση μεταξύ δύο καταιονιστήρων σε ορθογωνική διάταξη δεν πρέπει να υπερβαίνει το 75%, της διαμέτρου διαβροχής.

A). Εκτοξευτής με ακροφύσιο No 22C: Ξεκινάμε τον έλεγχο μας με τον υπολογισμό της έντασης της βροχής. Η ένταση της βροχής υπολογίζεται από τον τύπο $i = (1000 \cdot q \cdot E\alpha) / (\lambda \cdot \alpha)$ όπου:

q = είναι η παροχή των τεσσάρων εκτοξευτών (mm/h)

$E\alpha$ = είναι ο βαθμός απόδοσης της άρδευσης

λ = είναι η απόσταση μεταξύ των αγωγών εφαρμογής (m)

α = είναι η απόσταση μεταξύ των εκτοξευτών επί του αγωγού εφαρμογής (m).

Έχουμε λοιπόν $i = (1000 \cdot 7,016\text{mm/h} \cdot 0,9) / (23\text{m} \cdot 25,66\text{m}) = 10,69\text{mm/h}$. Η τιμή που υπολογίσαμε είναι αποδεκτή καθώς είναι μικρότερη από την διηθητικότητα που είναι 26mm/h. Η παραπάνω ένταση της βροχής είναι για τα τμήματα που αρδεύονται ταυτόχρονα από 4 εκτοξευτήρες 360°.

Εκτοξευτής με ακροφύσιο No 24: Τα τμήματα που αρδεύονται από δύο εκτοξευτήρες 180° και δύο 360° η ποσότητα του νερού που θα πέφτει σε κάθε τμήμα θα είναι ίση με το άθροισμα του ¼ της ποσότητας των δύο εκτοξευτών 360° συν το ½ της ποσότητας των δύο εκτοξευτών 180°. Οπότε έχουμε: $2 \cdot \frac{1}{4}(7,01\text{m}^3/\text{h}) + 2 \cdot \frac{1}{2}(6,62\text{m}^3/\text{h}) = 10,13\text{m}^3/\text{h}$. Η ένταση βροχής θα είναι: $i = (1000 \cdot 10,13 \cdot E\alpha)/(\lambda \cdot \alpha) = 15,45\text{mm/h}$. Η τιμή είναι αποδεκτή καθώς είναι μικρότερη της διηθητικότητας.

Εκτοξευτής με ακροφύσιο No 20C : Η ποσότητα του νερού που θα δέχονται τα τμήματα που θα αρδεύονται από ένα καταιονιστήρα 90⁰, δύο 180⁰, και ένα 360⁰ θα είναι ίση με το άθροισμα της παροχής όλου του εκτοξευτήρα 90⁰, ½ της παροχής των δύο εκτοξευτήρων 180⁰ και ¼ του εκτοξευτήρα 360⁰. Οπότε έχουμε: **6,12m³/h + 2 · ½(6,62m³/h) + ¼(7,01m³/h)= 14,49m³/h.** Η ένταση βροχής θα είναι: **i = (1000 · 14,49 · Εα)/(λ · α)= 22,1m³/h.** Η τιμή και πάλι είναι αποδεκτή.

Β). Αφού είδαμε ότι η αρδευτική μας διάταξη πληροί την πρώτη από τις τρεις προϋποθέσεις θα πρέπει να ελέγξουμε αν πληροί την δεύτερη. Την απόσταση μεταξύ των αγωγών εφαρμογής την έχουμε υπολογίσει στα 23m οπότε πρέπει: **23 ≤ 0,65 · D ή 23 ≤ 0,65 · (2 X 24,4m) ή 23m ≤ 31,72m.** Βλέπουμε ότι η απόσταση των γραμμών είναι μέσα στα όρια που θέτει η δεύτερη προϋπόθεση.

Στα τμήματα τώρα που η ακτίνα του εκτοξευτήρα 180⁰ είναι 23,5m έχουμε: **23m ≤ 0,65 · D ή 23 ≤ 0,65 · (2 * 23,5m) ή 23 ≤ 30,55 m.**

Τέλος στα τμήματα όπου η ακτίνα του εκτοξευτήρα 90⁰ είναι 23,2m τότε έχουμε: **23m ≤ 0,65 · D ή 23m ≤ 0,65 · (2 X 23,2m) ή 23 ≤ 30,16m.** Οπότε βλέπουμε ότι σε όλες τις περιπτώσεις η αρδευτική μας διάταξη πληρεί την δεύτερη προϋπόθεση.

Γ). Τέλος θα πρέπει να δούμε αν η αρδευτική μας διάταξη πληρεί και την τρίτη προϋπόθεση. Η διαγώνιος του ορθογωνίου (**23m X 25,66m**) που σχηματίζεται από τέσσερις καταιονιστήρες δύο διαδοχικών αγωγών εφαρμογής υπολογίζεται με το Πυθαγόρειο θεώρημα σε 34,46m. Έτσι σύμφωνα με την τρίτη προϋπόθεση έχουμε: **34,46 ≤ 0,75 D ή 34,46 ≤ 0,75 · (2 X 24,4) ή 34,45 ≤ 36,6m.** Οπότε τηρείται η τρίτη προϋπόθεση.

Στα τμήματα που αρδεύονται από καταιονιστήρες 180⁰ έχουμε: **34,46 ≤ 0,75 D ή 34,45 ≤ 0,75 (2 * 23,5) ή 34,45 ≤ 35,25m.**

Τέλος στα τμήματα που οι εκτοξευτήρες είναι 90⁰ έχουμε: **34,46 ≤ 0,75 D ή 34,46 ≤ 0,75 · (2 X 23,2) ή 34,46 ≤ 34,8m.**

5.7 Επαναπροσδιορισμός παροχής δικτύου

Έχοντας επιλέξει τους συγκεκριμένους εκτοξευτές με την συγκεκριμένη παροχή θα πρέπει να προχωρήσουμε σε έναν επαναπροσδιορισμό της παροχής του δικτύου. Η παροχή του δικτύου θα υπολογιστεί τώρα από το άθροισμα της παροχής των εκτοξευτήρων της κάθε στάσης άρδευσης. Το γήπεδο μας αρδεύεται με τρεις στάσεις από τις οποίες οι δυο ακριανές έχουν ακριβώς τις ίδιες απαιτήσεις επειδή έχουν τους ίδιους εκτοξευτές ενώ η μεσαία διαφέρει θα υπολογίσουμε τις δυο στάσεις που διαφέρουν και θα χρησιμοποιήσουμε ως νέα παροχή την μεγαλύτερη από τις δυο που θα προκύψουν.

Στις δύο ίδιες ακριανές στάσεις η παροχή είναι: $Q = 2 \text{ εκτοξευτήρες } 360^\circ \cdot 7,01\text{m}^3/\text{h} + 4 \text{ εκτοξευτήρες } 180^\circ \cdot 6,62\text{m}^3/\text{h} + 2 \text{ εκτοξευτήρες } 90^\circ \cdot 6,12\text{m}^3/\text{h} = 52,74\text{m}^3/\text{h}$. Συνυπολογίζοντας την αποδοτικότητα μεταφοράς του δικτύου η παροχή θα είναι: $(52,74\text{m}^3/\text{h}) / 0,98 = 53,82\text{m}^3/\text{h}$.

Στην μεσαία στάση η παροχή θα είναι: $Q = 4 \text{ εκτοξευτήρες } 360^\circ \cdot 7,01\text{m}^3/\text{h} + 4 \text{ εκτοξευτήρες } 180^\circ \cdot 6,62\text{m}^3/\text{h} = 54,52\text{m}^3/\text{h}$. Συνυπολογίζοντας ξανά την αποδοτικότητα μεταφοράς του δικτύου η παροχή θα είναι : $(54,52\text{m}^3/\text{h}) / 0,98 = 55,63\text{m}^3/\text{h}$.

Οπότε επιλέγοντας την μεγαλύτερη παροχή που είναι αυτή στην μεσαία στάση η νέα παροχή του δικτύου μας θα είναι $55,63\text{m}^3/\text{h}$.

5.8 Χρόνος παραμονής της γραμμής άρδευσης στην ίδια θέση και συνολικός χρόνος άρδευσης

Ο χρόνος παραμονής της άρδευσης στην ίδια θέση δίνεται από τον τύπο: $t = \Delta E / i$ όπου:

ΔE = είναι η δόση εφαρμογής

i = είναι η ένταση της βροχής

Οπότε έχουμε $t = 54,9\text{mm}/(10,69\text{mm}/\text{h}) = 5,2\text{h}$. Ως ένταση βροχής επέλεξα αυτή από το κομμάτι του γηπέδου που έχει την μικρότερη. Έτσι

καλύπτοντας το τμήμα του γηπέδου με την μικρότερη ένταση βροχής και τα υπόλοιπα τμήματα του γηπέδου θα αρδεύονται καλά.

Για τον υπολογισμό τώρα του συνολικού χρόνου άρδευσης του γηπέδου θα πρέπει να πολλαπλασιάσουμε τον αριθμό των στάσεων με τον χρόνο που χρειάζεται κάθε στάση. Οπότε έχουμε **3στάσεις x 5,2h = 15,6h**. Το αποτέλεσμα αυτό ξεπερνάει τον χρόνο άρδευσης που υπολογίσαμε νωρίτερα και ήταν 15 ώρες , έτσι θα προγραμματίσουμε ξανά τον χρόνο της άρδευσης. Η άρδευση λοιπόν του γηπέδου θα ολοκληρώνεται σε τρεις ημέρες όπου κάθε μέρα θα αρδεύεται μια στάση άρδευσης με διάρκεια 5,2ώρες (23:00 έως 04:12).

5.9 Διάμετρος της κύριας γραμμής και απώλειες φορτίου αυτής

Για να μπορέσουμε να επιλέξουμε τη κατάλληλη διάμετρο της κύριας γραμμής θα πρέπει να το ποσοστό των απωλειών να μην υπερβαίνει το 3% δηλαδή 3m ανά 100m αγωγού. Οι απώλειες λόγω τριβών στους κλειστούς αγωγούς διακρίνονται σε γραμμικές και τοπικές ενώ οι συνολικές απώλειες προκύπτουν από το άθροισμα αυτών των δύο. Οι πρώτες εξαρτώνται από την τραχύτητα των εσωτερικών τοιχωμάτων του αγωγού, την διάμετρο του, το ιξώδες του υγρού και την ταχύτητα ροής. Οι γραμμικές απώλειες σε συνδυασμό με την παροχή, την ταχύτητα κίνησης του νερού και την διάμετρο του αγωγού συνδυάζονται σε νομογραφήματα και απαντούν στο πρόβλημα επιλογής διαμέτρου σωλήνα για δεδομένο ύψος απωλειών και παροχή, υπολογισμού απωλειών για δεδομένη διάμετρο αγωγού και παροχή ή υπολογισμό παροχής για δεδομένες απώλειες και διάμετρο αγωγού. Τα νομογραφήματα είναι οι γραφικές λύσεις των εξισώσεων των Darcy – Weisbach $H_f = f \cdot [(L \cdot V^2) / (D \cdot 2g)]$ και της εξίσωσης των Colebrook – White $1/\sqrt{f} = -2 \log [k/3.72D + 2.5 / (Re \cdot \sqrt{f})]$. Παρακάτω δίνεται ένα νομογράφημα σωλήνων πολυαιθυλενίου 10atm.

Στο νομογράφημα αυτό για παροχή $Q \approx 55,63m^3/h$ μπορούμε να επιλέξουμε αγωγό με διάμετρο $\Phi 110$ και γραμμικές απώλειες 4m/100m αγωγού. Οι γραμμικές απώλειες σε απόλυτο νούμερο και όχι ποσοτικά θα

είναι $57,5\text{m} \times 0,04\text{m} = 2,3\text{m}$ όπου $57,5\text{m}$ είναι το μεγαλύτερο μέρος του αγωγού στο οποίο υπάρχει ροή όταν αρδεύονται οι δύο ακριανές στάσεις.

Στις γραμμικές απώλειες που υπολογίσαμε θα πρέπει να προσθέσουμε και αυτές που προκύπτουν από τα εξαρτήματα που θα χρησιμοποιήσουμε τα οποία είναι:

A). Μία αντιπληγματική βαλβίδα στο τελείωμα του κάθε βραχίονα του κεντρικού αγωγού και μια μετά την αντλία

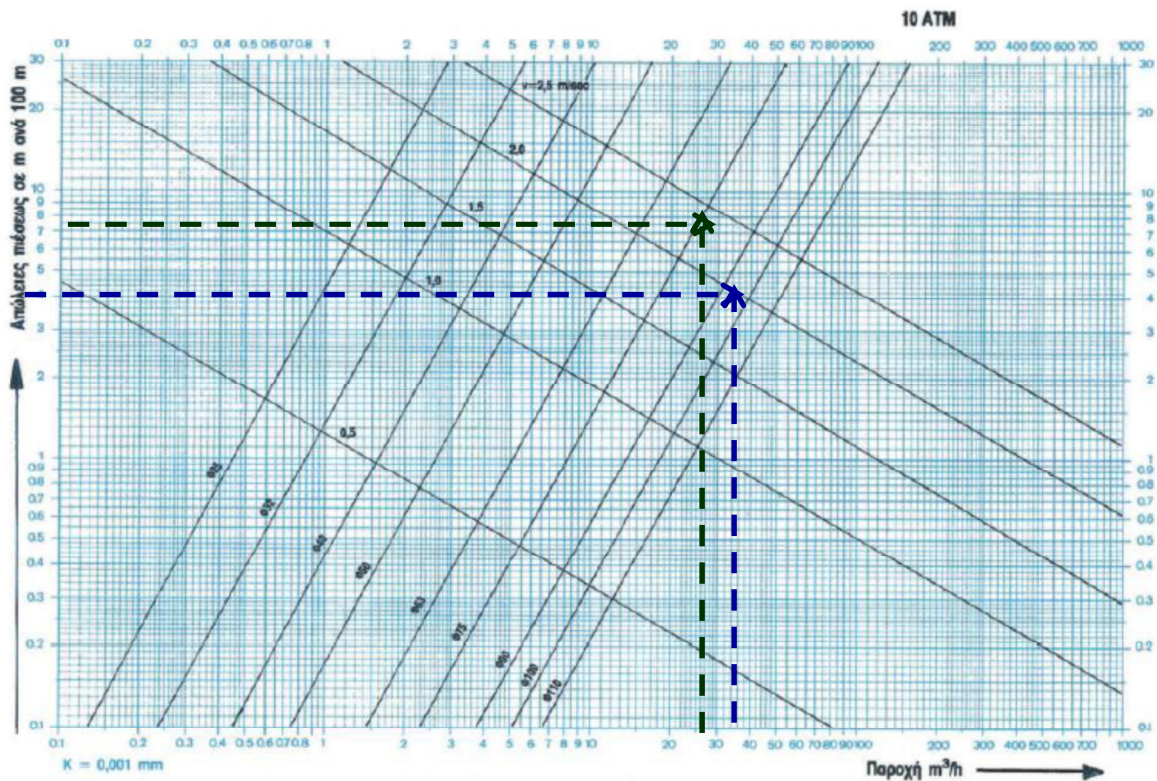
B). Δύο συστολικά ΤΑΦ $\Phi 110 \times 75$ πάνω στα οποία θα «δένουν» οι δύο αγωγοί εφαρμογής της κάθε στάσης άρδευσης

Γ). Ένα ΤΑΦ $\Phi 110$ το οποίο ενώνει το τμήμα μετά την έξοδο της αντλίας με τα δύο τμήματα του κεντρικού αγωγού

Δ). Το σύνολο των εξαρτημάτων – οργάνων που περιλαμβάνονται στην κεντρική μονάδα άρδευσης.

ΝΟΜΟΓΡΑΦΗΜΑΤΑ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΠΙΕΣΕΩΣ ΣΩΛΗΝΩΝ

ΝΟΜΟΓΡΑΦΗΜΑ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΠΙΕΣΕΩΣ ΣΩΛΗΝΩΝ ΡΕ 10 ΑΤΜ



Για να υπολογίσουμε τώρα τις τοπικές απώλειες θα χρησιμοποιήσουμε τον τύπο $H_T = k_{\sigma} \cdot V^2/2g$, όπου:

k_{σ} = ο συντελεστής εξαρτήματος

Εμπειρικά οι τοπικές απώλειες λαμβάνονται ως κλάσμα (20%) των γραμμικών απωλειών. Έτσι οι τοπικές απώλειες θα είναι: $0,2 \times 2,3m = 0,46m$. Οι συνολικές απώλειες της κύριας γραμμής είναι: $2,3m + 0,46m = 2,76m$.

Από καταλόγους εταιριών κατασκευής σωλήνων πολυαιθυλενίου επέλεξα σωλήνα **HDPE PE 80 κατά CEN (EN 12201-2)** 10atm, με εξωτερική διάμετρο 110mm (Φ110) και πάχος τοιχωμάτων 8,1mm, άρα εσωτερική διάμετρο (**93,8mm**). Η επιλογή των 10atm έγινε διότι η σωλήνα θα πρέπει να έχει αντοχή στο χρόνο, θα πρέπει να αντέχει το βάρος μηχανημάτων καθώς και μια πιθανή αστοχία στη λειτουργία των αντιπληγματικών βαλβίδων σε περίπτωση υδραυλικού πλήγματος.

ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ EXTERNAL DIAMETER	SDR 21 / 6.4 bar		SDR 17 / 8 bar		SDR 13.6 / 10 bar		SDR 11 / 12.5 bar		SDR 9 / 16 bar	
	ΠΑΧΟΣ ΤΟΙΧΟΜΑΤΟΣ WALL THICKNESS	ΒΑΡΟΣ WEIGHT	ΠΑΧΟΣ ΤΟΙΧΟΜΑΤΟΣ WALL THICKNESS	ΒΑΡΟΣ WEIGHT	ΠΑΧΟΣ ΤΟΙΧΟΜΑΤΟΣ WALL THICKNESS	ΒΑΡΟΣ WEIGHT	ΠΑΧΟΣ ΤΟΙΧΟΜΑΤΟΣ WALL THICKNESS	ΒΑΡΟΣ WEIGHT	ΠΑΧΟΣ ΤΟΙΧΟΜΑΤΟΣ WALL THICKNESS	ΒΑΡΟΣ WEIGHT
OD (mm)	e _{min} (mm)	kg/m	e _{min} (mm)	kg/m	e _{min} (mm)	kg/m	e _{min} (mm)	kg/m	e _{min} (mm)	kg/m
10										
12										
16							1.8	0.083	1.8	0.084
20					1.8	0.107	1.9	0.112	2.3	0.133
25					1.9	0.144	2.3	0.171	2.8	0.200
32			1.9	0.187	2.4	0.232	2.9	0.272	3.6	0.327
40	1.9	0.239	2.4	0.295	3.0	0.356	3.7	0.430	4.5	0.509
50	2.4	0.374	3.0	0.453	3.7	0.549	4.6	0.666	5.6	0.788
63	3.0	0.580	3.8	0.721	4.7	0.873	5.8	1.05	7.1	1.26
75	3.6	0.828	4.5	1.02	5.6	1.24	6.8	1.47	8.4	1.76
90	4.3	1.18	5.4	1.46	6.7	1.77	8.2	2.12	10.1	2.54
110	5.3	1.77	6.6	2.17	8.1	2.62	10.0	3.14	12.3	3.78
125	6.0	2.27	7.4	2.76	9.2	3.37	11.4	4.08	14.0	4.87
140	6.7	2.83	8.3	3.46	10.3	4.22	12.7	5.08	15.7	6.11
160	7.7	3.72	9.5	4.52	11.8	5.50	14.6	6.67	17.9	7.96
180	8.6	4.67	10.7	5.71	13.3	6.98	16.4	8.42	20.1	10.1
200	9.6	5.78	11.9	7.05	14.7	8.56	18.2	10.4	22.4	12.4
225	10.8	7.30	13.4	8.93	16.6	10.9	20.5	13.1	25.2	15.8
250	11.9	8.93	14.8	11.0	18.4	13.4	22.7	16.2	27.9	19.4
280	13.4	11.3	16.6	13.7	20.6	16.8	25.4	20.3	31.3	24.3
315	15.0	14.2	18.7	17.4	23.2	21.2	28.6	25.6	35.2	30.8
355	16.9	18.0	21.1	22.1	26.1	26.9	32.2	32.5	39.7	39.1
400	19.1	22.9	23.7	28.0	29.4	34.1	36.3	41.3	44.7	49.6
450	21.5	28.9	26.7	35.4	33.1	43.2	40.9	52.3	50.3	62.7
500	23.9	35.7	29.7	43.8	36.8	53.3	45.4	64.5	55.8	77.3
560	26.7	44.7	33.2	54.8	41.2	66.9	50.8	80.8	62.5	97.0
630	30.0	56.4	37.4	69.4	46.3	84.6	57.2	102		

Πίνακας επιλογής σωληνών PE

5.10 Διάμετρος αγωγού γραμμής άρδευσης (εφαρμογής) και απώλειες φορτίου αυτής

Η παροχή του κάθε αγωγού εφαρμογής εξαρτάται από το άθροισμα των παροχών των εκτοξευτών της. Στις γραμμές άρδευσης θα υπάρχουν κατά περίπτωση είτε δύο εκτοξευτές 180⁰ και δύο 90⁰ με συνολική παροχή 2 X 6,66m³/h + 2 X 6,12m³/h = 25,56 m³/h (δύο ακριανοί αγωγοί), είτε δύο εκτοξευτές 360⁰ και δύο 180⁰ με συνολική παροχή 2 X 7,01m³/h + 2 X 6,66m³/h = 27,26 m³/h (όλοι οι ενδιάμεσοι αγωγοί).

Για την κατά το δυνατό ομοιόμορφη κατανομή του νερού σε όλο το μήκος ο αγωγός εφαρμογής πρέπει να εξασφαλίζει σε κάθε καταιονηστήρα την μικρότερη δυνατή διακύμανση στην πίεση και την παροχή. Η διακύμανση

της παροχής δεν πρέπει να υπερβαίνει το 10%, γεγονός που επιτυγχάνεται όταν η διακύμανση της πίεσεως στον αγωγό δεν ξεπερνά το 20% της λειτουργικής πίεσεως των εκτοξευτών. Η πίεση λειτουργίας των εκτοξευτών που έχουμε επιλέξει είναι **5,5bar** ή **56m**. Θα πρέπει λοιπόν οι συνολικές απώλειες στον αγωγό εφαρμογής να είναι μικρότερες από $0,2 \times 56m$ ή μικρότερες από 11,2m.

Οι συνολικές απώλειες σε ένα αγωγό εφαρμογής με ορισμένο μήκος, χωρίς κλίση μπορούν να υπολογιστούν από την σχέση $P_f = (L/100) \cdot H_f \cdot F$ όπου:

L = είναι το μήκος του αγωγού (m)

H_f = είναι οι απώλειες σε m ανά 100m αγωγού

F = είναι ο συντελεστής των Jensen και Fratini που δίνεται από πίνακες και περιγράφει την επίδραση του αριθμού των εκτοξευτών στις γραμμικές απώλειες.

Από το παραπάνω νομογράφημα θα επιλέξω την διάμετρο του αγωγού με τα δεδομένα που έχω. Οπότε για παροχή 27,66m που είναι οι τέσσερις ενδιάμεσοι αγωγοί με την μεγαλύτερη παροχή επιλέγω σωλήνα **Φ75** με γραμμικές απώλειες 7,3m ανά 100m αγωγού. Έτσι χρησιμοποιώντας τον παραπάνω τύπο οι συνολικές απώλειες θα είναι $P_f = (78m/100) \cdot 7,3m \cdot 0,405 = 2,3m$. Το συντελεστή F τον επέλεξα από τον πίνακα και η τιμή αυτή είναι για τέσσερις καταιονηστήρες. Έτσι η τιμή του $P_f = 2,3m$ είναι αποδεκτή γιατί είναι μικρότερη των 11,2m που αντιστοιχεί στο 20% της λειτουργικής πίεσης του εκτοξευτήρα.

Όσον αφορά τους δύο ακριανούς αγωγούς που έχουν μικρότερη παροχή 25,56m³/h αλλά το ίδιο μήκος, τον ίδιο αριθμό καταιονιστήρων και τις ίδιες απαιτήσεις πίεσης λειτουργίας των καταιονιστήρων, μπορούν να λειτουργήσουν με **Φ75** χωρίς κανένα πρόβλημα.

Οπότε και για τον αγωγό εφαρμογής όπως και για τον κύριο αγωγό μεταφοράς επιλέγω σωλήνα πολυαιθυλενίου **HDPE PE 80** κατά **CEN (EN**

12201-2) 10atm, με εξωτερική διάμετρο **75mm (Φ75)** και πάχος τοιχωμάτων **5,6mm**, άρα εσωτερική διάμετρο (**63,8mm**).

5.11 Υπολογισμός ολικού μανομετρικού ύψους

Ο υπολογισμός του ολικού μανομετρικού ύψους είναι το άθροισμα διαφόρων υψών που εκφράζονται σε m και τα οποία είναι:

A). **Μέση πίεση λειτουργίας των εκτοξευτών:** οι εκτοξευτήρες που έχουμε επιλέξει έχουν πίεση **5,5bar**. Τα 5,5bar ισοδυναμούν σε ύψος πίεσης **56m**.

B). **Ύψος αναρρόφησης αντλίας:** ονομάζεται η κατακόρυφη απόσταση από την επιφάνεια του αντλούμενου υγρού μέχρι το κέντρο της αντλίας. Η άντληση του αρδευτικού νερού θα γίνεται από δεξαμενή η οποία θα είναι τοποθετημένη κάτω από την αντλία. Η κορυφή της δεξαμενής θα είναι κάτω ακριβώς από το στραγγιστικό δίκτυο δηλαδή 0,80m από την επιφάνεια. Το μέγεθος τώρα της δεξαμενής θα πρέπει να είναι τέτοιο ώστε να επαρκεί για τουλάχιστον δυο ημέρες άρδευσης δηλαδή 10,4 ώρες X 55,63m³/h = 578,55m³ ≈ 600m³. Οι διαστάσεις μιας τέτοιας δεξαμενής θα ήταν 20m X 12m X 2,5m. Έτσι το ύψος αναρρόφησης της αντλίας μας θα είναι **2,5m + (0,8m – 0,3m) = 3m**. Τα 0,3m τα αφαιρώ από τα 0,8m διότι είναι το επίπεδο που θα τοποθετηθούν οι σωλήνες.

Γ). **Απώλεια φορτίου κύριας γραμμής:** την απώλεια αυτή την υπολογίσαμε παραπάνω και είναι **2,76m**.

Δ). **Απώλεια φορτίου γραμμής άρδευσης:** την απώλεια αυτή την υπολογίσαμε στα **2,3m**.

Ε). **Η υψομετρική διαφορά του εδάφους:** η υψομετρική διαφορά του εδάφους είναι μηδενική αλλά θα πρέπει να προσθέσουμε **0,5m** που είναι η υψομετρική διαφορά από τους υπόγειους αγωγούς έως την επιφάνεια του εδάφους.

ΣΤ). **Ύψος σωλήνων ανυψώσεως των εκτοξευτών:** οι εκτοξευτές που θα τοποθετηθούν θα έχουν ανύψωση 8,3cm δηλαδή **0,083m**.

Z). **Απώλειες φορτίου εξαρτημάτων:** τις τοπικές απώλειες στην κύρια γραμμή αλλά και στις γραμμές εφαρμογής τις έχουμε υπολογίσει παραπάνω αλλά σε αυτές θα πρέπει να υπολογίσουμε επιπλέον ένα ποσοστό της τάξης του 10% για εξαρτήματα που δεν έχουμε υπολογίσει. Οι απώλειες αυτές θα είναι συνεπώς: $0,1 \times (A+B+\Gamma+\Delta+E+\Sigma T) = 0,1 \times (56m+3m+2,76m+2,3m+0,5m+0,083m) = 6,46m$.

Έτσι το ολικό μανομετρικό ύψος θα είναι $71,1m \approx 71m$.

5.12 Απαιτούμενη ισχύς κινητήρα – αντλίας

Για να μπορέσουμε να υπολογίσουμε την ισχύ της αντλίας μας θα πρέπει να χρησιμοποιήσουμε τον τύπο $N_{αντ.} = (Q \cdot H_m) / (270 \cdot \eta)$ όπου:

Q = είναι η παροχή (m^3)

H_m = είναι το ολικό μανομετρικό ύψος (m)

η = είναι η αποδοτικότητα της αντλίας

Οπότε η ισχύς της αντλίας θα είναι $N_{αντ.} = (55,63m^3/h \cdot 71m) / (270 \cdot 0,65) = 22,5HP = 16,78KW$. Το 0,65 το επέλεξα ως αποδοτικότητα της αντλίας διότι η αποδοτικότητα μιας αντλίας κυμαίνεται από 0,65 έως 0,7 οπότε επέλεξα μια μεσαία κατάσταση.

Η ισχύς τώρα του κινητήρα για να υπολογισθεί θα πρέπει η ισχύς της αντλίας να διαιρεθεί με την αποδοτικότητα του κινητήρα. Η αποδοτικότητα ενός ηλεκτροκινητήρα υπολογίζεται στο 90%. Οπότε έχουμε $16,78KW / 0,9 = 18,64KW \approx 18,6KW$.

Το επόμενο βήμα αφού υπολογίσαμε την ισχύ της αντλίας θα είναι να επιλέξουμε τον τύπο της αντλίας. Η αντλία που θα επιλέξουμε θα πρέπει να καλύπτει όσα υπολογίσαμε παραπάνω τα οποία είναι: παροχή $55,63m^3/h$ και ολικό μανομετρικό $71,1m$. Από καταλόγους εταιριών επιλέγω την αντλία που έχει τα παρακάτω τεχνικά χαρακτηριστικά:

Διάμετρος σώματος αντλίας: 6''

Διάμετρος στομίου εξόδου: 4''

Μέγιστη παροχή: 60m³/h

Ολικό μανομετρικό ύψος: 73m

Μέγιστη ιπποδύναμη: 25hp = 18,64KW.



Υποβρύχια αντλία 6"

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο

Εγκατάσταση του δικτύου άρδευσης

Αφού έχουμε υπολογίσει όλα τα παραπάνω που είναι η διάμετρος των σωλήνων, την αντλία που θα χρησιμοποιήσουμε και τα εξαρτήματα που θα χρειαστούμε σειρά παίρνει η σωστή τοποθέτηση και εγκατάσταση αυτών.

Το πρώτο βήμα που κάνουμε είναι να σημαδέψουμε τις περιοχές που θα ανοιχτούν τα ορύγματα για την τοποθέτηση των σωλήνων. Η σήμανση αυτή γίνεται με την τοποθέτηση μικρών σημαιών στη σειρά και στην συνέχεια με ένα σπρέι λευκού χρώματος τραβάμε γραμμές ενώνοντας τα σημαιάκια. Αυτές οι γραμμές υποδεικνύουν που θα τοποθετηθούν οι αγωγοί εφαρμογής και ο κύριος αγωγός.

Τελειώνοντας την σήμανση ξεκινά η διάνοιξη των ορυγμάτων. Η διάνοιξη των ορυγμάτων πραγματοποιείται με σκαπτικές καδένες ακολουθώντας τις γραμμές που έχουμε σημαδέψει. Το βάθος που πρέπει να έχουν τα αυλάκια είναι 50cm για τον κύριο αγωγό που έχει διάμετρο 110mm και 30cm για τους αγωγούς εφαρμογής που έχουν διάμετρο 75mm.



6.1 Τοποθέτηση του κύριου αγωγού

Έχοντας τελειώσει την διάνοιξη των ορυγμάτων ξεκινάει η τοποθέτηση κύριου αγωγού. Το μήκος της σωλήνας θα είναι 115m όσο δηλαδή και το μήκος του γηπέδου. Κατά την τοποθέτηση του χρειάζεται μεγάλη προσοχή ώστε να μην καταστρέψουμε το όρυγμα και να μην εισχωρήσουν χώματα μέσα στην σωλήνα.



6.1.1 Τοποθέτηση εξαρτημάτων στον κύριο αγωγό

Τα εξαρτήματα που θα χρειαστούμε είναι τα εξής:

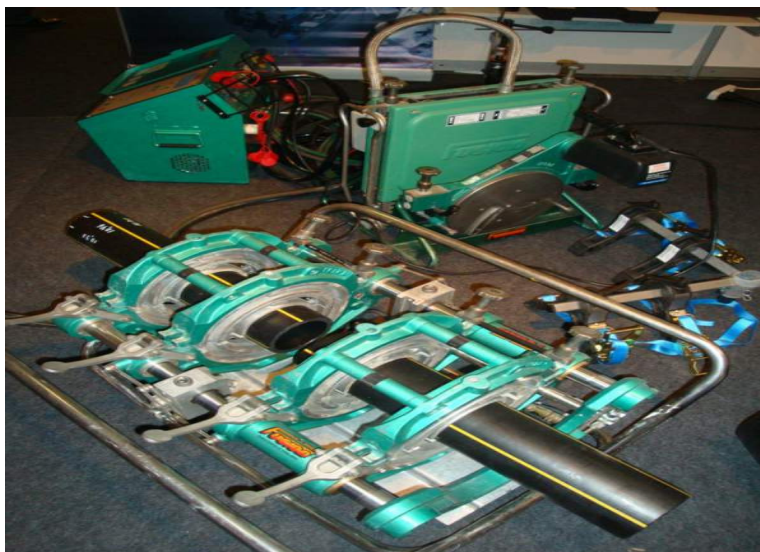
Ταφ Φ110 X 75 X 110	6 τεμάχια
Ταφ Φ110 X 110 X 110	1 τεμάχιο

Αντιπληγματικές βαλβίδες	2 τεμάχια
Χειροκίνητες βάνες 4"	1 τεμάχιο
Χειροκίνητες βάνες 2"	3 τεμάχια
Κεντρικό φίλτρο	1 τεμάχιο
Βαλβίδα αντεπιστροφής και αντιπληγματική	1 τεμάχιο
Αεροεξαγωγοί	2 τεμάχια
Αντιπληγματική βαλβίδα κεντρικής μονάδας	1 τεμάχιο
Υδρολιπαντήρας	1 τεμάχιο
Παροχόμετρο	1 τεμάχιο

Πολλά από τα παραπάνω εξαρτήματα τοποθετούνται στην κεντρική μονάδα μετά ακριβώς από την αντλία και μας εξασφαλίζουν την καλή και ομαλή λειτουργία όλου του συστήματος.

Μετά την κεντρική μονάδα τοποθετούμε ένα **τάφ Φ110 X 110 X 110** έτσι ώστε ο κύριος αγωγός να χωριστεί σε δύο κατευθύνσεις. Στην συνέχεια στον κεντρικό αγωγό θα τοποθετηθούν συνολικά έξι συστολικά **τάφ Φ110X75X110** για να ενωθεί με τους έξι αγωγούς εφαρμογής. Τέλος στα δυο άκρα του κύριου αγωγού θα τοποθετηθούν δυο αντιπληγματικές βαλβίδες.

Όλες οι παραπάνω συνδέσεις των εξαρτημάτων με τους αγωγούς θα γίνουν με την μέθοδο της μετωπικής συγκόλλησης.



Μηχάνημα μετωπικής συγκόλλησης

6.1.2 Περιγραφή εξαρτημάτων κεντρικού αγωγού

6.1.2.1 Κεντρική μονάδα

Η κεντρική μονάδα του αρδευτικού συστήματος αποτελείται από μια σειρά εξαρτημάτων τα οποία εξασφαλίζουν την ομαλή λειτουργία του αρδευτικού συστήματος, αυξάνουν τη διάρκεια ζωής του και μας δίνουν τη δυνατότητα να επεμβαίνουμε ώστε να ρυθμίζουμε τις παραμέτρους άρδευσης. Τα εξαρτήματα τώρα που αποτελούν την κεντρική μονάδα του αρδευτικού συστήματος είναι τα εξής:

1	Βαλβίδα ρύθμισης πίεσης δικτύου
2	Βάνα σύρτου
3	Αεροεξαγωγός
4	Υδρολιπαντήρας
5	Φίλτρο δικτύου
6	Εξάρμωση

7	Βαλβίδα αντεπιστοφής
8	Μετρητής ροής
9	Βαλβίδα πρόληψης πλήγματος

Βαλβίδα πίεσης ρύθμισης δικτύου

Μειώνει την πίεση σε μια σταθερή πίεση εξόδου χωρίς να επηρεάζεται από τις μεταβολές στην πίεση εισόδου με την βοήθεια μιας δίοδου ηλεκτρομαγνητικής βαλβίδας

Διαφραγματική βαλβίδα



Η βαλβίδα αποτελείται από τα παρακάτω μέρη:

1. ΒΑΝΑ ΕΙΣΟΔΟΥ
2. ΦΙΛΤΡΟ
3. ΚΟΡΜΟΣ ΒΑΛΒΙΔΑΣ
4. ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΤΗΣ
5. ΠΙΛΟΤΟΣ
6. ΜΑΝΟΜΕΤΡΟ
7. ΒΑΝΑ ΕΞΟΔΟΥ

Χειροκίνητη βάνα σύρτου ελαστικής έμφραξης

Οι βάνες σύρτου με ελαστική έμφραξη αποτελούν την πλέον αξιόπιστη λύση για χρήση σε όλα τα δίκτυα. Εξασφαλίζουν απόλυτη στεγανότητα, χωρίς διαρροές και ομαλή ροή με ελάχιστες απώλειες. Ο χειρισμός της βάνας γίνεται με τιμόνι και είναι πολύ απλός.

Στην περίπτωση μας θα χρησιμοποιήσουμε βάνα 2'' ή 4''. Θα τοποθετηθεί σε σημεία που θέλουμε χειροκίνητο έλεγχο στην ροή του νερού. Στην επιστροφή και τους δύο αεροεξαγωγούς θα χρησιμοποιηθεί βάνα 2''.



Αεροεξαγωγοί

Οι αεροεξαγωγοί εισαγωγής και εξαγωγής αέρα (διπλής ενέργειας) παλινδρομικού τύπου, απελευθερώνουν τον αέρα των σωληνώσεων κατά την πλήρωση και την λειτουργία του δικτύου και να εισάγουν αέρα κατά την εκκένωση του δικτύου. Ένα αυτός ο αέρας δεν απομακρυνθεί θα δημιουργήσει πρόβλημα σε όλο το αρδευτικό δίκτυο. Θα χρησιμοποιήσουμε αεροεξαγωγούς 4'' ενώ η στεγανοποίηση τους γίνεται με φλάντζα.



Αεροεξαγωγός

Υδρολιπαντήρας

Οι λιπασματοδιανομείς αποτελούν μία απλή μέθοδο διανομής λιπάσματος σε αγροτικές εφαρμογές αλλά και σε εφαρμογές πρασίνου. Λειτουργούν με την πίεση του νερού και δεν χρειάζονται εξωτερική πηγή ενέργειας.

Είναι εύκολοι στην χρήση και την συντήρηση. Συνδέονται με το κεντρικό αγωγό διανομής νερού σε by-pass σύνδεση. Η αναρρόφηση των λιπασμάτων από την δεξαμενή γίνεται μέσω εγχυτή Venturi για ανάμιξη με το νερό κάνοντας χρήση της υδραυλικής πίεσης της κεντρικής αντλίας του δικτύου και εν συνεχεία η λίπανση της καλλιέργειας.



Υδρολιπαντήρες

Φίλτρο δικτύου

Τα αυτοκαθαριζόμενα φίλτρα σίτας λόγω του χαρακτηριστικού του αυτοκαθαρισμού δίνουν το πλεονέκτημα της συνεχής παροχής νερού κατά την διάρκεια του καθαρισμού. Αποδίδουν υψηλή απόδοση φίλτρανσης σε όλες τις κατηγορίες προέλευσης του νερού.

Το εσωτερικό στοιχείο είναι κατασκευασμένο από ανοξείδωτο χάλυβα, με μεγάλη επιφάνεια φίλτρανσης ώστε να ανταπεξέλθει στα υψηλά φορτία βρωμιάς και πίεσης. Ο καθαρισμός του στοιχείου πραγματοποιείται όταν η διαφορά πίεσης (ΔP) στο φίλτρο φτάσει στην καθορισμένη τιμή 0,5bar.

Κατά την διάρκεια του καθαρισμού, το φίλτρο συνεχίζει να φιλτράρει και έτσι δε διακόπτεται η παροχή του δικτύου. Λόγω του μικρού χρόνου καθαρισμού (10-30sec) δεν υπάρχουν μεγάλες απώλειες νερού με συνέπεια οικονομία αλλά και δεν επηρεάζεται το δίκτυο από αυτήν την μηδαμινή απώλεια.



Αυτοκαθαριζόμενο φίλτρο σίτας

Εξάρμωση

Η εξάρμωση σε μία υδραυλική εγκατάσταση είναι το απαραίτητο συνδετικό στοιχείο των διαφόρων εξαρτημάτων. Με την προσθήκη της εξάρμωσης στο δίκτυο, επιτυγχάνεται η εύκολη σύνδεση και αποσύνδεσή τους. Ο ελαστικός δακτύλιος στεγανότητας είναι ειδικής σύστασης και σκληρότητας, ώστε να στεγανοποιεί απόλυτα την εξάρμωση και να μην φθείρεται. Οι εξαρμώσεις που θα χρησιμοποιήσουμε θα είναι 4”.



Εξάρμωση

Βαλβίδα αντεπιστροφής και αντιπληγματική

Απορροφά τα πλήγματα που προκαλούνται από ξεκίνημα και το κλείσιμο της αντλίας και προλαμβάνει τις βλάβες σ' αυτήν. Η βαλβίδα ανοίγει και κλείνει ενώ η αντλία βρίσκεται σε λειτουργία και εμποδίζει την αντίστροφη ροή σε περίπτωση διακοπής ρεύματος.



Βαλβίδα αντεπιστροφής και αντιπληγματική

Μετρητής ροής

Τα ροόμετρα υπερήχων χρησιμοποιούνται στην μέτρηση όγκου υγρών αερίων-ατμού. Στα ροόμετρα έχουμε εκπομπούς και λήπτες υπερήχων. Οι εκπομποί στέλνουν ένα σήμα υπερήχων απο την μία πλευρά της σωλήνας στην άλλη και αντίστροφα. Όταν ένα σήμα υπερήχων ταξιδεύει κατα την φορά της ροής ταξιδεύει γρηγορότερα απ'ότι αντίστροφα. Το ροόμετρο μετράει και τους δύο χρόνους διέλευσης σήματος. Η διαφορά αυτών των δύο σημάτων είναι ανάλογη της ροής. Στο δίκτυό μας θα χρησιμοποιήσουμε παροχόμετρο 4".



Ροόμετρο υπερήχων

Βαλβίδα αντιπληγματική

Η αντιπληγματική βαλβίδα εκτονώνει τα πλήγματα που προκαλούνται από τις απότομες μεταβολές της ροής τόσο στην φάση της υπερπίεσης όσο και της υποπίεσης.

Προστατεύει αποτελεσματικά τις αντλίες και το δίκτυο εκτονώνοντας το υδραυλικό πλήγμα. Ανοίγει μόλις παρουσιαστούν αρνητικά κύματα (φάση υποπίεσης) και κλείνει στα θετικά κύματα (φάση υπερπίεσης).



Αντιπληγματική βαλβίδα

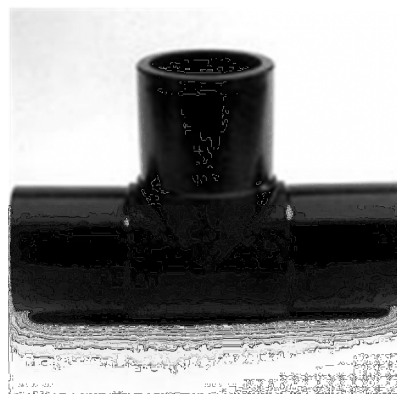
6.1.2.2 Κύριος αγωγός

Συνδετήρια τάφ

Στο αρδευτικό μας δίκτυο θα χρησιμοποιήσουμε συνολικά 7 τάφ. Το ένα τάφ θα είναι $\Phi 110 \times 110 \times 110$ και θα χρησιμοποιηθεί ώστε να ενώσουμε τον κύριο αγωγό και να τον στείλουμε σε δύο κατευθύνσεις μετά την κεντρική μονάδα. Τα έξι τάφ τα οποία θα είναι συστολικά $\Phi 110 \times 75 \times 110$ θα χρησιμοποιηθούν για να ενωθεί ο κύριος αγωγός με τους αγωγούς εφαρμογής. Τα τάφ που θα χρησιμοποιηθούν θα είναι μετωπικής συγκόλλησης όπως και οι σωλήνες.



Συστολικό τάφ



Τάφ

Αντιπληγματικές βαλβίδες

Η αντιπληγματική βαλβίδα κατασκευάζεται και τοποθετείται για να προστατεύει τα αρδευτικά δίκτυα από το υδραυλικό πλήγμα. Το υδραυλικό πλήγμα μπορεί να είναι τόσο ισχυρό που μπορεί να προκαλέσει ζημιές στους αγωγούς.

Η απλή αντιπληγματική βαλβίδα όπως αυτή στην παρακάτω εικόνα θα τοποθετηθεί στις άκρες του κύριου αγωγού.



6.2 Τοποθέτηση αγωγών εφαρμογής

Η τοποθέτηση των αγωγών εφαρμογής δεν διαφέρει από την διαδικασία που ακολουθούμε και για την τοποθέτηση του κύριου αγωγού. Σημαδεύουμε με σπρέι και σημαϊάκια τις περιοχές που θα τοποθετηθούν οι αγωγοί και στην συνέχεια με το σκαπτικό με την καδένα κάνουμε διάνοιξη των ορυγμάτων. Αυτό που διαφέρει στην τοποθέτηση είναι το βάθος στο οποίο θα τοποθετηθούν οι αγωγοί εφαρμογής. Το βάθος τοποθέτησης του αγωγού εφαρμογής υπολογίζεται παίρνοντας υπόψη τα ύψη που πρέπει να καλύψουμε τα οποία είναι i). το ύψος κορμού του εκτοξευτή, ii). την διάμετρο του αγωγού εφαρμογής, iii). το ύψος της σέλας που θα τοποθετηθεί. Έτσι στην πρώτη περίπτωση εκτοξευτήρα με τον μεγαλύτερο κορμό θα έχουμε: ύψος κορμού 34cm + διάμετρος αγωγού 7,5cm + ύψος σέλας 3,5cm = **45cm**.

Στην περίπτωση του εκτοξευτήρα με τον μικρότερο κορμό το βάθος τοποθέτησης του αγωγού θα είναι: $25,7\text{cm} + 7,5\text{cm} + 3,5\text{cm} = 36,7\text{cm}$. Οπότε θα χρησιμοποιήσουμε ρακόρ 8cm από την σέλα έως τον εκτοξευτή για να το φέρουμε στο ίδιο επίπεδο με την επιφάνεια του εδάφους.

6.2.1. Τοποθέτηση και συνδεσμολογία εξαρτημάτων στον αγωγό εφαρμογής

Στην συνέχεια σειρά παίρνει η τοποθέτηση και η σύνδεση των εξαρτημάτων στους αγωγούς εφαρμογής. Τα βασικά εξαρτήματα που θα χρησιμοποιήσουμε είναι τα εξής:

Ηλεκτροβάνα	1 τεμάχιο
Χειροκίνητη βάνα γραμμής Φ75	1 τεμάχιο
Φίλτρο γραμμής	1 τεμάχιο
Φρεάτια ηλεκτροβανών και εξαρτημάτων	1 τεμάχιο
Εκτοξευτήρες	4 τεμάχια

Ηλεκτροβάνα

Σύμφωνα με τις απαιτήσεις του αρδευτικού μας δικτύου, τις διαστάσεις των αγωγών εφαρμογής, τις συνθήκες που επικρατούν και τα τεχνικά χαρακτηριστικά ηλεκτροβανών διαφόρων εταιριών επέλεξα έναν συγκεκριμένο τύπο ηλεκτροβάνας που καλύπτει όλα τα παραπάνω. Ο τύπος της ηλεκτροβάνας που θα χρησιμοποιήσω είναι **3” της σειράς BPE.**



Ηλεκτροβάνα σειράς BPE

Οι συγκεκριμένες ηλεκτροβάνες έχουν σχεδιασθεί για να αποδίδουν χωρίς προβλήματα, ακόμη και σε δύσκολες συνθήκες, όπως: δημοτικές εκτάσεις πρασίνου και αθλητικά γήπεδα. Οι βάνες αυτές μπορούν να αντέξουν σε υπερβολικές αυξήσεις πίεσης, καθώς και σε περιπτώσεις χρήσης ανακυκλωμένου και βρόμικο νερού.

Χαρακτηριστικά

- Ευθύγραμμη / γωνιακή τροφοδοσία σε ένα μοντέλο.
- Το κάτω μέρος της βάνας είναι χάλκινο και το πάνω μέρος από νάυλον, με ενίσχυση από ίνες υάλου
- Χειροκίνητη λειτουργία με εξωτερική εκτόνωση, επιτρέπει το καθάρισμα του χώματος από το σύστημα. Συνιστάται για την έναρξη του συστήματος και για επισκευές.
- Λαβή ρύθμισης της παροχής, στο πάνω μέρος της βάνας
- Διάφραγμα που φιλτράρεται
- Κλείνει αργά για την αποφυγή υδραυλικού πλήγματος

Προδιαγραφές

Παροχής : 13,6 έως 68 κυβικά μέτρα / ώρα

Πίεση : 1,4 έως 13.8 bar (23 βαθμούς Κελσίου)

Θερμοκρασία: έως και 43 βαθμούς Κελσίου

Ηλεκτρικές προδιαγραφές

Πηγίο : 24 VAC-50 Hz

Ένταση έλξης : 0,41 A (9,9 VA)

Ένταση συγκράτησης : 0.28 A (6,7 VA)

Συνολικά αφού έχουμε 6 αγωγούς εφαρμογής θα χρειαστούμε 6 ηλεκτροβάνες. Οι ηλεκτροβάνες μας έχουν θηλυκό σπείρωμα οπότε για την σύνδεση τους με τους αγωγούς θα χρειαστούμε συνδέσμους. Ο τύπος συνδέσμου που θα χρησιμοποιήσουμε είναι σύνδεσμος ρακόρ κοχλιωτός 3". Θα χρειαστούμε δύο συνδέσμους για κάθε ηλεκτροβάνα οπότε συνολικά θέλουμε 12 συνδέσμους.

Τέλος θα χρειαστούμε 6 φρεάτια όπου μέσα θα τοποθετηθούν οι ηλεκτροβάνες

Χειροκίνητες βάνες

Οι βάνες αυτές θα τοποθετηθούν μέσα στο φρεάτιο πριν από το φίλτρο γραμμής και την ηλεκτροβάνα. Θα έχουν θηλυκό σπείρωμα 3". Η τοποθέτηση των βανών θα μας βοηθήσει ώστε να μπορούμε να επέμβουμε στο φίλτρο ή στην ηλεκτροβάνα σε περίπτωση βλάβης χωρίς να χρειαστεί να κλείσουμε την αντλία γιατί οι βάνες αυτές θα τα απομονώνουν.



Φίλτρο γραμμής

Η δουλειά του φίλτρου γραμμής είναι να συγκρατεί διάφορα σωματίδια τα οποία είτε ξέφυγαν είτε είναι μικρότερα από αυτά που μπορεί να συγκρατήσει το κεντρικό φίλτρο. Το φίλτρο που θα χρησιμοποιήσω έχει τα εξής χαρακτηριστικά:

- ✚ Είσοδος και έξοδος νερού 3"
- ✚ Μέγιστη πίεσης λειτουργίας 10bar
- ✚ Μέγιστη παροχή 50m³/h

Τα πλεονεκτήματα του φίλτρου που επέλεξα είναι τα εξής:

- ❖ Στο ίδιο σώμα τοποθετούμε στοιχείο σίτας ή δίσκου
- ❖ Πιστοποιημένα υλικά με αντηλιακή προστασία
- ❖ Μανόμετρο BSP μέτρησης πίεσεως με μπρούτζινη βάση



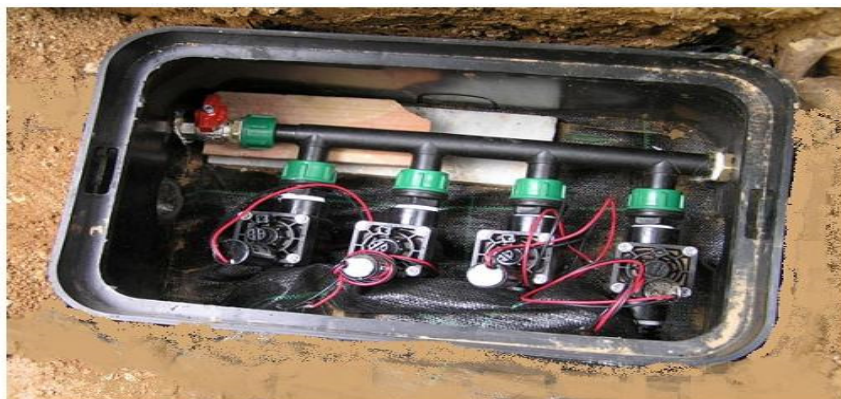
Φίλτρο γραμμής

Φρεάτια ηλεκτροβάνας

Τα συγκεκριμένα φρεάτια είναι κατασκευασμένα από πολυαιθυλένιο. Έχουν μεγάλη αντοχή σε καταπονήσεις ενώ η κατασκευή τους είναι τέτοια ώστε να παρέχουν απόλυτη στεγανότητα για να μην προκληθεί κανένα απολύτως πρόβλημα στις ηλεκτροβάνες.

Η τοποθέτηση τους πρέπει να γίνει έτσι ώστε η επιφάνεια του φρεατίου να είναι στο ίδιο ύψος με την επιφάνεια του εδάφους. Η τοποθέτηση

της ηλεκτροβάνας στο φρεάτιο είναι πολύ εύκολη ενώ ο αγωγός εισέρχεται στο φρεάτιο από τις οπές που υπάρχουν στα πλευρικά τοιχώματα του.



Φρεάτιο ηλεκτροβανών

Εκτοξευτήρες

Όπως ανέφερα και παραπάνω θα χρησιμοποιήσω δύο τύπους εκτοξευτήρων. Ο πρώτος τύπος εκτοξευτή που θα χρησιμοποιήσω είναι ο **eagle 950** και έχει τα εξής χαρακτηριστικά:

- Το κλειστό σώμα έχει σχεδιασθεί για να προστατεύει τον μηχανισμό από ακαθαρσίες.
- Υδρολίπαντος μηχανισμός
- Μοναδικό σύστημα καθαρισμού, που απομακρύνει τις ακαθαρσίες από τον εσωτερικό μηχανισμό
- Επισκευάσιμο από το πάνω μέρος του σώματος, για εύκολη συντήρηση
- Πολύ ισχυρό ελατήριο επαναφοράς
- Μοντέλα πλήρους κύκλου και ρυθμιζόμενου τμήματος κύκλου (έως και 345 μοίρες)
- Ενσωματωμένη ηλεκτροβάνα.

Ο δεύτερος τύπος εκτοξευτήρα είναι της σειράς **8005** και έχει τα εξής χαρακτηριστικά:

- Ειδική κατασκευή του μηχανισμού περιστροφής, για να εμποδίζει την ζημιά από βανδαλισμούς

- Ο πυργίσκος του ακροφυσίου και το εκτεθειμένο μέρος του εκτοξευτήρα είναι ειδικής κατασκευής (Sneaker Armor), για να αντέχουν στα κτυπήματα βανδαλισμού

- Υδρολίπαντος μηχανισμός κίνησης

- Ακροφύσια τεχνολογίας «κουρτίνας» με τρεις τρύπες εκτόξευσης, για ιδανικό πότισμα μακράς, μεσαίας και κοντινής απόστασης, έχοντας ως αποτέλεσμα εξαιρετική ομοιομορφία στην κατανομή νερού σε όλον τον αρδευόμενο τομέα.

- Αυτορυθμιζόμενος ρυθμιστής τουρμπίνας, που επιτρέπει αντικατάσταση των ακροφυσίων χωρίς την ανάγκη άλλων ρυθμίσεων

- Πολύ ισχυρό ελατήριο επαναφοράς, που εξασφαλίζει την πλήρη επαναφορά.

Για να γίνει τώρα η τοποθέτηση των εκτοξευτήρων στους αγωγούς εφαρμογής θα χρειαστούμε κάποια εξαρτήματα τα οποία ονομάζονται σέλες. Οι σέλες έχουν εύκολη τοποθέτηση στον αγωγό εφαρμογής ενώ η τοποθέτηση των εκτοξευτήρων στην σέλα γίνεται βιδωτά καθώς και τα δύο εξαρτήματα διαθέτουν σπείρωμα. Στην περίπτωση μας θα χρειαστούμε σέλεςΦ75.

Σέλα βιδωτή Φ75



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7⁰

Αυτοματισμοί του αρδευτικού δικτύου

Για να έχουμε όσο το δυνατόν καλύτερη λειτουργία του αρδευτικού μας συστήματος θα πρέπει να προσαρμόσουμε κάποιους αυτοματισμούς. Οι αυτοματισμοί αυτοί θα μας παρέχουν στο δίκτυο μια ακριβέστερη λειτουργία και αυτό θα έχει σαν αποτέλεσμα την οικονομικότερη, ασφαλέστερη και αποδοτικότερη λειτουργία του.

7.1 Χρήση βρόχινου νερού και αυτοματισμοί δεξαμενής

Η χρησιμοποίηση του βρόχινου νερού είναι πολύ σημαντική μειώνοντας την κατανάλωση νερού από το δίκτυο ύδρευσης. Αυτό θα έχει σαν αποτέλεσμα την μείωση του κόστους που προέρχεται από την κατανάλωση νερού. Τέλος το βρόχινο νερό βοηθάει στον έλεγχο της αλατότητας του εδάφους. Η συλλογή του βρόχινου νερού πρέπει να εξασφαλιστεί από την κατασκευή των σκεπάστρων καθώς αυτή θα γίνεται μηχανικά, με φυσική ροή, ενώ μια βαλβίδα ελέγχου στάθμης εντός της δεξαμενής θα διοχετεύει το βρόχινο νερό στο εξωτερικό δίκτυο όμβριων υδάτων του γηπέδου όταν η δεξαμενή θα είναι γεμάτη.

Η δεξαμενή θα συνδεθεί με τέτοιο τρόπο ώστε η πλήρωση της να μπορεί να γίνει από τρεις πηγές τροφοδοσίας. Έτσι η δεξαμενή μας θα πρέπει να παίρνει νερό από το δίκτυο της ΕΥΔΑΠ, να αντλεί νερό από κάποια γεώτρηση και τέλος να χρησιμοποιεί το βρόχινο νερό. Μεγαλύτερο βάρος θα δίνεται στην χρήση του βρόχινου νερού και του νερού της γεώτρησης καθώς έτσι θα έχουμε μεγάλη οικονομία στην κατανάλωση νερού από το δίκτυο.

Στην δεξαμενή μας θα πρέπει να τοποθετηθεί ένα ηλεκτρονικό φλοτέρ το οποίο θα επιτηρεί την ανώτερη και κατώτερη στάθμη του νερού. Το έργο του ηλεκτρονικού φλοτέρ θα είναι να δίνει εντολή για την πλήρωση της δεξαμενής όταν το επίπεδο του νερού θα έχει πέσει κάτω από το επιθυμητό όριο ενώ θα σταματάει την εισροή νερού στην δεξαμενή όταν αυτό θα φτάσει στο όριο το οποίο έχουμε ρυθμίσει.

Τέλος στο σύστημα που ελέγχει την είσοδο του νερού στην δεξαμενή θα πρέπει να τοποθετηθεί μια βαλβίδα η οποία θα διακόπτει την λειτουργία των αντλιών πλήρωσης της δεξαμενής όταν αυτό θα έχει φτάσει στο ύψος που επιθυμούμε. Επίσης δουλειά της θα είναι όταν η δεξαμενή θα είναι γεμάτη να απομακρύνει το νερό της βροχής στο δίκτυο όμβριων υδάτων.



Ηλεκτρονικό φλοτέρ δεξαμενής

7.2 Πίνακας ελέγχου κεντρικής μονάδας

Στον πίνακα ελέγχου είναι συνδεδεμένα όλα τα ηλεκτρικά συστήματα και εξαρτήματα του δικτύου μας. Από τον πίνακα αυτόν δηλαδή ξεκινούν όλες οι συνδέσεις των αντλιών, των ηλεκτροβανών και τα όργανα μετρήσεων. Εάν θέλαμε να χρησιμοποιήσουμε έναν απλό αυτοματισμό θα επιλέγαμε έναν προγραμματιστή άρδευσης τον οποίο θα ρυθμίζαμε να ποτίζει τις μέρες και ώρες που θέλαμε. Από την στιγμή όμως που δημιουργείται ένα καινούργιο υπερσύγχρονο γήπεδο με ένα σύγχρονο σύστημα άρδευσης θα επιλέξουμε και πιο σύγχρονους αυτοματισμούς που πλέον μπορεί και μας παρέχει η τεχνολογία και μας επιτρέπει ακόμη και τον έλεγχο και χειρισμό του αρδευτικού συστήματος από απόσταση.

7.2.1 Σύστημα διαχείρισης του αρδευτικού δικτύου μέσω τηλεματικής

Με τον όρο τηλεματικές εφαρμογές εννοούμε όλες εκείνες τις υπηρεσίες που μας προσφέρει η σύγχρονη τεχνολογία μέσω των οποίων μπορούμε να αποστείλουμε και να λάβουμε κάθε φύσης πληροφορίες.

Οι πληροφορίες μπορεί να είναι ακουστικές, οπτικές, εικόνες ή κειμένου και μεταδίδονται μέσω τηλεόρασης, υπολογιστή ή άλλων ειδικών συσκευών.

Οι τηλεματικές εφαρμογές κερδίζουν συνεχώς έδαφος στο σύγχρονο κόσμο αλλάζοντας ριζικά τους τρόπους επικοινωνίας και μετάδοσης πληροφοριών.

Στην περίπτωση μας θα τοποθετηθεί ένα σύστημα εταιρίας που ασχολείται με την τηλεματική αντλιοστασίων. Με το προτεινόμενο σύστημα έχουμε πλήρη διαχείριση αντλιοστασίων και δεξαμενών.

Συγκεκριμένα έχουμε:

- Πλήρη έλεγχο και εποπτεία λειτουργίας αντλίας
- Πλήρη εποπτεία στάθμης δεξαμενής καθώς και της τρέχουσας παροχής πλήρωσης ή εκκένωσης.

Το σύστημα αποτελείται από τρία αυτόνομα μεταξύ τους επιμέρους συστήματα:

- I. Το σύστημα συνεργασίας δεξαμενής αντλιοστασίου
- II. Το σύστημα συνεργασίας χρήστη (ή χρηστών) με δεξαμενή και χρήστη με αντλιοστάσιο
- III. Το σύστημα συνεργασίας δεξαμενής- αντλίας και χρηστών με Η/Υ (server)

I. Το σύστημα συνεργασίας δεξαμενής αντλιοστασίου

Το σύστημα αυτό είναι ένα τυπικό σύστημα **Machine to machine**, όπου η δεξαμενή και το αντλιοστάσιο ευρίσκονται σε μια συνεχή συνεργασία. Η δεξαμενή με κατάλληλες εντολές σταματά ή εκκινεί τις αντλίες του αντλιοστασίου, σύμφωνα με τα επιθυμητά σενάρια των πελατών, αποτυπωμένα σε σχετικούς αλγορίθμους στα λογισμικά των controllers. Η επικοινωνία μεταξύ αντλιοστασίου και δεξαμενής γίνεται με sms.

II. Το σύστημα συνεργασίας χρήστη (ή χρηστών) με δεξαμενή και χρήστη με αντλιοστάσιο

Το σύστημα αυτό είναι ένα τυπικό σύστημα man to machine, όπου τόσο η δεξαμενή όσο και το αντλιοστάσιο ευρίσκονται σε μία συνεχή συνεργασία με τους εξουσιοδοτημένους χρήστες. Το σύστημα αυτό προσφέρει τις εξής υπηρεσίες: Άμεση ενημέρωση κάθε αστοχίας στο αντλιοστάσιο και στην στάθμη της δεξαμενής. Πλήρη διαχείριση της λειτουργίας του αντλιοστασίου από κάθε εξουσιοδοτημένο κινητό τηλέφωνο. Πλήρη διαχείριση από τον χρήστη, των στάθμεων νερού, εκκίνησης και στάσης των αντλιών. Πλήρη εικόνα της τρέχουσας κατάστασης αντλιοστασίου και δεξαμενής με την υποβολή σχετικού αιτήματος από τον χρήστη.

III. Το σύστημα συνεργασίας δεξαμενής- αντλίας και χρηστών με Η/Υ (server)

Το σύστημα αυτό είναι ένα τυπικό scada πάνω στο ιντερνετ (scada over IP). Ο υπολογιστής server ενημερώνεται για κάθε συμβάν στα αντλιοστάσια, αλλά και με τις τρέχουσες στάθμες των δεξαμενών, τα οποία καταγράφει σε σχετική βάση δεδομένων και τα απεικονίζει σε κατάλληλο interface. Τα καταγραφόμενα συμβάντα των αντλιοστασίων, περιέχουν ακριβώς την αιτία που τα προκάλεσε, έτσι μπορούμε να εντοπίσουμε αφανείς δυσλειτουργίες. Ο server ενημερώνει τους υπολογιστές client είτε μέσω δικτύου VPN, είτε με email τα οποία λειτουργούν στο παρασκήνιο χωρίς παρέμβαση του χρήστη. Κάθε υπολογιστής του δικτύου, έχει πλήρη εποπτεία και διαχείριση των αντλιοστασιοδεξαμενών. Επίσης δίνει λειτουργικές δυνατότητες στους χρήστες με απλές κλήσης στο modem του server. Με μία

κλήση ενός ring πχ, ένας χρήστης μπορεί να ενημερωθεί για τις τρέχουσες στάθμες όλων των δεξαμενών. :Με δύο ring μπορεί να έχει πλήρη εικόνα όλων των αντλιοστασίοδεξαμενών κλπ. Οι λειτουργίες των κλήσεων καθορίζονται στο λογισμικό της βάσης δεδομένων, με υπόδειξη του πελάτη. Η βάση δεδομένων, δίνει πολλά ιστορικά στοιχεία λειτουργίας των αντλιοστασίοδεξαμενών.

Ένας εξουσιοδοτημένος χρήστης, μπορεί να στείλει σχετικό μήνυμα-εντολή στην δεξαμενή, και μετά από λίγο, να πάρει μία απάντηση που θα περιλαμβάνει:

- Κατάσταση κάθε κινητήρα και διάρκεια σε λεπτά
- Κατάσταση επιτηρητών του αντλιοστασίου και θερμικών κινητήρων

- Συνολικές Kwh (αν έχει τοποθετηθεί μετρητής)
- Συνολικά m3 (αν έχει τοποθετηθεί ροόμετρο)
- Συνολικό αριθμό εκκινήσεων κάθε κινητήρα
- Και για κάθε δεξαμενή
- Στάθμη κάθε δεξαμενής με ακρίβεια +- 3mm

Ο χρήστης μπορεί επίσης, μέσα από το κινητό του τηλέφωνο, να

- Στείλει κανονική εντολή εκκίνησης ή στάσης των αντλιών, οι οποίες θα εκκινήσουν σύμφωνα με τις συνθήκες που ορίζει το λογισμικό του controller αλλά και τους περιορισμούς των επιτηρητών και της προστασίας του πίνακα.

- Μπορεί ο ίδιος χρήστης, να εκκινήσει όποιον κινητήρα επιθυμεί έχοντας θέσει σε κατάσταση χειροκίνητης λειτουργίας το αντλιοστάσιο (πάντα μέσα από το κινητό του τηλέφωνο ή από υπολογιστή του scada)

- Μπορεί να κάνει μεταγωγή σε κινητήρα, όπου υπάρχουν σχετικές περιπτώσεις.

- Μπορεί να ρωτήσει απ'ευθείας το αντλιοστάσιο για την κατάσταση ή την τιμή οποιασδήποτε μεταβλητής με άμεση απάντηση.

- Μπορεί να ορίσει το ύψος της στάθμης του νερού μιας δεξαμενής, που θα ενεργοποιεί την στάση του κινητήρα. Το ίδιο και για την στάθμη εκκίνησης.

- Μπορεί να κλειδώσει την λειτουργία του αντλιοστασίου ή της δεξαμενής (περιπτώσεις συντήρησης)
- Μπορεί να ενεργοποιεί περιοδική ενημέρωση από κάποια μονάδα αντλιοστάσιο δεξαμενής, στέλνοντας το χρόνο και το ID της μονάδας στον server

Πλεονεκτήματα από την χρήση των αυτοματισμών

Με την εφαρμογή των σύγχρονων αυτών αυτοματισμών επιτυγχάνεται

- η εξοικονόμηση νερού και ενέργειας
- ο πληρέστερος έλεγχος και η ορθολογική διαχείριση του δικτύου
- η εξασφάλιση της ποιότητας του νερού

Συμπεράσματα

Η άρδευση αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα κομμάτια στην μελέτη και κατασκευή ενός γηπέδου ποδοσφαίρου με φυσικό χλοοτάπητα διότι το νερό αποτελεί το βασικό στοιχείο του κύκλου ζωής όλων των φυτών και των καλλιεργειών.

Στην μελέτη μας προσπαθήσαμε και υπολογίσαμε βασικά μεγέθη όπως είναι η εξατμισοδιαπνοή και η δόση άρδευσης για να εφαρμοστεί η κατάλληλη ποσότητα νερού ώστε αυτό ούτε να υπερβαίνει τα όρια που χρειαζόμαστε και να γίνεται επιζήμιο, ούτε να είναι λιγότερο και να μην έχουμε σωστή ανάπτυξη του χλοοτάπητα.

Στην συνέχεια αναλύσαμε τον τρόπο εγκατάστασης του αρδευτικού δικτύου και όλα τα εξαρτήματα, τις σωληνώσεις και τα μηχανήματα που θα χρειαστούν ώστε να πραγματοποιηθεί αυτό.

Τέλος εφαρμόσαμε στο αρδευτικό μας σύστημα διάφορους αυτοματισμούς οι οποίοι επιτρέπουν στον τεχνικό να επιβλέπει το σύστημα και να επεμβαίνει σε αυτό, ώστε οποιαδήποτε βλάβη ή πρόβλημα και αν προκύψει από απόσταση μέσω ενός ηλεκτρονικού υπολογιστή ή μέσω κινητού τηλεφώνου.

Προσπαθήσαμε λοιπόν να μελετήσουμε και να σχεδιάσουμε ένα αρδευτικό σύστημα που να ανταποκρίνεται σε ένα υπερσύγχρονο γήπεδο όπως είναι αυτό που θέλει να κατασκευάσει η ΑΕΚ και ελπίζω η πολιτεία θα της το επιτρέψει ώστε να δημιουργηθεί ένα σύγχρονο στολίδι για τον αθλητισμό μας.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Μενέλαος Ε. Θεοχάρης «ΑΡΔΕΥΣΕΙΣ» ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΤΕΙ ΗΠΕΙΡΟΥ, ΑΡΤΑ 2013
2. Ζαφείρη Γ. Παπαζαφειριου «ΑΡΧΕΣ ΚΑΙ ΠΡΑΚΤΙΚΗ ΤΩΝ ΑΡΔΕΥΣΕΩΝ» ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΖΗΤΗ, ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 1998
3. Γ. Τσακίρης «ΑΝΑΓΚΕΣ ΣΕ ΑΡΔΕΥΤΙΚΟ ΝΕΡΟ» ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ, ΑΠΡΙΛΙΟΣ 2004
4. Ιντερνέτ: [el.Wikipedia.org/wiki/Στάδιο Αγία Σοφία](http://el.Wikipedia.org/wiki/Στάδιο_Αγία_Σοφία)
5. Ιντερνέτ: [el.Wikipedia.org/wiki/Στάδιο Νίκος Γκούμας](http://el.Wikipedia.org/wiki/Στάδιο_Νίκος_Γκούμας)
6. Ιντερνέτ: www.stadia.gr
7. Ιντερνέτ: www.wehellas.gr
8. Ιντερνέτ: www.geo.auth.gr/courses
9. Ιντερνέτ: theoxar2.meebly.com/uploads
10. Ιντερνέτ: www.prosodol.gr
11. Ιντερνέτ: www.gemak.gr
12. Ιντερνέτ: [el.Wikipedia.org/wiki/Γήπεδο Ποδοσφαίρου](http://el.Wikipedia.org/wiki/Γήπεδο_Ποδοσφαίρου)
13. Ιντερνέτ: www.epo.gr/kanonismoι/pdf
14. Ιντερνέτ: www.karina.gr
15. Ιντερνέτ: www.eger.gr/προϊόντα
16. Ιντερνέτ: el.science.wikia.com/wiki/Τηλεματική
17. Ιντερνέτ: www.nanosoft.gr/pumps.php
18. Ιντερνέτ: www.evath.eu/drilling-pumps.html
19. Ιντερνέτ: www.evdos.gr
20. Ιντερνέτ: www.toptsis.gr/product-category
21. Ιντερνέτ: www.chryssafitis.gr
22. Ιντερνέτ: 3126.gr.all.biz/fysghghia-me-filtro
23. Ιντερνέτ: roometra.blogspot.gr
24. Ιντερνέτ: www.rainbird.gr
25. Ιντερνέτ: www.bratis.gr

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΜΕ ΠΙΝΑΚΕΣ

ΠΙΝΑΚΑΣ 1: Τιμές του σταθμιστικού παράγοντα W.

Θερμοκρασία	Υψόμετρο (m)				Θερμοκρασία	Υψόμετρο (m)			
	0	500	1000	2000		0	500	1000	2000
2	0,43	0,45	0,46	0,49	22	0,71	0,72	0,73	0,75
4	0,46	0,48	0,49	0,52	24	0,73	0,74	0,75	0,77
6	0,49	0,51	0,52	0,55	26	0,75	0,76	0,77	0,79
8	0,52	0,54	0,55	0,58	28	0,77	0,78	0,79	0,81
10	0,55	0,57	0,58	0,61	30	0,78	0,79	0,80	0,82
12	0,58	0,60	0,61	0,64	32	0,80	0,81	0,82	0,84
14	0,61	0,62	0,64	0,66	34	0,82	0,82	0,84	0,85
16	0,64	0,65	0,66	0,69	36	0,83	0,84	0,85	0,86
18	0,66	0,67	0,69	0,71	38	0,84	0,85	0,86	0,87
20	0,68	0,70	0,71	0,73	40	0,85	0,86	0,87	0,88

ΠΙΝΑΚΑΣ 2: Μέση θεωρητική ηλιοφάνεια, N, κατά μήνα και γεωγραφικό πλάτος.

Μήνας	Βόρειο Γεωγραφικό Πλάτος					
	32°	34°	36°	38°	40°	42°
Ιανουάριος	10,3	10,2	10,0	9,8	9,6	9,4
Φεβρουάριος	11,3	11,0	10,9	10,8	10,7	10,6
Μάρτιος	12,0	11,9	11,9	11,9	11,9	11,9
Απρίλιος	13,0	13,1	13,1	13,2	13,3	13,4

Μάιος	13,8	13,9	14,1	14,3	14,4	14,6
Ιούνιος	14,2	14,4	14,6	14,8	15,0	15,2
Ιούλιος	14,1	14,2	14,4	14,6	14,7	14,9
Αύγουστος	13,3	13,4	13,5	13,6	13,7	13,9
Σεπτέμβριος	12,4	12,4	12,4	12,5	12,5	12,6
Οκτώβριος	11,4	11,3	11,3	11,2	11,2	11,1
Νοέμβριος	10,5	10,4	10,2	10,1	10,0	9,8
Δεκέμβριος	10,0	9,9	9,7	9,5	9,3	9,1

ΠΙΝΑΚΑΣ 3: Θεωρητική ηλιακή ακτινοβολία, R_a , κατά μήνα και γεωγραφικό πλάτος.

Μήνας	Βόρειο Γεωγραφικό Πλάτος					
	32°	34°	36°	38°	40°	42°
Ιανουάριος	8,3	7,9	7,4	6,9	6,4	5,9
Φεβρουάριος	10,2	9,8	9,4	9,0	8,6	8,6
Μάρτιος	12,8	12,4	12,1	11,8	11,4	11,0
Απρίλιος	15,0	14,8	14,7	14,5	14,3	14,0
Μάιος	16,5	16,5	16,4	16,4	16,4	16,2
Ιούνιος	17,0	17,1	17,2	17,2	17,3	17,3
Ιούλιος	16,8	16,8	16,7	16,7	16,7	16,7
Αύγουστος	15,6	15,5	15,4	15,3	15,2	15,0
Σεπτέμβριος	13,6	13,4	13,1	12,8	12,5	12,2
Οκτώβριος	11,2	10,8	10,6	10,0	9,6	9,1
Νοέμβριος	9,0	8,5	8,0	7,5	7,0	6,5
Δεκέμβριος	7,8	7,2	6,6	6,1	5,7	5,2

ΠΙΝΑΚΑΣ 4: Πίεση κορεσμού των υδρατμών, **ea**, για διάφορες θερμοκρασίες του αέρα, σε mbar.

Θερμοκρασία °C	ea mbar	Θερμοκρασία °C	ea mbar	Θερμοκρασία °C	ea mbar	Θερμοκρασία °C	ea mbar
0	6,1	10	12,3	20	23,4	30	42,4
1	6,6	11	13,1	21	24,9	31	44,9
2	7,1	12	14,0	22	26,4	32	47,6
3	7,6	13	15,0	23	28,1	33	50,3
4	8,1	14	16,0	24	29,8	34	53,2
5	8,7	15	17,1	25	31,7	35	56,2
6	9,3	16	18,2	26	33,6	36	59,4
7	10,0	17	19,4	27	35,7	37	62,8
8	10,7	18	20,6	28	37,8	38	66,3
9	11,5	19	22,0	29	40,1	39	69,9

ΠΙΝΑΚΑΣ 5: Συντελεστής C, ως συνάρτηση του Rs, του RHmax, του $u_d = u_2$ και του λόγου u_d/u_n .

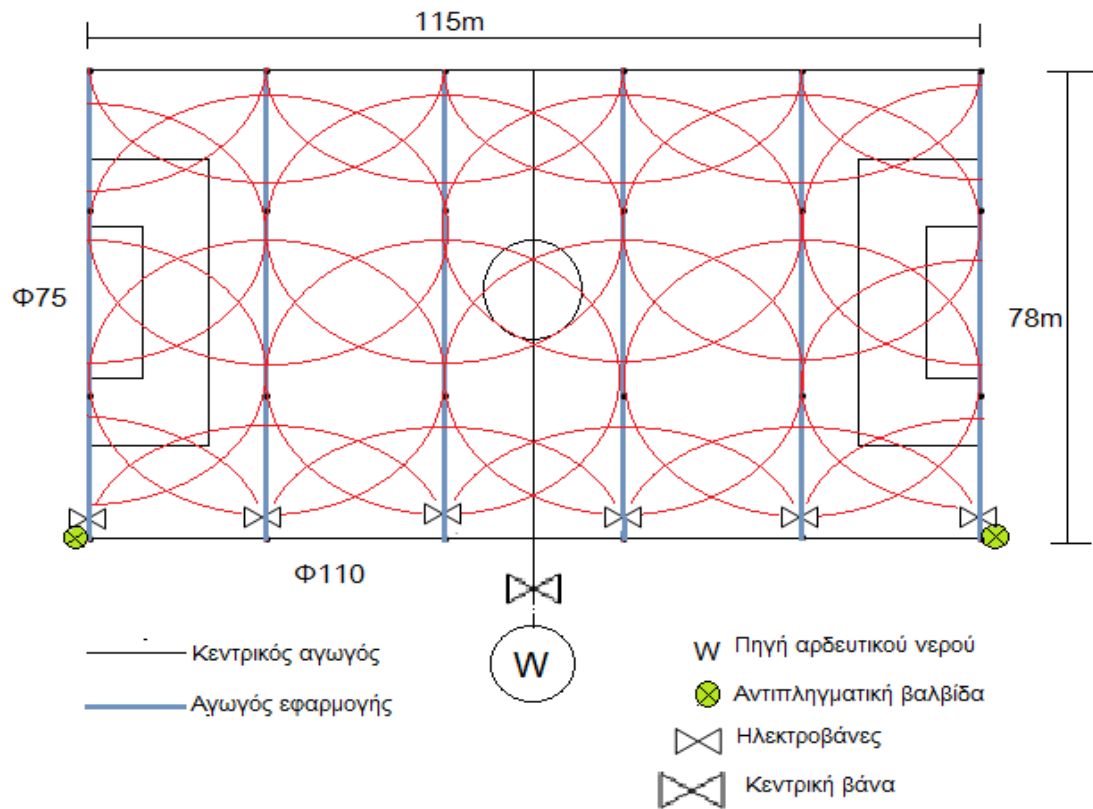
U ημέρας m/sec	RHmax=30%				RHmax=60%				RHmax=90%			
	Ηλιακή ακτινοβολία (Rs), mm/ημέρα											
	3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9	12
1. Uημέρα/Uνύχτα = 1,0												
0	0,86	0,90	1,00	1,00	0,96	0,98	1,05	1,05	1,02	1,06	1,10	1,10
3	0,64	0,71	0,82	0,89	0,78	0,86	0,94	0,99	0,85	0,92	1,01	1,05
6	0,43	0,53	0,68	0,79	0,62	0,70	0,84	0,93	0,72	0,82	0,95	1,00
9	0,27	0,41	0,59	0,70	0,50	0,60	0,75	0,87	0,62	0,72	0,87	0,96
2. Uημέρα / Uνύχτα=2,0												
0	0,86	0,90	1,00	1,00	0,96	0,98	1,05	1,05	1,02	1,06	1,10	1,10
3	0,69	0,76	0,85	0,92	0,83	0,91	0,99	1,05	1,89	0,98	1,10	1,14
6	0,53	0,61	0,74	0,84	0,70	0,80	0,94	1,02	0,79	0,92	1,05	1,12
9	0,37	0,48	0,65	0,76	0,59	0,70	0,84	0,95	0,71	0,81	0,96	1,06
3. Uημέρα/Uνύχτα=3,0												
0	0,86	0,90	1,00	1,00	0,96	0,98	1,05	1,05	1,02	1,06	1,10	1,10
3	0,76	0,81	1,88	1,94	0,87	0,96	1,06	1,12	0,94	1,04	1,18	1,28
6	0,61	0,68	0,81	0,88	0,77	0,88	1,02	1,10	0,86	1,01	1,15	1,22
9	0,46	0,56	0,72	0,82	0,67	0,79	0,88	1,05	0,78	0,92	1,06	1,18
4. Uημέρα/Uνύχτα=4,0												
0	0,86	0,90	1,00	1,00	0,96	0,98	1,05	1,05	1,02	1,06	1,10	1,10
3	0,79	0,84	0,92	0,97	0,92	1,00	1,11	1,19	0,99	1,10	1,27	1,32
6	0,68	0,77	0,87	0,93	0,85	0,96	1,11	1,19	0,94	1,10	1,26	1,33
9	0,55	0,65	0,78	0,90	0,76	0,88	1,02	1,14	0,88	1,01	1,16	1,27

ΠΙΝΑΚΑΣ 6: Φυτικοί συντελεστές (Kc) χορτοδοτικών καλλιεργειών κατά τους Doorenbos και Pruitt.

Κλιματικές συνθήκες	Kc	Καλλιέργεια			
		Μηδική	Χόρτο για σανό	Τριφύλλι, χόρτο, ψυχανθή	Λιβάδια
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Υγρό κλίμα, ελαφρός μέχρι μέτριος άνεμος	Kc(mean)	0,85	0,80	1,00	0,95
	Kc(max)	1,05	1,05	1,05	1,05
	Kc(min)*	0,50	0,60	0,55	0,55
Ξερό κλίμα, ελαφρός μέχρι μέτριος άνεμος	Kc(mean)	0,95	0,90	1,05	1,00
	Kc(max)	1,15	1,10	1,15	1,10
	Kc(min)*	0,40	0,55	0,55	0,50
Δυνατός άνεμος, ανεξάρτητα ατμ. υγρασίας	Kc(mean)	1,05	1,00	1,10	1,05
	Kc(max)	1,25	1,15	1,20	1,15
	Kc(min)	0,30	0,50	0,55	0,50

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΜΕ ΣΧΕΔΙΟ ΔΗΠΕΔΟΥ

Αρδευτικό σχέδιο 1



Αρδευτικό σχέδιο 2

