



ΑΝΩΤΑΤΟ
 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΜΕΣΣΟΛΟΓΓΙΟΥ
 ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
 ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΩΝ & ΑΡΔΕΥΣΕΩΝ
 ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΦΗΡΜΟΣΜΕΝΗΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ
 ΜΗΧΑΝΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

ΘΕΜΑ:

“ΠΙΛΟΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ
 ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ ΑΡΔΕΥΣΕΩΝ”

Ονοματεπώνυμο Σπουδαστή :

Γεώργιος Παπαγεωργίου
 Σπυριδώνης Αλεξοπούλης
 Σωτήριος Ζαχαρίας

Ονοματεπώνυμο Επιβλεπόντος :

Αθανάσιος Κωνσταντίνου

Ημερομηνία Υποβολής :

30/08/2002

Τ.Ε.Ι. ΜΕΣΣΟΛΟΓΓΙΟΥ
 ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ
 Αριθ. Εισαγωγής: 77

ΜΕΣΣΟΛΟΓΓΙ 2002

Ευχαριστίες

Θα θέλαμε να εκφράσουμε τις θερμές μας ευχαριστίες στον επιβλέποντα καθηγητή μας, κ. Κουλόπουλο Αθανάσιο, ο οποίος μας εμπιστεύτηκε ένα τόσο ενδιαφέρον και περίπλοκο θέμα. Τον ευχαριστούμε επίσης, για την καθοδήγηση του καθ' όλη τη διάρκεια της συγγραφής της πτυχιακής μελέτης, καθώς και για τον γόνιμο διάλογο που υπήρξε καθοριστικός για την εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων.

Επίσης, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τα μέλη της εξεταστικής επιτροπής, τον Πρόεδρο του Τ.Ε.Ι. Μεσολογγίου, Δρ. Α. Παναγιωτόπουλο και τον Προϊστάμενο του Τμήματος ΓΕ.Μ.Α, Δρ. Ν. Μπατσούλα.

Ακόμη, θα θέλαμε να εκφράσουμε τις θερμές μας ευχαριστίες στον υπεύθυνο της Γραμματείας του Τμήματος, κ. Π. Κατσαρό, για όλη τη βοήθεια και την υποστήριξη που μας παρείχε.

Τέλος, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε θερμά τους γονείς μας και τις οικογένειες μας για την ηθική και οικονομική βοήθεια που μας παρείχαν άπλετα καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μας.

Π Ε Ρ Ι Ε Χ Ο Μ Ε Ν Α

1.	Εισαγωγή	1
1.1.1.	Σκοπός του εργαστηρίου	1
1.1.2.	Τομείς στους οποίους θα διακρίνεται το εργαστήριο	2
1.1.3.	Χωροθέτηση των στοιχείων που αποτελούν τη μονάδα του εργαστηρίου	2
1.1.4.	Διάταξη των χώρων	3
1.1.5.	Σκοπός που θα εξυπηρετείται από κάθε στοιχείο του εργαστηρίου	6
1.1.6.	Τρόπος λειτουργίας του συστήματος	7
2.	Τεχνητή Βροχή	8
2.1.1.	Σκοπός του εργαστηρίου της Τεχνητής Βροχής	8
2.1.2.	Υδραυλικά χαρακτηριστικά του δικτύου	8
2.1.3.	Ένταση της Τεχνητής Βροχής	9
2.1.4.	Μεταβολή της έντασης της Τεχνητής Βροχής	12
2.1.5.	Μεταβολή της επιφάνειας άρδευσης ανά εκτοξευτήρα	12
2.1.6.	Μεταβολή της παροχής του εκτοξευτήρα	13
2.1.7.	Μεταβολή της θέσεως της γραμμής άρδευσης	13
2.1.8.	Μαθηματική ανάλυση της μεταβολής της έντασης της βροχής	14
2.2.1.	Έλεγχος του ρυθμιστή πίεσης στην παροχή	17
2.2.2.	Το φαινόμενο της υπερπίεσης	18
2.2.3.	Επίλυση του προβλήματος της υπερπίεσης	21
2.2.4.	Η βαλβίδα εκτόνωσης σε συνεργασία με τους ρυθμιστές πίεσης	21
2.2.5.	Τιμές εργασίας για την πίεση της βαλβίδας εκτόνωσης	23
2.2.6.	Παροχή κατανάλωσης του δικτύου	24
2.2.7.	Μέγιστη παροχή κατανάλωσης του δικτύου	24
2.2.8.	Επιλογή της αντλίας	24
2.2.9.	Διάφοροι παράγοντες που περιορίζουν τις επιλογές μας για τους εκτοξευτήρες – παροχή του δικτύου	24
2.3.1.	Περιγραφή του δικτύου	26
2.4.1.	Υπολογισμός υδραυλικών χαρακτηριστικών των τριών βασικών διατάξεων	35
2.4.2.	Υδραυλικά χαρακτηριστικά	35
2.4.3.	Εύρεση της μέγιστης παροχής κατανάλωσης	35
2.4.4.	Προσδιορισμός της παροχής σε κάθε δίκτυο	36
2.4.5.	Υπολογισμός απωλειών της κύριας γραμμής στη μέγιστη παροχή κατανάλωσης	38
2.4.6.	Εύρεση γραμμικής απώλειας του κύριου αγωγού	40
2.4.7.	Εύρεση συνολικής πτώσης πίεσης της κύριας γραμμής στη μέγιστη παροχή κατανάλωσης	40

2.4.8.	Υπολογισμός απωλειών της γραμμής άρδευσης της διατάξεως κατά πλάτος στην παροχή κατανάλωσης	41
2.4.9.	Εύρεση γραμμικής απώλειας της γραμμής άρδευσης Ø40	42
2.4.10.	Εύρεση συνολικών απωλειών της γραμμής άρδευσης Ø40	43
2.4.11.	Υπολογισμός απωλειών της γραμμής άρδευσης της διατάξεως κατά μήκος στην παροχή κατανάλωσης	43
2.4.12.	Εύρεση γραμμικής απώλειας της γραμμής άρδευσης Ø50	45
2.4.13.	Εύρεση συνολικών απωλειών της γραμμής άρδευσης Ø50	45
2.5.1.	Περιγραφή και επεξήγηση του κυκλώματος επιστροφής του νερού	46
2.6.1.	Καθορισμός στη δημιουργία οπών στη γραμμή άρδευσης για την τοποθέτηση των εκτοξευτήρων κατά πλάτος	49
2.6.2.	Καθορισμός στη δημιουργία οπών στη γραμμή άρδευσης για την τοποθέτηση των εκτοξευτήρων κατά μήκος	51
2.6.3.	Διαμόρφωση διάταξης των εκτοξευτήρων για διαφορετικές ακτίνες εκτόξευσης κατά μήκος	53
2.6.4.	Διαμόρφωση διάταξης των εκτοξευτήρων για διαφορετικές ακτίνες εκτόξευσης κατά πλάτος	54
2.7.1.	Διαμόρφωση του εργαστηρίου της Τεχνητής Βροχής στον αγρό	56
2.7.2.	Διαμόρφωση των γραμμών άρδευσης	56
2.7.3.	Επιλογή των εκτοξευτήρων	59
2.7.4.	Επιλογή του μακροεκτοξευτή ή κανόνι	60
2.7.5.	Συγκερασμός των διαστάσεων του αγροτεμαχίου με τις διατάξεις των αγωγών εφαρμογής και των εκτοξευτήρων	61
2.7.6.	Έλεγχος των αποστάσεων κάλυψης των εκτοξευτήρων με τα όρια του αγροτεμαχίου	62
3.	Επιφανειακή Άρδευση	72
3.1.1.	Σκοπός του εργαστηρίου Γεωργικής Υδραυλικής με ανοικτούς αγωγούς	72
3.1.2.	Περιγραφή του εργαστηρίου της Γεωργικής Υδραυλικής (άρδευση με αυλάκια)	72
3.1.3.	Η διώρυγα	73
3.1.4.	Υπολογισμός της χωρητικότητας της δεξαμενής τέρματος	75
3.1.5.	Δεξαμενή τέρματος	77
3.2.1.	Ρύθμιση της στάθμης πάνω από τα φράγματα	78
3.2.2.	Φράγματα – Υπερχειλιστές	79
3.2.3.	Το πρώτο φράγμα της διώρυγας – Ο ορθογωνικός υπερχειλιστής	80
3.2.4.	Εξίσωση ορθογωνικού υπερχειλιστή	82
3.2.5.	Το δεύτερο φράγμα της διώρυγας – Ο τριγωνικός υπερχειλιστής	83
3.2.6.	Εξίσωση τριγωνικού υπερχειλιστή	85
3.2.7.	Υλικό κατασκευής των φραγμάτων	85

3.2.8.	Τρόπος συγκράτησης των φραγμάτων	86
3.2.9.	Ο αγωγός ελέγχου της παροχής των φραγμάτων	86
3.3.1.	Καθορισμός των φάσεων λειτουργίας του συστήματος	88
3.3.2.	Άρδευση με αυλάκια	89
3.3.3.	Η παροχή της ροής κυκλοφορίας	92
3.3.4.	Αρχική δεξαμενή	92
3.4.1.	Υπολογισμός του αγωγού κυκλοφορίας και της αντλίας	93
3.5.1.	Υλικά και κατασκευές που απαιτούνται για το Εργαστήριο της Γεωργικής Υδραυλικής	98
3.5.2.	Υπολογισμός του κόστους κατασκευής δεξαμενών – διώρυγας από σκυρόδεμα	98
3.5.3.	Κατασκευή οπής στο έδαφος για την τοποθέτηση της δεξαμενής τέλους	100
3.5.4.	Λαμαρίνες κάλυψης των δεξαμενών	100
3.5.5.	Τρόπος συγκράτησης των καλυμμάτων	101
3.6.1.	Υλικά για το αντλιοστάσιο	102
3.6.2.	Υδρολίπανση	102
3.6.3.	Υλικά που απαιτούνται για την τροποποιημένη μέθοδο του Penman	102
3.6.4.	Υλικά που απαιτούνται για τον έλεγχο της εδαφικής υγρασίας	102
3.6.5.	Υλικά που απαιτούνται για τον έλεγχο της βροχόπτωσης	103
3.6.6.	Υλικά αυτοματισμού	103
4.	Στάγδην Άρδευση	115
4.1.1.	Σκοπός του εργαστηρίου	115
4.1.2.	Συστήματα άρδευσης που θα εγκατασταθούν στο εργαστήριο σταγόνας – μικροεκτοξευτήρων	115
4.1.3.	Αγροτεμάχια που έχουν χαραχθεί στην έκταση του εργαστηρίου	115
4.2.1.	Pop-ups ή αλλιώς αναδύμενοι εκτοξευτήρες από το έδαφος	117
4.2.2.	Pop-ups που θα χρησιμοποιηθούν στο εργαστήριο	117
4.3.1.	Κρουστικά Pop-ups	118
4.4.1.	Γραναζωτά Pop-ups	122
4.5.1.	Στατικά Pop-ups	126
4.6.1.	Στάγδην άρδευση	130
4.6.2.	Η σταγόνα που θα χρησιμοποιηθεί στο εργαστήριο	130
4.6.3.	Γραμμική σταγόνα – Ευθύγραμμος σταλακτηφόρος αγωγός	131
4.6.4.	Γραμμική σταγόνα με πλευρικούς σταλάκτες	135
4.6.5.	Γραμμική σταγόνα με πλευρικούς ρυθμιζόμενους σταλάκτες	138
4.7.1.	Μικροεκτοξευτήρες	142
4.7.2.	Οι μικροεκτοξευτήρες που θα χρησιμοποιηθούν στο αγροτεμάχιο του εργαστηρίου	142

4.7.3.	Περιστρεφόμενοι μικροεκτοξευτήρες	142
4.7.4.	Στατικοί μικροεκτοξευτήρες	147
4.8.1.	Σύστημα By – Pass, για αυτόματο και χειροκίνητο έλεγχο	151
4.8.2.	Τεμάχια αγωγού στις υδροληψίες	160
4.9.1.	Κύριος και Δευτερεύοντες αγωγοί μεταφοράς	161
4.10.1.	Φρεάτια των συστημάτων By – Pass	166
4.11.1.	Εγκατάσταση χλοοτάπητα στον χώρο των κρουστικών και γρναζωτών Pop-ups	168
4.11.2.	Βελτίωση του εδάφους	168
4.11.3.	Επιλογή του μίγματος σπόρων	168
4.11.4.	Ποσότητα του σπόρου που θα χρησιμοποιηθεί	169
4.11.5.	Βασική λίπανση του αγρού πριν τη σπορά	169
4.11.6.	Επιφανειακό στρώσιμο τύρφης με άμμο, μετά τη σπορά	169
5.	Ο κήπος του εργαστηρίου	171
5.1.1.	Ο σκοπό της ύπαρξης του κήπου	171
5.1.2.	Βελτίωση του εδάφους	171
5.1.3.	Εγκατάσταση χλοοτάπητα στον κήπο	171
5.1.4.	Φυτά που θα χρησιμοποιηθούν στον κήπο	172
5.1.5.	Αναλυτική αναφορά των φυτών του κήπου	173
5.1.6.	Εγκατάσταση δικτύου άρδευσης στον κήπο	176
5.1.7.	Η κύρια γραμμή μεταφοράς του κήπου	176
6.	Αυτοματισμοί	183
6.1.1.	Επιλογή των τμημάτων του Εργαστηρίου που θα εφαρμοστούν οι αυτοματισμοί	183
6.1.2.	Πως θα εγκατασταθούν τα συστήματα ελέγχου και παρέμβασης	183
6.1.3.	Που θα επεμβαίνουν οι αυτοματισμοί	184
6.1.4.	Τρόπος σύνδεσης με τον ηλεκτρονικό υπολογιστή	184
6.1.5.	Το software του Η/Υ	185
6.1.6.	Δυνατότητα πραγματοποίησης της άρδευσης χωρίς τη χρησιμοποίηση του Η/Υ	185
6.1.7.	Εφαρμογή της μεθόδου του Penman	185
6.1.8.	Τροποποιημένη μέθοδος του Penman	187
6.2.1.	Πυρανόμετρο UVB – 1	190
6.2.2.	Πυρανόμετρο PMA 2141	190
6.2.3.	Μηχανισμός μεταβολής της θέσης του οργάνου – Two Axis	192
6.2.4.	Πυρηλιόμετρο KOSHIN SR-010	192
6.3.1.	Πυρηλιόμετρα DN5 και DN5-E για άμεση ηλιακή ακτινοβολία	194
6.3.2.	Αυτόματο σύστημα ηλιακής αντίχενυσης του ήλιου	195
6.4.1.	Οδηγός χρήσης τασιμέτρου	198
6.4.2.	Θεωρία λειτουργίας	199
6.4.3.	Προετοιμασία για την εγκατάσταση	199
6.4.4.	Ρυθμίσεις του ύψους στήλης	201
6.4.5.	Σημειώνοντας το βάθος εγκατάστασης και το ύψος της στήλης νερού	202

6.4.6.	Εγκατάσταση – Τοποθέτηση	203
6.4.7.	Χειρισμός – Λειτουργία	204
6.5.1.	Τασίμετρο εισαγωγής για φυτά γλάστρας, κλωβούς και ρηχά υποστρώματα	205
6.5.2.	Τεχνική περιγραφή	205
6.5.3.	Επεξήγηση των ενδείξεων του τασιμέτρου	206
6.5.4.	Πότε θα πρέπει να λαμβάνονται οι μετρήσεις	206
6.5.5.	Με ποιο τρόπο θα πρέπει να καταγράφονται οι μετρήσεις	207
6.5.6.	Τασίμετρα τύπου SWT 3, 5, και 6	207
6.5.7.	Εφαρμογές	208
6.5.8.	Παροχή ενέργειας και ρύθμιση δεδομένων	208

1. Εισαγωγή

1.1.1. Σκοπός του εργαστηρίου

Ο σκοπός της υπάρξεως του εργαστηρίου των αρδεύσεων, είναι η αναγκαιότητα που προκύπτει για τις μελέτες – εργασίες των σπουδαστών του Τμήματος Γεωργικών Μηχανών και Αρδεύσεων (ΓΕ.Μ.Α) του Τ.Ε.Ι. Μεσολογγίου, οι οποίες θα πρέπει να πραγματοποιούνται υπό κανονικές συνθήκες.

Είναι αποδεδειγμένο πως στη διδακτική μέθοδο, κάποιοι από τους παράγοντες που χαρακτηρίζουν ως ορθή τη διδασκαλία είναι ο λογικός και ο ψυχολογικός. Με τον λογικό παράγοντα, υπάρχουν μέθοδοι έρευνας με τις οποίες βρίσκουμε την αλήθεια και αυτές είναι κυρίως η ανάλυση και η σύνθεση, με τον ψυχολογικό παράγοντα υπάρχουν μέθοδοι που αποσκοπούν στις ψυχικές λειτουργίες του σπουδαστή όπως η προσοχή, το συναίσθημα, η μνήμη κ.α.

Αυτούς τους δυο παράγοντες τείνει να εξυπηρετήσει η ύπαρξη αυτής της μονάδος, αφού θα έχει χώρους πειραματισμού και έρευνας. Η εκπαιδευτική διαδικασία, θα πραγματοποιείται σε υπαίθριο χώρο με όμορφο από άποψη αισθητικής περιβάλλον, που θα δημιουργεί στους σπουδαστές ευχάριστα συναισθήματα, θα προκαλεί την προσοχή τους και ταυτόχρονα τη διάθεση για ενεργή συμμετοχή στο μάθημα.

Από τα παραπάνω, είναι κατανοητό πως ένα εργαστήριο στον τομέα των αρδεύσεων, αποτελεί έναν αναβαθμισμένο παράγοντα του εκπαιδευτικού επιπέδου του Τμήματος ΓΕ.Μ.Α, καθώς και έναν χώρο μελέτης και έρευνας σε θέματα που αφορούν την άρδευση, υπό συνθήκες πραγματικές.

Εκπαιδευτικός ρόλος

Το πεδίο κάλυψης των εκπαιδευτικών αναγκών του εργαστηρίου θα έχει ως βασικό άξονα, την εφαρμογή των διαφόρων μεθόδων άρδευσης και την επαφή με τον μηχανολογικό εξοπλισμό που απαρτίζει την κάθε μονάδα.

Το κύριο αντικείμενο λοιπόν, θα είναι ο μηχανολογικός εξοπλισμός και ο τρόπος χειρισμού του σε θέματα αυτοματισμού (παρεμβάσεις, ρυθμίσεις κ.α), καθώς και εφαρμογής του σε πραγματική βάση.

Ερευνητικός ρόλος

Εκτός από τον εκπαιδευτικό χαρακτήρα, θα υπάρχει και καθαρά ερευνητικό τμήμα. Η εφαρμογή της έρευνας μπορεί να πραγματοποιηθεί σε θέματα γεωργικής υδραυλικής, υδραυλικής και ροής ρευστών σε κλειστούς και ανοικτούς αγωγούς.

Ένα άλλο τμήμα έρευνας, μπορεί να γίνει στο επίπεδο της επίδρασης που έχει η άρδευση στις καλλιέργειες, καθώς και τις επιπτώσεις από τον λανθασμένο χειρισμό της κάθε μιας από τις μεθόδους άρδευσης, που πραγματοποιούνται στο εργαστήριο. Εδώ πρέπει να σημειωθεί ότι το δείγμα των πειραματισμών είναι μικρό, λόγω της περιορισμένης έκτασης του εργαστηρίου.

Παρ' όλα αυτά, μπορούν να γίνουν μελέτες σε μικρό επίπεδο, ως προς τη συμπεριφορά των φυτών, που θα έχουν σχετικά μικρή πρακτική αξία για τις γεωργικές εφαρμογές, αλλά είναι αρκετά σημαντικές για την εκπαίδευση των σπουδαστών.

1.1.2. Τομείς στους οποίους θα διακρίνεται το εργαστήριο

Στο εργαστήριο των αρδεύσεων θα γίνεται εφαρμογή των παρακάτω μεθόδων άρδευσης:

- Επιφανειακή άρδευση
- Καταιονισμός
- Στάγδην άρδευση
- Άρδευση κήπου

Ένας ξεχωριστός χώρος στον οποίο θα διακρίνεται η μονάδα θα είναι το αντλιοστάσιο, στο οποίο θα βρίσκεται ένα πολύ σημαντικό μέρος του μηχανολογικού εξοπλισμού της μονάδος.

Επίσης, θα υπάρχει ένα τμήμα που θα περιλαμβάνει διάφορους αυτοματισμούς και συστήματα παρέμβασης στο δίκτυο. Οι εντολές παρέμβασης θα προέρχονται από ένα τελευταίο τμήμα, αυτό των οργάνων παρακολούθησης.

Τα όργανα παρακολούθησης, θα ελέγχουν και θα καταγράφουν τα στοιχεία που σχετίζονται με την ανάπτυξη των φυτών, όπως για παράδειγμα οι μετεωρολογικές συνθήκες και η κατάσταση του εδάφους. Με την καταγραφή αυτή, θα υπάρχει αυτόματη παρέμβαση στο σύστημα.

1.1.3. Χωροθέτηση των στοιχείων που αποτελούν τη μονάδα του εργαστηρίου

Η διάταξη των χώρων που θα εγκατασταθούν τα επιμέρους τμήματα του εργαστηρίου, πρέπει να κινείται πάνω σε δυο βασικούς άξονες:

I. Τη χωρητικότητα – λειτουργικότητα

II. Την εργονομία των χώρων

Σύμφωνα με αυτούς τους δυο άξονες και την περιορισμένη έκταση του εργαστηρίου, πρέπει να γίνει η πληρέστερη εκμετάλλευση του χώρου, χωρίς όμως να ζημιωθούν οι παραπάνω απαιτήσεις.

Στη συνέχεια, ακολουθεί η περιγραφή του εργαστηρίου ως προς τους χώρους, τη λειτουργία και τα προβλήματα που περιορίζουν το εύρος των κατασκευαστικών επιλογών.

1.1.4. Διάταξη των χώρων

Επιφανειακή άρδευση

Για τη μέθοδο της επιφανειακής άρδευσης απαιτείται μεγάλος χώρος, ούτως ώστε να γίνει η εγκατάσταση του συστήματος, που συνεπάγεται μεγάλη έκταση. Στη μέθοδο αυτή περιλαμβάνονται η άρδευση με κατάκλυση, η άρδευση με λωρίδες, η άρδευση με λεκάνες και η άρδευση με αυλάκια.

Λόγω όμως του μικρού μεγέθους της διαθέσιμης έκτασης, η μοναδική μέθοδος που μπορεί να εφαρμοστεί με σχετικά μεγάλη επιτυχία και που θα αποτελέσει μια ενδεικτική μονάδα με πρακτική αξία, είναι η μέθοδος άρδευσης με αυλάκια.

Για την εφαρμογή της μεθόδου αυτής, απαιτούνται εγκαταστάσεις, όπως για παράδειγμα, επενδεδυμένη διώρυγα (συγκεκριμένου μήκους), δεξαμενή αποθήκευσης ύδατος κ.α. Το μήκος της διώρυγας πρέπει να είναι μεγαλύτερο από 30 m, ώστε το νερό που θα ρέει στον ανοικτό αγωγό, πριν την παροχέτευση των αυλακίων, να έχει στρωτή ροή.

Κατά τον τρόπο αυτό, η καταλληλότερη τοποθέτηση του συστήματος δεξαμενές ύδατος – διώρυγα, θα είναι κατά μήκος του αγροτεμαχίου. Το μήκος του θα είναι 50 m για τη διώρυγα και 4,5 m για τις δεξαμενές στην αρχή και το τέλος.

Το τμήμα που θα αρδεύεται από τα αυλάκια θα έχει ορθογωνικό σχήμα, με διαστάσεις 28,5 × 11 m.

Καταιονισμός

Στο σύστημα του καταιονισμού εφαρμόζεται η άρδευση με εκτοξευτήρες και με μακροεκτοξευτήρες (κανόνια).

Η διάταξη των εκτοξευτήρων που θα υπάρχουν εκεί θα είναι μεταβαλλόμενη, ενώ η έκταση του τμήματος του αγροτεμαχίου θα πρέπει να καλύπτει τουλάχιστον δυο γραμμές στο πλάτος και τρεις στο μήκος, ώστε να υπάρχει αλληλοκάλυψη των εκτοξευτήρων.

Αυτή η απόσταση υπάρχει για λόγους καθαρά πειραματικού μοντέλου (σε αντίθετη περίπτωση δεν θα είχε κανένα νόημα). Έτσι, η έκταση του αγρού που θα αρδεύεται με τη μέθοδο του καταιονισμού, θα είναι $35 \text{ m} \times 28,5 \text{ m}$.

Στάγδην άρδευση

Στη μέθοδο αυτή, υπάρχει ένα μεγάλο πεδίο έρευνας και είναι αδύνατον να καλυφθούν όλα από τη μονάδα αυτή. Έτσι, αυτά που έχουν επιλεγεί να εφαρμοστούν είναι η γραμμική σταγόνα, η γραμμική σταγόνα με πλευρικούς σταθερούς και ρυθμιζόμενους σταλάκτες, όλων των ειδών τα pop-ups (κρουστικά, γραναζωτά και στατικά) και μικροεκτοξευτήρες (περιστροφικοί και στατικοί).

Κατά τον τρόπο αυτό, το τμήμα του αγρού με τα κρουστικά pop-ups θα είναι $13,6 \times 13,6 \text{ m}$, με τα γραναζωτά $13 \times 13,6 \text{ m}$ και με τα στατικά $7,2 \times 12,4 \text{ m}$.

Τα αγροτεμάχια της σταγόνας είναι $17 \text{ m} \times 12,4 \text{ m}$ και το ίδιο ισχύει για τους μικροεκτοξευτήρες σε αντίστοιχο αγροτεμάχιο.

Αντλιοστάσιο

Το αντλιοστάσιο θα πρέπει να βρίσκεται στην αρχή του συγκροτήματος και να έχει διαστάσεις τέτοιες που να περιλαμβάνει όλα τα εξαρτήματα που απαιτούνται από το σύνολο των δικτύων, όπως για παράδειγμα τις αντλίες, τα φίλτρα, τα όργανα ελέγχου, τους ηλεκτρολογικούς πίνακες κ.α.

Επίσης, θα πρέπει να βρίσκεται τοποθετημένο κοντά στην κεντρική δεξαμενή αποθήκευσης του ύδατος. Έτσι, το εμβαδόν του θα είναι $13 \times 7,5 \text{ m}$.

Αποθήκη – Αίθουσα οργάνων παρακολούθησης

Θα υπάρχει μια δεύτερη αίθουσα στην οποία θα τοποθετηθούν τα στοιχεία παρακολούθησης και ελέγχου της μονάδας. Επίσης, στην αίθουσα αυτή θα πραγματοποιείται η διδασκαλία πάνω σε αυτά τα θέματα και για τον λόγο αυτό θα πρέπει να είναι ευρύχωρη, ώστε να καλύπτεται το τμήμα της μονάδας αλλά και οι σπουδαστές. Έτσι, το εμβαδόν της θα είναι $13 \times 7,5 \text{ m}$.

Στέγαστρο

Στο χώρο του εργαστηρίου θα υπάρχει μια έκταση που θα καλύπτεται από ένα στέγαστρο, προκειμένου εκεί να πραγματοποιούνται κάποια εδαφολογικά πειράματα

και μετρήσεις (εύρεση διηθητικότητας, υδραυλικής αγωγιμότητας κ.α), όταν οι καιρικές συνθήκες δεν επιτρέπουν την υπαίθρια διδασκαλία.

Το στέγαστρο αυτό θα έχει διαστάσεις $7,5 \times 11,25$ m, ενώ ακριβώς όμοια έκταση θα υπάρχει πίσω από αυτό, όπου θα ενδείκνυται για πειραματισμό σε θέματα άρδευσης (πχ. λεκάνες για τη μέτρηση της διηθητικότητας, χρήση εξατμισήμετρου κ.α).

Στο χώρο αυτό μπορεί να κατασκευαστεί υδατοπύργος μικρού ύψους.

Διάδρομοι

Στην κατασκευή των διαδρόμων έχει ληφθεί υπ' όψιν ένας απλός εργονομικός κανόνας. Ο κανόνας αυτός, είναι η δυνατότητα πρόσβασης σε όλα τα σημεία του συγκροτήματος, καθώς επίσης και η παρατήρηση από οποιοδήποτε σημείο, του κάθε ενός από τα τμήματα του εργαστηρίου.

Η πρόσβαση λοιπόν των παρατηρητών πρέπει να γίνεται με ευκολία και για τον λόγο αυτό υπάρχει άφθονος χώρος. Γύρω από κάθε τμήμα του αγρού, θα υπάρχει διάδρομος πλάτους 2 m.

Εκτός όμως από τους διαδρόμους, θα υπάρχει κι ένας βασικός δρόμος πλάτους 4 m, ο οποίος θα ξεκινάει μπροστά από το αντλιοστάσιο και αφού διατρέξει κατά μήκος όλο το συγκρότημα, θα τερματίζει στο τέλος του μήκους, εκεί που θα βρίσκονται τα αυλάκια.

Αυτός ο δρόμος, θα εξυπηρετεί την πρόσβαση διαφόρων γεωργικών μηχανημάτων (πχ. γεωργικός ελκυστήρας), που σκοπό έχουν τις καλλιεργητικές και τις εδαφικές συνθήκες της μονάδος (της τεχνητής βροχής και των αυλακιών). Επίσης, μπορούν να γίνουν μεταφορές βαρέων αντικειμένων μέσα στο συγκρότημα, χωρίς δυσκολία, καθώς μπορεί να κινηθεί ένας γεωργικός ελκυστήρας με πλατφόρμα σε οποιοδήποτε σημείο του αγρού.

Κήπος

Στο χώρο δίπλα από τα στατικά pop-ups θα εγκατασταθεί κήπος, ο οποίος θα είναι μικρός σε μέγεθος, αφού θα έχει διαστάσεις $9,8 \times 10,5$ m.

Σε σχέση με το συγκρότημα, θα βρίσκεται στην αρχή του και αποτελεί με τον τρόπο αυτό μια όμορφη αισθητική παρέμβαση. Πέραν αυτού όμως, η χρησιμότητα του σχετίζεται και με τη διδασκαλία της άρδευσης σε κήπους. Περισσότερα στοιχεία αναφέρονται στο κεφάλαιο που αναλύεται ο κήπος.

Κεντρική δεξαμενή αποθήκευσης ύδατος

Η θέση της κεντρικής δεξαμενής έχει καθοριστεί να είναι στη βορειοανατολική γωνία του αγρού και αντιστοιχεί σε μια έκταση 7×7 m. Το μέγεθος και η χωρητικότητα της κεντρικής δεξαμενής θα καθορισθεί σε ξεχωριστό κεφάλαιο.

1.1.5. Σκοπός που θα εξυπηρετείται από κάθε στοιχείο του εργαστηρίου

Επιφανειακή άρδευση – Διώρυγα

Το τμήμα αυτό εξυπηρετεί την άρδευση διαμέσου αυλακιών καθώς και τον πειραματισμό σε θέματα γεωργικής υδραυλικής, όπως η ροή σε ανοικτούς αγωγούς πάνω από φράγματα.

Καταιονισμός

Το τμήμα αυτό προορίζεται για τον πειραματισμό της τεχνητής βροχής και σε παράγοντες που την καθορίζουν, όπως για παράδειγμα υδραυλικά στοιχεία, διατάξεις εκτόξευσης κ.α.

Στάγδην άρδευση

Το τμήμα αυτό έχει κατασκευαστεί για εκπαιδευτικούς σκοπούς με επιδεικτική χρήση. Σε αυτό, θα γίνεται η χρήση αυτοματισμών, με αποτέλεσμα, να είναι μια αυτοχειριζόμενη μονάδα.

Κήπος

Στον κήπο θα γίνεται άρδευση με ειδικές συνθήκες και θα εξυπηρετεί εκπαιδευτικό ρόλο, ενώ ταυτόχρονα θα αναβαθμίζει την αισθητική του χώρου, δημιουργώντας ευνοϊκότερες συνθήκες στην εκπαιδευτική διαδικασία.

Κτήρια (αντλιοστάσιο – αίθουσα ελέγχου)

Το πρώτο κτήριο θα είναι το αντλιοστάσιο, στο οποίο θα υπάρχουν όλα τα σημαντικά συστήματα των δικτύων, όπως είναι οι αντλίες, τα φίλτρα, οι λιπαντήρες και οι πίνακες ελέγχου.

Η αίθουσα ελέγχου, θα καλύπτει τις ανάγκες στέγασης των υπολογιστών και των οργάνων παρακολούθησης της ατμόσφαιρας καθώς και του εδάφους. Οι μονάδες λήψης σημάτων θα είναι εγκατεστημένες στον αγρό, αλλά η επεξεργασία τους και η ανάλυση τους θα πραγματοποιούνται στην αίθουσα αυτή.

Στέγαστρο

Η ύπαρξη του στεγάστρου κρίνεται αναγκαία, ούτως ώστε να πραγματοποιούνται αδιάλειπτα και κατά τη χειμερινή περίοδο, όπου η συχνότητα των βροχοπτώσεων είναι αρκετά μεγάλη, όλες οι εδαφολογικές μετρήσεις. Οι μετρήσεις αυτές αφορούν τη διηθητικότητα, την υδραυλική αγωγιμότητα, την εδαφική υγρασία καθώς και τη δειγματοληψία του εδάφους, για την περαιτέρω ανάλυση του.

1.1.6. Τρόπος λειτουργίας του συστήματος

Το εργαστήριο θα πρέπει να έχει αυτόνομες λειτουργικές μονάδες. Έτσι, κάθε τμήμα πρέπει να λειτουργεί αυτόνομα, χωρίς να εξαρτάται από κάποιο άλλο.

Για να επιτευχθεί αυτός ο σκοπός, στο αντλιοστάσιο θα πρέπει να υπάρχουν ισάριθμες αντλίες, όσα και τα δίκτυα, ενώ η κεντρική δεξαμενή θα πρέπει να έχει χωρητικότητα που να καλύπτει την ταυτόχρονη κατανάλωση από όλα τα δίκτυα.

Επίσης η πρόσβαση σε οποιοδήποτε σημείο της μονάδας και η παρατήρηση είναι παράμετροι που καλύπτονται από τη σχεδίαση των περιμετρικών διαδρόμων. Ακόμη, μπορεί να εισέλθει όχημα βαρέου τύπου, όπως ο γεωργικός ελκυστήρας, ώστε να μεταφέρει αντικείμενα με μεγάλο βάρος και να πραγματοποιούνται διάφορες καλλιεργητικές εργασίες.

2. Τεχνητή Βροχή

2.1.1. Σκοπός του Εργαστηρίου της Τεχνητής Βροχής

Το εργαστήριο της τεχνητής βροχής έχει ως κυρίαρχο σκοπό να αποτελέσει μια μονάδα επίδειξης στους σπουδαστές οι οποίοι φοιτούν στο Τ.Ε.Ι. Μεσολογγίου, έτσι ώστε να είναι σε θέση να κατανοήσουν καλύτερα το αντικείμενο της άρδευσης με τη μέθοδο της τεχνητής βροχής, σε πραγματικές συνθήκες.

Όπως σε κάθε εργαστηριακή μονάδα πραγματοποιούνται πειράματα, έτσι και σε τούτη την περίπτωση θα πρέπει να υπάρξει ένα πειραματικό μοντέλο τεχνητής βροχής, με το οποίο θα ασχολούνται οι σπουδαστές.

Στο μοντέλο αυτό πρέπει να υπάρχουν κάποιοι παράγοντες, οι παράμετροι των οποίων πρέπει να μεταβάλλονται, ούτως ώστε να έχει νόημα ο πειραματισμός. Οι παράγοντες αυτοί είναι :

- Η ένταση εφαρμογής της άρδευσης
- Τα υδραυλικά χαρακτηριστικά

2.1.2. Υδραυλικά χαρακτηριστικά του δικτύου

Τα υδραυλικά χαρακτηριστικά ενός δικτύου είναι η παροχή και η πίεση. Η παροχή είναι η ποσότητα του νερού που διέρχεται από τη σωληνογραμμή του δικτύου στη μονάδα του χρόνου. Η πίεση είναι το άθροισμα όλων των μερικών πιέσεων του δικτύου, και αποτελεί το μέσο της μεταφοράς της ενέργειας από την αντλία στην κατανάλωση.

Η μεταβολή αυτών των χαρακτηριστικών μπορεί να πραγματοποιείται κατά τη λειτουργία ή όχι του δικτύου, με συγκεκριμένες ρυθμίσεις που γίνονται στους ρυθμιστές πίεσης, στα ακροφύσια των εκτοξευτών, στις βαλβίδες εκτόνωσης καθώς και στις ηλεκτροβάννες.

Όλες οι μεταβολές πρέπει να αποσκοπούν στη μεταβολή της παροχής που καταναλώνεται από τους αγωγούς εφαρμογής και κατ' επέκταση από τους εκτοξευτήρες επί των αγωγών.

2.1.3. Ένταση της Τεχνητής Βροχής

Η ένταση σε ένα σύστημα τεχνητής βροχής υπολογίζεται με τη διαίρεση της παροχής κάθε εκτοξευτήρα προς το εμβαδόν της έκτασης που αρδεύεται από εκείνον.

Η μαθηματική εξίσωση που εκφράζει τον παραπάνω ορισμό είναι η εξής :

$$I = \frac{Q \cdot 1000}{E} \cdot E_a \quad (2.1)$$

όπου

I = ένταση βροχής (mm/h)

Q = παροχή εκτοξευτήρα (m³/h)

E = αρδευόμενη επιφάνεια (m²)

E_a = βαθμός απόδοσης άρδευσης (%)

Αρδευόμενη Επιφάνεια

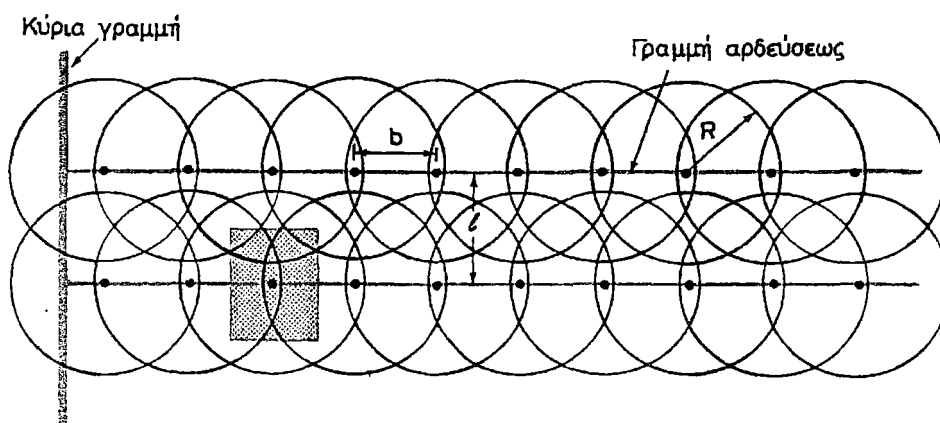
Η αρδευόμενη επιφάνεια εξαρτάται από τη διάταξη των καταιονιστήρων. Οι συνηθέστερες διατάξεις που χρησιμοποιούνται είναι οι εξής τρεις :

- i) Ορθογωνική διάταξη
- ii) Τετραγωνική διάταξη
- iii) Τριγωνική διάταξη

Σε κάθε μια από τις παραπάνω διατάξεις η αρδευόμενη έκταση βρίσκεται από την απόσταση των επί της γραμμής εκτοξευτήρων, πολλαπλασιαζόμενη με την απόσταση των γραμμών. Συνεπώς, οι αποστάσεις μεταξύ των αγωγών (β) και οι αποστάσεις μεταξύ των εκτοξευτών (α) μας δίνουν για κάθε διάταξη διαφορετικό τρόπο υπολογισμού της επιφάνειας.

A) Ορθογωνική διάταξη

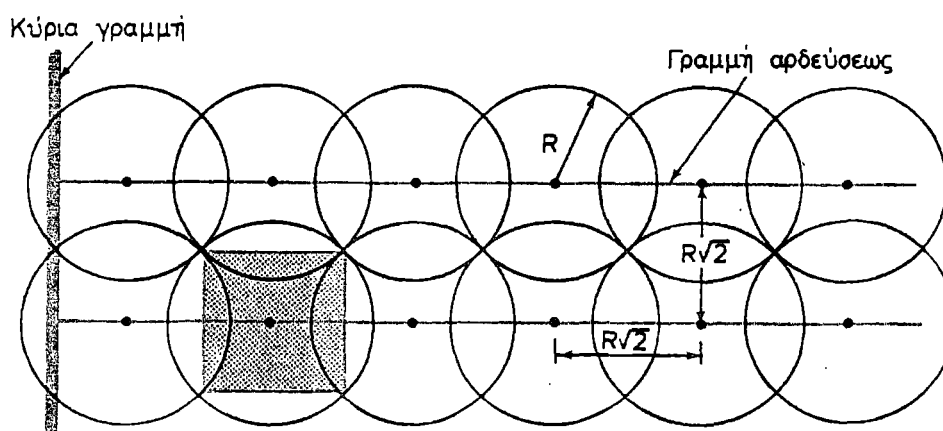
Η απόσταση των μπέκ επί της γραμμής είναι $\alpha = R$, ενώ η μεταξύ των γραμμών άρδευσης απόσταση είναι ίση με $\beta = 1,2 R \sim 1,5 R$. Η ενεργός επιφάνεια της ορθογωνικής διάταξης είναι $E = \alpha \cdot \beta$.



Εικόνα 1. Ορθογωνική διάταξη.

Β) Τετραγωνική διάταξη

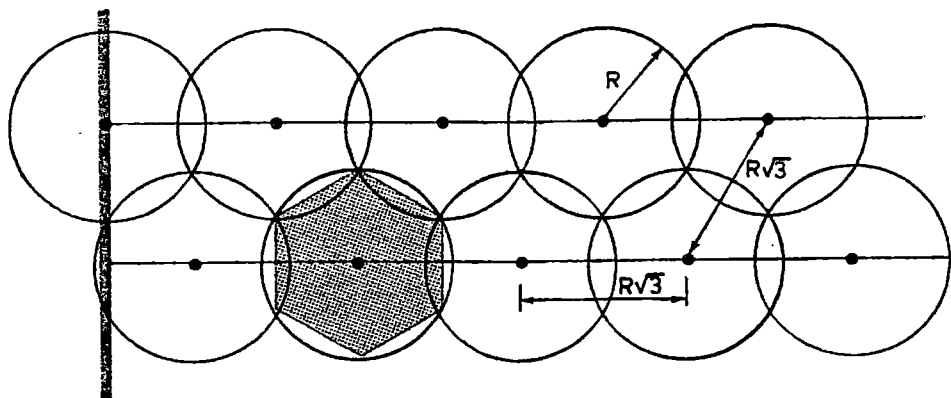
Σε αυτήν την περίπτωση, τόσο η απόσταση των μπέκ επί της γραμμής, όσο και η μεταξύ των γραμμών άρδευσης απόσταση είναι ίση με $a = R \cdot \sqrt{2}$. Η ενεργός επιφάνεια της ορθογωνικής διάταξης είναι $E = a^2$.



Εικόνα 2. Τετραγωνική διάταξη.

Γ) Τριγωνική διάταξη

Η απόσταση των μπέκ επί της γραμμής είναι $a = R \cdot \sqrt{3}$, ενώ η μεταξύ των γραμμών άρδευσης απόσταση είναι ίση με $\beta = 1,5 R$. Η ενεργός επιφάνεια της ορθογωνικής διάταξης είναι $E = \frac{a \cdot \beta}{2}$.



Εικόνα 3. Τριγωνική διάταξη.

Από τις παραπάνω διατάξεις την πιο ευρεία χρήση στην πράξη εμφανίζει η ορθογωνική διάταξη και για τον λόγο αυτό θα χρησιμοποιηθεί στο πειραματικό μας μοντέλο.

Έτσι λοιπόν, η αρδευόμενη επιφάνεια στην ορθογωνική διάταξη δίδεται από την εξίσωση :

$$\boxed{E = \alpha \cdot \beta} \quad (2.2)$$

όπου

α = απόσταση των μπέκ επί της γραμμής, $\alpha = R$

β = απόσταση των γραμμών, $\beta = 1,2 R \sim 1,5 R$

R = ακτίνα εκτόξευσης

Συνεπώς, η επιφάνεια άρδευσης ανά εκτοξευτήρα θα δίδεται από την παρακάτω μαθηματική εξίσωση :

$$\begin{array}{l} \text{και} \\ \boxed{E = \alpha \cdot \beta \Rightarrow E = R \cdot (1,2 \cdot R) \Rightarrow E = 1,2 \cdot R^2} \\ \boxed{E = \alpha \cdot \beta \Rightarrow E = R \cdot (1,5 \cdot R) \Rightarrow E = 1,5 \cdot R^2} \end{array} \quad (2.3)$$

Από τα παραπάνω παρατηρούμε ότι η επιφάνεια παρουσιάζει την ελάχιστη τιμή της όταν η απόσταση μεταξύ δυο διαδοχικών γραμμών είναι $\beta = 1,2 R$, ενώ τη μέγιστη τιμή της όταν η απόσταση των γραμμών είναι ίση με $\beta = 1,5 R$.

Συνεπώς, θα έχουμε :

$$\begin{array}{l} \text{και} \\ \boxed{E_{\max} = 1,5 \cdot R^2} \\ \boxed{E_{\min} = 1,2 \cdot R^2} \end{array} \quad (2.4)$$

2.1.4. Μεταβολή της έντασης της τεχνητής βροχής

Όπως έχει αναφερθεί και παραπάνω, το μέγεθος της έντασης της βροχής εξαρτάται από την παροχή του εκτοξευτήρα με ανάλογο τρόπο, ενώ λειτουργεί αντιστρόφως ανάλογα με την αρδευόμενη έκταση. Κατά τον τρόπο αυτό, μεταβάλλοντας έναν από τους παράγοντες αυτούς είναι πλέον εφικτή η ρύθμιση της έντασης της βροχής στα επιθυμητά επίπεδα.

2.1.5. Μεταβολή της επιφάνειας άρδευσης ανά εκτοξευτήρα

Η ορθογωνική διάταξη μας επιτρέπει μια ελάχιστη και μια μέγιστη τιμή της αρδευόμενης έκτασης, δηλαδή $E_{\max} = 1,5 R^2$ και $E_{\min} = 1,2 R^2$. Επειδή λοιπόν η απόσταση των μπέκ επί της γραμμής είναι σταθερή και ίση με R , η μεταβολή θα πραγματοποιηθεί στην ισαποχή των γραμμών. Αυτό, δίνεται από την παρακάτω μαθηματική εξίσωση :

$$I = \frac{Q \cdot E_a \cdot 1000}{E} \quad (2.5)$$

όπου

$$E = \text{έκταση που αρδεύεται από έναν εκτοξευτήρα} \quad (\text{m}^2)$$

$$E_{\max} = 1,5 R^2$$

$$E_{\min} = 1,2 R^2$$

$$E_a = \text{βαθμός απόδοσης άρδευσης} \quad (\%)$$

Συνεπώς, όταν έχουμε σταθερή την παροχή Q , η ένταση λειτουργεί αντιστρόφως ανάλογα με την έκταση άρδευσης E . Όταν δηλαδή ισχύει $E = E_{\max}$, τότε η ένταση βροχής παίρνει την ελάχιστη τιμή, ενώ όταν ισχύει $E = E_{\min}$, τότε η ένταση βροχής γίνεται μέγιστη.

Η έκταση η οποία αρδεύεται από τον εκτοξευτήρα, αυξομειώνεται μόνο με τη μεταβολή της απόστασης β μεταξύ των γραμμών, καθώς η απόσταση α μεταξύ των μπέκ δεν είναι λειτουργικά εύκολο να μεταβληθεί, ενώ είναι πάντα σταθερή και ίση με την ακτίνα εκτόξευσης R . Η ακτίνα μεταβάλλεται με την αλλαγή της παροχής Q , αλλά στη συγκεκριμένη περίπτωση η παροχή παραμένει σταθερή.

Ως τελικό πόρισμα μπορούμε να αναφέρουμε ότι θα μεταβάλλεται η απόσταση μεταξύ των γραμμών, δηλαδή $\beta_{\min} = 1,2 R$ και $\beta_{\max} = 1,5 R$ με $R = \text{σταθερή}$.

2.1.6. Μεταβολή της παροχής του εκτοξευτήρα

Με την αλλαγή στην τιμή της παροχής, που γίνεται με τη μεταβολή της πίεσης λειτουργίας, αυξάνουμε την ακτίνα εκτόξευσης. Αυτό σημαίνει ότι υπάρχει πρόβλημα το οποίο εντοπίζεται στη διάταξη με την οποία πρέπει να τοποθετηθούν οι εκτοξευτήρες. Πιο συγκεκριμένα όμως, επειδή η απόσταση μεταξύ των μπέκ που βρίσκονται εγκατεστημένα στην ίδια γραμμή δεν μπορεί να μεταβληθεί (καθώς οι σπές πάνω στον αγωγό τροφοδοσίας θα έχουν ήδη δημιουργηθεί), αυτό συνεπάγεται, για να λειτουργήσει σωστά το σύστημα, ότι η τιμή της ακτίνας εκτόξευσης θα πρέπει να παραμείνει σταθερή.

Οπότε λοιπόν, για να επιτύχουμε σωστή διάταξη των εκτοξευτών, θα πρέπει να έχουμε συγκεκριμένη ακτίνα εκτόξευσης, άρα συγκεκριμένη παροχή και πίεση.

Κατά τον τρόπο αυτό, καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι για τη μεταβολή της έντασης της τεχνητής βροχής είναι δυνατόν, είτε να αλλάξει η επιφάνεια άρδευσης του εκτοξευτήρα, είτε να αλλάξει η παροχή του εκτοξευτήρα.

Στη μεταβολή της παροχής του εκτοξευτήρα, θα πρέπει να τονιστεί ιδιαίτερα η κατάσταση της ακτίνας εκτόξευσης, η οποία θα πρέπει να παραμένει σταθερή. Αυτό πραγματοποιείται μόνο σε μικρές μεταβολές της παροχής.

Στη μεταβολή της αρδευόμενης έκτασης από έναν εκτοξευτήρα, θα πρέπει να βασιστεί η κατασκευή του εργαστηρίου, όπου εκεί διατηρώντας την ισαποχή επί της γραμμής που βρίσκονται τοποθετημένα τα μπέκ, σταθερή και ίση με την ακτίνα εκτόξευσης, θα μεταβάλλεται η μεταξύ των γραμμών απόσταση.

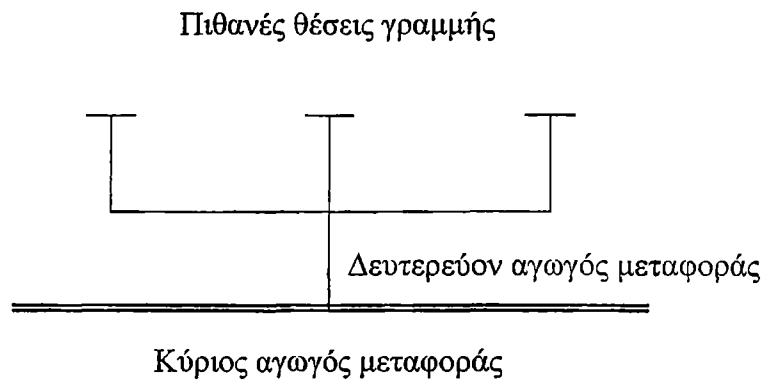
2.1.7. Μεταβολή της θέσεως της γραμμής άρδευσης

Για να μεταβληθεί η ισαποχή της γραμμής άρδευσης, θα πρέπει να κατασκευαστεί μια υδροληψία στην οποία θα υπάρχει η δυνατότητα της αλλαγής της γραμμής κάθε φορά που εμείς το επιθυμούμε.

Προτείνονται τρεις βασικές θέσεις πάνω σε ένα δευτερεύοντα αγωγό μεταφοράς, ο οποίος θα έχει μήκος όσο και η μεταβολή της ισαποχής των γραμμών και παράλληλη θέση προς τον κύριο αγωγό μεταφοράς.

Πάνω στον δευτερεύοντα αυτό αγωγό θα έχουμε τις πιθανές συνδέσεις για την υδροληψία της γραμμής άρδευσης. Προτείνεται να υπάρχουν, τρεις πιθανές θέσεις σε

απόσταση μεταξύ τους, που καθορίζεται από την ακτίνα εκτόξευσης και τον σχηματισμό της ορθογωνικής διάταξης των εκτοξευτών.

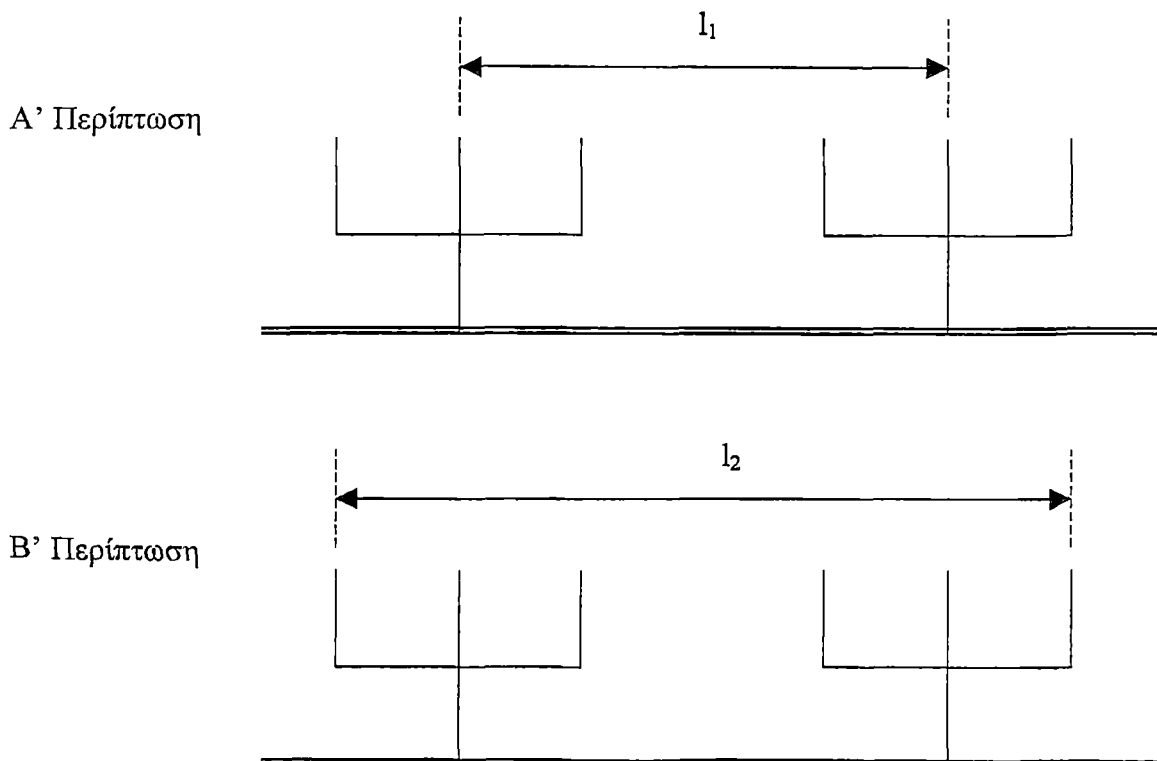


Εικόνα 4. Πιθανές θέσεις υδροληψίας.

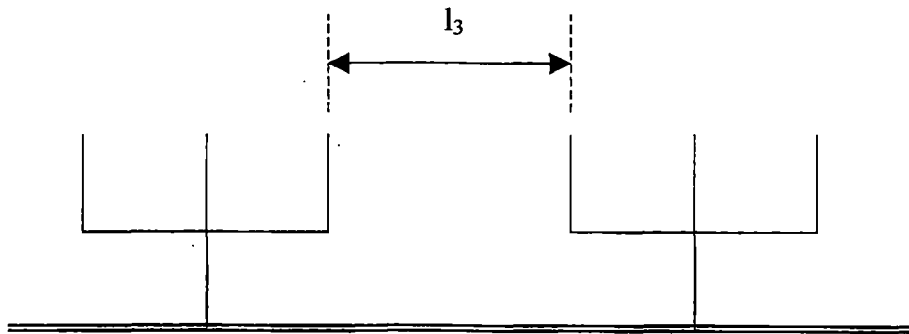
2.1.8. Μαθηματική ανάλυση της μεταβολής της έντασης της βροχής

Μεταβολή της ισάποχης των αγωγών άρδευσης

Με την αύξηση της απόστασης των αγωγών εφαρμογής, μειώνεται η ένταση της βροχής. Σχηματικά, θα έχουμε τα εξής:



Γ' Περίπτωση



Εικόνα 5. Ισαποχή αγωγών άρδευσης.

Έτσι, έχουμε τα παρακάτω στοιχεία, $l_2 < l_1 < l_3$. Δηλαδή, το l_2 είναι η μέγιστη απόσταση των γραμμών, το l_1 η μέση απόσταση και το l_3 η ελάχιστη ισαποχή των γραμμών άρδευσης.

Η μαθηματική εξίσωση που εκφράζει την ένταση της τεχνητής βροχής είναι:

$$I = \frac{Q \cdot 1000 \cdot E_a}{A} \quad (2.6)$$

όπου

$Q =$ παροχή εκτοξευτήρα m^3/h

$E_a =$ βαθμός απόδοσης άρδευσης $\%$

$A =$ επιφάνεια κάλυψης από έναν εκτοξευτήρα m^2

Όπως έχουμε προαναφέρει, η έκταση A στην ορθογωνική διάταξη, είναι η απόσταση ανά μπέκ στη γραμμή, πολλαπλασιαζόμενη με την απόσταση της γραμμής. Έτσι, θα έχουμε:

$$Q = \alpha \times \beta \Rightarrow A = R \times l \quad (\text{έχει προαναφερθεί για τη ορθογωνική διάταξη})$$

Συνεπώς, η τεχνητή βροχή θα έχει ένταση που θα δίνεται από την παρακάτω μαθηματική εξίσωση:

$$I = \frac{Q \cdot 1000 \cdot E_a}{A} \Rightarrow I = \frac{Q \cdot E_a \cdot 1000}{R \cdot l} \quad (2.7)$$

όπου το l μεταβάλλεται

Οι τιμές του l είναι l_1, l_2, l_3 και έχουν εύρος $1,2 R \sim 1,5 R$.

Συνεπώς, θα έχουμε:

$$I_1 = \frac{Q \cdot E_a \cdot 1000}{R \cdot l_1}, I_2 = \frac{Q \cdot E_a \cdot 1000}{R \cdot l_2}, I_3 = \frac{Q \cdot E_a \cdot 1000}{R \cdot l_3}$$

Επειδή, η απόσταση l λειτουργεί αντιστρόφως ανάλογα με την ένταση βροχής, τότε θα έχουμε:

$$l_2 > l_1 > l_3 \quad \text{τότε} \quad I_2 < I_1 < I_3$$

Κατά τον τρόπο αυτό, για τρεις διαφορετικές τιμές του l , θα έχουμε τρεις διαφορετικές τιμές στο ύψος βροχής I , με την προϋπόθεση ότι η παροχή παραμένει σταθερή, άρα και η ακτίνα εκτόξευσης R είναι σταθερή. Η ένταση, λοιπόν, της τεχνητής βροχής ρυθμίζεται από τη διάταξη των εκτοξευτών.

Οπότε θα ισχύουν:

$$\left. \begin{array}{l} l_{\max} = l_2 \\ l_{\text{mid}} = l_1 \\ l_{\min} = l_3 \end{array} \right\} \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} I_{\max} = I_3 \\ I_{\text{mid}} = I_1 \\ I_{\min} = I_2 \end{array} \right.$$

2.2.1. Έλεγχος του ρυθμιστή πίεσης στην παροχή

Η παροχή του εκτοξευτήρα εξαρτάται από τη διατομή του ακροφυσίου και την πίεση λειτουργίας. Η μαθηματική εξίσωση η οποία εκφράζει την παραπάνω σχέση είναι ο εξής:

$$\begin{aligned} q &= \mu \cdot A \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h} \\ &\quad \text{ή} \\ q &= \mu \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h} \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} \end{aligned} \quad (2.8)$$

όπου

- q = παροχή εκτοξευτήρα
- μ = συντελεστής εκροής
- d = διάμετρος ακροφυσίου
- h = ύψος λειτουργίας
- g = επιτάχυνση βαρύτητας

Κατά τον τρόπο αυτό, αν στη γραμμή άρδευσης έχουμε n εκτοξευτές τότε η παροχή της γραμμής θα γίνει:

$$q_{γ-α} = n \cdot q_{εκ} \Rightarrow q_{γ-α} = n \cdot \mu \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h} \quad (2.9)$$

Όποτε ως τελικό συμπέρασμα έχουμε ότι η παροχή της γραμμής άρδευσης εξαρτάται αποκλειστικά από το ύψος της πίεσης, τον αριθμό των εκτοξευτών και τη διάμετρο του ακροφυσίου. Συνεπώς, αν η διατομή του ακροφυσίου είναι σταθερή και ο αριθμός των μπέκ δεν αλλάζει, τότε η παροχή της γραμμής άρδευσης εξαρτάται αποκλειστικά από την πίεση λειτουργίας του εκτοξευτή.

Η πίεση λειτουργίας του εκτοξευτή καθορίζεται από την πίεση του αγωγού άρδευσης. Η πίεση του αγωγού άρδευσης καθορίζεται από τον ρυθμιστή πίεσης που βρίσκεται την αρχή του αγωγού εφαρμογής (στην υδροληψία).

Συμπεραίνουμε, λοιπόν, ότι η παροχή της γραμμής καθορίζεται από τον ρυθμιστή πίεσης. Αυτό σημαίνει ότι ανεξαρτήτως με την πίεση που επικρατεί πριν τον ρυθμιστή, θα έχουμε σταθερή κατανάλωση από τους εκτοξευτές με τα χαρακτηριστικά τα οποία εμείς θα έχουμε επιλέξει.

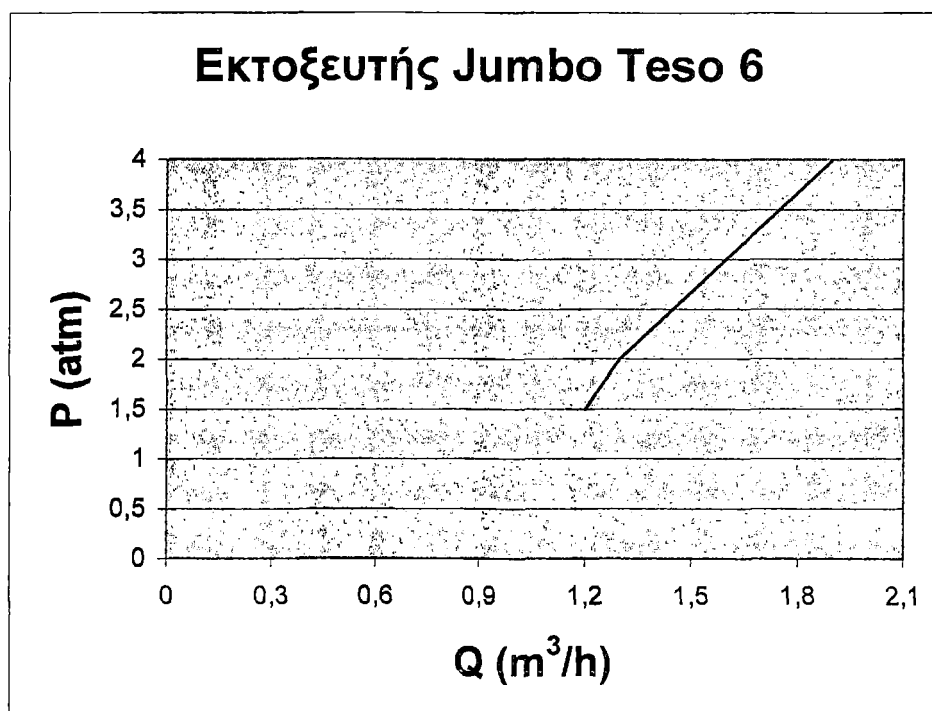
2.2.2. Το φαινόμενο της υπερπίεσης

Είναι γεγονός ότι η κατανάλωση της παροχής από τους εκτοξευτήρες της γραμμής άρδευσης καθορίζεται από την πίεση λειτουργίας. Η πίεση λειτουργίας καθορίζεται από τους ρυθμιστές πίεσης που βρίσκονται τοποθετημένοι στην αρχή της γραμμής άρδευσης. Συνεπώς, η κατανάλωση της παροχής στη γραμμή άρδευσης καθορίζεται από την πίεση του ρυθμιστή.

Ο ρυθμιστής πίεσης έχει το χαρακτηριστικό να διατηρεί την πίεση εξόδου σταθερή, ανεξάρτητα από την πίεση εισόδου. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, η κατανάλωση της παροχής στη γραμμή να είναι σταθερή ανεξάρτητα με το τι γίνεται με την πίεση πριν από το σημείο που βρίσκεται τοποθετημένος ο ρυθμιστής πίεσης. Στο σημείο αυτό είναι αυτονόητο ότι η πίεση εισόδου είναι μεγαλύτερη από την πίεση εξόδου, καθώς σε αντίθετη περίπτωση δεν θα μπορούσε να εργαστεί η γραμμή άρδευσης.

Κατά τον τρόπο αυτό, η συνολική παροχή που καταναλώνεται από το δίκτυο εξαρτάται από τους ρυθμιστές πίεσης των γραμμών άρδευσης. Αν οι ρυθμιστές στην έξοδο τους, έχουν μεγάλη πίεση τότε η κατανάλωση της παροχής θα είναι μεγάλη, ενώ αν η πίεση εξόδου είναι μικρή τότε αντίστοιχα και η παροχή θα μειωθεί.

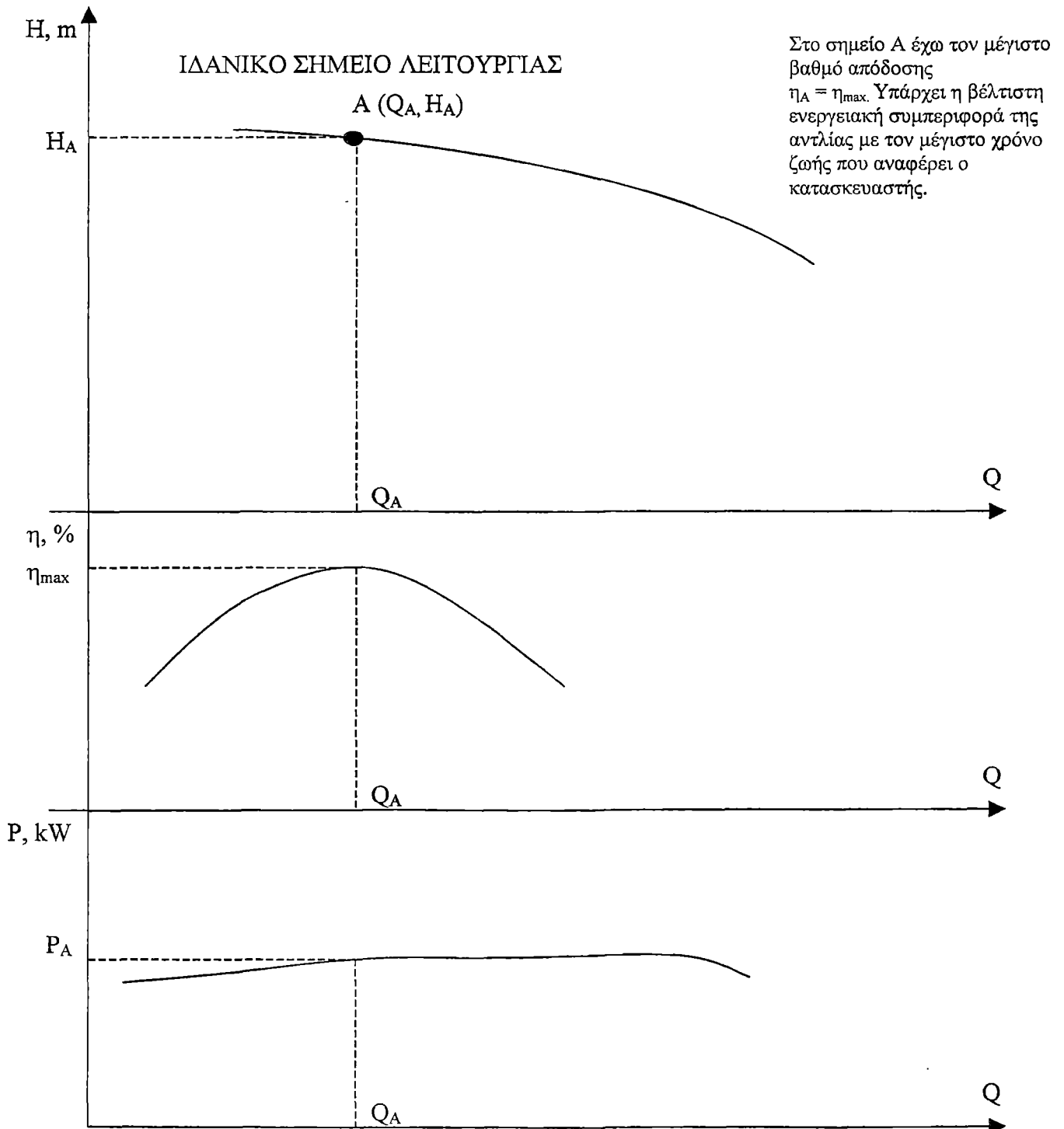
Εδώ πρέπει να τονίσουμε ότι η αποκλειστική κατανάλωση του νερού γίνεται διαμέσου των εκτοξευτήρων.



Διάγραμμα 1. Εκτοξευτής Jumbo Teso 6.

Στην περίπτωση όμως, που έχουμε επιλέξει το σημείο λειτουργίας της αντλίας μας να εργάζεται όταν έχουμε μέγιστη παροχή από τους εκτοξευτήρες με συγκεκριμένη πίεση, τότε δεν θα υπάρχει κανένα πρόβλημα.

Στο παρακάτω διάγραμμα, φαίνεται παραστατικά το σημείο λειτουργίας της αντλίας:



Διάγραμμα 2. Σημείο λειτουργίας της αντλίας.

Γίνεται εύκολα κατανοητό, ότι το σημείο A της αντλίας δεν θα πρέπει να μετακινηθεί. Ο μοναδικός τρόπος για να αλλάξει θέση το σημείο αυτό είναι να μεταβληθεί η παροχή. Έτσι, αν η παροχή αυξηθεί, δηλαδή κινηθεί προς τα δεξιά, τότε το σημείο της αντλίας θα μετακινηθεί και αυτό δεξιά πάνω στη γραμμή λειτουργίας με αποτέλεσμα να ελαττωθεί η πίεση που θα μας αποδώσει η αντλία.

Ταυτόχρονα, με την αλλαγή της πίεσης θα έχουμε και αλλαγή στον βαθμό απόδοσης, όπου από τη μέγιστη τιμή του θα πέσει σε μικρότερη, ενώ η απορροφώμενη ισχύς στον άξονα της αντλίας θα πάρει μεγαλύτερη τιμή.

Συμπερασματικά, θα έχουμε ως βασική αρχή του πειράματος το αμετάβλητο της θέσεως λειτουργίας της αντλίας στο σημείο A. Αυτό σημαίνει ότι οποιαδήποτε μεταβολή προκαλέσουμε στο δίκτυο, η αντλία θα πρέπει να εργάζεται σταθερά στο σημείο A δίνοντας σταθερή πίεση, σταθερή παροχή, στον μέγιστο πάντα βαθμό απόδοσης.

Έχοντας λοιπόν, σταθερή παροχή και πίεση από την αντλία, οποιαδήποτε μεταβολή στο δίκτυο θα πρέπει να απαιτεί την ίδια παροχή και πίεση. Θα πρέπει, τελικά, η παροχή να είναι αθροιστικά ίση με την παροχή της αντλίας, δηλαδή $Q_{\text{καταναλ}} = Q_{\text{αντλίας}}$.

Όπως αναφέραμε και παραπάνω, στην περίπτωση που η μέγιστη παροχή της γραμμής άρδευσης έχει επιλεγεί για τον καθορισμό της παροχής της αντλίας, τότε δεν πρόκειται να προκύψει κάποιο ιδιαίτερο πρόβλημα, καθώς οτιδήποτε απαιτεί η γραμμή (στο σύνολο τους οι γραμμές), το παρέχει στο έπακρο η αντλία. Βασική λοιπόν αρχή για την επιλογή της αντλίας, αποτελεί η μέγιστη παροχή που έχουμε επιλέξει.

Ένα σημαντικό ζήτημα προκύπτει στην περίπτωση που θελήσουμε να ελαττώσουμε την πίεση. Όταν στη γραμμή άρδευσης ελαττωθεί η πίεση (πίεση εξόδου ρυθμιστή), το αποτέλεσμα θα είναι να ελαττωθεί η καταναλισκόμενη παροχή από τους εκτοξευτήρες, με άμεση συνέπεια τη μείωση της παροχής των γραμμών άρδευσης. Παράλληλα, ελαττώνεται και η παροχή του δικτύου καθώς και της αντλίας. Στην αντλία, η μεταβολή αυτή προκαλεί αύξηση της πίεσης με άμεση μετατόπιση του σημείου λειτουργίας στην καμπύλη της αντλίας.

Αυτό το γεγονός δεν είναι καθόλου επιθυμητό, καθώς εμείς επιδιώκουμε να εργάζεται η αντλία σε $n = n_{\text{max}}$ (μέγιστος βαθμός απόδοσης), ενώ ταυτόχρονα υπάρχει ο κίνδυνος της υπερπίεσης, στην περίπτωση που το σημείο μετατοπιστεί εκτός του πεδίου λειτουργίας της αντλίας όπως και να προκληθούν φθορές τόσο στο δίκτυο όσο

και στην ίδια την αντλία (κυρίως, πτερωτή, άξονα, έδρανα κ.α.), μειώνοντας κατά τον τρόπο αυτό, τη διάρκεια ζωής ολόκληρης της εγκατάστασης.

2.2.3. Επίλυση του προβλήματος της υπερπίεσης

Για την επίλυση του προβλήματος που προκύπτει από τη μετατόπιση του σημείου λειτουργίας της αντλίας, η οποία προκαλείται από την αύξηση της πίεσης και την ελάττωση της παροχής, προτείνουμε την τοποθέτηση μιας βαλβίδας ανακούφισης στην αρχή του δικτύου.

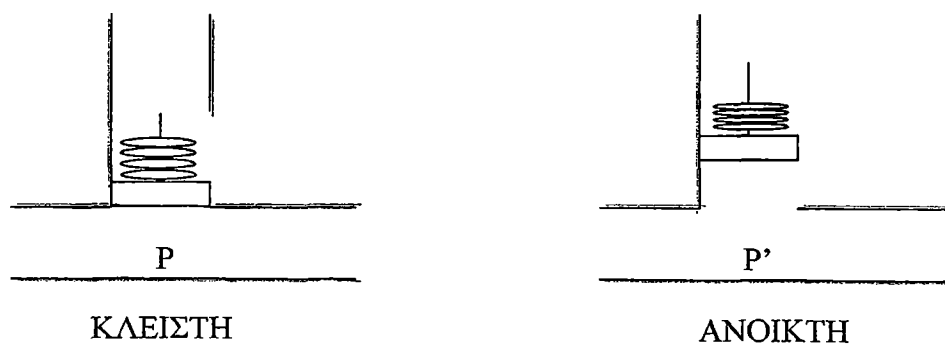
Η βαλβίδα ανακούφισης θα πρέπει να έχει ρυθμιζόμενο εύρος πίεσης και να συνεργάζεται απόλυτα με τους ρυθμιστές πίεσης που βρίσκονται στις υδροληψίες των αγωγών εφαρμογής.

Κατά τον τρόπο αυτό, παράλληλα με την ελάττωση της πίεσης στην έξοδο των ρυθμιστών, ελαττώνεται η παροχή κατανάλωσης, με αποτέλεσμα η πίεση της αντλίας να έχει αυξητικές τάσεις. Στο σημείο αυτό, η βαλβίδα εκτόνωσης ανοίγει, απελευθερώνοντας το δίκτυο από την υπερπίεση, καθώς καταναλώνεται η επιπλέον παροχή, η οποία προέκυψε από τη μείωση της πίεσης των ρυθμιστών στις γραμμές εφαρμογής.

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι η περίσσεια παροχή που προκαλείται από τη μείωση της παροχής κατανάλωσης, δεν θα χαθεί αλλά θα καταναλωθεί.

2.2.4 Η βαλβίδα εκτόνωσης σε συνεργασία με τους ρυθμιστές πίεσης

Η βαλβίδα εκτόνωσης είναι ένας μηχανισμός που λειτουργεί αυτόματα και σκοπό έχει να επιτρέπει τη δίοδο του νερού, όταν η πίεση του υπερβεί μια συγκεκριμένη τιμή.



Εικόνα 6. Βαλβίδα εκτόνωσης.

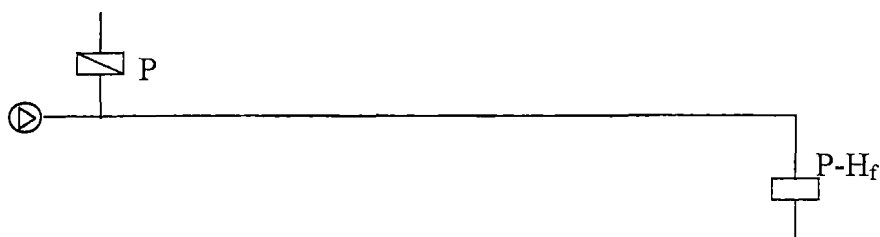
Πιο συγκεκριμένα, ο μηχανισμός αυτός αποτελείται από ένα μικρό έμβολο το οποίο έχει σαν βάση του ένα ελατήριο. Η τάση του ελατηρίου κρατάει το έμβολο σε θέση που κλείνει την έξοδο του νερού. Όταν η πίεση αυξηθεί, τότε το έμβολο ανεβαίνει προς τα πάνω, αποκαλύπτοντας, κατά τον τρόπο αυτόν, την έξοδο του νερού.

Αν η πίεση δεν είναι υψηλή σε σχέση με την πίεση του ελατηρίου, τότε η βαλβίδα δεν θα μετακινηθεί σε μεγάλη απόσταση προς τα επάνω, με αποτέλεσμα να μην αποκαλυφθεί ολόκληρη η δίοδος του νερού και να περάσει μικρή παροχή. Στην αντίθετη περίπτωση, δηλαδή όταν η πίεση είναι αρκετά υψηλή, το έμβολο θα ανυψωθεί σε μεγαλύτερο βαθμό, με αποτέλεσμα να αποκαλυφθεί ολόκληρη η οπή ανακούφισης και να περάσει μεγαλύτερη παροχή.

Στο δίκτυο λοιπόν της τεχνητής βροχής, η βαλβίδα εκτόνωσης θα τοποθετηθεί στην έξοδο της αντλίας και το νερό που θα περνάει διαμέσου αυτής (της βαλβίδας) θα επιστρέφει πίσω στην κεντρική δεξαμενή μέσα από έναν απλό αγωγό.




Η βαλβίδα εκτόνωσης, θα πρέπει να λειτουργεί πάντα σε σχέση με τους ρυθμιστές πίεσης που βρίσκονται στην αρχή των αγωγών άρδευσης, ώστε να υπάρχει ισορροπία πίεσεως. Έτσι, θα πρέπει, η πίεση εισόδου του ρυθμιστή πίεσης να είναι ίση με την πίεση λειτουργίας της βαλβίδας ανακούφισης. Στην ιδανική περίπτωση ισχύει ότι $P_{P,Π} \leq P_{B,ΕΚ}$.

Στο σημείο αυτό, θα πρέπει να σημειώσουμε ότι επειδή η βαλβίδα βρίσκεται στην αρχή του αγωγού μεταφοράς και οι ρυθμιστές στο τέλος, η πίεση στους τελευταίους έχει μειωθεί λόγω των γραμμικών τριβών. Αυτό παρουσιάζεται σχηματικά και παρακάτω ως εξής :



Εικόνα 7. Θέση βαλβίδας ανακούφισης.

- P = πίεση εισόδου της βαλβίδας ανακούφισης
- $P-H_f$ = πίεση εισόδου του ρυθμιστή πίεσης
- H_f = γραμμική απώλεια του αγωγού μεταφοράς

-  = αντλία
 = ρυθμιστής πίεσης
 = βαλβίδα εκτόνωσης

Με τη βαλβίδα εκτόνωσης, καθορίζουμε την πίεση που θα επικρατεί στη σωληνογραμμή μεταξύ αντλίας και υδροληψιών, πριν τους ρυθμιστές πίεσης. Πιο απλά, καθορίζεται η πίεση του αγωγού μεταφοράς, στην είσοδο του ρυθμιστή πίεσης.

Με τον τρόπο αυτό, για παράδειγμα, μπορούμε να έχουμε στην κύρια γραμμή όση πίεση επιθυμούμε, ενώ στη γραμμή άρδευσης θα έχουμε συγκεκριμένες τιμές πίεσης. Το μέγεθος της πίεσης στην κύρια γραμμή άρδευσης, καθορίζεται από το εύρος λειτουργίας της βαλβίδας εκτόνωσης. Έτσι, είναι δυνατό να εργάζεται στις 3 atm και να ανοίγει μόλις υπερβεί αυτό το όριο. Σε άλλη περίπτωση, μπορεί να εργάζεται στις 4 atm, οπότε η πίεση στην κύρια γραμμή να μεταβάλλεται ανάλογα με τη ρύθμιση της βαλβίδας εκτόνωσης.

Εδώ θα πρέπει να σημειωθεί, ότι αυτές οι αλλαγές στη κύρια γραμμή δεν επηρεάζουν τη γραμμή άρδευσης, αφού εκεί ο ρυθμιστής διατηρεί την πίεση σταθερή.

Τέλος, σημαντική αναφορά πρέπει να γίνει στο γεγονός ότι η μέγιστη πίεση που μπορεί να δώσει η αντλία δεν θα πρέπει να υπερβαίνει το όριο λειτουργίας του δικτύου, δηλαδή της σωληνογραμμής και των άλλων εξαρτημάτων.

2.2.5. Τιμές εργασίας για την πίεση της βαλβίδας εκτόνωσης

Σαν όριο λειτουργίας της βαλβίδας εκτόνωσης θα είναι το μανομετρικό της αντλίας, στο ιδανικό σημείο λειτουργίας της.

Το σημείο αυτό της αντλίας έχει επιλεγεί βάσει της μέγιστης καταναλισκόμενης παροχής. Αν η παροχή που καταναλώνεται μειωθεί, τότε η πίεση αυξάνεται και η τιμή της υπερβαίνει το όριο της βαλβίδας εκτόνωσης. Στο σημείο αυτό, τίθεται σε λειτουργία η βαλβίδα εκτόνωσης, η οποία επαναφέρει την πίεση και την παροχή στο ιδανικό σημείο της αντλίας.

Όσο μειώνεται η παροχή κατανάλωσης, τόσο αυξάνει η πίεση στην αντλία και τόσο περισσότερο ανοίγει και η βαλβίδα ανακούφισης.

2.2.6. Παροχή κατανάλωσης του δικτύου

Σαν παροχή κατανάλωσης ορίζουμε την ποσότητα του νερού που περνάει διαμέσου των καταναλωτών, στη μονάδα του χρόνου. Ως καταναλωτή ορίζουμε τον εκτοξευτήρα που βρίσκεται τοποθετημένος στη γραμμή άρδευσης.

Έτσι η παροχή κατανάλωσης μπορεί να μεταβληθεί με τους παρακάτω τρόπους :

- Αριθμός εκτοξευτήρων επί της γραμμής, ή διαφορετικά διάταξη κατά μήκος – κατά πλάτος.
- Αριθμός γραμμών άρδευσης που λειτουργούν ταυτόχρονα, γραμμές / στάση.
- Αλλαγή εκτοξευτήρα.
- Αλλαγή ακροφυσίων και εκτοξευτήρα.
- Αλλαγή πίεσεως λειτουργίας του εκτοξευτήρα.

2.2.7. Μέγιστη παροχή κατανάλωσης του δικτύου

Η μέγιστη παροχή κατανάλωσης καθορίζεται από τους παρακάτω παράγοντες:

- Το είδος του εκτοξευτήρα. I. Μέγιστο ακροφύσιο, II. Μέγιστη πίεση λειτουργίας.
- Το τύπο της διάταξης. I. Αριθμός μπέκ ανά γραμμή άρδευσης.
- Τη στάση άρδευσης. I. Αριθμός στο μέγιστο των γραμμών άρδευσης που εργάζονται ταυτόχρονα.

2.2.8. Επιλογή της αντλίας

Θα επιλέξουμε μια αντλία που θα μας προσδίδει παροχή ίση με τη μέγιστη παροχή κατανάλωσης, στον μέγιστο βαθμό απόδοσης της. Το μανομετρικό θα καθοριστεί στη συνέχεια.

2.2.9. Διάφοροι παράγοντες που περιορίζουν τις επιλογές μας για τους εκτοξευτήρες – παροχή του δικτύου

- Ο χώρος στον οποίο θα εγκατασταθεί η τεχνητή βροχή
- Η μηχανική σύσταση του εδάφους
- Η αποθήκευση του νερού

Πιο αναλυτικά έχουμε:

Χώρος εγκατάστασης της τεχνητής βροχής

Το αγροτεμάχιο είναι μικρό, καθώς είναι ορθογωνικού σχήματος με διαστάσεις 35×28,5 m.

Έτσι, το μέγεθος δεν μας επιτρέπει να έχουμε πολλές επιλογές ως προς τη διάταξη των εκτοξευτήρων και ως προς το μέγεθος τους.

Συνεπώς θα έχουμε δυο (2) βασικές διατάξεις: I. Κατά μήκος, $L = 35 \text{ m}$

II. Κατά πλάτος, $L = 28,5 \text{ m}$

Με τα παραπάνω δεδομένα μπορούμε να έχουμε έως 2 γραμμές στην κατά μήκος διάταξη και ως 3 γραμμές στην κατά πλάτος. Αυτό το επιλέξαμε, καθώς με τουλάχιστον 2 γραμμές επιτυγχάνουμε την αλληλοκάλυψη των εκτοξευτήρων.

Τελικά, το αγροτεμάχιο μας καθορίζει την ακτίνα του εκτοξευτήρα, η οποία είναι μικρή και δεν πρέπει να ξεπερνάει τα 8 – 9 m.

Η μηχανική σύσταση του εδάφους

Το έδαφος είναι σχετικά βαρύ, συνεπώς, ο εκτοξευτήρας θα πρέπει να έχει ένταση βροχής σχετικά μικρή.

Εστω κι αν δεν μας απασχολεί ιδιαίτερα το θέμα της απορροής, καλό θα ήταν το ύψος βροχής να είναι μικρό, περίπου ίσο με 7,5 mm/h. Αυτό σημαίνει, ότι το μέγεθος του εκτοξευτήρα πρέπει να είναι μικρό.

Η αποθήκευση του νερού

Επειδή το νερό πρέπει να συγκεντρώνεται σε δεξαμενή θα πρέπει η παροχή να είναι σχετικά μικρή, ούτως ώστε να μπορεί να αντεπεξέλθει στη χρήση για διάρκεια τουλάχιστον μίας ώρας. Αν η παροχή είναι μεγάλη, θα έχει ως αποτέλεσμα να αυξηθεί το μέγεθος της δεξαμενής, συνεπώς και το κόστος κατασκευής της.

2.3.1. Περιγραφή του δικτύου

Το δίκτυο της τεχνητής βροχής θα είναι ημιφερόμενο. Αυτό σημαίνει ότι η κύρια γραμμή μεταφοράς θα είναι σταθερά εγκατεστημένη, ενώ οι γραμμές εφαρμογής θα είναι φερόμενες.

Η κύρια γραμμή θα είναι τοποθετημένη μέσα στο έδαφος σε βάθος 0,6 m ή 60 cm. Η διάμετρος της γραμμής θα είναι $\varnothing 63$, ενώ το υλικό κατασκευής της θα είναι PE με μέγιστη αντοχή σε πίεση 6 atm.

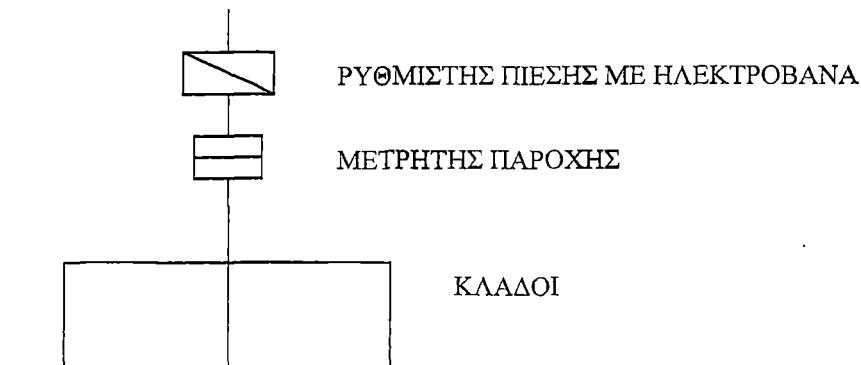
Οι συνδέσεις των εξαρτημάτων της σωληνογραμμής θα γίνεται με πλαστικούς συνδέσμους (ρακόρ) οι οποίοι θα στεγανοποιούνται με τεφλόν. Τα εξαρτήματα σύνδεσης θα είναι πλαστικά, ενώ τα άλλα εξαρτήματα όπως οι βάνες, οι μετρητές, οι βαλβίδες, οι ρυθμιστές κ.α., είναι δυνατόν να είναι κατασκευασμένα από μέταλλο.

Έτσι λοιπόν, η κύρια γραμμή θα ξεκινάει από το αντλιοστάσιο, όπου θα υπάρχει η κεφαλή του συστήματος, θα συνεχίζει υπογείως μέχρι το αγροτεμάχιο και θα καταλήγει στις υδροληψίες.

Οι υδροληψίες θα είναι κι αυτές μόνιμα τοποθετημένες στην άκρη των πλευρών του αγρού, αλλά θα είναι στο σύνολο τους επιφανειακά τοποθετημένες. Θα έχουν σχήμα τρίαυνας και θα φέρουν τα τεμάχια ελέγχου της καταναλώσεως της γραμμής άρδευσης.

Οι υδροληψίες θα διακρίνονται σε υδροληψίες για γραμμές άρδευσης με εκτοξευτήρες και σε υδροληψίες για άρδευση με κανόνια. Οι υδροληψίες για γραμμές άρδευσης θα είναι πέντε (5) συνολικά, τρεις (3) κατά μήκος του αγροτεμαχίου και δυο (2) κατά πλάτος του αγροτεμαχίου.

Στην αρχή της υδροληψίας θα είναι τοποθετημένα όλα τα εξαρτήματα ελέγχου της γραμμής άρδευσης, όπως είναι οι ρυθμιστές πίεσης, η ηλεκτροβάννα και ο μετρητής παροχής. Έτσι, με τον τρόπο αυτό της εγκατάστασης, ρυθμίζεται η γραμμή ανεξάρτητα από τον κλάδο υδροληψίας που λειτουργεί κάθε φορά.



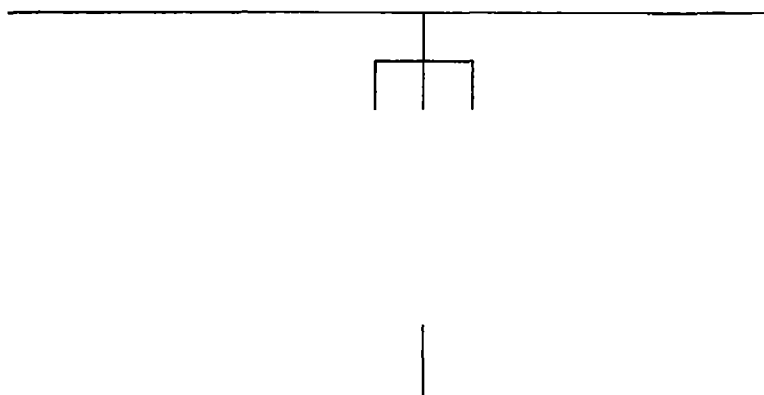
Εικόνα 8. Υδροληψία γραμμής άρδευσης.

Σε κάθε κλάδο της υδροληψίας θα υπάρχει βάννα ελέγχου on-off και ρακόρ σύνδεσης με την πιθανή γραμμή εφαρμογής. Στους κλάδους που δεν θα υπάρχει η γραμμή, η βάννα θα είναι κλειστή και στο ρακόρ θα τοποθετείται τάπα τέρματος – τέλους. Κατά τον τρόπο αυτό, κάθε φορά θα εργάζεται μόνο ο ένας κλάδος της υδροληψίας, ενώ οι άλλοι δυο θα είναι κλειστοί με βάννα και τάπα.

Οι υδροληψίες για τα κανόνια θα είναι δυο και θα βρίσκονται στο μέσο της πλευράς του αγρού, αντικριστά η μια στην άλλη. Η κύρια γραμμή μεταφοράς αφού θα έχει διαγράψει σχήμα (Π) θα καταλήγει στο κανόνι. Έτσι, στο πάνω μέρος του αγρού η υδροληψία του κανονιού θα συμπίπτει με την υδροληψία της γραμμής με τους εκτοξευτήρες. Στο κάτω μέρος του αγρού, η υδροληψία θα υπάρχει αποκλειστικά για τη χρήση του δεύτερου κανονιού.

Συνοψίζοντας λοιπόν, στην κοινή υδροληψία (κανόνι-γραμμή άρδευσης), τα εξαρτήματα ελέγχου θα αφορούν κοινή χρήση των δυο αυτών περιπτώσεων. Στην υδροληψία που θα βρίσκεται τοποθετημένη στο κάτω μέρος του αγρού, τα εξαρτήματα θα αφορούν μόνο το κανόνι.

ΚΟΙΝΗ ΥΔΡΟΛΗΨΙΑ



ΥΔΡΟΛΗΨΙΑ ΕΝΟΣ ΚΑΝΟΝΙΟΥ

Εικόνα 9. Υδροληψία για άρδευση με κανόνι.

Σύμφωνα με τα παραπάνω, στην υδροληψία του ενός κανονιού θα έχουμε τοποθετήσει έναν ρυθμιστή πίεσης με ηλεκτροβάννα και προαιρετικά ένα μετρητή παροχής.

Τέλος, θα πρέπει να αναφερθούμε στην αρχή του δικτύου, ακριβώς μετά την έξοδο από το αντλιοστάσιο. Σε αυτό το σημείο, θα υπάρχει παρέμβαση στην κύρια γραμμή με τη χρήση βαλβίδας ανακούφισης. Αυτό, θα γίνεται με έναν κάθετο αγωγό που θα φέρει βαλβίδα ανακούφισης με ρυθμιζόμενο εύρος λειτουργίας. Σε

παράλληλη διάταξη θα υπάρχει χειροκίνητη βάνα ελέγχου ή διαφορετικά βάνα στραγγαλισμού. Ο αγωγός αυτός ονομάζεται αγωγός εξόδου περισσεύματος και θα καταλήγει στη δεξαμενή αρχικής αποθήκευσης.

Με την ταυτόχρονη χρήση της βαλβίδας εκτόνωσης και της βάνας στραγγαλισμού αποδίδουμε στο σύστημα αυτόματες και χειροκίνητες ρυθμίσεις σύμφωνα με την επιλογή μας. Η διάταξη της βαλβίδας αυτής, θα βρίσκεται έξω από το αντλιοστάσιο ώστε να υπάρχει άμεση επικοινωνία των χειριστών της βαλβίδας με τους παρατηρητές που βρίσκονται στο χώρο της άρδευσης και καταγράφουν τα δεδομένα του πειράματος.

Οι γραμμές άρδευσης θα ανήκουν σε δυο κατηγορίες. Η πρώτη κατηγορία θα αναφέρεται σε αγωγούς μήκους 34 m, διαμέτρου Ø50 κατασκευασμένους από PE και μέγιστης αντοχής σε πίεση μέχρι 6 atm και η δεύτερη σε αγωγούς μήκους 24 m, διαμέτρου Ø40 κατασκευασμένους από PE και μέγιστης αντοχής σε πίεση μέχρι 6 atm, επίσης.

Οι γραμμές Ø50 θα είναι δυο σε αριθμό, ενώ οι γραμμές Ø40 θα είναι τρεις. Στους αγωγούς Ø50 θα έχουμε εννέα πιθανές τοποθετήσεις εκτοξευτήρων, όπου διαχωρίζονται σε πέντε θέσεις για εκτοξευτές με ακτίνα 8 m και σε πέντε θέσεις για εκτοξευτές με ακτίνα 7 m. Η αρχική θέση είναι κοινή για τις ακτίνες των 7 και 8 m.

Στους αγωγούς Ø40 θα έχουμε τρεις γραμμές με δέκα πιθανές θέσεις εκτοξευτήρων, όπου χωρίζονται σε τέσσερες θέσεις για εκτοξευτές με ακτίνα 8 m, σε τέσσερες θέσεις για εκτοξευτές με ακτίνα 7 m και σε πέντε θέσεις για εκτοξευτές με ακτίνα 6 m.

Από τα παραπάνω, συμπεραίνουμε ότι θα υπάρχουν και ορισμένες κοινές θέσεις, σημεία, δηλαδή, που θα αρδεύονται με τη χρησιμοποίηση οποιασδήποτε διάταξης.

Είναι, βέβαια, αυτονόητο πως κάθε φορά θα λειτουργεί μόνο μία διάταξη με αποτέλεσμα οι υπόλοιπες να παραμένουν κλειστές, με την τοποθέτηση ειδικών πωμάτων.

Η σύνδεση του εκτοξευτήρα με τον αγωγό άρδευσης θα γίνεται με τη χρήση ενός πλαστικού δακτυλίου που θα περιβάλλει τον αγωγό και ο οποίος ονομάζεται σέλλα. Το σημείο που καλύπτει η σέλλα είναι στεγανοποιημένο και σταθερά συνδεδεμένο. Στο σημείο εκείνο, ανοίγεται μια οπή στον αγωγό και στην κατάληξη της υπάρχει στόμιο, στο οποίο τοποθετείται κοχλιωτά ο εκτοξευτήρας. Έτσι, στις σέλλες οι οποίες παραμένουν ανενεργές κάθε φορά, δεν τοποθετείται εκτοξευτήρας αλλά τάπα τέλους.

Επίσης, στην αρχή μίας γραμμής από τις Ø90 και ακριβώς μετά την υδροληψία, θα υπάρχει ογκομετρική βάννα που θα διακόπτει την παροχή όταν θα έχει διοχετευθεί ορισμένος όγκος νερού. Με τον τρόπο αυτό, διακόπτεται η λειτουργία αυτής της γραμμής ενώ οι άλλες δυο εξακολουθούν να εργάζονται. Η θέση της γραμμής δεν θα είναι σε σταθερή υδροληψία, αλλά θα μπορεί να αλλάζει θέση σύμφωνα με τη δική μας επιλογή.

Θα πρέπει επίσης να τονιστεί, πως οι ακραίοι εκτοξευτήρες πάνω στη γραμμή άρδευσης πρέπει να μπορούν να εργάζονται σε μισή περιστροφή, ώστε να μην βρέχεται ο χώρος που περιβάλλει το αγροτεμάχιο.

Κατά τον τρόπο αυτό, σε γενικές γραμμές, το δίκτυο μπορεί να χαρακτηριστεί ως κλειστό κύκλωμα, αφού υπάρχει η δυνατότητα επιστροφής της περισσευούμενης ποσότητας του νερού στην αρχική δεξαμενή άντλησης. Έτσι, επιτυγχάνονται:

- Η οικονομική διαχείριση του αποθηκευμένου νερού.
- Ο σχεδιασμός και η κατασκευή ενός δικτύου που θα μεταβάλλει τα υδραυλικά του χαρακτηριστικά, ανάλογα με τις απαιτήσεις μας.

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 2 . 1

ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΥΔΡΟΛΗΨΙΑΣ Ø50 (×2)				ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΥΔΡΟΛΗΨΙΑΣ Ø40 (×3)			
ΕΙΔΟΣ	ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ	ΤΕΜΑΧΙΑ	ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΤΕΜΑΧΙΑ	ΕΙΔΟΣ	ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ	ΤΕΜΑΧΙΑ	ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΤΕΜΑΧΙΑ
ΤΑΥ 90°	Ø63/Ø63 - Ø40	1	2	ΤΑΥ 90°	Ø63/Ø63 - Ø40	1	3
ΓΩΝΙΑ 90°	Ø50	3	6	ΓΩΝΙΑ 90°	Ø40	3	9
ΣΤΑΥΡΟΣ	Ø50	1	2	ΣΤΑΥΡΟΣ	Ø40	1	3
ΡΥΘΜΙΣΤΗΣ ΠΙΕΣΗΣ ΜΕ ΗΛΕΚΤΡΟΒΑΝΑ	Ø50	1	2	ΡΥΘΜΙΣΤΗΣ ΠΙΕΣΗΣ ΜΕ ΗΛΕΚΤΡΟΒΑΝΑ	Ø40	1	3
ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ	Ø50	1	2	ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ	Ø40	1	3
ΒΑΝΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ON-OFF	Ø50	3	6	ΒΑΝΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ON-OFF	Ø40	3	9
ΤΑΠΕΣ ΤΕΡΜΑΤΟΣ	Ø50	3	6	ΤΑΠΕΣ ΤΕΡΜΑΤΟΣ	Ø40	3	9
ΤΜΗΜΑΤΑ ΑΓΩΓΟΥ ΠΟΥ ΑΠΟΤΕΛΟΥΝ ΤΗΝ ΥΔΡΟΛΗΨΙΑ				ΤΜΗΜΑΤΑ ΑΓΩΓΟΥ ΠΟΥ ΑΠΟΤΕΛΟΥΝ ΤΗΝ ΥΔΡΟΛΗΨΙΑ			
2 m	Ø50	1	2	2 m	Ø40	1	3
1 m	Ø50	5	10	1 m	Ø40	5	15
0,6 m	Ø50	1	2	0,6 m	Ø40	1	3
ΡΑΚΟΡ ΣΥΝΔΕΣΗΣ	Ø63	2	4	ΡΑΚΟΡ ΣΥΝΔΕΣΗΣ	Ø63	2	6
	Ø50	21	42		Ø40	21	63

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 2 . 2

ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΥΔΡΟΛΗΨΙΑΣ ΚΑΝΟΝΙΩΝ Ή ΜΑΚΡΟΕΚΤΟΞΕΥΤΗΡΩΝ

ΕΙΔΟΣ	ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ	ΤΕΜΑΧΙΑ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
ΤΑΥ 90 ⁰	Ø63/Ø63 - Ø40	1	ΤΑ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΑΦΟΡΟΥΝ ΤΗ ΜΟΝΗ ΥΔΡΟΛΗΨΙΑ ΤΩΝ ΚΑΝΟΝΙΩΝ ΑΦΟΥ Η ΑΛΛΗ ΣΥΜΠΛΗΡΕΙ ΜΕ ΤΗΝ ΥΔΡΟΛΗΨΙΑ ΤΗΣ ΚΑΤΑ ΠΛΑΤΟΣ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ. ΑΥΤΟ ΣΗΜΑΙΝΕΙ ΟΤΙ Η ΥΔΡΟΛΗΨΙΑ ΕΧΕΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΕΙ ΣΕ ΠΡΟΗΓΟΥΜΕΝΗ ΜΕΛΕΤΗ.
ΓΩΝΙΑ 90 ⁰	Ø40	1	
ΡΥΘΜΙΣΤΗΣ ΠΙΕΣΗΣ ΜΕ ΗΛΕΚΤΡΟΒΑΝΑ	Ø40	1	
ΤΜΗΜΑΤΑ ΑΓΩΓΟΥ ΠΟΥ ΑΠΟΤΕΛΟΥΝ ΤΗΝ ΥΔΡΟΛΗΨΙΑ			
3 m	Ø40	1	
0,60 m	Ø40	1	
ΡΑΚΟΡ ΣΥΝΔΕΣΗΣ	Ø63	2	
	Ø40	7	
ΤΑΠΑ ΤΕΛΟΣ	Ø40	1	

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 2 . 3

ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΚΥΡΙΑΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ (Ø63)

ΕΙΔΟΣ	ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ	ΤΕΜΑΧΙΟ
ΓΩΝΙΑ 90 ⁰	Ø63	4
ΤΑΥ 90 ⁰	Ø63	2
ΤΑΠΑ ΤΕΛΟΥΣ	Ø63	1
ΤΕΜΑΧΙΑ ΣΩΛΗΝΟΓΡΑΜΜΗΣ		
17,5 m	Ø63	1
28,5 m	Ø63	1
37 m	Ø63	1
2,5 m	Ø63	1
28 m	Ø63	1
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΜΗΚΟΣ 113,5 m	Ø63	-

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 2 . 4

ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΚΥΡΙΑΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ (Ø50)

(×2)

ΕΙΔΟΣ	ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ	ΤΕΜΑΧΙΟ	ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΤΕΜΑΧΙΑ
ΕΚΤΟΞΕΥΤΗΡΕΣ - Jumbo T.	1'	5	10
ΣΕΛΛΕΣ	Ø50/1'	9	18
ΡΑΚΟΡ ΣΥΝΔΕΣΗΣ	Ø50	2	4
ΤΑΠΑ ΤΕΛΟΥΣ	Ø50	1	1
ΤΜΗΜΑ ΑΓΩΓΟΥ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ			
34 m	Ø50	1	2

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 2 . 5**ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΚΥΡΙΑΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ (Ø40)****(x3)**

ΕΙΔΟΣ	ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ	ΤΕΜΑΧΙΟ	ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΤΕΜΑΧΙΑ
ΕΚΤΟΞΕΥΤΗΡΕΣ - Jumbo T.	1'	4	12
ΣΕΛΛΕΣ	Ø40/1'	10	30
ΡΑΚΟΡ ΣΥΝΔΕΣΗΣ	Ø40	2	6
ΤΑΠΑ ΤΕΛΟΥΣ	Ø40	1	3
ΟΓΚΟΜΕΤΡΙΚΗ ΒΑΛΒΙΔΑ	Ø40	1	1
ΤΜΗΜΑ ΑΓΩΓΟΥ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ			
34 m	Ø40	1	3

2.4.1. Υπολογισμός υδραυλικών χαρακτηριστικών των τριών (3) βασικών διατάξεων

Οι τρεις βασικές διατάξεις είναι: η διάταξη κατά μήκος με 2 γραμμές
η διάταξη κατά πλάτος με 3 γραμμές
η διάταξη των κανονιών.

Έτσι, η κάθε μια από αυτές θα αποτελέσει ξεχωριστή μελέτη και στο τέλος θα πραγματοποιηθεί μια κοινή μελέτη που θα περιλαμβάνει και τις τρεις περιπτώσεις. Αυτό που μας ενδιαφέρει, σε μεγαλύτερο βαθμό, είναι η παροχή και το μανομετρικό σε κάθε μια περίπτωση στη βασική διάταξη (αυτή η οποία θα λειτουργεί ως πρότυπο), σαν να απαιτούνται τρεις διαφορετικές αντλίες. Κατά τον τρόπο αυτό, όταν υπολογιστούν τα χαρακτηριστικά, θα είμαστε σε θέση να επιλέξουμε μια αντλία και για τις τρεις περιπτώσεις, ενώ ταυτόχρονα θα προσδιορίσουμε και το εύρος των μεταβολών.

2.4.2. Υδραυλικά χαρακτηριστικά

Το πρόβλημα των χαρακτηριστικών του δικτύου είναι ότι μπορούν να λαμβάνουν διαφορετικές τιμές, πάντα σύμφωνα με τη δική μας επιλογή, γεγονός που καθιστά δύσκολη τη ρύθμιση και τη λειτουργία του. Έτσι, για την απλούστευση του χειρισμού του δικτύου, θα πραγματοποιηθεί μια αρχική μελέτη που θα βασίζεται σε στάνταρτ χαρακτηριστικά, τα οποία θα θεωρούνται ως σημείο αναφοράς.

Αυτό σημαίνει ότι η μελέτη θα πραγματοποιηθεί για την εύρεση των τιμών της παροχής και της πίεσης σε στάνταρτ διάταξη, και στη συνέχεια θα μπορέσουμε να αναλύσουμε το εύρος του πεδίου μεταβολής αυτών των χαρακτηριστικών σε πραγματικές συνθήκες.

2.4.3. Εύρεση της μέγιστης παροχής κατανάλωσης

Στο εργαστήριο της τεχνητής βροχής έχουμε τρεις διατάξεις τοποθέτησης των εκτοξευτήρων, όπως αναφέραμε και παραπάνω. Από αυτές, θα πρέπει να υπολογίσουμε τη μέγιστη παροχή.

Πρέπει να σημειωθεί, πως οι εκτοξευτήρες θα τοποθετηθούν σε συγκεκριμένες αποστάσεις τις οποίες τις ονομάζουμε βασικές θέσεις και θα

λειτουργούν σαν σημείο αναφοράς σε οποιαδήποτε πιθανή μεταβολή. Με αυτήν την παραδοχή θα έχουμε συγκεκριμένα χαρακτηριστικά στους εκτοξευτήρες, και τα οποία είναι τα εξής:

Εκτοξευτήρας της γραμμής άρδευσης

Jumbo Teso 6⁰ (πίνακας επιλεγμένων χαρακτηριστικών)

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 2 . 6			
Ακροφύσιο	Πίεση Λειτουργίας	Ακτίνα Εκτόξευσης	Παροχή
5 mm	1,5 atm	8 m	1,2 m ³ /h

Μακροεκτοξευτήρας για τη διάταξη των κανονιών

Ambo (πίνακας επιλεγμένων χαρακτηριστικών)

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 2 . 7			
Ακροφύσιο	Πίεση Λειτουργίας	Ακτίνα Εκτόξευσης	Παροχή
6 × 10 mm	2 atm	17,5 m	5,3 m ³ /h

2.4.4. Προσδιορισμός της παροχής σε κάθε δίκτυο

Πρέπει να σημειωθεί ότι στις διατάξεις των γραμμών άρδευσης οι εκτοξευτήρες θα λειτουργούν με τα ίδια χαρακτηριστικά (αφού R = σταθερό).

- Κατά τον τρόπο αυτό, στην κατά μήκος διάταξη θα έχουμε:

Αριθμός γραμμών: $n = 2$ Παροχή γραμμής: $Q = 6 \text{ m}^3/\text{h}$

Αριθμός εκτοξευτήρων / γραμμή: $n = 5$

Συνολικοί εκτοξευτές: $n = 10$ Παροχή εκτοξ.: $Q = 1,2 \text{ m}^3/\text{h}$

ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΑΡΟΧΗ: $Q = 12 \text{ m}^3/\text{h}$

- Στην κατά πλάτος διάταξη θα έχουμε:

Αριθμός γραμμών: $n = 3$ Παροχή γραμμής: $Q = 4,8 \text{ m}^3/\text{h}$

Αριθμός εκτοξευτήρων / γραμμή: $n = 4$
 Συνολικοί εκτοξευτές: $n = 12$ Παροχή εκτοξ.: $Q = 1,2 \text{ m}^3/\text{h}$

ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΑΡΟΧΗ: $Q = 14,4 \text{ m}^3/\text{h}$

- Στη διάταξη με τα κανόνια θα έχουμε:

Αριθμός γραμμών: $n = 2$ Παροχή γραμμής: $Q = 5,3 \text{ m}^3/\text{h}$
 Αριθμός εκτοξευτήρων / γραμμή: $n = 1$
 Συνολικοί εκτοξευτές: $n = 2$ Παροχή εκτοξ.: $Q = 5,3 \text{ m}^3/\text{h}$

ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΑΡΟΧΗ: $Q = 10,6 \text{ m}^3/\text{h}$

Συνεπώς, ως μέγιστη παροχή θα έχουμε $Q = 14,4 \text{ m}^3/\text{h}$.

Η παροχή αυτή καλύπτει όλες τις διατάξεις, αναφερόμενοι πάντα στη βασική λειτουργία τους, και είναι αυτή η οποία θα καθορίσει την αντλία. Επίσης, είναι αυτονόητο, πως από τις περιπτώσεις που η παροχή του αρδευτικού νερού είναι μικρότερη από $14,4 \text{ m}^3/\text{h}$, θα υπάρχει αύξηση της πίεσης του δικτύου. Την αύξηση αυτή, την καταναλώνει η βαλβίδα ανακούφισης, η λειτουργία της οποίας αναγκάζει την περίσσεια ποσότητα του νερού να επιστρέψει στην αρχική δεξαμενή.

Το νερό που επιστρέφει θα είναι: $Q = 14,4 - 12 \Rightarrow Q = 2,4 \text{ m}^3/\text{h}$, από την κατά μήκος διάταξη και $Q = 14,4 - 10,6 \Rightarrow Q = 3,8 \text{ m}^3/\text{h}$ από τη διάταξη των κανονιών.

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 2 . 8

ΠΑΡΟΧΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ (m^3/h)	ΠΑΡΟΧΗ ΑΝΤΛΙΑΣ (m^3/h)	ΠΑΡΟΧΗ ΕΠΙΣΤΡΟΦΗΣ (m^3/h)
Διάταξη κατά μήκος	12	2,4
Διάταξη κατά πλάτος	14,4	-
Διάταξη κανονιών	10,6	3,8

2.4.5. Υπολογισμός απωλειών της κύριας γραμμής στη μέγιστη παροχή κατανάλωσης

Οι απώλειες εξαιτίας των τριβών από την κύρια σωληνογραμμή θα υπολογιστούν στη μέγιστη παροχή κατανάλωσης η οποία είναι $14,4 \text{ m}^3/\text{h}$. Ο αγωγός της κύριας γραμμής έχει επιλεγεί αυθαίρετα και είναι $\varnothing 63$, με αντοχή σε πίεση 6 atm και κατασκευασμένος από PE.

Επίσης, στην κύρια γραμμή θα υπολογιστούν οι απώλειες των παρακάτω εξαρτημάτων:

1. (2) ταυ $\varnothing 63$ στον αγωγό επιστροφής (βάνα ανακούφισης – χειροκίνητη βάνα).
2. (2) γωνίες (90°) $\varnothing 63$ της γραμμής.
3. (3) ταυ $\varnothing 63$ της διάταξης κατά πλάτος.
4. (1) γωνία (90°) $\varnothing 63$ της κύριας γραμμής.
5. (2) ταυ $\varnothing 63$ της διάταξης κατά μήκος.
6. (1) γωνία (90°) $\varnothing 63$ της κύριας γραμμής.
7. (1) γωνία (90°) $\varnothing 63$ για τη διάταξη των κανονιών.

Τέλος, πρέπει να υπολογιστεί η απώλεια κατά μήκος της σωληνογραμμής, η οποία έχει μήκος, $L = 113,5 \text{ m}$.

Η εξίσωση με την οποία υπολογίζεται το ύψος της απώλειας πίεσης των εξαρτημάτων, είναι η παρακάτω:

$$H^e = J \cdot \frac{V^2}{2g} \quad (2.10)$$

όπου

$V^2 =$ ταχύτητα ροής m/sec

$J =$ συντελεστής εξαρτήματος

0,72 γωνίες

1,3 ταυ

$g = 9,81 \text{ m/sec}^2$

$e = 2,71$

Η ταχύτητα στον αγωγό είναι $Q = A \cdot U \Rightarrow U = \frac{Q}{A}$. Επειδή $A = \frac{\pi \cdot D^2}{4}$, τότε η

ταχύτητα θα γίνει $U = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D^2}$. Συνεπώς στη μαθηματική εξίσωση που εκφράζει το

ύψος των απωλειών θα έχουμε:

$$H^e = J \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g} \Rightarrow H^e = J \cdot \frac{\left(\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D^2}\right)^2}{2 \cdot g} \Rightarrow H^e = J \cdot \frac{16 \cdot Q^2}{\pi^2 \cdot D^4 \cdot 2 \cdot g} \Rightarrow H^e = J \cdot \frac{16 \cdot Q^2}{\pi^2 \cdot D^4 \cdot 2 \cdot g} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow H = 2,71 \sqrt{\frac{J \cdot 16 \cdot Q^2}{\pi^2 \cdot D^4 \cdot 2 \cdot g}} \quad (2.11)$$

όπου

$Q =$ παροχή m^3/sec

$D =$ εσωτερική διάμετρος m

$H =$ απώλεια πίεσης m

Έτσι, για τον αγωγό Ø63 όπου η εσωτερική διάμετρος του είναι $D = 0,06 \text{ m}$, η παροχή θα είναι $Q = 14,4 \text{ m}^3/\text{h}$ ή $Q = 0,004 \text{ m}^3/\text{sec}$.

Συνεπώς, η απώλεια των ταν Ø63, θα είναι:

$$H = 2,71 \sqrt{\frac{J \cdot 16 \cdot Q^2}{\pi^2 \cdot D^4 \cdot 2 \cdot g}} \Rightarrow H = 2,71 \sqrt{\frac{0,72 \cdot 16 \cdot 0,004^2}{3,14^2 \cdot 0,06^4 \cdot 2 \cdot 9,81}} \Rightarrow H = 2,71 \sqrt{\frac{0,0003328}{0,002507}} \Rightarrow H = 2,71 \sqrt{0,1327}$$

$$\mathbf{H = 0,474 \text{ m}}$$

Η απώλεια της γωνίας Ø63, θα είναι:

$$H = 2,71 \sqrt{\frac{J \cdot 16 \cdot Q^2}{\pi^2 \cdot D^4 \cdot 2 \cdot g}} \Rightarrow H = 2,71 \sqrt{\frac{0,72 \cdot 16 \cdot 0,004^2}{3,14^2 \cdot 0,06^4 \cdot 2 \cdot 9,81}} \Rightarrow H = 2,71 \sqrt{\frac{0,000184}{0,002507}} \Rightarrow H = 2,71 \sqrt{0,07339}$$

$$\mathbf{H = 0,3814 \text{ m}}$$

Επειδή τα εξαρτήματα βρίσκονται σε σειρά το ένα μετά το άλλο και όχι σε παράλληλη διάταξη, η πτώση της πίεσης συνολικά προκύπτει από την απώλεια των εξαρτημάτων με άθροιση. Για το λόγο αυτό, παρατίθεται ο παρακάτω πίνακας στον οποίο παρουσιάζονται οι απώλειες των εξαρτημάτων της κύριας γραμμής.

2.4.8. Υπολογισμός απωλειών της γραμμής άρδευσης της διατάξεως κατά πλάτος στην παροχή κατανάλωσης

Στη διάταξη κατά πλάτος έχουμε τρεις γραμμές άρδευσης, που η κάθε μια καταναλώνει από 4,8 m³/h, ενώ η συνολική διάταξη καταναλώνει 14,4 m³/h (όπου είναι και η μέγιστη παροχή κατανάλωσης).

Επίσης, οι αγωγοί έχουν διάμετρο Ø40, αντοχή σε πίεση 6 atm και είναι κατασκευασμένοι από PE. Υπάρχουν τρεις υδροληψίες στις οποίες περιλαμβάνονται τα παρακάτω εξαρτήματα (λειτουργούν μόνο στον έναν κλάδο):

1. μια (1) γωνία Ø40 90⁰
2. ένας (1) σταυρός Ø40
3. μια (1) γωνία Ø40 90⁰
4. ένας (1) ρυθμιστής πίεσης με ηλεκτροβάννα 1 1/5'
5. μια (1) βάννα διακόπτης on-off, Ø40
6. ένας (1) μετρητής ροής Ø40

Τέλος, θα πρέπει να υπολογιστεί η απώλεια της πίεσης λόγω τριβών στην κατανάλωση των 4,8 m³/h, για κάθε μια γραμμή. Η μαθηματική εξίσωση που εκφράζει την απώλεια πίεσης λόγω των εξαρτημάτων, είναι:

$$H^e = J \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g} \quad \text{ή} \quad H = 2,71 \sqrt{\frac{J \cdot 16 \cdot Q^2}{\pi^2 \cdot D^4 \cdot 2 \cdot g}} \quad (2.12)$$

όπου

$$Q = \text{παροχή} \quad \text{m}^3/\text{sec}$$

$$D = \text{εσωτερική διάμετρος} \quad \text{m}$$

$$g = 9,81 \quad \text{m}/\text{sec}^2$$

Η εσωτερική διάμετρος των Ø40 είναι D = 0,036 m, η παροχή είναι Q = 4,8 m³/h, άρα Q = 0,00133 m³/sec.

Συνεπώς, η απώλεια για τη γωνία Ø40, είναι:

$$H = 2,71 \sqrt{\frac{J \cdot 16 \cdot Q^2}{\pi^2 \cdot D^4 \cdot 2 \cdot g}} \Rightarrow H = 2,71 \sqrt{\frac{0,76 \cdot 16 \cdot 0,00133^2}{3,14^2 \cdot 0,036^4 \cdot 2 \cdot 9,81}} \Rightarrow H = 2,71 \sqrt{\frac{0,000021509}{0,000324}} \Rightarrow H = 2,71 \sqrt{0,0663}$$
$$H = 0,367 \text{ m}$$

Η απώλεια πίεσης για τη βάννα διακόπτη είναι: **H = 1,5 m.**

Η απώλεια για τον μετρητή παροχής είναι:

$$H = 2,71 \sqrt{\frac{J \cdot 16 \cdot Q^2}{\pi^2 \cdot D^4 \cdot 2 \cdot g}} \Rightarrow H = 2,71 \sqrt{\frac{1,3 \cdot 16 \cdot 0,00133^2}{3,14^2 \cdot 0,036^4 \cdot 2 \cdot 9,81}} \Rightarrow H = 2,71 \sqrt{0,113}$$

$$H = 0,447 \text{ m} \approx H = 0,45 \text{ m}$$

Η απώλεια για τη συστολή του ταυ είναι: $H = 0,22 \text{ m}$.

Όλα τα παραπάνω παρουσιάζονται συνολικά στον πίνακα που ακολουθεί:

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 2 . 1 0			
ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΩΝ ΥΔΡΟΛΗΨΙΑΣ Ø40			
ΜΕ Q = 4,8 m³/h/γραμμή			
ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ	ΤΕΜΑΧΙΑ	ΑΠΩΛΕΙΑ/ΤΕΜΑΧΙΟ	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΑΠΩΛΕΙΑ
ΓΩΝΙΑ 90 ⁰	3	0,37 m	1,11 m
ΣΥΣΤΟΛΙΚΟ ΤΑΥ	1	0,22 m	0,22 m
ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΡΟΗΣ	1	0,447 m	0,447 m
ΒΑΝΑ	1	1,5 m	1,5 m
ΡΥΘΜΙΣΤΗΣ ΠΙΕΣΗΣ	1	-	-
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΑΘΡΟΙΣΜΑ			3,277 m

2.4.9. Εύρεση γραμμικής απώλειας της γραμμής άρδευσης Ø40

Το συνολικό της μήκος είναι $L = 24 \text{ m}$ και διαθέτει 4 εκτοξευτήρες. Από το διάγραμμα λειτουργίας του αγωγού, διαμέτρου Ø40, αντοχής σε πίεση 6 atm και ο οποίος είναι κατασκευασμένος από PE έχουμε:

$$\text{για παροχή } 4,8 \text{ m}^3/\text{h} \Rightarrow \begin{array}{ll} 100 \text{ m} & 6,7 \text{ m απώλεια} \\ 24 \text{ m} & x; \end{array}$$

$$x = \frac{24}{100} \cdot 6,7 \Rightarrow x = 1,61 \text{ m}$$

Επειδή, είναι αγωγός εφαρμογής για 4 μπέκ, πολλαπλασιάζεται με τον συντελεστή F, όπου $F = 0,48$. Δηλαδή:

$$H = 1,61 \times 0,48 \Rightarrow H = 0,77 \text{ m}$$

2.4.10. Εύρεση συνολικών απωλειών της γραμμής άρδευσης Ø40

Το συνολικό μανομετρικό των εξαρτημάτων είναι: $H = 3,277 \text{ m}$. Το μανομετρικό της γραμμικής απώλειας του αγωγού είναι: $H = 0,77 \text{ m}$. Συνεπώς, το ολικό μανομετρικό της γραμμής θα είναι:

$$H_{ολ} = 4,047 \text{ m}$$

2.4.11. Υπολογισμός απωλειών της γραμμής άρδευσης της διατάξεως κατά μήκος στην παροχή κατανάλωσης

Στη διάταξη κατά πλάτος έχουμε δυο γραμμές άρδευσης, που η κάθε μια καταναλώνει από $6 \text{ m}^3/\text{h}$, ενώ η συνολική διάταξη καταναλώνει $12 \text{ m}^3/\text{h}$, ενώ τα $2,4 \text{ m}^3/\text{h}$ που περισσεύουν από τα $14,4 \text{ m}^3/\text{h}$, επιστρέφουν στην αρχική δεξαμενή.

Στη διάταξη αυτή, οι αγωγοί έχουν διάμετρο Ø50, αντοχή σε πίεση 6 atm και είναι κατασκευασμένοι από PE. Υπάρχουν δυο υδροληψίες στις οποίες περιλαμβάνονται τα παρακάτω εξαρτήματα (λειτουργούν μόνο στον έναν κλάδο):

1. μια (1) γωνία Ø50 90°
2. ένας (1) σταυρός Ø50
3. μια (1) γωνία Ø50 90°
4. ένας (1) ρυθμιστής πίεσης με ηλεκτροβάννα 2'
5. μια (1) βάννα διακόπτης on-off, Ø50
6. ένας (1) μετρητής ροής Ø50

Τέλος, θα πρέπει να υπολογιστεί η απώλεια της πίεσης λόγω τριβών στην κατανάλωση των $6 \text{ m}^3/\text{h}$, για κάθε μια γραμμή. Η μαθηματική εξίσωση που εκφράζει την απώλεια πίεσης λόγω των εξαρτημάτων, είναι:

$$H^e = J \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g} \quad \text{ή} \quad H = 2,71 \sqrt{\frac{J \cdot 16 \cdot Q^2}{\pi^2 \cdot D^4 \cdot 2 \cdot g}} \quad (2.13)$$

όπου

$Q =$ παροχή m^3/sec

$D =$ εσωτερική διάμετρος m

$$g = 9,81 \quad \text{m/sec}^2$$

$$J = \text{συντελεστής} \quad 0,72 \quad \text{γωνία}$$

$$1,3 \quad \text{ταυ}$$

Η εσωτερική διάμετρος των Ø50 είναι $D = 0,046 \text{ m}$, η παροχή είναι $Q = 6 \text{ m}^3/\text{h}$, άρα $Q = 0,00166 \text{ m}^3/\text{sec}$.

Συνεπώς, η απώλεια για τη γωνία Ø40, είναι:

$$H = 2,71 \sqrt{\frac{J \cdot 16 \cdot Q^2}{\pi^2 \cdot D^4 \cdot 2 \cdot g}} \Rightarrow H = 2,71 \sqrt{\frac{0,72 \cdot 16 \cdot 0,00166^2}{3,14^2 \cdot 0,046^4 \cdot 2 \cdot 9,81}} \Rightarrow H = 2,71 \sqrt{\frac{0,0000317}{0,000866}} \Rightarrow H = 2,71 \sqrt{0,0366}$$

$$\mathbf{H = 0,295 \text{ m}}$$

Η απώλεια πίεσης για τη βάνια διακόπτη είναι: $\mathbf{H = 1,5 \text{ m}}$.

Η απώλεια για τον μετρητή παροχής είναι:

$$H = 2,71 \sqrt{\frac{J \cdot 16 \cdot Q^2}{\pi^2 \cdot D^4 \cdot 2 \cdot g}} \Rightarrow H = 2,71 \sqrt{\frac{1,3 \cdot 16 \cdot 0,00166^2}{3,14^2 \cdot 0,046^4 \cdot 2 \cdot 9,81}} \Rightarrow H = 2,71 \sqrt{0,066}$$

$$\mathbf{H = 0,366 \text{ m}}$$

Η απώλεια για τη συστολή του ταυ είναι: $\mathbf{H = 0,183 \text{ m}}$.

Όλα τα παραπάνω παρουσιάζονται συνολικά στον πίνακα που ακολουθεί:

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 2 . 1 1			
ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΩΝ ΥΔΡΟΛΗΨΙΑΣ Ø40			
ΜΕ $Q = 4,8 \text{ m}^3/\text{h}$/γραμμή			
ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ	ΤΕΜΑΧΙΑ	ΑΠΩΛΕΙΑ/ΤΕΜΑΧΙΟ	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΑΠΩΛΕΙΑ
ΓΩΝΙΑ 90 ⁰	3	0,295 m	0,885 m
ΣΥΣΤΟΛΙΚΟ ΤΑΥ	1	0,183 m	0,183 m
ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΡΟΗΣ	1	0,366 m	0,366 m
ΒΑΝΑ	1	1,5 m	1,5 m
ΡΥΘΜΙΣΤΗΣ ΠΙΕΣΗΣ	1	-	-
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΑΘΡΟΙΣΜΑ			2,93 m

2.4.12. Εύρεση γραμμικής απώλειας της γραμμής άρδευσης Ø50

Το συνολικό της μήκος είναι $L = 32 \text{ m}$ και διαθέτει πέντε εκτοξευτήρες. Από το διάγραμμα λειτουργίας του αγωγού, διαμέτρου Ø50, αντοχής σε πίεση 6 atm και ο οποίος είναι κατασκευασμένος από PE έχουμε:

για παροχή $6 \text{ m}^3/\text{h} \Rightarrow$

100 m	3 m απώλεια
32 m	x;

$$x = \frac{32}{100} \cdot 3 \Rightarrow x = 0,96 \text{ m}$$

Επειδή, είναι αγωγός εφαρμογής για πέντε μπέκ, πολλαπλασιάζεται με τον συντελεστή F, όπου $F = 0,451$. Δηλαδή:

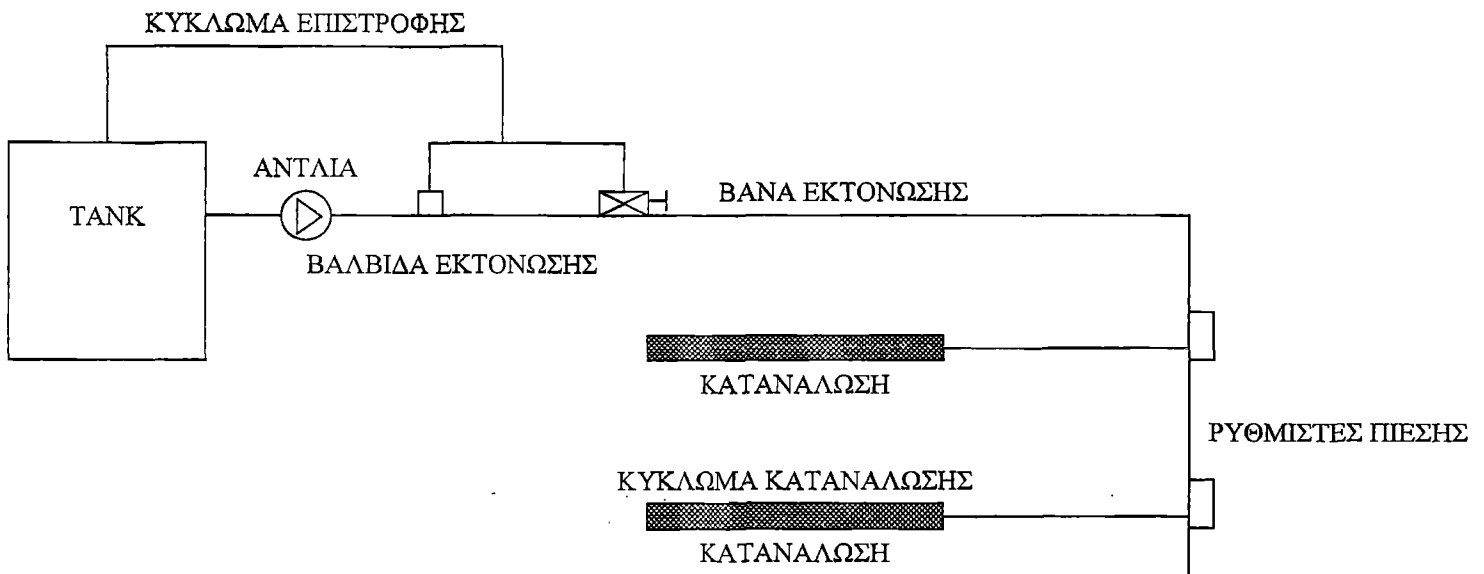
$$H = 0,96 \times 0,451 \Rightarrow H = 0,432 \text{ m}$$

2.4.13. Εύρεση συνολικών απωλειών της γραμμής άρδευσης Ø50

Το συνολικό μανομετρικό των εξαρτημάτων είναι: $H = 2,93 \text{ m}$. Το μανομετρικό της γραμμικής απώλειας του αγωγού είναι: $H = 0,43 \text{ m}$. Συνεπώς, το ολικό μανομετρικό της γραμμής θα είναι:

$$H_{\text{ολ}} = 3,36 \text{ m}$$

2.5.1. Περιγραφή και επεξήγηση του κυκλώματος επιστροφής του νερού



Εικόνα 10. Κύκλωμα κατανάλωσης.

Περιγραφή

Το κύκλωμα κατανάλωσης αποτελείται από τις γραμμές εφαρμογής με τους εκτοξευτήρες και τους ρυθμιστές πίεσης στην αρχή των αγωγών. Όπως έχει αποδειχτεί και πιο πάνω, η κατανάλωση καθορίζεται από τους ρυθμιστές πίεσης στην αρχή των αγωγών.

Το κύκλωμα επιστροφής αποτελείται από μια παράλληλη διάταξη, από μια βαλβίδα εκτόνωσης και από μια βάνα στραγγαλισμού. Ο αγωγός στον οποίο είναι τοποθετημένες οι παραπάνω βαλβίδες, καταλήγει στη δεξαμενή αποθήκευσης ύδατος.

Τρόπος λειτουργίας

Στους ρυθμιστές πίεσης καθορίζουμε την παροχή κατανάλωσης, ρυθμίζοντας κατάλληλα την πίεση εξόδου. Είναι αυτονόητο, πως δεν διαδραματίζει κάποιο σημαντικό ρόλο η πίεση εισόδου του, άρα και, η πίεση που έχει η κύρια γραμμή.

Η πίεση στην κύρια γραμμή είναι σαφώς πολύ μεγαλύτερη από την πίεση του αγωγού εφαρμογής. Η πίεση, λοιπόν, καθορίζεται περίπου ίση με 4 atm. Αυτό σημαίνει πως, στους ρυθμιστές πίεσης θα φτάσει, μειωμένη λόγω των τριβών, πίεση ίση με 3,8 atm. Αυτό φυσικά δεν μας ενδιαφέρει, καθώς η κατανάλωση εξαρτάται από την πίεση στη γραμμή μετά από το σημείο που είναι τοποθετημένοι οι ρυθμιστές και όχι πριν.

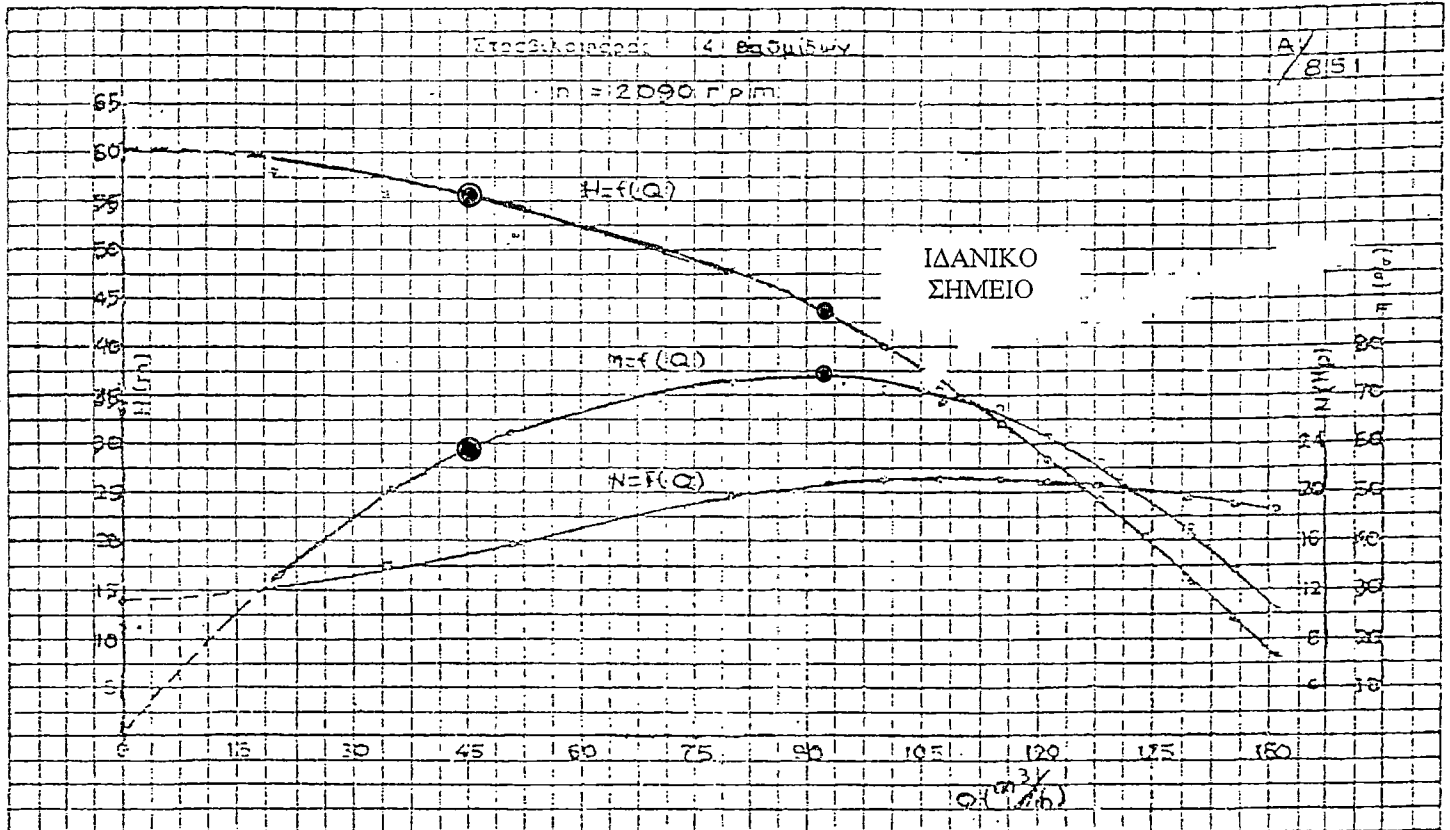
Παράδειγμα

Αν επιζητούμε παροχή ίση με $Q = 94 \text{ m}^3/\text{h}$ (ιδανικό σημείο λειτουργίας), από την αντλία που παρουσιάζεται παρακάτω, θα έχουμε τα εξής χαρακτηριστικά:

$$Q = 94 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$H = 45 \text{ m}$$

$$\eta = 70 \% (\text{max})$$



Διάγραμμα 3. Χαρακτηριστικά λειτουργίας της αντλίας.

Αν η παροχή κατανάλωσης μειωθεί από τα $94 \text{ m}^3/\text{h}$ στα $45 \text{ m}^3/\text{h}$, τότε από το διάγραμμα λειτουργίας, η αντλία θα μας δώσει: $Q = 45 \text{ m}^3/\text{h}$, $H = 55 \text{ m}$, $\eta = 50\%$.

Αυτό σημαίνει ότι θα έχουμε αυτόματα αύξηση της πίεσης από τα 43 m στα 55 m, δηλαδή, η πίεση στο δίκτυο πριν τους ρυθμιστές θα αυξηθεί κατά 12 m. Η πίεση στη γραμμή άρδευσης θα παραμένει σταθερή, λόγω της υπάρξεως των ρυθμιστών.

Στο κύκλωμα επιστροφής η βαλβίδα θα ανοίξει αυτόματα, καθώς λειτουργεί όταν η πίεση αυξάνεται από τα 43 m.

Επίσης, μπορούμε να έχουμε μια βάνα στραγγαλισμού με ένα μανόμετρο, την οποία θα θέτουμε σε λειτουργία τη στιγμή που η ένδειξη του μανομέτρου είναι στα

43 m, όπου είναι και η πίεση λειτουργίας της αντλίας. Αυτό, θα μπορεί να πραγματοποιηθεί μόνο όταν διέλθει διαμέσου της βάνας στραγγαλισμού, παροχή ίση με την παροχή που περισσεύει $95 - 45 = 50 \text{ m}^3/\text{h}$.

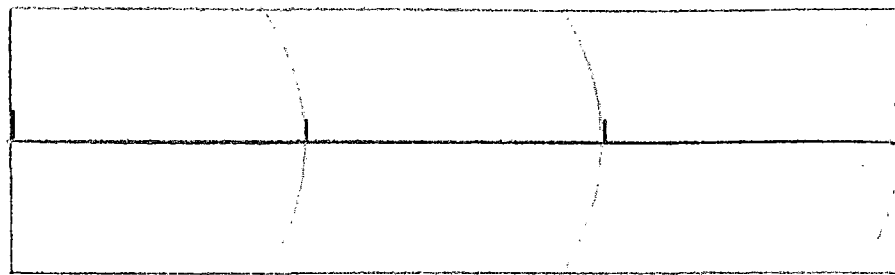
Με τον τρόπο αυτό, θα επιστρέψει το σύστημα στην αρχική του κατάσταση.

2.6.1. Καθορισμός στη δημιουργία οπών στη γραμμή άρδευσης για την τοποθέτηση των εκτοξευτήρων κατά πλάτος

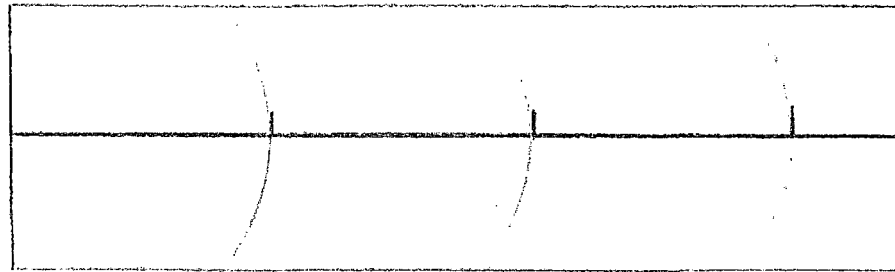
Το μήκος της γραμμής είναι 24 m. Η πρώτη σέλλα θα τοποθετηθεί στην αρχή του αγωγού. Στη συνέχεια θα έχουμε τις παρακάτω τοποθετήσεις:

- Ακτίνα εκτόξευσης 8 m
- Ακτίνα εκτόξευσης 7 m
- Ακτίνα εκτόξευσης 6 m

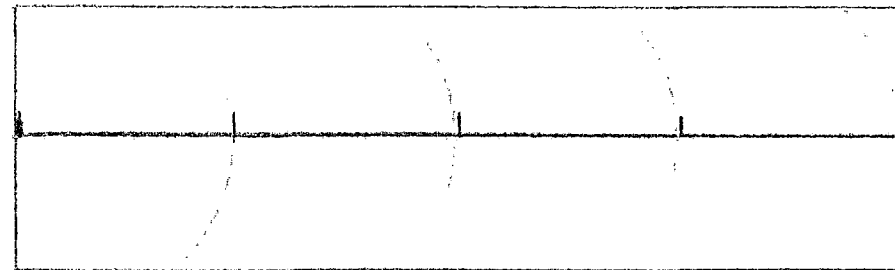
Αυτό σημαίνει ότι θα έχουμε οπές κάθε 6, 7 και 8 μέτρα από την αρχή του αγωγού. Είναι και εδώ αυτονόητο, όπως και στην περίπτωση που θέλουμε να εργαστούμε με εκτοξευτήρα που έχει ακτίνα ίση με 8 m, ότι θα τοποθετήσουμε τους εκτοξευτήρες στις σέλλες των 8 m, ενώ ταυτόχρονα οι άλλες των 6 και 7 m θα παραμένουν κλειστές με τάπες.



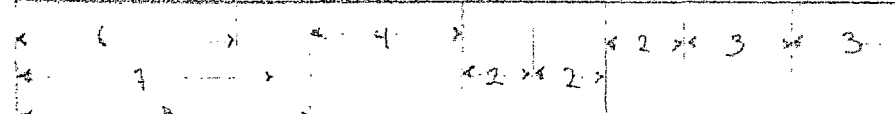
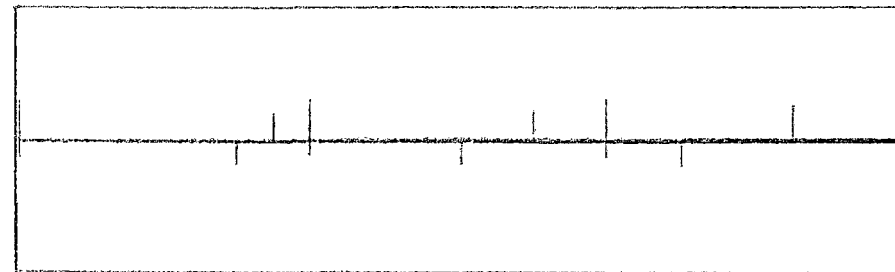
R=8



R=7



R=6



Εικόνα 11. Αγωγός άρδευσης Ø40, 24 m.

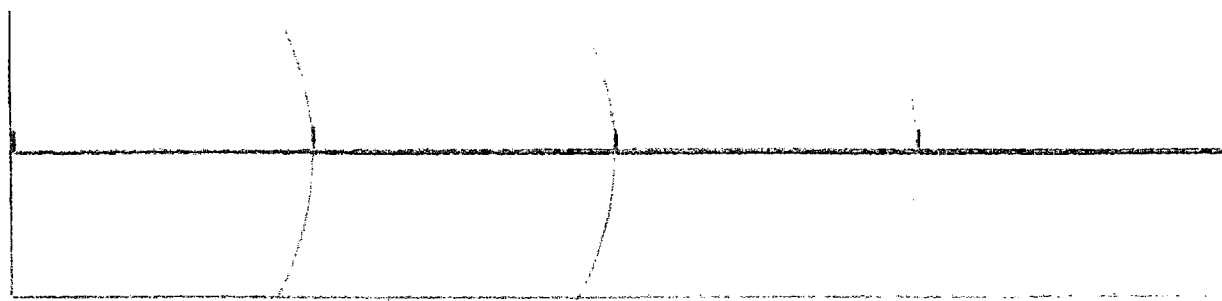
ΚΛΙΜΑΚΑ 1 / 20

2.6.2. Καθορισμός στη δημιουργία οπών στη γραμμή άρδευσης για την τοποθέτηση των εκτοξευτήρων κατά μήκος

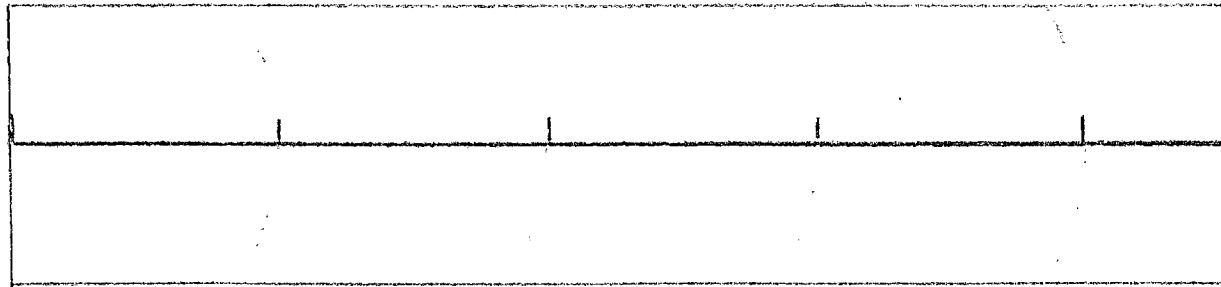
Το μήκος της γραμμής είναι 32 m. Η πρώτη σέλλα θα τοποθετηθεί στην αρχή του αγωγού. Στη συνέχεια θα έχουμε τις παρακάτω τοποθετήσεις:

- Ακτίνα εκτόξευσης 8 m
- Ακτίνα εκτόξευσης 7 m

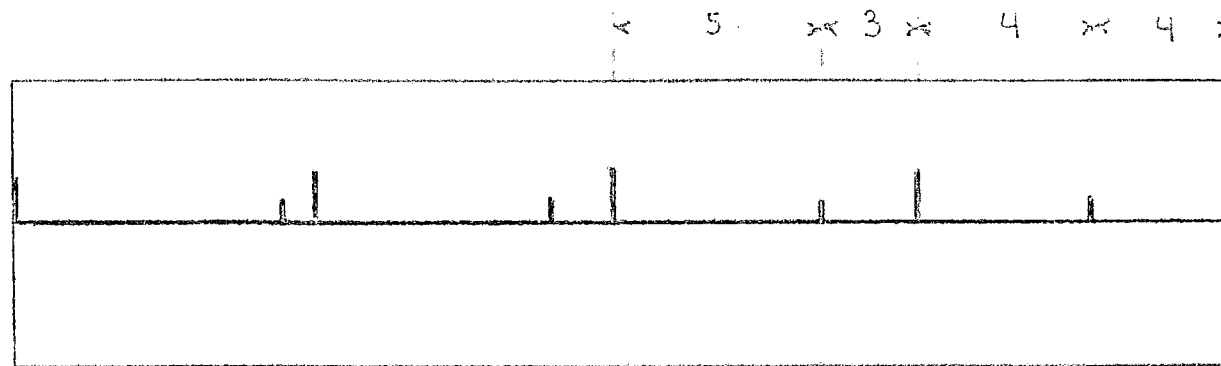
Αυτό σημαίνει ότι θα έχουμε οπή κάθε 8 μέτρα από την αρχή της γραμμής, ενώ θα έχουμε οπές κάθε 6 και 7 μέτρα από την αρχή του αγωγού. Είναι και εδώ αυτονόητο, όπως και στην περίπτωση που θέλουμε να εργαστούμε με εκτοξευτήρα που έχει ακτίνα ίση με 8 m, ότι θα τοποθετήσουμε τους εκτοξευτήρες στις σέλλες των 8 m, ενώ ταυτόχρονα οι άλλες των 7 m θα παραμένουν κλειστές με τάπες. Το ίδιο θα συμβεί και στην περίπτωση που χρησιμοποιηθούν εκτοξευτήρες με ακτίνα ίση με 7 m.



R=8



R=4



λ 5 λ 3 λ 4 λ 4 >



ΚΛΙΜΑΚΑ 1 / 20

Εικόνα 12. Γραμμή άρδευσης Ø50, 32 m.

2.6.3. Διαμόρφωση διάταξης των εκτοξευτήρων για διαφορετικές ακτίνες εκτόξευσης κατά μήκος

Όπως έχει αναφερθεί και πιο πριν η διάταξη μπορεί να αλλάξει μεταβάλλοντας την ισαποχή των αγωγών άρδευσης. Έτσι, ειδικότερα στην κατά μήκος διάταξη, για λόγους σχετικούς με το μέγεθος του υπό άρδευση αγρού, έχει υπολογιστεί πως η μέγιστη ακτίνα εκτόξευσης μπορεί να είναι έως και 8 m. Σε περίπτωση που η ακτίνα είναι μεγαλύτερη, το νερό εκτοξεύεται πέρα από τα όρια του αγρού. Έτσι, συνοπτικά θα έχουμε τις εξής ισαποχές μεταξύ των αγωγών:

- Βασική ισαποχή 12 m
- Μέγιστη ισαποχή 14 m
- Ελάχιστη ισαποχή 12 m

Οι ακτίνες εκτόξευσης μπορεί να είναι από 6 έως και 8 μέτρα, το μέγιστο. Αν χρησιμοποιήσουμε ακτίνα ίση με 6 m, τότε δεν θα υπάρχει ομοιομορφία κατά την πραγματοποίηση της τεχνητής βροχής, καθώς οι διατάξεις αντιβαίνουν τον κανόνα της ορθογωνικής τοποθέτησης των εκτοξευτήρων που αναφέρει ότι:

- Κατά μήκος (μεταξύ των αγωγών) $\beta = 1,2 - 1,5 R$
- Κατά πλάτος (μεταξύ των μπέκ) $\alpha = R$

Κατά τον τρόπο αυτό, οι ακτίνες πρέπει να συμφωνούν στον παραπάνω κανόνα, οπότε και επιλέγουμε ακτίνες ίσες με 7 και 8 μέτρα. Οι διατάξεις θα έχουν ως εξής:

$$\begin{array}{ccc} 8 \text{ m} & \times & 12 \text{ m} \\ & & 10 \text{ m} \\ & & 14 \text{ m} \end{array} \quad \text{και} \quad \begin{array}{ccc} 7 \text{ m} & \times & 12 \text{ m} \\ & & 10 \text{ m} \\ & & 14 \text{ m} \end{array}$$

Στην περίπτωση που προσπαθήσουμε να ελέγξουμε τις διατάξεις για την απόσταση μεταξύ των αγωγών, θα πρέπει το β να κυμαίνεται από $1,2 R < \beta < 1,5 R$. Συνεπώς θα έχουμε:

$$\begin{array}{ll} 8 \times 10 \Rightarrow \beta = 1,25 R & 7 \times 10 \Rightarrow \beta = 1,4 R \\ 8 \times 12 \Rightarrow \beta = 1,5 R & \text{και} \quad 7 \times 12 \Rightarrow \beta = 1,7 R \\ 8 \times 14 \Rightarrow \beta = 1,7 R & 7 \times 14 \Rightarrow \beta = 2 R \end{array}$$

Από τις παραπάνω διατάξεις, αυτές που μας ικανοποιούν είναι:

$$\begin{array}{ll} 8 \times 10 \Rightarrow \beta = 1,25 R < 1,5 R & \text{και} \quad 7 \times 10 \Rightarrow \beta = 1,4 R < 1,5 R \\ 8 \times 12 \Rightarrow \beta = 1,5 R = 1,5 R & \end{array}$$

2.6.4. Διαμόρφωση διάταξης των εκτοξευτήρων για διαφορετικές ακτίνες εκτόξευσης κατά πλάτος

Στην κατά πλάτος διάταξη, έχουμε 3 αγωγούς άρδευσης και θα έχουμε τις εξής ισαποχές μεταξύ των αγωγών:

- Βασική ισαποχή 9,5 m
- Μέγιστη ισαποχή 11,5 m
- Ελάχιστη ισαποχή 7,5 m

Οι ακτίνες εκτόξευσης μπορεί να είναι από 6 έως και 8 μέτρα, το μέγιστο. Αν χρησιμοποιήσουμε ακτίνα μεγαλύτερη από 8 m, στη βασική ισαποχή, τότε θα έχουμε σαφή υπερκάλυψη του αγρού, εκτοξεύοντας το αρδευτικό νερό πέρα από τα όρια του. Ισχύουν όπως και παραπάνω τα εξής:

- Κατά μήκος (μεταξύ των αγωγών) $\beta = 1,2 - 1,5 R$
- Κατά πλάτος (μεταξύ των μπέκ) $\alpha = R$

Κατά τον τρόπο αυτό, οι ακτίνες πρέπει να συμφωνούν με τον παραπάνω κανόνα, οπότε και επιλέγουμε ακτίνες ίσες με 6, 7 και 8 μέτρα. Οι διατάξεις θα έχουν ως εξής:

$$\begin{array}{ccc} 8 \text{ m} \times & 7,5 \text{ m} & 7 \text{ m} \times & 7,5 \text{ m} & 6 \text{ m} \times & 7,5 \text{ m} \\ & 9,5 \text{ m} \text{ και} & & 9,5 \text{ m} \text{ και} & & 9,5 \text{ m} \\ & 11,5 \text{ m} & & 11,5 \text{ m} & & 11,5 \text{ m} \end{array}$$

Στην περίπτωση που προσπαθήσουμε να ελέγξουμε τις διατάξεις για την απόσταση μεταξύ των αγωγών, θα πρέπει το β να είναι από $1,2 R < \beta < 1,5 R$. Συνεπώς θα έχουμε:

$$6 \times 7,5 \Rightarrow \beta = 1,25 R < 1,5 R \qquad 7 \times 7,5 \Rightarrow \beta = 1,07 R < 1,2 R$$

$$6 \times 9,5 \Rightarrow \beta = 1,5 R = 1,5 R \qquad \text{και} \qquad 7 \times 9,5 \Rightarrow \beta = 1,26 R > 1,2 R$$

$$6 \times 11,5 \Rightarrow \beta = 1,9 R > 1,5 R \qquad 7 \times 11,5 \Rightarrow \beta = 1,64 R > 1,5 R$$

και $8 \times 7,5 \Rightarrow \beta = 0,93 R < 1,2 R$

$$8 \times 9,5 \Rightarrow \beta = 1,18 R \approx 1,2 R$$

$$8 \times 11,5 \Rightarrow \beta = 1,43 R < 1,5 R$$

Από τις παραπάνω διατάξεις, αυτές που μας ικανοποιούν ως προς την ομοιομορφία της τεχνητής βροχής, είναι:

$$\begin{array}{ccc} 6 \times 7,5 & 7 \times 7,5 & 8 \times 9,5 \\ & \text{και} & \text{και} \\ 6 \times 9,5 & 7 \times 9,5 & 8 \times 11,5 \end{array}$$

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 2 . 1 2

**ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΕΚΤΟΞΕΥΤΩΝ
ΚΑΤΑ ΜΗΚΟΣ Ø50, 32 m**

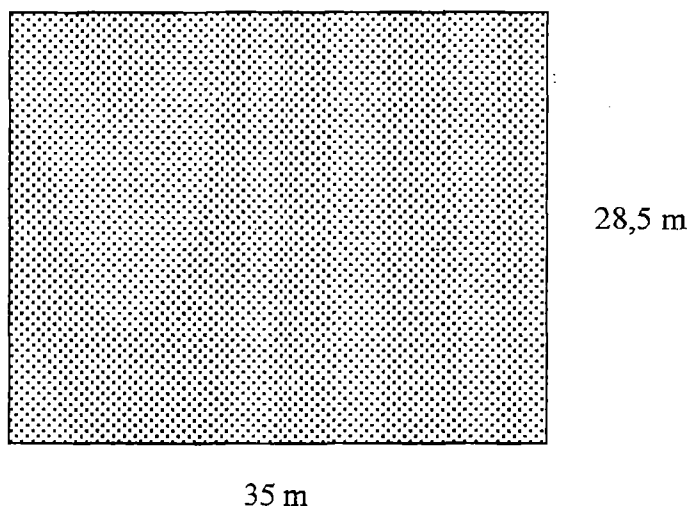
**ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΕΚΤΟΞΕΥΤΩΝ
ΚΑΤΑ ΜΗΚΟΣ Ø40, 24 m**

ΑΚΤΙΝΑ ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΕΠΙ ΤΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ	ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΑΓΩΓΩΝ	ΔΙΑΤΑΞΗ	ΑΚΤΙΝΑ ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΕΠΙ ΤΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ	ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΑΓΩΓΩΝ	ΔΙΑΤΑΞΗ
-	-	-	6 m	7,5	6 × 7,5
-	-	-	6 m	9,5	6 × 9,5
-	-	-	6 m	11,5	-
7 m	10	7 × 10	7 m	7,5	7 × 7,5
7 m	12	-	7 m	9,5	7 × 9,5
7 m	14	-	7 m	11,5	-
8 m	10	8 × 10	8 m	7,5	-
8 m	12	8 × 12	8 m	9,5	8 × 9,5
8 m	14	-	8 m	11,5	8 × 11,5

Οι διατάξεις που απορρίπτονται δεν έχουν σωστή ομοιομορφία της έντασης της τεχνητής βροχής. Αυτές που υπάρχουν έχουν ελεγχθεί ως προς την ομοιομορφία και είναι μέσα στα όρια.

2.7.1. Διαμόρφωση του εργαστηρίου της τεχνητής βροχής στον αγρό

Το χωράφι έχει ορθογωνικό σχήμα με διαστάσεις $35 \times 28,5$ m. Αυτές είναι οι μέγιστες που μπορούμε να έχουμε μέσα στη συνολική έκταση του εργαστηρίου. Πρακτικά ο χώρος είναι πολύ μικρός $E = 997,5 \text{ m}^2$, αλλά μπορούμε να καλύψουμε τις βασικές μας ανάγκες για τη διεξαγωγή των πειραμάτων.



Εικόνα 13. Αγροτεμάχιο εργαστηρίου.

2.7.2. Διαμόρφωση των γραμμών άρδευσης

Οι γραμμές, πρέπει να μπορούν να τοποθετηθούν κατά μήκος και κατά πλάτος του χωραφιού. Είναι σαφές πως ο αριθμός τους εξαρτάται από την ακτίνα εκτόξευσης του εκτοξευτή και από τις διαστάσεις του αγροτεμαχίου. Επίσης, είναι αυτονόητο, πως ο αριθμός στην κατά μήκος τοποθέτηση των γραμμών θα είναι μικρότερος από τον αριθμό στην κατά πλάτος.

Ο εκτοξευτής θα έχει ακτίνα εκτόξευσης περίπου ίση με 8 m. Είναι παράγοντας, ο οποίος εξαρτάται αποκλειστικά από τις ανάγκες του πειράματος. Για τον λόγο αυτό, θα πρέπει να αναφέρουμε πως για να υπάρχει κάποιο νόημα στην τοποθέτηση των γραμμών άρδευσης στην κατά μήκος διάταξη, θα πρέπει να υπάρχει αλληλοκάλυψη των εκτοξευτήρων τουλάχιστον δυο διαδοχικών γραμμών. Αυτό σημαίνει, ότι, θα πρέπει να έχουμε το λιγότερο δυο γραμμές άρδευσης, οι οποίες πρέπει να τοποθετηθούν σε πλάτος 28,5 m. Επίσης, πρέπει η ελάχιστη απόσταση των γραμμών να είναι $\beta_{\min} = 1,2 R$, ενώ η μέγιστη να είναι $\beta_{\max} = 1,5 R$. Έτσι λοιπόν θα έχουμε:

Για ελάχιστη απόσταση β_{\min}

Η απόσταση που καλύπτουν 2 διαδοχικές γραμμές με β_{\min} μεταξύ τους και ακτίνα εκτόξευσης R είναι:

$$L_{\min} = \beta_{\min} + R + R \Rightarrow L_{\min} = 1,2 R + 2 R \Rightarrow L_{\min} = 3,2 R$$

Για μέγιστη απόσταση β_{\max}

Η απόσταση δυο διαδοχικών γραμμών β_{\max} είναι:

$$L_{\max} = \beta_{\max} + R \Rightarrow L_{\max} = 1,5 R + 2 R \Rightarrow L_{\max} = 3,5 R$$

Συνεπώς, θα έχουμε:

$$L_{\min} = 3,2 R$$

$$L_{\max} = 3,5 R$$

Δεδομένου ότι θα πρέπει να τοποθετηθούν σε πλάτος ίσο με 28,5 m, εξετάζουμε τη μέγιστη τιμή του L_{\max} . Έτσι, θα έχουμε:

$$L_{\max} = 3,5 R = 28,5 \Rightarrow R = 8,14 \text{ m}$$

Αποτέλεσμα

Η ακτίνα εκτόξευσης που πρέπει να έχει το μπέκ, πρέπει να είναι έως $R = 8,14$ m, έτσι ώστε να καλύπτονται οι παράμετροι που θέσαμε παραπάνω. Μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε μπέκ και με μικρότερη ακτίνα τα οποία στο εμπόριο δεν κυκλοφορούν με κρουστική μορφή.

Τελικό συμπέρασμα

Η ακτίνα εκτόξευσης πρέπει να είναι ίση με 8 μέτρα, δηλαδή $R = 8$ m.

Τελική γάραξη των γραμμών άρδευσης

Θα υπάρχουν οι εξής τρεις (3) διατάξεις στο αγροτεμάχιο, για την τοποθέτηση των εκτοξευτών:

1. Κατά πλάτος διάταξη
2. Κατά μήκος διάταξη
3. Διάταξη κανονιών

Πιο αναλυτικά για την κάθε μια από τις παραπάνω περιπτώσεις, θα έχουμε:

Κατά μήκος διάταξη

Οι γραμμές άρδευσης τοποθετούνται στην κατά μήκος πλευρά του αγωγού. Αυτό, έχει ως αποτέλεσμα να έχουν μήκος περίπου ίσο με το μήκος του αγρού. Ο αριθμός των γραμμών που χωρούν είναι δυο και η απόσταση θα καθοριστεί από την ακτίνα εκτόξευσης που είναι ίση με $R = 8$ μέτρα.

Προτείνεται, η απόσταση να είναι ίση με 12 μέτρα και να αυξομειώνεται ± 1 μέτρο η κάθε μια ξεχωριστά, που σημαίνει ότι η μεταβολή στην ισαποχή γίνεται ± 2 μέτρα συνολικά. Τα 12 μέτρα κανονική ισαποχή προκύπτουν ως εξής:

$$\beta = 1,5 R \Rightarrow \beta = 1,5 \cdot 8 \Rightarrow \beta = 12 \text{ m.}$$

Έτσι, για το λόγο αυτό, η βασική ισαποχή των γραμμών θα είναι ίση με $\beta = 12 \text{ m}$. Ως βασική ισαποχή, θα πρέπει να αναφέρουμε ότι ορίζουμε, την ιδανική τοποθέτηση των γραμμών στον αγρό και η οποία αποτελεί σημείο αναφοράς. Συνεπώς, τα χαρακτηριστικά της διάταξης θα είναι:

Αριθμός γραμμών: 2

Ισαποχή γραμμών

στη βασική θέση: 12 m

Μέγιστη ισαποχή: 14 m

Ελάχιστη ισαποχή: 10 m

Κατά πλάτος διάταξη

Οι γραμμές άρδευσης τοποθετούνται στην κατά πλάτος πλευρά του αγρού. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα το μήκος της γραμμής να είναι περίπου ίσο με το πλάτος του αγρού. Η ισαποχή των αγωγών θα εξαρτηθεί από το μήκος του αγρού και την ακτίνα εκτόξευσης του εκτοξευτήρα.

Η δική μας πρόταση είναι, να έχουμε 3 γραμμές άρδευσης και η απόσταση μεταξύ τους να είναι 9,6 μέτρα. Η ισαποχή αυτή θεωρείται ως βασική ισαποχή και λειτουργεί ως σημείο αναφοράς. Η κάθε μια αυξομειώνεται ± 1 μέτρο, που σημαίνει ότι η μεταβολή στην ισαποχή γίνεται ± 3 μέτρα συνολικά. Η κανονική ισαποχή προκύπτει ως εξής:

$$\beta = 1,2 R \Rightarrow \beta = 1,2 \cdot 8 \Rightarrow \beta = 9,6 \text{ m.}$$

Έτσι, για το λόγο αυτό η βασική ισαποχή των γραμμών θα είναι ίση με $\beta = 9,6 \text{ m}$. Συνεπώς, τα χαρακτηριστικά της διάταξης θα είναι:

Αριθμός γραμμών: 3

Ισαποχή γραμμών

στη βασική θέση: 9,6 m

Μέγιστη ισαποχή: 11,5 m

Ελάχιστη ισαποχή: 7,5 m

Διάταξη κανονιών

Τα κανόνια θα έχουν θέση σε σημεία που θα μας καθορίζουν την καλύτερη δυνατή λειτουργία και δεν θα διαταράσσουν την ισορροπία του δικτύου.

Η δική μας πρόταση είναι να τοποθετηθούν στις δυο κατά μήκος πλευρές του χωραφιού και στο μέσο αυτής. Έτσι, θα είναι το ένα αντικριστά από το άλλο. Επίσης, είναι αυτονόητο ότι θα εργάζονται σε τόξο μέσης περιστροφής, ώστε το αρδευτικό νερό να περιορίζεται εντός του αγρού.

Όπως κάθε εκτοξευτήρας, η απόσταση που έχουν από γραμμή σε γραμμή πρέπει να κυμαίνεται από $1,2 R$ έως $1,5 R$. Επίσης, η ακτίνα εκτόξευσης δεν θα πρέπει να ξεπερνάει το μέσο της πλευράς του μήκους. Συνεπώς, αυτό σημαίνει ότι η ακτίνα πρέπει να είναι έως $R = 17,5 \text{ m}$ αφού $\frac{35 \text{ m}}{2} = 17,5 \text{ m}$.

Έτσι, ο μακροεκτοξευτήρας θα πρέπει να έχει ακτίνα εκτόξευσης $17,5 \text{ m}$ οπότε και η μεταξύ τους ισαποχή θα είναι $L = 1,5 R = 1,5 \cdot 17,5 \Rightarrow L = 25,5 \text{ m}$.

Τα χαρακτηριστικά της διάταξης θα είναι:

Αριθμός γραμμών:	-
Ισαποχή γραμμών	
στη βασική θέση:	$25,5 \text{ m}$
Μέγιστη ισαποχή:	-
Ελάχιστη ισαποχή:	-

2.7.3. Επιλογή των εκτοξευτήρων

Για την ορθή επιλογή ενός εκτοξευτήρα στη μελέτη άρδευσης, το βασικό κριτήριο είναι η μηχανική σύσταση του εδάφους. Πιο συγκεκριμένα, αυτό που μας αφορά κυρίως είναι η βασική ή τελική διηθητικότητα του εδάφους.

Ως βασική διηθητικότητα ορίζεται η ταχύτητα της κίνησης του νερού από την επιφάνεια του εδάφους προς τα κάτω στρώματα του, με την επίδραση της βαρύτητας. Στα εδάφη με ελαφριά μηχανική σύσταση η διηθητικότητα είναι μεγάλη, ενώ στα βαριά εδάφη αυτή παίρνει μικρές τιμές.

Οπότε, για να πραγματοποιήσουμε ορθή επιλογή του εκτοξευτήρα θα πρέπει, η ποσότητα του νερού που εκτοξεύει το μπέκ (ένταση βροχής) να είναι ίση με την ποσότητα του νερού που απορροφάται από το έδαφος. Στην περίπτωση που η ένταση

βροχής είναι μεγαλύτερη της βασικής διηθητικότητας, τότε μια ποσότητα του αρδευτικού νερού δεν διηθείται, με αποτέλεσμα να λιμνάζει και να απορρέει.

Στην περίπτωση του δικού μας πειραματικού μοντέλου, το φαινόμενο της απορροής είναι επιθυμητό. Αυτό συμβαίνει, διότι ο ρόλος του είναι επιμορφωτικός και επιδιώκει την εσφαλμένη εφαρμογή του, ούτως ώστε οι σπουδαστές να είναι σε θέση να προβληματιστούν, να παρατηρήσουν και να προτείνουν λύσεις για τα εξής:

- Την απορροή του αρδευτικού νερού σε όλα τα στάδια της, δηλαδή, από την αρχική έως την τελική διηθητικότητα.
- Τις αρνητικές συνέπειες της απορροής στο έδαφος.

Θα πρέπει φυσικά να τονίσουμε ότι θα υπάρχει η δυνατότητα σωστής και μελετημένης άρδευσης του αγροτεμαχίου, χρησιμοποιώντας φυσικά την κατάλληλη διάταξη. Έτσι, τα βασικά κριτήρια επιλογής, εξαιρουμένου του εδάφους, είναι τα παρακάτω:

- Ακτίνα εκτόξευσης έως 8 μέτρα.
- Περιστρεφόμενος παλμικός εκτοξευτής.
- Ύπαρξη διαθέσιμης σειράς ακροφυσίων για αλλαγές.
- Δυνατότητα μέσης περιστροφής.
- Διαθέσιμο εύρος λειτουργίας 1 – 4 atm.
- Μεταβλητή διάμετρος βάσης κανονιού για πολλά είδη εκτοξευτών.

Σαν συμπέρασμα μπορούμε να αναφέρουμε ότι, η επιλογή του εκτοξευτήρα είναι υποκειμενική, χωρίς ωστόσο βέβαια να παραμερίζονται τα παραπάνω χαρακτηριστικά. Έτσι, προτείνουμε τον παρακάτω τύπο εκτοξευτήρα:

- **Jumbo Teso 6⁰**, ο οποίος έχει τρία ακροφύσια 5, 6, 7 mm και το εύρος της πίεσης λειτουργίας του είναι 1,5, 2, 3, 4 atm. Κατά τον τρόπο αυτό, θα έχουμε 12 σημεία λειτουργίας, όπου τα 4 θα είναι για κάθε ακροφύσιο.

2.7.4. Επιλογή του μακροεκτοξευτή ή κανόνι

Ο μακροεκτοξευτής θα έχει καθαρά εκπαιδευτικό χαρακτήρα. Κατά τον τρόπο αυτό, δεν θα μας ενδιαφέρει τόσο εάν στο έδαφος θα έχουμε απορροή, αλλά το να λειτουργεί σωστά από υδραυλικής άποψης. Αυτό σημαίνει ότι, θα πρέπει να εργάζεται με πίεση και παροχή που θα κυμαίνονται στα όρια του πεδίου λειτουργίας του.

Έτσι, ο μόνος παράγοντας στη διάταξη των κανονιών που αποτελεί περιοριστικό ρόλο, είναι η ακτίνα εκτόξευσης. Αυτή, δεν θα πρέπει να ξεπερνάει το μισό του μήκους του αγροτεμαχίου, δηλαδή όχι μεγαλύτερη από 17,5 m. Συνεπώς, τα βασικά κριτήρια επιλογής, εξαιρουμένου του εδάφους, είναι τα παρακάτω:

- Ακτίνα εκτόξευσης έως 17,5 m.
- Δυνατότητα μισής περιστροφής.
- Ύπαρξη διαθέσιμης σειράς ακροφυσίων για αλλαγές.
- Διαθέσιμο εύρος λειτουργίας 1 – 4 atm.
- Ύπαρξη κοινής βάσης ενώσεως με τον αγωγό τροφοδοσίας.

Έτσι, προτείνουμε το παρακάτω τύπο μακροεκτοξευτήρα:

- **Ambro της Sime**, ο οποίος έχει διπλά ακροφύσια προς την ίδια κατεύθυνση 6×8, 6×10, 6×12, 6×14, 6×16 και το εύρος της πίεσης λειτουργίας του είναι 1,5, 2, 3, 4 atm. Κατά τον τρόπο αυτό, θα έχουμε 20 σημεία πιθανής λειτουργίας, για 5 ομάδες ακροφυσίων.

2.7.5. Συγκερασμός των διαστάσεων του αγροτεμαχίου με τις διατάξεις των αγωγών εφαρμογής και των εκτοξευτήρων

Βασικές αρχές

Το αγροτεμάχιο είναι ορθογωνικού σχήματος με διαστάσεις 35 × 28,5 m. Η ακτίνα εκτόξευσης του μπέκ διαφέρει από διάταξη σε διάταξη. Αυτό σημαίνει πως έχουμε ακτίνα 6, 7 και 8 m στην κατά πλάτος διάταξη, ενώ στην κατά μήκος διάταξη έχουμε 7 και 8 m, αντίστοιχα. Στη διάταξη κατά μήκος έχουμε 2 γραμμές, ενώ στη διάταξη κατά πλάτος έχουμε 3 γραμμές.

Αποτελέσματα που προκύπτουν από τα παραπάνω για την μια κάθε περίπτωση

Κατά μήκος διάταξη

Μήκος γραμμής	:	32 m
Αριθμός γραμμών	:	2
Βασική ισαποχή γρ.	:	12 m
Μέγιστη ισαποχή	:	14 m
Ελάχιστη ισαποχή	:	10 m
Ακτίνα εκτόξευσης	:	7, 8 m
Αριθμός εκτοξ/γρ.	:	5, 5 (αντίστοιχα)

Κατά πλάτος διάταξη

Μήκος γραμμής	:	24 m
Αριθμός γραμμών	:	3
Βασική ισαποχή γρ.	:	9,5 m
Μέγιστη ισαποχή	:	11,5 m
Ελάχιστη ισαποχή	:	7,5 m
Ακτίνα εκτόξευσης	:	6, 7, 8 m
Αριθμός εκτοξ/γρ.	:	5, 4, 4 (αντίστοιχα)

2.7.6. Έλεγχος των αποστάσεων κάλυψης των εκτοξευτήρων με τα όρια του αγροτεμαχίου

Κατά μήκος διάταξη

Μήκος αγροτεμαχίου	:	$L = 35 \text{ m}$
Μήκος κάλυψης των μπέκ επί της γραμμής στη μέγιστη ακτίνα εκτόξευσης	:	$L' = 5 \text{ μπέκ} \times 8 \text{ m} / \text{μπέκ} - 8 \text{ m} \Rightarrow L' = 32 \text{ m}$

Συνεπώς, μπορούμε να πούμε πως το μήκος κάλυψης της γραμμής είναι κατά 3 m μικρότερο από το μήκος του αγροτεμαχίου. Δηλαδή,

$$\Delta L = L - L' = 35 - 32 \Rightarrow \Delta L = 3 \text{ m}$$

Τα 3 μέτρα καλύπτονται από την υδροληψία.

Πλάτος αγροτεμαχίου	:	$W = 28,5 \text{ m}$
Πλάτος κάλυψης των μπέκ επί της γραμμής στη μέγιστη ακτίνα εκτόξευσης	:	$W' = \beta + 2 R = 12 + 2 \cdot 8 \Rightarrow W' = 28 \text{ m}$

Συνεπώς, μπορούμε να πούμε πως το πλάτος κάλυψης της γραμμής είναι κατά 0,5 m μικρότερο από το πλάτος του αγροτεμαχίου. Δηλαδή,

$$\Delta W = W - W' = 28,5 - 28 \Rightarrow \Delta W = 0,5 \text{ m}$$

Κατά πλάτος διάταξη

Πλάτος αγροτεμαχίου	:	$W = 28,5 \text{ m}$
Πλάτος κάλυψης των μπέκ	:	

επί της γραμμής στη : $W' = 4 \text{ μπέκ} \times 8 \text{ m} / \text{μπέκ} - 8 \text{ m} \Rightarrow W' = 24 \text{ m}$ μέγιστη ακτίνα εκτόξευσης

Συνεπώς, μπορούμε να πούμε πως το πλάτος κάλυψης της γραμμής είναι κατά 4,5 m μικρότερο από το πλάτος του αγροτεμαχίου. Δηλαδή,

$$\Delta W = W - W' = 28,5 - 24 \Rightarrow \Delta W = 4,5 \text{ m}$$

Τα 3 μέτρα καλύπτονται από την υδροληψία και περισσεύει 1,5 m.

Μήκος αγροτεμαχίου : $L = 35 \text{ m}$

Μήκος κάλυψης των μπέκ

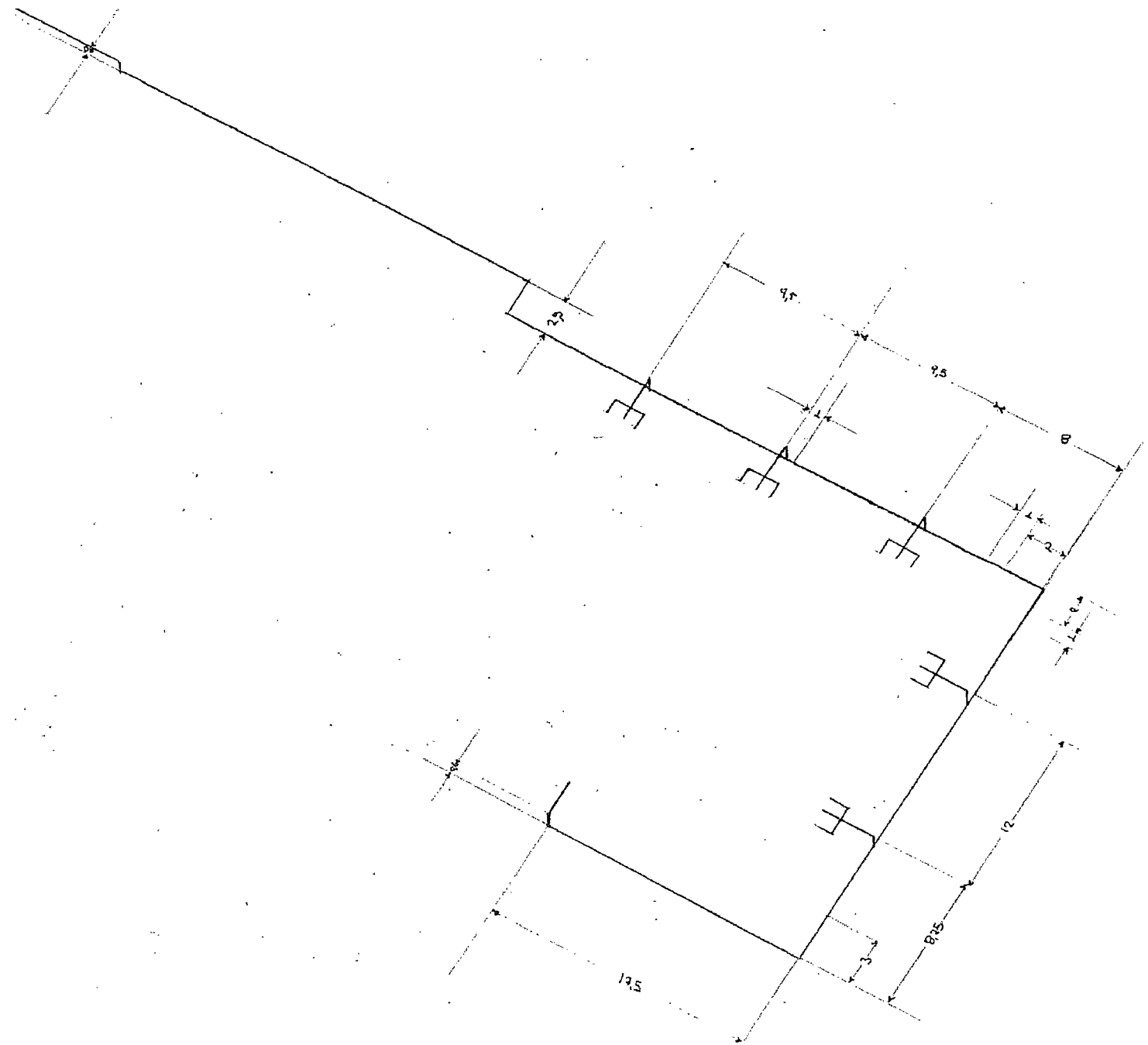
επί της γραμμής στη : $L' = 2 \beta + 2 R = 2 \cdot 9,5 + 2 \cdot 8 \Rightarrow L' = 35 \text{ m}$

μέγιστη ακτίνα εκτόξευσης

Συνεπώς, μπορούμε να πούμε πως το μήκος κάλυψης της γραμμής συμπίπτει με το πλάτος κάλυψης των εκτοξευτήρων στη μέγιστη ακτίνα. Δηλαδή,

$$\Delta L = L - L' = 35 - 35 \Rightarrow \Delta L = 0 \text{ m}$$

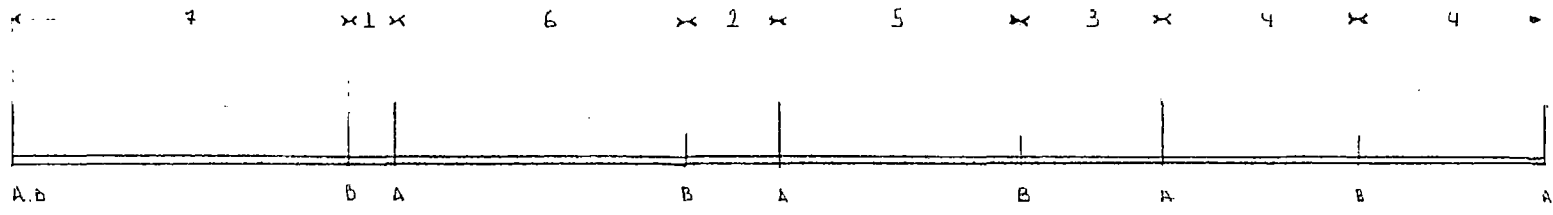
Όλα τα παραπάνω δεδομένα ελέγχθηκαν σύμφωνα με τη βασική ισαποχή των γραμμών και χρησιμοποιώντας τη μέγιστη ακτίνα.



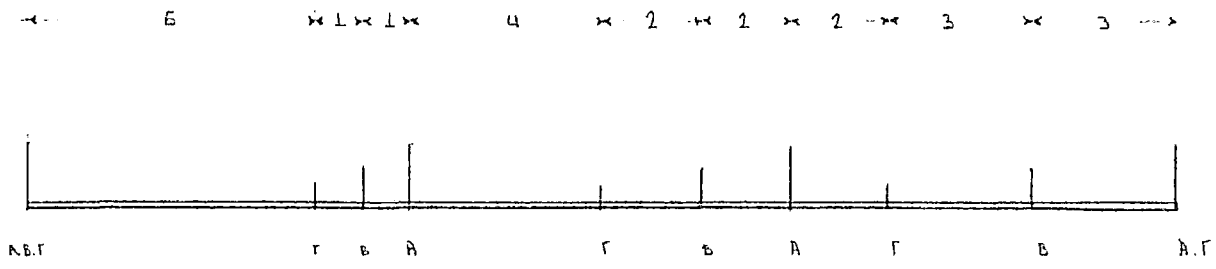
ΚΑΙΜΑΚΑ: 1/250

Εικόνα 14. Σκαρίφημα κύριας σωληνογραμμής με υδροληψίες.

φ50/32m



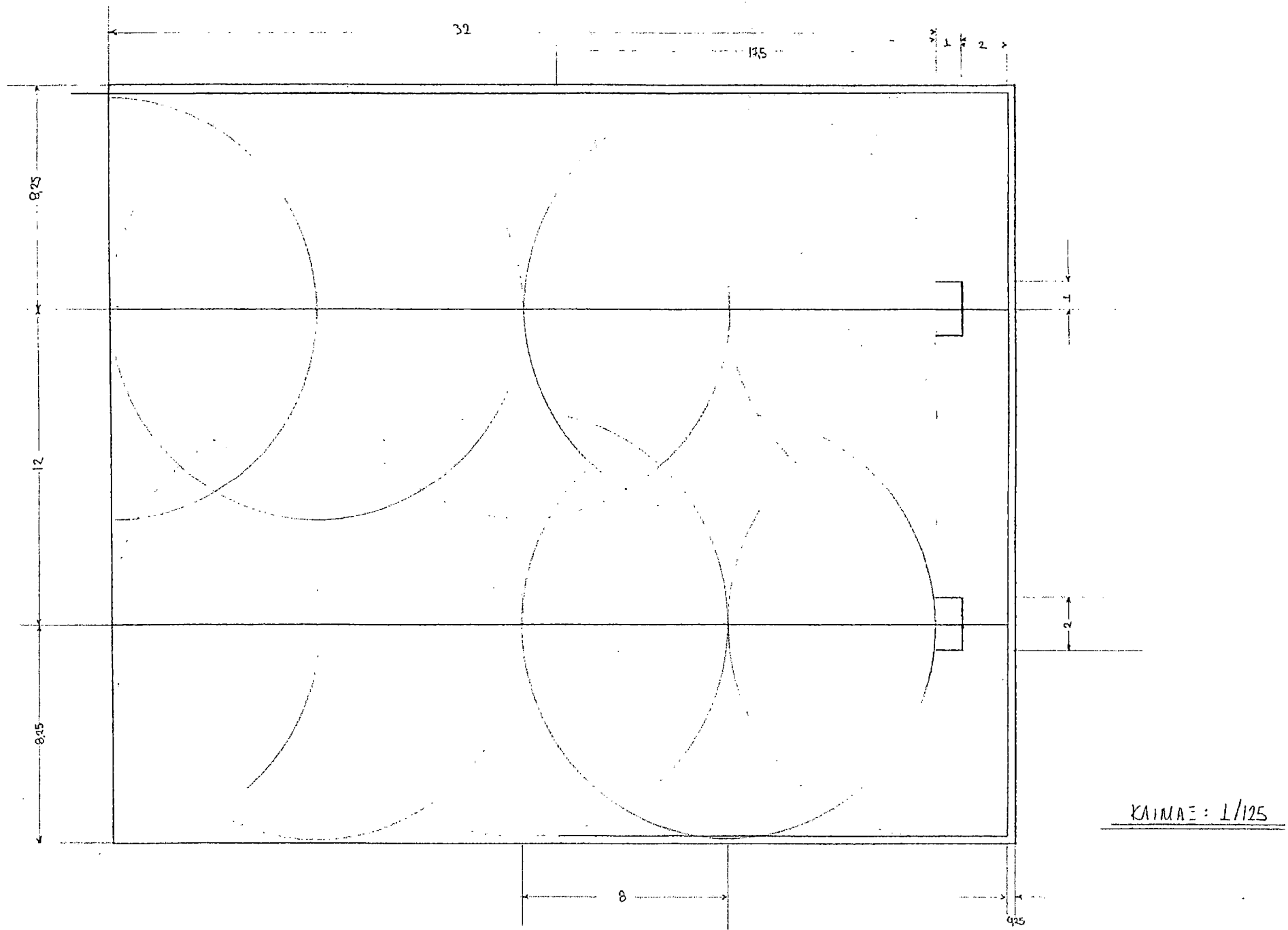
φ40/24m



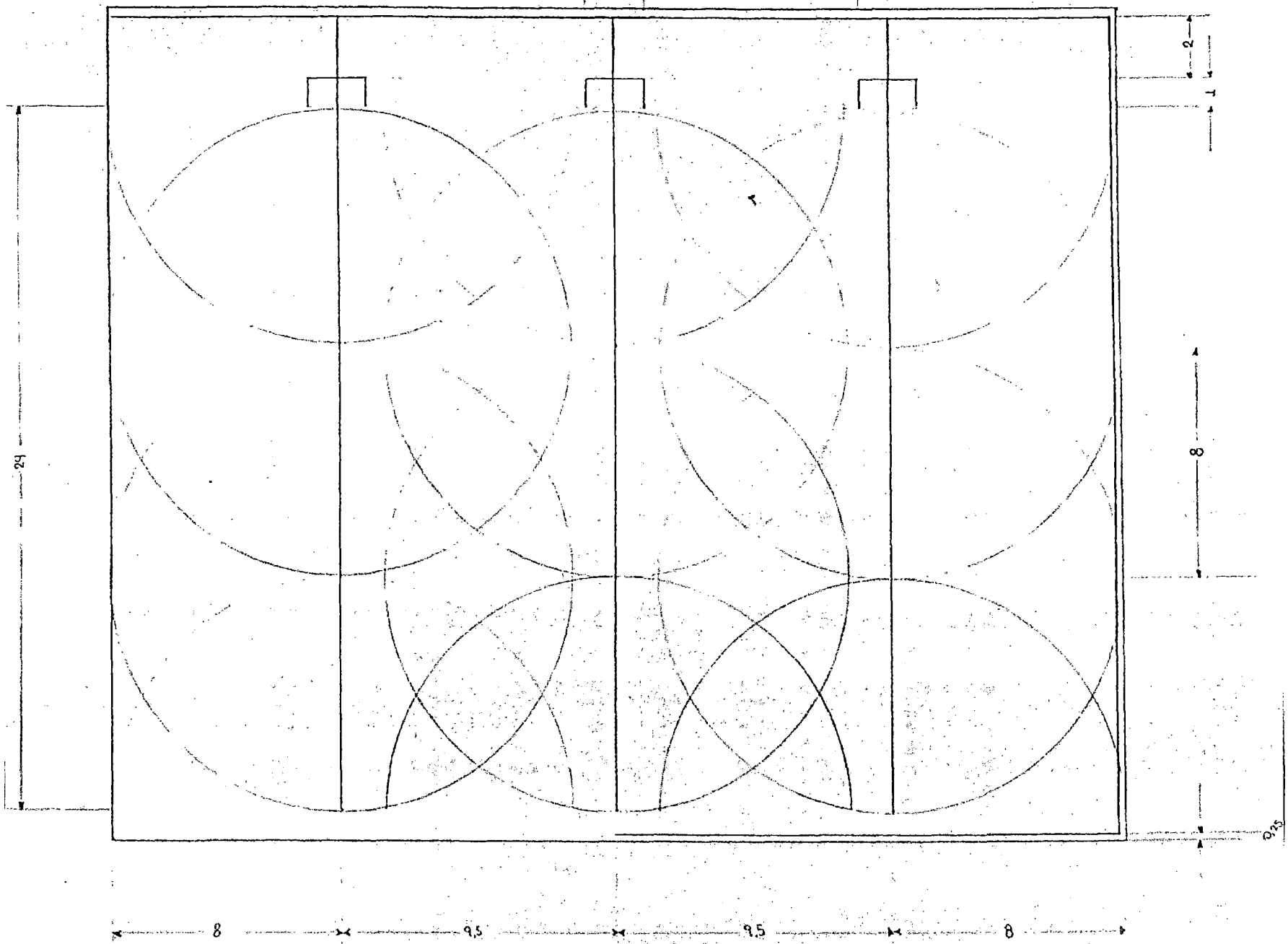
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΑ: 1/16

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β	
A	ΟΔΩΝ ΑΚΤΟΣΕΛΥΤΗΡΑ R = 0m
B	ΟΔΩΝ ΑΚΤΟΣΕΛΥΤΗΡΑ R = 7m
Γ	ΟΔΩΝ ΑΚΤΟΣΕΛΥΤΗΡΑ R = 6m
A, B A, B, Γ A, Γ	ΧΩΡΙΩΝ ΟΔΩΝ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΑΚΤΟΣΕΛΥΤΗΡΕΣ

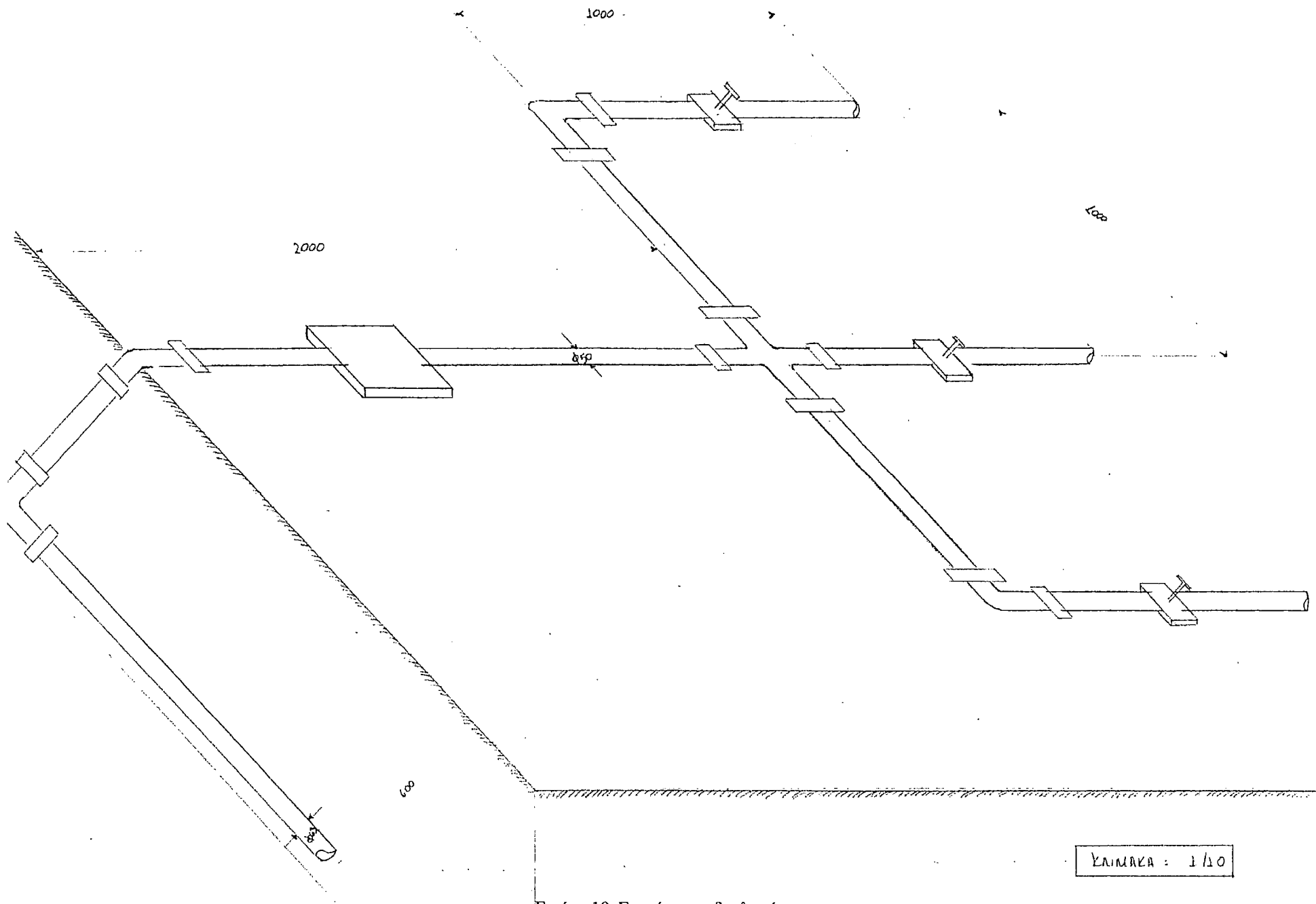
Εικόνα 15. Θέσεις εκτοξευτών επί των γραμμών ανάλογα με την ακτίνα εκτόξευσης.



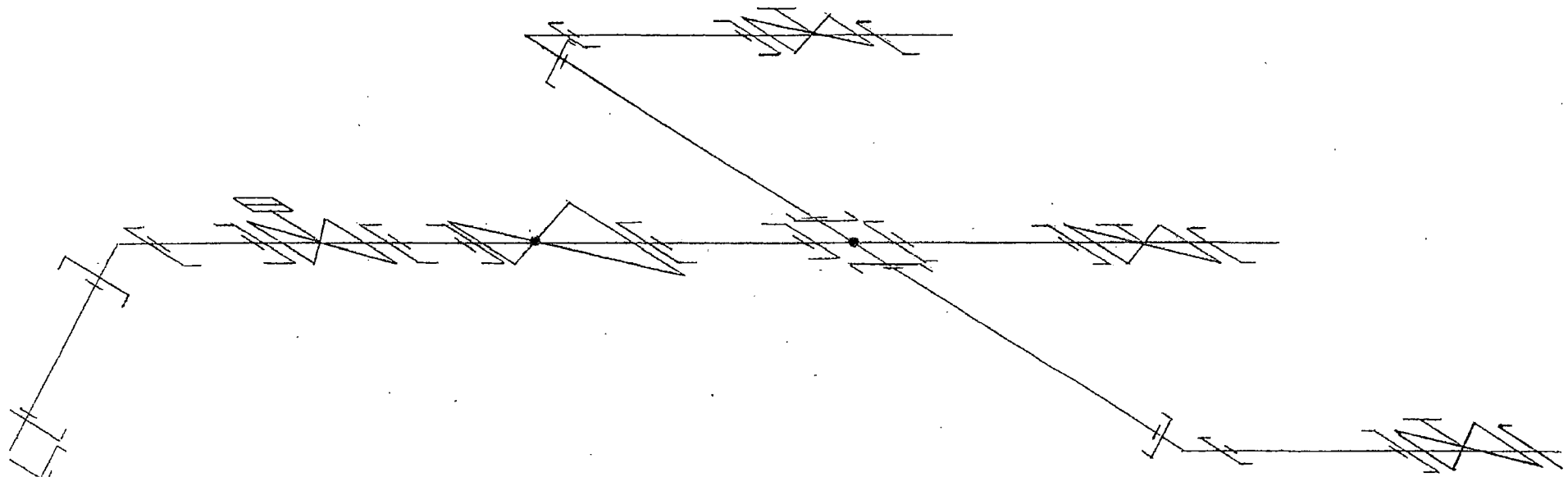
Εικόνα 16.



Εικόνα 17.

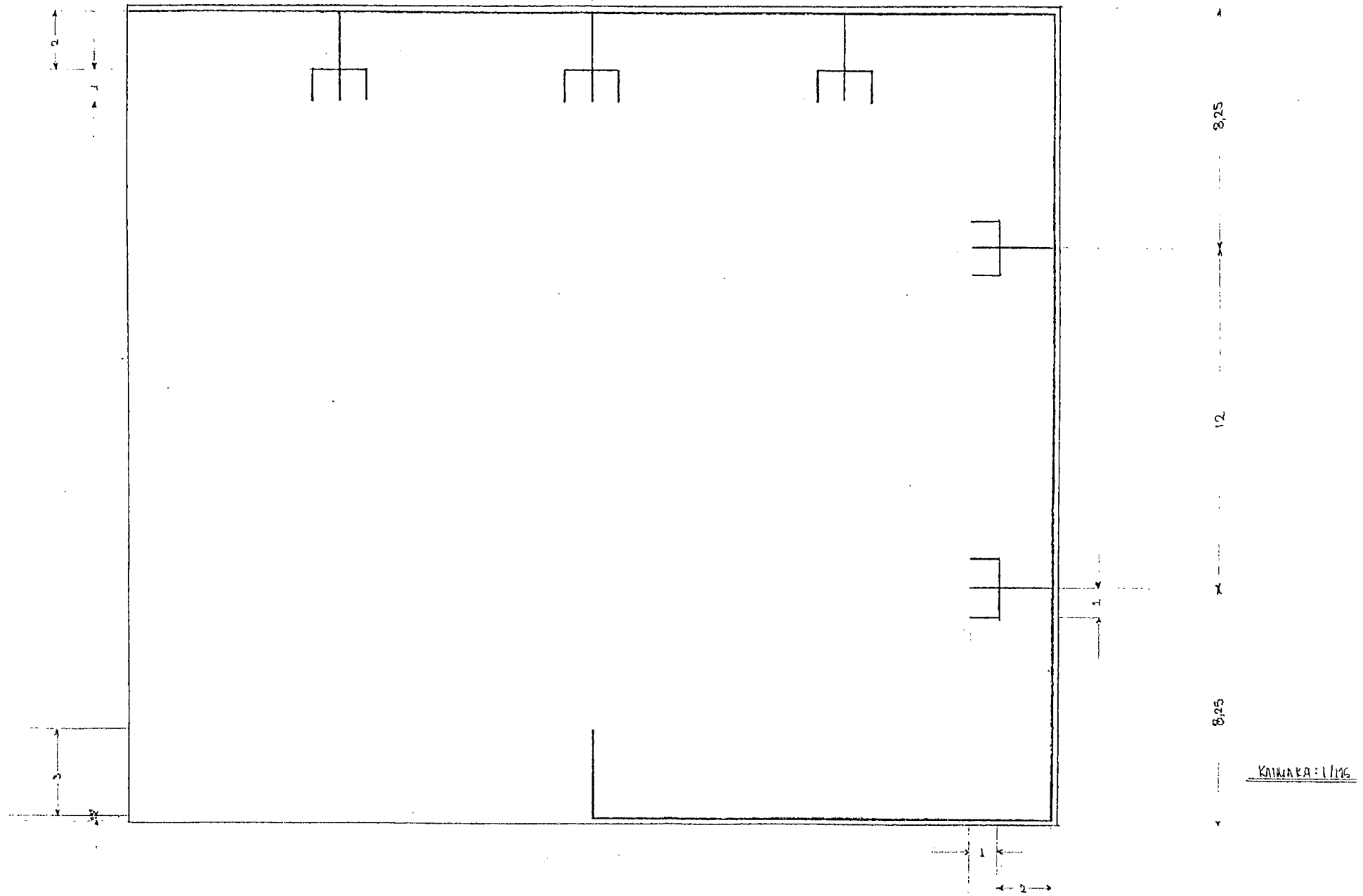


Εικόνα 18. Σκαρίφημα υδροληψίας.



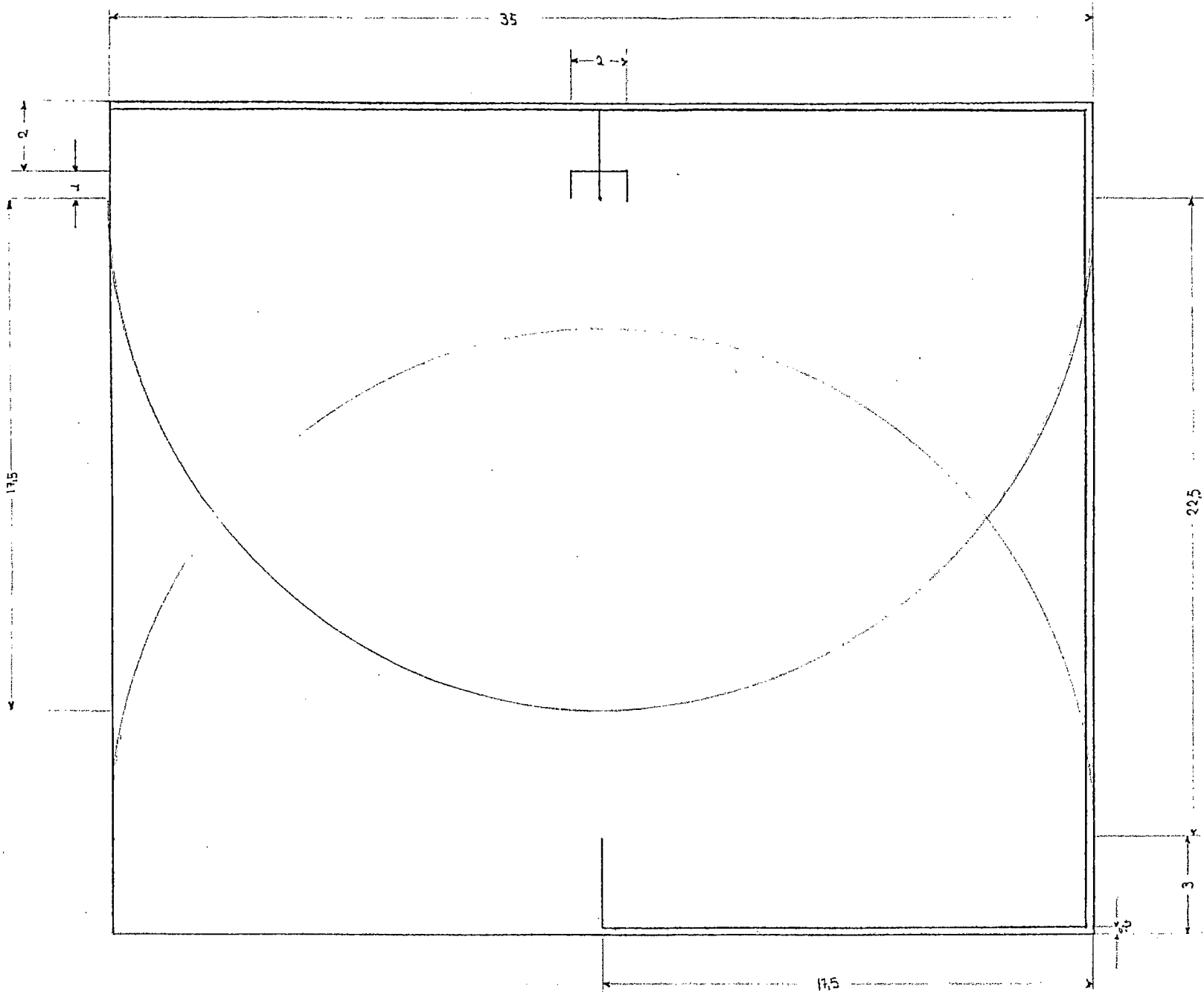
ΣΥΜΒΟΛΟ	ΟΝΟΜΑΣΙΑ	ΣΥΜΒΟΛΟ	ΟΝΟΜΑΣΙΑ
—	ΥΔΡΑΓΩΓΗ	—	ΣΥΝΔΕΣΗ ΜΕ ΡΑΒΔΟ
	ΗΛΕΚΤΡΟΒΑΛΒΗ		ΣΥΝΔΕΣΗ ΤΡΑΜΒΟΥ
	ΧΕΙΡΟΚΙΝΗΤΗ ΒΑΛΒΗ		
	ΡΥΘΜΙΣΤΗΣ ΠΙΕΣΗΣ		

Εικόνα 19. Συμβολισμός εξαρτημάτων κατά DIN.



Εικόνα 20.

ΚΑΙΝΕΣ = 1/250



Εικόνα 21.

3. Επιφανειακή Άρδευση

3.1.1. Σκοπός του εργαστηρίου Γεωργικής Υδραυλικής με ανοικτούς αγωγούς

Ο βασικός σκοπός του εργαστηρίου είναι να αποτελέσει μια μονάδα επίδειξης στους σπουδαστές, σε θέματα που αφορούν τη γεωργική υδραυλική σε ανοικτούς αγωγούς, σε φράγματα και υπερχειλιστές, καθώς και τη μέθοδο της επιφανειακής άρδευσης με αυλάκια.

Κατά τον τρόπο αυτό, το πειραματικό μοντέλο θα πρέπει να εξυπηρετεί μια σειρά από πειράματα και μετρήσεις, στα οποία θα καλούνται οι σπουδαστές να συμμετάσχουν και να εκφέρουν την άποψη τους, ώστε να κατανοήσουν σε ικανοποιητικό βαθμό τη γεωργική υδραυλική στην πράξη.

3.1.2. Περιγραφή του εργαστηρίου της γεωργικής υδραυλικής (άρδευση με αυλάκια)

Στο εργαστήριο αυτό θα γίνονται πειράματα και μετρήσεις στη ροή του νερού μέσα από ανοικτούς αγωγούς, πάνω από υδατοφράκτες, ενώ θα μπορεί να πραγματοποιηθεί επιφανειακή άρδευση με αυλάκια.

Το δίκτυο αυτού του συστήματος περιλαμβάνει έναν ανοικτό αγωγό μήκους 50 m, στις άκρες του οποίου υπάρχουν δυο δεξαμενές. Η πρώτη, είναι εγκατεστημένη στην αρχή και έχει ως πρωταρχικό σκοπό την υποδοχή του αρδευτικού νερού από το αντλιοστάσιο και τη σταδιακή εξομάλυνση της ροής του, ενώ θα κινείται μέσα στη διάρρυγα.

Η δεύτερη δεξαμενή, είναι εγκατεστημένη στο τέλος της διάρρυγας και έχει σαν σκοπό τη συγκέντρωση του νερού από όλο το σύστημα, κατά τη φάση της απομάκρυνσης του νερού. Στη δεξαμενή αυτή, θα υπάρχει μια αντλία που θα ονομάζεται αντλία κυκλοφορίας και θα στέλνει νερό στην πρώτη δεξαμενή, ώστε να υπάρχει κυκλοφορία του νερού με τη μορφή κλειστού κυκλώματος.

Κατά μήκος της διάρρυγας υπάρχουν αποσπώμενα φράγματα τα οποία είναι τοποθετημένα σε απόσταση 20 m το πρώτο από το δεύτερο και τα οποία θα λειτουργούν ταυτόχρονα, με διαδοχική πτώση της στάθμης του νερού.

Επίσης, στα πλάγια των φραγμάτων υπάρχουν αγωγοί ελέγχου της παροχής διέλευσης των φραγμάτων, οι οποίοι λειτουργούν παράλληλα με τα φράγματα, καθώς προσλαμβάνουν νερό πριν από αυτά και το απομακρύνουν μετά από αυτά. Με τον

τρόπο αυτό, ένα μέρος της παροχής της διώρυγας περνάει μέσα από τους αγωγούς αυτούς και όχι από τη διατομή του φράγματος. Πάνω σε αυτούς, θα υπάρχει βάνια ελέγχου που θα λειτουργεί με χειροκίνητο τρόπο, μεταβάλλοντας την παροχή και κατά συνέπεια τη στάθμη στα φράγματα.

Το τέρμα της διώρυγας, και πιο συγκεκριμένα τα τελευταία δέκα μέτρα, θα λειτουργούν για την τροφοδοσία των αυλακιών, προκειμένου να αρδευτεί ένα αγροτεμάχιο το οποίο έχει διαστάσεις $11 \times 28,5$ m. Ο αριθμός των αυλακιών που θα χαράσσονται κάθε φορά θα αλλάζει, καθώς ταυτόχρονα θα μεταβάλλεται και η ισαποχή τους. Ένας ικανοποιητικός αριθμός είναι 8 ~ 9 αυλάκια με ισαποχή 0,5 – 0,6 m, ενώ το μήκος τους θα είναι περίπου ίσο με 25 m και στο τέλος θα υπάρχει μια αποστραγγιστική τάφρος.

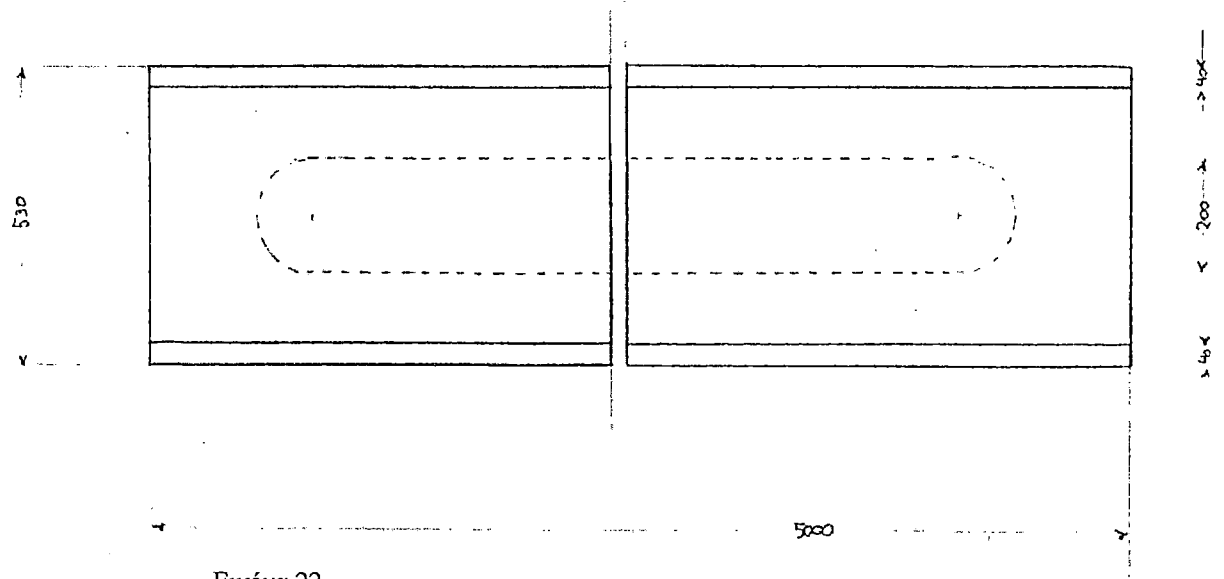
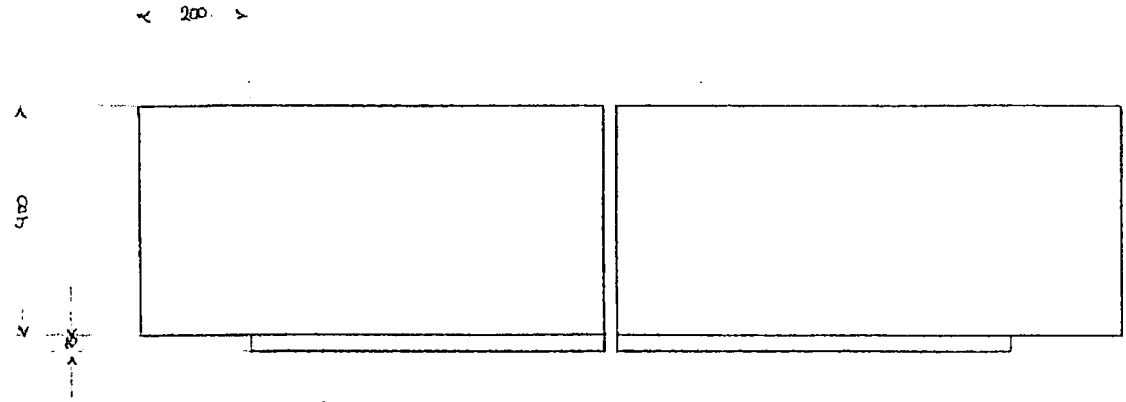
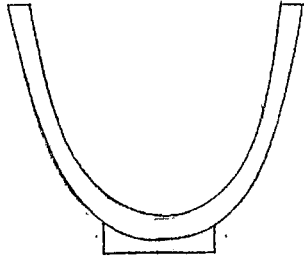
Τέλος, το σύστημα θα έχει δυο ξεχωριστές λειτουργικές φάσεις. Η πρώτη θα είναι η κυκλοφορία του αρδευτικού νερού διαμέσου των φραγμάτων – δεξαμενών, ενώ η δεύτερη είναι η φάση της άρδευσης με αυλάκια.

3.1.3. Η διώρυγα

Η διώρυγα είναι ένας ανοικτός αγωγός μεταφοράς του νερού που προορίζεται για την άρδευση του αγροτεμαχίου και αποτελεί ένα από τα πιο βασικά τμήματα του συγκεκριμένου εργαστηρίου. Το υλικό κατασκευής είναι οπλισμένο σκυρόδεμα και υπάρχει σε τεμάχια τα οποία συναρμολογούνται μεταξύ τους, με τη χρήση απλού σκυροδέματος.

Το συνολικό της μήκος θα είναι 50 m, ενώ η κλίση της θα είναι μηδενική, δηλαδή θα βρίσκεται σε πλήρως οριζόντια θέση. Τα τεμάχια έχουν μήκος 5 m το καθένα, ενώ η διατομή της έχει ελλειψοειδή μορφή. Το μέγιστο ωφέλιμο ύψος (στάθμη) είναι 360 mm, ενώ το μέγιστο ωφέλιμο πλάτος της είναι 450 mm.

Η τοποθέτηση της διώρυγας θα γίνει πάνω σε διάδρομο από σκυρόδεμα, ο οποίος θα έχει μήκος ίσο με το μήκος της. Η ύπαρξη του διαδρόμου αυτού κρίνεται αναγκαία, ώστε η τοποθέτηση της διώρυγας να είναι σωστή και σταθερή σύμφωνα με τις προδιαγραφές μας, γεγονός αδύνατο στην περίπτωση της τοποθέτησής της, πάνω στην επιφάνεια του αγρού.



Εικόνα 22.

3.1.4. Υπολογισμός της χωρητικότητας της δεξαμενής τέρματος

Θα πρέπει η δεξαμενή τέλους να έχει τέτοιο όγκο ώστε να μπορεί να συγκεντρώνει το αρδευτικό νερό που βρίσκεται:

- Στην αρχική δεξαμενή
- Στη διώρυγα
- Στη δεξαμενή τέρματος με στάθμη άντλησης
- Στον αγωγό κυκλοφορίας του νερού

Ο όγκος της διώρυγας

Η διώρυγα έχει μήκος 50 m, ενώ η διατομή της είναι ελλειπσοειδής με ύψος 0,36 m και μέγιστο πλάτος 0,45 m. Επειδή είναι δύσκολο να υπολογιστεί το εμβαδόν της διατομής της διώρυγας, δεχόμαστε ως δεδομένο πως αυτή έχει ορθογωνικό σχήμα, αφού έτσι ο όγκος της είναι σαφώς μεγαλύτερος. Συνεπώς, ο όγκος κατά προσέγγιση θα είναι:

$$V = 50 \times 0,36 \times 0,45 \Rightarrow V = 8,1 \text{ m}^3 \text{ (για ορθογωνική διατομή)}$$

Οπότε, ο όγκος της διώρυγας είναι σαφέστατα μικρότερος από 8 m³.

Ο όγκος της αρχικής δεξαμενής

Το εμβαδόν του δαπέδου της αρχικής δεξαμενής θα είναι:

$$E = 1,7 \times 2,2 \Rightarrow E = 3,74 \text{ m}^2$$

Το μέγιστο ύψος της στάθμης είναι 0,36 m (πάνω από αυτό έχουμε υπερχειλίση της διώρυγας). Ο όγκος της θα είναι:

$$V = 3,74 \times 0,36 \Rightarrow V = 1,34 \text{ m}^3$$

Ο όγκος του νερού στον αγωγό κυκλοφορίας

Η ελάχιστη διατομή θα είναι Ø70 και το υλικό κατασκευής P.V.C. Άρα

$$A = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \Rightarrow A = \frac{3,14 \cdot (0,07)^2}{4} \Rightarrow A = 0,0038 \text{ m}^2. \text{ Το μήκος του αγωγού θα είναι το}$$

λιγότερο 50 m. Οπότε, ο όγκος του νερού θα είναι:

$$V = 0,0038 \times 50 \Rightarrow V = 0,192 \text{ m}^3$$

Ο όγκος της δεξαμενής τέλους στη στάθμη άντλησης

Αυτό που έχει σημασία είναι μέσα στη δεξαμενή η στάθμη να παραμένει το ελάχιστο 50 mm, ώστε να μπορεί η αντλία να αντλήσει το νερό δίχως ιδιαίτερα προβλήματα. Έτσι, ο όγκος αυτός του νερού ουσιαστικά θα παραμένει σταθερός κατά τη διάρκεια λειτουργίας του συστήματος και θα είναι ίσος με το εμβαδόν του δαπέδου

πολλαπλασιαζόμενο με τα 25 cm, δηλαδή $V = E \times 0,25$. Επειδή η δεξαμενή έχει δάπεδο $2,5 \text{ m} \times 2,5 \text{ m}$, τότε ο νεκρός όγκος θα είναι:

$$V = 0,25 \times 2,5 \times 2,5 \Rightarrow V = 1,56 \text{ m}^3$$

Υπολογισμός της δεξαμενής τέλους

Έτσι λοιπόν, η δεξαμενή τέλους πρέπει να χωράει τους παρακάτω όγκους νερού:

- Όγκος της διώρυγας : $8,1 \text{ m}^3$
- Όγκος της αρχικής δεξαμενής : $1,34 \text{ m}^3$
- Όγκος του αγωγού κυκλοφορίας : $0,192 \text{ m}^3$
- Όγκος δεξαμενής στη στάθμη άντλησης : $1,56 \text{ m}^3$
- Συνολικός όγκος : $11,192 \text{ m}^3$

Το δάπεδο θα έχει διαστάσεις $2,5 \times 2,5 \text{ m}$. Συνεπώς, ο όγκος της θα είναι :

$$V = E \times H \Rightarrow V = 2,5 \times 2,5 \times H \Rightarrow 11,192 = 2,5 \times 2,5 \times H$$

$$\Rightarrow H = \frac{11,192}{2,5^2} \Rightarrow H = \frac{11,192}{6,25} \Rightarrow H = 1,79 \text{ m}$$

Το ύψος αυτό, αναφέρεται στην απόσταση του πυθμένα της δεξαμενής από τον πυθμένα της διώρυγας. Αυτό σημαίνει πως η δεξαμενή θα πρέπει να καλύψει σε ύψος τη διώρυγα (+ 40 cm) και να έχει (+ 10 cm) για την τοποθέτηση του σκέπαστρου της δεξαμενής. Έτσι λοιπόν, το ύψος της δεξαμενής θα γίνει:

$$H = 1,79 \text{ m} + 0,4 \text{ m} + 0,1 \text{ m} \Rightarrow H = 2,29 \text{ m} \text{ ή } H = 2,30 \text{ m}$$

Είναι αυτονόητο πως, η στάθμη στη δεξαμενή, μόλις το πείραμα ολοκληρωθεί, θα φτάσει από 0,25 m στα 1,8 m.

Συνεπώς, οι διαστάσεις της δεξαμενής τέλους θα είναι:

- $L = 2,5 \text{ m}$
- $W = 2,5 \text{ m}$
- $H = 2,3 \text{ m}$ όπου τα 1,8 m θα είναι βυθισμένα στο έδαφος και τα 0,5 m θα είναι υπέργεια
- Τα πάχος του τοιχώματος από οπλισμένο σκυρόδεμα θα είναι 0,15 m ή 150 mm
- Ο διαθέσιμος όγκος $V = 2,5 \times 2,5 \times 1,8 \Rightarrow V = 11,25 \text{ m}^3$
- Ο μέγιστος όγκος $V = 2,5 \times 2,5 \times 2,3 \Rightarrow V = 14,37 \text{ m}^3$

Στην περίπτωση που επιζητούμε μέγιστο όγκο, θα πρέπει να σφραγίσουμε την οπή της δεξαμενής από τη διώρυγα, ούτως ώστε το διαθέσιμο ύψος από 1,8 m να γίνει 2,3 m.

3.1.5. Δεξαμενή τέρματος

Η δεξαμενή στο τέρμα της διώρυγας θα έχει ως βασικό σκοπό τη συσσώρευση του νερού στο τέλος της, ώστε να επιστρέφει στην αρχική δεξαμενή με τη βοήθεια αντλίας, λειτουργώντας ουσιαστικά ως κύκλωμα κλειστού τύπου.

Η δεξαμενή λοιπόν θα έχει το ένα μέρος της βυθισμένο στο έδαφος, ενώ το υπόλοιπο θα είναι υπέργειο. Κατόπιν μελέτης οι διαστάσεις της θα είναι $2,5 \times 2,5 \times 2,3$ (εσωτερικές διαστάσεις).

Θα έχει ωφέλιμο ύψος $1,8$ m. Αυτό σημαίνει πως ο πυθμένας της δεξαμενής θα απέχει $1,8$ m από τον πυθμένα της διώρυγας. Συνεπώς, θα είναι μέσα στο έδαφος $1,8$ m ενώ τα $0,5$ m θα είναι υπέργεια.

Η στάθμη άντλησης έχει καθοριστεί στα 25 cm ύψος, που θεωρούνται ικανοποιητικά για την άντληση από μια αντλία λυμάτων. Έτσι λοιπόν, ο μέγιστος ωφέλιμος όγκος είναι $V = 9,69$ m³, ενώ ο νεκρός όγκος που καθορίζεται από το ύψος της στάθμης άντλησης είναι $V = 1,56$ m³. Συνεπώς, ο ολικός της όγκος είναι $V = 11,25$ m³/h. Αυτή η ποσότητα, αναφέρεται στον όγκο του νερού από όλα τα επιμέρους τμήματα του συστήματος, η οποία στο τέλος να μπορεί να συγκεντρωθεί στη δεξαμενή.

3.2.1. Ρύθμιση της στάθμης πάνω από τα φράγματα

Η στάθμη του νερού πάνω από το φράγμα, εξαρτάται από δυο παράγοντες:

- Την παροχή της διώρυγας
- Τη γεωμετρία του στομίου εκροής του φράγματος

Οπότε, στην περίπτωση που επιθυμούμε να μεταβάλουμε τη στάθμη στη διώρυγα, μπορούμε να μεταβάλουμε την παροχή που έρχεται από το αντλιοστάσιο (ο τρόπος αυτός μεταβολής της παροχής έχει αναφερθεί στην τεχνητή βροχή).

Πιο αναλυτικά, όταν αναφέρουμε τον όρο παροχή, εννοούμε τον όγκο του νερού που περνάει από τη διατομή του φράγματος, στη μονάδα του χρόνου. Αυτό σημαίνει πως, στην περίπτωση που κατορθώσουμε να διοχετεύσουμε ένα μέρος του όγκου πίσω από το φράγμα, χωρίς να οδηγηθεί από τη διατομή, τότε στην ουσία επεμβαίνουμε στην παροχή του φράγματος.

Αυτό επιτυγχάνεται με την τοποθέτηση ενός αγωγού κάθετα ως προς το φράγμα, ο οποίος λαμβάνει νερό πριν από αυτό και το οδηγεί σε σημείο μετά από αυτό. Στον αγωγό αυτό, τοποθετούμε μια βάννα ελέγχου ώστε να ρυθμίζουμε την παροχή που περνάει από τον αγωγό.

Με τον τρόπο αυτό, ελέγχουμε την παροχή που περνάει από τον αγωγό, άρα και την παροχή που επιτρέπεται να περάσει πάνω από το φράγμα, συνεπώς και το ύψος της στάθμης πριν από το φράγμα.

Η γεωμετρία του φράγματος σχετίζεται με τον τρόπο σχεδιασμού του στομίου εκροής (αναλόγως το σχήμα), με το ύψος από τον πυθμένα της διώρυγας, καθώς και από τη στέψη του στομίου.

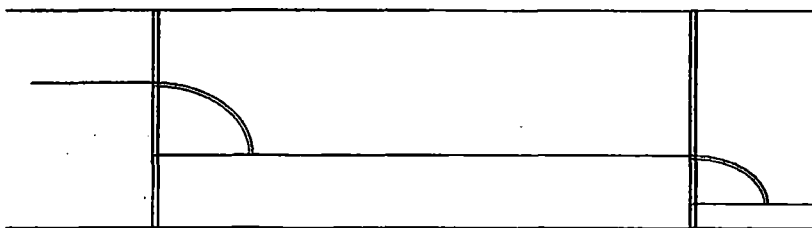
Επειδή είναι δύσκολο λειτουργικά να μεταβάλουμε τη γεωμετρία ενός φράγματος, αυτό που μπορούμε να κάνουμε είναι να αλλάξουμε τα ίδια τα φράγματα.

Οι παράμετροι που πρέπει να λαμβάνονται πάντα υπ' όψιν είναι:

- Το ωφέλιμο ύψος της διώρυγας (0,36 m).
- Την επιτρεπόμενη παροχή για κάθε φράγμα.
- Τον αριθμό των φραγμάτων που εργάζονται ταυτόχρονα.

3.2.2. Φράγματα – Υπερχειλιστές

Τα φράγματα που θα λειτουργούν στη διώρυγα θα είναι δυο το μέγιστο. Αυτό σημαίνει ότι θα τοποθετηθούν σε σειρά το ένα μετά το άλλο. Έτσι, θα έχουμε πρώτα το φράγμα με την υψηλότερη στάθμη και έπειτα θα ακολουθεί αυτό με την αμέσως μικρότερη στάθμη. Με τον τρόπο αυτό, θα έχουμε σταδιακή μείωση του ύψους της στάθμης μέσα στη διώρυγα, αφού θα λειτουργούν οι υπερχειλιστές ως διαδοχικοί καταρράκτες.



Εικόνα 23. σταδιακή μείωση του ύψους της στάθμης στη διώρυγα.

Στο παραπάνω γράφημα, παρουσιάζεται από πλάγια όψη η σταδιακή πτώση του ύψους της στάθμης του νερού, εξ' αιτίας των φραγμάτων.

Το ύψος του νερού πάνω από τους υπερχειλιστές, εξαρτάται από την παροχή της διώρυγας, καθώς φυσικά και από τη γεωμετρία του φράγματος. Έτσι λοιπόν, τα φράγματα μπορούμε να τα διακρίνουμε σε ομάδες ανάλογα με το σχήμα της διατομής τους, διαμέσου της οποίας εκρέει το αρδευτικό νερό. Κατά τον τρόπο αυτό, υπάρχουν οι ορθογωνικοί, οι τριγωνικοί, οι τραπεζοειδείς, οι ελλειψοειδείς καθώς και οι παραβολικοί υπερχειλιστές.

Στο δικό μας πειραματικό μοντέλο, τα είδη που θα χρησιμοποιήσουμε είναι οι ορθογωνικοί και οι τριγωνικοί υπερχειλιστές. Η επιλογή αυτή γίνεται για τον λόγο ότι, ο αριθμός που θα εργάζονται ταυτόχρονα είναι μικρός, καθώς όσο περισσότεροι υπερχειλιστές υπάρχουν τόσο μεγαλύτερη πτώση στάθμης θα έχουμε. Επειδή όμως, το ύψος της διώρυγας είναι μικρό, η πτώση της στάθμης θα είναι περιορισμένη και αυτό θα έχει ως άμεση συνέπεια να περιοριστεί ο αριθμός των υπερχειλιστών που θα εργάζονται ταυτόχρονα.

Το παραπάνω πρόβλημα (της υπάρξεως αρκετών φραγμάτων), λύνεται με τη συνεχή αλλαγή τους, σύμφωνα πάντα με την επιθυμία μας, από τη στιγμή που δεν είναι μόνιμα εγκατεστημένα αλλά αποσπώμενα ως θυρίδες. Συνεπώς, μπορούμε εύκολα να τα αλλάζουμε, πάντα όμως κατόπιν μελέτης, ώστε να μην υπερχειλίσει η διώρυγα.

3.2.3. Το πρώτο φράγμα της διώρυγας – Ο ορθογωνικός υπερχειλιστής

Το πρώτο φράγμα της διώρυγας θα είναι ένας ορθογωνικός υπερχειλιστής, ο οποίος θα έχει σχήμα που να εφαρμόζει στα τοιχώματα της διώρυγας (ελλειπσοειδές) και διατομή ορθογωνικού σχήματος, από την οποία θα εκρέει το νερό. Η διατομή αυτή θα έχει διαστάσεις 110×100 mm, με την πλευρά των 100 mm οριζόντια, ενώ τα 110 mm κατακόρυφα. Το κατώτερο χείλος του στομίου θα απέχει 230 mm από τον πυθμένα της διώρυγας, ενώ το συνολικό ύψος της διώρυγας θα είναι 360 mm. Η μαθηματική εξίσωση της παροχής συναρτήσει του ύψους της στάθμης είναι:

$$Q = 0,1 \cdot H^{3/2} \cdot (3,27 + 1,6 \cdot H) \quad (3.1)$$

όπου

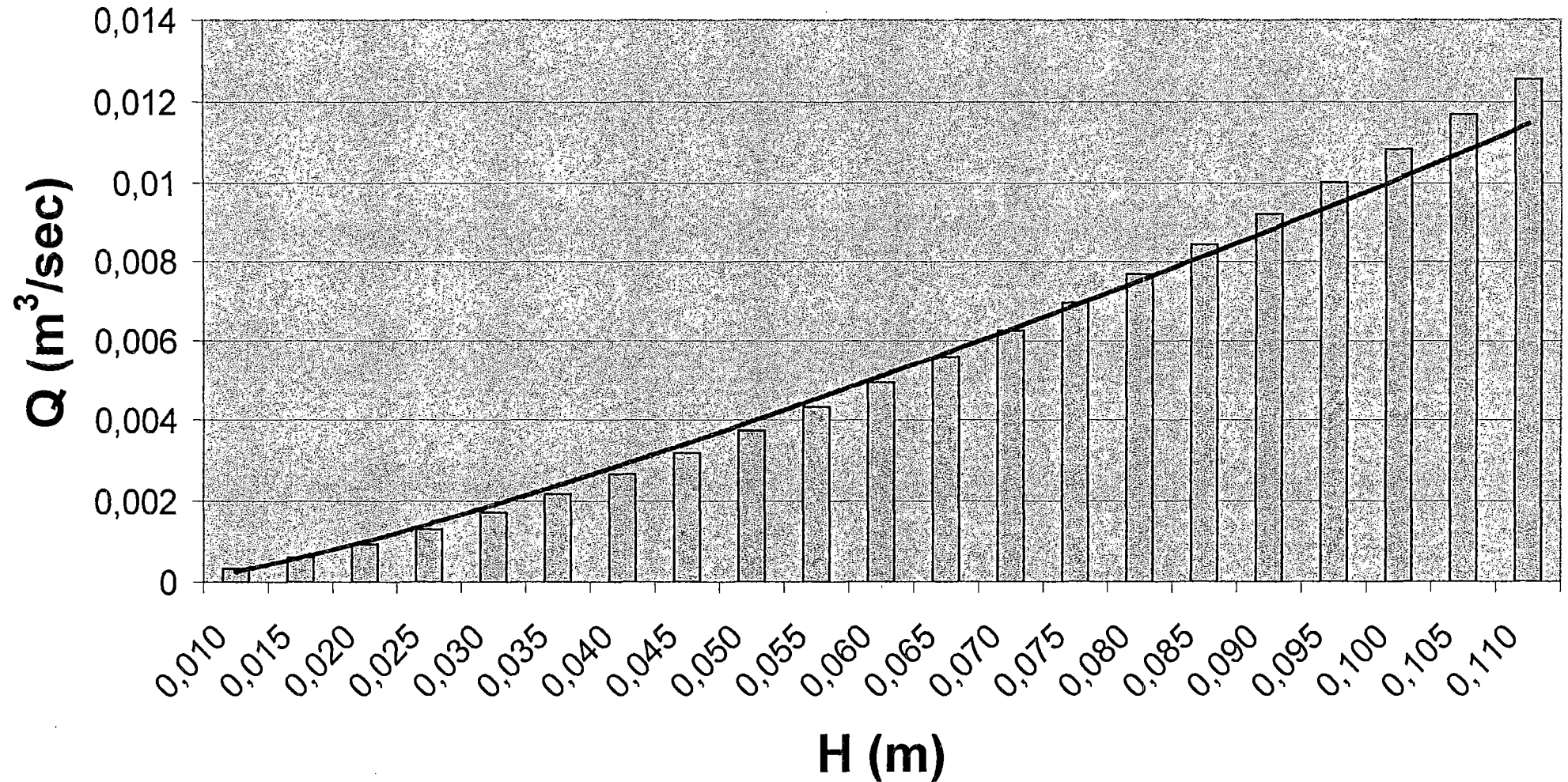
$$Q = \text{παροχή} \quad \text{m}^3/\text{sec}$$

$$H = \text{ύψος στάθμης} \quad \text{m}$$

Για λόγους λειτουργικούς, το ύψος δεν θα πρέπει να παίρνει τιμές μεγαλύτερες από 110 mm, έτσι θα κυμαίνεται από $0 \sim 110$ mm ή $0 < H < 110$ mm, οπότε και η παροχή θα κυμαίνεται αντίστοιχα από $0 \sim 45,25$ m³/h.

Στη συνέχεια, ακολουθεί το διάγραμμά της εξίσωσης του ορθογωνικού υπερχειλιστή.

$$Q = 0,1 * H^{3/2} * (3,27 + 1,6 * H)$$



Διάγραμμα 4. Εξίσωση ορθογωνικού υπερχειλιστή.

3.2.4. Εξίσωση ορθογωνικού υπερχειλιστή

Η γενική μορφή της εξίσωσης για έναν ορθογωνικό υπερχειλιστή είναι η εξής:

$$Q = M \cdot b \cdot H^{3/2} \quad (3.2)$$

όπου

$$Q = \text{παροχή εκροής} \quad \text{m}^3/\text{sec}$$

$$B = \text{πλάτος στομίου εκροής} \quad \text{m}$$

$$H = \text{ύψος της στάθμης πάνω από} \\ \text{το φράγμα} \quad \text{m}$$

Το M είναι ένας όρος που παίρνει τις εξής τιμές:

$$M = 3,27 + 0,4 \cdot \frac{H}{P} \quad \text{για} \quad \frac{H}{P} < 15 \quad \text{όπου } P = \text{το ύψος από τον πυθμένα της}$$

και

$$M = 5,68 \cdot \left(1 + \frac{H}{P}\right)^{3/2} \quad \text{για} \quad \frac{H}{P} \geq 15 \quad \text{διώρυγας έως το χείλος στέψης του}$$

φράγματος σε (m).

Για το δικό μας μοντέλο διώρυγας, έχουμε επιλέξει, κατόπιν μελέτης, τα παρακάτω χαρακτηριστικά του φράγματος:

$$b = 10 \text{ cm} \Rightarrow b = 0,1 \text{ m} \quad (\text{πλάτος στομίου στέψης})$$

$$P = 25 \text{ cm} \Rightarrow P = 0,25 \text{ m} \quad (\text{ύψος από τον πυθμένα έως τη στέψη})$$

Έτσι, με τα χαρακτηριστικά αυτά, η εξίσωση παίρνει τη συγκεκριμένη μορφή:

$$Q = M \cdot b \cdot H^{3/2} \Rightarrow Q = \left(3,27 + 0,4 \cdot \frac{H}{P}\right) \cdot b \cdot H^{3/2} \Rightarrow$$

$$Q = 0,1 \cdot H^{3/2} \left(3,27 + 0,4 \cdot \frac{H}{0,25}\right), \quad \text{αφού} \quad \frac{H}{P} < 15$$

Και η τελική της μορφή θα είναι:

$$Q = 0,1 \cdot H^{3/2} (3,27 + 1,6 \cdot H) \quad (3.3)$$

3.2.5. Το δεύτερο φράγμα της διώρυγας – Ο τριγωνικός υπερχειλιστής

Το δεύτερο φράγμα της διώρυγας θα είναι ένας τριγωνικός υπερχειλιστής ο οποίος θα έχει σχήμα που θα εφαρμόζει στα εσωτερικά τοιχώματα της διώρυγας, ενώ το στόμιο του θα έχει τριγωνικό σχήμα. Η γωνία της κορυφής του τριγώνου είναι 45° και απέχει από τον πυθμένα της διώρυγας 100 mm.

Επίσης, η διαφορά της κορυφής του τριγώνου από την πλευρά στέψης του ορθογωνικού φράγματος είναι σταθερή 150 mm, ενώ η στάθμη πριν και μετά το φράγμα εξαρτάται αποκλειστικά και μόνο από την παροχή. Η εξίσωση της παροχής συναρτήσει του ύψους της στάθμης είναι:

$$Q = M \cdot H^{5/2} \quad (3.4)$$

όπου

$$M = 1,25 \text{ για γωνία } 45^{\circ}$$

Συνεπώς θα ισχύει,

$$Q = 1,25 \cdot H^{5/2} \quad (3.5)$$

όπου

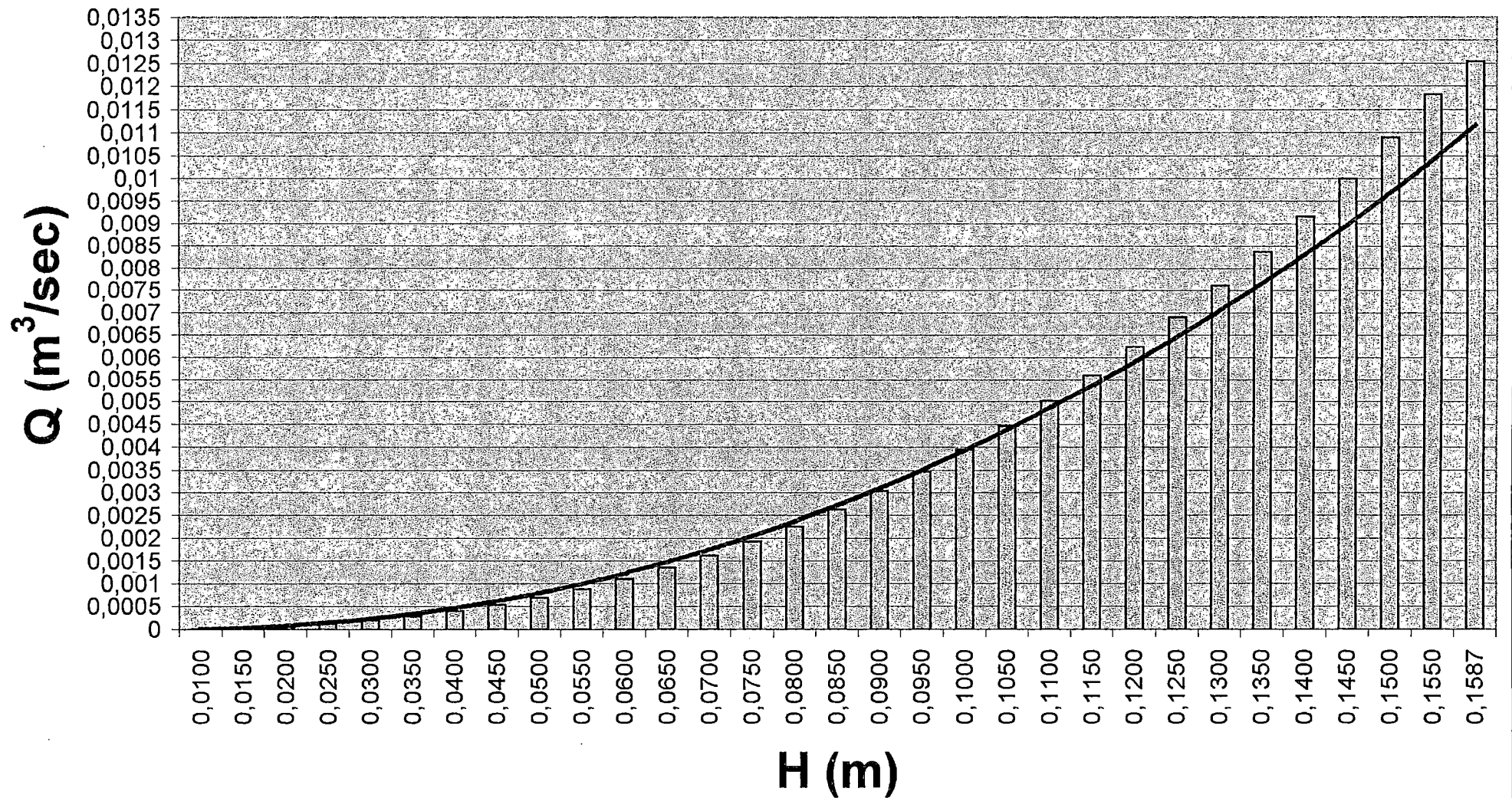
$$Q = \text{παροχή} \quad \text{m}^3/\text{sec}$$

$$H = \text{στάθμη πάνω από το φράγμα} \quad \text{m}$$

Το ύψος θα λαμβάνει τιμές από 0 ~ 0,158 m ή 0 ~ 158,7 mm

Στη συνέχεια, ακολουθεί το διάγραμμα της εξίσωσης του τριγωνικού υπερχειλιστή.

$$Q = 1,25 * H^{5/2}$$



Διάγραμμα 5. Εξίσωση τριγωνικού υπερχειλιστή.

3.2.6. Εξίσωση τριγωνικού υπερχειλιστή

Η γενική μορφή της εξίσωσης ενός τριγωνικού υπερχειλιστή, δίνεται προσεγγιστικά από την παρακάτω μαθηματική σχέση:

$$Q = \frac{8}{15} \cdot \left(C \cdot \tan \frac{\theta}{2} \right) \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H} \quad (3.6)$$

όπου

θ	= γωνία του τριγώνου	μοίρες
C	= συντελεστής διόρθωσης	
H	= ύψος στάθμης πάνω από το φράγμα	m
g	= επιτάχυνση της βαρύτητας	9,81 m ² /sec

Η εξίσωση αυτή μπορεί να πάρει την παρακάτω μορφή:

$$Q = m \cdot H^{5/2} \quad (3.7)$$

όπου

Q	= παροχή του φράγματος	m ³ /sec
$m = 2,5$	για	$\theta = 90^\circ$
$m = 1,25$	για	$\theta = 45^\circ$

Επειδή το φράγμα στο δικό μας μοντέλο έχει γωνία 45⁰, τότε η εξίσωση θα γίνει:

$$Q = 1,25 \cdot H^{5/2} \quad (3.8)$$

Το εύρος των τιμών του ύψους μπορεί να είναι από 0 ~ 0,158 m ή 0 < H < 0,158 m. Έτσι, και η παροχή θα κυμαίνεται από 0 έως 44,65 m³/h.

3.2.7. Υλικό κατασκευής των φραγμάτων

Οι πλάκες των φραγμάτων μπορεί να είναι είτε μεταλλικές, είτε πλαστικές (PVC). Στην περίπτωση που είναι κατασκευασμένες από μέταλλο, συνηθίζεται να κατασκευάζονται από λαμαρίνα πάχους 2- 4 mm. Τα χείλη στέψης θα πρέπει να είναι πολύ λεπτά και κατά προτίμηση να έχουν αιχμή.

Το φράγμα θα πρέπει να εφάπτεται με την εσωτερική επιφάνεια της διώρυγας, γεγονός που απαιτεί την ύπαρξη τέλειου ελλειπτικού σχήματος, όμοιο με της διώρυγας. Στην περίπτωση αυτή, υπάρχει κάποια δυσκολία στην κατασκευή.

Αν χρησιμοποιηθεί πλαστικό (PVC), τότε η κατασκευή του φράγματος είναι πιο απλή αλλά δεν θα έχει την ίδια ανθεκτικότητα με το μεταλλικό φράγμα.

Κατά τον τρόπο αυτό, προτιμάται η επιλογή του μετάλλου ως υλικό κατασκευής, το οποίο φυσικά θα είναι ανοξειδωτό.

3.2.8. Τρόπος συγκράτησης των φραγμάτων

Στο σημείο τοποθέτησης των φραγμάτων θα υπάρχει ένας μικρός αύλακας που θα διατρέχει σαν οδηγός όλη τη διατομή της διώρυγας και θα είναι αυτός που θα έχει επαφή με το φράγμα – διώρυγα. Αυτός ο αύλακας θα έχει καμπύλη ελλειπτική, ώστε να εφάπτεται στη διώρυγα ενώ το πάχος του δεν θα ξεπερνάει τα 5 ~ 6 mm.

Οι πτυχές του θα καλύπτουν την άκρη του φράγματος και θα έχουν κενό μεταξύ τους, ίσο με το πάχος του φράγματος. Το υλικό κατασκευής μπορεί να είναι το αλουμίνιο το οποίο μπορεί εύκολα να καμφθεί, ώστε να υπάρχει πλήρης επαφή με τα τοιχώματα της διώρυγας.

Ο αύλακας αυτός δεν θα ακολουθεί όλη τη διατομή της διώρυγας, αλλά θα διακόπτεται στον πυθμένα, ώστε να μην εμποδίζει την κίνηση του νερού στο άδειασμα της διώρυγας.

Η στερέωση του θα γίνεται στα τοιχώματα της διώρυγας με κοχλίες και παρεμβύσματα.

Στο εμπόριο κυκλοφορούν τέτοια τεμάχια από αλουμίνιο αλλά είναι δυνατόν να κατασκευαστούν εύκολα και από στράντζα.

3.2.9. Ο αγωγός ελέγχου της παροχής των φραγμάτων

Στο σημείο της διώρυγας που υπάρχει ο μηχανισμός συγκράτησης των φραγμάτων, υπάρχει και ο αγωγός ελέγχου της παροχής και ταυτόχρονα της στάθμης της διώρυγας. Είναι παράλληλα τοποθετημένος στη διώρυγα, έξω από αυτήν και μόνο τα άκρα του έρχονται σε επαφή με τη στάθμη της διώρυγας. Το ένα άκρο βρίσκεται στην ανάντη πλευρά του φράγματος, ενώ το δεύτερο στην κατάντη με υψομετρική διαφορά που ποικίλει από φράγμα σε φράγμα.

Το μήκος του αγωγού αυτού είναι 6 m και έχει διάμετρο $\varnothing 40$. Τα άκρα του έχουν γωνίες 90° , που εισέρχονται στη διώρυγα διαμέσου οπών. Επειδή η τελευταία

είναι κατασκευασμένη από σκυρόδεμα, θα πρέπει μετά την τοποθέτηση να στεγανοποιηθούν, ώστε να μην υπάρχουν διαρροές.

Η κλίση λοιπόν που θα έχει ο αγωγός ως προς τον ορίζοντα, θα εξαρτάται από το είδος του φράγματος στο οποίο θα εργάζεται. Έτσι, για το πρώτο φράγμα θα έχουμε υψομετρική διαφορά 150 mm:

$$\eta\mu\omega = \frac{150 \text{ mm}}{600 \text{ mm}} \Rightarrow \eta\mu\omega = 0,25 \Rightarrow \omega = 14,47^\circ$$

Ενώ στο δεύτερο φράγμα η υψομετρική διαφορά θα είναι 100 mm, συνεπώς θα έχουμε:

$$\eta\mu\omega = \frac{100 \text{ mm}}{600 \text{ mm}} \Rightarrow \eta\mu\omega = 0,1666 \Rightarrow \omega = 9,5^\circ$$

Θα πρέπει να τονιστεί πως στην αρχή του αγωγού, θα υπάρχει μια βάννα ελέγχου η οποία θα ελέγχει την παροχή του, με αποτέλεσμα να παρεμβαίνει στην παροχή του φράγματος άρα και της διώρυγας.

3.3.1. Καθορισμός των φάσεων λειτουργίας του συστήματος

Το σύστημα με τη διώρυγα θα λειτουργεί εξυπηρετώντας τους εξής δυο βασικούς σκοπούς:

- I. Την κυκλοφορία του ύδατος στον ανοικτό αγωγό, για τη χρήση των φραγμάτων.
- II. Τη χρησιμοποίηση της διώρυγας για τη μεταφορά του ύδατος και την άρδευση με αυλάκια.

Για τις δυο αυτές βασικές φάσεις, θα υπάρχουν ξεχωριστές αρχές λειτουργίας του δικτύου. Πιο αναλυτικά θα έχουμε τα παρακάτω.

Κυκλοφορία του νερού στη διώρυγα

Στην περίπτωση αυτή έχουμε την πλήρωση της δεξαμενής τέλους, η οποία έχει χωρητικότητα που καλύπτει τις ανάγκες του πειράματος (ο όγκος της είναι μεγαλύτερος από τον όγκο κυκλοφορίας και άντλησης). Έτσι, από τη δεξαμενή τέλους θα τροφοδοτηθεί η αρχική δεξαμενή και η διώρυγα ώστε να λειτουργήσουν τα φράγματα. Στην τελική δεξαμενή, η στάθμη έχει μειωθεί ως το ύψος άντλησης, από το ύψος ηρεμίας που εμείς έχουμε καθορίσει.

Κατά τον τρόπο αυτό, όσο νερό απομακρύνεται από τη δεξαμενή τέλους για τη διώρυγα, τόση ποσότητα από τη διώρυγα εκρέει στη δεξαμενή τέλους, με αποτέλεσμα η στάθμη άντλησης να παραμένει σταθερή.

Στο σημείο αυτό, θα πρέπει να σημειωθεί πως, η πλήρωση της δεξαμενής τέλους γίνεται από το αντλιοστάσιο που βρίσκεται στην αρχή του αγρού και ο αγωγός τροφοδοσίας του συστήματος μπορεί να είναι αυτός που χρησιμοποιείται για την τεχνητή βροχή.

Έτσι λοιπόν, η δεξαμενή τέλους γεμίζει, αφού πρώτα ο αγωγός τροφοδοσίας πληρώσει την αρχική δεξαμενή και τη διώρυγα. Όταν τελικά η δεξαμενή τέλους θα είναι πλήρης από νερό, τότε η αρχική αντλία (της τεχνητής βροχής) παύει να εργάζεται.

Την κυκλοφορία του νερού πλέον την αναλαμβάνει εξ' ολοκλήρου η αντλία κυκλοφορίας, που λαμβάνει νερό από το τέλος και το οδηγεί στην αρχή.

Μετά το τέλος του πειράματος, το νερό επιστρέφει στην τελική δεξαμενή, η οποία είναι τώρα πλήρης και δεν χρειάζεται εκ νέου γέμισμα για να λειτουργήσει το σύστημα. Αυτό θα συμβεί στην περίπτωση που καταναλωθεί το νερό της από κάποιους άλλους παράγοντες (εξάτμιση, διαρροή, άρδευση με αυλάκια).

3.3.2. Άρδευση με αυλάκια

Στην περίπτωση που θέλουμε να πραγματοποιήσουμε άρδευση με αυλάκια θα πρέπει να αλλάξουμε τον τρόπο λειτουργίας του συστήματος. Αυτό συμβαίνει γιατί το προηγούμενο σύστημα βασιζόταν στην απλή κυκλοφορία του ύδατος (κλειστό κύκλωμα), πράγμα που δεν μπορεί να συμβεί τώρα.

Έτσι λοιπόν στη φάση αυτή, από τη δεξαμενή τέρματος που είναι πλήρης, παροχετεύεται νερό στο σύστημα της διώρυγας, όπου η τελευταία είναι απαλλαγμένη από τα φράγματα. Στο τέλος της, υπάρχει η μοναδική παρεμπόδιση στην κυκλοφορία του νερού από ένα φράγμα το οποίο έχει σαν βασικό σκοπό να μην επιτρέπει την ελεύθερη πτώση του ύδατος στη δεξαμενή τέρματος.

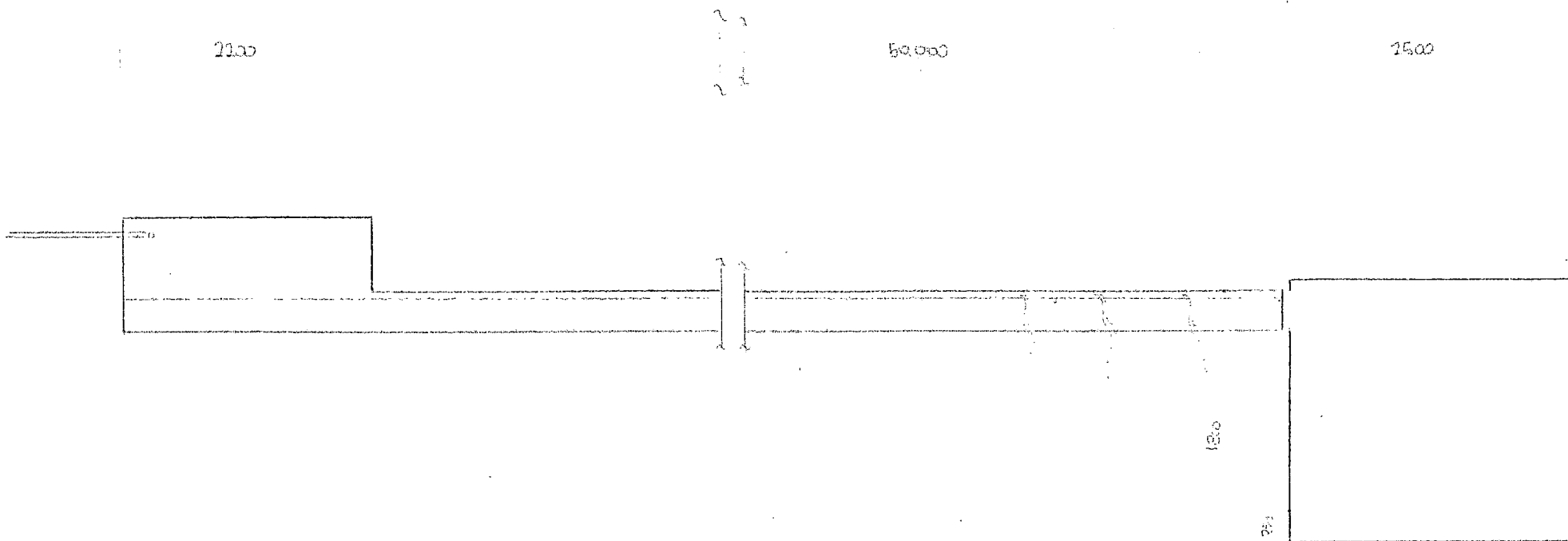
Στο σημείο αυτό, πρέπει να επισημανθεί πως η δεξαμενή τέλους έχει στάθμη ίση με το ύψος άντλησης. Τότε, επεμβαίνουμε και διακόπτουμε τη λειτουργία της αντλίας κυκλοφορίας. Αυτό είναι το σημείο έναρξης της άρδευσης με τα αυλάκια.

Με την άρδευση λοιπόν, ποσότητα του όγκου της διώρυγας και της αρχικής δεξαμενής καταναλώνεται, με αποτέλεσμα να μειώνεται το επίπεδο της στάθμης. Τότε, θα πρέπει να συμπληρωθεί η παροχή κατανάλωσης από το αντλιοστάσιο.

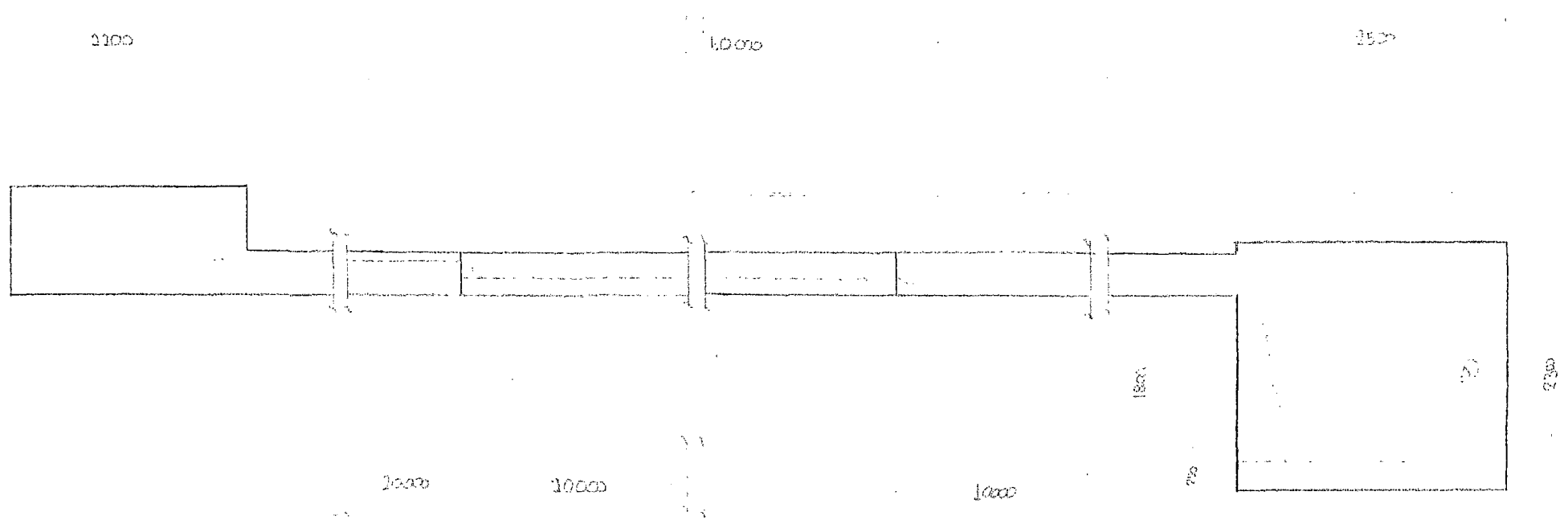
Η παροχή από το αντλιοστάσιο προέρχεται από αντλία που είτε είναι της τεχνητής βροχής, είτε λειτουργεί με τον ίδιο τρόπο, ώστε να είναι ελεγχόμενη. Αν η παροχή συμπλήρωσης ξεπεράσει την παροχή κατανάλωσης, το φράγμα στο τέλος υπερχειλίζει και γεμίζει τη δεξαμενή τέρματος.

Έτσι, στην περίπτωση της άρδευσης με τα αυλάκια, η παροχή καταναλώσεως δεν είναι σταθερή αλλά μεταβάλλεται. Είναι αυτονόητο πως ο χειρισμός του συστήματος είναι δύσκολος, καθώς δεν είναι εύκολο να κατορθώσουμε να έχουμε παροχή συμπλήρωσης ίση με τη παροχή κατανάλωσης.

Συνεπώς, ενώ θα πραγματοποιείται η άρδευση με τα αυλάκια, ο βασικός σκοπός του χειριστή του πειράματος θα είναι να περιορίσει την υπερχειλίση, ώστε το περίσσειο νερό να γεμίσει τη δεξαμενή τέλους με ρυθμό τέτοιο που να έχει ολοκληρωθεί η άρδευση των αυλακιών.



Εικόνα 23. Σκαρίφημα συστήματος άρδευσης με αλάκια.



Εικόνα 24. Σκαρίφημα απλής κυκλοφορίας της δώρυγας.

3.3.3. Η παροχή της ροής κυκλοφορίας

Η παροχή της ροής κυκλοφορίας προκαλείται από την αντλία που βρίσκεται στη δεξαμενή του τέλους. Αυτή είναι αντλία λυμάτων και έχει ως βασικό χαρακτηριστικό τη μεγάλη παροχή και το μικρό μανομετρικό ύψος.

Η τιμή της παροχής σε όλη τη διάρρυγα και στα φράγματα θα παραμένει σταθερή, ανεξάρτητα από το ύψος των φραγμάτων. Αυτό συμβαίνει γιατί τα τελευταία έχουν κατασκευαστεί με τέτοιο τρόπο ώστε να λειτουργούν με διαδοχικά μειούμενη στάθμη ενώ η παροχή να είναι σταθερή.

Επίσης, είναι δυνατό να έχουμε τοπική μεταβολή της τιμής της (στο στόμιο του φράγματος), αλλά σε απόλυτη τιμή θα παραμένει αμετάβλητη.

Συνεπώς, για τη λειτουργία του συστήματος κυκλοφορίας ως μέγιστη επιθυμητή παροχή είναι τα $25 \sim 30 \text{ m}^3/\text{h}$, ενώ υπάρχει υπερχειλίση μόλις η παροχή ξεπεράσει τα $40 \text{ m}^3/\text{h}$.

Τελικά, η αντλία στο τέρμα της διάρρυγας θα πρέπει να αντλεί νερό από τη δεξαμενή τέλους με παροχή $25 \sim 30 \text{ m}^3/\text{h}$, το οποίο θα οδηγείται στην αρχική δεξαμενή, ώστε να δημιουργείται κλειστό κύκλωμα ροής.

3.3.4 Αρχική δεξαμενή

Η πρώτη δεξαμενή θα υπάρχει για την υποδοχή του νερού στη διάρρυγα και θα έχει ως βασικό σκοπό να εξομαλύνει τη ροή του, πριν αυτό διοχετευτεί στη διάρρυγα. Η χωρητικότητα της δεξαμενής, θα είναι σχετικά μικρή ώστε να μην έχει αυξημένο κόστος κατασκευής, ενώ παράλληλα να εξυπηρετεί τον σκοπό της. Οι διαστάσεις της θα είναι $2,2 \times 1,7 \times 1 \text{ m}$ (εσωτερικές διαστάσεις), το πάχος του τοιχώματος θα είναι 100 mm, ενώ ο μέγιστος ωφέλιμος όγκος θα είναι ίσος με $V = 1,3 \text{ m}^3$.

3.4.1. Υπολογισμός του αγωγού κυκλοφορίας και της αντλίας

Το συνολικό μήκος της σωληνογραμμής είναι το εξής:

$$L = 1,3 + 1,0 + 2,5 + 0,5 + 50 + 1,0 + 0,5 \Rightarrow \\ \Rightarrow L = 56,8 \text{ m (οι διαστάσεις φαίνονται στο σχήμα)}$$

Το στατικό μανομετρικό ύψος, είναι:

$$H = 1,8 - 0,25 + 1,0 - 0,5 + 1,0 \Rightarrow \\ \Rightarrow H = 3,05 \text{ m (οι διαστάσεις φαίνονται στο σχήμα)}$$

Επειδή, η παροχή κυκλοφορίας θα είναι $25 - 30 \text{ m}^3/\text{h}$, έχουμε εντοπίσει την αντλία η οποία θα μας δίνει αυτή την παροχή σε ύψος 10 m . Έτσι, θα προσπαθήσουμε να έχουμε απώλειες που να φτάνουν αυτό το ύψος. Δηλαδή, ολικό μανομετρικό $H \leq 10 \text{ m}$, με παροχή $30 \text{ m}^3/\text{h}$.

Έτσι, υπολογίζονται οι απώλειες του αγωγού.

$$\text{για } \varnothing 75, \text{ PVC, } 30 \text{ m}^3/\text{h} \Rightarrow \begin{array}{ll} 100 \text{ m} & 8,2 \text{ m απώλεια} \\ 56,8 \text{ m} & x; \end{array}$$

$$x = \frac{56,8}{100} \cdot 8,2 \Rightarrow x = 4,65 \text{ m}$$

οπότε

$$H_f = 4,65 \text{ m}$$

Τα εξαρτήματα που θα χρησιμοποιηθούν θα είναι:

- 5 γωνίες 90° $\kappa = 1,2$
- 1 βαλβίδα αντεπιστροφής $\kappa = 1$
- 1 δικλείδα $\kappa = 0,15$
- 1 διαστολή $\kappa = 0,275$

$$H = k \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g}$$

Η ταχύτητα του νερού με παροχή $Q = 30 \text{ m}^3/\text{h} = 0,0083 \text{ m}^3/\text{sec}$ και διάμετρο $D = 0,075 \text{ m}$, θα είναι:

$$Q = U \cdot A \Rightarrow Q = U \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} \Rightarrow U = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D^2} \Rightarrow U = \frac{4 \cdot 0,0083}{3,14 \cdot 0,075^2} \Rightarrow U = 1,88 \text{ m/sec}$$

- 5 γωνίες $90^\circ \varnothing 75$:

$$H = k \cdot \frac{U^2}{2 \cdot g} \Rightarrow H = 5 \cdot 1,2 \cdot \frac{1,88^2}{2 \cdot 9,81} \Rightarrow H = 1,088 \text{ m}$$

- 1 βαλβίδα αντεπιστροφής

$$H = k \cdot \frac{U^2}{2 \cdot g} \Rightarrow H = 1 \cdot \frac{1,88^2}{2 \cdot 9,81} \Rightarrow H = 0,18 \text{ m}$$

- 1 δικλείδα

$$H = k \cdot \frac{U^2}{2 \cdot g} \Rightarrow H = 0,15 \cdot \frac{1,88^2}{2 \cdot 9,81} \Rightarrow H = 0,027 \text{ m}$$

- 1 διαστολή Ø50,8/75

$$D = 0,0508 \text{ m, άρα } U = \frac{4 \cdot 0,00833}{3,14 \cdot 0,0508^2} \Rightarrow U = 4,11 \text{ m/sec}$$

$$H = k \cdot \frac{U^2}{2 \cdot g} \Rightarrow H = 0,275 \cdot \frac{4,11^2}{2 \cdot 9,81} \Rightarrow H = 0,2369 \text{ m}$$

Έτσι, το ολικό ύψος των εξαρτημάτων είναι:

$$H = 1,088 + 0,18 + 0,027 + 0,2369 \Rightarrow H = 1,531 \text{ m}$$

Συνεχίζοντας, θα αναφερθούμε και στο ολικό μανομετρικό ύψος το οποίο είναι:

- στατικό ύψος: $H = 3,05 \text{ m}$
- απώλειες αγωγού: $H = 4,59 \text{ m}$
- τριβές εξαρτημάτων: $H = 1,531 \text{ m}$

$$\Sigma H = 9,17 \text{ m}$$

Θα πρέπει να κάνουμε και μια προσαύξηση της τάξεως των 10 % για την περίπτωση της κοινής εφαρμογής των συνδέσεων, οπότε:

$$\Sigma H' = 9,17 \text{ m} + 10 \% \Rightarrow \Sigma H' = 10,08 \text{ m}$$

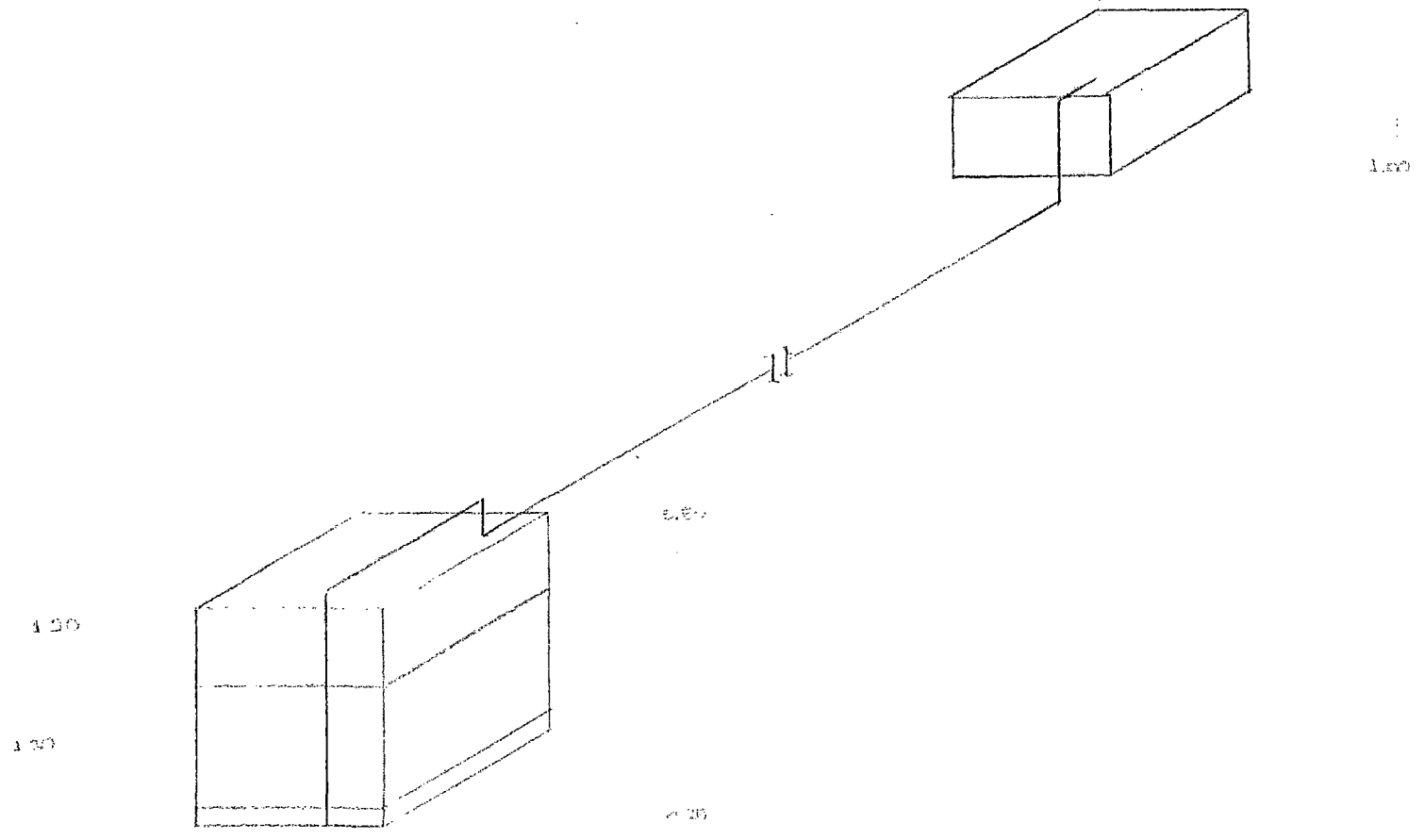
Συνεπώς, η σωληνογραμμή θα απαιτεί:

- Παροχή: $Q = 30 \text{ m}^3/\text{h}$
- Μανομετρικό: $H = 10,08 \text{ m}$

Η αντλία λυμάτων θα δίνει:

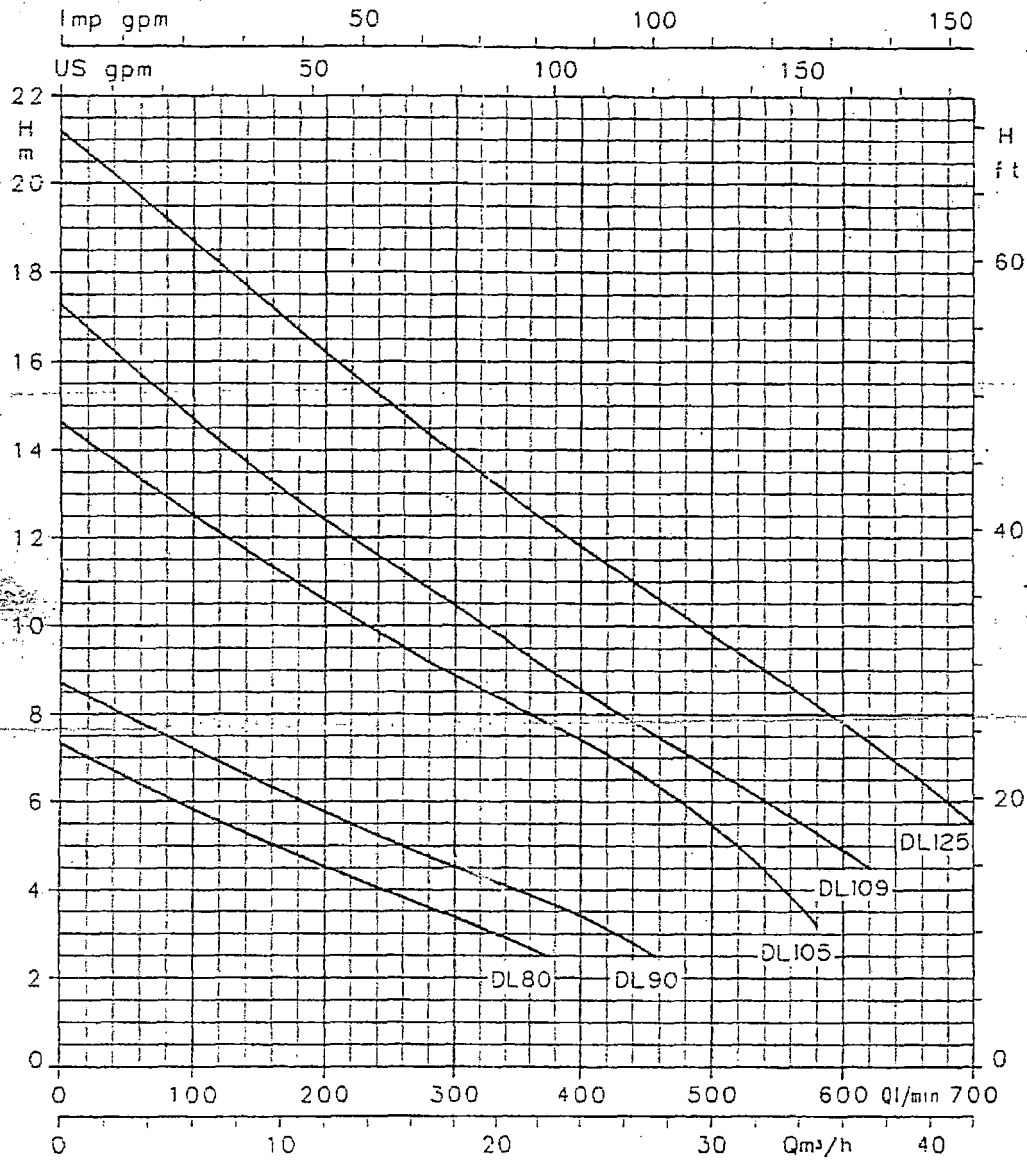
- Παροχή: $Q = 30 \text{ m}^3/\text{h}$
- Μανομετρικό: $H = 10 \text{ m}$

Τα διαγράμματα λειτουργίας της αντλίας ακολουθούν παρακάτω.



Εικόνα 25. Σκαρίφημα σωληνογραμμής αγωγού κυκλοφορίας.

**DL SERIES (SINGLE-CHANNEL IMPELLER)
OPERATING CHARACTERISTICS AT 2850 rpm 50 Hz**



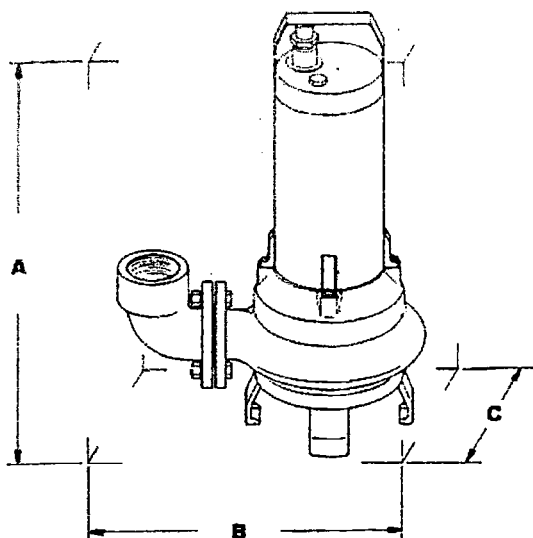
Διάγραμμα 6. Χαρακτηριστικές καμπύλες αντλίας.

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

ΤΥΠΟΣ ΑΝΤΛΙΑΣ*	ΙΣΧΥΣ		ΑΠΟΡΡΟΦΟΥΜΕΝΗ ΕΝΤΑΣΗ σε Amp		ΠΥΚΝΩΤΗΣ		Q = ΠΑΡΟΧΗ																				
							l/min	50	100	150	200	250	300	400	500	600	700	750	1000	1250	1350	1500	1750	2000			
	kW	HP	ΤΡΙΦΑΣΙΚΟΙ 380-415V	ΜΟΝΟΦΑΣΙΚΟΙ 220-230V	μF	V	m ³ /h	3	6	9	12	15	18	24	30	36	42	45	60	75	81	90	105	120			
H = ΟΛΙΚΗ ΜΑΝΟΜΕΤΡΙΚΗ ΥΨΟΣ ΣΕ Μ.Υ.Σ																											
DL, DLM 80	0,6	0,6	1,6	4,1	20	450		5,8	5,2	4,5	3,9	3,3															
DL, DLM 90	0,6	0,8	1,75	4,5	20	450		7,2	6,5	5,7	5,2	4,5	3,3														
DL 105	1,1	1,5	2,9					12,5	11,5	10,5	9,8	8,8	7,4	5,5													
DL, DLM 109	1,1	1,5	3,3	8,5	30	450		14,5	13,5	12,5	11,4	10,5	8,5	6,5	5												
DL 125	1,5	2	3,8					18,5	17,4	16	15	14	12	10	8	5,5											
DL 160	1,85	2,5	3,5											7,3	6,8	6,4	6,2	5,3	4	3,5							
DL 180	2,75	3,75	5,8											9,2	8,6	8,2	8	7	6,2	5,8	6,3	4,2					
DL 200	4	5,5	8,7											12	11,4	10,9	10,7	9,6	8,6	8,2	7,6	6,6	5,3				
MINI VORTEX	0,6	0,8	1,9	5	20	450		6,2	5,3	4,2	3	1,7															
MINI VORTEX M																											
VORTEX	1,1	1,5	3,2					8,1	7,8	7,3	6,7	6,2	4,8	3,2													
DLV, DLVM 100	1,1	1,5	3,2	8,3	30	450		9	8,5	8	7,3	6,5	5	2													
DLV 115	1,5	2	3,8					12	11,3	10,5	10,2	9,5	8	6													
DLV 120	1,85	2,5	4,5								6,7	6,6	6,3	6	5,8	5,2	5	3,8									
DLV 140	2,75	3,75	6,5								8,6	8,5	8,3	8,1	7,8	7,6	7,4	6,4	5,3	4,7							
DLV 150	4	5,5	9,5								11,5	11,3	10,8	10,2	9,5	9	8,7	7,2	5,7	5							

*Το Μ μετά τον τύπο της αντλίας υποδηλώνει τους μονοφασικούς τύπους.

ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΒΑΡΗ



ΤΥΠΟΣ ΑΝΤΛΙΑΣ	ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ σε mm			ΣΤΟΜΙΑ	ΒΑΡΟΣ
	A	B	C		
DL 80	455	278	200	Rp 2"	19,5
DL 90					20,5
DL 105					21
DL 109	490	343	239	Rp 3"	27
DL 125					27
DL 160					78
DL 180	835	470	391	Rp 3"	103
DL 200	835	470	391		111
MINI VORTEX	455	470	200		Rp 2"
VORTEX				21	
DLV 100				27	
DLV 115	490	343	239	Rp 2"	27
DLV 120	760	409	268		76
DLV 140	820	409	268		Rp 3"
DLV 150	865	345	380	116	

ΜΕΡΗ ΑΝΤΛΙΑΣ	ΥΛΙΚΟ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ
Σώμα αντλίας	Χυτοσίδηρος* 200 UNI ISO 185
Φτερωτή	Ανοξειδωτο ασάλι (AISI 304) Για τις αντλίες Mini Vortex και Vortex Χυτοσίδηρος* 200 UNI ISO 185
Φλάντζα αναρρόφησης	Ανοξειδωτο ασάλι (AISI 304)
Πέλματα έδρασης	Ανοξειδωτο ασάλι (AISI 304)
Ελαστικές ροδέλλες	NITRILE RUBBER
Μηχανικός στυπιοθλήπτης	CARBON / CERAMIC NITRILE RUBBER
Άξονας (προέκταση)	Ανοξειδωτο ασάλι (AISI 304)
Κέλυφος κινητήρα	Ανοξειδωτο ασάλι (AISI 304)
Καμπύλη εξαγωγής (DL 109, 125 και DLV 100, 115)	Χυτοσίδηρος* 200 UNI ISO 185

DL 160, 180, 200 και DLV 120, 140, 150

ΜΕΡΗ ΑΝΤΛΙΑΣ	ΥΛΙΚΟ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ
Σώμα αντλίας	Χυτοσίδηρος* 200 UNI ISO 185
Φτερωτή	Χυτοσίδηρος* 200 UNI ISO 185
Μπρακέτα κινητήρα και αντλίας	Χυτοσίδηρος* 200 UNI ISO 185
Άξονας	Ανοξειδωτο ασάλι (AISI 420)
Κέλυφος κινητήρα	Ανοξειδωτο ασάλι (AISI 304)
Χειρολαβή	Ανοξειδωτο ασάλι (AISI 304)
Μπρακέτο βάσεως	Ανοξειδωτο ασάλι (AISI 304)
Μηχανικός στυπιοθλήπτης	TUNGSTEN/ TUNGSTEN / FPM
Ελαστικές ροδέλλες	NITRILE RUBBER

3.5.1. Υλικά και κατασκευές που απαιτούνται για το Εργαστήριο της Γεωργικής Υδραυλικής

- Σκυρόδεμα για την κατασκευή των δεξαμενών και του διαδρόμου
- Διάνοιξη οπών στο έδαφος
- Διώρυγες 10 τεμάχια των 5 m
- Λαμαρίνες κάλυψης των δεξαμενών
- Κατασκευή των φραγμάτων
- Κατασκευή του μηχανισμού συγκράτησης των φραγμάτων
- Αντλία κυκλοφορίας (λυμάτων)
- Αγωγός κυκλοφορίας με εξαρτήματα
- Πλάγιοι αγωγοί ρύθμισης της στάθμης με εξαρτήματα
- Ανιχνευτές στάθμης – ηλεκτρόδια

3.5.2. Υπολογισμός του κόστους κατασκευής δεξαμενών – διώρυγας από σκυρόδεμα

Για την κατασκευή του συστήματος, θα πρέπει να υπολογιστούν τα m^3 του οπλισμένου σκυροδέματος. Έτσι, η αρχική δεξαμενή απαιτεί τα εξής κατασκευαστικά χαρακτηριστικά:

Πάχος τοιχώματος	100 mm ή 0,1 m
Εμβαδόν δαπέδου	$1,9 \text{ m} \times 2,2 \text{ m} \Rightarrow E = 4,18 \text{ m}^2$
Εμβαδόν τοιχίου (π)	$1,9 \text{ m} \times 1 \text{ m} \Rightarrow E = 1,9 \text{ m}^2$
Αριθμός τοιχίων	2 άρα $E_{ολ} = 1,9 \text{ m}^2 \times 2 \Rightarrow E = 3,8 \text{ m}^2$
Εμβαδόν τοιχίου (μ)	$2,2 \text{ m} \times 1 \text{ m} \Rightarrow E = 2,2 \text{ m}^2$
Αριθμός τοιχίων	2 άρα $E_{ολ} = 2,2 \text{ m}^2 \times 2 \Rightarrow E = 4,4 \text{ m}^2$

Το συνολικό εμβαδόν των τοιχίων και του δαπέδου είναι:

$$E_{ολ} = 4,18 + 3,8 + 4,4 \Rightarrow E_{ολ} = 12,38 \text{ m}^2$$

Έτσι λοιπόν, με πάχος τοιχίου ίσο με 0,1 m, ο όγκος, η χωρητικότητα του σκυροδέματος θα είναι:

$$V = 12,38 \text{ m}^2 \times 0,1 \text{ m} \Rightarrow V = 1,23 \text{ m}^3 \text{ (οπλισμένο μπετόν)}$$

Για τον διάδρομο όπου θα εγκατασταθεί η διώρυγα, θα ισχύουν:

$$\left. \begin{array}{l} \text{μήκος διαδρόμου } 50\text{m} \\ \text{πλάτος διαδρόμου } 0,7\text{m} \\ \text{πάχος διαδρόμου } 0,1\text{m} \end{array} \right\} \Rightarrow V = 3,5 \text{ m}^3 \text{ (οπλισμένο μπετόν)}$$

Για τη δεξαμενή του τέλους, θα έχουμε:

Πάχος τοιχώματος	150 mm ή 0,15 m
Εμβαδόν δαπέδου	$2,8 \text{ m} \times 2,8 \text{ m} \Rightarrow E = 7,84 \text{ m}^2$
Εμβαδόν τοιχίου (π)	$2,45 \text{ m} \times 2,8 \text{ m} \Rightarrow E = 6,86 \text{ m}^2$
Αριθμός τοιχίων	2 άρα $E_{\text{ολ}} = 6,86 \text{ m}^2 \times 2 \Rightarrow E = 13,72 \text{ m}^2$
Εμβαδόν τοιχίου (μ)	$2,8 \text{ m} \times 2,45 \text{ m} \Rightarrow E = 6,86 \text{ m}^2$
Αριθμός τοιχίων	2 άρα $E_{\text{ολ}} = 6,86 \text{ m}^2 \times 2 \Rightarrow E = 13,72 \text{ m}^2$

Το συνολικό εμβαδόν των τοιχίων και του δαπέδου είναι:

$$E_{\text{ολ}} = 7,84 + 13,72 + 13,72 \Rightarrow E_{\text{ολ}} = 35,28 \text{ m}^2$$

Έτσι λοιπόν, με πάχος τοιχίου ίσο με 0,15 m, ο όγκος, η χωρητικότητα του σκυροδέματος θα είναι:

$$V = 35,28 \text{ m}^2 \times 0,15 \text{ m} \Rightarrow V = 5,29 \text{ m}^3 \text{ (οπλισμένο μπετόν)}$$

Σύμφωνα και με τα παραπάνω, ο ολικός όγκος του σκυροδέματος που θα χρειαστεί είναι:

$$V = 1,23 \text{ m}^3 + 3,5 \text{ m}^3 + 5,29 \text{ m}^3 \Rightarrow V = 10,02 \text{ m}^3 \text{ (οπλισμένου μπετόν)}$$

Σε τιμές που κυκλοφορούν στο εμπόριο και αφορούν οικοδομικές εργασίες, το κόστος ανά m^3 οπλισμένου σκυροδέματος που περιλαμβάνει τη χειρονακτική εργασία και τα υλικά, ανέρχεται σε 65.000 δρχ/ m^3 , ήτοι 190,75 €/ m^3 .

Συνεπώς, η όλη κατασκευή θα κοστίσει:

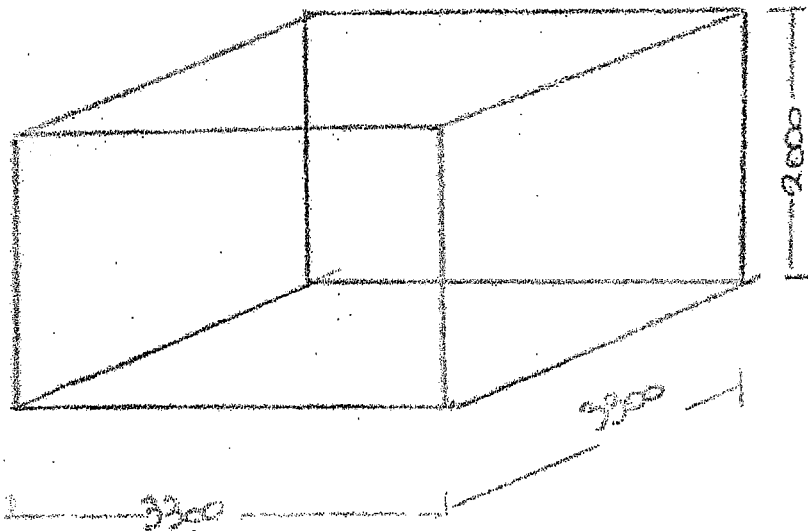
$$K.K = 10,02 \times 65.000 \Rightarrow K.K = 650.000 \text{ δρχ ή } 1,911.372 \text{ €}$$

3.5.3. Κατασκευή οπής στο έδαφος για την τοποθέτηση της δεξαμενής τέλους

Για να μπορεί να λειτουργεί το σύστημα, ένα τμήμα της δεξαμενής τέλους θα βρίσκεται τοποθετημένο κάτω από την επιφάνεια του εδάφους. Έτσι, είναι αναγκαίο να διανοιχτεί μια οπή στο έδαφος, η οποία θα έχει διαστάσεις σαφώς μεγαλύτερες από τις διαστάσεις της δεξαμενής, ώστε να είναι σε θέση οι εργάτες να τοποθετήσουν τον ξυλότυπο και να κατασκευαστεί, τέλος, ο πυθμένας και τα τοιχία της δεξαμενής.

Κατά τον τρόπο αυτό, ως μέσο όρο των διαστάσεων της οπής, δεχόμαστε ένα ποσοστό προσαύξησης, σχετικά με το μέγεθος της δεξαμενής, της τάξεως του 10 – 20 %. Η δεξαμενή, θα έχει εξωτερικές διαστάσεις $2,8 \times 2,8 \times 1,95$ m, όπου 150 mm είναι τα τοιχία και το δάπεδο. Έτσι, οι διαστάσεις της οπής που θα πρέπει να διανοιχτεί είναι $3,3 \times 3,3 \times 2$ m και ο συνολικός όγκος συστολής του εδάφους που θα αφαιρεθεί είναι 21 m^3 .

Για τη διάνοιξη της οπής, είναι αυτονόητο πως, θα χρειαστεί εκσκαφέας καθώς και φορτηγό για την απομάκρυνση του εδάφους.



Εικόνα 26. Οπή που θα διανοιχτεί στο έδαφος, για την τοποθέτηση της δεξαμενής.

3.5.4. Λαμαρίνες κάλυψης των δεξαμενών

Οι δεξαμενές που βρίσκονται στην αρχή και στο τέλος της διώρυγας θα συγκρατούν στάσιμο νερό, στη φάση όπου το σύστημα δεν θα λειτουργεί. Έτσι, και για τον λόγο ότι, το βάθος της δεξαμενής είναι μεγάλο για λόγους ασφαλείας, θα

πρέπει να καλυφθεί από κάποιο μεταλλικό κάλυμμα. Επίσης, με την επίδραση του ηλιακού φωτός, μέσα στο νερό θα αναπτυχθούν μικροοργανισμοί και άλγη με αποτέλεσμα να προκληθούν προβλήματα στη ροή του νερού.

Για την αποφυγή όλων των προαναφερθέντων, θα πρέπει τα στόμια των δεξαμενών να καλυφθούν με στραντζαριστή λαμαρίνα της οποίας το ένα μέρος θα αποσπάται, προκειμένου να μπορεί να γίνει καθαρισμός της δεξαμενής.

Οι διαστάσεις της λαμαρίνας στην πρώτη δεξαμενή θα είναι $2,4 \times 1,9$ m ενώ στη δεξαμενή τέλους θα είναι $2,7 \times 2,7$ m. Ένα τμήμα της θα ανοίγει σαν θυρίδα, ώστε να είναι εφικτός ο καθαρισμός της δεξαμενής από τα άλγη και τις φερόμενες φερτές ύλες, που καθιζάνουν στον πυθμένα.

3.5.5. Τρόπος συγκράτησης των καλυμμάτων

Στα δυο άκρα του χείλους της δεξαμενής, θα υπάρχουν μεταλλικές ράβδοι ορθογωνικής διατομής, οι οποίες θα συγκρατούνται στο σκυρόδεμα (τοιχίο δεξαμενής) με παρεμβύσματα.

Στη συνέχεια, θα τοποθετηθούν οι λαμαρίνες πάνω στις ράβδους αυτές και θα συγκρατηθούν με ηλεκτροκόλληση.

3.6.1. Υλικά για το αντλιοστάσιο

Φίλτρα

- Υδροκυκλώνας
- Φίλτρα άμμου – χαλκιού
- Φίλτρα σήτας ⇒ αυτοκαθαριζόμενα
⇒ ημιαυτοκαθαριζόμενα

3.6.2. Υδρολίπανση

Υδρολίπανση με διαφορεική πίεση

- Υδρολιπαντήρας

Υδρολίπανση με άντληση

- Αντλία Ventouri
 - Ηλεκτρικές αντλίες
 - Υδραυλικές αντλίες
-
- ```
graph LR; A[Ηλεκτρικές αντλίες] --> B[Επιφανειακή ηλεκτρική]; A --> C[Υποβρύχια ηλεκτρική]; D[Υδραυλικές αντλίες] --> E[Επιφανειακή υδραυλική]; D --> F[Υποβρύχια υδραυλική];
```

### 3.6.3. Υλικά που απαιτούνται για την τροποποιημένη μέθοδο του Penman

- Πυρανόμετρο ⇒ μέτρηση διάχυτης ακτινοβολίας
- Πυρηλιόμετρο ⇒ μέτρηση άμεσης ακτινοβολίας
- Υγρασιόμετρο ⇒ μέτρηση σχετικής υγρασίας
- Ανεμόμετρο ⇒ μέτρηση ταχύτητας ανέμου
- Θερμόμετρο υγρού βολβού ⇒ μέτρηση θερμοκρασίας στο σημείο δρόσου
- Θερμόμετρο ξηρού βολβού ⇒ μέτρηση θερμοκρασίας αέρα

### 3.6.4. Υλικά που απαιτούνται για τον έλεγχο της εδαφικής υγρασίας

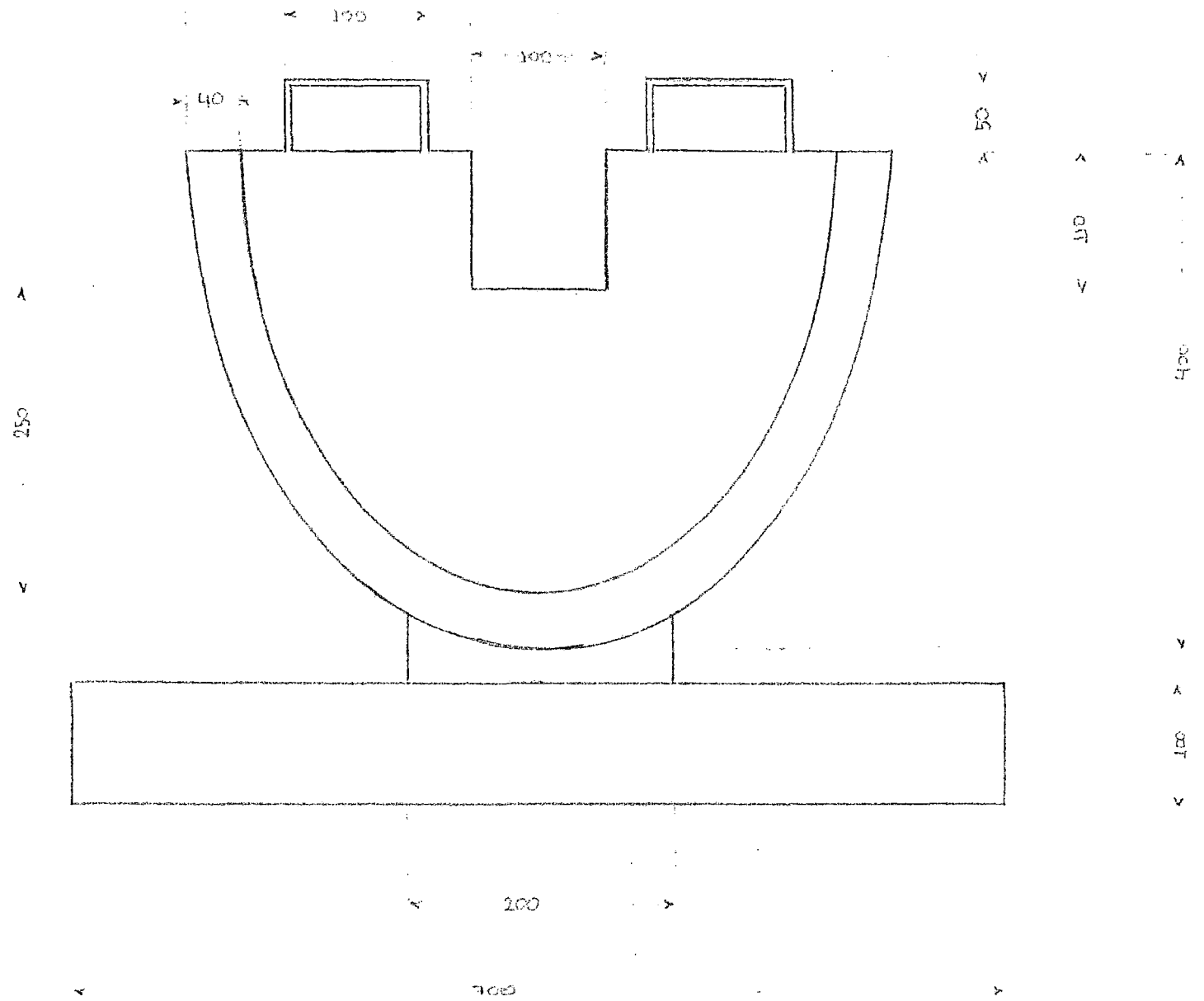
- Ηλεκτρικά τασίμετρα
- Συσκευή (sensor) Βουγιούκου

### **3.6.5. Υλικά που απαιτούνται για τον έλεγχο της βροχόπτωσης**

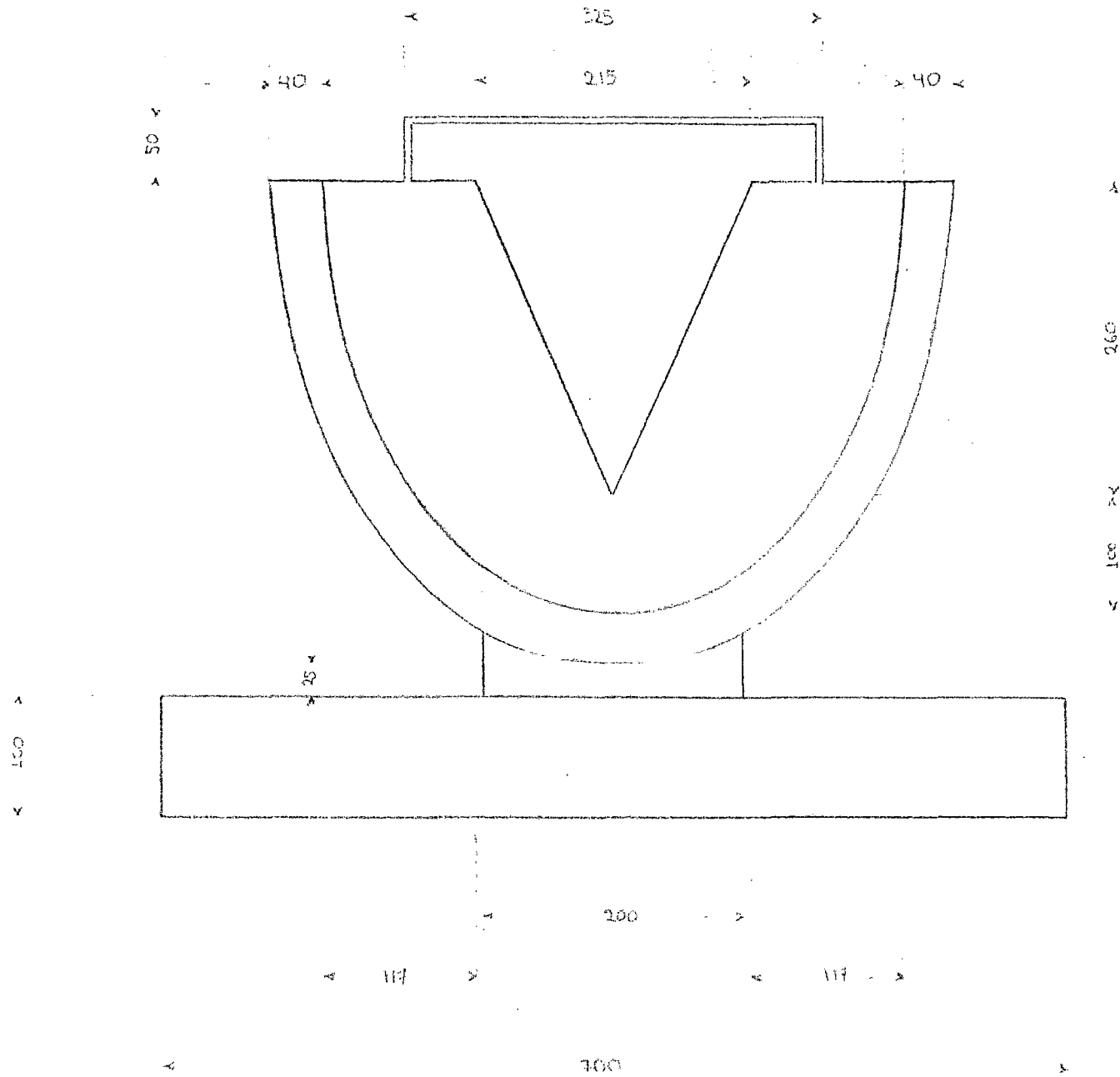
- Βροχόμετρο

### **3.6.6. Υλικά αυτοματισμού**

- Βαλβίδες ανακούφισης (διάφορες διάμετροι)
- Multiplextor (κάρτα H/Y για την εισαγωγή στοιχείων)
- Μετατροπέας σήματος (από αναλογικό σε ψηφιακό)



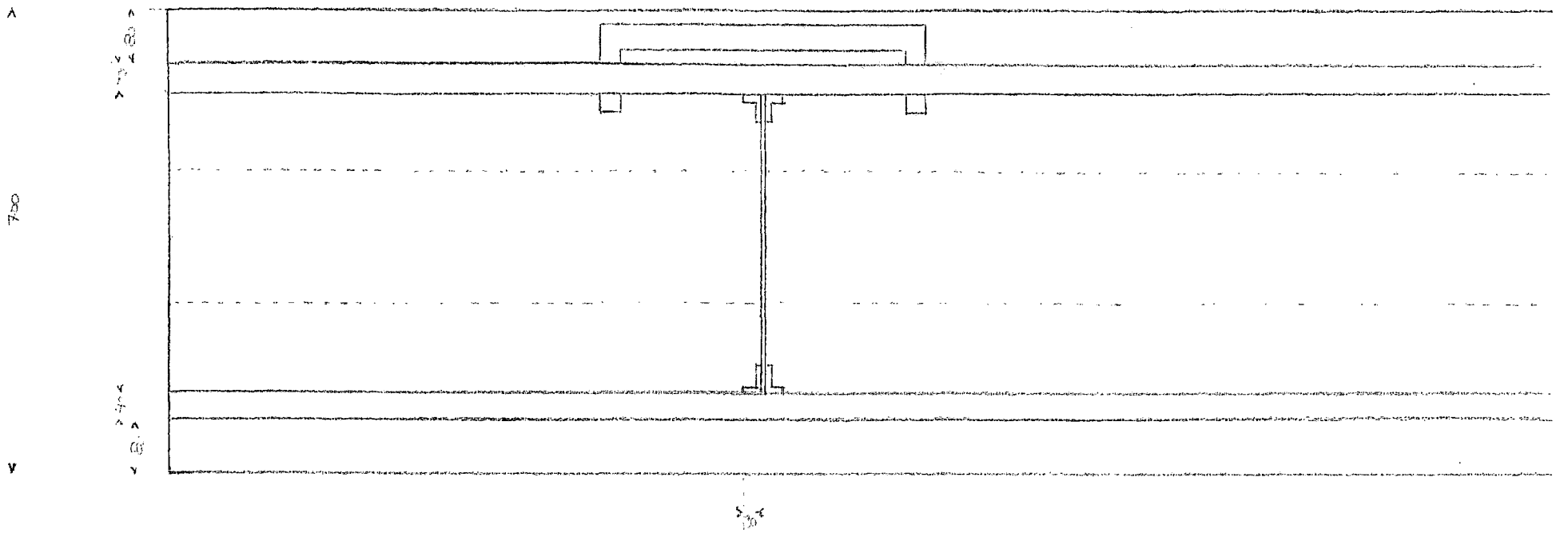
Εικόνα 27. Ορθογωνικός Υπερχειλιστής.



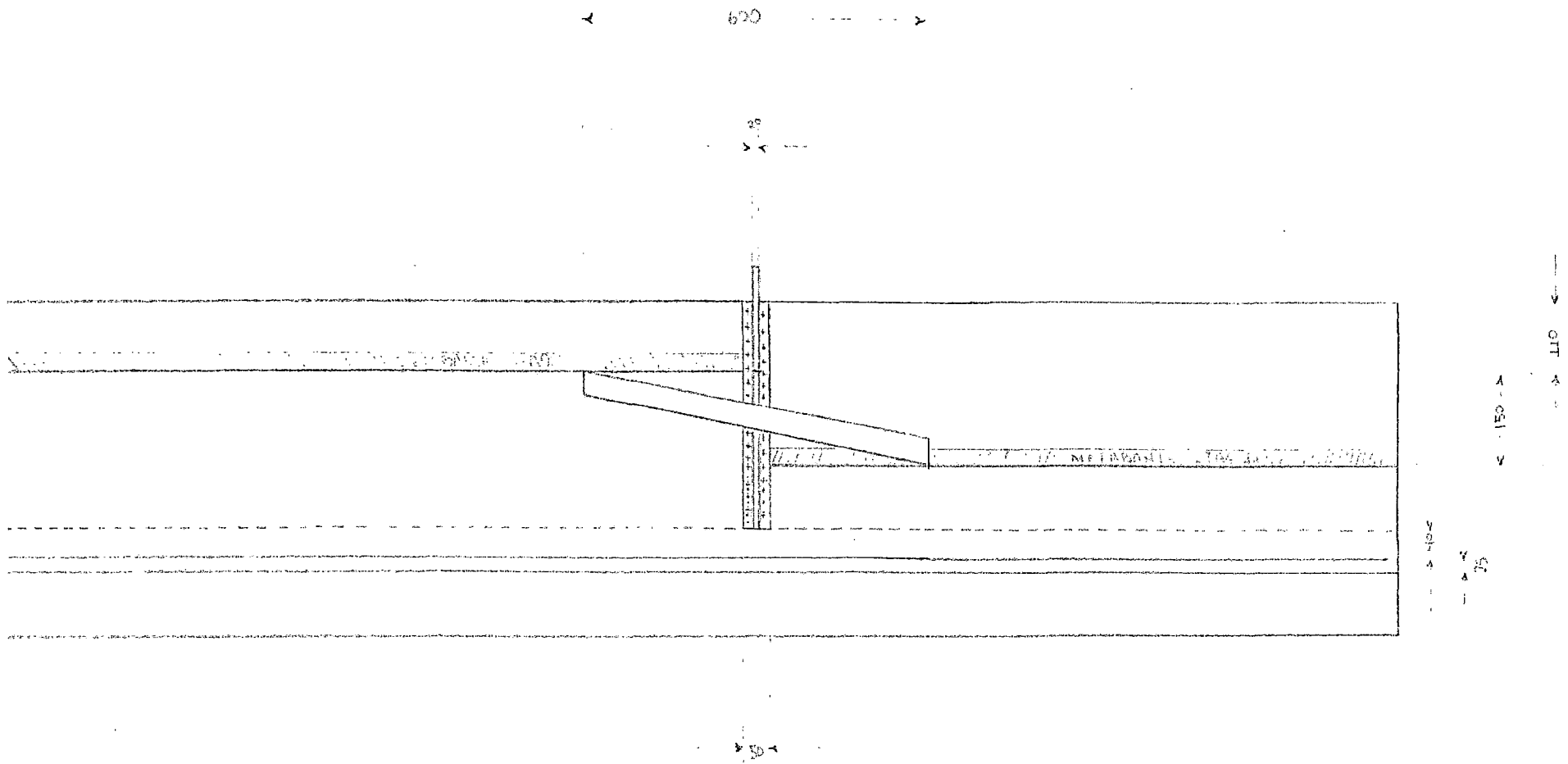
Εικόνα 28. Τριγωνικός Υπερχειλιστής.



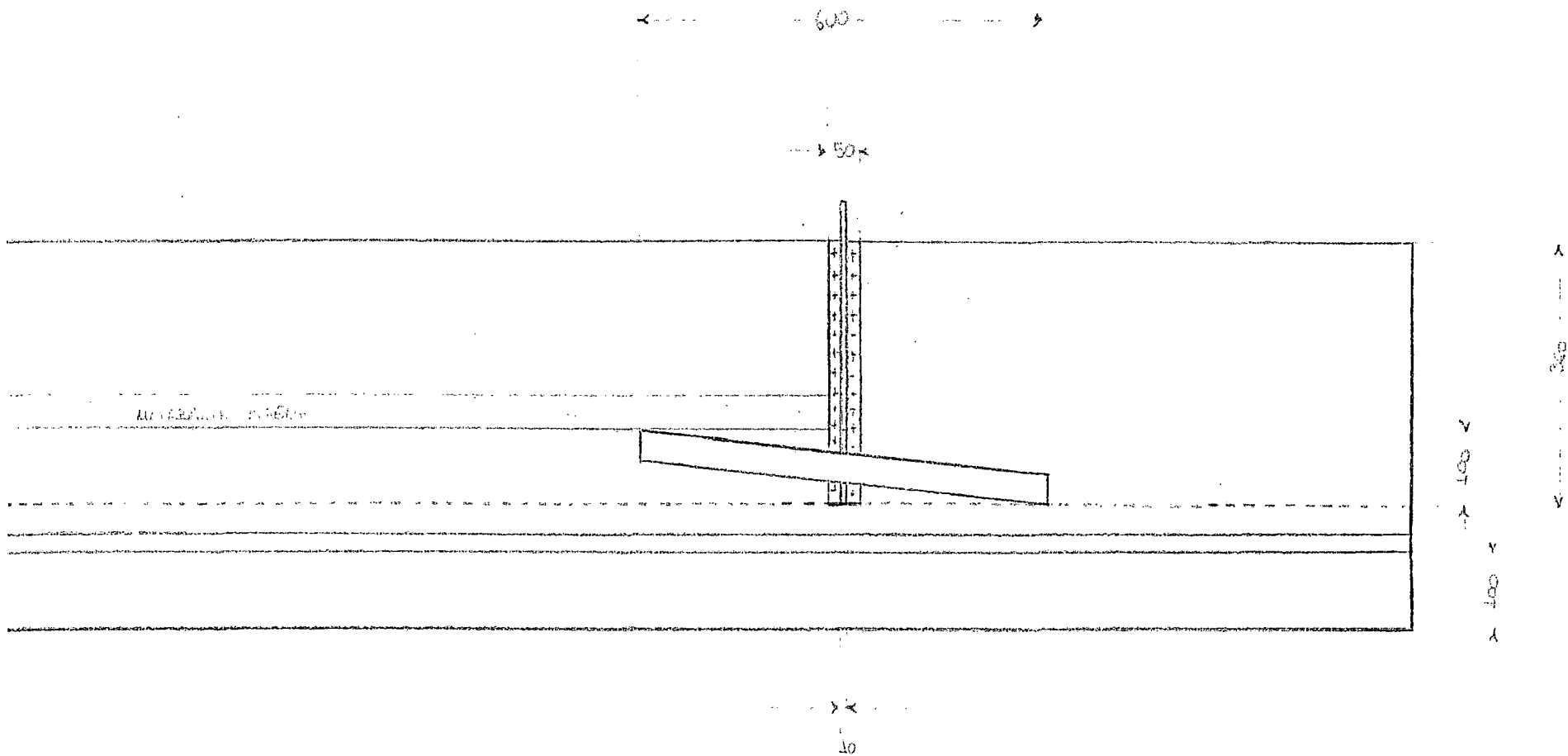
6150



Εικόνα 29.



Εικόνα 30.



Εικόνα 31.

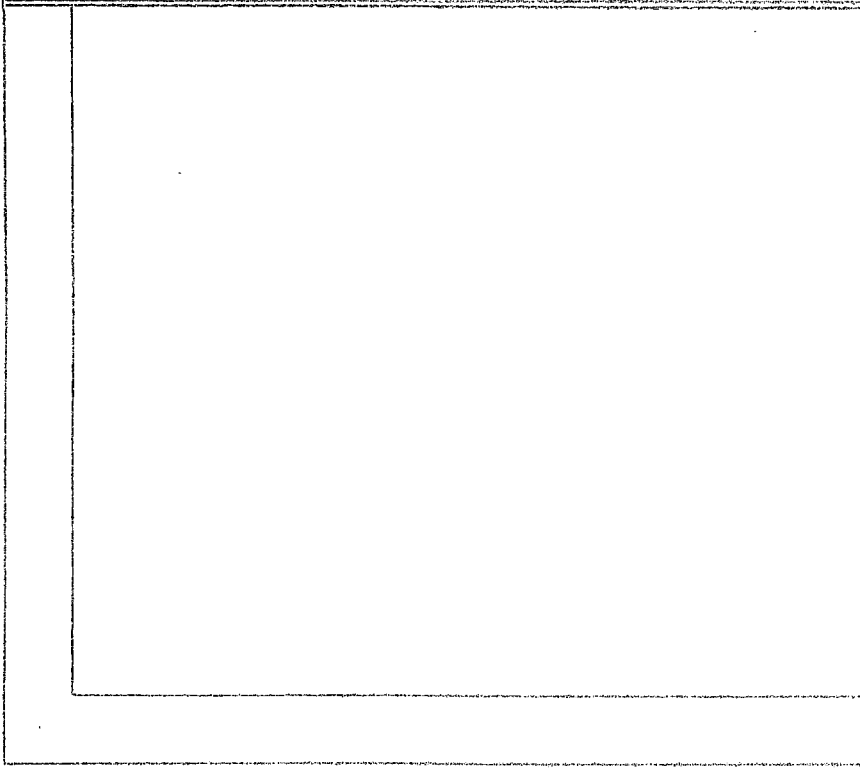
1400

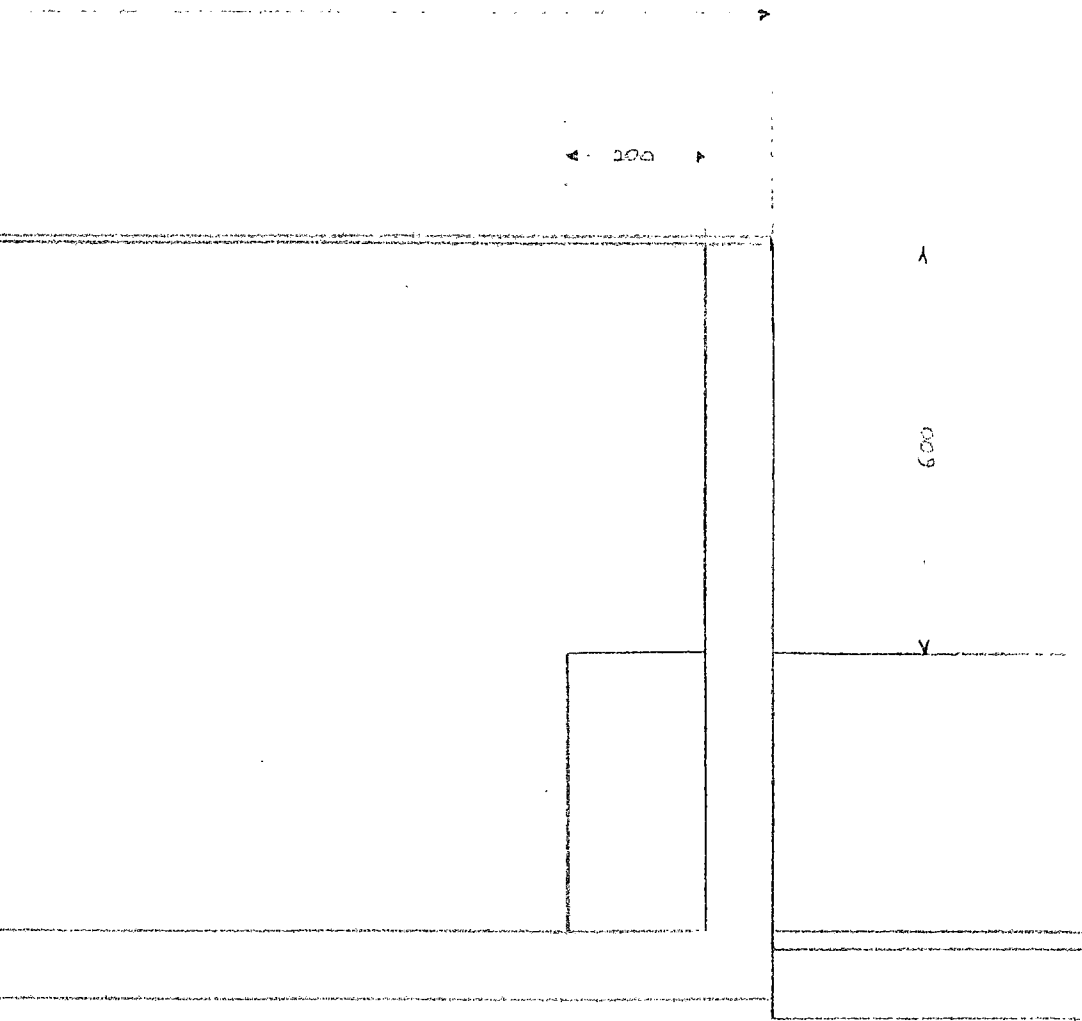
> 100 <

λ

1100

μ



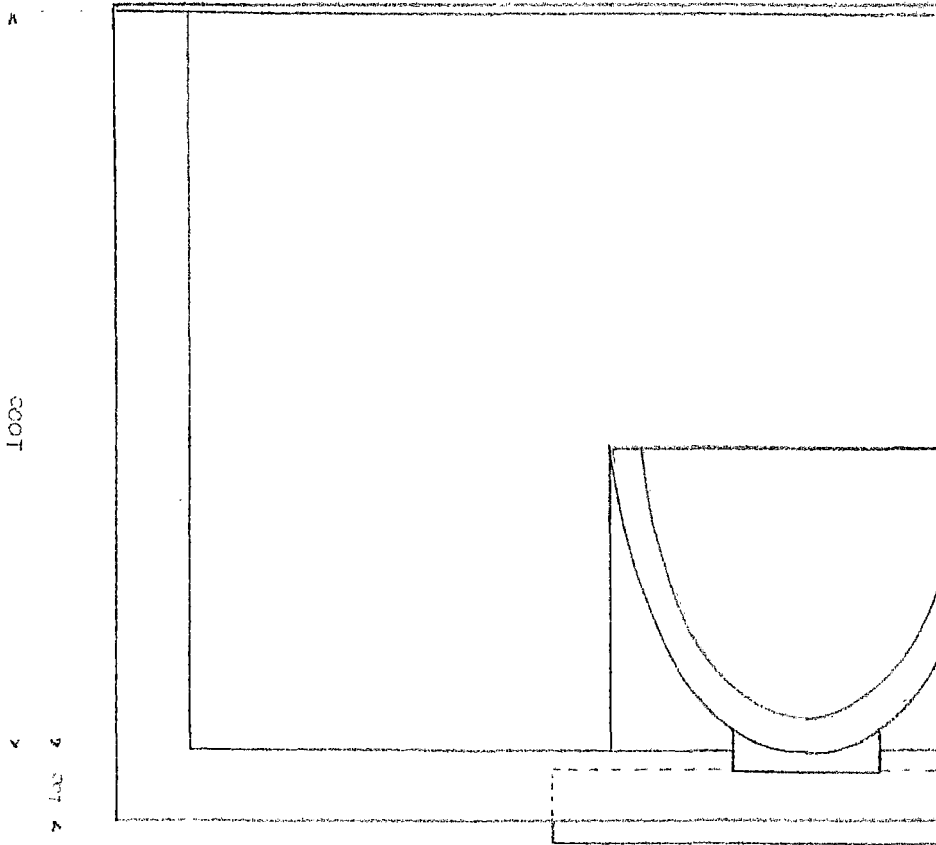


Εικόνα 32.

1700

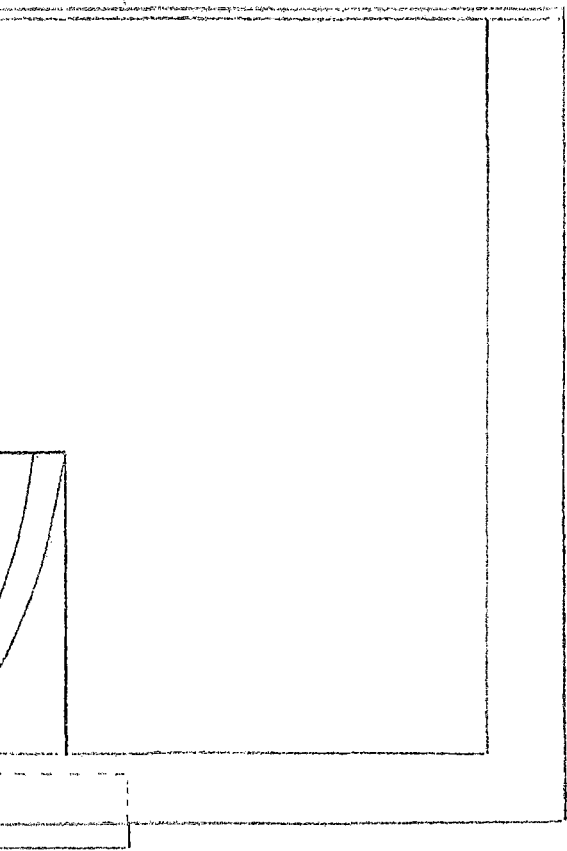
100

700



530

Εικόνα 33.



^

001

^

^ 001 ^

>

> Log 14

Y  
1-001  
A

2-405

A

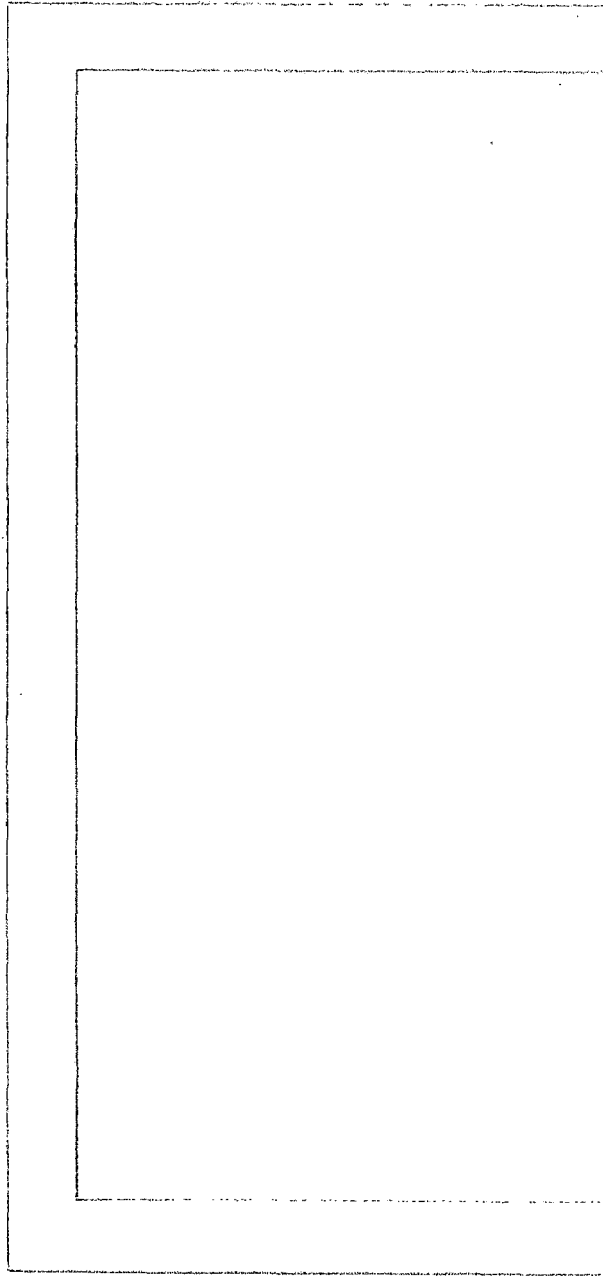
5-30

A

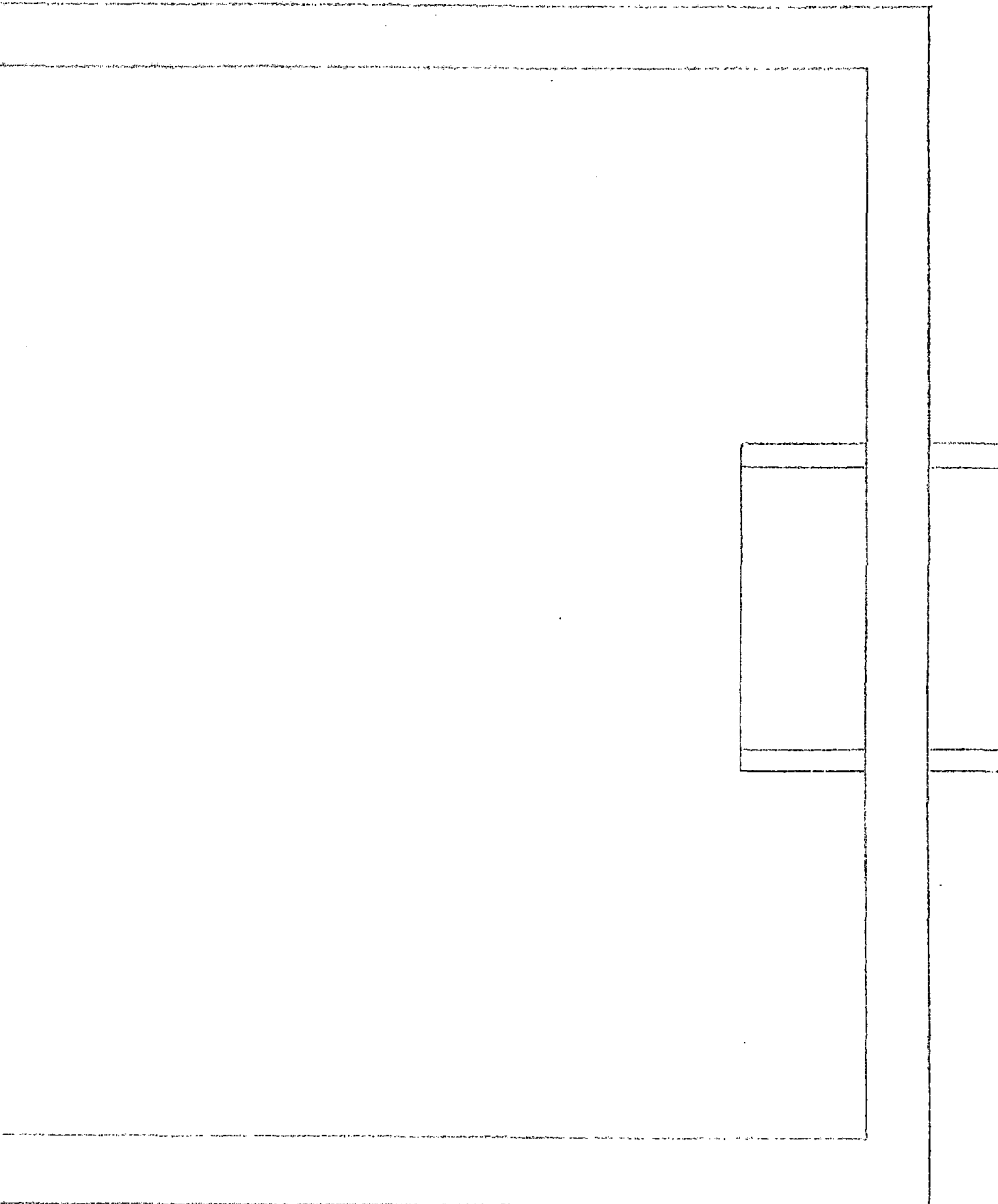
1900

A

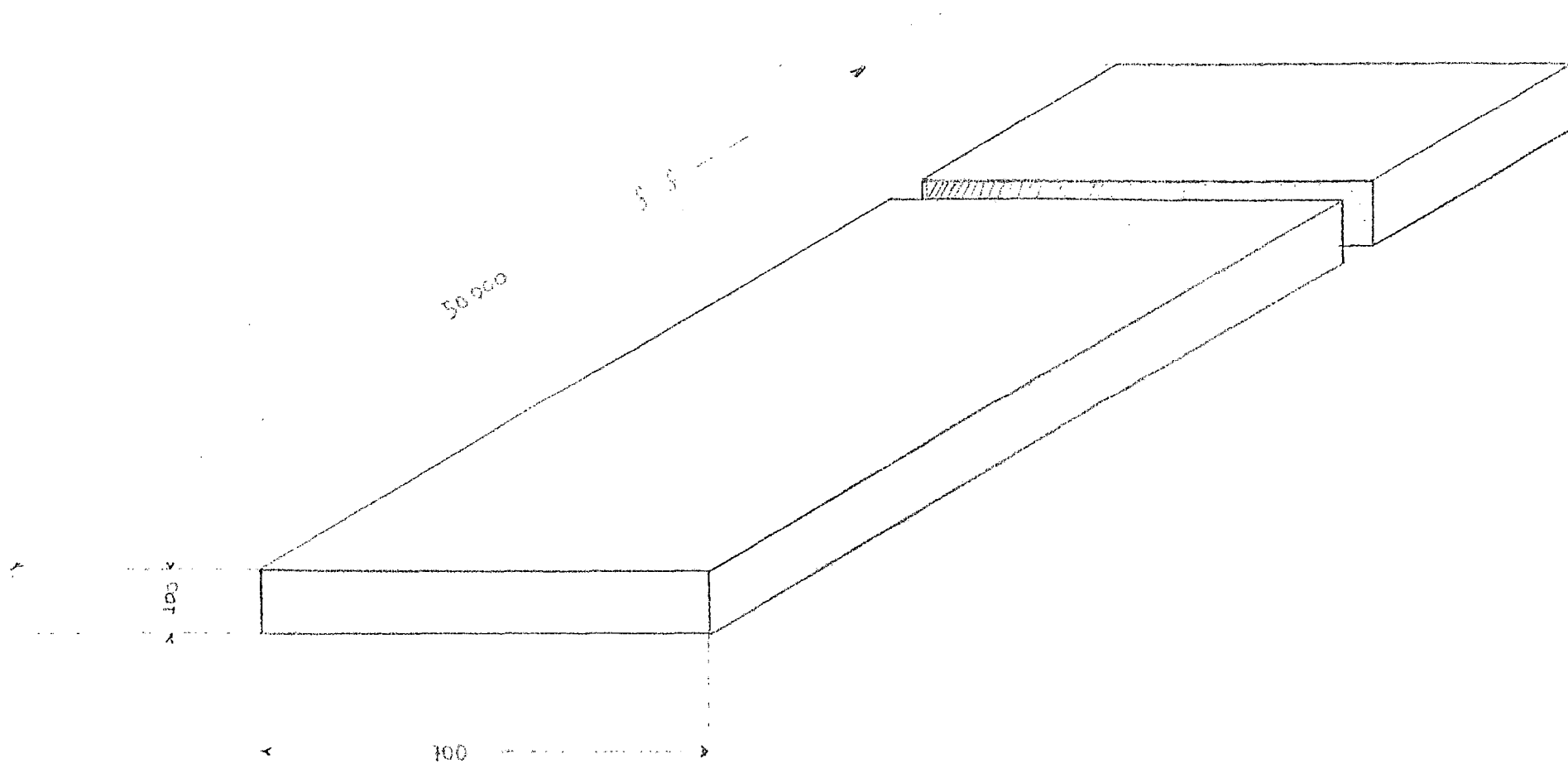
A



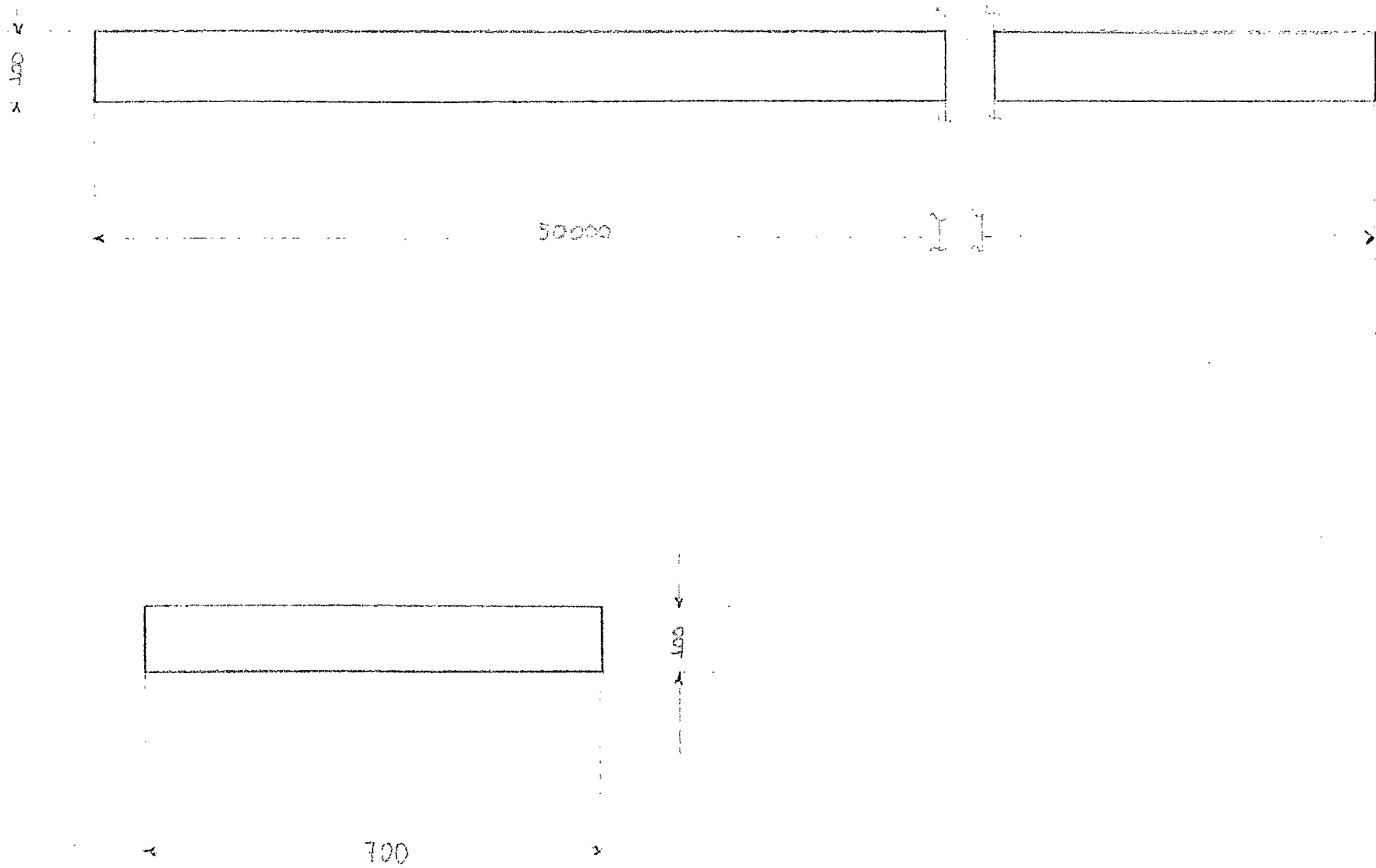




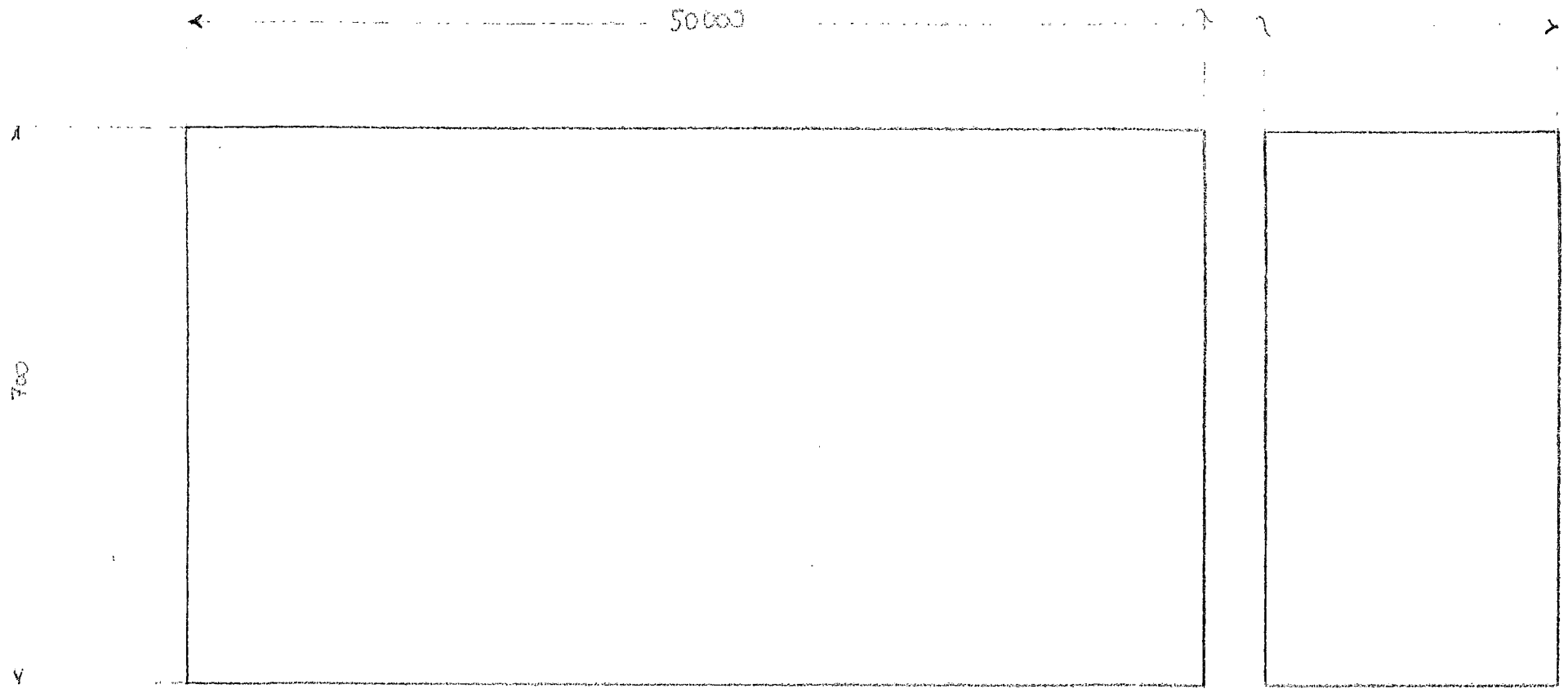
Εικόνα 34.



Εικόνα 35.



Εικόνα 36.



Εικόνα 37.

## 4. Στάγδην Άρδευση

### 4.1.1. Σκοπός του εργαστηρίου

Σκοπός του εργαστηρίου της σταγόνας – μικροεκτοξευτήρων είναι η λειτουργία του ως μια αυτοτελή μονάδα άρδευσης, η οποία θα αποτελέσει αντικείμενο παρατήρησης και πειραματισμού από τους σπουδαστές, σε θέματα που αφορούν τη συγκεκριμένη μέθοδο άρδευσης (άρδευση με σταγόνα – μικροεκτοξευτές – pop-ups).

### 4.1.2. Συστήματα άρδευσης που θα εγκατασταθούν στο εργαστήριο σταγόνας – μικροεκτοξευτήρων

Τα συστήματα άρδευσης που θα τοποθετηθούν είναι τα εξής:

- Άρδευση με τριών ειδών pop-ups (κρουστικά, γранаζωτά και στατικά).
- Άρδευση με τρία είδη σταγόνας (γραμμική, πλευρική και πλευρικά ρυθμιζόμενη).
- Άρδευση με δυο ειδών μικροεκτοξευτήρες (στατικούς και περιστρεφόμενους).

Για κάθε ένα από τα τρία είδη των pop-ups έχουν χαραχθεί αντίστοιχα αγροτεμάχια, ενώ για τη σταγόνα και τους μικροεκτοξευτήρες έχει χαραχθεί από ένα αντίστοιχα.

### 4.1.3. Αγροτεμάχια που έχουν χαραχθεί στην έκταση του εργαστηρίου

#### Χαραγμένα αγροτεμάχια για τα pop-ups

- Για τα κρουστικά έχει χαραχθεί τετραγωνικό αγροτεμάχιο  $13,6 \times 13,6$  m, με συνολική έκταση  $E = 184,96$  m<sup>2</sup>.
- Για τα γранаζωτά έχει χαραχθεί αγροτεμάχιο με διαστάσεις  $13 \times 13,6$  m, με συνολική έκταση  $E = 176,8$  m<sup>2</sup>.
- Για τα στατικά έχει χαραχθεί αγροτεμάχιο με διαστάσεις  $17 \times 13,6$  m, όπου μόνο τα  $7,2 \times 12$  m χρησιμοποιούνται από τα pop-ups, ενώ τα  $9,8 \times 12$  m προορίζονται για κήπο (χλοοτάπητας) με εγκατεστημένο εξατμισήμετρο.

#### Χαραγμένο αγροτεμάχιο για τη σταγόνα

- Το αγροτεμάχιο που αντιστοιχεί στη σταγόνα έχει διαστάσεις  $17 \times 12,4$  m με συνολική έκταση  $E = 210,8 \text{ m}^2$ , το οποίο θα είναι χωρισμένο σε τρία τμήματα των  $17 \times 4,1$  m για το κάθε είδος της σταγόνας.

#### Χαραγμένο αγροτεμάχιο για τους μικροεκτοξευτήρες

- Το τμήμα του αγρού που αντιστοιχεί στους μικροεκτοξευτήρες, έχει διαστάσεις  $17 \times 12,4$  m με συνολική, δηλαδή, έκταση  $E = 210,8 \text{ m}^2$  και το οποίο θα είναι χωρισμένο σε δυο τμήματα των  $17 \times 7,5$  m για τους περιστροφικούς και των  $17 \times 4,9$  m για τους στατικούς.

#### **4.2.1. Pop-ups ή αλλιώς αναδύμενοι εκτοξευτήρες από το έδαφος**

Ως βασικό χαρακτηριστικό των pop-ups είναι ότι, το κύριο σώμα τους βρίσκεται τοποθετημένο κάτω από την επιφάνεια του εδάφους και μόνο στην κατάσταση λειτουργίας αναδύεται το τμήμα το οποίο πραγματοποιεί άρδευση με καταιονισμό. Στη φάση της απενεργοποίησης, δηλαδή όταν ολοκληρωθεί η άρδευση, το τμήμα αυτό επιστρέφει αυτομάτως στην αρχική του υπόγεια θέση. Ο τρόπος λειτουργίας αυτών των εκτοξευτών είναι απλός και βασίζεται στην πίεση του νερού. Το κινητό σώμα έχει κυλινδρικό σχήμα και περιβάλλεται από έναν θάλαμο του ίδιου σχήματος. Το όλο σύστημα βρίσκεται εγκατεστημένο κατακόρυφα, ώστε το ανώτερο τμήμα του κινητού κυλίνδρου που φέρει το ακροφύσιο, να έχει μηδενικό ύψος ως προς το έδαφος.

Με την έναρξη της άρδευσης, η πίεση του νερού αναγκάζει τον κινούμενο κύλινδρο να αναδυθεί και να εμφανιστεί το ακροφύσιο. Μόλις η άρδευση ολοκληρωθεί, η πίεση στο κατώτερο τμήμα του κυλίνδρου μηδενίζεται και επιστρέφει στην αρχική του θέση με τη βοήθεια ενός ελατηρίου που είναι τοποθετημένο κατά μήκος του κυλίνδρου.

Ο βασικός σκοπός της εγκατάστασης των pop-ups είναι ότι έχουμε ένα σταθερό δίκτυο τεχνητής βροχής μέσα στο έδαφος, το οποίο δεν καταλαμβάνει μέρος της ωφέλιμης καλλιεργήσιμης έκτασης, ενώ ταυτόχρονα είναι δυνατόν να πραγματοποιούνται διάφορες καλλιεργητικές εργασίες χωρίς ιδιαίτερα προβλήματα.

Η συνηθέστερη χρήση των pop-ups συναντάται σε κήπους, γήπεδα και γενικά σε χώρους όπου ταιριάζουν τα πλεονεκτήματα που αυτά παρέχουν. Δεν συνηθίζονται τέτοια κυκλώματα σε γεωργικές εκμεταλλεύσεις και εκτατικές καλλιέργειες, λόγω του αυξημένου κόστους εγκατάστασης και συντήρησής τους.

#### **4.2.2. Pop-ups που θα χρησιμοποιηθούν στο εργαστήριο**

Τα pop-ups είναι εκτοξευτήρες που χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες ανάλογα με τον τρόπο λειτουργίας τους. Έτσι, διακρίνουμε τα κρουστικά, τα γραναζωτά και τα στατικά. Εμείς στο εργαστήριο θα χρησιμοποιήσουμε και τις τρεις αυτές κατηγορίες.

Κάθε είδος θα βρίσκεται εγκατεστημένο σε ξεχωριστό τμήμα του αγρού, το οποίο θα περιβάλλεται από διάδρομο πλάτους 2 μέτρων, ώστε να μπορεί να πραγματοποιείται ανεμπόδιστα από τους σπουδαστές οποιαδήποτε παρατήρηση.

### 4.3.1. Κρουστικά Pop-ups

#### Περιγραφή – Τρόπος λειτουργίας

Είναι εκτοξευτήρες οι οποίοι περιστρέφονται βασιζόμενοι στην κρουστική κίνηση ενός πτερυγίου με αντίβαρο (σε ορισμένες περιπτώσεις) που τίθεται σε λειτουργία από τη ροή του ύδατος, διαμέσου του ακροφυσίου. Τούτο, πραγματοποιείται όταν η φλέβα του ύδατος πιέσει με ορμή το πτερύγιο που βρίσκεται τοποθετημένο σε οριζόντια θέση στο λαιμό του εκτοξευτήρα και μπορεί να περιστραφεί σε αυτό το επίπεδο, συγκρατούμενο πάντα από ένα ελατήριο. Κατά τον τρόπο αυτό, με τη βίαιη κίνηση του πτερυγίου προς τη φορά του νερού, το σύστημα πτερύγιο – βραχίονας περιστρέφεται με την ίδια φορά. Όταν το πτερύγιο λόγω της περιστροφικής κίνησης, αποκλίνει από τη διεύθυνση της ροής της φλέβας, το ελατήριο το οποίο έχει αποκτήσει δυναμική ενέργεια, τείνει να επιστρέψει τον βραχίονα στην αρχική του θέση. Με την αδρανειακή αυτή αντίδραση, κινείται ολόκληρο το στέλεχος του εκτοξευτήρα προς τη φορά επιστροφής του πτερυγίου.

#### Τα κρουστικά pop-ups στο αγροτεμάχιο του εργαστηρίου

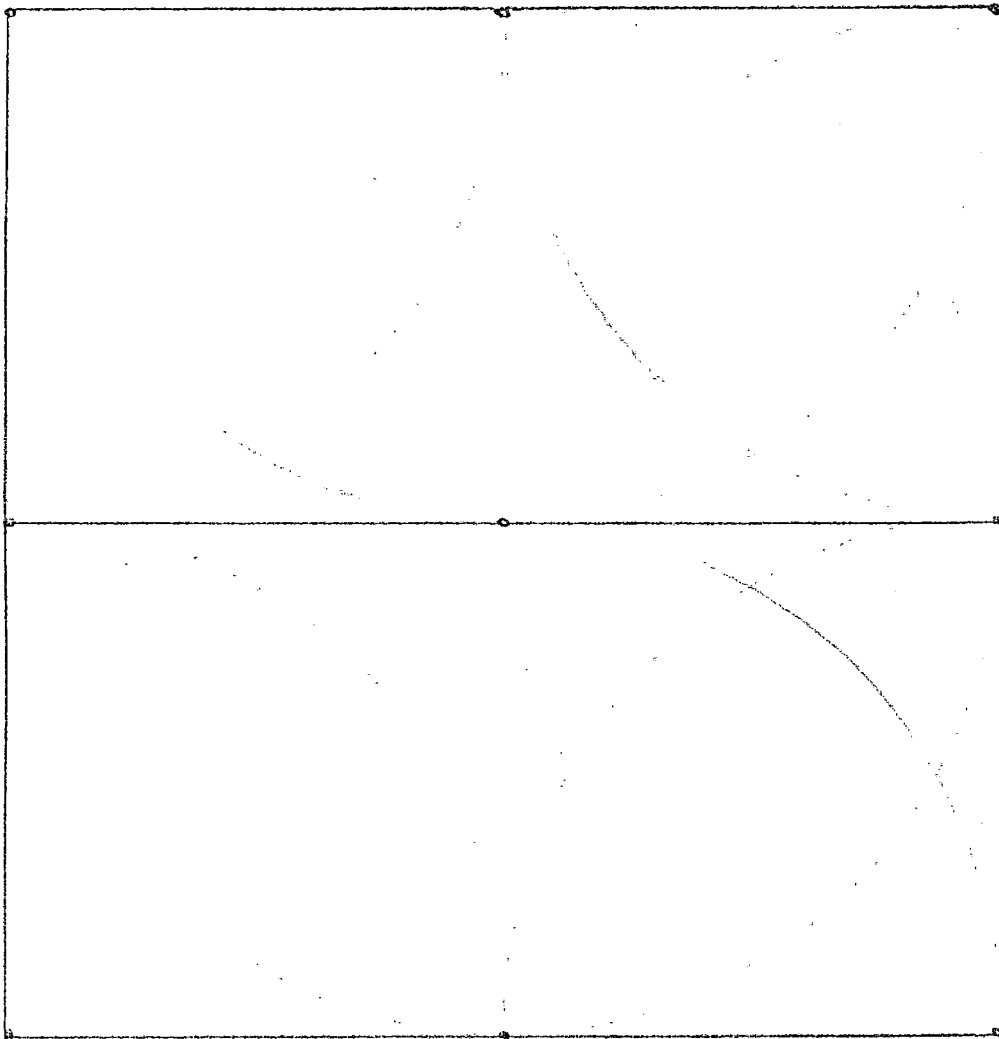
Το αγροτεμάχιο που έχει επιλεγεί για τα κρουστικά pop-ups έχει τετραγωνικό σχήμα, με διαστάσεις  $13,6 \times 13,6$  m και συνολική έκταση  $E = 184,96$  m<sup>2</sup>. Τα σημεία τοποθέτησης των εκτοξευτήρων θα είναι σταθερά.

Η ακτίνα εκτόξευσης που έχει υπολογιστεί για το συγκεκριμένο μοντέλο είναι  $R = 6,8$  m. Η διάταξη τοποθέτησης θα είναι  $6,8 \times 6,8$  m και θα υπάρχουν τρεις γραμμές άρδευσης, που θα φέρει η κάθε μια από τρία pop-ups. Έτσι, συνολικά σε όλο το αγροτεμάχιο θα υπάρχουν εννέα pop-ups και θα καταλαμβάνουν τις παρακάτω θέσεις. Τέσσερα pop-ups θα βρίσκονται τοποθετημένα στα μέσα των πλευρών του τετραγώνου και θα είναι μέσης περιστροφής, τέσσερα στις γωνίες του τετραγώνου και θα εκτοξεύουν το αρδευτικό νερό σε τόξο  $90^0$  και τέλος ένα θα βρίσκεται στο κέντρο του τετραγώνου που θα αρδεύει σε περιφέρεια κύκλου.

Η παροχή του καθενός εκτοξευτήρα θα είναι ίση με  $q = 0,38$  m<sup>3</sup>/h, ενώ η συνολική παροχή που απαιτεί το δίκτυο είναι ίση με  $Q = 3,42$  m<sup>3</sup>/h, καθώς θα γίνεται εφαρμογή και των τριών γραμμών σε μια στάση. Η πίεση λειτουργίας είναι 2 bars.

Οι γραμμές άρδευσης θα είναι βυθισμένες στο έδαφος 50 – 40 cm και θα έχουν μήκος 13,6 m. Το υλικό κατασκευής τους θα είναι PE με μέγιστη αντοχή 6 atm. Η διάμετρος θα είναι  $\varnothing 32$ .





ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΚΤΟΞΕΥΤΗΡΩΝ

ΑΝΑ ΓΡΑΜΜΗ : 3

ΠΑΡΟΧΗ ΕΚΤΟΞΕΥΤΗΡΑ : 0,38 m<sup>3</sup>/h

ΠΑΡΟΧΗ ΓΡΑΜΜΗΣ : 1,14 m<sup>3</sup>/h

ΠΙΕΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ : 2 bars

ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΑΡΟΧΗ : 3,42 m<sup>3</sup>/h

ΕΙΔΟΣ ΕΚΤΟΞΕΥΤΗΡΑ : ΚΡΟΥΣΤΙΚΑ

ΑΚΤΙΝΑ ΕΚΤΟΞΕΥΣΗΣ : 13,6 m / 2

ΚΛΙΜΑΚΑ 1 / 100

Εικόνα 38. Διάταξη των pop-ups.

### Κρουστικά pop-ups

- Διαστάσεις αγροτεμαχίου 13,6 m × 13,6 m
- Γραμμές άρδευσης 3 γραμμές
- Αριθμός εκτοξευτήρων/γραμμή 3 pop-ups
- Συνολικός αριθμός εκτοξευτήρων 9 pop-ups
- Διάταξη εκτοξευτών 6,8 × 6,8 m
- Παροχή εκτοξευτή 0,38 m<sup>3</sup>/h
- Πίεση λειτουργίας 2 bars
- Ακτίνα εκτόξευσης 6,8 m
- Μήκος γραμμής άρδευσης 13,6 m × 3
- Διάμετρος γραμμής άρδευσης Ø32
- Μήκος δευτερεύουσας γραμμής 30,6 m + 13,6 m
- Διάμετρος δευτερεύουσας γραμμής Ø40

### Εξαρτήματα που απαιτούνται

- 3 γωνίες 90<sup>0</sup> (Ø40/Ø32)
- 3 ταν 90<sup>0</sup> (Ø40/Ø32)
- 9 ταν 90<sup>0</sup> (Ø32)

**Π Ι Ν Α Κ Α Σ 4 . 1**

**ΚΡΟΥΣΤΙΚΑ POP-UPS**

| <b>ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ</b> | <b>ΜΕΤΡΗΣΙΜΑ ΜΕΓΕΘΗ</b> |
|-----------------------------------|-------------------------|
| ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΑΓΡΟΤΕΜΑΧΙΟΥ           | 13,6 × 13,6 m           |
| ΑΡΙΘΜΟΣ ΓΡΑΜΜΩΝ ΑΡΔΕΥΣΗΣ          | 3 γραμμές               |
| ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΚΤΟΞΕΥΤΩΝ/ΓΡΑΜΜΗ         | 3 pop-ups               |
| ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΚΤΟΞΕΥΤΩΝ      | 9 pop-ups               |
| ΔΙΑΤΑΞΗ ΕΚΤΟΞΕΥΣΗΣ                | 6,8 × 6,8 m             |
| ΑΚΤΙΝΑ ΕΚΤΟΞΕΥΣΗΣ                 | 6,8 m                   |
| ΠΑΡΟΧΗ ΕΚΤΟΞΕΥΤΗΡΑ                | 0,38 m <sup>3</sup> /h  |
| ΠΙΕΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ                 | 2 bars                  |
| ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΑΡΟΧΗ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΟΣ     | 3,42 m <sup>3</sup> /h  |

**Π Ι Ν Α Κ Α Σ 4 . 2**

**ΚΡΟΥΣΤΙΚΑ POP-UPS**

| <b>ΜΗΚΟΣ ΓΡΑΜΜΗΣ</b> | <b>ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ</b> | <b>ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ</b>   | <b>ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΜΗΚΟΣ</b> |
|----------------------|------------------|---------------------|-----------------------|
| 13,6 m               | Ø32              | ΓΡΑΜΜΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ    | 40,8 m                |
| 44,2 m               | Ø40              | ΔΕΥΤΕΡΕΥΟΥΣΑ ΓΡΑΜΜΗ | 44,2 m                |
| -                    | -                | ΤΡΙΤΕΥΟΥΣΑ ΓΡΑΜΜΗ   | -                     |

**Π Ι Ν Α Κ Α Σ 4 . 3**

**ΚΡΟΥΣΤΙΚΑ POP-UPS**

| <b>ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ</b>     | <b>ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ</b> | <b>ΤΕΜΑΧΙΑ</b> |
|-----------------------|------------------|----------------|
| ΓΩΝΙΑ 90 <sup>0</sup> | Ø40/Ø32          | 3              |
| ΤΑΥ 90 <sup>0</sup>   | Ø40/Ø32          | 3              |
| ΤΑΥ 90 <sup>0</sup>   | Ø32              | 9              |

#### 4.4.1. Γραναζωτά Pop-ups

##### Περιγραφή – Τρόπος λειτουργίας

Είναι εκτοξευτήρες οι οποίοι περιστρέφονται βασιζόμενοι στη ροή του νερού. Έχουν κυλινδρικό σχήμα όπως και οι κρουστικοί, αλλά διαφοροποιούνται ως προς τον μηχανισμό της περιστροφής τους. Στο κατώτερο τμήμα των εκτοξευτήρων, υπάρχει μια πτερωτή η οποία περιστρέφεται από τη ροή του ύδατος, το οποίο κινείται προς την έξοδο. Η περιστροφή της πτερωτής που λειτουργεί ως υδροστρόβιλος, μεταφέρει την κίνηση της με σχέση μετάδοσης, στο αναδυόμενο τμήμα των pop-up. Η σχέση μετάδοσης γίνεται με τη χρήση ενός πολύ μικρού γραναζιού στην πτερωτή και ενός μεγάλου στο στέλεχος που περιστρέφεται. Αυτή η σχέση που καθορίζει την ταχύτητα περιστροφής του εκτοξευτήρα, διαφέρει από pop-up σε pop-up, ανάλογα με τις ανάγκες που αυτό καλύπτει.

##### Τα γραναζωτά pop-ups στο αγροτεμάχιο του εργαστηρίου

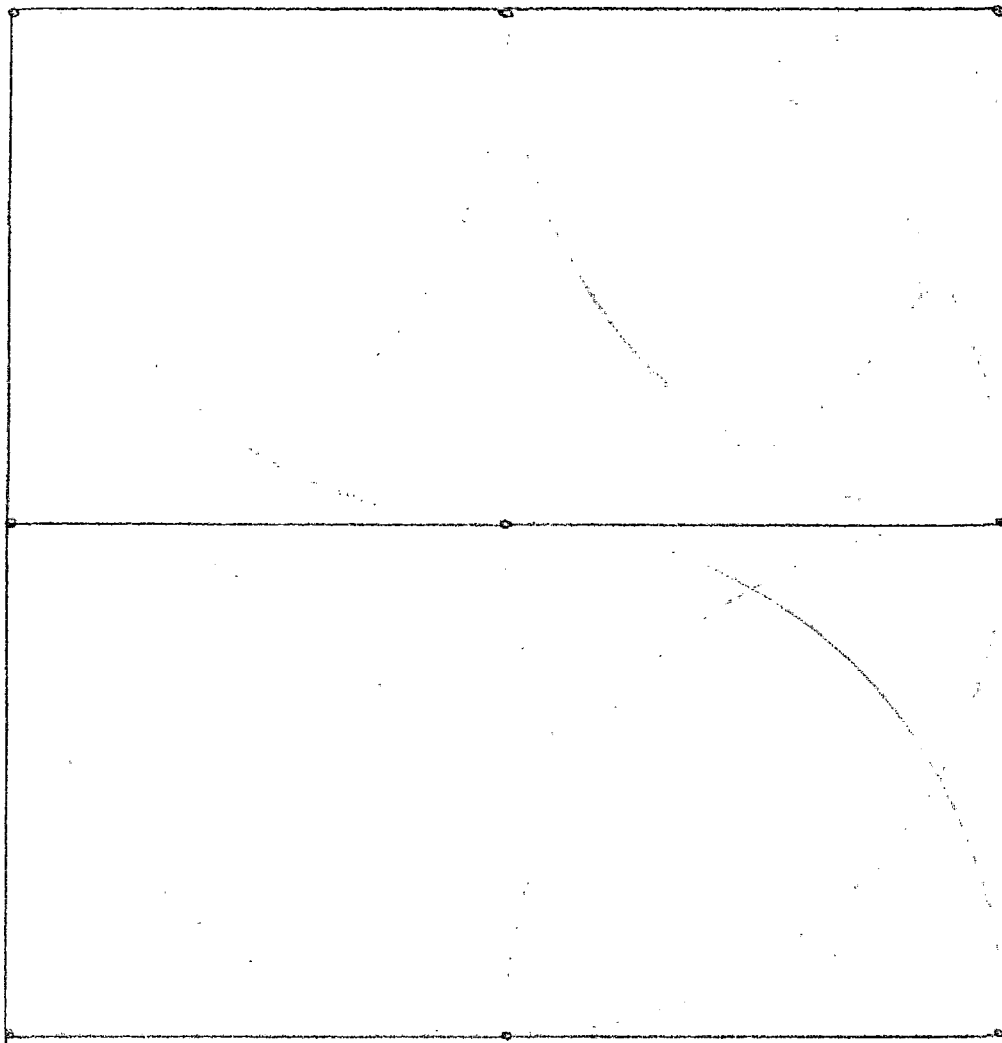
Το αγροτεμάχιο που έχει χαραχθεί για τα γραναζωτά pop-ups έχει ορθογωνικό σχήμα με διαστάσεις  $13 \times 13,6$  m και συνολική έκταση  $E = 176,8$  m<sup>2</sup>.

Η ακτίνα εκτόξευσης για το συγκεκριμένο μοντέλο που έχει επιλεχθεί είναι  $R = 6,5$  m ενώ η παροχή του είναι  $q = 0,14$  m<sup>3</sup>/h.

Οι εκτοξευτήρες θα τοποθετηθούν σε τετραγωνική διάταξη  $6,5 \times 6,5$  m, σχηματίζοντας ένα τετράγωνο με διαστάσεις  $13 \times 13$  m, όπου τα  $0,6$  m θα περισσεύουν από το μήκος του χωραφιού.

Η τοποθέτηση τους θα γίνει σε τρεις γραμμές άρδευσης που θα έχουν μήκος  $13$  m και θα φέρουν τρεις εκτοξευτήρες η κάθε μια. Το τόξο κάλυψης των εκτοξευτήρων θα είναι ρυθμιζόμενο και η θέση τους θα είναι αυτή που θα το καθορίσει. Έτσι, θα έχουμε τέσσερα pop-ups στα μέσα κάθε πλευράς του τετραγώνου με μισή περιστροφή, τέσσερα στις κορυφές του τετραγώνου που θα καλύπτουν τόξο  $90^\circ$  και ένα pop-up στο κέντρο του χωραφιού που θα πραγματοποιεί πλήρη περιστροφή.

Οπότε, συνολικά, θα διαθέτουμε εννέα pop-ups σε τρεις γραμμές άρδευσης. Η πίεση λειτουργίας τους θα είναι 2 bars, ενώ το μήκος της γραμμών θα είναι  $13$  m και θα βρίσκονται τοποθετημένες κάτω από την επιφάνεια του εδάφους. Η διάμετρος της κάθε γραμμής θα είναι  $\varnothing 32$ , το υλικό κατασκευής της PE και η μέγιστη αντοχή της σε πίεση θα είναι 6 atm.



Εικόνα 39. Διάταξη των pop-ups.

ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΚΤΟΞΕΥΤΗΡΩΝ

|                    |   |                        |
|--------------------|---|------------------------|
| ΑΝΑ ΓΡΑΜΜΗ         | : | 3                      |
| ΠΑΡΟΧΗ ΕΚΤΟΞΕΥΤΗΡΑ | : | 0,14 m <sup>3</sup> /h |
| ΠΑΡΟΧΗ ΓΡΑΜΜΗΣ     | : | 0,42 m <sup>3</sup> /h |
| ΠΙΕΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ  | : | 2 bars                 |
| ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΑΡΟΧΗ    | : | 1,26 m <sup>3</sup> /h |
| ΕΙΔΟΣ ΕΚΤΟΞΕΥΤΗΡΑ  | : | ΓΡΑΝΑΖΩΤΑ              |
| ΑΚΤΙΝΑ ΕΚΤΟΞΕΥΣΗΣ  | : | 6,5 m                  |

### Γραναζωτά pop-ups

- Διαστάσεις αγροτεμαχίου 13 m × 13,6 m
- Γραμμές άρδευσης 3 γραμμές
- Αριθμός εκτοξευτήρων/γραμμή 3 pop-ups
- Συνολικός αριθμός εκτοξευτήρων 9 pop-ups
- Διάταξη εκτοξευτών 6,5 × 6,5 m
- Παροχή εκτοξευτή 0,14 m<sup>3</sup>/h
- Πίεση λειτουργίας 2 bars
- Ακτίνα εκτόξευσης 6,5 m
- Μήκος γραμμής άρδευσης 13 m × 3
- Διάμετρος γραμμής άρδευσης Ø32
- Μήκος δευτερεύουσας γραμμής 15 m + 13 m
- Διάμετρος δευτερεύουσας γραμμής Ø40

### Εξαρτήματα που απαιτούνται

- 3 γωνίες 90<sup>0</sup> (Ø40/Ø32)
- 3 ταν 90<sup>0</sup> (Ø40/Ø32)
- 9 ταν 90<sup>0</sup> (Ø32)

**Π Ι Ν Α Κ Α Σ 4 . 4**

**Γ Ρ Α Ν Α Ζ Ω Τ Α Ρ Ο Ρ - U P S**

| <b>ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ</b> | <b>ΜΕΤΡΗΣΙΜΑ ΜΕΓΕΘΗ</b> |
|-----------------------------------|-------------------------|
| ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΑΓΡΟΤΕΜΑΧΙΟΥ           | 13 × 13,6 m             |
| ΑΡΙΘΜΟΣ ΓΡΑΜΜΩΝ ΑΡΔΕΥΣΗΣ          | 3 γραμμές               |
| ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΚΤΟΞΕΥΤΩΝ/ΓΡΑΜΜΗ         | 3 pop-ups               |
| ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΚΤΟΞΕΥΤΩΝ      | 9 pop-ups               |
| ΔΙΑΤΑΞΗ ΕΚΤΟΞΕΥΣΗΣ                | 6,5 × 6,5 m             |
| ΑΚΤΙΝΑ ΕΚΤΟΞΕΥΣΗΣ                 | 6,5 m                   |
| ΠΑΡΟΧΗ ΕΚΤΟΞΕΥΤΗΡΑ                | 0,14 m <sup>3</sup> /h  |
| ΠΙΕΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ                 | 2 bars                  |
| ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΑΡΟΧΗ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΟΣ     | 1,26 m <sup>3</sup> /h  |

**Π Ι Ν Α Κ Α Σ 4 . 5**

**Γ Ρ Α Ν Α Ζ Ω Τ Α Ρ Ο Ρ - U P S**

| <b>ΜΗΚΟΣ ΓΡΑΜΜΗΣ</b> | <b>ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ</b> | <b>ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ</b>   | <b>ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΜΗΚΟΣ</b> |
|----------------------|------------------|---------------------|-----------------------|
| 13 m                 | Ø32              | ΓΡΑΜΜΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ    | 39 m                  |
| 28 m                 | Ø40              | ΔΕΥΤΕΡΕΥΟΥΣΑ ΓΡΑΜΜΗ | 28 m                  |
| -                    | -                | ΤΡΙΤΕΥΟΥΣΑ ΓΡΑΜΜΗ   | -                     |

**Π Ι Ν Α Κ Α Σ 4 . 6**

**Γ Ρ Α Ν Α Ζ Ω Τ Α Ρ Ο Ρ - U P S**

| <b>ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ</b>     | <b>ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ</b> | <b>ΤΕΜΑΧΙΑ</b> |
|-----------------------|------------------|----------------|
| ΓΩΝΙΑ 90 <sup>0</sup> | Ø40/Ø32          | 3              |
| ΤΑΥ 90 <sup>0</sup>   | Ø40/Ø32          | 3              |
| ΤΑΥ 90 <sup>0</sup>   | Ø32              | 9              |



#### 4.5.1. Στατικά Pop-ups

##### Περιγραφή – Τρόπος λειτουργίας

Τα στατικά pop-ups λειτουργούν όπως τα προηγούμενα συστήματα με τη μόνη διαφορά ότι δεν πραγματοποιούν περιστροφική κίνηση γύρω από την κατακόρυφο, όπως τα κρουστικά και τα γραναζωτά. Ο λόγος για τον οποίο δεν απαιτείται η περιστροφική κίνηση, είναι ότι η υδάτινη φλέβα που εκρέει με τη μορφή σταγονιδίων, δεν έχει συγκεκριμένη φορά και διεύθυνση ώστε να πρέπει να περιστραφεί και να διαγράψει κύκλο, αλλά λειτουργεί υπό τη μορφή στατικής ομπρέλας. Η πίεση, δηλαδή, του ύδατος χρησιμοποιείται μόνο για την ανάδυση των pop-ups και για τη δημιουργία της τεχνητής βροχής, χωρίς να χρησιμοποιείται για την περιστροφή του εκτοξευτήρα.

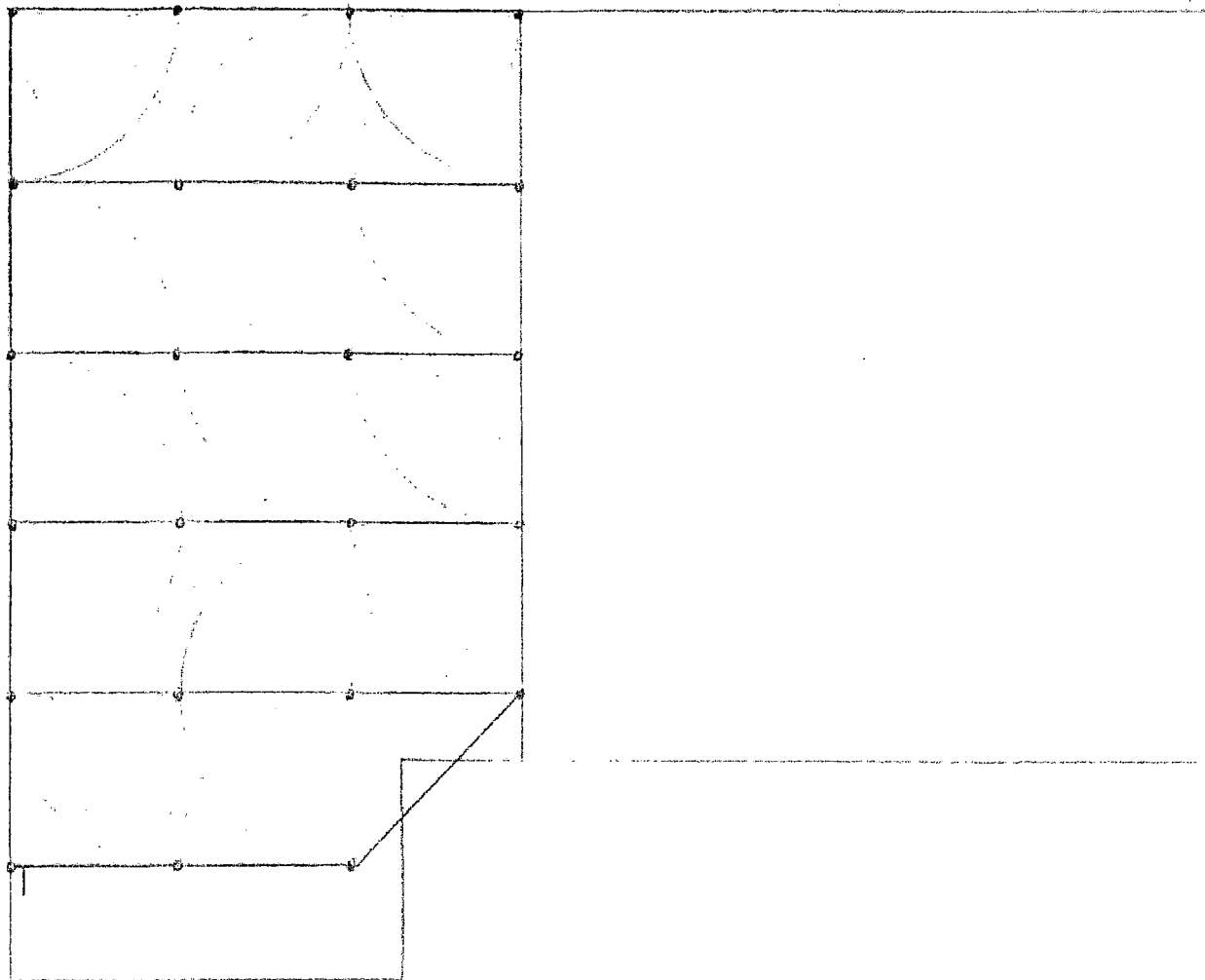
##### Τα στατικά pop-ups στο αγροτεμάχιο του εργαστηρίου

Το αγροτεμάχιο που έχει χαραχθεί για τα στατικά pop-ups έχει διαστάσεις  $7,2 \times 13,6$  m, όπου από τα  $13,6$  m το ενεργό μήκος του χωραφιού είναι  $12$  m. Συνεπώς, η συνολική έκταση που θα καλύπτουν τα pop-ups θα είναι  $7,2 \times 12$  m, δηλαδή  $E = 86,4$  m<sup>2</sup>.

Η ακτίνα εκτόξευσης για το συγκεκριμένο μοντέλο που έχει επιλεγεί είναι  $R = 2,4$  m και η διάταξη με την οποία θα τοποθετηθούν θα είναι τετραγωνική  $2,4 \times 2,4$  m. Οι γραμμές άρδευσης θα είναι έξι, όπου η τελευταία θα έχει μικρότερο μήκος από τις άλλες πέντε. Συνεπώς, οι πέντε όμοιες γραμμές θα έχουν μήκος  $7,2$  m και θα φέρουν τέσσερα pop-ups, ενώ η τελευταία θα έχει μήκος  $4,8$  m και θα φέρει τρεις εκτοξευτές.

Ο συνολικός τους αριθμός θα είναι είκοσι τρεις (23), ενώ η παροχή του καθενός θα είναι  $q = 0,36$  m<sup>3</sup>/h. Θα πρέπει να σημειωθεί πως στις κορυφές του ορθογωνίου θα λειτουργούν τα pop-ups, με τόξο κάλυψης  $90^\circ$ , ενώ στις άκρες των γραμμών με μισή περιστροφή. Στις υπόλοιπες θέσεις θα καλύπτουν κυκλική επιφάνεια. Επίσης, στη πέμπτη γραμμή ο τέταρτος ( $4^{o}$ ) εκτοξευτήρας δεν θα αρδεύει πραγματοποιώντας μισή περιστροφή αλλά διαγράφοντας κυκλικό τόξο  $90^\circ$ . Το ίδιο ισχύει και για τον τελευταίο εκτοξευτήρα της τελευταίας γραμμής.

Η γραμμή θα είναι βυθισμένη στο έδαφος  $40 - 50$  cm και η διάμετρος της θα είναι  $\varnothing 40$ . Το υλικό κατασκευής της θα είναι PE και η μέγιστη αντοχή της σε πίεση  $6$  atm.



ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΚΤΟΞΕΥΤΗΡΩΝ

ΑΝΑ ΓΡΑΜΜΗ : 4 - 3

ΠΑΡΟΧΗ ΕΚΤΟΞΕΥΤΗΡΑ : 0,36 m<sup>3</sup>/h

ΠΑΡΟΧΗ ΓΡΑΜΜΗΣ : 1,44 m<sup>3</sup>/h

ΠΙΕΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ : 2 bars

ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΑΡΟΧΗ : 8,28 m<sup>3</sup>/h

ΕΙΔΟΣ ΕΚΤΟΞΕΥΤΗΡΑ : ΣΤΑΤΙΚΑ

ΑΚΤΙΝΑ ΕΚΤΟΞΕΥΣΗΣ : 2,4 m

ΚΛΙΜΑΚΑ 1/100

Εικόνα 40. Διάταξη των pop-ups.

### Στατικά pop-ups

- Διαστάσεις αγροτεμαχίου 7,2 m × 12 m
- Γραμμές άρδευσης 5 + 1 γραμμές
- Αριθμός εκτοξευτήρων/γραμμή 4 + 2 pop-ups
- Συνολικός αριθμός εκτοξευτήρων 23 pop-ups
- Διάταξη εκτοξευτών 2,4 × 2,4 m
- Παροχή εκτοξευτή 0,36 m<sup>3</sup>/h
- Πίεση λειτουργίας 2 bars
- Ακτίνα εκτόξευσης 2,4 m
- Μήκος γραμμής άρδευσης 5 × 7,2 m + 4,8 m
- Διάμετρος γραμμής άρδευσης Ø40
- Μήκος δευτερεύουσας γραμμής 12 m + 10 m + 2 m
- Διάμετρος δευτερεύουσας γραμμής Ø50

### Εξαρτήματα που απαιτούνται

- 3 γωνίες 90<sup>0</sup> (Ø50/Ø40)
- 9 ταν 90<sup>0</sup> (Ø50/Ø40)
- 2 γωνίες 130<sup>0</sup> (Ø50/Ø40)
- 23 ταν 90<sup>0</sup> (Ø40)

**Π Ι Ν Α Κ Α Σ 4 . 7****ΣΤΑΤΙΚΑ ΡΟΡ-UPS**

| <b>ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ</b> | <b>ΜΕΤΡΗΣΙΜΑ ΜΕΓΕΘΗ</b> |
|-----------------------------------|-------------------------|
| ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΑΓΡΟΤΕΜΑΧΙΟΥ           | 7,2 × 12 m              |
| ΑΡΙΘΜΟΣ ΓΡΑΜΜΩΝ ΑΡΔΕΥΣΗΣ          | 5 + 1 γραμμές *         |
| ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΚΤΟΞΕΥΤΩΝ/ΓΡΑΜΜΗ         | 4 + 2 pop-ups *         |
| ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΚΤΟΞΕΥΤΩΝ      | 23 pop-ups              |
| ΔΙΑΤΑΞΗ ΕΚΤΟΞΕΥΣΗΣ                | 2,4 × 2,4 m             |
| ΑΚΤΙΝΑ ΕΚΤΟΞΕΥΣΗΣ                 | 2,4 m                   |
| ΠΑΡΟΧΗ ΕΚΤΟΞΕΥΤΗΡΑ                | 0,36 m <sup>3</sup> /h  |
| ΠΙΕΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ                 | 2 bars                  |
| ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΑΡΟΧΗ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΟΣ     | 8,28 m <sup>3</sup> /h  |

\* Οι γραμμές +1 και οι εκτοξευτές +2 υπάρχουν επειδή η τελευταία γραμμή είναι ανόμοια με τις υπόλοιπες.

**Π Ι Ν Α Κ Α Σ 4 . 8****ΣΤΑΤΙΚΑ ΡΟΡ-UPS**

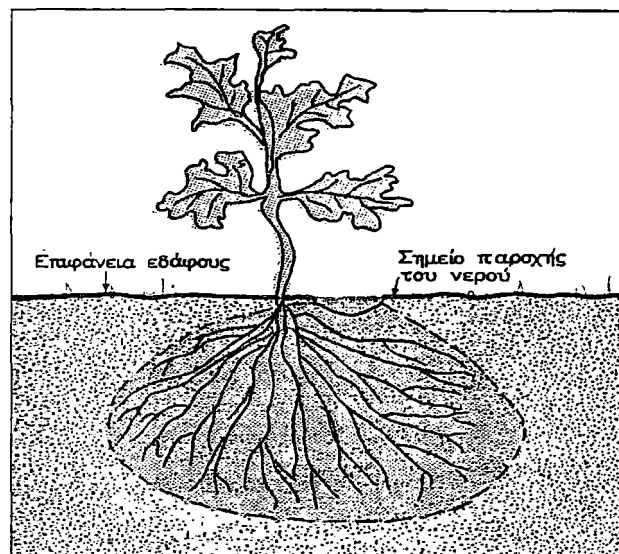
| <b>ΜΗΚΟΣ ΓΡΑΜΜΗΣ</b> | <b>ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ</b> | <b>ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ</b>   | <b>ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΜΗΚΟΣ</b> |
|----------------------|------------------|---------------------|-----------------------|
| 7,2 m – 4,8 m        | Ø40              | ΓΡΑΜΜΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ    | 40,8 m                |
| 12 m + 10 m + 2 m    | Ø50              | ΔΕΥΤΕΡΕΥΟΥΣΑ ΓΡΑΜΜΗ | 24 m                  |
| -                    | -                | ΤΡΙΤΕΥΟΥΣΑ ΓΡΑΜΜΗ   | -                     |

**Π Ι Ν Α Κ Α Σ 4 . 9****ΣΤΑΤΙΚΑ ΡΟΡ-UPS**

| <b>ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ</b>      | <b>ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ</b> | <b>ΤΕΜΑΧΙΑ</b> |
|------------------------|------------------|----------------|
| ΓΩΝΙΑ 90 <sup>0</sup>  | Ø50/Ø40          | 3              |
| ΓΩΝΙΑ 130 <sup>0</sup> | Ø50/Ø40          | 2              |
| ΤΑΥ 90 <sup>0</sup>    | Ø50/Ø40          | 9              |
| ΤΑΥ 90 <sup>0</sup>    | Ø40              | 23             |

#### 4.6.1. Στάγδην άρδευση

Ως κύριο χαρακτηριστικό της άρδευσης με τη μέθοδο της σταγόνας, είναι η παροχέτευση του νερού στα φυτά διαμέσου συστήματος σωληνώσεων, που έχουν σαν βασικό στόχο τη διαβροχή μιας ζώνης εδάφους στην οποία υπάρχουν τα φυτά.



Εικόνα 41. Ενδεικτική παράσταση της υγρασίας κοντά στο ριζόστρωμα του φυτού.

Η μέθοδος αυτή απαντάται συνήθως σε γραμμικές καλλιέργειες και κύρια χαρακτηριστικά της είναι η οικονομία στην κατανάλωση του αρδευτικού νερού, καθώς και το υψηλό κόστος εγκατάστασης.

Στην περίπτωση του εργαστηρίου που σχεδιάζουμε, θα γίνει εγκατάσταση γραμμικής σταγόνας με σταλάκτες (στοιχεία που προσαρμόζονται στον αγωγό εφαρμογής) οι οποίοι θα είναι ενσωματωμένοι στους σταλακτηφόρους αγωγούς και με ζώνη διαβροχής 100 %.

Η λειτουργία του σταλάκτη είναι να μηδενίζει σταδιακά την πίεση μέσα σε αυτόν, ούτως ώστε το νερό με μηδενική πλέον πίεση να εκρέει με τη μορφή σταγόνας.

#### 4.6.2. Η σταγόνα που θα χρησιμοποιηθεί στο εργαστήριο

Η σταγόνα που θα χρησιμοποιηθεί στο εργαστήριο που σχεδιάζουμε είναι:

- Γραμμική: Ευθύγραμμος αγωγός με ενσωματωμένους σταλάκτες κατά το μήκος του.

- Πλευρική σταγόνα: Με σταλάκτες που δεν αποτελούν τμήμα του αγωγού αλλά είναι προσκολλημένοι πάνω του.
- Πλευρική ρυθμιζόμενη: Δυνατότητα ρύθμισης της παροχής εκροής ούτως ώστε να επιτυγχάνεται διαφορετικός τύπος διανομής του νερού.

#### 4.6.3. Γραμμική σταγόνα – Ευθύγραμμος σταλακτηφόρος αγωγός

##### Περιγραφή – Τρόπος λειτουργίας

Οι σταλάκτες σε αυτήν την περίπτωση συνδέονται σε σειρά με τον αγωγό σε ίσες αποστάσεις μεταξύ τους, κατά τέτοιο τρόπο όπου στο σύνολο του ο αγωγός αποτελείται από μικρότερα τμήματα αγωγού, που στην ουσία ενώνονται με τους σταλάκτες, δημιουργώντας έτσι το συνολικό μήκος του αγωγού.

Η τοποθέτηση τους γίνεται σε θέσεις των οποίων οι αποστάσεις μεταξύ τους έχουν υπολογιστεί σύμφωνα με τη μηχανική σύσταση του εδάφους και της παροχής του σταλάκτη.

##### Η γραμμική σταγόνα στο αγροτεμάχιο του εργαστηρίου

Το αγροτεμάχιο που έχει χαραχθεί στο χώρο του εργαστηρίου για την άρδευση με σταγόνα, έχει διαστάσεις  $17 \times 12,4$  m με συνολική έκταση  $E = 210,8$  m<sup>2</sup>. Το συγκεκριμένο εμβαδόν έχει χωριστεί σε τρία όμοια τεμάχια με διαστάσεις  $17 \times 4,1$  m και συνολική έκταση  $\epsilon = 70$  m<sup>2</sup>.

Ο σταλακτηφόρος αγωγός θα έχει μήκος  $L = 15$  m και θα φέρει σταλάκτες ανά 60 cm. Με τον τρόπο αυτό, θα έχουμε σε κάθε αγωγό εφαρμογής 25 σημεία ενστάλαξης. Η απόσταση μεταξύ των αγωγών θα είναι 0,7 m. Με όλα αυτά, θα έχουμε έξι γραμμές άρδευσης και εκατόν πενήντα (150) σημεία ενστάλαξης. Η παροχή του καθενός θα είναι 4 lit/h και η γραμμή θα έχει διάμετρο  $\varnothing 20$ .

Εδώ πρέπει να σημειωθεί ότι για την υδροληψία των αγωγών εφαρμογής, υπάρχει τριτεύοντας αγωγός μήκους 4,1 m με διάμετρο  $\varnothing 40$ . Η πίεση λειτουργίας δεν θα ξεπερνάει τις 1,5 ~ 2 atm.

##### Γραμμική σταγόνα

- |                                  |                                  |
|----------------------------------|----------------------------------|
| ο Διαστάσεις αγροτεμαχίου        | 17 m × 12,4 m *                  |
| ο Γραμμές άρδευσης               | 6 γραμμές (σταλακτηφόρος αγωγός) |
| ο Αριθμός εκτοξευτήρων/γραμμή    | 25 σταλάκτες                     |
| ο Συνολικός αριθμός εκτοξευτήρων | 150 σταλάκτες                    |

- Απόσταση σταλακτών επί της γραμμής 0,6 m
- Απόσταση γραμμών 0,7 m
- Παροχή σταλάκτη 4 lit/h
- Πίεση λειτουργίας -
- Μήκος γραμμής άρδευσης 15 m × 6
- Διάμετρος γραμμής άρδευσης Ø20
- Μήκος δευτερεύουσας γραμμής 63,84 m \*
- Διάμετρος δευτερεύουσας γραμμής Ø40 \*

\* τα παραπάνω στοιχεία είναι κοινά στη σταγόνα

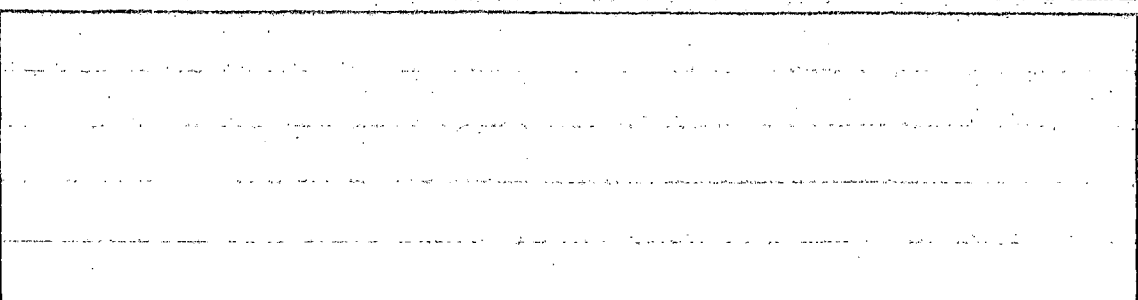
Εξαρτήματα που απαιτούνται

- 4 τάπες τέλους Ø40
- 2 ταν 90° Ø40

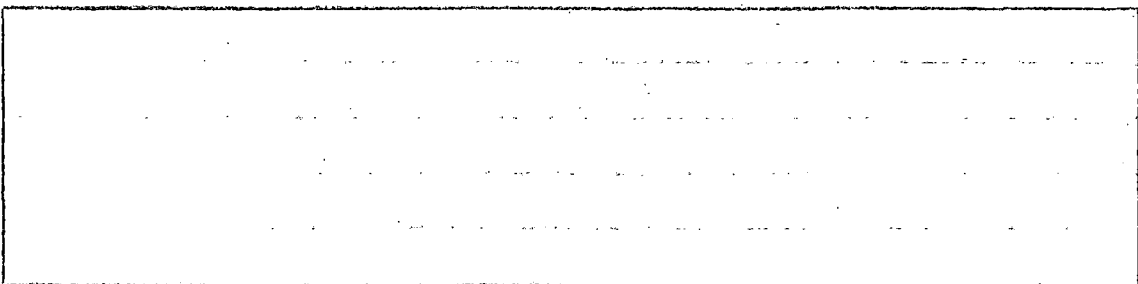
Στο τέρμα του αγωγού εφαρμογής, υπάρχει τριτεύον αγωγός που ενώνει όλες τις γραμμές άρδευσης για την εξισορρόπηση της πίεσης.

15 m

ΓΡΑΜΜΙΚΑ ΣΤΑΘΙΑ

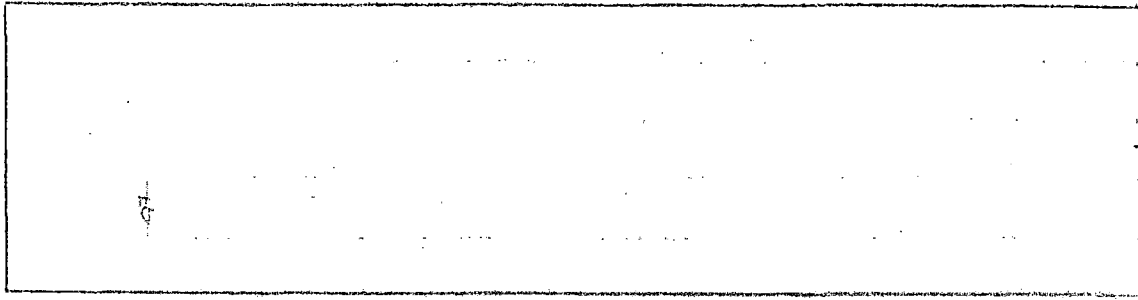


ΜΕ ΠΛΗΡΗ ΟΥΣ ΕΝΘΕΣΙΑΣ  
ΣΤΑΘΙΑΣ



ΜΕ ΕΛΑΦΡΕΣ ΠΡΟΣΩΠΙΑΣ

ΠΟΛΥΣΙΑ ΣΤΑΘΙΑΣ  
ΣΤΑΘΙΑΣ



124 m

Εικόνα 42. Διατάξεις εφαρμογής γραμμικής σταγόνας.

ΚΛΙΜΑΚΑ 1 / 100



**Π Ι Ν Α Κ Α Σ 4 . 1 0**

**Γ Ρ Α Μ Μ Ι Κ Η Σ Τ Α Γ Ο Ν Α – Ε Υ Θ Υ Γ Ρ Α Μ Μ Ο Σ  
Σ Τ Α Λ Α Κ Τ Η Φ Ο Ρ Ο Σ Α Γ Ω Γ Ο Σ**

| <b>ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ</b>  | <b>ΜΕΤΡΗΣΙΜΑ ΜΕΓΕΘΗ</b> |
|------------------------------------|-------------------------|
| ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΑΓΡΟΤΕΜΑΧΙΟΥ            | 17 × 12,4 m*            |
| ΑΡΙΘΜΟΣ ΓΡΑΜΜΩΝ ΑΡΔΕΥΣΗΣ           | 6 γραμμές               |
| ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΚΤΟΞΕΥΤΩΝ/ΓΡΑΜΜΗ          | 25 σταλάκτες            |
| ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΚΤΟΞΕΥΤΩΝ       | 150 σταλάκτες           |
| ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΣΤΑΛΑΚΤΩΝ ΕΠΙ ΤΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ | 0,6 m                   |
| ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΑΓΩΓΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ          | 0,7 m                   |
| ΠΑΡΟΧΗ ΣΤΑΛΑΚΤΗ                    | 4 lit/h                 |
| ΠΙΕΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ                  | -                       |
| ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΑΡΟΧΗ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΟΣ      | 0,6 m <sup>3</sup> /h   |

\* Η συνολική επιφάνεια που περικλείει και τα υπόλοιπα συστήματα άρδευσης με σταγόνα. Η έκταση κάθε τεμαχίου είναι 17 × 4,1 m

**Π Ι Ν Α Κ Α Σ 4 . 1 1**

**Γ Ρ Α Μ Μ Ι Κ Η Σ Τ Α Γ Ο Ν Α – Ε Υ Θ Υ Γ Ρ Α Μ Μ Ο Σ  
Σ Τ Α Λ Α Κ Τ Η Φ Ο Ρ Ο Σ Α Γ Ω Γ Ο Σ**

| <b>ΜΗΚΟΣ ΓΡΑΜΜΗΣ</b>  | <b>ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ</b> | <b>ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ</b>    | <b>ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΜΗΚΟΣ</b> |
|-----------------------|------------------|----------------------|-----------------------|
| 15 m                  | Ø20              | ΓΡΑΜΜΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ     | 90 m                  |
| 45,6 m                | Ø40              | ΔΕΥΤΕΡΕΥΟΥΣΑ ΓΡΑΜΜΗ* | 45,6 m                |
| 4,1 m + 4,1 m + 0,8 m | Ø40              | ΤΡΙΤΕΥΟΥΣΑ ΓΡΑΜΜΗ    | 9 m                   |

\* Η δευτερεύουσα γραμμή θα είναι κοινή σε όλη τη σταγόνα ενώ ταυτόχρονα περιλαμβάνει υδροληψίες για άλλη διάταξη.

## Π Ι Ν Α Κ Α Σ 4 . 1 2

### Γ Ρ Α Μ Μ Ι Κ Η Σ Τ Α Γ Ο Ν Α – Ε Υ Θ Υ Γ Ρ Α Μ Μ Ο Σ Σ Τ Α Λ Α Κ Τ Η Φ Ο Ρ Ο Σ Α Γ Ω Γ Ο Σ

| ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ          | ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ | ΤΕΜΑΧΙΑ   |
|---------------------|-----------|-----------|
| ΤΑΥ 90 <sup>0</sup> | Ø40       | 2         |
| ΤΑΠΕΣ ΤΕΛΟΥΣ        | Ø40       | 4         |
| ΤΜΗΜΑΤΑ ΑΓΩΓΟΥ      | Ø40       | 2 × 4,1 m |

Οι αγωγοί εφαρμογής συνδέονται στην αρχή και στο τέλος με τριτεύον αγωγό, ώστε να υπάρχει καλύτερη κατανομή της πίεσης. Η σύνδεση τους πραγματοποιείται με τη διάνοιξη οπής στον αγωγό από τον αγωγό εφαρμογής.

#### 4.6.4. Γραμμική σταγόνα με πλευρικούς σταλάκτες

##### Περιγραφή – Τρόπος λειτουργίας

Στον αγωγό εφαρμογής τοποθετούνται πλευρικά οι σταλάκτες με καρφωτό τρόπο, δηλαδή, διανοίγοντας οπή στον αγωγό εφαρμογής. Κατά τον τρόπο αυτό, το αρδευτικό νερό διέρχεται υπό πίεση διαμέσου της οπής και εν συνεχεία εισέρχεται στον σταλάκτη ο οποίος μηδενίζει την πίεση, με αποτέλεσμα το νερό να εκρέει υπό τη μορφή σταγόνας.

##### Η γραμμική σταγόνα με πλευρικούς σταλάκτες στο αγροτεμάχιο

Το τμήμα του αγροτεμαχίου που αντιστοιχεί στη σταγόνα με πλευρικούς σταλάκτες είναι 17 × 4,1 m και με συνολική έκταση  $E = 70 \text{ m}^2$ .

Ο σταλακτηφόρος αγωγός έχει μήκος 15 m και φέρει σταλάκτες ανά 60 cm. Με τον τρόπο αυτό, θα έχουμε 25 σημεία ενστάλαξης σε κάθε γραμμή εφαρμογής. Η απόσταση των αγωγών εφαρμογής μεταξύ τους είναι 0,7 m, οπότε συνολικά θα υπάρχουν 6 γραμμές. Από τα παραπάνω, παρατηρούμε ότι συνολικά θα υπάρχουν εκατόν πενήντα (150) σημεία ενστάλαξης. Η παροχή του κάθε σταλάκτη είναι  $q = 4 \text{ lit/h}$ .

Η διάμετρος του αγωγού άρδευσης είναι Ø20 και το υλικό κατασκευής είναι PE με μέγιστη αντοχή σε πίεση 6 atm. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι, για την υδροληψία των αγωγών εφαρμογής, υπάρχει τριτεύον αγωγός που έχει μήκος 4,1 m, διάμετρο Ø40, υλικό κατασκευής PE και αντοχή σε πίεση 6 atm.

Επίσης, υπάρχει η δυνατότητα ο αγωγός εφαρμογής να διπλώνει στο τέρμα του και να δένεται, ούτως ώστε να κλείνει. Τέλος, θα πρέπει να αναφέρουμε, ότι θα χρησιμοποιήσουμε έναν επιπλέον τριτεύοντα αγωγό στο τέλος των γραμμών άρδευσης, ώστε να τις κλείσουμε και να πετύχουμε με τον τρόπο αυτό καλύτερη κατανομή της πίεσης.

#### Πλευρικοί – Καρφωτοί σταλάκτες

- |                                      |                                  |
|--------------------------------------|----------------------------------|
| ○ Διαστάσεις αγροτεμαχίου            | 17 m × 12,4 m *                  |
| ○ Γραμμές άρδευσης                   | 6 γραμμές (σταλακτηφόρος αγωγός) |
| ○ Αριθμός εκτοξευτήρων/γραμμή        | 25 σταλάκτες                     |
| ○ Συνολικός αριθμός εκτοξευτήρων     | 150 σταλάκτες                    |
| ○ Απόσταση σταλακτών επί της γραμμής | 0,6 m                            |
| ○ Απόσταση γραμμών                   | 0,7 m                            |
| ○ Παροχή σταλάκτη                    | 4 lit/h                          |
| ○ Πίεση λειτουργίας                  | -                                |
| ○ Μήκος γραμμής άρδευσης             | 15 m × 6                         |
| ○ Διάμετρος γραμμής άρδευσης         | Ø20                              |
| ○ Μήκος δευτερεύουσας γραμμής        | 63,84 m *                        |
| ○ Διάμετρος δευτερεύουσας γραμμής    | Ø40 *                            |

\* τα παραπάνω στοιχεία είναι κοινά στη σταγόνα

#### Εξαρτήματα που απαιτούνται

- 4 τάπες τέλους Ø40
- 2 ταν 90° Ø40

Στο τέρμα του αγωγού εφαρμογής υπάρχει τριτεύον αγωγός που ενώνει όλες τις γραμμές άρδευσης για την εξισορρόπηση της πίεσης.

**Π Ι Ν Α Κ Α Σ 4 . 1 3**

**Γ Ρ Α Μ Μ Ι Κ Η Σ Τ Α Γ Ο Ν Α - Π Λ Ε Υ Ρ Ι Κ Ο Ι Κ Α Ρ Φ Ω Τ Ο Ι  
Σ Τ Α Λ Α Κ Τ Ε Σ**

| <b>ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ</b>  | <b>ΜΕΤΡΗΣΙΜΑ ΜΕΓΕΘΗ</b> |
|------------------------------------|-------------------------|
| ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΑΓΡΟΤΕΜΑΧΙΟΥ            | 17 × 12,4 m*            |
| ΑΡΙΘΜΟΣ ΓΡΑΜΜΩΝ ΑΡΔΕΥΣΗΣ           | 6 γραμμές               |
| ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΚΤΟΞΕΥΤΩΝ/ΓΡΑΜΜΗ          | 25 σταλάκτες            |
| ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΚΤΟΞΕΥΤΩΝ       | 150 σταλάκτες           |
| ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΣΤΑΛΑΚΤΩΝ ΕΠΙ ΤΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ | 0,6 m                   |
| ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΑΓΩΓΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ          | 0,7 m                   |
| ΠΑΡΟΧΗ ΣΤΑΛΑΚΤΗ                    | 4 lit/h                 |
| ΠΙΕΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ                  | -                       |
| ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΑΡΟΧΗ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΟΣ      | 0,6 m <sup>3</sup> /h   |

\* Η συνολική επιφάνεια που περικλείει και τα υπόλοιπα συστήματα άρδευσης με σταγόνα. Η έκταση κάθε τεμαχίου είναι 17 × 4,1 m

**Π Ι Ν Α Κ Α Σ 4 . 1 4**

**Γ Ρ Α Μ Μ Ι Κ Η Σ Τ Α Γ Ο Ν Α - Π Λ Ε Υ Ρ Ι Κ Ο Ι Κ Α Ρ Φ Ω Τ Ο Ι  
Σ Τ Α Λ Α Κ Τ Ε Σ**

| <b>ΜΗΚΟΣ ΓΡΑΜΜΗΣ</b>  | <b>ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ</b> | <b>ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ</b>    | <b>ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΜΗΚΟΣ</b> |
|-----------------------|------------------|----------------------|-----------------------|
| 15 m                  | Ø20              | ΓΡΑΜΜΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ     | 90 m                  |
| 45,6 m                | Ø40              | ΔΕΥΤΕΡΕΥΟΥΣΑ ΓΡΑΜΜΗ* | 45,6 m                |
| 4,1 m + 4,1 m + 0,8 m | Ø40              | ΤΡΙΤΕΥΟΥΣΑ ΓΡΑΜΜΗ    | 9 m                   |

\* Η δευτερεύουσα γραμμή θα είναι κοινή σε όλη τη σταγόνα ενώ ταυτόχρονα περιλαμβάνει υδροληψίες για άλλη διάταξη.

**Π Ι Ν Α Κ Α Σ 4 . 1 5**

**Γ Ρ Α Μ Μ Ι Κ Η Σ Τ Α Γ Ο Ν Α – Π Λ Ε Υ Ρ Ι Κ Ο Ι Κ Α Ρ Φ Ω Τ Ο Ι  
Σ Τ Α Λ Α Κ Τ Ε Σ**

| <b>ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ</b>   | <b>ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ</b> | <b>ΤΕΜΑΧΙΑ</b> |
|---------------------|------------------|----------------|
| ΤΑΥ 90 <sup>0</sup> | Ø40              | 2              |
| ΤΑΠΕΣ ΤΕΛΟΥΣ        | Ø40              | 4              |
| ΤΜΗΜΑΤΑ ΑΓΩΓΟΥ      | Ø40              | 2 × 4,1 m      |

Οι αγωγοί εφαρμογής συνδέονται στην αρχή και στο τέλος με τριτεύον αγωγό, ώστε να υπάρχει καλύτερη κατανομή της πίεσης. Η σύνδεση τους πραγματοποιείται με τη διάνοιξη οπής στον αγωγό από τον αγωγό εφαρμογής.

**4.6.5. Γραμμική σταγόνα με πλευρικούς ρυθμιζόμενους σταλάκτες**

Περιγραφή – Τρόπος λειτουργίας

Οι σταλακτηφόροι αγωγοί με πλευρικούς ρυθμιζόμενους σταλάκτες είναι ακριβώς ίδιοι με τους πλευρικούς καρφωτούς ως προς τον τρόπο εγκατάστασης και λειτουργίας. Η μοναδική διαφοροποίηση, εμφανίζεται στο ότι σε αυτήν την περίπτωση, υπάρχει η δυνατότητα ρύθμισης της παροχής του σταλάκτη, επιτυγχάνοντας διαφορετικό τρόπο εξόδου του ύδατος από τον σταλάκτη. Έτσι, για παροχές 0 – 30 lit/h επιτυγχάνουμε άρδευση τύπου σταγόνας (απλή ενστάλαξη) ενώ για παροχές 30 – 100 lit/h επιτυγχάνουμε άρδευση τύπου ομπρέλας.

Η ρύθμιση της παροχής πραγματοποιείται περιστρέφοντας το εξωτερικό κέλυφος του σταλάκτη, με αποτέλεσμα να μεταβάλλεται η οπή εξόδου του σταλάκτη. Έτσι, ανάλογα με το μέγεθος της εξόδου έχουμε διαφορετικό είδος εκροής.

Η γραμμική σταγόνα με πλευρικούς - ρυθμιζόμενους σταλάκτες στο αγροτεμάχιο

Το τμήμα του αγροτεμαχίου που αντιστοιχεί στη σταγόνα με πλευρικούς – ρυθμιζόμενους σταλάκτες είναι 17 × 4,1 m και με συνολική έκταση E = 70 m<sup>2</sup>.

Ο σταλακτηφόρος αγωγός έχει μήκος 15 m και φέρει σταλάκτες ανά 60 cm. Με τον τρόπο αυτό, θα έχουμε 25 σημεία ενστάλαξης σε κάθε γραμμή εφαρμογής. Η απόσταση των αγωγών εφαρμογής μεταξύ τους είναι 0,7 m, οπότε συνολικά θα υπάρχουν έξι γραμμές. Από τα παραπάνω παρατηρούμε ότι συνολικά θα υπάρχουν

εκατόν πενήντα (150) σημεία ενστάλαξης. Η παροχή του κάθε σταλάκτη είναι  $q = 4$  lit/h και το ποσοστό διαβροχής του εδάφους 100 %.

Η διάμετρος του αγωγού άρδευσης είναι  $\varnothing 25$  και το υλικό κατασκευής είναι PE με μέγιστη αντοχή σε πίεση 6 atm. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι, για την υδροληψία των αγωγών εφαρμογής, υπάρχει τριτεύον αγωγός που έχει μήκος 4,1 m, διάμετρο  $\varnothing 40$ , υλικό κατασκευής PE και αντοχή σε πίεση 6 atm.

Επίσης, υπάρχει η δυνατότητα ο αγωγός εφαρμογής να διπλώνει στο τέρμα του και να δένεται ούτως ώστε να κλείνει. Τέλος, θα πρέπει να αναφέρουμε, ότι θα χρησιμοποιήσουμε έναν επιπλέον τριτεύοντα αγωγό στο τέλος των γραμμών άρδευσης, ώστε να τις κλείσουμε και να πετύχουμε με τον τρόπο αυτό καλύτερη κατανομή της πίεσης.

#### Πλευρικοί – Καρφωτοί ρυθμιζόμενοι σταλάκτες

- |                                      |                                  |
|--------------------------------------|----------------------------------|
| ○ Διαστάσεις αγροτεμαχίου            | 17 m × 12,4 m *                  |
| ○ Γραμμές άρδευσης                   | 6 γραμμές (σταλακτηφόρος αγωγός) |
| ○ Αριθμός εκτοξευτήρων/γραμμή        | 25 σταλάκτες                     |
| ○ Συνολικός αριθμός εκτοξευτήρων     | 150 σταλάκτες                    |
| ○ Απόσταση σταλακτών επί της γραμμής | 0,6 m                            |
| ○ Απόσταση γραμμών                   | 0,7 m                            |
| ○ Παροχή σταλάκτη                    | 4 lit/h                          |
| ○ Πίεση λειτουργίας                  | -                                |
| ○ Μήκος γραμμής άρδευσης             | 15 m × 6                         |
| ○ Διάμετρος γραμμής άρδευσης         | $\varnothing 25$                 |
| ○ Μήκος δευτερεύουσας γραμμής        | 63,84 m *                        |
| ○ Διάμετρος δευτερεύουσας γραμμής    | $\varnothing 40$ *               |

\* τα παραπάνω στοιχεία είναι κοινά στη σταγόνα

#### Εξαρτήματα που απαιτούνται

- 4 τάπες τέλους  $\varnothing 40$
- 2 ταυ  $90^\circ$   $\varnothing 40$

Στο τέρμα του αγωγού εφαρμογής υπάρχει τριτεύον αγωγός  $\varnothing 40$  που ενώνει όλες τις γραμμές άρδευσης μήκους 4,1 m για την εξισορρόπηση της πίεσης.

**Π Ι Ν Α Κ Α Σ 4 . 1 6**

**ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΣΤΑΓΟΝΑ – ΠΛΕΥΡΙΚΟΙ ΚΑΡΦΩΤΟΙ  
ΡΥΘΜΙΖΟΜΕΝΟΙ ΣΤΑΛΑΚΤΕΣ**

| <b>ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ</b>  | <b>ΜΕΤΡΗΣΙΜΑ ΜΕΓΕΘΗ</b> |
|------------------------------------|-------------------------|
| ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΑΓΡΟΤΕΜΑΧΙΟΥ            | 17 × 12,4 m*            |
| ΑΡΙΘΜΟΣ ΓΡΑΜΜΩΝ ΑΡΔΕΥΣΗΣ           | 6 γραμμές               |
| ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΚΤΟΞΕΥΤΩΝ/ΓΡΑΜΜΗ          | 25 σταλάκτες            |
| ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΚΤΟΞΕΥΤΩΝ       | 150 σταλάκτες           |
| ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΣΤΑΛΑΚΤΩΝ ΕΠΙ ΤΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ | 0,6 m                   |
| ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΑΓΩΓΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ          | 0,7 m                   |
| ΠΑΡΟΧΗ ΣΤΑΛΑΚΤΗ                    | 4 lit/h **              |
| ΠΙΕΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ                  | -                       |
| ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΑΡΟΧΗ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΟΣ      | 0,6 m <sup>3</sup> /h   |

\* Η συνολική επιφάνεια που περικλείει και τα υπόλοιπα συστήματα άρδευσης με σταγόνα. Η έκταση κάθε τεμαχίου είναι 17 × 4,1 m.

\* Η παροχή είναι ρυθμιζόμενη :     0 – 30 lit/h τύπου σταγόνας  
                                                      30 – 100 lit/h τύπου ομπρέλας

**Π Ι Ν Α Κ Α Σ 4 . 1 7**

**ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΣΤΑΓΟΝΑ – ΠΛΕΥΡΙΚΟΙ ΚΑΡΦΩΤΟΙ  
ΡΥΘΜΙΖΟΜΕΝΟΙ ΣΤΑΛΑΚΤΕΣ**

| <b>ΜΗΚΟΣ ΓΡΑΜΜΗΣ</b>  | <b>ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ</b> | <b>ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ</b>       | <b>ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΜΗΚΟΣ</b> |
|-----------------------|------------------|-------------------------|-----------------------|
| 15 m                  | Ø25              | ΓΡΑΜΜΗ<br>ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ     | 90 m                  |
| 45,1 m                | Ø40              | ΔΕΥΤΕΡΕΥΟΥΣΑ<br>ΓΡΑΜΜΗ* | 45,1 m                |
| 4,1 m + 4,1 m + 0,8 m | Ø40              | ΤΡΙΤΕΥΟΥΣΑ<br>ΓΡΑΜΜΗ    | 9 m                   |

\* Η δευτερεύουσα γραμμή θα είναι κοινή σε όλη τη σταγόνα ενώ ταυτόχρονα περιλαμβάνει υδροληψίες για άλλη διάταξη.

**Π Ι Ν Α Κ Α Σ 4 . 1 8****ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΣΤΑΓΟΝΑ – ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΟΣ  
ΣΤΑΛΑΚΤΗΦΟΡΟΣ ΑΓΩΓΟΣ**

| <b>ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ</b>   | <b>ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ</b> | <b>ΤΕΜΑΧΙΑ</b> |
|---------------------|------------------|----------------|
| ΤΑΥ 90 <sup>0</sup> | Ø40              | 2              |
| ΤΑΠΕΣ ΤΕΛΟΥΣ        | Ø40              | 4              |
| ΤΜΗΜΑΤΑ ΑΓΩΓΟΥ      | Ø40              | 2 × 4,1 m      |

Οι αγωγοί εφαρμογής συνδέονται στην αρχή και στο τέλος με τριτεύον αγωγό, ώστε να υπάρχει καλύτερη κατανομή της πίεσης. Η σύνδεση τους πραγματοποιείται με καρφωτό τρόπο.



#### 4.7.1. Μικροεκτοξευτήρες

Το βασικό χαρακτηριστικό των μικροεκτοξευτήρων είναι η μικρή τους ακτίνα εκτόξευσης και η μικρή τους παροχή, γεγονός που τους κατατάσσει στην άρδευση με τη μέθοδο της σταγόνας και όχι με την τεχνητή βροχή (καταιονισμός).

Δυο βασικές κατηγορίες μικροεκτοξευτήρων είναι οι περιστρεφόμενοι και οι στατικοί. Η τοποθέτηση τους με τον αγωγό εφαρμογής, μπορεί να πραγματοποιηθεί είτε άμεσα στην περίπτωση που βρίσκονται προσκολλημένοι επάνω του, είτε έμμεσα με τη χρήση ενός σωληνίσκου ο οποίος καταλήγει στον εκτοξευτήρα, που στηρίζεται σε στέλεχος καρφωμένο στο έδαφος.

Η κύρια χρήση των μικροεκτοξευτήρων γίνεται σε θερμοκηπιακές καλλιέργειες και η τοποθέτηση τους απαιτεί εμπειριστατωμένη μελέτη, σύμφωνα με τη μέθοδο της σταγόνας.

#### 4.7.2. Οι μικροεκτοξευτήρες που θα χρησιμοποιηθούν στο αγροτεμάχιο του εργαστηρίου

Στο εργαστήριο που σχεδιάζουμε, θα χρησιμοποιηθούν περιστρεφόμενοι και στατικοί μικροεκτοξευτήρες, οι οποίοι θα βρίσκονται τοποθετημένοι σε κατακόρυφο στέλεχος, μήκους μερικών εκατοστών και η υδροληψία τους από τον αγωγό εφαρμογής θα γίνεται με τη χρήση ενός σωληνίσκου.

#### 4.7.3. Περιστρεφόμενοι μικροεκτοξευτήρες

##### Περιγραφή – Τρόπος λειτουργίας

Είναι ο τύπος των μικροεκτοξευτήρων οι οποίοι περιστρέφονται, βασιζόμενοι στην κρουστική κίνηση ενός πτερυγίου που συγκρατείται από ελατήριο. Με την περιστροφή του εκτοξευτήρα καλύπτεται ένα κυκλικό τόξο από  $0^{\circ}$  –  $360^{\circ}$ , ανάλογα με τη ρύθμιση που εμείς έχουμε επιλέξει. Ο κυκλικός τομέας δεν ξεπερνάει την ακτίνα των 2,5 m.

### Οι περιστρεφόμενοι μικροεκτοξευτήρες στο αγροτεμάχιο του εργαστηρίου

Το αγροτεμάχιο που θα περιλαμβάνει τους μικροεκτοξευτήρες, στατικούς και περιστροφικούς, θα έχει διαστάσεις  $17 \times 12,4$  m και συνολική έκταση ίση με  $E = 210,8$  m<sup>2</sup>.

Το τμήμα που αφορά τους περιστρεφόμενους είναι  $17 \times 7,5$  m με συνολική έκταση ίση με  $E = 127,5$  m<sup>2</sup>.

Θα υπάρχουν δυο γραμμές άρδευσης, μήκους 14 m οι οποίες θα φέρουν πέντε μπέκ η κάθε μια.

Οι εκτοξευτήρες έχουν διάμετρο 5 m και η διάταξη με την οποία θα χρησιμοποιηθούν είναι  $2,5 \times 2,5$  m. Η παροχή του καθενός είναι 40 lit/h και μπορούν να λειτουργούν σε τόξο  $180^0$  και σε πλήρη κύκλο. Εμείς θα χρησιμοποιούμε ρύθμιση πλήρους κύκλου. Η πίεση λειτουργίας δεν ξεπερνάει τις 1,2 ~ 2 atm.

Στο τέλος της γραμμής εφαρμογής υπάρχει τάπα τερματισμού ή δυνατότητα περιτύλιξης και πρόσδεσης του ίδιου.

Κάθε μικροεκτοξευτήρας θα συνοδεύεται από σωληνίσκο 30 – 40 cm και από κατακόρυφο στήριγμα. Για την υδροληψία των αγωγών εφαρμογής, υπάρχει τριτεύουσα γραμμή μήκους 2,5 m, διαμέτρου  $\varnothing 32$  και 0,8 m, διαμέτρου  $\varnothing 32$ .

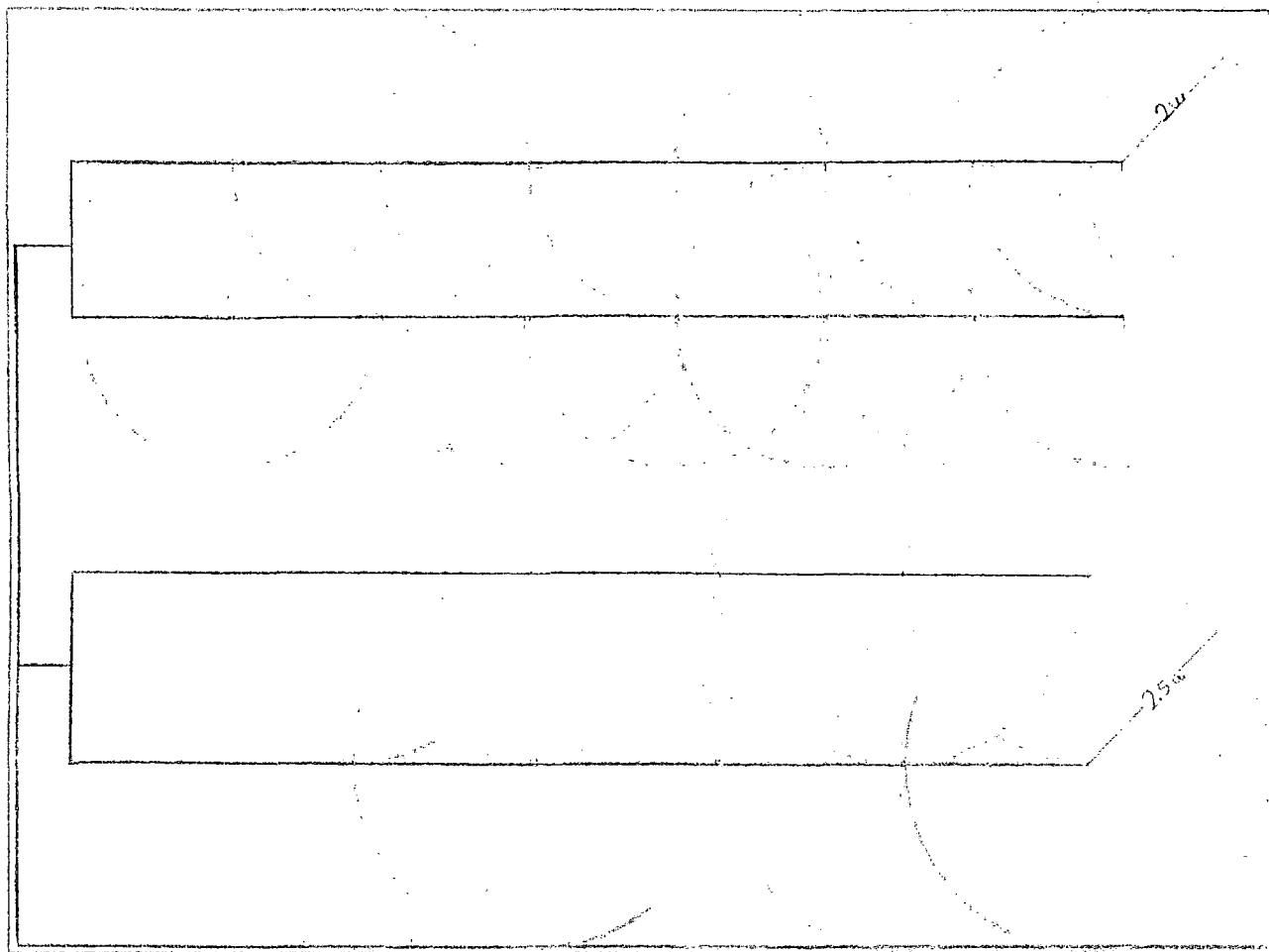
### Περιστροφικοί μικροεκτοξευτήρες

|                                   |                        |
|-----------------------------------|------------------------|
| ○ Διαστάσεις αγροτεμαχίου         | 17 m × 12,4 m *        |
| ○ Γραμμές άρδευσης                | 2 γραμμές              |
| ○ Αριθμός εκτοξευτήρων/γραμμή     | 6 εκτοξευτήρες         |
| ○ Συνολικός αριθμός εκτοξευτήρων  | 12 εκτοξευτήρες        |
| ○ Διάταξη εκτοξευτών              | $2,5 \times 2,5$ m     |
| ○ Παροχή εκτοξευτή                | 0,04 m <sup>3</sup> /h |
| ○ Πίεση λειτουργίας               | -                      |
| ○ Ακτίνα εκτόξευσης               | 2,75 m                 |
| ○ Μήκος γραμμής άρδευσης          | 14 m                   |
| ○ Διάμετρος γραμμής άρδευσης      | $\varnothing 32$       |
| ○ Μήκος δευτερεύουσας γραμμής     | 29,1 m                 |
| ○ Διάμετρος δευτερεύουσας γραμμής | $\varnothing 32$       |

\* τα παραπάνω στοιχεία είναι κοινά και για την περίπτωση των στατικών μικροεκτοξευτήρων.

Εξαρτήματα που απαιτούνται

- 2 γωνίες 90° Ø32
- 2 ταινίες 90° Ø32
- 2 τέρματα αγωγού
- 12 σέλλες για τη σύνδεση της γραμμής με τον εκτοξευτή



Εικόνα 43. Διάταξη μικροεκτοξευτήρων.

STATUOI MIKROKOSMONTIPES

TIKESIPEPOKELI MIKROKOSMONTIPES

ΚΛΙΜΑΚΑ 1 / 100

**Π Ι Ν Α Κ Α Σ 4 . 1 9**

**ΜΙΚΡΟΕΚΤΟΞΕΥΤΗΡΕΣ - ΠΕΡΙΣΤΡΕΦΟΜΕΝΟΙ**

| <b>ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ</b> | <b>ΜΕΤΡΗΣΙΜΑ ΜΕΓΕΘΗ</b> |
|-----------------------------------|-------------------------|
| ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΑΓΡΟΤΕΜΑΧΙΟΥ           | 17 × 12,4 m *           |
| ΑΡΙΘΜΟΣ ΓΡΑΜΜΩΝ ΑΡΔΕΥΣΗΣ          | 2 γραμμές               |
| ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΚΤΟΞΕΥΤΩΝ/ΓΡΑΜΜΗ         | 6 μικροεκτοξευτές       |
| ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΚΤΟΞΕΥΤΩΝ      | 12 μικροεκτοξευτές      |
| ΔΙΑΤΑΞΗ ΕΚΤΟΞΕΥΣΗΣ                | 2,5 × 2,5 m             |
| ΑΚΤΙΝΑ ΕΚΤΟΞΕΥΣΗΣ                 | 2,75 m                  |
| ΠΑΡΟΧΗ ΕΚΤΟΞΕΥΤΗΡΑ                | 0,04 m <sup>3</sup> /h  |
| ΠΙΕΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ                 | -                       |
| ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΑΡΟΧΗ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΟΣ     | 0,48 m <sup>3</sup> /h  |

\* Η έκταση του τμήματος στο αγροτεμάχιο που αντιστοιχεί στους περιστρεφόμενους μικροεκτοξευτήρες είναι 17 × 7,5 m.

**Π Ι Ν Α Κ Α Σ 4 . 2 0**

**ΜΙΚΡΟΕΚΤΟΞΕΥΤΗΡΕΣ - ΠΕΡΙΣΤΡΕΦΟΜΕΝΟΙ**

| <b>ΜΗΚΟΣ ΓΡΑΜΜΗΣ</b> | <b>ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ</b> | <b>ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ</b>     | <b>ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΜΗΚΟΣ</b> |
|----------------------|------------------|-----------------------|-----------------------|
| 14 m                 | Ø32              | ΓΡΑΜΜΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ      | 28 m                  |
| 29,4 m               | Ø32              | ΔΕΥΤΕΡΕΥΟΥΣΑ ΓΡΑΜΜΗ * | 29,4 m                |
| 2,5 + 0,8 m          | Ø32              | ΤΡΙΤΕΥΟΥΣΑ ΓΡΑΜΜΗ     | 3,3 m                 |

\* Η δευτερεύουσα γραμμή είναι κοινή με τους στατικούς

**Π Ι Ν Α Κ Α Σ 4 . 2 1**

**ΜΙΚΡΟΕΚΤΟΞΕΥΤΗΡΕΣ - ΠΕΡΙΣΤΡΕΦΟΜΕΝΟΙ**

| <b>ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ</b>                                    | <b>ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ</b> | <b>ΤΕΜΑΧΙΑ</b> |
|------------------------------------------------------|------------------|----------------|
| ΓΩΝΙΑ 90 <sup>0</sup>                                | Ø32              | 2              |
| ΤΑΥ 90 <sup>0</sup>                                  | Ø32              | 2              |
| ΤΕΡΜΑΤΑ ΑΓΩΓΟΥ                                       | Ø32              | 2              |
| ΣΕΛΛΕΣ                                               | Ø32              | 12             |
| Ο αγωγός εφαρμογής διπλώνεται στην ελεύθερη του άκρη |                  |                |

**4.7.4. Στατικοί μικροεκτοξευτήρες**

Περιγραφή – Τρόπος λειτουργίας

Είναι εκτοξευτήρες οι οποίοι δεν περιστρέφουν τη φλέβα του ύδατος αλλά πραγματοποιούν τη διανομή του σε κυκλική περιφέρεια, καθώς αυτοί παραμένουν σταθεροί. Αυτό, το επιτυγχάνουν με ένα μπέκ το οποίο ρίχνει το νερό με τη μορφή στατικής ομπρέλας. Η επιφάνεια κάλυψης είναι μικρή αφού και η ακτίνα τους είναι το ίδιο (δεν ξεπερνάει τα 2 m).

Οι στατικοί μικροεκτοξευτήρες στο αγροτεμάχιο του εργαστηρίου

Το τμήμα του αγρού στο οποίο θα εγκατασταθούν οι στατικοί μικροεκτοξευτήρες, έχει διαστάσεις 17 × 4,9 m και συνολική έκταση E = 83,3 m<sup>2</sup>. Σε αυτό το τεμάχιο θα τοποθετήσουμε δυο γραμμές άρδευσης, που θα φέρει η κάθε μια επτά εκτοξευτήρες. Το μήκος της δεν θα ξεπερνάει τα 14 m και η διάμετρος εκτόξευσης θα είναι 4 m. Η διάταξη τοποθέτησης τους θα είναι 2 × 2 m. Η παροχή του καθενός είναι q = 105 lit/h και η πίεση λειτουργίας δεν ξεπερνάει τα 1,5 ~ 2 bars.

Η διάμετρος της γραμμής θα είναι Ø32, το υλικό κατασκευής της PE, θα έχει μέγιστη αντοχή σε πίεση 6 atm, ενώ για την υδροληψία της υπάρχει τριτεύοντας αγωγός από PE, μήκους 2 m + 0,8 m, με διάμετρο Ø32 και μέγιστη αντοχή σε πίεση 6 atm.

Στατικοί μικροεκτοξευτήρες

- ο Διαστάσεις αγροτεμαχίου 17 m × 12,4 m \*

|                                   |                         |
|-----------------------------------|-------------------------|
| ○ Γραμμές άρδευσης                | 2 γραμμές               |
| ○ Αριθμός εκτοξευτήρων/γραμμή     | 7 εκτοξευτήρες          |
| ○ Συνολικός αριθμός εκτοξευτήρων  | 14 εκτοξευτήρες         |
| ○ Διάταξη εκτοξευτών              | 2 × 2 m                 |
| ○ Παροχή εκτοξευτή                | 0,105 m <sup>3</sup> /h |
| ○ Πίεση λειτουργίας               | -                       |
| ○ Ακτίνα εκτόξευσης               | 2 m                     |
| ○ Μήκος γραμμής άρδευσης          | 14 m × 2                |
| ○ Διάμετρος γραμμής άρδευσης      | Ø32                     |
| ○ Μήκος δευτερεύουσας γραμμής     | 29,1 m                  |
| ○ Διάμετρος δευτερεύουσας γραμμής | Ø32                     |

\* τα παραπάνω στοιχεία είναι κοινά και για την περίπτωση των περιστροφικών μικροεκτοξευτήρων.

Εξαρτήματα που απαιτούνται

- 2 γωνίες 90<sup>0</sup> Ø32
- 2 ταιν 90<sup>0</sup> Ø32
- 2 τέρματα αγωγού
- 14 σέλλες για τη σύνδεση της γραμμής με τον εκτοξευτή



**Π Ι Ν Α Κ Α Σ 4 . 2 2**

**ΜΙΚΡΟΕΚΤΟΞΕΥΤΗΡΕΣ - ΣΤΑΤΙΚΟΙ**

| <b>ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ</b> | <b>ΜΕΤΡΗΣΙΜΑ ΜΕΓΕΘΗ</b> |
|-----------------------------------|-------------------------|
| ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΑΓΡΟΤΕΜΑΧΙΟΥ           | 17 × 12,4 m *           |
| ΑΡΙΘΜΟΣ ΓΡΑΜΜΩΝ ΑΡΔΕΥΣΗΣ          | 2 γραμμές               |
| ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΚΤΟΞΕΥΤΩΝ/ΓΡΑΜΜΗ         | 7 μικροεκτοξευτές       |
| ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΚΤΟΞΕΥΤΩΝ      | 14 μικροεκτοξευτές      |
| ΔΙΑΤΑΞΗ ΕΚΤΟΞΕΥΣΗΣ                | 2 × 2 m                 |
| ΑΚΤΙΝΑ ΕΚΤΟΞΕΥΣΗΣ                 | 2 m                     |
| ΠΑΡΟΧΗ ΕΚΤΟΞΕΥΤΗΡΑ                | 0,105 m <sup>3</sup> /h |
| ΠΙΕΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ                 | -                       |
| ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΑΡΟΧΗ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΟΣ     | 1,47 m <sup>3</sup> /h  |

\* Η έκταση του τμήματος στο αγροτεμάχιο που αντιστοιχεί στους στατικούς μικροεκτοξευτήρες είναι 17 × 4,9 m.

**Π Ι Ν Α Κ Α Σ 4 . 2 3**

**ΜΙΚΡΟΕΚΤΟΞΕΥΤΗΡΕΣ - ΣΤΑΤΙΚΟΙ**

| <b>ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ</b>     | <b>ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ</b> | <b>ΤΕΜΑΧΙΑ</b> |
|-----------------------|------------------|----------------|
| ΓΩΝΙΑ 90 <sup>0</sup> | Ø32              | 2              |
| ΤΑΥ 90 <sup>0</sup>   | Ø32              | 2              |
| ΤΕΡΜΑΤΑ ΑΓΩΓΟΥ        | Ø32              | 2              |
| ΣΕΛΛΕΣ                | Ø32              | 14             |

Ο αγωγός εφαρμογής διπλώνεται στην ελεύθερη του άκρη

**Π Ι Ν Α Κ Α Σ 4 . 2 4****ΜΙΚΡΟΕΚΤΟΞΕΥΤΗΡΕΣ - ΣΤΑΤΙΚΟΙ**

| <b>ΜΗΚΟΣ ΓΡΑΜΜΗΣ</b> | <b>ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ</b> | <b>ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ</b>        | <b>ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΜΗΚΟΣ</b> |
|----------------------|------------------|--------------------------|-----------------------|
| 14 m                 | Ø32              | ΓΡΑΜΜΗ<br>ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ      | 28 m                  |
| 29,4 m               | Ø32              | ΔΕΥΤΕΡΕΥΟΥΣΑ<br>ΓΡΑΜΜΗ * | 29,4 m                |
| 2,5 + 0,8 m          | Ø32              | ΤΡΙΤΕΥΟΥΣΑ<br>ΓΡΑΜΜΗ     | 2,8 m                 |

\* Η δευτερεύουσα γραμμή είναι κοινή και για τους περιστροφικούς

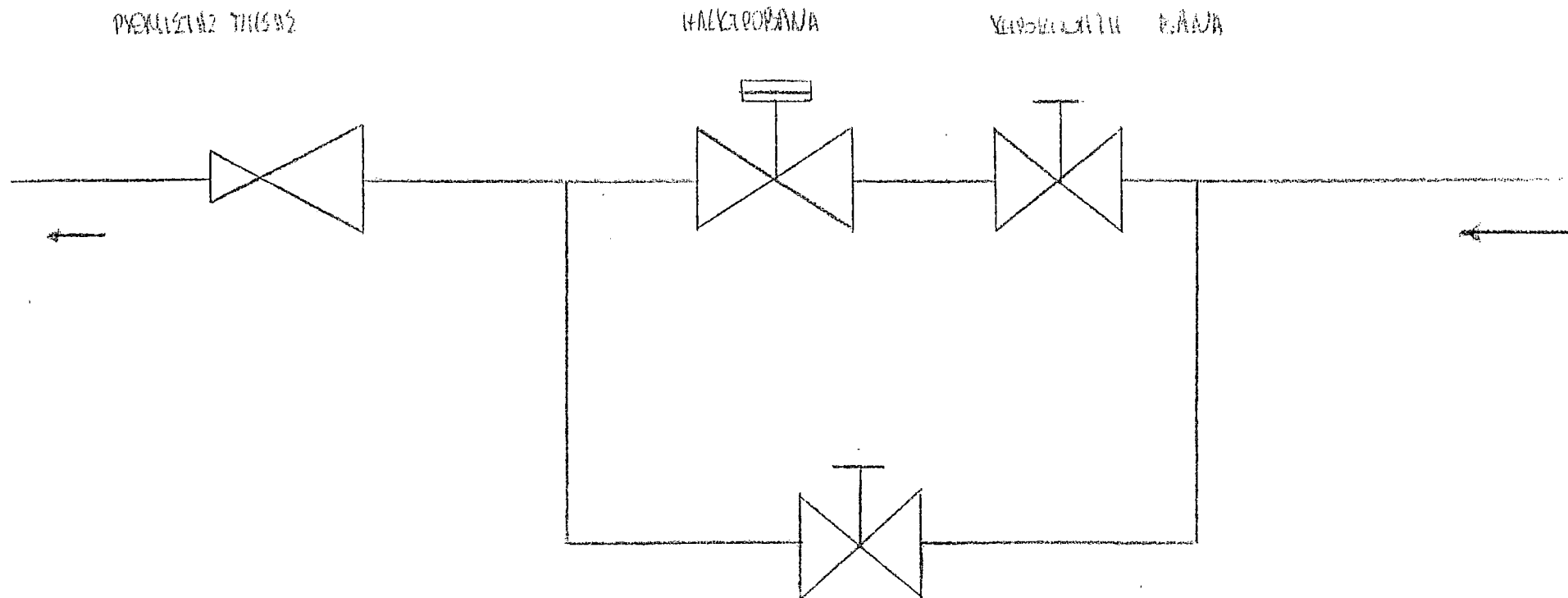
#### 4.8.1. Σύστημα By – Pass, για αυτόματο και χειροκίνητο έλεγχο

Το σύστημα αυτό θα εγκατασταθεί στην αρχή των υδροληψιών, κινούμενοι από τον κύριο αγωγό προς τον δευτερεύοντα. Η κατασκευή του είναι απλή και σχετίζεται με τον τρόπο χειρισμού της ηλεκτροβάνας. Έτσι, θα τοποθετηθούν χειροκίνητες βάνες που θα καθορίζουν τον τρόπο λειτουργίας της ηλεκτροβάνας.

Ο κύριος αγωγός που ξεκινάει από το αντλιοστάσιο μεταφέρει το νερό σε όλα τα τμήματα του εργαστηρίου της σταγόνας – μικροεκτοξευτήρων. Κατά τον τρόπο αυτό, θα έχει πέντε υδροληψίες για τους δευτερεύοντες αγωγούς με άμεση συνέπεια να έχει και πέντε ρυθμιστές πίεσης και πέντε ηλεκτροβάνες. Στο σύστημα, θα πρέπει η ηλεκτροβάνη να είναι χωριστή από τον ρυθμιστή πίεσης.

Έτσι, στη διακλάδωση του κύριου αγωγού για την ένωση του με τον δευτερεύοντα αγωγό, υπάρχουν τμήματα αγωγού (κύριου), που φέρουν τις ηλεκτροβάνες και τους ρυθμιστές πίεσης. Στο σημείο αυτό θα κατασκευαστεί το σύστημα By – Pass.

Στον κλάδο που φέρει την υδροληψία για τον δευτερεύοντα αγωγό, θα υπάρχει μια ηλεκτροβάνη και ένας ρυθμιστής πίεσης. Εκεί θα τοποθετηθεί πριν την ηλεκτροβάνη μια χειροκίνητη βάνη που θα διακόπτει τη ροή του ύδατος. Σε παράλληλη διάταξη, θα υπάρχει αγωγός μικρού μήκους που θα ξεκινάει μπροστά από τη χειροκίνητη βάνη και θα καταλήγει πίσω από την ηλεκτροβάνη και μπροστά από τον ρυθμιστή πίεσης. Ο μικρός αγωγός θα φέρει και αυτός χειροκίνητη βάνη, η οποία θα λειτουργεί ανάλογα με την ανάγκη του χειρισμού.

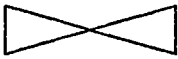

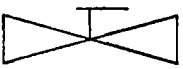


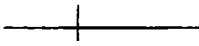


ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΣ ΚΑΤΑ DIN

Εικόνα 44. Υδροληγία δευτερεύοντα αγωγού.

**Π Ι Ν Α Κ Α Σ 4 . 2 5**

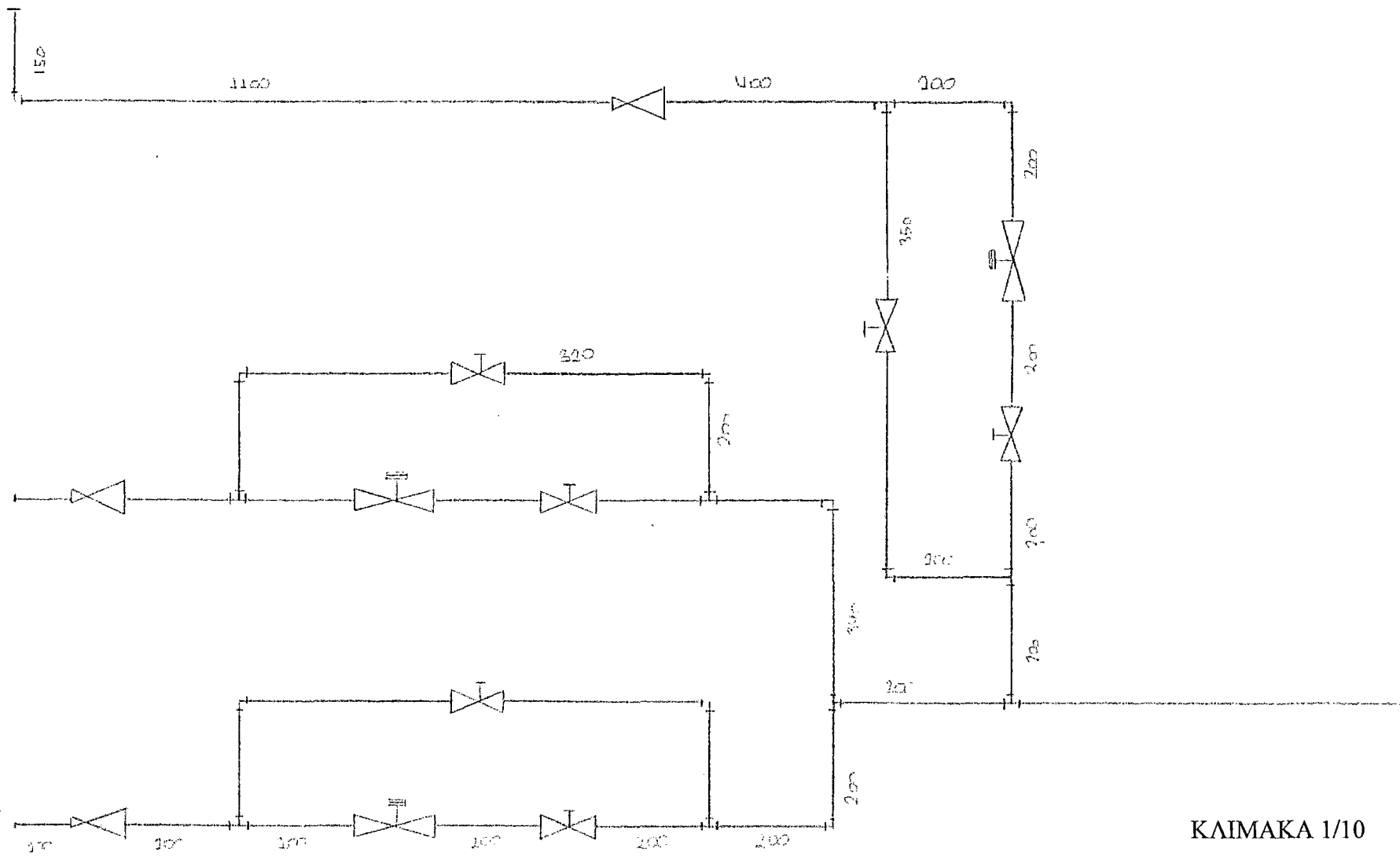
**ΔΙΑΚΟΠΤΕΣ ΚΑΤΑ DIN**

| <b>ΟΝΟΜΑΣΙΑ</b>            | <b>ΒΑΣΙΚΟ ΣΥΜΒΟΛΟ</b>                                                             | <b>ΣΥΜΒΟΛΟ</b>                                                                                     |
|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Με μαγνήτη (ηλεκτροβάνα)   |  |                 |
| Χειροκίνητος               | ---                                                                               |                 |
| Βαλβίδες                   |  | ---                                                                                                |
| Βαλβίδα μείωσης της πίεσης | ---                                                                               | Πλευρά μείωσης  |
| Συνδέσεις                  |  | ---                                                                                                |

Τρόπος λειτουργίας του συστήματος

Όταν το σύστημα βρίσκεται σε αυτόματο έλεγχο, τότε η βάνα που βρίσκεται στον κλάδο που έχει την ηλεκτροβάνα, είναι ανοικτή ενώ η παράλληλη βάνα είναι κλειστή.

Στην περίπτωση που θέλουμε χειροκίνητο έλεγχο, τότε στο σημείο αυτό κλείνει ο διακόπτης της γραμμής που φέρει την ηλεκτροβάνα και ανοίγει αυτή που βρίσκεται παράλληλα, ούτως ώστε το νερό να παρακάμπτει την ηλεκτροβάνα και όχι τον ρυθμιστή πίεσης.



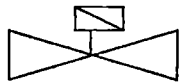
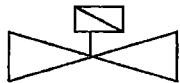
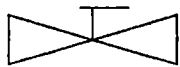



ΚΛΙΜΑΚΑ 1/10

Εικόνα 45. Υδροληψία των pop-ups κατά DIN.





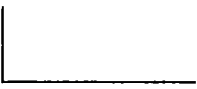



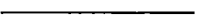
**Π Ι Ν Α Κ Α Σ 4 . 2 6**

**ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΥΔΡΟΛΗΨΙΑΣ ΤΩΝ ΡΟΡ - UPS (I)**

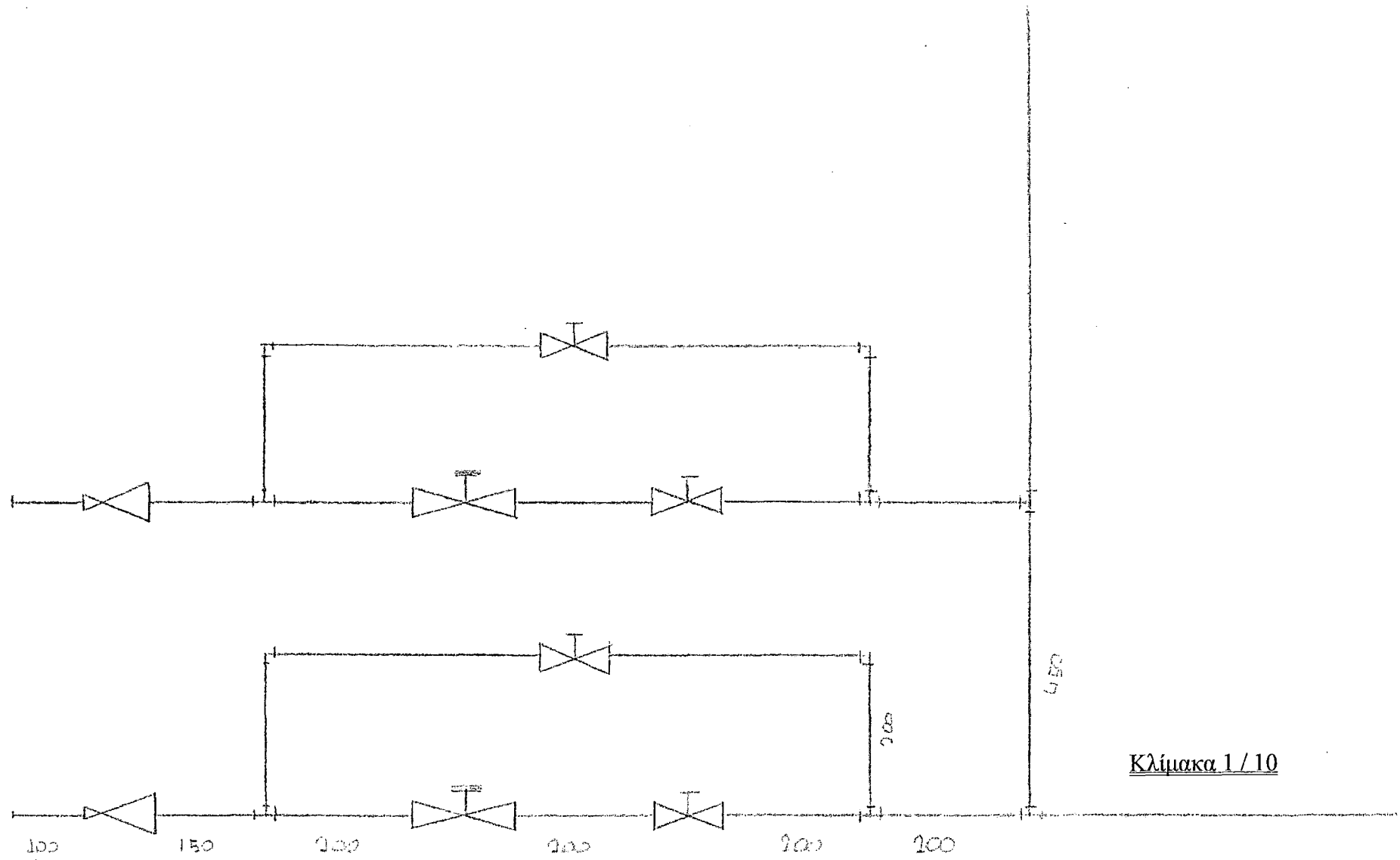
| <b>ΕΞΑΡΤΗΜΑ</b>  | <b>ΣΥΜΒΟΛΟ</b>                                                                      | <b>ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ</b> | <b>ΤΕΜΑΧΙΑ</b> |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------|----------------|
| Ρυθμιστής πίεσης |    | Ø40              | 2              |
| Ρυθμιστής πίεσης |    | Ø50              | 1              |
| Ηλεκτροβάνα      |    | Ø40              | 2              |
| Ηλεκτροβάνα      |    | Ø50              | 1              |
| Χειροκίνητη βάνα |   | Ø40              | 4              |
| Χειροκίνητη βάνα |  | Ø50              | 2              |

**Π Ι Ν Α Κ Α Σ 4 . 2 7**

**ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ ΥΔΡΟΛΗΨΙΑΣ ΤΩΝ ΡΟΡ – UPS (II)**

| <b>ΕΞΑΡΤΗΜΑ</b>       | <b>ΣΥΜΒΟΛΟ</b>                                                                      | <b>ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ</b> | <b>ΤΕΜΑΧΙΑ</b> |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------|----------------|
| ΤΑΥ 90 <sup>0</sup>   |    | Ø40              | 4              |
| ΤΑΥ 90 <sup>0</sup>   |    | Ø50              | 2              |
| ΤΑΥ 90 <sup>0</sup>   |    | Ø63/Ø40          | 1              |
| ΤΑΥ 90 <sup>0</sup>   |    | Ø63/Ø40          | 1              |
| ΓΩΝΙΑ 90 <sup>0</sup> |    | Ø40              | 6              |
| ΓΩΝΙΑ 90 <sup>0</sup> |    | Ø50              | 3              |
| ΤΜΗΜΑ ΑΓΩΓΟΥ          |  | Ø40              | 1 × 5          |
| ΤΜΗΜΑ ΑΓΩΓΟΥ          |  | Ø50              | 1 × 3          |
| ΤΜΗΜΑ ΑΓΩΓΟΥ          |  | Ø63              | 1 × 3          |



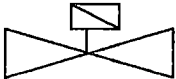
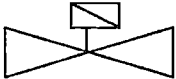
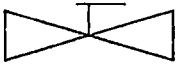
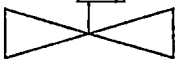




Εικόνα 46. Υδροληγία της σταγόνας-μικροεκτοξευτήρων κατά DIN.

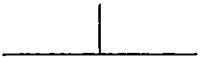

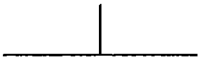
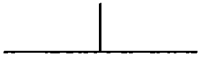
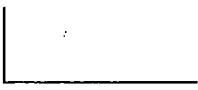

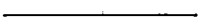

**Π Ι Ν Α Κ Α Σ 4 . 2 8**

**ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΥΔΡΟΛΗΨΙΑΣ ΤΗΣ ΣΤΑΓΟΝΑΣ - ΜΙΚΡΟΕΚΤΟΞΕΥΤΗΡΩΝ (I)**

| <b>ΕΞΑΡΤΗΜΑ</b>  | <b>ΣΥΜΒΟΛΟ</b>                                                                      | <b>ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ</b> | <b>ΤΕΜΑΧΙΑ</b> |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------|----------------|
| Ρυθμιστής πίεσης |    | Ø32              | 1              |
| Ρυθμιστής πίεσης |    | Ø40              | 1              |
| Ηλεκτροβάνα      |    | Ø32              | 1              |
| Ηλεκτροβάνα      |    | Ø40              | 1              |
| Χειροκίνητη βάνα |  | Ø30              | 2              |
| Χειροκίνητη βάνα |  | Ø40              | 2              |

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 4 . 2 9

ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ ΥΔΡΟΛΗΨΙΑΣ ΤΗΣ ΣΤΑΓΟΝΑΣ - ΜΙΚΡΟΕΚΤΟΞΕΥΤΗΡΩΝ (II)

| ΕΞΑΡΤΗΜΑ              | ΣΥΜΒΟΛΟ                                                                             | ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ | ΤΕΜΑΧΙΑ |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------|---------|
| ΤΑΥ 90 <sup>0</sup>   |    | Ø32       | 2       |
| ΤΑΥ 90 <sup>0</sup>   |    | Ø40       | 2       |
| ΤΑΥ 90 <sup>0</sup>   |    | Ø75/Ø40   | 1       |
| ΤΑΥ 90 <sup>0</sup>   |    | Ø75/Ø32   | 1       |
| ΓΩΝΙΑ 90 <sup>0</sup> |    | Ø32       | 2       |
| ΓΩΝΙΑ 90 <sup>0</sup> |   | Ø40       | 2       |
| ΤΜΗΜΑ ΑΓΩΓΟΥ          |  | Ø32       | 1 × 3   |
| ΤΜΗΜΑ ΑΓΩΓΟΥ          |  | Ø40       | 1 × 3   |

#### 4.8.2. Τεμάχια αγωγού στις υδροληψίες

Για την κατασκευή των υδροληψιών με το σύστημα By – Pass, απαιτούνται τμήματα αγωγού που δεν μπορούν να υπολογιστούν με ακρίβεια, καθώς δεν γνωρίζουμε τις διαστάσεις των διαφόρων εξαρτημάτων (βανών, ρυθμιστών πίεσης κ.α.), με αποτέλεσμα να έχουμε μια συνολική προσέγγιση. Για τον λόγο αυτό, υπολογίζουμε συνολικά το τμήμα του αγωγού που κατά προσέγγιση θα χρησιμοποιηθεί και φροντίζουμε να υπάρχει επάρκεια διαθέσιμου μήκους και όχι έλλειμμα. Αυτό μπορεί να πραγματοποιηθεί, καθώς ολόκληρη η σωληνογραμμή είναι πλαστική από PE, γεγονός που καθιστά εύκολη την κοπή του κάθε τμήματος στα ακριβή μέτρα που απαιτούνται.

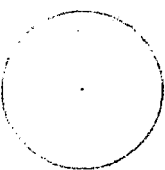
Αυτό φυσικά μπορεί να συμβεί, γιατί το τυχόν περισσευούμενο τμήμα θα είναι μικρό και η οικονομική επιβάρυνση της τακτικής αυτής θα είναι αμελητέα.

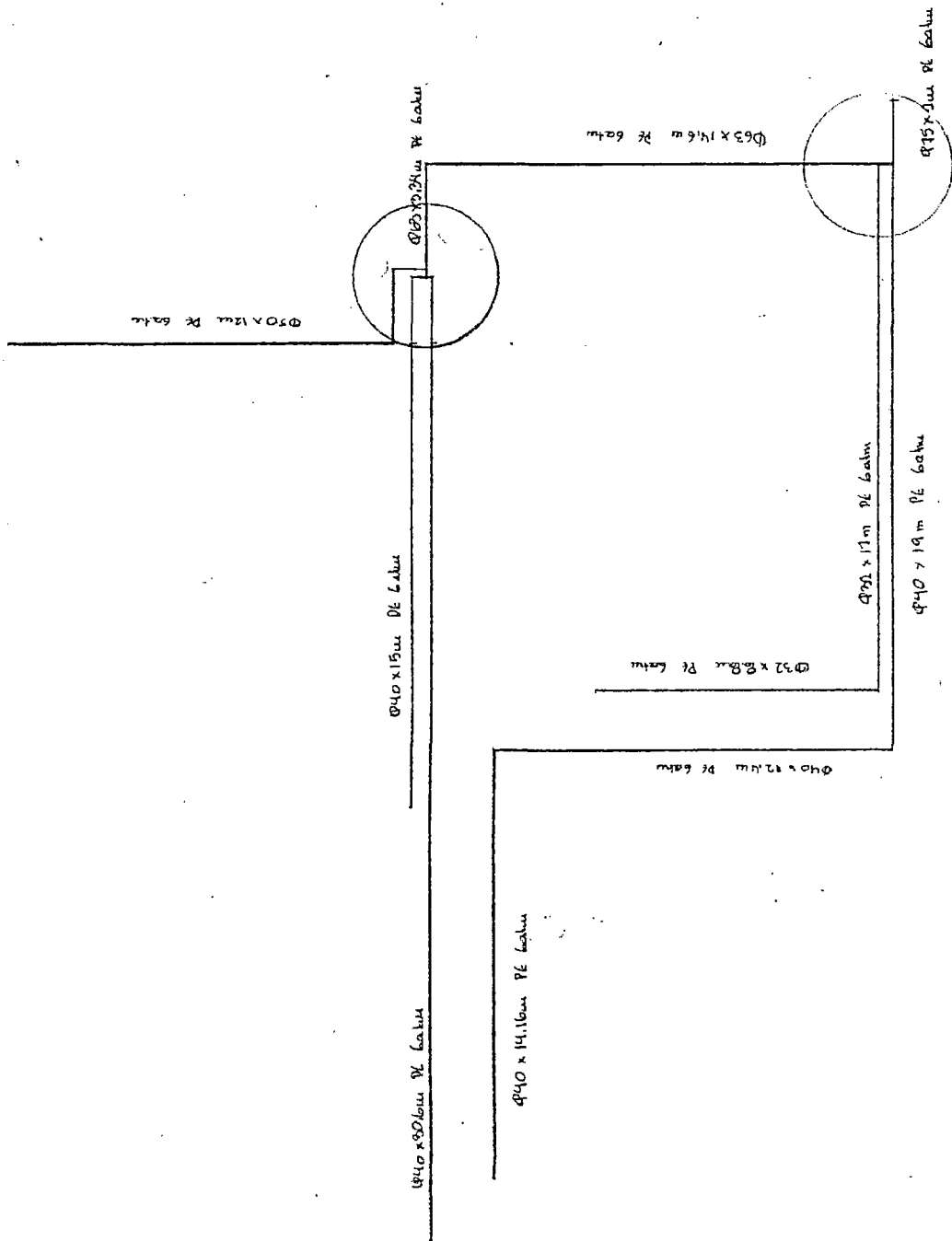
#### 4.9.1. Κύριος και Δευτερεύοντες αγωγοί μεταφοράς

Ο κύριος αγωγός μεταφοράς του νερού στα επιμέρους σημεία του εργαστηρίου σταγόνας – μικροεκτοξευτήρων, αποτελείται από δυο τμήματα, όπου το πρώτο είναι μήκους 2 m με διάμετρο  $\varnothing 75$  και το δεύτερο είναι 14,6 m με διάμετρο  $\varnothing 63$ .

Το πρώτο τμήμα του αγωγού αυτού, καταλήγει στην υδροληψία της σταγόνας και μικροεκτοξευτήρων, ενώ το δεύτερο καταλήγει στις υδροληψίες των pop-ups.

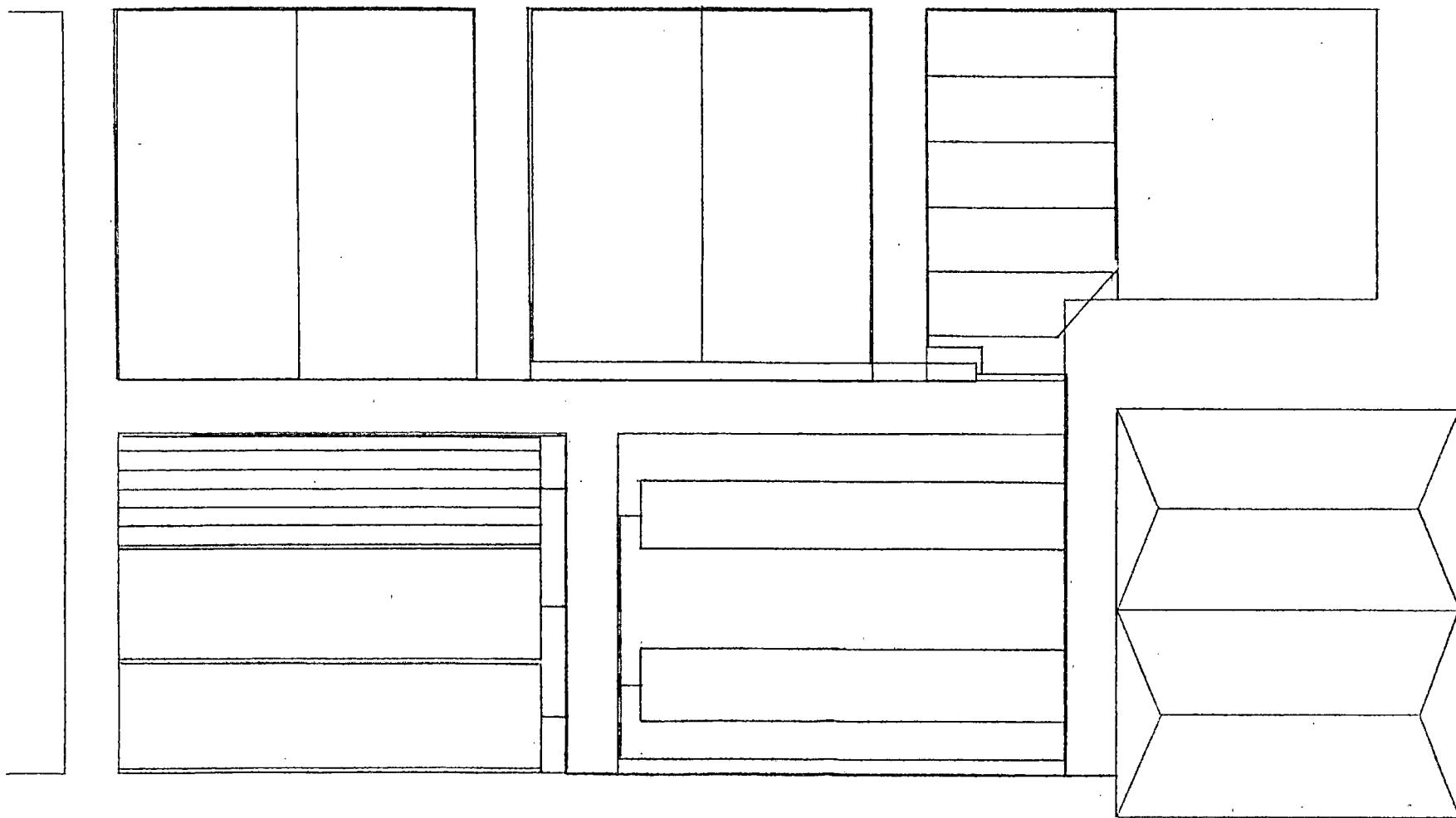
Οι δευτερεύοντες αγωγοί όλων των εργαστηρίων, λαμβάνουν αρδευτικό νερό από αυτές τις υδροληψίες και έχουν μήκη που αναφέρθηκαν σε προηγούμενο κεφάλαιο, αλλά για μια πιο ολοκληρωμένη εικόνα θα παραταχθούν όλα τα στοιχεία των κυρίων και δευτερευόντων αγωγών, στους παρακάτω πίνακες.

|                                                                                                                                                |                                                                                                      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p>= ΥΠΟΘΡΑΚΤΗΣ BAY-PASS<br/>ΑΝΑΝΕΩΣΤΕ ΕΙ ΑΝΩ<br/>ΣΧΕΔΙΟ</p> | <p>ΣΧΕΔΙΟ ΣΩΜΑΤΟΦΡΑΚΤΗΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ<br/>ΤΟΥ ΛΕΩΟΥ ΣΤΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ<br/>ΚΙΝΗΘΕΙΣΤΟ ΕΞΗΤΗΡΩΝ - ΣΤΑΙΡΩΝ</p> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|



ΚΑΙΜΑΝΑ : 1/150

Εικόνα 47.



Εικόνα 48.

## ΑΓΩΓΟΙ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ – ΚΥΡΙΟΙ ΚΑΙ ΔΕΥΤΕΡΕΥΟΝΤΕΣ (I)

| ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ | ΜΗΚΟΣ ΤΜΗΜΑΤΟΣ | ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ                            | ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΜΗΚΟΣ |
|-----------|----------------|---------------------------------------|----------------|
| Ø32       | 17 m           | Γραμμή μεταφοράς<br>μικροεκτοξευτήρων |                |
| Ø32       | 8,8 m          | Γραμμή μεταφοράς<br>μικροεκτοξευτήρων | 25,8 m         |
| Ø40       | 19 m           | Γραμμή μεταφοράς σταγόνας             |                |
| Ø40       | 12,4 m         | Γραμμή μεταφοράς σταγόνας             |                |
| Ø40       | 14,16 m        | Γραμμή μεταφοράς σταγόνας             |                |
| Ø40       | 15 m           | Γραμμή μεταφοράς γραναζωτών           |                |
| Ø40       | 30,6 m         | Γραμμή μεταφοράς κρουστικών           | 91,16 m        |

## Π Ι Ν Α Κ Α Σ 4 . 3 1


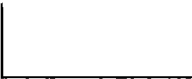
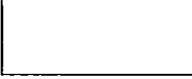
## ΑΓΩΓΟΙ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ – ΚΥΡΙΟΙ ΚΑΙ ΔΕΥΤΕΡΕΥΟΝΤΕΣ (II)

| ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ | ΜΗΚΟΣ ΤΜΗΜΑΤΟΣ | ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ              | ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΜΗΚΟΣ |
|-----------|----------------|-------------------------|----------------|
| Ø63       | 14,6 m         | Κύριος αγωγός μεταφοράς |                |
| Ø63       | 2,34 m         | Κύριος αγωγός μεταφοράς | 16,94 m        |
| Ø75       | 2 m            | Κύριος αγωγός μεταφοράς | 2m             |



**Π Ι Ν Α Κ Α Σ 4 . 3 2**

**ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΤΩΝ ΑΓΩΓΩΝ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ (III)**

| <b>ΕΞΑΡΤΗΜΑ</b> | <b>ΣΥΜΒΟΛΟ</b>                                                                    | <b>ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ</b> | <b>ΤΕΜΑΧΙΑ</b> |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------|----------------|
| ΓΩΝΙΑ 90°       |  | Ø32              | 1              |
| ΓΩΝΙΑ 90°       |  | Ø32              | 2              |
| ΓΩΝΙΑ 90°       |  | Ø32              | 1              |

#### 4.10.1. Φρεάτια των συστημάτων By – Pass

Τα σημεία υδροληψιών των δευτερευόντων αγωγών από τους αγωγούς μεταφοράς θα είναι δυο. Το πρώτο, θα έχει θέση στο χώρο της άρδευσης με τους μικροεκτοξευτήρες, ενώ το δεύτερο σημείο θα βρίσκεται στην αρχή του εργαστηρίου των στατικών pop-ups.

Επειδή όλη η σωληνογραμμή μεταφοράς και εφαρμογής είναι υπόγεια (εκτός της σταγόνας και μικροεκτοξευτήρων, όπου οι αγωγοί εφαρμογής είναι τοποθετημένοι στην επιφάνεια του εδάφους), απαιτείται και το σημείο χειρισμού του δικτύου που καθορίζει την αυτόματη ή χειροκίνητη λειτουργία του, να είναι και αυτό υπόγειο.

Για τον λόγο αυτό, είναι απαραίτητο να υπάρχουν φρεάτια τοποθετημένα σε βάθος όσο και της σωληνογραμμής και να φέρουν μεταλλικό ή πλαστικό κάλυμμα για εύκολη πρόσβαση στις βάνες χειρισμού.

Επειδή το φρεάτιο πρέπει να καλύπτει τις διαστάσεις των υδροληψιών (bypass), είναι ανάγκη να καθοριστούν ακριβώς το μέγεθος και οι διαστάσεις του χώρου που πρέπει να καταλαμβάνουν οι σωληνώσεις και τα εξαρτήματα τους.

Στο συγκεκριμένο σημείο υπάρχει πρόβλημα όσον αφορά το ακριβές μέγεθος της υδροληψίας, καθώς είναι άγνωστο το μήκος ορισμένων εξαρτημάτων. Έτσι, η λύση του προβλήματος θα είναι προσεγγιστική, δηλαδή, θα ορίσουμε διαστάσεις λίγο μεγαλύτερες από αυτές που υπολογίσαμε θεωρητικά, έχοντας μικρή οικονομική επιβάρυνση της ακολουθούμενης τακτικής.

Κατά τον τρόπο αυτό, θα έχουμε δυο συστήματα by-pass, όπου θα έχουν συνολικά την παρακάτω έκταση.

- Για την υδροληψία σταγόνας – μικροεκτοξευτήρων

$$1,4 \text{ m} \times 0,65 \text{ m} \Rightarrow E = 0,91 \text{ m}^2$$

- Για την υδροληψία των pop-ups

$$1,8 \text{ m} \times 1,25 \text{ m} \Rightarrow E = 2,25 \text{ m}^2$$

Επειδή λουπόν, η σωληνογραμμή θα βρίσκεται σε βάθος 0,5 m, τότε τα φρεάτια θα πρέπει να έχουν τις παρακάτω διαστάσεις.

- Για την υδροληψία σταγόνας – μικροεκτοξευτήρων

$$1,4 \text{ m} \times 0,65 \text{ m} \times 0,5 \text{ m}$$

- Για την υδροληψία των pop-ups

$$1,8 \text{ m} \times 1,25 \text{ m} \times 0,5 \text{ m}$$

Στην περίπτωση, που στο εμπόριο δεν υπάρχουν φρεάτια που να καλύπτουν τις ανάγκες μας, τότε η επόμενη λύση είναι να κατασκευαστεί από την αρχή, χρησιμοποιώντας ως υλικά κατασκευής πλίνθες ή τσιμεντόπλινθες. Στο σημείο αυτό, θα πρέπει να στερεωθεί περιφερειακά του στομίου μια μεταλλική λωρίδα με πτυχές, πάνω στην οποία θα τοποθετηθεί η λαμαρίνα ή το πλαστικό που θα χρησιμοποιηθεί ως κάλυμμα.

#### 4.11.1. Εγκατάσταση χλοοτάπητα στον χώρο των κρουστικών και γριναζωτών pop-ups

Τα αγροτεμάχια που έχουν χαραχθεί για τα κρουστικά και τα γριναζωτά pop-ups έχουν διαστάσεις 13,6 m × 13,6 m και 13 m × 13 m, αντίστοιχα. Η συνολική έκταση που θα καλυφθεί από το γκαζόν είναι  $E = 353,96 \text{ m}^2$ .

#### 4.11.2. Βελτίωση του εδάφους

Η μηχανική σύσταση του εδάφους, το κατατάσσει στην κατηγορία του ιλοαργιλώδες, γεγονός που καθιστά αναγκαία τη βελτίωση της μηχανικής του σύστασης, με την προσθήκη τύρφης.

Η ποσότητα της τύρφης πρέπει να είναι 50 Kgr ανά 50 m<sup>2</sup> και θα πρέπει να τοποθετηθεί αναμεμειγμένη με το έδαφος σε βάθος 8 cm. Συνεπώς, για την έκταση των  $E = 353,96 \text{ m}^2$ , θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν 350 Kgr τύρφης. Η αναμόχλευση του εδαφικού μίγματος θα γίνει με ελαφριά φρεζαρίσματα και είναι αυτονόητο πως πρώτα θα έχει προηγηθεί η εγκατάσταση των υπόγειων αγωγών άρδευσης και στη συνέχεια θα προχωρήσουμε στις διάφορες καλλιεργητικές εργασίες.

#### 4.11.3. Επιλογή του μίγματος σπόρων

Ο χλοοτάπητας που θα εγκατασταθεί θα πρέπει να είναι ανθεκτικός στη ξηρασία, καθώς τους καλοκαιρινούς μήνες στο χώρο του εργαστηρίου επικρατούν ξηροθερμικές συνθήκες.

Σε τέτοιες περιοχές, το φυτό που μπορεί να αναπτυχθεί είναι η Φεστούκα, η οποία στο εμπόριο κυκλοφορεί σαν μίγμα της *Festuca arundinacea*. Το μίγμα περιέχει τις παρακάτω αναλογίες σε φυτά:

- 25 % *Lolium perenne*
- 25 % *Festuca rubra*
- 20 % *Festuca arundinacea*
- 15 % *Festuca ovina*
- 10 % *Poa pratensis*
- 5 % *Cynosurus cristatus* ή *Cynodon dactylon*

#### 4.11.4. Ποσότητα του σπόρου που θα χρησιμοποιηθεί

Η ποσότητα του σπόρου που χρησιμοποιείται ανά μονάδα έκτασης, καθορίζει την πυκνότητα των φυτών του χλοοτάπητα και είναι χαρακτηριστική για κάθε είδος μίγματος.

Έτσι, για μια επιφάνεια 100 m<sup>2</sup> θα χρειαστούν περίπου 3 ~ 3,5 Kgr μίγματος *Agrostis tenuis* / *Festuca rubra*, ενώ για την ίδια επιφάνεια θα χρειαστούν 4 ~ 4,5 Kgr σπόρου, αν στο μίγμα προσθέσουμε *Lolium perenne*.

Για το δικό μας μίγμα, η ποσότητα των 4 Kgr/100 m<sup>2</sup> είναι ικανοποιητική. Έτσι, για την έκταση που έχουμε θα χρειαστούμε 14,16 Kgr μίγματος *Festuca arundinacea*.

#### 4.11.5. Βασική λίπανση του αγρού πριν τη σπορά

Για τη βασική λίπανση του αγρού μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε το σύνθετο λίπασμα 11 – 15 – 15, το οποίο περιέχει 11 % άζωτο, 15 % οξείδιο του φωσφόρου και 15 % οξείδιο το καλίου. Η ποσότητα του λιπάσματος θα είναι 40 Kgr/στρέμμα, όπου στη δική μας έκταση αντιστοιχεί σε 14,16 Kgr.

#### 4.11.6. Επιφανειακό στρώσιμο τύρφης με άμμο, μετά τη σπορά

Μετά τη σπορά του μίγματος, θα ακολουθήσει κάλυψη του σπόρου με ένα στρώμα τύρφης, αναμειγμένο με άμμο και στη συνέχεια θα γίνει ελαφρό πότισμα.

Για εδάφη βαριά, όπως είναι το δικό μας, το μίγμα εδάφους που θα παραχθεί θα αποτελείται από ένα μέρος τύρφης και τέσσερα μέρη άμμου.

Η επικάλυψη του σπόρου θα είναι ελαφριά ώστε να πέφτουν 0,5 Kgr μίγματος ανά m<sup>2</sup>. Κατά τον τρόπο αυτό, για τη δική μας έκταση τα υλικά που θα χρειαστούν θα είναι 35,4 Kgr τύρφη και 141,6 Kgr άμμος.

**Π Ι Ν Α Κ Α Σ 4 . 3 3****Υ Λ Ι Κ Α Ε Γ Κ Α Τ Α Σ Τ Α Σ Η Σ Χ Λ Ο Ο Τ Α Π Η Τ Α**

| <b>ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ</b>         | <b>ΥΛΙΚΑ</b> | <b>ΠΟΣΟΤΗΤΑ</b>       |
|------------------------------|--------------|-----------------------|
| ΕΚΤΑΣΗ ΚΑΛΥΨΗΣ               | ---          | 353,96 m <sup>2</sup> |
| ΜΙΓΜΑ ΣΠΟΡΩΝ                 | Φεστούκα     | 14,16 Kgr             |
| ΒΑΣΙΚΗ ΛΙΠΑΝΣΗ               | 11 – 15 – 15 | 14,16 Kgr             |
| ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΕΔΑΦΟΥΣ             | Τύρφης       | 350 Kgr               |
| ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗ<br>ΚΑΛΥΨΗ ΣΠΟΡΩΝ | Τύρφης       | 35,4 Kgr              |
| ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗ<br>ΚΑΛΥΨΗ ΣΠΟΡΩΝ | Άμμος        | 141,6 Kgr             |

## **5. Ο κήπος του εργαστηρίου**

### **5.1.1. Ο σκοπός της ύπαρξης του κήπου**

Η ύπαρξη του κήπου στο εργαστήριο κρίνεται αναγκαία για δυο βασικούς λόγους. Ο πρώτος, είναι η βελτίωση της αισθητικής εικόνας του περιβάλλοντος χώρου, ενώ ο δεύτερος έχει καθαρά εκπαιδευτικό χαρακτήρα και σχετίζεται με την εφαρμογή της άρδευσης σε κήπους.

Η έκταση που θα καταλαμβάνει είναι  $10,5 \text{ m} \times 9,8 \text{ m}$ , δηλαδή θα έχει εμβαδόν ίσο με  $E = 102,9 \text{ m}^2$ . Στον χώρο αυτό, θα εγκατασταθούν διάφορα φυτά τα οποία είναι ενδεικτικά και έχουν επιλεγεί με βάση τις κλιματικές συνθήκες που επικρατούν στην περιοχή.

Ο σχεδιασμός του κήπου ακολουθεί έναν απλό ρυθμό και εντάσσεται μέσα στα πλαίσια της συνολικής εργονομίας του εργαστηρίου, χωρίς να αποτελεί εμπόδιο στην πρόσβαση και την παρατήρηση όλων των στοιχείων του κήπου αλλά και του χώρου του εργαστηρίου.

### **5.1.2. Βελτίωση του εδάφους**

Επειδή το έδαφος είναι ιλυοαργιλώδες, δηλαδή σχετικά βαρύ, κρίνεται αναγκαία η βελτίωση της μηχανικής του σύστασης με την προσθήκη εδαφικού μίγματος.

Κατά τον τρόπο αυτό, η καταλληλότερη και πιο ενδεδειγμένη λύση είναι να προστεθεί τύρφη με αναλογία ίση με  $50 \text{ Kgr}$  ανά  $50 \text{ m}^2$  εδάφους. Η ανάμειξη θα πρέπει να γίνει σε βάθος  $8 - 10 \text{ cm}$ , η οποία πραγματοποιείται με δυο φρεζαρίσματα, πριν την εγκατάσταση των φυτών. Έτσι, η συνολική ποσότητα τύρφης που θα χρησιμοποιηθεί είναι  $102,9 \text{ Kgr}$ .

### **5.1.3. Εγκατάσταση χλοοτάπητα στον κήπο**

Η έκταση που θα καλυφθεί από χλοοτάπητα περιορίζεται σε δυο ζώνες εκατέρωθεν του διαδρόμου, που θα έχουν διαστάσεις  $3,25 \times 8,6 \text{ m}$  ( $27,95 \text{ m}^2$ ) η μια και  $3,75 \times 8,1 \text{ m}$  ( $30,37 \text{ m}^2$ ) η άλλη.

Έτσι λοιπόν, η συνολική έκταση που θα καλυφθεί θα είναι ίση με  $E = 58,32 \text{ m}^2$ , στην οποία όπως είναι φυσικό δεν θα υπάρχει συνεχώς χλοοτάπητα, αλλά θα παρεμβαίνουν δένδρα και θάμνοι.

Το μίγμα σπόρου που έχει επιλεγεί είναι το ίδιο με το μίγμα που θα χρησιμοποιηθεί και στα pop-ups και είναι το *Festuca arundinacea*.

Η ποσότητα του σπόρου δεν πρέπει να ξεπερνάει τα  $4 \text{ Kgr}/100 \text{ m}^2$ . Συνεπώς, η συνολική ποσότητα θα είναι  $2,33 \text{ Kgr}$  μίγματος.

Επίσης, μετά τη σπορά θα πρέπει να γίνει κάλυψη του σπόρου με εδαφικό μίγμα τύρφης – άμμου με τη χρήση κόσκινου. Το μίγμα πρέπει να είναι σε αναλογία τύρφης / άμμου ίση με  $\frac{1}{4}$ , ενώ η ποσότητα του κατά την εφαρμογή, πρέπει να είναι ίση με  $0,5 \text{ Kgr}/\text{m}^2$ .

Οπότε, για την κάλυψη της συγκεκριμένης έκτασης θα έχουμε  $29,16 \text{ Kgr}$  εδαφικού μίγματος, όπου τα  $5,8 \text{ Kgr}$  θα είναι τύρφη, ενώ τα υπόλοιπα  $23,32 \text{ Kgr}$  θα είναι άμμος.

Τέλος, θα πρέπει να επισημανθεί πως η επιφάνεια που καλύπτει ο χλοοτάπητας είναι στην πραγματικότητα μικρότερη από τη θεωρητική (αφού θα διακόπτεται από δένδρα και θάμνους), αλλά με τον υπολογισμό αυτόν καλύπτεται το ποσό της απώλειας κατά την εφαρμογή, χωρίς σημαντική επιβάρυνση στον συνολικό προϋπολογισμό.

## Π Ι Ν Α Κ Α Σ 5 . 1

### ΠΙΝΑΚΑΣ ΥΛΙΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΧΛΟΟΤΑΠΗΤΑ ΚΗΠΟΥ

| ΕΡΓΑΣΙΑ                             | ΥΛΙΚΑ                      | ΠΟΣΟΤΗΤΑ |
|-------------------------------------|----------------------------|----------|
| Βελτίωση μηχανικής σύστασης εδάφους | Τύρφης                     | 103 Kgr  |
| Σπορά                               | <i>Festuca arundinacea</i> | 2,5 Kgr  |
| Κάλυψη σπόρων                       | Τύρφης                     | 6 Kgr    |
| Κάλυψη σπόρων                       | Άμμος                      | 30 Kgr   |

#### 5.1.4. Φυτά που θα χρησιμοποιηθούν στον κήπο

Στις δυο πλευρές του πλάτους του αγροτεμαχίου που αποτελεί τον κήπο, θα υπάρχουν φράκτες από φυτά, όπου δεν θα ξεπερνούν σε ύψος τα  $60 \text{ cm}$ .



Στη δυτική πλευρά, θα υπάρχει ένας φράκτης από δάφνες και πιο συγκεκριμένα του είδους Δάφνη η Απολλώνιος, ενώ παράλληλα με αυτή θα υπάρχει μια ζώνη από φυτά εδαφοκάλυψης και πιο συγκεκριμένα από Ρείκι.

Στην ανατολική πλευρά, θα υπάρχει και εκεί ένας φράκτης από Μπορτούρα όπου το ύψος της θα είναι περίπου 55 ~ 60 cm.

Τα δένδρα που θα χρησιμοποιηθούν θα είναι μια Ιτιά (Ιτέα η Κλαίουσα) και ένα Ορθόκλαδο Κυπαρίσσι.

Οι θάμνοι που θα χρησιμοποιηθούν θα είναι το Πιττόσπορο, το οποίο μπορεί να κλαδεύεται σε διάφορους σχηματισμούς και η Μπορτούρα με Τεύκτρο. Επίσης, το βορειοανατολικό τμήμα θα καλύπτεται από Τριανταφυλλιές, ενώ θα υπάρχει και μια ζώνη κάλυψης από Αγριοφασκομηλιά.

Στα τείχη από φυτά, οι αποστάσεις φύτευσης θα είναι 35 ~ 40 cm, ούτως ώστε να υπάρχει πυκνότητα φυλλώματος. Έτσι, στο μέρος που υπάρχουν οι δάφνες θα χρειαστούν 28 φυτά, ενώ το ίδιο θα συμβεί και για το Λίγκουστρο.

Στα φυτά εδαφοκάλυψης, η απόσταση κυμαίνεται από 60 έως 75 cm για την Αγριοφασκομηλιά (7 φυτά) και 30 cm για το Ρείκι (44 φυτά).

Στους θάμνους, όπως είναι το Πιττόσπορο, θα χρησιμοποιηθούν 3 φυτά, ενώ στη Μπορτούρα με Τεύκτρο μόλις 6 φυτά. Τέλος, θα εγκατασταθούν 3 Τριανταφυλλιές, 1 Κυπαρίσσι Ορθόκλαδο και 1 Ιτιά (Ιτέα η Κλαίουσα).

#### **5.1.5. Αναλυτική αναφορά των φυτών του κήπου**

Στο σημείο αυτό, θα ακολουθήσει μια αναφορά στα φυτά που θα χρησιμοποιηθούν και πιο συγκεκριμένα στα είδη και τις ποικιλίες που θα εγκατασταθούν, καθώς και στις δυνατότητες διαμόρφωσης του σχήματος και της μορφής τους.

Κάλυψη του εδάφους, είναι η φύτευση διακοσμητικών φυτών για τη δημιουργία φυλλώματος, το οποίο θα καλύπτει το έδαφος και θα είναι αρκετά πυκνό ώστε να εμποδίζει την ανάπτυξη των ζιζανίων.

Προφανώς, οι περιοχές που ωφελούνται από την κάλυψη του εδάφους, είναι αυτές που σκιάζονται πολύ κάτω από δένδρα ή συστάδες θάμνων. Αυτές οι περιοχές γρήγορα θα αποικιστούν από ζιζάνια, γεγονός που μπορεί να αποφευχθεί με τη φύτευση χαμηλών φυτών κάλυψης, τα οποία όταν εγκατασταθούν θα συναγωνίζονται την υγρασία και τα θρεπτικά συστατικά και θα δεσμεύουν το ηλιακό φως.

Τα φυτά εδαφοκάλυψης που θα χρησιμοποιηθούν στο κήπο που σχεδιάζουμε θα είναι η Αγριοφασκομηλιά (*Cistus spp*) και το Ρείκι (*Erica spp*).

Η Αγριοφασκομηλιά, είναι ομάδα θάμνων που φτάνουν σε ύψος τα 45 ~ 60 cm και μερικοί από αυτούς έχουν αργό ρυθμό ανάπτυξης και δημιουργούν πυκνό φύλλωμα. Ο παγετός είναι δυνατό να τους προκαλέσει σοβαρές ζημιές. Οι πιο γνωστοί θάμνοι αυτής της ομάδας είναι οι *Cistus parriflorus*, *Cistus lusitanicus decumbens* και *Cistus salvifolius*. Τέλος, θα πρέπει να αναφέρουμε πως οι αποστάσεις φύτευσης πρέπει να είναι 60 ~ 75 cm, ενώ η σποραδική βλάστηση που εμφανίζεται κατά τον μήνα Μάρτιο θα πρέπει να κλαδεύεται.

Το Ρείκι έχει ύψος 20 ~ 45 cm. Είναι φυτό καλής κάλυψης που αναπτύσσεται σε ανοικτά, ηλιόλουστα μέρη και σε εδάφη ελαφρώς όξινα, πλούσια σε χούμο. Έχουν πυκνή θαμνώδη ανάπτυξη και πολλά είδη έχουν υπέροχα άνθη. Το *Erica herbacea* (*Erica carnea*) ανθοφορεί τον χειμώνα, όπως και πολλές άλλες ποικιλίες γρήγορης ανάπτυξης. Οι καλύτερες ποικιλίες είναι οι “Silberschmelze” και “Fursey”. Πρέπει να κλαδεύεται νωρίς την Άνοιξη για να διατηρείται το συμπαγές σχήμα του. Οι αποστάσεις φύτευσης πρέπει να είναι 30 ~ 40 cm.

Τα δένδρα που θα χρησιμοποιηθούν είναι η Ιτέα η Κλαίουσα και το Ορθόκλαδο Κυπαρίσσι.

Το πιο διαδεδομένο και γνωστό είδος ιτιάς είναι η Ιτέα η Κρεμοκλαδής ή Κλαίουσα (*S. babylonica*). Κατάγεται από την Κίνα και φτάνει σε ύψος 10 ~ 12 m. Οι βλαστοί της είναι μακριοί και λεπτοί και γέρνουν φθάνοντας μέχρι το έδαφος. Η φύτευση της πρέπει να είναι μεμονωμένη μέσα στον κήπο, να περιβάλλεται από γκαζόν ενώ απαιτεί υγρά εδάφη.

Το Κυπαρίσσι που θα τοποθετηθεί, θα ανήκει στην οικογένεια *Cupressus*, η οποία περιλαμβάνει 15 περίπου διαφορετικά είδη. Στην περίπτωση τη δική μας, θα χρησιμοποιήσουμε το είδος *Cupressus sempervirens pyramidalis*, το οποίο είναι αρσενικό και έχει στενή κόμη. Ορισμένες ποικιλίες αναπτύσσονται κατά τέτοιο τρόπο, σχηματίζοντας μια όμορφη φυτική πυραμίδα.

Σαν φυτικά τείχη θα χρησιμοποιηθούν η Δάφνη η Απολλώνιος και το Λίγκουτρο.

Η δάφνη είναι φυτό των μεσογειακών χωρών και είναι μεγάλης ανάπτυξης. Καλλιεργείται για το πολύ ωραίο της φύλλωμα και μπορεί με κατάλληλο κλάδεμα και ψαλίδισμα να πάρει διάφορα γεωμετρικά σχήματα, τα οποία προσδίδουν έναν ιδιαίτερο τόνο στον κήπο.

Το Λίγκουστρο στην Ελλάδα συναντάται σε δυο διαφορετικά είδη, το Ιαπωνικό και το μικρόφυλλο ή Λιγκουστρίνα. Εμείς προτιμούμαι το Ιαπωνικό Λίγκουστρο, το οποίο καλλιεργείται ως θάμνος ή ως δένδρο και μπορεί να φτάσει σε ύψος τα 6 m. Έχει μεγάλα και πλατιά φύλλα, μήκους 5 έως 10 cm. Τα άνθη του είναι πολύ μικρά και εμφανίζονται κατά τους μήνες Ιούνιο – Ιούλιο. Είναι χαρακτηριστική η αντοχή του στις χαμηλές θερμοκρασίες.

Ένας ακόμη θάμνος που θα χρησιμοποιηθεί, είναι το Πιττόσπορο που μπορεί να διαμορφωθεί σε διάφορα γεωμετρικά σχήματα. Η επιστημονική του ονομασία είναι *Pittosporum tobira* και έχει λευκά άνθη, που εμφανίζονται κατά τον μήνα Μάιο. Το ύψος του μπορεί να φτάσει τα 2 ~ 4 m.

Τέλος, απομένει να αναφέρουμε τον καλύτερο καλλωπιστικό θάμνο που είναι η τριανταφυλλιά. Υπάρχουν περίπου 125 αυτοφυή είδη φυτών αυτού του γένους που βρίσκονται κυρίως στο βόρειο ημισφαίριο, ενώ 12 είδη καλλιεργούνται στην Ελλάδα.

Στην περίπτωση μας, θα χρησιμοποιήσουμε την Τριανταφυλλιά την Εκατόφυλλη, με το επιστημονικό όνομα *Rosa centifolia*. Σε αυτό το είδος υπάρχουν πολλές ποικιλίες με πάρα πολλά αρωματώδη πέταλα.

## Π Ι Ν Α Κ Α Σ 5 . 2

### Π Ι Ν Α Κ Α Σ Φ Υ Τ Ω Ν Τ Ο Υ Κ Η Π Ο Υ

| ΟΝΟΜΑΣΙΑ              | ΕΙΔΟΣ                | ΤΕΜΑΧΙΑ |
|-----------------------|----------------------|---------|
| ΔΑΦΝΗ Η ΑΠΟΛΛΩΝΙΟΣ    | ΦΥΤΙΚΟ ΤΕΙΧΟΣ        | 28      |
| ΛΙΓΚΟΥΣΤΡΟ (ΙΑΠΩΝΙΚΟ) | ΦΥΤΙΚΟ ΤΕΙΧΟΣ        | 28      |
| ΑΓΡΙΟΦΑΣΚΟΜΗΛΙΑ       | ΦΥΤΑ ΕΔΑΦΟΚΑΛΥΨΗΣ    | 7       |
| ΡΕΙΚΙ                 | ΦΥΤΑ ΕΔΑΦΟΚΑΛΥΨΗΣ    | 44      |
| ΠΙΤΤΟΣΠΟΡΟ            | ΚΑΛΛΩΠΙΣΤΙΚΟΣ ΘΑΜΝΟΣ | 3       |
| ΜΠΟΡΤΟΥΡΑ ΜΕ ΤΕΥΚΤΡΟ  | ΚΑΛΛΩΠΙΣΤΙΚΟΣ ΘΑΜΝΟΣ | 6       |
| ΤΡΙΑΝΤΑΦΥΛΛΙΑ         | ΚΑΛΛΩΠΙΣΤΙΚΟΣ ΘΑΜΝΟΣ | 3       |
| ΙΤΕΑ Η ΚΛΑΙΟΥΣΑ       | ΔΕΝΔΡΟ               | 1       |
| ΚΥΠΑΡΙΣΣΙ             | ΔΕΝΔΡΟ               | 1       |

### 5.1.6. Εγκατάσταση δικτύου άρδευσης στον κήπο

Η έκταση που θα πρέπει να αρδεύεται είναι  $10,5 \times 9,6$  m, δηλαδή ίση με  $102,9$  m<sup>2</sup>.

Η ύπαρξη φυτών με διαφορετική ανάπτυξη όπως, οι θάμνοι, τα δένδρα, τα φυτά εδαφοκάλυψης και ο γλοοτάπητας, προξενεί δυσκολία στην επιλογή της μεθόδου άρδευσης που θα πρέπει να ακολουθηθεί.

Έτσι, για τον λόγο αυτό, θα επιλεγεί η πιο αποτελεσματική μέθοδος για την περίπτωση αυτή και αυτή είναι η άρδευση με τους μικροεκτοξευτήρες.

Στο δίκτυο άρδευσης, θα έχουμε τέσσερες γραμμές εφαρμογής με πέντε εκτοξευτήρες σε κάθε μια. Η παροχή του κάθε εκτοξευτήρα θα είναι 40 lit/h και θα έχει ακτίνα εκτόξευσης ίση με 2,5 m.

Κατά τον τρόπο αυτό, η συνολική απαιτούμενη παροχή θα είναι  $0,8$  m<sup>3</sup>/h, ενώ η κάθε γραμμή θα έχει παροχή ίση με  $0,2$  m<sup>3</sup>/h. Το μήκος της θα είναι 9,8 m, η διάμετρος της  $\varnothing 20$ , το υλικό κατασκευής της PE και θα έχει μέγιστη αντοχή σε πίεση ίση με 6 atm.

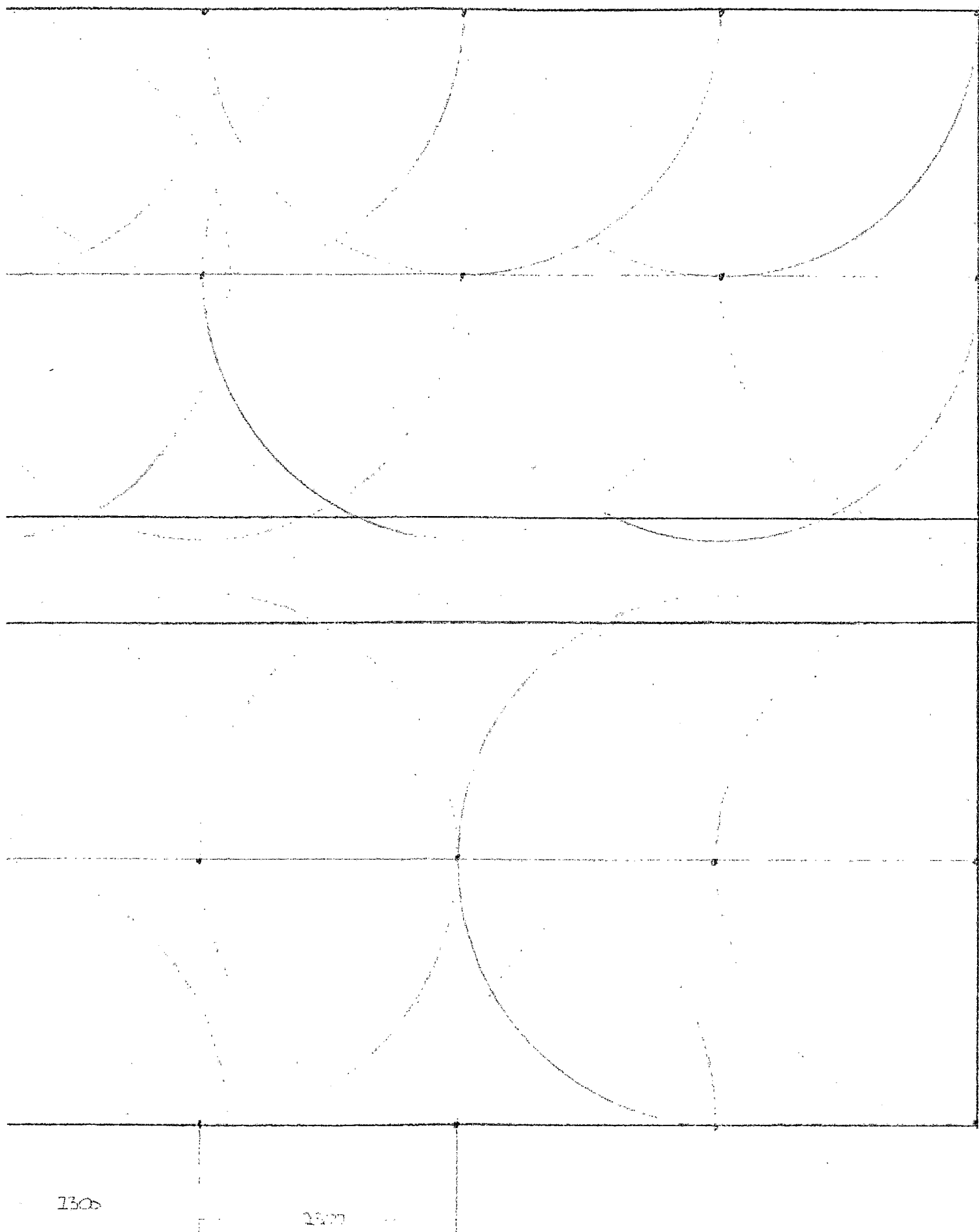
Οι μικροεκτοξευτήρες θα συνδέονται με τις γραμμές, με τη χρήση ενός σωληνίσκου  $\varnothing 7$  από PE, με καρφωτό τρόπο.

Επίσης, θα πρέπει να σημειωθεί πως οι μικροεκτοξευτήρες είναι τοποθετημένοι σε πλαστικά στελέχη στήριξης, ενώ όσοι εκτοξευτήρες βρίσκονται σε σημεία όπου εμποδίζεται η άρδευση (πχ. μέσα σε φυτά εδαφοκάλυψης), τότε η τοποθέτηση τους γίνεται πάνω σε ορθοστάτες, ούτως ώστε να εξέχουν από τα φυτά που τους παρεμποδίζουν.

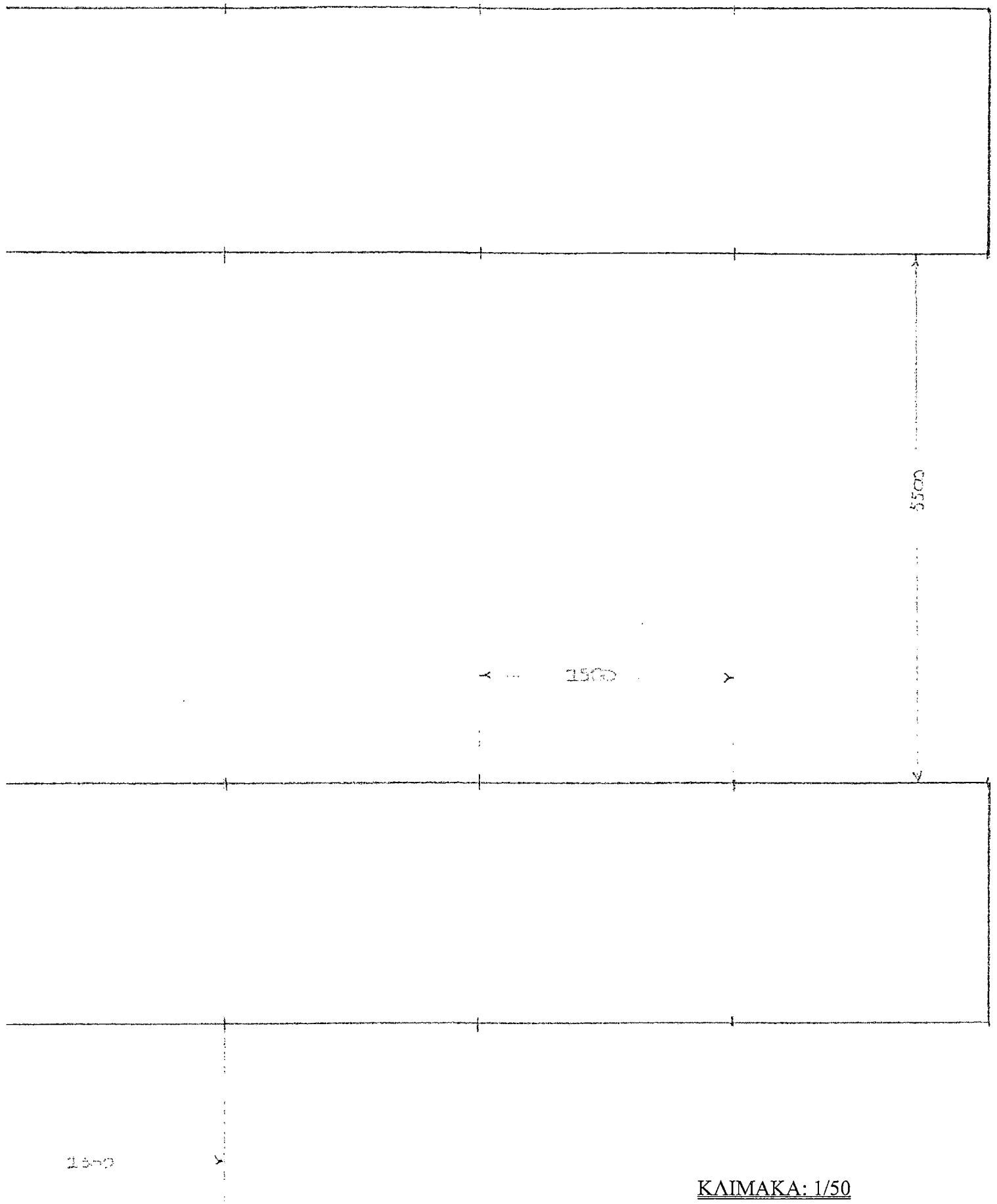
### 5.1.7. Η κύρια γραμμή μεταφοράς του κήπου

Η κύρια γραμμή θα έχει παροχή  $0,8$  m<sup>3</sup>/h και θα έχει μήκος ίσο με  $L = 19,1$  m. Η αρχή της θα βρίσκεται στο σημείο έναρξης των γραμμών της σταγόνας – pop-ups, δηλαδή μέσα στα υπόγεια φρεάτια και πιο συγκεκριμένα στο σημείο υδροληψίας των στατικών pop-ups.

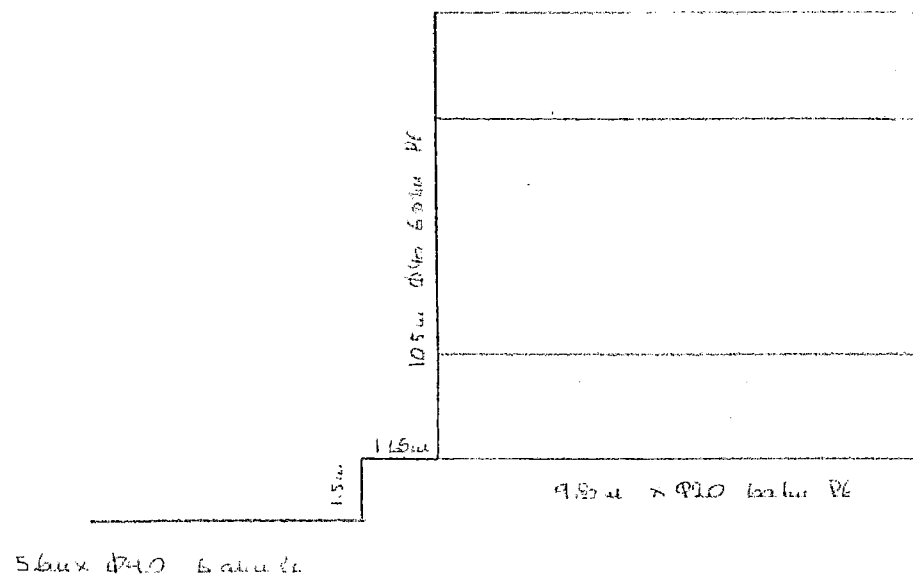
Έτσι, η κύρια γραμμή θα έχει διάμετρο  $\varnothing 40$ , μέγιστη αντοχή σε πίεση 6 atm, θα είναι κατασκευασμένη από PE και θα συνδέεται με τις τέσσερες γραμμές εφαρμογής με συστολικά ταυ.



Εικόνα 49. Διάταξη μικροεκτοξευτών.



Εικόνα 50.



ΚΛΙΜΑΚΑ: 1/150

Εικόνα 51. Γραμμή μεταφοράς και εφαρμογής.

**Π Ι Ν Α Κ Α Σ 5.3**

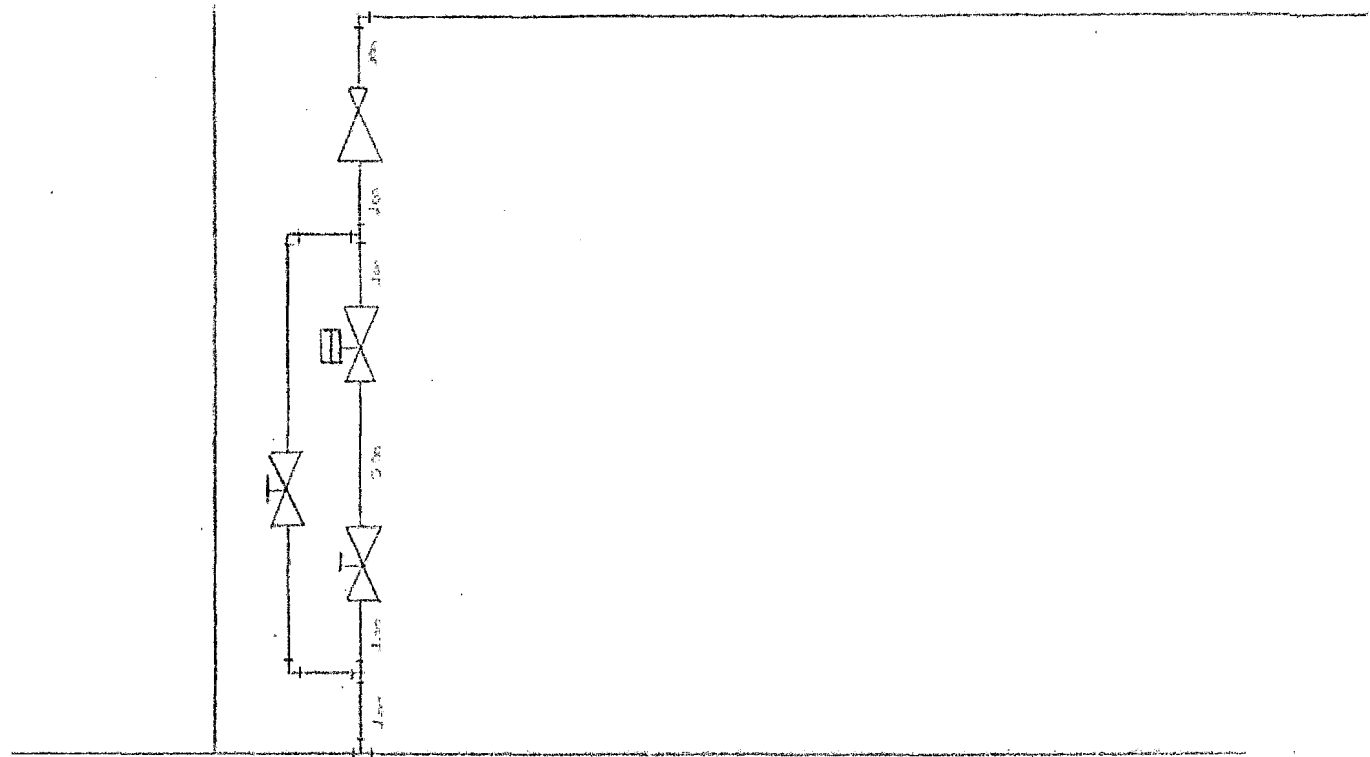
**ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΑΡΔΕΥΣΗΣ ΤΟΥ ΚΗΠΟΥ**

| <b>ΕΙΔΟΣ</b>                         | <b>ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ</b> | <b>ΤΕΜΑΧΙΑ</b> |
|--------------------------------------|------------------|----------------|
| ΓΩΝΙΑ 90 <sup>0</sup>                | Ø40              | 3              |
| ΓΩΝΙΑ 90 <sup>0</sup>                | Ø20              | 4              |
| ΤΑΥ 90 <sup>0</sup>                  | Ø40/Ø20          | 4              |
| ΤΑΠΑ ΤΕΡΜΑΤΟΣ                        | Ø40              | 1              |
| ΡΥΘΜΙΣΤΗΣ ΠΙΕΣΗΣ                     | Ø40              | 1              |
| ΗΛΕΚΤΡΟΒΑΝΑ                          | Ø40              | 1              |
| ΠΕΡΙΣΤΡΕΦΟΜΕΝΟΣ<br>ΜΙΚΡΟΕΚΤΟΞΕΥΤΗΡΑΣ | ---              | 20             |

**ΑΓΩΓΟΙ ΑΡΔΕΥΣΗΣ ΤΟΥ ΚΗΠΟΥ**

| <b>ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΑΓΩΓΟΥ</b>        | <b>ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ</b> | <b>ΜΗΚΟΣ</b> | <b>ΣΥΝΟΛΙΚΟ<br/>ΜΗΚΟΣ</b> |
|---------------------------------|------------------|--------------|---------------------------|
| ΓΡΑΜΜΗ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ                | Ø40              | 19,25 m      | 19,25 m                   |
| ΓΡΑΜΜΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ                | Ø20              | 9,8 m        | 39,2 m                    |
| ΤΡΙΤΕΥΟΥΣΑ ΓΡΑΜΜΗ               | Ø20              | 2,5 m        | 5 m                       |
| ΑΓΩΓΟΙ ΣΥΝΔΕΣΗΣ<br>ΕΚΤΟΞΕΥΤΗΡΩΝ | Ø7               | 0,5 m        | 20 × 0,5 m                |





Εικόνα 52. Υδροληψία κήπου με By-Pass κατά DIN.

ΚΛΙΜΑΚΑ: 1/10

**Π Ι Ν Α Κ Α Σ 5 . 4****ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΥΔΡΟΔΗΨΙΑΣ ΚΗΠΟΥ ΤΥΠΟΥ  
B Y - P A S S**

| <b>ΕΙΔΟΣ</b>          | <b>ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ</b> | <b>ΤΕΜΑΧΙΑ</b> |
|-----------------------|------------------|----------------|
| ΓΩΝΙΑ 90 <sup>0</sup> | Ø40              | 3              |
| ΤΑΥ 90 <sup>0</sup>   | Ø40              | 2              |
| ΤΑΥ 90 <sup>0</sup>   | Ø40/Ø63          | 1              |
| ΧΕΙΡΟΚΙΝΗΤΗ ΒΑΝΑ      | Ø40              | 2              |
| ΡΥΘΜΙΣΤΗΣ ΠΙΕΣΗΣ *    | Ø40              | 1              |
| ΗΛΕΚΤΡΟΒΑΝΑ *         | Ø40              | 1              |

\* Τα στοιχεία ηλεκτροβάνα και ρυθμιστής πίεσης έχουν προαναφερθεί

## **6. Αυτοματισμοί**

### **6.1.1. Επιλογή των τμημάτων του Εργαστηρίου που θα εφαρμοστούν οι αυτοματισμοί**

Τα τμήματα που έχουν επιλεγεί για τη χρήση των αυτοματισμών είναι η σταγόνα, τα pop-ups, ο κήπος και οι μικροεκτοξευτήρες. Σε αυτά τα τμήματα υπάρχουν εγκατεστημένα φυτά τα οποία έχουν ανάγκη από αρδευτικό νερό, ιδιαίτερα τους θερινούς μήνες στους οποίους δεν πραγματοποιούνται μαθήματα, οπότε η χρήση της αυτοματοποιημένης άρδευσης κρίνεται ιδιαίτερας αναγκαία.

Στην τεχνητή βροχή και την επιφανειακή άρδευση, δεν θα υπάρχουν εγκατεστημένα φυτά σε μόνιμη βάση, καθώς ο χειρισμός αυτών των μονάδων βασίζεται σε πειραματικούς παράγοντες (κυρίως γεωργικής υδραυλικής).

Στην επιφανειακή άρδευση με αυλάκια, η πλήρωση της διώρυγας και των δεξαμενών, θα γίνεται με ιδιόμορφο τρόπο, ενώ η καταναλισκόμενη παροχή δεν θα λαμβάνει σταθερή τιμή.

Στην τεχνητή βροχή, λόγω της μεταβολής των στοιχείων που την αποτελούν, δεν θα υπάρχουν και εδώ σταθερές τιμές στην παροχή, ώστε να χειρίζεται αυτόματα το δίκτυο.

### **6.1.2. Πως θα εγκατασταθούν τα συστήματα ελέγχου και παρέμβασης**

Τα συστήματα αυτοματισμού θα ελέγχουν δυο βασικούς άξονες:

- Την εδαφική υγρασία
- Την εξατμισοδιαπνοή

Η εδαφική υγρασία, θα ελέγχεται από ηλεκτρονικά τασίμετρα, τα οποία θα είναι τοποθετημένα στα αγροτεμάχια που θέλουμε να καταγράψουμε την εδαφική υγρασία και σε βάθος 15 ~ 30 cm.

Ο έλεγχος της βασικής εξατμισοδιαπνοής, θα πραγματοποιείται με τον συνδυασμό δυο παραμέτρων. Η πρώτη παράμετρος αφορά τη χρήση του εξατμισήμετρου τύπου A και τις μετρήσεις που θα λαμβάνονται από αυτό και η δεύτερη παράμετρος σχετίζεται με τα στοιχεία που θα συλλέγονται από τα όργανα και τα οποία χρησιμοποιούνται κατά τον υπολογισμό με τη μέθοδο Penman.

Τα στοιχεία που χρησιμοποιούνται με τη μέθοδο Penman, συλλέγονται από διάφορα μετεωρολογικά όργανα και καταγράφονται ως δεδομένα σε ηλεκτρονικό υπολογιστή.

Τα όργανα της μεθόδου του Penman, όπως το πυρανόμετρο, το πυρηλιόμετρο, το ανεμόμετρο, το υγρασιόμετρο και το θερμόμετρο, μπορούν να εγκατασταθούν στον χώρο μπροστά από το στέγαστρο, ενώ ο ηλεκτρονικός υπολογιστής θα εγκατασταθεί στην αίθουσα ελέγχου.

### **6.1.3. Που θα επεμβαίνουν οι αυτοματισμοί**

Η ύπαρξη των αυτοματισμών θα έχει ως βασικό σκοπό την έναρξη, την παύση καθώς και τη συχνότητα των αρδεύσεων. Από αυτό γίνεται εύκολα κατανοητό πως, για να ελεγχθούν οι παραπάνω απαιτήσεις θα πρέπει να επεμβαίνουν στην αντλία και πιο συγκεκριμένα στην έναρξη και παύση της λειτουργίας του ηλεκτροκινητήρα της.

Η αυτόματη λειτουργία μπορεί να καθορίζεται από έναν απλό προγραμματιστή που λειτουργεί βάσει ωρολογιακού συστήματος, αλλά μπορεί να λειτουργεί και μέσω λογισμικού προγράμματος Η/Υ.

Ένα ακόμη σημείο του δικτύου στο οποίο θα υπάρχει αυτοματισμός, είναι οι ηλεκτροβάνες όπου και αυτές θα συνεργάζονται με τους προγραμματιστές και θα καθορίζουν τις γραμμές εφαρμογής, ανά στάση άρδευσης.

Τέλος, θα υπάρχουν αυτοματισμοί στο αντλιοστάσιο όπως αυτοκαθαριζόμενα φίλτρα, αντιπληγματικές βαλβίδες και συστήματα αυτόματης πλήρωσης του θαλάμου της αντλίας, με τη χρήση ηλεκτροβάνας.

### **6.1.4. Τρόπος σύνδεσης με τον ηλεκτρονικό υπολογιστή**

Για να συνδεθούν τα όργανα και τα εξαρτήματα (ηλεκτροβάνες) στον ηλεκτρονικό υπολογιστή, θα πρέπει να είναι ψηφιακού και όχι αναλογικού σήματος. Αν δεν υπάρχουν ψηφιακά, τότε θα πρέπει το αναλογικό σήμα να μετατραπεί σε ψηφιακό με έναν μετατροπέα σήματος.

Στη συνέχεια, το σήμα μπορεί να μεταδίδεται ενσύρματα ή ασύρματα. Επειδή όμως υπάρχουν πολλά όργανα, είναι προτιμότερο οι μεταδόσεις σημάτων να είναι ενσύρματες.

Για τη σύνδεση των οργάνων με το hardware του Η/Υ, απαιτείται μια πλάκα σύνδεσης, ένας Multiplextor που μεταφέρει 32 κανάλια σε 1. Είναι αυτονόητο πως, τα σήματα που δέχεται από τα όργανα και τα διάφορα εξαρτήματα, είναι ψηφιακής μορφής.

#### **6.1.5. Το software του Η/Υ**

Για τη λειτουργία του συστήματος του Η/Υ με τα όργανα, θα πρέπει να υπάρχει το κατάλληλο software, το οποίο θα εκτελεί τις παρακάτω εντολές.

- Να καταγράφει τις μετρήσεις από τα όργανα (με χρονική και ημερολογιακή βάση).
- Να επεξεργάζεται τις μετρήσεις, κυρίως τις εξαμυσοδιαπνοής και της εδαφικής υγρασίας.
- Τέλος, σύμφωνα με το αποτέλεσμα τις προαναφερθείσας επεξεργασίας να εκτελείται η έναρξη ή η παύση της άρδευσης.

#### **6.1.6. Δυνατότητα πραγματοποίησης της άρδευσης χωρίς τη χρησιμοποίηση του Η/Υ**

Εκτός από τον Η/Υ, θα υπάρχει προγραμματισμός άρδευσης βάσει ωρολογιακού προγραμματιστή, με την παραδοχή ότι σε αυτή την περίπτωση αδρανοποιείται η λειτουργία άρδευσης μέσω υπολογιστή.

Έτσι, μπορεί να υπάρχει προγραμματισμός άρδευσης σύμφωνα με την εξάντληση της εδαφικής υγρασίας, χρησιμοποιώντας ηλεκτρονικά τασίμετρα.

Τέλος, μπορεί να υπάρχει χειροκίνητη παρέμβαση που θα θέτει εκτός λειτουργίας τις ηλεκτροβάνες και θα παρακάμπτει το κύκλωμα του ηλεκτροκινητήρα από την αυτόματη λειτουργία, με αποτέλεσμα η άρδευση να πραγματοποιείται χειροκίνητα.

#### **6.1.7. Εφαρμογή της μεθόδου του Penman**

Σύμφωνα με τη μέθοδο του Penman για τον υπολογισμό της εξαμυσοδιαπνοής των φυτών, όλοι οι παράγοντες που απαιτούνται δεν θα

λαμβάνονται από θεωρητικούς υπολογισμούς, αλλά θα υπάρχουν όργανα που θα τους καταγράφουν. Τα όργανα αυτά είναι τα εξής:

- Μέτρηση της Ηλιακής Ακτινοβολίας

Πυρανόμετρο : Μέτρηση έμμεσης ηλιακής ακτινοβολίας μεγάλου μήκους.

Πυρηλιόμετρο : Μέτρηση άμεση ηλιακής ακτινοβολίας μικρού μήκους.

- Μέτρηση της Σχετικής Υγρασίας του Αέρα

Υγρασιόμετρο : Μέτρηση της τάσης ατμών του νερού που βρίσκεται σε αέρια φάση, στην ατμόσφαιρα.

- Μέτρηση της Έντασης του Ανέμου

Ανεμόμετρο : Μέτρηση και καταγραφή της έντασης (ταχύτητας) του ανέμου.

- Μέτρηση της Θερμοκρασίας του Αέρα

Θερμόμετρο

Υγρού Βολβού : Μέτρηση της θερμοκρασίας του αέρα στο σημείο δρόσου.

Θερμόμετρο

Ξηρού Βολβού : Μέτρηση της θερμοκρασίας του αέρα στη σχετική υγρασία που βρίσκεται.

- Μέτρηση της Εδαφικής Υγρασίας

Ηλεκτρονικό

Τασίμετρο : Μέτρηση της τάσης με την οποία συγκρατείται το νερό από το έδαφος (εδαφική τάση).

Αισθητήρες

Υγρασίας : Μέτρηση και καταγραφή της μεταβολής της ηλεκτρικής αγωγιμότητας ενός στοιχείου του οργάνου, λόγω ύπαρξης εδαφικής υγρασίας.

- Μέτρηση της έντασης της Βροχής

Βροχόμετρο : Μέτρηση του ύψους της βροχής σε mm, ανά χρονική περίοδο.

### 6.1.8. Τροποποιημένη μέθοδος του Penman

Στη συνέχεια, ακολουθεί συνοπτική αναφορά της μεθόδου υπολογισμού της εξατμισοδιαπνοής, σύμφωνα με τη μέθοδο του Penman.

Κατά τον τρόπο αυτό λοιπόν, η μαθηματική εξίσωση με την οποία υπολογίζεται η εξατμισοδιαπνοή, σύμφωνα με τη μέθοδο του Penman, είναι η εξής:

$$ET_r = c \cdot \left[ W \cdot R_n + (1 - W) \cdot f_{(u)} \cdot (e_a - e_d) \right] \quad (\text{mm} / \text{ημέρα}) \quad (6.1)$$

όπου

$W$  = επίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας στην εξατμισοδιαπνοή  
(σταθμικός παράγοντας)

$1 - W$  = επίδραση της ατμοσφαιρικής υγρασίας και του ανέμου  
οι τιμές του  $W$ , δίδονται από πίνακες για τα διάφορα υψόμετρα

$R_n$  = καθαρή ηλιακή ακτινοβολία mm/ημέρα στήλης νερού  
Μπορεί να υπολογιστεί άμεσα ή έμμεσα με τη θεωρητική ακτινοβολία,  $R_a$ . Η πραγματική ηλιακή ακτινοβολία υπολογίζεται από την  $R_a$ , ως εξής:

$$R_s = [\alpha + \beta \cdot (n/N)] \cdot R_a \quad (6.2)$$

όπου

$\alpha = 0,25$

$\beta = 0,5$

$n$  = πραγματική ηλιοφάνεια

$N$  = θεωρητική ηλιοφάνεια

Έτσι, η καθαρή μικρού μήκους ηλιακή ακτινοβολία  $R_{ns}$ , δίνεται από τη σχέση:

$$R_{ns} = (1 - \alpha) \cdot R_s \quad (6.3)$$

όπου

$\alpha$  = ανακλαστικότητα του εδάφους ή της καλλιέργειας = 0,25. Άρα θα έχουμε:

$$R_{ns} = 0,75 \cdot R_s$$

Η καθαρή μεγάλου μήκους ηλιακή ακτινοβολία  $R_{nl}$ , είναι η διαφορά ανάμεσα στην ενέργεια που ακτινοβολεί η γη προς το περιβάλλον και εκείνης που δέχεται από το περιβάλλον σαν ακτινοβολία μεγάλου μήκους. Οπότε, θα έχουμε:

$$R_{nl} = f_{(T)} \cdot f_{(e_d)} \cdot f_{(n/N)} \quad (6.4)$$

όπου

$$f_{(T)} = \sigma \cdot T_k^4 \text{ και } \sigma = 8,14 \cdot 10^{-11} \quad \text{lg/min} \cdot K^0$$

$$T_k = \text{απόλυτη θερμοκρασία του αέρα} \quad K^0$$

$$F_{(e_d)} = 0,34 - 0,044 (e_d)^{1/2}$$

$$e_d = \text{πραγματική πίεση των υδρατμών} \quad \text{mbar}$$

$$f_{(n/N)} = 0,1 + 0,9 (n/N)$$

Συνεπώς, η καθαρή ηλιακή ακτινοβολία είναι:

$$R_n = R_{ns} - R_{nl} \quad (6.5)$$

$f_{(n/N)}$  = συνάρτηση που αντιπροσωπεύει την επίδραση του ανέμου επί της εξατμισοδιαπνοής και υπολογίζεται από τη σχέση:

$$f_{(n)} = 0,27 \cdot \left( 1 + \frac{U_2}{100} \right) \quad (6.6)$$

όπου

$U_2$  = ταχύτητα του ανέμου ανά 24ωρο, σε ύψος 2 m πάνω από την επιφάνεια του εδάφους  $\text{Km/ημέρα}$

$e_a - e_d$  = παράγοντας που εκφράζει την επίδραση της υγρασίας της ατμόσφαιρας, στην εξατμισοδιαπνοή

$e_a$  = η πίεση κορεσμού των υδρατμών, στη μέση θερμοκρασία του αέρα μετρούμενη σε mbar. Υπολογίζεται βάσει πίνακα σε σχέση με τη θερμοκρασία του αέρα

$e_d$  = υπολογίζεται από την εξίσωση:  $e_d = \frac{e_a \cdot RH_{\text{mean}}}{100}$ , όπου  $RH_{\text{mean}}$

είναι η μέση σχετική υγρασία. Επίσης, βρίσκεται και από πίνακες στην περίπτωση που υπάρχουν μετρήσεις ξηρού και υγρού θερμομέτρου.



- c = παράγοντας προσαρμογής που είναι ενδεικτικός της διαφοράς των συνθηκών που επικρατούν την ημέρα και τη νύκτα σε κάθε τόπο. Οι τιμές του δίδονται από πίνακα ως συνάρτηση της καθαρής ηλιακής ακτινοβολίας  $R_n$ , της μέσης σχετικής υγρασίας  $RH_{mean}$ , της ταχύτητας του ανέμου  $U_d$  την ημέρα αλλά και της σχέσεως της ταχύτητας ημέρας / νύκτας ( $U_d / U_n$ ).

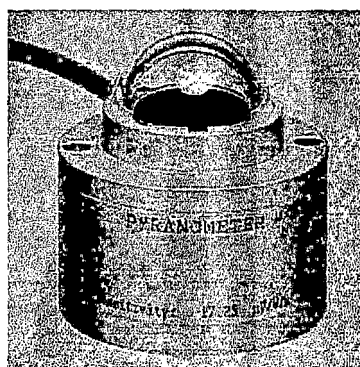
### 6.2.1. Πυρανόμετρο UVB –1



Το πυρανόμετρο με την ονομασία Yankee Environmental UVB –1, μετράει σφαιρικό ιριδισμό UVB με εύρος φάσματος 280 – 330 nm. Η τεχνική μέτρησης εμπεριέχει έναν συνδυασμό από ένα χρωματιστό γυάλινο οπτικό φίλτρο που εμποδίζει το ορατό φάσμα του ηλίου και ενός UV ευαίσθητου φωσφόρου ώστε να μετατρέπει την UVB ακτινοβολία σε ορατό φως. Το φως που έχει μετατραπεί τότε, μετράται από μια σταθεροποιημένη δίοδο φωτός. Το σήμα εξόδου είναι 0 – 5 volts DC, χαμηλής Z, που αντιστοιχεί σε 0 – 9,84 Watts/m<sup>2</sup> της επιδρούσας UVB ακτινοβολίας.

#### Τεχνικά χαρακτηριστικά

- Χρονική ανταπόκριση του οργάνου : ~ 100 ms
- Ανταπόκριση : καλύτερη από ± 5 % για 0-60 ζενίθια γωνία
- Ενεργή περιοχή αίσθησης : σχεδόν 2,54 cm σε διάμετρο
- Θερμοκρασία λειτουργίας : ± 40 °C



### 6.2.2. Πυρανόμετρο PMA 2141

Το PMA 2141 είναι ταξινομημένο ως ένα πυρανόμετρο με ISO δεύτερης κλάσης. Βασίζεται πάνω στη θερμοηλεκτρική τεχνολογία, πιστοποιώντας μεγάλη φασματική ευαισθησία σε συνδυασμό με εξαιρετική ομαλότητα και πολύ καλή

χρονική σταθερότητα. Οι αισθητήρες παρέχονται από τη Solar Light Co. by Kipp and Zonen.

Το θολωτό και μεγάλης ακρίβειας οπτικό γυαλί λειτουργεί ως φίλτρο, μαζί με τη φασματική διαπερατή ζώνη, όπου επιτρέπει σε ολόκληρο το ηλιακό φάσμα να περνάει διαμέσου του αισθητήρα. Το θολωτό γυαλί προστατεύει τον αισθητήρα από εξωτερικούς παράγοντες.

Ο αισθητήρας, είναι ένα υψηλής ποιότητας μαυρισμένο θερμοηλεκτρικό στοιχείο. Καθώς πέφτει στον αισθητήρα η εισερχόμενη ηλιακή ακτινοβολία, παράγεται ένα σήμα σε εύρος μvolts. Κάθε πυρανόμετρο αυτού του τύπου, έχει και τον δικό του ρυθμιστικό παράγοντα.

Μαζί με την αλγοριθμική διαδικασία υπάρχει ένα προγραμματισμένο τσιπ μνήμης, το οποίο βρίσκεται ενσωματωμένο μέσα στον αισθητήρα. Συγκριτικά με το πυρανόμετρο του τύπου PMA 2100, η αλγοριθμική διαδικασία φορτώνεται στον μετρητή και η σωστή ένδειξη εμφανίζεται σχεδόν ταυτόχρονα στην οθόνη LCD.

Ο αισθητήρας θερμοηλεκτρικού τύπου έχει να επιδείξει ευρύτερη και πιο ομοιόμορφη φασματική ανταπόκριση. Είναι περισσότερο περιορισμένος από τη φασματική μετάδοση του θόλου. Είναι χρήσιμος για να παρακολουθείται και να ελέγχεται η ολική ραδιενεργός δύναμη ή η ηλιακή ακτινοβολία αλλά και οι τεχνητές πηγές ενέργειας. Η ευαισθησία αυτού του τύπου των αισθητήρων είναι κάπως περιορισμένη και οι μετρήσεις της κυμαινόμενης ακτινοβολίας κάτω από  $10 \text{ W/m}^2$ , είναι δύσκολες.

Λόγω της σχεδόν ιδανικά επίπεδης φασματικής ανταπόκρισης, το πυρανόμετρο συχνά χρησιμοποιείται μαζί με ένα σετ, χαμηλού μήκους κύματος φίλτρων εμποδισμού, που σκοπό έχουν τη μέτρηση της ραδιενεργούς δύναμης που διαχέεται σε διαφορετικές συχνότητες.

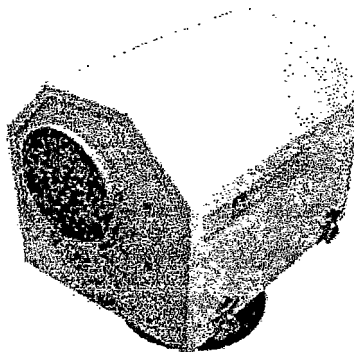
Η διαφορά μεταξύ της ολικής ενέργειας και της ενέργειας που μετράται από τα φίλτρα, είναι η ραδιενεργός δύναμη στη συχνότητα που εμποδίζεται από το φίλτρο. Είναι απαραίτητη μια διόρθωση, με την οποία υπολογίζεται η ενεργειακή αντανάκλαση από την επιφάνεια των φίλτρων.

Στη μελέτη της ηλιακής ακτινοβολίας η διάχυτη αναταραχή της ολικής κυμαινόμενης ακτινοβολίας, μπορεί να μετρηθεί χρησιμοποιώντας μια συχνότητα σκίασης, πάνω από την είσοδο του πυρανόμετρου.

Η διαφορά μεταξύ της ολικής ενέργειας και της διάχυτης που μετράται από μια συχνότητα σκίασης είναι η ευθεία συνιστώσα.

Για έναν καλύτερο υπολογισμό, θα πρέπει να γίνεται μια διόρθωση, όσον αφορά την ποσότητα της διάχυτης ακτινοβολίας που ανταναικλάται πάνω στην ίδια τη συχνότητα σκίασης.

### 6.2.3. Μηχανισμός μεταβολής της θέσης του οργάνου – Two Axis



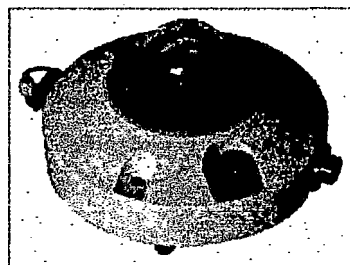
Οι 2AP ανιχνευτές είναι κατάλληλοι και αξιόπιστοι για όλες τις καιρικές συνθήκες αλλά και οικονομικώς ανεκτά, όργανα εντοπισμού και ανίχνευσης της θέσης, τα οποία χρησιμοποιούνται για τον ακριβή καθορισμό, μικρών και μεσαίων σε μέγεθος, ωφέλιμων φορτίων σε γήινα και ουράνια αντικείμενα. Αυτοί οι τραχύς ανιχνευτές μπορούν να εργάζονται ασταμάτητα με όλες τις καιρικές συνθήκες για παρατεταμένη χρονική περίοδο.

Εξχωριστή λειτουργία παρέχεται διαμέσου του εγκατεστημένου στο 2AP μικροεπεξεργαστή, που ελέγχει την αζιμούθια και ζενίθια τοποθέτηση του μηχανισμού. Μια εσωτερική σειρά από φάσεις, παρέχεται για να συνδεθεί με έναν Η/Υ. Εντολές είναι διαθέσιμες για ένα ευρύ πεδίο επιλογών κίνησης, εμπεριέχοντας απόλυτα και σχετικά σημεία ανίχνευσης.

Οι εντολές για τον έλεγχο της ταχύτητας και της επιτάχυνσης του φορτίου είναι και αυτές διαθέσιμες. Προσωρινά διατίθενται τα εξής τρία μοντέλα:

- Standard Belt-Drive
- Enhanced Belt-Drive (2AP και BD)
- Gear-Drive (2AP και GD)

### 6.2.4. Πυρηλιόμετρο KOSHIN SR-010



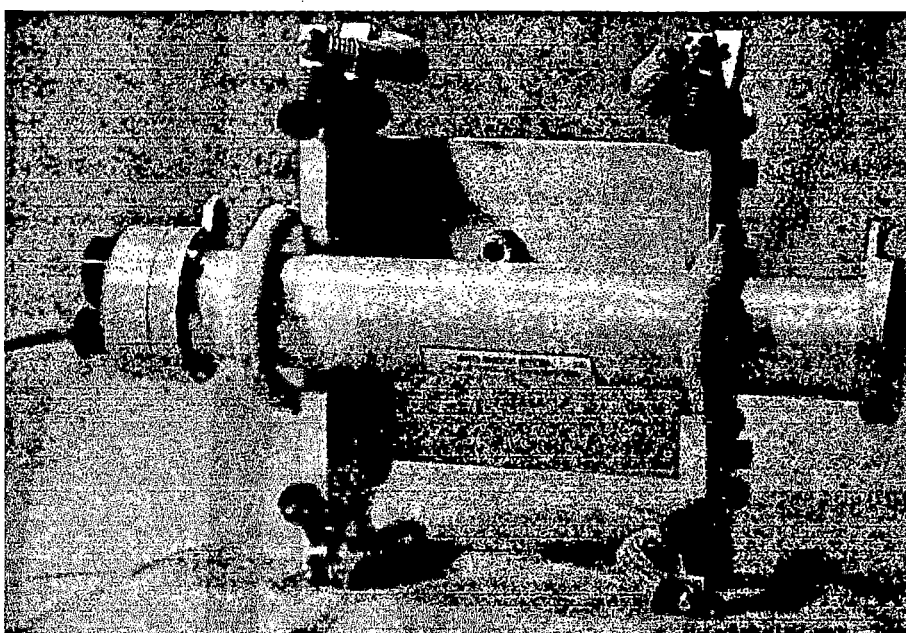
Τύπος : SR-010

Μετρήσιμη μέθοδος : Μέθοδος απλού θολωτού γυαλιού

|              |   |                   |   |                         |
|--------------|---|-------------------|---|-------------------------|
| Απόδοση      | : | Πεδίο Μέτρησης    | : | 0-1,4 kW/m <sup>2</sup> |
|              |   | Ακρίβεια Μέτρησης | : | ± 3 %                   |
| Προδιαγραφές | : | Ευαισθησία        | : | 7 mV/kW*m <sup>2</sup>  |
|              |   | Πεδίο μήκους      |   |                         |
|              |   | Κύματος           | : | 0,3 – 3 μm              |
|              |   | Βάρος             | : | 2 Kgr                   |
|              |   | Εξωτερικές διαστ. | : | 150 × 100 mm            |
|              |   |                   |   | (διάμετρος × ύψος)      |

### 6.3.1. Πυρηλιόμετρα DN5 και DN5-E για άμεση ηλιακή ακτινοβολία

Το μοντέλο DN5 της εταιρείας Middleton, είναι ένα πυρηλιόμετρο μεγάλης παρεχόμενης ακρίβειας το οποίο χρησιμοποιείται για τη μέτρηση της άμεσης συνιστώσας της ηλιακής ακτινοβολίας, όταν αυτό στοχεύει προς τον ήλιο. Ικανοποιεί όλες τις απαιτήσεις του ISO9060 και ταξινομείται ως πυρηλιόμετρο πρώτης κλάσεως. Το DN5 έχει μια έξοδο της σε  $\mu\text{Volt}$  και η έκδοση DN5-E έχει έναν ενσωματωμένο ενισχυτή σώματος, ούτως ώστε να δίνει μια έξοδο σε  $\text{mVolt}$ , για ευκολότερη μέτρηση. Η εικόνα παρακάτω παρουσιάζει το μοντέλο DN5, συνδεδεμένο με ένα προαιρετικό εξάρτημα το PM01 (πλαίσιο στήριξης τριών πυρηλιόμετρων).



Εικόνα 53. Πυρηλιόμετρο DN5.

#### Εξαιρετική απόδοση

Διαθέτει πολύ ευρύ φασματικό πεδίο κάλυψης (0,2 έως 5  $\mu\text{m}$ ). Επίσης, υπάρχει ένας διπλός θερμοηλεκτρικός ανιχνευτής, ο οποίος έχει επίπεδη φασματική αντίληψη και συμβιβάζεται με ταχύτατες μεταβολές της θερμοκρασίας.

Η προθήκη είναι επίπεδη ως προς το σώμα του οργάνου, ούτως ώστε να αποφεύγεται η απόφραξη του οργάνου από τη βροχή ή και τα φερτά υλικά. Είναι πλήρως στεγανοποιημένη κατασκευή η οποία διαθέτει και εσωτερικό ξηραντικό υλικό. Το DN5-E διαθέτει αθόρυβο ενισχυτή σήματος με αμελητέα τάση.

### Φιλική χρήση

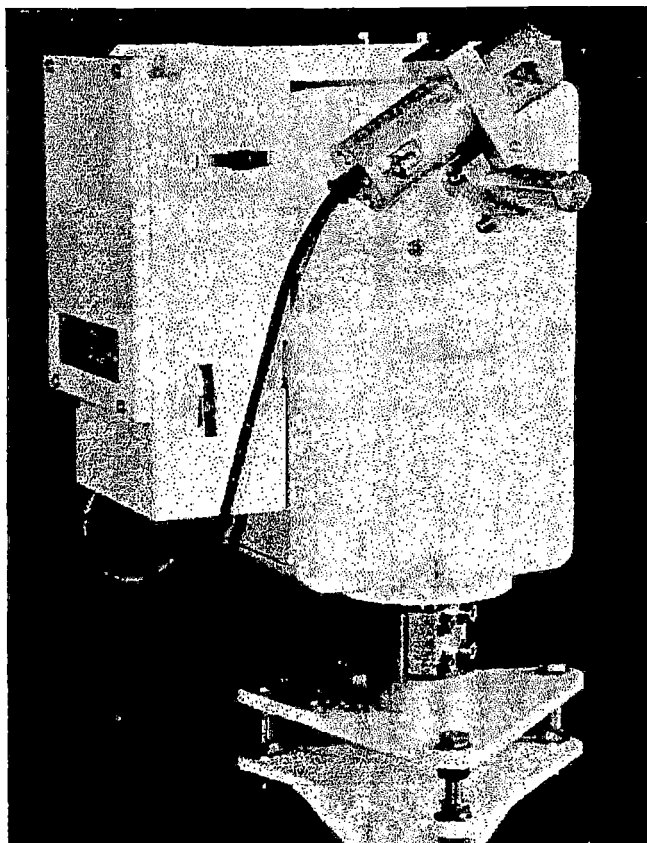
Μπορεί να χειρίζεται με χειροκίνητο ανιχνευτή για τον ήλιο και προσαρμόζεται στα περισσότερα μηχανοκίνητα συστήματα ανίχνευσης του ήλιου. Έχει θερμική έξοδο για την ένδειξη της θερμοκρασίας του αισθητήρα. Στοχεύει με δίοπτρα, η οποία είναι κατάλληλα τοποθετημένη πάνω στο σώμα του οργάνου. Τέλος, διαθέτει συμπαγές μέγεθος με μικρό βάρος.

### Ανθεκτικότητα

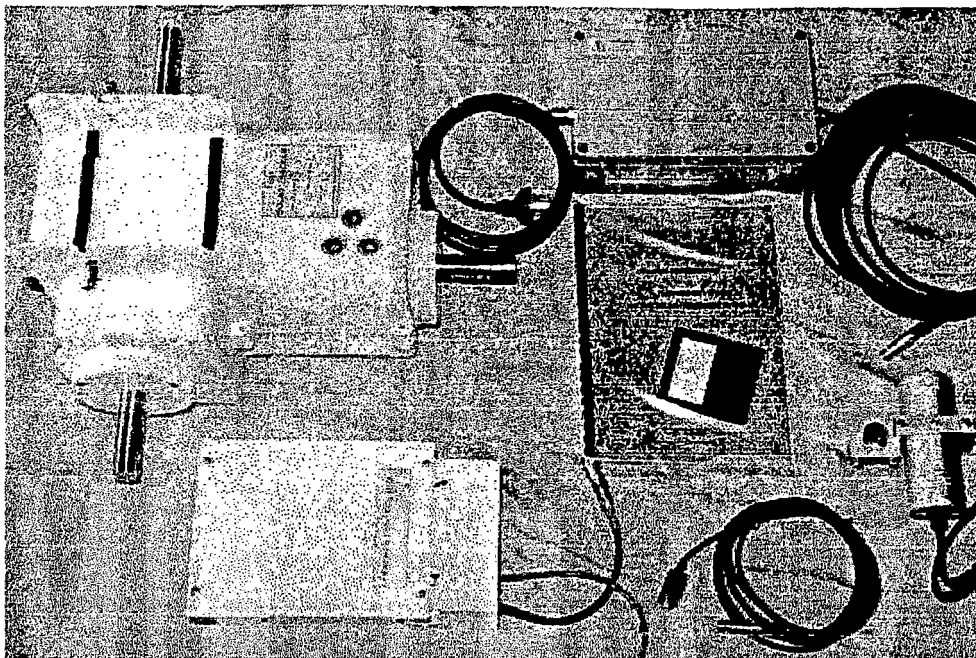
Η οπτική και χρώματος μπλε προθήκη, είναι εξαιρετικά σκληρή και αντιστέκεται στις γρατζουνιές και τις χημικές προσβολές. Το σώμα του οργάνου είναι κατασκευασμένο από σκληρό αλουμίνιο και αντέχει στη διαβροχή.

### **6.3.2. Αυτόματο σύστημα ηλιακής ανίχνευσης του ήλιου**

Το ενεργό σύστημα ηλιακής παρακολούθησης της Middleton, μπορεί αυτόματα να ανιχνεύει τον ήλιο με ακρίβεια μεγαλύτερη από 0,1 'I. Το σύστημα βασίζεται σε 2 κιβώτια σχέσεων, σε συνδυασμό με τον έλεγχο που πραγματοποιείται από το software και το hardware που διαθέτουμε. Στα προαιρετικά εξαρτήματα περιλαμβάνονται ένας ορθοστάτης και κατάλληλο πλαίσιο στήριξης για ποικίλα ηλιακά όργανα.



Εικόνα 54. Ανιχνευτής μαζί με ένα κιβώτιο ελέγχου και έναν φακό.



Εικόνα 55. Εξαρτήματα όπου απαρτίζουν το βασικό σύστημα ενεργής ηλιακής ανίχνευσης.

Η πρώτη εικόνα παρουσιάζει τον ανιχνευτή (μαζί με ένα κιβώτιο ελέγχου και έναν φακό) προσαρτημένα πάνω σε έναν προαιρετικό τρίποδο ορθοστάτη του τύπου MS01.

Η δεύτερη εικόνα παρουσιάζει τα στοιχεία ξεχωριστά που απαρτίζουν το βασικό σύστημα ενεργής ηλιακής ανίχνευσης:

- TG01 κιβώτιο ταχυτήτων του ανιχνευτή
- TE01 φακός του ανιχνευτή (αλουμινένιος κύλινδρος)
- Κιβώτιο ελέγχου (άσπρο) μαζί με τα καλώδια σύνδεσης του κιβωτίου ταχυτήτων
- Κιβώτιο παροχής ενέργειας (γκρι), μαζί με τα καλώδια σύνδεσης του κιβωτίου ελέγχου και τα καλώδια του ρεύματος.
- Οδηγίες χρήσεως και μια δισκέτα με το λογισμικό
- RS232 καλώδιο σύνδεσης του ηλεκτρονικού υπολογιστή.

Το κιβώτιο σχέσεων του ανιχνευτή έχει έναν οριζόντιο και έναν κάθετο άξονα όπου και οι δυο κινούνται από έναν 12VDC κινητήρα διαμέσου σπειρωμάτων ακριβείας και οδοντωτών τροχών (μειωτήρων). Κάθε άξονας μπορεί να περιστραφεί κατά 400 °I και έχει αισθητήρα περιστροφής για την ένδειξη της απόλυτης γωνιακής τοποθέτησης. Το κάλυμμα του κιβωτίου σχέσεων είναι κατασκευασμένο από αλουμίνιο και οι άξονες είναι από ανοξείδωτο ατσάλι (διαμέτρου 25 mm). Ένας φακός ανίχνευσης του ηλίου είναι προσαρτημένος πάνω στον οριζόντιο άξονα. Ο φακός περιέχει έναν φωτοανιχνευτή τεσσάρων καναλιών, ο οποίος είναι ρυθμισμένος



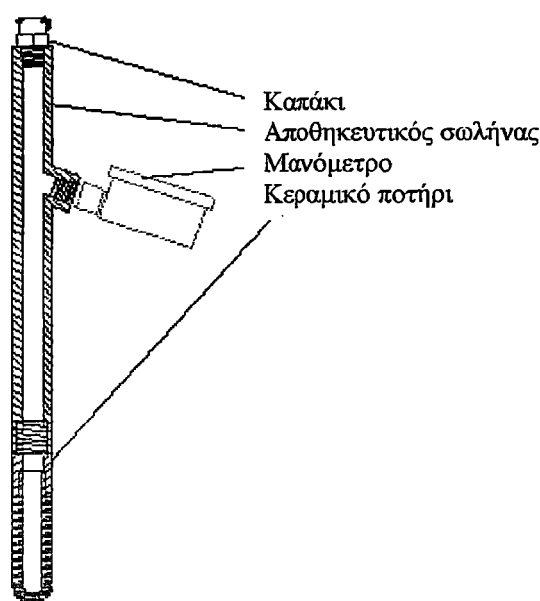
ώστε να αποδίδει ισάξια σήματα από το κάθε κανάλι, όταν ο φακός είναι στραμμένος απ' ευθείας πάνω στον ήλιο.

Το λογισμικό ελέγχου λειτουργεί κάτω από το περιβάλλον των Microsoft Windows που είναι εγκατεστημένο σε έναν Η/Υ. Το λογισμικό περιλαμβάνει μια απλή γραφική αναπαράσταση, παρουσιάζοντας τον ήλιο και τις θέσεις του ανιχνευτή, και τα τέσσερα σήματα του φακού. Η σύνδεση του ανιχνευτή πραγματοποιείται διαμέσου μιας απλής RS232 σειριακής θύρας του Η/Υ.

Από τη στιγμή όπου ο ανιχνευτής / φακός ευθυγραμμιστεί μηχανικά και το λογισμικό ρυθμιστεί σύμφωνα με τη γεωγραφική θέση της τοποθεσίας, το σύστημα θα ανιχνεύσει ενεργά τον ήλιο κινούμενο σε κλειστή καμπύλη τροχιά. Όταν ο ήλιος σκιάζεται (από νέφη), το σύστημα παραλείπεται και ακολουθεί η παθητική ανίχνευση, χρησιμοποιώντας υπολογισμένες τιμές και πληροφορίες της θέσεως από τους αισθητήρες περιστροφής. Ο ανιχνευτής, σταματά αυτόματα να λειτουργεί όταν νυκτώνει και αρχίζει ξανά την ανίχνευση την επόμενη ημέρα.

#### 6.4.1. Οδηγός χρήσης τασιμέτρου

Το τασίμετρο είναι ένα απλό και αξιόπιστο όργανο, σχεδιασμένο για να μετράει άμεσα το δυναμικό ή την τάση συγκράτησης του νερού, μέσα στο εδαφικό προφίλ. Η τάση, είναι ένα μέτρο της δύναμης με την οποία είναι δεσμευμένο το νερό στο έδαφος και είναι μια ένδειξη της διαθεσιμότητας του νερού για την αναρρόφηση του από τις ρίζες των φυτών, αλλά και της ικανότητας του να κινείται μέσα στο εδαφικό προφίλ. Η τάση σχετίζεται επίσης με την περιεκτικότητα του νερού και μπορεί να αποδώσει μια ένδειξη για την ποσότητα του νερού στο εδαφικό προφίλ.



Εικόνα 56. Το τασίμετρο και τα εξαρτήματά του.

Το τασίμετρο, αποτελείται από αρκετά κύρια εξαρτήματα: ένα πορώδες κεραμικό ποτήρι, έναν σωλήνα αποθήκευσης νερού, ένα μανόμετρο και ένα καπάκι. Το πορώδες κεραμικό ποτήρι, ρυθμίζει τη ροή του νερού εντός και εκτός από το τασίμετρο και η οποία έρχεται σε ισορροπία με την τάση του εδάφους. Ο αποθηκευτικός σωλήνας, συγκρατεί μια ποσότητα νερού την οποία χρειάζεται το τασίμετρο για να λειτουργήσει. Το καπάκι, σφραγίζει αεροστεγώς τη συσκευή και επιτρέπει τη διατήρηση της τάσης, εντός του τασιμέτρου. Το μανόμετρο, παρέχει τη μέτρηση της τάσης.

#### 6.4.2. Θεωρία λειτουργίας

Το νερό συγκρατείται μέσα στο έδαφος, λόγω της έλξης των μορίων του νερού από τα σωματίδια του εδάφους. Το νερό, συγκρατείται σε πορώδη διαστήματα ανάμεσα στα σωματίδια του εδάφους και κινείται διαμέσου των αλληλοσυνδεόμενων πόρων. Ένα έδαφος χαρακτηρίζεται ως κορεσμένο, όταν όλα τα πορώδη διαστήματα του, είναι πλήρη από νερό. Όταν το νερό εξαντλείται ή απομακρύνεται, εξαιτίας της απορρόφησης του από τις ρίζες των φυτών ή λόγω της εξάτμισης, η περιεκτικότητα του νερού ελαττώνεται καθώς μέσα στα πορώδη διαστήματα εισέρχεται αέρας. Το νερό που βρίσκεται στο κέντρο των πόρων και σε μεγαλύτερη απόσταση από τα σωματίδια του εδάφους, συγκρατείται με μικρότερη δύναμη και κινείται με μεγαλύτερη ευκολία. Καθώς αυτή η ποσότητα νερού απομακρύνεται, μέσα στους πόρους παραμένει εκείνη η ποσότητα νερού που συγκρατείται με μεγαλύτερη δύναμη, με αποτέλεσμα η τάση του εδαφικού νερού να αυξάνεται.

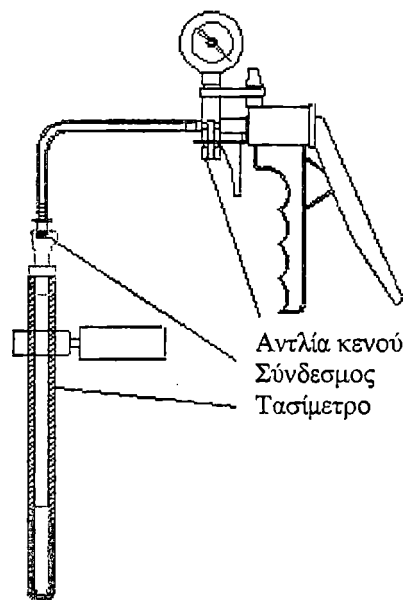
#### 6.4.3. Προετοιμασία για την εγκατάσταση

Το τασίμετρο θα πρέπει να ετοιμαστεί πριν από την εγκατάσταση του στο έδαφος. Η προετοιμασία αναφέρεται στην πλήρωση του τασιμέτρου με νερό, στον έλεγχο του μανομέτρου και στη σημείωση του βάθους εγκατάστασης πάνω στο σωλήνα.

##### Πλήρωση του τασιμέτρου

Το τασίμετρο θα πρέπει να είναι πλήρες από νερό και όλη η ποσότητα του αέρα να έχει απομακρυνθεί, προκειμένου να λειτουργήσει. Αυτό επιτυγχάνεται με την εμφύσηση του κεραμικού ποτηριού σε μια δεξαμενή νερού και τη μεταφορά του νερού στον αποθηκευτικό σωλήνα του τασιμέτρου, με τη βοήθεια μιας αντλίας κενού. Το νερό μεταφέρεται στον αποθηκευτικό σωλήνα διαμέσου του πορώδους ποτηριού, γεμίζοντας τους πόρους και αντικαθιστώντας τον αέρα που βρίσκεται μέσα στο ποτήρι με νερό. Όταν ο αποθηκευτικός σωλήνας είναι πλήρης από νερό, η αντλία κενού αφαιρείται και το τασίμετρο απομακρύνεται από τη δεξαμενή νερού.

Για τη διασφάλιση της πλήρους απομάκρυνσης του αέρα, χρησιμοποιείται για την πλήρωση του τασιμέτρου, νερό χωρίς αέρα. Το νερό χωρίς αέρα, παρασκευάζεται βράζοντας το νερό μέχρι το σημείο εκείνο όπου απομακρύνονται όλες οι φυσαλίδες του αέρα και στη συνέχεια ψύχοντας το.



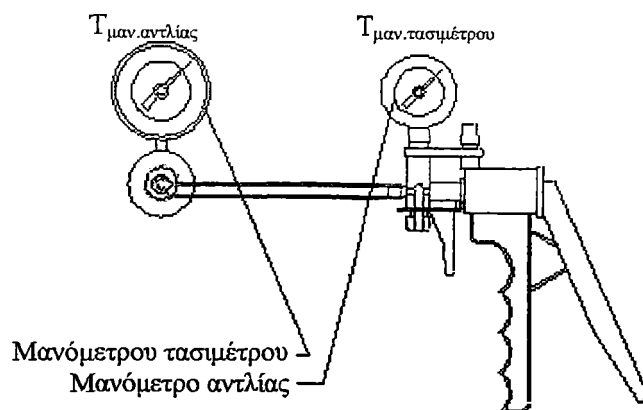
Εικόνα 57. Τασίμετρο και αντλία κενού.

Αν δεν υπάρχει διαθέσιμο νερό χωρίς αέρα, ο αέρας που εμπεριέχεται μέσα στο νερό μπορεί να απομακρυνθεί με τη δημιουργία κενού και την απομάκρυνση του από το διάλυμα. Καθώς το τασίμετρο είναι πλήρες και έχει απομακρυνθεί από τη δεξαμενή νερού, προσαρτείται η αντλία όπου δημιουργεί το κενό, το οποίο απομακρύνει τον αέρα από το νερό, καθώς επίσης και τις φυσαλίδες που βρίσκονται στα πλευρικά τοιχώματα του αποθηκευτικού σωλήνα και μέσα στο μανόμετρο. Με το τασίμετρο να είναι πλήρες από νερό και όλη την ποσότητα του αέρα να έχει απομακρυνθεί, το τασίμετρο σφραγίζεται αεροστεγώς τοποθετώντας το καπάκι. Το νερό μπορεί να αρχίσει να εξατμίζεται από το κεραμικό ποτήρι, με αποτέλεσμα να αυξηθεί η τάση μέσα στο τασίμετρο. Στην περίπτωση που το μανόμετρο δεν ανταποκριθεί, το τασίμετρο θα πρέπει να ελεγχθεί για τυχόν διαρροές, κυρίως γύρω από το σημείο σύνδεσης με το μανόμετρο.

#### Έλεγχος του μανομέτρου

Η ακρίβεια του μανομέτρου θα πρέπει να έχει ελεγχθεί, ούτως ώστε να επιτευχθούν όσο το δυνατόν πιο αξιόπιστες μετρήσεις, χρησιμοποιώντας το τασίμετρο. Το μανόμετρο τύπου Bourdon, το οποίο χρησιμοποιείται στα περισσότερα τασίμετρα που διατίθενται στο εμπόριο, είναι οικονομικό εν τούτοις αξιόπιστο μανόμετρο, αλλά συχνά εμφανίζει μια στατιστική απόκλιση ή αντιστάθμιση, η οποία μπορεί να μετρηθεί και να διορθωθεί.

Για τον προσδιορισμό της απόκλισης του μανομέτρου, αφαιρείται το καπάκι από τον αποθηκευτικό σωλήνα του τασιμέτρου και προσαρτείται κατάλληλα μια αντλία κενού που διαθέτει μονόμετρο ακριβείας.



Εικόνα 58. Προσδιορισμός απόκλισης μανομέτρου.

Η αντλία δημιουργεί κενό μέσα στο τασίμετρο, και η μέτρηση του μανομέτρου της αντλίας συγκρίνεται με εκείνη του τασιμέτρου. Το επίπεδο του κενού θα πρέπει να ρυθμιστεί σε αρκετές διαφορετικές τιμές, ενώ οι μετρήσεις του μανομέτρου συγκρίνονται, ούτως ώστε, να ληφθεί η ακριβής τιμή της απόκλισης αλλά και να εξακριβωθεί ότι η απόκλιση είναι σταθερή. Η διαφορά μεταξύ των δυο μανομετρικών ενδείξεων, είναι η απόκλιση του μανομέτρου.

$$\boxed{\text{Απόκλιση} = T_{\text{μαν.αντλίας}} - T_{\text{μαν.τασιμέτρου}}} \quad (6.7)$$

όπου

Απόκλιση = στατιστ. απόκλιση ή αντιστάθμιση μανομέτρου (cb)

$T_{\text{μαν.αντλίας}}$  = τάση μετρούμενη από το μανόμετρο της αντλίας (cb)

$T_{\text{μαν.τασιμέτρου}}$  = τάση μετρούμενη από το μανόμε. του τασιμέτρου (cb)

Η απόκλιση του μανομέτρου, καταγράφεται και χρησιμοποιείται για τη διόρθωση των ενδείξεων του μανομέτρου, που βρίσκεται προσαρτημένο στο τασίμετρο.

$$T_{\text{πραγματικό}} = T_{\text{μαν.τασιμέτρου}} + \text{απόκλιση}$$

#### 6.4.4. Ρυθμίσεις του ύψους στήλης

Η στήλη του νερού μέσα στο σωλήνα επηρεάζει τις μετρήσεις του τασιμέτρου, λόγω της βαρυτικής έλξης ή του βάρους του νερού. Η τάση μέσα στο τασίμετρο, βρίσκεται σε ισορροπία με την τάση που ασκείται από το έδαφος, συμπεριλαμβανομένης και της επιπρόσθετης έλξης, εξαιτίας του βάρους της στήλης νερού.

Η τάση που μετράται από το μανόμετρο είναι δυνατό να ρυθμιστεί, ούτως ώστε να υποδεικνύει την ακριβή τάση του νερού στο έδαφος, χωρίς δηλαδή να συνυπολογίζει το βάρος του νερού.

$$T_{\text{εδαφικού νερού}} = T_{\text{μανομέτρου}} - \text{βάρος στήλης νερού} \quad (6.8)$$

Η επίδραση του βάρους της στήλης νερού, καθορίζεται με τη μέτρηση του ύψους της στήλης νερού και τη μετατροπή του σε μια ισοδύναμη πίεση. Μια στήλη νερού ύψους 10 cm, ασκεί μια πίεση περίπου της τάξης του 1 cb, οπότε για κάθε 1 εκατοστό νερού ασκείται μια πίεση μεγέθους 0,1 cb. Η ρύθμιση του ύψους της στήλης νερού, υπολογίζεται μετρώντας το ύψος της στήλης νερού και πολλαπλασιάζοντας το με 0,1 cb.

$$wc = h * 0,1 \text{ cb/cm} \quad (6.9)$$

όπου

$$wc = \text{ρύθμιση του ύψους της στήλης νερού} \quad (\text{cb})$$

$$h = \text{ύψος της στήλης νερού} \quad (\text{cm})$$

Οι ενδείξεις του τασιμέτρου μπορούν τότε να ρυθμιστούν ώστε να υποδεικνύουν, με μεγαλύτερη ακρίβεια, τη τάση στο έδαφος, αφαιρώντας τη ρύθμιση της στήλης νερού.

$$T_{\text{εδαφικού νερού}} = T_{\text{μανομέτρου}} - wc \quad (6.10)$$

Η ρύθμιση του ύψους της στήλης νερού μπορεί να απλοποιηθεί, διατηρώντας το επίπεδο του νερό μέσα στο τασίμετρο σε ένα σταθερό ύψος. Οι μεταβολές του επιπέδου του νερού οι οποίες είναι μικρότερες από 10 cm, προκαλούν σφάλμα μικρότερο από 1 cb, το οποίο συχνά αγνοείται.

#### 6.4.5. Σημειώνοντας το βάθος εγκατάστασης και το ύψος της στήλης νερού

Για να διασφαλιστεί το κατάλληλο βάθος της εγκατάστασης του τασιμέτρου, το επιθυμητό βάθος εγκατάστασης μπορεί να μετρηθεί και να σημειωθεί πάνω στο σώμα του τασιμέτρου, πριν από την εγκατάσταση. Το βάθος εγκατάστασης μετράται από το κέντρο του κεραμικού ποτηριού κατά μήκος του αποθηκευτικού σωλήνα. Πάνω στο σώμα του σωλήνα δημιουργείται μια μόνιμη σήμανση.

Το ύψος της στήλης νερού, μέσα στο σώμα του σωλήνα, μπορεί επίσης να μετρηθεί. Το ύψος, μετράται από το κέντρο του κεραμικού ποτηριού μέχρι το επίπεδο

της στάθμης του νερού. Πάνω στον αποθηκευτικό σωλήνα, δημιουργείται μια μόνιμη σήμανση. Στην περίπτωση που το επίπεδο της στάθμης του νερού διατηρείται σε αυτό το επίπεδο, το ύψος της στήλης θα είναι σταθερό, απλοποιώντας, κατά τον τρόπο αυτό, τη ρύθμιση του.

#### 6.4.6. Εγκατάσταση – Τοποθέτηση

Το τασίμετρο εγκαθίσταται στο χωράφι, αφού πρώτα έχει επιλεγεί ένα κατάλληλο μέρος. Στους παράγοντες, οι οποίοι μπορούν να επηρεάσουν την επιλογή της τοποθεσίας, περιλαμβάνονται ο τύπος του εδάφους και η μεταβλητότητα του, ο τύπος της καλλιέργειας, το βάθος του ριζικού συστήματος και η μορφή του, καθώς και το σύστημα άρδευσης και η εφαρμογή του. Για τις καλλιέργειες με επιφανειακό ριζικό σύστημα, χρησιμοποιείται συνήθως ένα απλό τασίμετρο, ενώ δυο ή και περισσότερα χρησιμοποιούνται συνήθως στις καλλιέργειες, όπου το ριζικό τους σύστημα αναπτύσσεται σε μεγαλύτερο βάθος. Όταν χρησιμοποιούνται δυο τασίμετρα, το ένα τοποθετείται στην ενεργή ζώνη του ριζοστρώματος, σε ένα βάθος που αντιστοιχεί περίπου στο  $\frac{1}{4}$  του βάθους της ζώνης. Το δεύτερο τασίμετρο, τοποθετείται στο τέρμα της ζώνης του ριζοστρώματος. Το τασίμετρο που βρίσκεται ψηλότερα χρησιμοποιείται για την ένδειξη των συνθηκών που επικρατούν στην ενεργή ζώνη του ριζοστρώματος, ενώ αυτό που βρίσκεται χαμηλότερα, χρησιμοποιείται για την ένδειξη της υπερβολικής άρδευσης ή της βαθιάς διήθησης από τη ζώνη του ριζοστρώματος.

Μετά τον καθορισμό της τοποθεσίας, ανοίγεται στο έδαφος μια οπή, χρησιμοποιώντας ένα γεωτρύπανο με 22 mm διάμετρο. Από τη στιγμή που το βάθος εγκατάστασης μετράται από το κέντρο του κεραμικού ποτηριού, το βάθος της οπής θα είναι λίγο μεγαλύτερο, περίπου 3 cm, ούτως ώστε να διευθετηθεί και το επιπλέον μήκος του κεραμικού ποτηριού.

Στην περίπτωση που έχει διανοιχτεί στο έδαφος μια οπή μεγαλύτερη από 22 mm, θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή, κατά την εγκατάσταση του τασιμέτρου, έτσι ώστε να τοποθετηθεί γύρω του επιπλέον έδαφος. Το πορώδες κεραμικό ποτήρι, θα πρέπει να βρίσκεται σε άριστη φυσική επαφή με το έδαφος, ούτως ώστε να επιτρέπεται η σωστή κίνηση του νερού, μέσα και έξω από το τασίμετρο. Το έδαφος που εκσκάπτεται από την οπή, το οποίο κοσκινίζεται ώστε να απομακρυνθούν τα

μεγαλύτερα σωματίδια, μπορεί να μετατραπεί σε πηλό με την προσθήκη νερού και να χρησιμοποιηθεί κατά την εγκατάσταση του κεραμικού ποτηριού.

Η διανοιγμένη οπή, ξαναγεμίζεται και πακτώνεται στην αρχική της πυκνότητα. Αν το έδαφος είναι αρκετά χαλαρό, διάκενα αέρος γύρω από τον σωλήνα του τασιμέτρου, είναι δυνατό να επιτρέψουν στο νερό της βροχής ή στο αρδευτικό νερό, να κινηθεί κατά μήκος του σωλήνα και μέσα στο εδαφικό προφίλ, επηρεάζοντας τις συνθήκες της υγρασίας και φυσικά τις μετρήσεις του τασιμέτρου στην παρακείμενη περιοχή.

#### **6.4.7. Χειρισμός – Λειτουργία**

Οι μετρήσεις του τασιμέτρου λαμβάνονται περιοδικά, για να καθοριστούν οι συνθήκες υγρασίας του εδάφους και για να εξεταστεί η συμπεριφορά του ωφέλιμου νερού στις καλλιέργειες. Η συχνότητα των μετρήσεων εξαρτάται, από την ικανότητα συγκράτησης νερού του εδάφους, την κατανάλωση νερού από τις καλλιέργειες αλλά και τις απαιτήσεις σε νερό λόγω της εξάτμισης. Οι μετρήσεις θα πρέπει να λαμβάνονται αρκετά συχνά, ούτως ώστε να εντοπίζονται οι τρόποι με τους οποίους καταναλώνεται το νερό, να καθιερωθεί εκείνο το σημείο όπου το εδαφικό νερό είναι περιορισμένο και απαιτείται άρδευση, αλλά και να προβλέπεται η κατανάλωση του αρδευτικού νερού ώστε να προσδιορίζεται χρονικά, η αναγκαία πλέον επόμενη άρδευση.

Η καταγραφή και η επεξεργασία (δημιουργία γραφημάτων) των μετρήσεων του τασιμέτρου, καθώς επίσης και των ποσοτήτων των βροχοπτώσεων και των αρδεύσεων, παρέχουν στον χρήστη πληροφορίες απαραίτητες για την καλύτερη κατανόηση της συμπεριφοράς των καλλιεργειών, όσον αφορά την κατανάλωση νερού, αλλά και για την πρόβλεψη του χρόνου και της ποσότητας του νερού που είναι απαραίτητη.



### 6.5.1. Τασίμετρο εισαγωγής για φυτά γλάστρας, κλωβούς και ρηχά υποστρώματα

Κατάλληλο αρχικά για τον έλεγχο της άρδευσης, αλλά επίσης και για τη μέτρηση της υγρασίας με μανόμετρα ή ηλεκτρονικούς αισθητήρες.

| <b>Π Ι Ν Α Κ Α Σ 6 . 1</b>                                     |                                                                                                                              |
|----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Κατάλληλο για χρήση με τα παρακάτω αρδευτικά συστήματα:</b> | Στάγδην άρδευση, άμπωτης και παλίρροια, αυλάκια, ή ελεγχόμενης ροής αρδευτικά συστήματα.                                     |
| <b>Εξαρτήματα που απαιτούνται:</b>                             | Αισθητήρας-Μ (μοντέλο 50) ή αισθητήρας-Ε, ενδεχομένως επίσης το Μανόμετρο 400 για τα μοντέλα με ολοκληρωμένο τμήμα Τ-ένωσης. |

### 6.5.2. Τεχνική περιγραφή

- Θάλαμος τασιμέτρου: Κοντός ή επιμήκης καφές κεραμικός κώνος (τύπου ΒΙ), δοκιμασμένος και ρυθμισμένος, με μέγιστη αναρροφητική τάση > 850 kPa και παράγοντα αναρρόφησης 0,1 – 0,3.
- Σωλήνας ή τμήμα λαιμού: Ακρυλικός γυάλινος σωλήνας με προστατευτικό κάλυμμα καθ' όλο το μήκος του.
- Σύνδεση: Κολημένο πάνω σε βιδωμένο τμήμα του λαιμού με τύπο σπειρώματος “GL 14” (Ψ Ψ14 mm), γενικά κατασκευασμένο από γυαλί ή PVC, επίσης διαθέσιμο με τμήμα λαιμού σχήματος T. Όλα τα σπειρωτά τμήματα του λαιμού ταιριάζουν με τα αντίστοιχα σπειρωτά καλύμματα των μανομέτρων ή των αισθητήρων.
- Παράθυρο παρατήρησης: Για την παρατήρηση της στήλης νερού που βρίσκεται στο γυάλινο τμήμα του λαιμού.

### 6.5.3. Επεξήγηση των ενδείξεων του τασιμέτρου

Ένα τασίμετρο, μετρά το πόσο δυνατά το ριζικό σύστημα ενός φυτού θα πρέπει να εργαστεί, ούτως ώστε να προσροφήσει νερό και να καλύψει τις ανάγκες του. Μετράει απ' ευθείας το «εδαφικό δυναμικό», το οποίο είναι η φυσική δύναμη την οποία θα πρέπει να υπερνικήσει το ριζικό σύστημα, έτσι ώστε να ελευθερώσει το νερό από την αντίσταση των εδαφικών σωματιδίων.

Όλα τα τασίμετρα μετρούν σε centibars (cb). Εκατό centibars αντιστοιχούν σε ένα bar. Όσο πιο υψηλή είναι η μέτρηση του μανομέτρου, πχ. 40 cb, τόσο πιο δύσκολο είναι για το φυτό να αποσπάσει νερό από το έδαφος.

Το μεγαλύτερο ποσοστό του νερού στο έδαφος που είναι διαθέσιμο για την ανάπτυξη των φυτών, απαντάται ως μια λεπτή μεμβράνη πάνω στα εδαφικά σωματίδια ή ως μικρές σταγόνες ενδιάμεσα των εδαφικών πόρων. Η ποσότητα του νερού που συγκρατείται στους πόρους μια έως δυο ημέρες μετά την άρδευση, είναι γνωστή ως υδατοϊκανότητα.

Στο σημείο της υδατοϊκανότητας, οι μετρήσεις του τασιμέτρου κυμαίνονται από 6 έως 10 cb για τα αμμώδη εδάφη και 10 cb ή και παραπάνω για τα βαρείας σύστασης εδάφη. Οι μετρήσεις που είναι μικρότερες της υδατοϊκανότητας, υποδηλώνουν ότι το έδαφος είναι κορεσμένο.

Καθώς τα εδάφη ποικίλουν σε ένα ευρύ φάσμα, μια μέτρηση του τασιμέτρου ανάμεσα στα 25 cb (σε ελαφριάς σύστασης εδάφη) και στα 60 cb (σε βαρείας σύστασης εδάφη), μας φανερώνει πως είναι κατάλληλη στιγμή για άρδευση. Υψηλές μετρήσεις τασιμέτρου, όπως είναι αυτές, φανερώνουν πως η υγρασία του εδάφους έχει εξαντληθεί σε ένα τέτοιο βαθμό, όπου η καλλιέργεια θα βρισκόταν υπό ασφυκτική πίεση και θα χρειάζονταν απαραίτητως νερό.

### 6.5.4. Πότε θα πρέπει να λαμβάνονται οι μετρήσεις

Το ιδανικό είναι να λαμβάνονται οι μετρήσεις κάθε μέρα, την ίδια ώρα και χωρίς το πρωί. Η συχνότητα των μετρήσεων εξαρτάται από τον τύπο του εδάφους.

- Στα βαρεία εδάφη, οι μετρήσεις από τα τασίμετρα θα πρέπει να λαμβάνονται πριν ακριβώς από την άρδευση και μια ή δυο μέρες μετά. Επιπροσθέτως, η λήψη των μετρήσεων θα πρέπει να επαναλαμβάνεται και ανάμεσα από τις αρδεύσεις, ούτως ώστε να εξακριβώνεται ο χρόνος της επόμενης άρδευσης.

- Στα ελαφριά εδάφη θα πρέπει να λαμβάνονται μετρήσεις από το τασίμετρο καθημερινά.

Την άνοιξη, το καλοκαίρι και το φθινόπωρο, το νερό που χρειάζονται οι καλλιέργειες είναι σχετικά υψηλό και το έδαφος ξεραίνεται πιο γρήγορα. Κατά τη διάρκεια των εποχών αυτών, θα πρέπει να λαμβάνονται πιο συχνά οι μετρήσεις από το τασίμετρο. Για παράδειγμα, σε δενδρώδεις καλλιέργειες που αρδεύονται με τη μέθοδο του καταιονισμού και αναπτύσσονται σε αμμώδη εδάφη, θα πρέπει να λαμβάνονται μετρήσεις κάθε μέρα. Για αμπελώνες που βρίσκονται σε αργιλώδη εδάφη, η λήψη μετρήσεων δυο έως τρεις φορές την εβδομάδα, είναι συχνά ικανοποιητική.

Κατά τη διάρκεια του χειμώνα, από τα τασίμετρα που έχουν εγκατασταθεί σε φυλλοβόλες καλλιέργειες, είναι δυνατό να λαμβάνονται μετρήσεις μηνιαίως, από τη στιγμή που το νερό δεν χρησιμοποιείται από αυτές τις καλλιέργειες. Σταθερά χαμηλές μετρήσεις, μπορούν να φανερώσουν την ύπαρξη υδατοκορεσμού και την ανάγκη για την πραγματοποίηση στράγγισης ή άλλης παρόμοιας ενέργειας.

#### **6.5.5. Με ποιο τρόπο θα πρέπει να καταγράφονται οι μετρήσεις**

Θα πρέπει να καταχωρούνται οι μετρήσεις του τασιμέτρου σε ένα σημειωματάριο ή ημερολόγιο, μαζί με τις ποσότητες της βροχόπτωσης και της άρδευσης, καθώς και τις ημερομηνίες.

Είναι βασικό να καθορίζεται η τοποθεσία εγκατάστασης του οργάνου, καταγράφοντας έναν αριθμό που αντιστοιχεί στη βαλβίδα ή την τοποθεσία, το βάθος που λειτουργεί το τασίμετρο, καθώς και την ώρα και την ημέρα λήψης της μετρήσεως.

Είναι απαραίτητο να αναπαριστώνται γραφικά οι μετρήσεις του τασιμέτρου, σε ένα κατάλληλο χαρτί. Ένα διάγραμμα παρέχει την καλύτερη εικόνα της μεταβολής της εδαφικής υγρασίας.

#### **6.5.6. Τασίμετρα τύπου SWT 3, 5, και 6**

- Άριστη ακρίβεια σε υγρά και αρδευόμενα εδάφη
- Είναι διαθέσιμα μοντέλα μικρής κλίμακας και ενισχυμένα




### **6.5.7. Εφαρμογές**

Αυτά τα συμβατικά και γεμάτα με νερό τασίμετρα με κεραμικό ποτήρι, έχουν καλή ακρίβεια ( $\pm 0,2$  kPa) σε ένα εύρος από 0 – 85 kPa, το οποίο τα καθιστά εύχρηστα σε εφαρμογές που αφορούν την κίνηση του νερού, τις μελέτες για την αναρρόφηση του, καθώς και την παρακολούθηση των αρδεύσεων.

### **6.5.8. Παροχή ενέργειας και ρύθμιση δεδομένων**

Τα τασίμετρα απαιτούν μια σταθεροποιημένη τάση ρεύματος ίση με 10,6 V και μια πηγή ενέργειας ίση με 13mA. Ένας DL2e Data Logger, στον οποίο προσαρμόζεται και ένας ρυθμιστής τάσης TVB1, μπορεί να τροφοδοτήσει πάνω από 30 τασίμετρα (ή 60 με ειδική καλωδίωση).

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 6 . 2

| ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ                                                                |                                                                                     | ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ                                                                                                                                                                                       | ΕΥΡΟΣ ΔΙΑΘΕΣΙΜΩΝ ΜΗΚΩΝ ΤΩΝ ΡΑΒΔΩΝ                     | ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΕΡΑΜΙΚΟΥ ΠΟΤΗΡΙΟΥ | ΕΥΡΟΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ          |
|--------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|-------------------------------|-------------------------|
| <p>Τασίμετρο, γενικού σκοπού, ράβδος 300 mm, τύπος SWT3 (5m καλώδιο)</p> |    | <p>Έκδοση χαμηλού κόστους. Μπορεί εύκολα να τοποθετηθεί ξανά στο έδαφος. Ολόκληρο το σώμα γεμίζει με νερό-μεγαλύτερη προδιάθεση στη θερμική επίδραση από τα άλλα μοντέλα.</p>                    | <p>50 – 2000 mm<br/>(διαθέσιμη αύξηση ανά 100 mm)</p> | <p>50 mm × 20 mm διάμετρο</p> | <p>+10 έως -70 kPa</p>  |
| <p>Τασίμετρο, μικρό μέγεθος, ράβδος 70 mm, τύπος SWT5 (5m καλώδιο)</p>   |   | <p>Συμπαγές – προκαλεί ελάχιστη διαταραχή του εδάφους. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε δοχείο με φυτά.</p>                                                                                           | <p>20 – 200 mm<br/>(διαθέσιμη αύξηση ανά 20 mm)</p>   | <p>20 mm × 5 mm διάμετρο</p>  | <p>+100 έως -85 kPa</p> |
| <p>Τασίμετρο, ενισχυμένο, ράβδος 300 mm, τύπος SWT6 (5m καλώδιο)</p>     |  | <p>Οι διατάξεις μετατροπής του νερού και της πίεσης βρίσκονται αρκετά πιο χαμηλά από την επιφάνεια του εδάφους. Μπορεί να παραμείνει εγκατεστημένο σε περιοχές που δεν παρατηρείται παγετός.</p> | <p>50 – 2000 mm<br/>(διαθέσιμη αύξηση ανά 100 mm)</p> | <p>60 mm × 24 mm διάμετρο</p> | <p>+100 έως -85 kPa</p> |