



Ελληνική Δημοκρατία  
Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό  
Ίδρυμα Ηπείρου

# Αρδεύσεις (Εργαστήριο)

Ενότητα 12 : Μελέτη άρδευσης  
συγκροτήματος καταιονισμού

Δρ. Μενέλαος Θεοχάρης



Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

# ΜΕΛΕΤΗ ΑΡΔΕΥΤΙΚΩΝ

## 6.1.1 ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΩΝ ΚΑΤΑΙΟΝΙΣΜΟΥ

### 6.1.1.(i) Γενικά.

Για την επιτυχή μελέτη ενός συγκροτήματος άρδευσης με καταιονισμό, απαιτείται η επισταμένη εξέταση όλων των σχετικών παραγόντων, ήτοι των εδαφικών, τοπογραφικών και κλιματολογικών συνθηκών, του είδους των καλλιεργειών, της προέλευσης του νερού, των καλλιεργητικών μεθόδων, της υδατοκατανάλωσης και των υδραυλικών στοιχείων, σε συνδυασμό με τις δαπάνες κατασκευής των έργων, της προμήθειας του απαιτούμενου εξοπλισμού και της λειτουργίας της εγκατάστασης.

Πριν από την εκτέλεση των διαφόρων υπολογισμών απαιτείται η συγκέντρωση όλων των διαθέσιμων στοιχείων και δεδομένων, σχετικά με την τοποθεσία της έκτασης που θα αρδευτεί, τα κλιματολογικά στοιχεία της περιοχής, την προέλευση και προσαγωγή του νερού, τις καλλιέργειες που θα εφαρμοστούν, την επιθυμητή λειτουργία του συγκροτήματος, το είδος της ενέργειας που θα χρησιμοποιηθεί και τις εδαφικές συνθήκες.

Πρέπει επίσης να διατίθεται και κατάλληλης κλίμακας τοπογραφικό διάγραμμα της υπόψη περιοχής.

Στα επόμενα θα γίνει ανάπτυξη δύο μελετών αρδευτικών συγκροτημάτων καταιονισμού. Η πρώτη αφορά την άρδευση ενός χλοοτάπητα με μόνιμο συγκρότημα από σωλήνες PE, και η δεύτερη αφορά την άρδευση μίας καλλιέργειας μηδικής με φορητό συγκρότημα από σωλήνες PVC.

### 6.1.1.(ii) Μελέτη μόνιμου αρδευτικού συγκροτήματος καταιονισμού.

#### 2.1. Δεδομένα.

##### 2.1.1. Τοποθεσία.

α. Περιοχή εκτέλεσης του έργου :

Το υπό μελέτη αρδευτικό συγκρότημα αφορά την άρδευση του χώρου που βρίσκεται μεταξύ του θερμοκηπίου υδροπονικής καλλιέργειας του Τμήματος Ανθοκομίας - Αρχιτεκτονικής Τοπίου και του κτιρίου Ζωικής Παραγωγής της Σχολής Τεχνολογίας Γεωπονίας του ΤΕΙ Ηπείρου.

β. Όνομα ιδιοκτήτη: ΤΕΙ Ηπείρου

γ. Έκταση κτήματος: 1140 m<sup>2</sup>

δ. Τοπογραφικό ανάγλυφο (συνοπτική περιγραφή): Η έκταση είναι επίπεδη με μικρές μεταβολές των υψομέτρων, τέτοιες ώστε πρακτικά να είναι δυνατό να αμεληθούν.

Το απόλυτο υψόμετρο της περιοχής είναι 10 m.

Πριν από την άρδευση προηγήθηκε η κατασκευή στραγγιστικού δικτύου με υπόγειους διάτρητους τσιμεντοσωλήνες ( δραίνα ).

Μέσα στην έκταση είναι εγκατεστημένα τα εξής δίκτυα :

(1) Το δίκτυο υπόγειων στραγγιστικών αγωγών.

(2) Το δίκτυο ύδρευσης τόσο του θερμοκηπίου υδροπονικής καλλιέργειας ανθοκομικών φυτών, όσο και του κτιρίου Ζωικής Παραγωγής.

Το δίκτυο απόχευσης του κτιρίου Ζωικής Παραγωγής.

(4) Το δίκτυο ηλεκτροδότησης του θερμοκηπίου υδροπονικής καλλιέργειας ανθοκομικών φυτών.

(5) Το δίκτυο γείωσης του υποσταθμού της ΔΕΗ.

Όλα τα παραπάνω δίκτυα σημειώνονται στο σχετικό τοπογραφικό διάγραμμα

Στο ίδιο τοπογραφικό διάγραμμα φαίνεται η αναλυτική εμβαδομέτρηση του μελετώμενου χώρου καθώς και η ακριβής μορφή αυτού.

#### 2.1.2. Κλιματολογικά στοιχεία.

Τα κλιματολογικά στοιχεία που αναφέρονται παρακάτω είναι προσεγγιστικά.

α. Κρίσιμος Μήνας: Ιούλιος.

β. Πραγματική ηλιοφάνεια: 12 ώρες την ημέρα.

γ. Ταχύτητα ανέμου σε ύψος 10 μέτρα πάνω από το έδαφος : 130 Km / 24 ωρο.

δ. Λόγος  $u_d : u_n$ : 2.

ε. Πραγματική μηνιαία βροχόπτωση: 10 mm.

#### 2.1.3. Αρδευτικό νερό.

α. Προέλευση: Το αρδευτικό νερό θα το εξασφαλίσουμε από την υπάρχουσα γεώτρηση στο χώρο των εγκαταστάσεων του ΤΕΙ.

β. Διαθέσιμη παροχή (από εκτίμηση ): 4 σε lit / sec.

γ. Ποιότητα του νερού: Καλή

δ. Τρόπος προσαγωγής: Η προσαγωγή του νερού από το αντλιοστάσιο στην υπό άρδευση περιοχή, θα γίνει με κλειστό αγωγό PE. Το μήκος του αγωγού προσαγωγής είναι 250 m.

ε. Διακύμανση της παροχής κατά τη διάρκεια της αρδευτικής περιόδου : Καμία.

στ. Διαθέσιμη πίεση : 30 m

#### 2.1. 4. Καλλιέργεια :

Η καλλιέργεια είναι γρασίδι ομοιόμορφου ύψους 8 έως 15 cm, ελεύθερου από οποιαδήποτε ασθένεια με επαρκές διαθέσιμο νερό για την ανάπτυξή του.

#### 2.1. 5. Επιθυμητή λειτουργία του συγκροτήματος :

Η άρδευση της έκτασης θα ολοκληρώνεται σε μία περίοδο, θα γίνεται δηλαδή ταυτόχρονη άρδευση ολόκληρου του χώρου.

#### 2.1. 6. Ενέργεια:

α. Προέλευση : ΔΕΗ

β. Τιμή μονάδας : 30 δραχμές το kWh

#### 2.1. 7. Βασικές εδαφικές σταθερές.

α. Μηχανική σύσταση επιφ/κού εδάφους: Αργιλοπηλός.

β. Βάθος ενεργού ριζοστρώματος: 0,30 m

γ. Υδατοϊκανότητα: 27 %

δ. Σημείο μάρανσης: 13 %

ε. Φαινόμενο βάρος: 1,35 gr/cm<sup>3</sup>

στ. Τελική ταχύτητα διήθησης: 8 mm/h

#### 2.2 Δόση άρδευσης.

Η καθαρή δόση άρδευσης υπολογίζεται από τη σχέση:

$$d_a = \Delta Y_b \cdot E_\phi \cdot d_e \cdot c$$

όπου:  $d_a$  = η δόση άρδευσης σε mm στήλης νερού, ή m<sup>3</sup> / στρέμμα.

$\Delta Y_b$  = η διαθέσιμη υγρασία του εδάφους εκφρασμένη στα εκατό ξηρού βάρους εδάφους. Η διαθέσιμη υγρασία ισούται με την υδατοϊκανότητα μείον το σημείο μάρανσης του εδάφους

ήτοι  $\Delta Y_b = 27 \% - 13 \% = 14 \%$ .

$E_\phi$  = το φαινόμενο ειδικό βάρος του εδάφους το οποίο είναι 1,35 gr/cm<sup>3</sup>.

$d_e$  = το βάθος του ενεργού ριζοστρώματος το οποίο είναι 300 mm

$c$  = συντελεστής εξάντλησης της διαθέσιμης υγρασίας ο οποίος παίρνεται ίσος με 30%.

Επομένως  $d_a = \Delta Y_{\beta} \cdot E_{\phi} \cdot d_e \cdot c = 14 \% \cdot 1,35 \cdot 300 \cdot 30 \% = 17,01$  mm

Η δόση εφαρμογής, εξαρτάται από το επιθυμητό βάθος ύγρυνσης, τη διαθέσιμη υγρασία, από το ποσοστό εξάντλησης της διαθέσιμης υγρασίας και από το ποσοστό της επιφάνειας του εδάφους, που πρέπει να υγραίνεται κατά την άρδευση, και υπολογίζεται από την σχέση :

$d_a$  17,01

$d_u = \frac{d_a}{E_a} = \frac{17,01}{0,80} = 21,25$  mm

$E_a$  0,80

όπου:  $d_a$  = η δόση άρδευσης σε mm νερού ή  $m^3$  / στρέμμα.

$E_a$  = ο βαθμός απόδοσης, ή η αποδοτικότητα της άρδευσης, που κυμαίνεται συνήθως από 75 % έως 90 %.

### 2.3. Εύρος άρδευσης.

Το χρονικό διάστημα στο οποίο καταναλώνεται το νερό της άρδευσης λέγεται εύρος άρδευσης,  $E_A$ , και προκύπτει αν η δόση άρδευσης διαιρεθεί με το ημερήσιο υδατικό έλλειμμα,  $E_D$ , δηλαδή την ημερήσια υδατοκατανάλωση. Το  $E_D$  παίρνεται όσο υπολογίστηκε σύμφωνα με την μέθοδο του Penman στην παράγραφο 8 α του κεφαλαίου 7.

$d_a$  17,01

$E_A = \frac{d_a}{E_D} = \frac{17,01}{7,39} = 2,30 \approx 2$  ημέρες

$E_D$  7,39

Και αν η σχέση αυτή λυθεί ως προς  $d_a$ , προκύπτει ότι:

$d_a = E_A \cdot E_D = 2 \cdot 7,39 = 14,78$  mm και  $d_u = 14,78 : 0,80 = 18,48$  mm

### 2.4. Επιλογή και διάταξη εκτοξευτήρων.

Το σχήμα της υπό άρδευση περιοχής και όλες οι κατασκευές που υπάρχουν μέσα σ' αυτή, έχουν καθοριστικά σημασία για την διάταξη των εκτοξευτήρων. Θα τοποθετήσουμε :

α. Εκτοξευτήρες των  $90^\circ$  σε όλες τις γωνίες.

β. Εκτοξευτήρες των  $180^\circ$  στην περιοχή των συνόρων.

γ. Εκτοξευτήρες των 270<sup>0</sup> σε όλες τις γωνιακές περιοχές.

δ. Εκτοξευτήρες των 360<sup>0</sup> στην υπόλοιπη περιοχή.

Για την εξασφάλιση της ομοιομορφίας κατανομής του νερού, η απόσταση μεταξύ των εκτοξευτήρων θα είναι  $b = 1,2 \cdot R_{\pi} = 0,10 R$ , όπου R είναι η ακτίνα εκτόξευσης του εκτοξευτήρα.

Θα χρησιμοποιήσουμε γранаζωτούς εκτοξευτήρες τύπου Nelson σειράς Pro 5500 οι οποίοι έχουν τα χαρακτηριστικά που παρουσιάζονται στον επόμενο πίνακα.

Τύπος	Πίεση	Ακτίνα m		Παροχή		Ύψος βροχής	
		Max	Min	lit /min	m <sup>3</sup> / h	τετραγωνική διάταξη	τριγωνική διάταξη
51	1,4 138	5,5	4,1	1,9	0,11	7,5	9,4
	2,5 242	6,1	4,6	2,6	0,16	8,6	10,7
	3,5 345	6,4	4,8	3,0	0,18	8,9	11,1
52	1,4 138	6,1	4,6	3,0	0,18	9,8	12,2
	2,5 242	7,3	5,5	4,5	0,27	10,2	12,7
	3,5 345	7,6	5,7	4,9	0,30	10,2	12,7
53	1,4 138	6,7	5,0	4,2	0,25	11,1	13,9
	2,5 242	8,2	6,2	6,1	0,36	10,7	13,4
	3,5 345	8,5	6,4	6,8	0,41	11,2	14,0
54	1,4 138	7,0	5,3	6,1	0,36	14,8	18,5
	2,5 242	9,5	7,1	8,3	0,50	11,2	14,0
	3,5 345	9,8	7,3	9,5	0,57	11,9	14,9

Ο τύπος του ακροφυσίου που θα επιλεγεί εξαρτάται από τον τομέα τον οποίο προκειται να καλύψει ο συγκεκριμένος εκτοξευτήρας.

Έτσι για τους εκτοξευτήρες των 90<sup>0</sup> θα χρησιμοποιήσουμε τον τύπο 51, για τους εκτοξευτήρες των 180<sup>0</sup> θα χρησιμοποιήσουμε τον τύπο 52, για τους εκτοξευτήρες των 270<sup>0</sup> θα χρησιμοποιήσουμε τον τύπο 53 και για τους εκτοξευτήρες των 360<sup>0</sup> θα χρησιμοποιήσουμε τον τύπο 54.

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται τα υδραυλικά στοιχεία των επιλεγέντων εκτοξευτήρων.

Η δυνατότητα μεταβολής της ακτίνας εκτόξευσης που έχουν οι συγκεκριμένοι εκτοξευτήρες, μας παρέχουν την ευχέρεια προσαρμογής τους στις ιδιαιτερότητες της μορφής της υπό άρδευση έκτασης.

P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	P <sub>4</sub>	P <sub>5</sub>	P <sub>6</sub>	P <sub>7</sub>
R = 5,50 m q = 0,27 m <sup>3</sup> /h	R = 7,30 m q = 0,27 m <sup>3</sup> /h	R = 7,30 m q = 0,27 m <sup>3</sup> /h	R = 7,30 m q = 0,27 m <sup>3</sup> /h	R = 7,30 m q = 0,50 m <sup>3</sup> /h	R = 7,30 m q = 0,50 m <sup>3</sup> /h	R = 5,60 m q = 0,16 m <sup>3</sup> /h

P = 25 m Ακροφ.: 52	P = 25 m Ακροφ.: 52	P = 25 m Ακροφ.: 52	P = 25 m Ακροφ.: 52	P = 25 m Ακροφ.: 54	P = 25 m Ακροφ.: 54	P = 25 m Ακροφ.: 51
P <sub>8</sub>	P <sub>9</sub>	P <sub>10</sub>	P <sub>11</sub>	P <sub>12</sub>	P <sub>13</sub>	P <sub>14</sub>
R = 6,00 m q = 0,16 m <sup>3</sup> /h P = 25 m Ακροφ.: 51	R = 7,30 m q = 0,27 m <sup>3</sup> /h P = 25 m Ακροφ.: 52	R = 7,30 m q = 0,50 m <sup>3</sup> /h P = 25 m Ακροφ.: 54	R = 7,30 m q = 0,50 m <sup>3</sup> /h P = 25 m Ακροφ.: 54	R = 7,30 m q = 0,27 m <sup>3</sup> /h P = 25 m Ακροφ.: 52	R = 6,10 m q = 0,16 m <sup>3</sup> /h P = 25 m Ακροφ.: 51	R = 7,30 m q = 0,36 m <sup>3</sup> /h P = 25 m Ακροφ.: 53
P <sub>15</sub>	P <sub>16</sub>	P <sub>17</sub>	P <sub>18</sub>	P <sub>19</sub>	P <sub>20</sub>	P <sub>21</sub>
R = 6,10 m q = 0,16 m <sup>3</sup> /h P = 25 m Ακροφ.: 51	R = 7,30 m q = 0,27 m <sup>3</sup> /h P = 25 m Ακροφ.: 53	R = 6,10 m q = 0,16 m <sup>3</sup> /h P = 25 m Ακροφ.: 51	R = 6,10 m q = 0,16 m <sup>3</sup> /h P = 25 m Ακροφ.: 51	R = 7,30 m q = 0,27 m <sup>3</sup> /h P = 25 m Ακροφ.: 52	R = 7,30 m q = 0,50 m <sup>3</sup> /h P = 25 m Ακροφ.: 54	R = 7,30 m q = 0,27 m <sup>3</sup> /h P = 25 m Ακροφ.: 52
P <sub>22</sub>	P <sub>23</sub>	P <sub>24</sub>				
R = 6,10 m q = 0,16 m <sup>3</sup> /h P = 25 m Ακροφ.: 51	R = 7,30 m q = 0,27 m <sup>3</sup> /h P = 25 m Ακροφ.: 52	R = 6,10 m q = 0,16 m <sup>3</sup> /h P = 25 m Ακροφ.: 51				

## 2.5. Απαιτούμενη παροχή.

Η απαιτούμενη παροχή λειτουργίας του συγκροτήματος είναι, σύμφωνα με την επιλεγείσα διάταξη των εκτοξευτήρων και την αντίστοιχη παροχή του κάθε ενός από αυτούς :

$$Q = 8 \cdot 0,16 + 9 \cdot 0,27 + 2 \cdot 0,36 + 5 \cdot 0,50 = 6,93 \text{ m}^3/\text{h} = 1,93 \text{ lit /sec} < 4 \text{ lit/sec.}$$

## 2.6. Διάρκεια χορήγησης της αρδευτικής δόσης.

Ευρίσκεται από τη σχέση :

$$d_{\text{v.A}} = 18,48 \text{ mm. } 1,14 \text{ στρεμμ}$$

$$T = \frac{Q}{Q_{\text{v.A}}} = \frac{6,93}{2,3} = 3,04 \text{ h} \approx 3 \text{ h}$$

$$Q_{\text{v.A}} = 2,3 \text{ m}^3/\text{h}$$

## 2.7. Υπολογισμός των γραμμών άρδευσης.

Υπολογίζουμε τις οριακές τιμές που επιτρέπεται να πάρει η διάμετρος της γραμμής από τις σχέσεις:

$$D_{\text{min}} = 25,23 \cdot Q^{1/2} \text{ και } D_{\text{max}} = 50,46 \cdot Q^{1/2}.$$

όπου: D = η διάμετρος του αγωγού σε mm

Q = η παροχή της γραμμής άρδευσης σε lt/sec.

Για κάθε τυποποιημένη διάμετρο του εμπορίου που είναι μεταξύ των παραπάνω ορίων, υπολογίζουμε τις απώλειες τριβών, γραμμικές και τοπικές.

Τις γραμμικές απώλειες τις υπολογίζουμε από τον τύπο των Darcy-Weishach.

Οι τοπικές απώλειες μπορεί να υπολογιστούν ως ποσοστό 20 % των γραμμικών απωλειών.

Η τελική επιλογή της διαμέτρου θα γίνει με οικονομοτεχνική σύγκριση ανάμεσα στις αποδεκτές διαμέτρους του εμπορίου.

Σύμφωνα με τα παραπάνω έχουμε :

**1Σ7 :**

Παροχή :  $Q = 0,59 \text{ m}^3/\text{h} = 0,16 \text{ lit /sec}$ , Μήκος :  $L = 10,25 \text{ m}$ ,  $F = 0,518$ .

Επομένως :  $D_{\min} = 25,23 \cdot 0,16^{1/2} = 10,10 \text{ mm}$ ,  $D_{\max} = 50,46 \cdot 0,16^{1/2} = 20,18 \text{ mm}$ .

Απόδεκτές διαμέτρους του εμπορίου : LDPE 6 atm

**Φ 16 (  $D_{\text{εσωτ.}} = 12,0$  )**  $\Rightarrow V = 1,43 \text{ m /sec} \Rightarrow R = 1,70 \cdot 10^4$ ,  $K / D_{\text{εσωτ.}} = 0,008 \Rightarrow f = 0,039 \Rightarrow h_f = 3,40 \text{ m} \Rightarrow 1,2 \cdot h_f = 4,08 \text{ m}$ .

**Φ 20 (  $D_{\text{εσωτ.}} = 16,0$  )**  $\Rightarrow V = 0,80 \text{ m /sec} \Rightarrow R = 0,77 \cdot 10^4$ ,  $K / D_{\text{εσωτ.}} = 0,0062 \Rightarrow f = 0,038 \Rightarrow h_f = 0,77 \text{ m} \Rightarrow 1,2 \cdot h_f = 0,93 \text{ m}$ .

**1Σ6 :**

Παροχή :  $Q = 1,04 \text{ m}^3/\text{h} = 0,29 \text{ lit /sec}$ , Μήκος :  $L = 19,35 \text{ m}$ ,  $F = 0,518$

Επομένως :  $D_{\min} = 25,23 \cdot 0,29^{1/2} = 13,58 \text{ mm}$ ,  $D_{\max} = 50,46 \cdot 0,29^{1/2} = 27,17 \text{ mm}$ .

Απόδεκτές διαμέτρους του εμπορίου : LDPE 6 atm

**Φ 20 (  $D_{\text{εσωτ.}} = 16,0$  )**  $\Rightarrow V = 1,45 \text{ m /sec} \Rightarrow R = 2,29 \cdot 10^4$ ,  $K / D_{\text{εσωτ.}} = 0,0062 \Rightarrow f = 0,0365 \Rightarrow h_f = 2,45 \text{ m} \Rightarrow 1,2 \cdot h_f = 2,94 \text{ m}$ .

**Φ 25 (  $D_{\text{εσωτ.}} = 20,6$  )**  $\Rightarrow V = 0,87 \text{ m /sec} \Rightarrow R = 1,77 \cdot 10^4$ ,  $K / D_{\text{εσωτ.}} = 0,0049 \Rightarrow f = 0,035 \Rightarrow h_f = 0,66 \text{ m} \Rightarrow 1,2 \cdot h_f = 0,79 \text{ m}$ .

**Φ 32 (  $D_{\text{εσωτ.}} = 26,4$  )**  $\Rightarrow V = 0,53 \text{ m /sec} \Rightarrow R = 1,38 \cdot 10^4$ ,  $K / D_{\text{εσωτ.}} = 0,0038 \Rightarrow f = 0,035 \Rightarrow h_f = 0,19 \text{ m} \Rightarrow 1,2 \cdot h_f = 0,23 \text{ m}$ .

**1Σ5 :**

Παροχή :  $Q = 0,84 \text{ m}^3/\text{h} = 0,23 \text{ lit /sec}$ , Μήκος :  $L = 19,35 \text{ m}$ ,  $F = 0,625$

Επομένως :  $D_{\min} = 25,23 \cdot 0,23^{1/2} = 12,09 \text{ mm}$ ,  $D_{\max} = 50,46 \cdot 0,23^{1/2} = 24,20 \text{ mm}$ .

Απόδεκτές διαμέτρους του εμπορίου : LDPE 6 atm

**Φ 20 (  $D_{\text{εσωτ.}} = 16,0$  )**  $\Rightarrow V = 1,15 \text{ m /sec} \Rightarrow R = 1,82 \cdot 10^4$ ,  $K / D_{\text{εσωτ.}} = 0,0062 \Rightarrow f = 0,0357 \Rightarrow h_f = 1,82 \text{ m} \Rightarrow 1,2 \cdot h_f = 2,18 \text{ m}$ .



**Φ 25 ( D<sub>εσωτ.</sub> = 20,6 )** ⇒ V = 0,69 m /sec ⇒ R = 1,41.10<sup>4</sup>, K / D<sub>εσωτ.</sub> = 0,0049 ⇒ f = 0,034 ⇒ h<sub>f</sub> = 0,48 m ⇒ 1,2. h<sub>f</sub> = 0,58 m.

**1Σ51 :**

Παροχή : Q = 0,52 m<sup>3</sup>/h = 0,14 lit /sec, Μήκος : L = 10,00 m, F = 1,00

Επομένως : D<sub>min</sub> = 25,23. 0,14<sup>1/2</sup> = 9,94 mm, D<sub>max</sub> = 50,46. 0,14<sup>1/2</sup> = 18,88 mm.

Απόδεκτές διάμετροι του εμπορίου : LDPE 6 atm

**Φ 16 (D<sub>εσωτ.</sub> = 12,0 )** ⇒ V = 1,24 m /sec ⇒ R = 1,47.10<sup>4</sup>, K / D<sub>εσωτ.</sub> = 0,008 ⇒ f = 0,041 ⇒ h<sub>f</sub> = 2,68 m ⇒ 1,2. h<sub>f</sub> = 3,21 m.

**Φ 20 (D<sub>εσωτ.</sub> = 16,0 )** ⇒ V = 0,70 m /sec ⇒ R = 1,10.10<sup>4</sup>, K / D<sub>εσωτ.</sub> = 0,0062 ⇒ f = 0,039 ⇒ h<sub>f</sub> = 0,60 m ⇒ 1,2. h<sub>f</sub> = 0,72 m.

**1Σ4 :**

Παροχή : Q = 0,36 m<sup>3</sup>/h = 0,10 lit /sec, Μήκος : L = 1,00 m, F = 1,00

Επομένως : D<sub>min</sub> = 25,23. 0,10<sup>1/2</sup> = 7,97 mm, D<sub>max</sub> = 50,46. 0,10<sup>1/2</sup> = 15,96 mm.

Απόδεκτές διάμετροι του εμπορίου : LDPE 6 atm

**Φ 12 (D<sub>εσωτ.</sub> = 9,4 )** ⇒ V = 1,45 m /sec ⇒ R = 1,35.10<sup>4</sup>, K / D<sub>εσωτ.</sub> = 0,01 ⇒ f = 0,042 ⇒ h<sub>f</sub> = 0,47 m ⇒ 1,2. h<sub>f</sub> = 0,57 m.

**Φ 16 (D<sub>εσωτ.</sub> = 12,0 )** ⇒ V = 0,88m /sec ⇒ R = 1,05.10<sup>4</sup>, K / D<sub>εσωτ.</sub> = 0,008 ⇒ f = 0,042 ⇒ h<sub>f</sub> = 0,14 m ⇒ 1,2. h<sub>f</sub> = 0,17 m.

**1Σ3 :**

Παροχή : Q = 1,54 m<sup>3</sup>/h = 0,43 lit /sec, Μήκος : L = 25,30 m, F = 0,518

Επομένως : D<sub>min</sub> = 25,23. 0,43<sup>1/2</sup> = 16,54 mm, D<sub>max</sub> = 50,46. 0,43<sup>1/2</sup> = 33,08 mm.

Απόδεκτές διάμετροι του εμπορίου : LDPE 6 atm

**Φ25 (D<sub>εσωτ.</sub> = 20,60 )** ⇒ V = 1,29m /sec ⇒ R = 2,63.10<sup>4</sup>, K / D<sub>εσωτ.</sub> = 0,0049 ⇒ f = 0,034 ⇒ h<sub>f</sub> = 1,83 m ⇒ 1,2. h<sub>f</sub> = 2,20 m.

**Φ32 (D<sub>εσωτ.</sub> = 26,40 )** ⇒ V = 0,79m /sec ⇒ R = 2,06.10<sup>4</sup>, K / D<sub>εσωτ.</sub> = 0,0038 ⇒ f = 0,0335 ⇒ h<sub>f</sub> = 0,53 m ⇒ 1,2. h<sub>f</sub> = 0,63 m.

**1Σ2 :**

Παροχή : Q = 1,59 m<sup>3</sup>/h = 0,44 lit /sec, Μήκος : L = 26,30 m, F = 0,518

Επομένως : D<sub>min</sub> = 25,23. 0,44<sup>1/2</sup> = 16,73 mm, D<sub>max</sub> = 50,46. 0,44<sup>1/2</sup> = 33,47 mm.

Απόδεκτές διάμετροι του εμπορίου : LDPE 6 atm

**Φ25 (D<sub>εσωτ.</sub> = 20,60 )** ⇒ V=1,32m /sec ⇒ R = 2,69.10<sup>4</sup>, K / D<sub>εσωτ.</sub> = 0,0049 ⇒ f = 0,034 ⇒ h<sub>f</sub> = 2,00 m ⇒ 1,2. h<sub>f</sub> = 2,40 m.

**Φ32 (D<sub>εσωτ.</sub> = 26,40 )** ⇒ V=0,80m /sec ⇒ R = 2,09.10<sup>4</sup>, K / D<sub>εσωτ.</sub> = 0,0033 ⇒ f = 0,0333 ⇒ h<sub>f</sub> = 0,56 m ⇒ 1,2. h<sub>f</sub> = 0,67 m.

**Σ21 :**

Παροχή : Q = 0,16 m<sup>3</sup>/h = 0,04 lit /sec, Μήκος : L = 3,50 m, F = 1,00

Επομένως : D<sub>min</sub> = 25,23. 0,04<sup>1/2</sup> = 5,31 mm, D<sub>max</sub> = 50,46. 0,04<sup>1/2</sup> = 10,63 mm.

Απόδεκτές διάμετροι του εμπορίου : LDPE 6 atm

**Φ 12 (D<sub>εσωτ.</sub> = 9,4 )** ⇒ V=0,58 m /sec ⇒ R = 5,40.10<sup>4</sup>, K / D<sub>εσωτ.</sub> = 0,01 ⇒ f = 0,039 ⇒ h<sub>f</sub> = 0,25 m ⇒ 1,2. h<sub>f</sub> = 0,30 m.

**1Σ1 :**

Παροχή : Q = 0,81 m<sup>3</sup>/h = 0,23 lit /sec, Μήκος : L = 17,20 m, F = 0,518

Επομένως : D<sub>min</sub> = 25,23. 0,38<sup>1/2</sup> = 11,97 mm, D<sub>max</sub> = 50,46. 0,38<sup>1/2</sup> = 23,94 mm.

Απόδεκτές διάμετροι του εμπορίου : LDPE 6 atm

**Φ 16 (D<sub>εσωτ.</sub> = 12,0 )** ⇒ V=2,03m /sec ⇒ R = 2,41.10<sup>4</sup>, K / D<sub>εσωτ.</sub> = 0,008 ⇒ f = 0,038 ⇒ h<sub>f</sub> = 7,48 m ⇒ 1,2. h<sub>f</sub> = 8,99 m.

**Φ 20 (D<sub>εσωτ.</sub> = 16,0 )** ⇒ V=1,15m /sec ⇒ R = 1,82.10<sup>4</sup>, K / D<sub>εσωτ.</sub> = 0,0062 ⇒ f = 0,0365 ⇒ h<sub>f</sub> = 1,37 m ⇒ 1,2. h<sub>f</sub> = 1,64 m.

**Φ25 (D<sub>εσωτ.</sub> = 20,6 )** ⇒ V = 0,69m /sec ⇒ R = 1,41.10<sup>4</sup>, K / D<sub>εσωτ.</sub> = 0,0049 ⇒ f = 0,036 ⇒ h<sub>f</sub> = 0,38 m ⇒ 1,2. h<sub>f</sub> = 0,45 m.

## 2.8. Υπολογισμός της κύριας γραμμής.

Η κυρία γραμμή θα είναι μεταβλητής διαμέτρου ανάλογα με την συνολική παροχή τα, την οποία πρέπει να παροχετεύσει. Κατά τα λοιπά, ο υπολογισμός της διαμέτρου της ακολουθεί την διαδικασία της προηγούμενης παραγράφου με την διαφορά ότι στον τύπο των Darcy - Weishach δεν υπεισέρχεται ο συντελεστής F.

Συνήθως συνιστάται όπως οι απώλειες φορτίου στην κυρία γραμμή να κυμαίνονται γύρω στο 3 %.

Επομένως έχουμε :

Τμήμα αγωγού K17 - K16

Παροχή :  $Q = 0,59 \text{ m}^3/\text{h} = 0,16 \text{ lit /sec}$ , Μήκος :  $L = 10,25 \text{ m}$ .

Επομένως :  $D_{\min} = 25,23 \cdot 0,16^{1/2} = 10,10 \text{ mm}$ ,  $D_{\max} = 50,46 \cdot 0,16^{1/2} = 20,18 \text{ mm}$ .

Αποδεκτές διαμέτροι του εμπορίου είναι :

LDPE 6 atm

$\Phi 16 (D_{\text{εσωτ.}} = 12,0) \Rightarrow V = 1,42 \text{ m /sec} \Rightarrow R = 1,69 \cdot 10^4, K / D_{\text{εσωτ.}} = 0,008 \Rightarrow f = 0,039 \Rightarrow h_f = 3,42 \text{ m} \Rightarrow 1,2 \cdot h_f = 4,10 \text{ m}$ .

$\Phi 20 (D_{\text{εσωτ.}} = 16,0) \Rightarrow V = 0,80 \text{ m /sec} \Rightarrow R = 1,27 \cdot 10^4, K / D_{\text{εσωτ.}} = 0,0062 \Rightarrow f = 0,038 \Rightarrow h_f = 0,79 \text{ m} \Rightarrow 1,2 \cdot h_f = 0,95 \text{ m}$ .

Τμήμα αγωγού K16 - K15

Παροχή :  $Q = 1,63 \text{ m}^3/\text{h} = 0,45 \text{ lit /sec}$ , Μήκος :  $L = 10,25 \text{ m}$ .

Επομένως :  $D_{\min} = 25,23 \cdot 0,45^{1/2} = 16,92 \text{ mm}$ ,  $D_{\max} = 50,46 \cdot 0,45^{1/2} = 33,85 \text{ mm}$ .

Αποδεκτές διαμέτροι του εμπορίου είναι :

LDPE 6 atm

$\Phi 25 (D_{\text{εσωτ.}} = 20,6) \Rightarrow V = 1,35 \text{ m /sec} \Rightarrow R = 2,75 \cdot 10^4, K / D_{\text{εσωτ.}} = 0,0049 \Rightarrow f = 0,034 \Rightarrow h_f = 1,57 \text{ m} \Rightarrow 1,2 \cdot h_f = 1,89 \text{ m}$ .

$\Phi 32 (D_{\text{εσωτ.}} = 26,40) \Rightarrow V = 0,82 \text{ m /sec} \Rightarrow R = 2,14 \cdot 10^4, K / D_{\text{εσωτ.}} = 0,0038 \Rightarrow f = 0,033 \Rightarrow h_f = 0,44 \text{ m} \Rightarrow 1,2 \cdot h_f = 0,53 \text{ m}$ .

Τμήμα αγωγού K15 - K13

Παροχή :  $Q = 2,99 \text{ m}^3/\text{h} = 0,83 \text{ lit /sec}$ , Μήκος :  $L = 19,20 \text{ m}$ .

Επομένως :  $D_{\min} = 25,23 \cdot 0,83^{1/2} = 22,98 \text{ mm}$ ,  $D_{\max} = 50,46 \cdot 0,83^{1/2} = 45,97 \text{ mm}$ .

Αποδεκτές διαμέτροι του εμπορίου είναι :

LDPE 6 atm

$\Phi 32 (D_{\text{εσωτ.}} = 26,40) \Rightarrow V = 1,52 \text{ m /sec} \Rightarrow R = 3,96 \cdot 10^4, K / D_{\text{εσωτ.}} = 0,0038 \Rightarrow f = 0,031 \Rightarrow h_f = 2,65 \text{ m} \Rightarrow 1,2 \cdot h_f = 3,18 \text{ m}$ .

HDPE 6 atm

$\Phi 40 (D_{\text{εσωτ.}} = 35,4) \Rightarrow V = 0,84 \text{ m /sec} \Rightarrow R = 2,92 \cdot 10^4, K / D_{\text{εσωτ.}} = 0,0029 \Rightarrow f = 0,030 \Rightarrow h_f = 0,58 \text{ m} \Rightarrow 1,2 \cdot h_f = 0,70 \text{ m}$ .

$\Phi 50 (D_{\text{εσωτ.}} = 44,2) \Rightarrow V = 0,54 \text{ m /sec} \Rightarrow R = 2,41 \cdot 10^4, K / D_{\text{εσωτ.}} = 0,0022 \Rightarrow f = 0,0295 \Rightarrow h_f = 0,19 \text{ m} \Rightarrow 1,2 \cdot h_f = 0,23 \text{ m}$ .

### Τμήμα αγωγού K13 - K12

Παροχή :  $Q = 4,53 \text{ m}^3/\text{h} = 1,26 \text{ lit /sec}$ , Μήκος :  $L = 10,00 \text{ m}$ .

Επομένως :  $D_{\min} = 25,23 \cdot 1,26^{1/2} = 28,32 \text{ mm}$ ,  $D_{\max} = 50,46 \cdot 1,26^{1/2} = 56,64 \text{ mm}$ .

Αποδεκτές διαμέτροι του εμπορίου : HDPE 6 atm

$\Phi 40$  ( $D_{\text{εσωτ.}} = 35,4$ )  $\Rightarrow V = 1,26 \text{ m /sec} \Rightarrow R = 4,44 \cdot 10^4$ ,  $K / D_{\text{εσωτ.}} = 0,0029 \Rightarrow f = 0,029 \Rightarrow h_f = 0,69 \text{ m} \Rightarrow 1,2 \cdot h_f = 0,82 \text{ m}$ .

$\Phi 50$  ( $D_{\text{εσωτ.}} = 44,2$ )  $\Rightarrow V = 0,82 \text{ m /sec} \Rightarrow R = 3,59 \cdot 10^4$ ,  $K / D_{\text{εσωτ.}} = 0,0022 \Rightarrow f = 0,028 \Rightarrow h_f = 0,23 \text{ m} \Rightarrow 1,2 \cdot h_f = 0,27 \text{ m}$ .

$\Phi 63$  ( $D_{\text{εσωτ.}} = 55,8$ )  $\Rightarrow V = 0,53 \text{ m /sec} \Rightarrow R = 2,92 \cdot 10^4$ ,  $K / D_{\text{εσωτ.}} = 0,0018 \Rightarrow f = 0,0275 \Rightarrow h_f = 0,071 \text{ m} \Rightarrow 1,2 \cdot h_f = 0,085 \text{ m}$ .

### Τμήμα αγωγού K12 - K11

Παροχή :  $Q = 6,12 \text{ m}^3/\text{h} = 1,70 \text{ lit /sec}$ , Μήκος :  $L = 9,11 \text{ m}$ .

Επομένως :  $D_{\min} = 25,23 \cdot 1,70^{1/2} = 32,89 \text{ mm}$ ,  $D_{\max} = 50,46 \cdot 1,70^{1/2} = 65,79 \text{ mm}$ .

Απόδεκτές διαμέτροι του εμπορίου : HDPE 6 atm

$\Phi 40$  ( $D_{\text{εσωτ.}} = 35,4$ )  $\Rightarrow V = 1,73 \text{ m /sec} \Rightarrow R = 5,99 \cdot 10^4$ ,  $K / D_{\text{εσωτ.}} = 0,0029 \Rightarrow f = 0,028 \Rightarrow h_f = 1,09 \text{ m} \Rightarrow 1,2 \cdot h_f = 1,31 \text{ m}$ .

$\Phi 50$  ( $D_{\text{εσωτ.}} = 44,2$ )  $\Rightarrow V = 1,11 \text{ m /sec} \Rightarrow R = 4,86 \cdot 10^4$ ,  $K / D_{\text{εσωτ.}} = 0,0022 \Rightarrow f = 0,0276 \Rightarrow h_f = 0,35 \text{ m} \Rightarrow 1,2 \cdot h_f = 0,42 \text{ m}$ .

$\Phi 63$  ( $D_{\text{εσωτ.}} = 55,8$ )  $\Rightarrow V = 0,71 \text{ m /sec} \Rightarrow R = 3,92 \cdot 10^4$ ,  $K / D_{\text{εσωτ.}} = 0,0018 \Rightarrow f = 0,027 \Rightarrow h_f = 0,11 \text{ m} \Rightarrow 1,2 \cdot h_f = 0,13 \text{ m}$ .

$\Phi 75$  ( $D_{\text{εσωτ.}} = 66,4$ )  $\Rightarrow V = 0,50 \text{ m /sec} \Rightarrow R = 3,28 \cdot 10^4$ ,  $K / D_{\text{εσωτ.}} = 0,0015 \Rightarrow f = 0,025 \Rightarrow h_f = 0,042 \text{ m} \Rightarrow 1,2 \cdot h_f = 0,050 \text{ m}$ .

### Τμήμα αγωγού K11 - Δεξαμενή

Παροχή :  $Q = 6,93 \text{ m}^3/\text{h} = 1,93 \text{ lit /sec}$ , Μήκος :  $L = 250,00 \text{ m}$ .

Επομένως :  $D_{\min} = 25,23 \cdot 1,93^{1/2} = 35,05 \text{ mm}$ ,  $D_{\max} = 50,46 \cdot 1,93^{1/2} = 70,10 \text{ mm}$ .

Απόδεκτές διαμέτροι του εμπορίου : HDPE 6 atm

$\Phi 50$  ( $D_{\text{εσωτ.}} = 44,2$ )  $\Rightarrow V = 1,25 \text{ m /sec} \Rightarrow R = 5,447 \cdot 10^4$ ,  $K / D_{\text{εσωτ.}} = 0,0022 \Rightarrow f = 0,022 \Rightarrow h_f = 12,25 \text{ m} \Rightarrow 1,2 \cdot h_f = 14,70 \text{ m}$ .

$\Phi 63 (D_{\text{εσωτ.}} = 55,8) \Rightarrow V = 0,81 \text{ m/sec} \Rightarrow R = 4,47 \cdot 10^4, K / D_{\text{εσωτ.}} = 0,0018 \Rightarrow f = 0,026 \Rightarrow h_f = 3,89 \text{ m} \Rightarrow 1,2. h_f = 4,67 \text{ m.}$

$\Phi 75 (D_{\text{εσωτ.}} = 66,4) \Rightarrow V = 0,55 \text{ m/sec} \Rightarrow R = 3,74 \cdot 10^4, K / D_{\text{εσωτ.}} = 0,0015 \Rightarrow f = 0,0255 \Rightarrow h_f = 1,47 \text{ m} \Rightarrow 1,2. h_f = 1,76 \text{ m.}$

## 2.9. Επιλογή των διαμέτρων.

Η τελική επιλογή των διαμέτρων θα γίνει με γνώμονα :

α. τις όσο το δυνατό μειωμένες απώλειες λόγω τριβών

β. την ελαχιστοποίηση του κόστους κατασκευής και

γ. την ομοιομορφία των κατασκευών γενικά, ώστε να απόφευχθεί η χρήση ειδικών εξαρτημάτων και η ποικιλία ανταλλακτικών που θα οδηγήσει σε δαπανηρά και πολύπλοκη συντήρηση του συγκροτήματος.

Επιλέγομε, ύστερα από αυτά, τα εξής :

A. Γραμμές αρδεύσεως.

1Σ7 : LDPE  $\Phi 20 \Rightarrow 1,2. h_f = 0,93 \text{ m.}$

1Σ6 : LDPE  $\Phi 25 \Rightarrow 1,2. h_f = 0,79 \text{ m.}$

1Σ5 : LDPE  $\Phi 25 \Rightarrow 1,2. h_f = 0,58 \text{ m.}$

1Σ51: LDPE  $\Phi 20 \Rightarrow 1,2. h_f = 0,72 \text{ m.}$

1Σ4 : LDPE  $\Phi 16 \Rightarrow 1,2. h_f = 0,17 \text{ m.}$

1Σ3 : LDPE  $\Phi 32 \Rightarrow 1,2. h_f = 0,63 \text{ m.}$

1Σ2 : LDPE  $\Phi 32 \Rightarrow 1,2. h_f = 0,67 \text{ m.}$

1Σ21: LDPE  $\Phi 12 \Rightarrow 1,2. h_f = 0,30 \text{ m.}$

1Σ1 : LDPE  $\Phi 25 \Rightarrow 1,2. h_f = 0,45 \text{ m.}$

B. Κυρία γραμμή.

Τμήμα K17 - K16 : LDPE  $\Phi 20 \Rightarrow 1,2. h_f = 0,95 \text{ m.}$

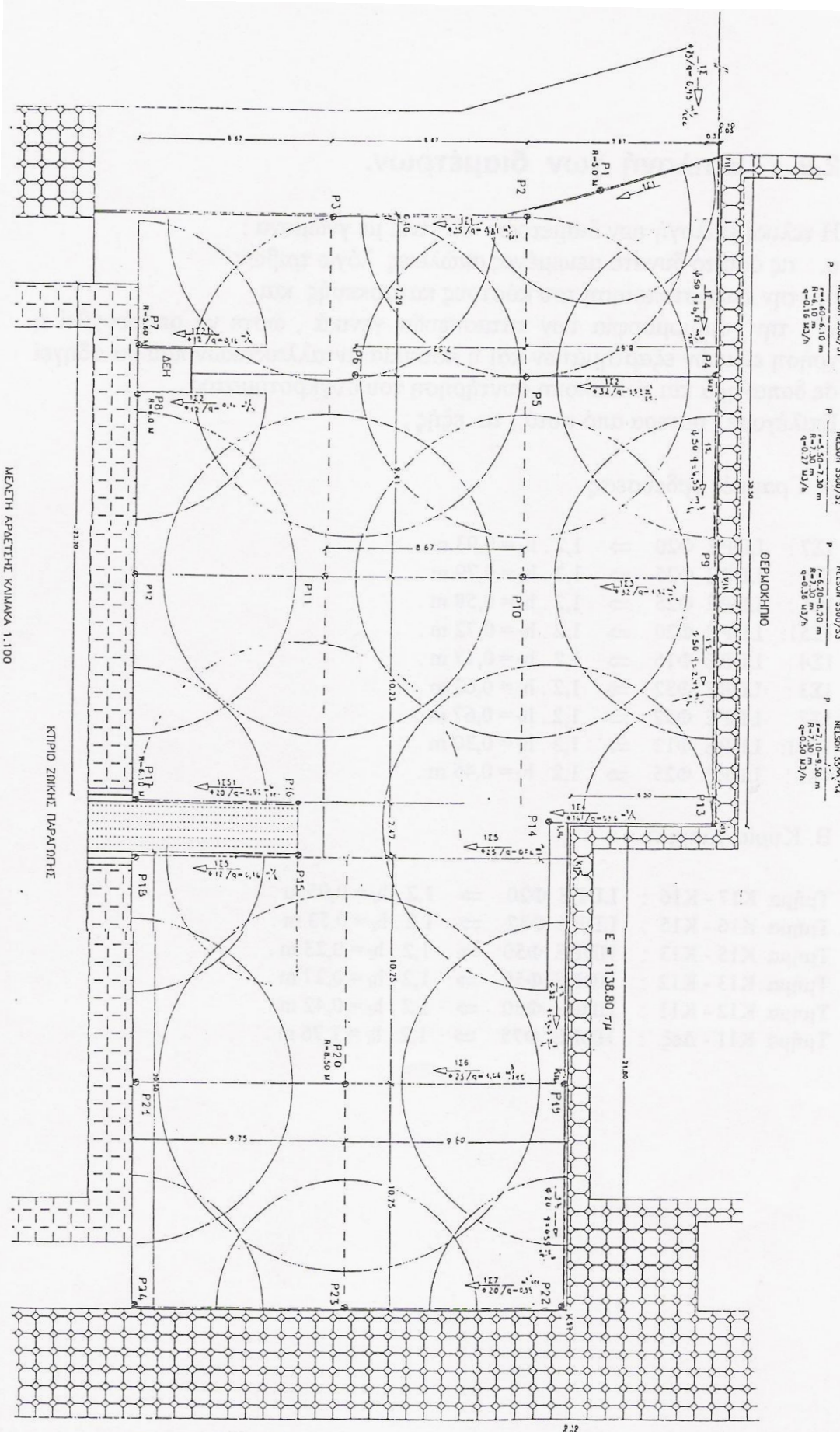
Τμήμα K16 - K15 : LDPE  $\Phi 32 \Rightarrow 1,2. h_f = 0,53 \text{ m.}$

Τμήμα K15 - K13 : HDPE  $\Phi 50 \Rightarrow 1,2. h_f = 0,23 \text{ m.}$

Τμήμα K13 - K12 : HDPE  $\Phi 50 \Rightarrow 1,2. h_f = 0,27 \text{ m.}$

Τμήμα K12 - K11 : HDPE Φ50  $\Rightarrow$  1,2.  $h_f = 0,42$  m.

Τμήμα K11 - Δεξ. : HDPE Φ75  $\Rightarrow$  1,2.  $h_f = 1,76$  m.



- P NELSON 5500/31  
 $r = 4.65 - 6.10 \text{ m}$   
 $R = 7.30 \text{ m}$   
 $q = 0.18 \text{ m}^2/\text{h}$
- P NELSON 5500/32  
 $r = 3.50 - 7.30 \text{ m}$   
 $R = 7.30 \text{ m}$   
 $q = 0.27 \text{ m}^2/\text{h}$
- P NELSON 5500/33  
 $r = 6.70 - 8.30 \text{ m}$   
 $R = 7.30 \text{ m}$   
 $q = 0.30 \text{ m}^2/\text{h}$
- P NELSON 5500/34  
 $r = 7.10 - 8.50 \text{ m}$   
 $R = 7.30 \text{ m}$   
 $q = 0.30 \text{ m}^2/\text{h}$

ΟΡΓΑΝΟΚΛΗΜΑ

E = 1138.80 7/4

ΜΕΛΕΤΗ ΑΡΑΓΕΤΗΣ ΚΑΜΑΚΑ 1.100

ΚΤΙΠΙΟ ΖΩΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

# ΑΛΥΤΕΣ ΑΣΚΗΣΕΙΣ

## Άσκηση 1<sup>η</sup>

Πρόκειται να εγκατασταθεί ένα μόνιμο συγκρότημα καταιονισμού για την άρδευση μίας έκτασης με τα ακόλουθα στοιχεία:

- Περιοχή στην οποία εκτελείται το έργο : Ο τόπος καταγωγής του φοιτητή
- Ύψόμετρο :  $(50+2N)m$
- Ταχύτητα πνοής του ανέμου σε ύψος 10 m πάνω από το έδαφος :  $(150 +N) Km /day$ .
- Τοπογραφικό ανάγλυφο : Επίπεδο
- Μηχανική σύσταση του εδάφους : Αργιλοπηλώδες
- Είδος καλλιέργειας : Αραβόσιτος
- Λόγος  $u_d : u_n = 2$ .
- Βαθμός απόδοσης της άρδευσης :  $E_a = (85 - 0,2N) \%$
- Πραγματική μηνιαία βροχόπτωση :  $(15 - 0,2N) mm$ .
- Κρίσιμος μήνας : Ιούλιος.
- Φαινόμενο βάρος εδάφους :  $E_f = 1,35 gr/cm^3$
- Τελική ταχύτητα διηθήσεως :  $i_f = (7,00+ 0,1N) mm/h$

Ζητείται να υπολογιστούν:

Οι καθαρές ημερήσιες ανάγκες τις καλλιέργειας σε νερό :

α. Με την μέθοδο του Penman ( Να ληφθεί  $C = 1,06$  ).

β. Με την τροποποιημένη μέθοδο των Blaney - Criddle ( Να ληφθεί  $b = 1,275$  ) και

γ. Με την απλοποιημένη μέθοδο των Blaney - Criddle .

Τελικά ως τιμή εφαρμογής θα διατηρηθεί η συντηρητικότερη (η μεγαλύτερη) από τις τρεις.

## Άσκηση 2<sup>η</sup>

α. Η δόση άρδευσης, η δόση εφαρμογής και το εύρος άρδευσης

β. Η διάρκεια χορήγησης της αρδευτικής δόσης



# Προτεινόμενη Βιβλιογραφία

1. Μενέλαος Θεοχάρης, "ΑΡΔΕΥΣΕΙΣ", Τ.Ε.Ι. Ηπείρου, Άρτα, 2012.
2. Μενέλαος Θεοχάρης, "Η ΑΡΔΕΥΣΗ ΜΕ ΣΤΑΓΟΝΕΣ", Τ.Ε.Ι. Ηπείρου, Άρτα, 1998.
3. Θεοχάρης Μ.: " Αρδεύσεις - Στραγγίσεις ", Άρτα 1998
4. Θεοχάρης Μ.: " Η Άρδευση με Σταγόνες ", Άρτα 1998
5. Θεοχάρης Μ.: " Αρδεύσεις - Στραγγίσεις , Εργαστηριακές Ασκήσεις", Άρτα 1998
6. Καρακατσούλης Π. : " Αρδεύσεις - Στραγγίσεις και Προστασία των Εδαφών ", Αθήνα 1993.
7. Κωνσταντινίδης Κ. : "Η μέθοδος αρδεύσεως δια καταιονήσεως ", Θεσσαλονίκη - Αθήνα 1975.
8. Μιχελάκης Ν. : "Συστήματα Αυτόματης Άρδευσης - Άρδευση με Σταγόνες"
9. Daugerty - Franzini : "Υδραυλική" Τόμοι I , II, Εκδόσεις Πλαίσιο , Αθήνα.
10. Davis- Sorensen : " Handbook of applied Hydraulics" Third edition McGraw-Hill Book Company, 1969.
11. Ουζούνης Δ. "Θεωρητική και Πρακτική Μέθοδος της Άρδευσης με Σταγόνες" Εκδόσεις Γαρταγάνη, Θεσσαλονίκη 1997.
12. Τερζίδης Γ. : "Μαθήματα Υδραυλικής " , Τόμοι I ,II , III, Θεσσαλονίκη 1986.
13. Τερζίδης Γ. - Παπαζαφειρίου Ζ. : " Γεωργική Υδραυλική " Εκδόσεις Ζήτη , Θεσσαλονίκη 1997.
14. Τζιμόπουλος Χ. : " Γεωργική Υδραυλική ", Τόμοι I , II, Εκδόσεις Ζήτη , Θεσ-σαλονίκη 1982.
15. Τσακίρης Γ. : "Μαθήματα Εγγειοβελτιωτικών Έργων " , Αθήνα
16. Hansen V. - Israelsen : "Αρδεύσεις. Βασικοί Αρχαί και Μέθοδοι . Μετάφραση από τους Α. Νικολαΐδη και Α. Κοκκινίδη ", Αθήνα 1968.

# Σημείωμα Αναφοράς

Θεοχάρης Μενέλαος, (2015). Αρδεύσεις (Εργαστήριο). ΤΕΙ Ηπείρου.

Διαθέσιμο από:

<http://eclass.teiep.gr/courses/TEXG110/>

# Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά Δημιουργού-Μη Εμπορική Χρήση-Όχι Παράγωγα Έργα 4.0 Διεθνές [1] ή μεταγενέστερη. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, Διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».

[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.el>



Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.

Επεξεργασία: Δημήτριος Κατέρης

Άρτα, 2015



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ