

Δίκτυα καταιονισμού, άρδευση στο αγροτεμάχιο (3)

- Εφαρμογή (μέχρι το υδροστόμιο)
- Χρήση της εξίσωσης του Hazen Williams σε ταχυσύνδετους σωλήνες
- Επίδραση του υψομέτρου
- Μεταβολή της πίεσης

Επιμέλεια: Δρ Μ. Σπηλιώτης
Κείμενα –σχήματα Τσακίρης 2008
και κατά τις παραδόσεις του
Κ.Κ.Μπέλλου

Εφαρμογή: Απαραίτητη παροχή
και ύψος πίεσης στο υδροστόμιο

Εφαρμογή

Συλλογικό δίκτυο καταλιονισμού περιλαμβάνει ένα αριθμό εγκατεστημένων υδροστομίων με ένα υδροστόμιο ανά δύο αγροτεμάχια διαστάσεων $96 \times 162 \text{m}$. Οι εκτοξευτήρες που θα χρησιμοποιηθούν σε τετραγωνική διάταξη $18 \times 18 \text{m}$ είναι παροχής $2.89 \text{ m}^3/\text{hr}$ για πίεση λειτουργίας 30m και διάμετρο διαβροχής 32m . Για τα παρακάτω δεδομένα να υπολογισθεί η απαιτούμενη παροχή και το πνευματικό φορτίο στο υδροστόμιο κάθε επίπεδης τυπικής μονάδας αρδεύσεως (Σχ.7.25).

Δίνονται: Δόση αρδεύσεως 73 mm

Εύρος αρδεύσεως 10 ημέρες

Διάρκεια χρησιμοποίησεως του δικτύου 18 hr/ημέρα

Ύψος τραχύτητας ταχυσύνδετων σωλήνων από ταινιοχάλυβα $k=0.06 \text{mm}$

Κινηματική συνεκτικότητα για 20°C $\nu=1.004 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{sec}$

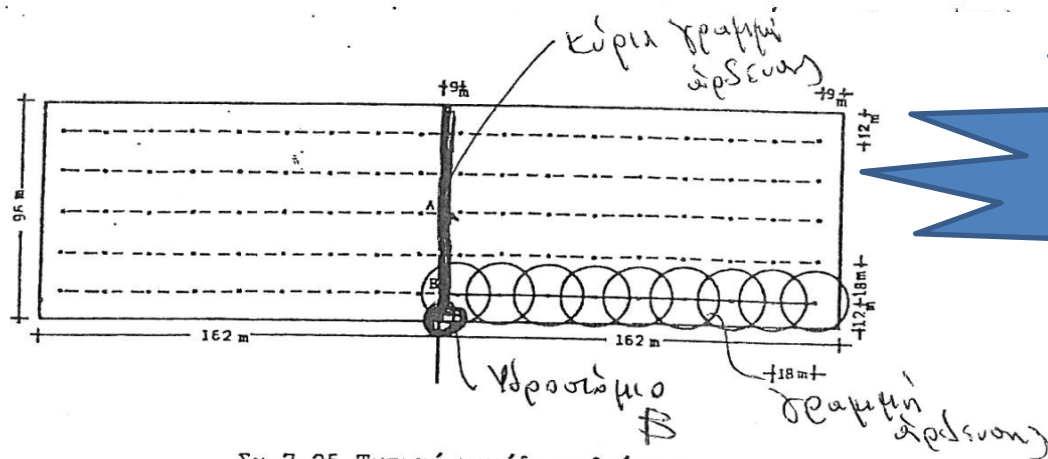
1. Δόση άρδευσης και εύρος
άρδευσης, γνωστά

2. Γραμμή άρδευσης, πρώτη
επιλογή, εκτοξευτήρες

Η ένταση εφαρμογής του αρδευτικού νερού από τους εκτοξευτήρες είναι

$$r = 1000 \frac{q_s}{S_s \cdot S_L} = 1000 \frac{1000 \cdot 2.83}{18 \cdot 18} = 8.73 \text{ mm/hr}$$

(= $\frac{\text{Παροχή (λιτρώων)}}{\text{Επιφάνεια ποτίσματος}} = \frac{\text{ταχύτητα}}{\text{}} \text{ mm/hr}$)



Σχ.7.25 Τυπική μονάδα αρδύσεως

Η διάμετρος διαβροχής είναι 32m επομένως η ακτίνα είναι 16m ο έλεγχος για την τετραγωνική διάταξη $S_s = S_L \leq R\sqrt{2}$ επαληθεύεται. Πράγματι $18 < 16\sqrt{2} = 22.63$

SS=SL---τετραγωνική διάταξη

Έλεγχος $r \leq i_f$
 Να μη λιμνάσει νερό και υπάρχει απορροή

Έλεγχος ομοιομερείας
 με βάση S_s, S_L

Εναλλακτικά πίνακες

Πιν. 7.5 Τμήμα πίνακα εκτοξευτήρα με δύο ακροφύσια.

Διαστάσεις ακροφυσίου σε m m	Πίεση σε atm	Παροχή σε m^3 / hr	Διάμετρος βε- ληνεκούς σε m	Ένταση εφαρμογής, mm/hr				
				Αποστάσεις σε m				
				6 x 12	12x12	12x15	12x18	18x18
5.5x4.2	1.5	2.02	29	28.3	13.9	11.3	9.3	6.3
	2.0	2.33	30	32.6	16.1	13.0	10.7	7.2
	2.5	2.59	31	36.3	17.9	14.5	11.9	8.0
	3.0	2.83	32	39.6	19.5	15.8	13.0	8.8
	3.5	3.06	33	42.8	21.1	17.1	14.1	9.5
	4.0	3.27	35	45.8	22.6	18.3	15.0	10.1
	4.5	3.47	35	48.6	23.9	19.4	16.0	10.8

3. Αριθμός εκτοξευτήρων και γραμμών άρδευσης

αριθμός των εκτοξευτήρων και θέσεων γραμμής αρδεύσεως είναι

$$L_{y_0} = L_y - 9 - 9 = 162 - 18 = 144\text{m}$$

$$L_{x_0} = L_x - 12 - 12 = 96 - 24 = 72\text{m}$$

$$N_s = \frac{L_{y_0}}{S_s} + 1 = 9 \text{ εκτοξευτήρες σε κάθε γραμμή}$$

$$N_L = 2 \left(\frac{L_{x_0}}{S_L} + 1 \right) = 10 \text{ θέσεις της γραμμής}$$

4. Έλεγχος εύρος άρδευσης, χρόνος ποτίσματος, αριθμός γραμμών άρδευσης

Χρόνος παραμονής των ετεροζυγίων στην ίδια θέση (χρόνος ποτίσματος)

$$t = \frac{d}{r} = \frac{\text{\Delta\delta\omega\sigma\ \chi\pi\ \delta\epsilon\omega\sigma}}{\text{\u0395\iota\tau\epsilon\sigma\ \pi\acute{o}\tau\iota\sigma\mu\alpha\varsigma}} = \frac{73}{8.73} = 8.37 \text{ hr.}$$

ετεροζυγία

→ δύναμη επαφής

Συνολικός χρόνος = 9h για να αρθρωθεί ο χρόνος προετοιμασίας της γραμμής εφαρμογής

$$\left(\text{\u0395\iota\sigma\ \mu\acute{\epsilon}\nu\omega\varsigma} \right) N_d = \frac{\text{\u03c7\pi. \u0391\iota\tau\epsilon\sigma\ \mu\acute{o}\nu\omega\varsigma}}{t'} = \frac{t}{t'} = \frac{18}{9} = 2 \frac{\text{\u03c7\acute{o}\nu\omega\varsigma}}{\text{\u03c7\acute{o}\nu\omega\varsigma}}$$

Εύρος άρδευσης, «χρόνος που «εξατμίζεται» η αποθηκευμένη ωφέλιμη εδαφική υγρασία

$$IR_n = \frac{\Delta x}{\Delta t} \quad (6.127)$$

όπου Δx : είναι η μείωση της διαθέσιμη υγρασίας στο ριζόστρωμα στη διάρκεια χρόνου Δt (Δt = μία ημέρα).

Έστω τώρα ένα ύψος διαθέσιμης υγρασίας στο ριζόστρωμα μιας καλλιέργειας

$$\Delta x = x_0 - x_c = d_n \quad (6.128)$$

όπου x_0 : είναι το διαθέσιμο ύψος εδαφικής υγρασίας στο ριζόστρωμα όταν η εδαφική υγρασία βρίσκεται στην υδατοϊκανότητα και

x_c : είναι το ελάχιστο επιτρεπόμενο όριο μείωσης της υγρασίας στο ριζόστρωμα

d_n : το καθαρό ύψος εφαρμογής.

Ο χρόνος που απαιτείται για τον καταβιβασμό της υγρασίας από x_0 έως την x_c υπολογίζεται με τη χρησιμοποίηση του μέσου ημερήσιου ύψους αναγκών IR_n . Αν η εξίσωση (6.127) λυθεί ως προς Δt λόγω της εξίσωσης (6.128) δίνει

$$T = \frac{x_0 - x_c}{IR_n} = \frac{d_n}{IR_n} \quad (6.129)$$

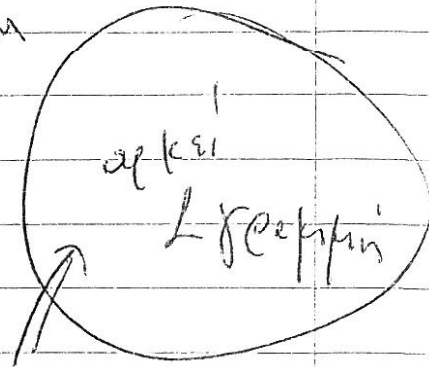
Έλεγχος εύρους άρδευσης και αριθμός γραμμών άρδευσης

Για να ποτίσει όλο το "χωράφι" απαιτείται χρόνος:

$$\frac{N_L}{N_A} = \frac{\text{θόσος χρ. άρδευσης}}{\text{πόσος θόσος ποτίσματος}} = \frac{10}{2} = 5 \text{ ημέρες}$$

Ελέγχος: $\frac{N_L}{N_A} \leq T$

Ποσοστό: $5 \text{ ημέρες} < T = 10 \text{ ημέρες άρδευσης}$



Σε πόσες μέρες θα έχω τελειώσει το πότισμα στο αγροτεμάχιο?

Όταν θα έχω ποτίσει για όλες τις γραμμές άρδευσης

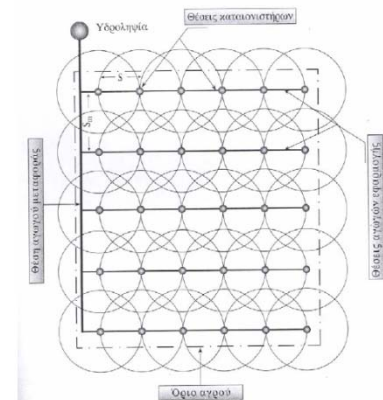
$$t_a = \frac{N_L}{n \cdot N_d} =$$

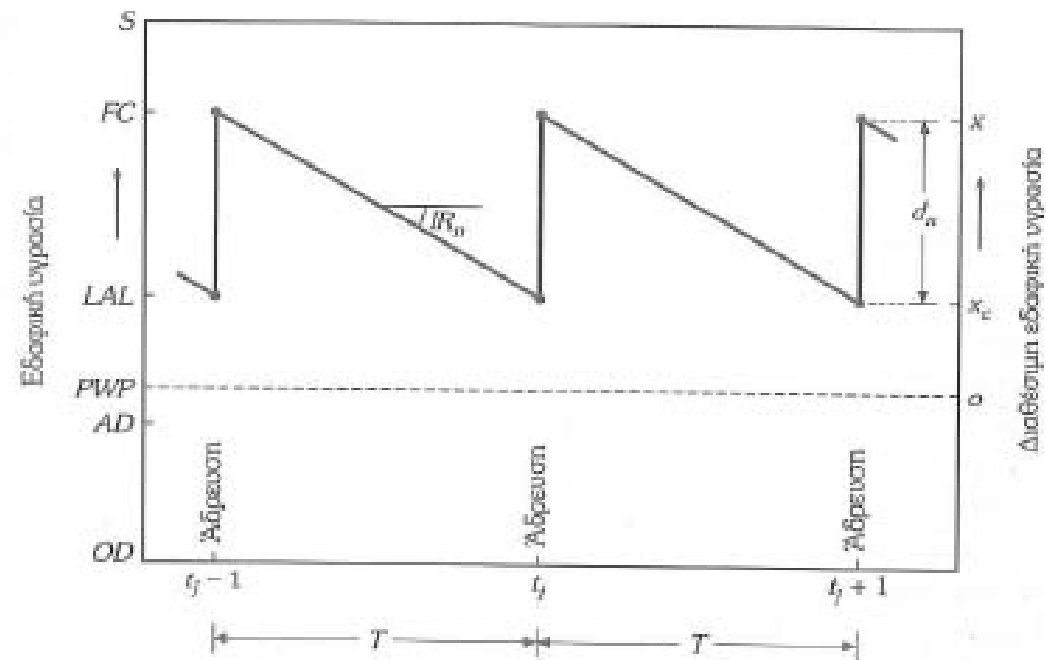
: $\frac{\text{Θέσεις γρ. άρδευσης}}{\text{αριθμός γρ άρδευσης} \cdot \text{πόσες γρ άρδευσης καλύπτονται}}$

Έλεγχος: Θα πρέπει να έχω ποτίσει πριν την "εξάντληση" του εύρους άρδευσης. Το εύρος άρδευσης καθορίζει πότε θα ξαναποτίσω.

$$t_a \leq T$$

Αν δεν υπάρχει επάρκεια αυξάνω τις (ταυτόχρονα) χρησιμοποιούμενες γραμμές άρδευσης





Σχ. 6.12: Διάγραμμα μεταβολής της εδαφικής υγρασίας και υπολογισμού του Εύρους άρδευσης (T).

Για τον υπολογισμό του χρόνου εφαρμογής t , στις μεθόδους επιφανειακής άρδευσης, χρησιμοποιείται η εξίσωση που περιγράφει το φαινόμενο της διήθησης για τις αντίστοιχες συνθήκες (π.χ. εξίσωση Kostiaκον).

Ο χρόνος που απαιτείται για την άρδευση όλης της υπό άρδευση έκτασης και είναι γνωστός ως *περίοδος άρδευσης* (irrigation period) έχει μεγάλη σημασία για τον υπολογισμό της παροχής σχεδιασμού και την οργάνωση εργοταξίου άρδευσης. Ιδιαίτερα πρέπει (και επομένως και στην περίοδο αιχμής) η περίοδος άρδευσης να είναι πάντοτε μικρότερη από το εύρος άρδευσης της πιο απαιτητικής καλλιέργειας. Έτσι θα δίνεται η ευκαιρία περιοδικά να συντηρείται ή να επισκευάζεται το δίκτυο όποτε είναι απαραίτητο.

Έλεγχος παροχής της γραμμής άρδευσης:

προσοχή ειδική παροχή για τις ώρες λειτουργίας του δικτύου

$$q_a = c \cdot \frac{IR_{a,max}}{3,6 \cdot t_d \cdot E_a}$$

μπορεί να προσδιοριστεί, δεν είναι στόχος της άσκησης

Κάθε μέρα όμως στο αγροτεμάχιο για 16 h θα αρδεύσω με τη παροχή της γραμμής άρδευσης επί το πλήθος που λειτουργεί ταυτόχρονα:

$$Q = (\text{αριθμός γρ αρδεύσεως}) \cdot N_s \cdot q = 1 \cdot 9 \cdot 2.83 \text{ m}^3/\text{h}$$

που λειτουργούν ταυτόχρονα

Έλεγχος

$$Q_{ap} < Q$$

που ισχύει, οπότε η παροχή της γραμμής άρδευσης καλύπτει τις ανάγκες σε νερό του κάθε αγροτεμαχίου.

Η παραπάνω σχέση πρέπει να είναι λίγο "τσιμπημένη" γιατί δεν έχω συμπεριλάβει το χρόνο μεταφοράς και στησίματος από θέση σε θέση αλλά όχι άλλης τάξης μεγέθους

6. ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΣ ΥΠΟΓΙΣΜΟΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Λειτουργία μόνο 1 γραμμής άρδευσης

Σωλήνας αλουμινίου: 76.2 mm

Παροχή χρ. άρδευσης = Παροχή κύριας χρ. άρδευσης =
(δα χρ. διαρείν μόνο
1 στ. άρδευσης)

$$= \text{Παροχή Υδροσφομίου} = N_{sp} = 9.283 =$$
$$= 25.47 \frac{\text{m}^3}{\text{hr}} = 7.07 \text{ SP/5}$$

για $K = 0.0006 \text{ m}$

$$S_{hy} = 1.1 \cdot \frac{8L\lambda}{gD^5} Q^2 \cdot F =$$

Συντελεστής
Προσαύξεσης
τοπικών απωλειών

F, μόνο σε γραμμή
εφαρμογής για
διακύμανση
παροχής, πίνακας

Τυποποίηση ταχυσύνδετοι αγ. Αλουμινίου, νεώτερα δεδομένα

334

Πίν. 7.10: Γραμμικές απώλειες (H_f) σε $m/100 m$ αγωγών εφαρμογής από αλουμίνιο, με πάχος τοιχωμάτων $1.27 mm$ που αποτελούνται από σωλήνες μήκους $9 m$ ενωμένους με ταχυσυνδέσμους. Οι υπολογισμοί βασίζονται στη σχέση των Hazen-Williams με $C = 130$

Παροχή αγωγού		Εξωτερική διάμετρος αγωγού			
L/s	m ³ /h	D = 50.8 mm (2 in)	D = 76.2 mm (3 in)	D = 101.6 mm (4 in)	D = 127.0 mm (5 in)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
0.63	2.27	0.40	0.05		
1.26	4.54	1.44	0.18		
1.89	6.81	3.05	0.39		
2.52	9.08	5.20	0.66	0.15	
3.15	11.35	7.85	1.00	0.23	
3.78	13.63	11.01	1.40	0.33	
4.42	15.90	14.65	1.87	0.44	
5.05	18.17	18.76	2.39	0.57	0.19
5.68	20.44	23.33	2.98	0.70	0.23
6.31	22.71	28.36	3.62	0.85	0.28
7.57	27.25		5.07	1.20	0.39
8.83	31.79		6.74	1.59	0.52
10.09	36.34		8.64	2.04	0.67
11.35	40.88		10.74	2.54	0.83
12.62	45.42		13.06	3.08	1.01
13.88	49.96		15.58	3.68	1.21
15.14	54.50		18.30	4.32	1.42
16.40	59.05		21.22	5.01	1.65
17.66	63.59		24.35	5.75	1.89
18.92	68.13			6.54	2.15
20.19	72.67			7.37	2.42
21.45	77.21			8.24	2.71
22.71	81.76			9.16	3.01
23.97	86.30			10.13	3.33
25.23	90.84			11.14	3.66
26.49	95.38			12.19	4.01
27.76	99.92			13.28	4.37
29.02	104.47			14.42	4.75
30.28	109.01			15.61	5.14
31.54	113.55			18.83	5.54

Όμως ελλ
πρακτική, 6μ
σωλήνες
Συντελεστής
Προσαύξεσης
1.07

«παγίδα»

Ο προηγούμενος πίνακας περιέχει τις εξωτερικές διαμέτρους. Οι υδραυλικοί υπολογισμοί γίνονται με βάση την εσωτερική διάμετρο, που μπορεί να προσδιοριστεί με τη βοήθεια του παρακάτω πίνακα

<i>Διάμετρος σωλήνα</i>	<i>Πάχος τοιχωμάτων, mm</i>
≅ 127.0 mm	1.27
152.4 mm	1.45
203.2 mm	1.85
254.0 mm	2.50
304.2 mm	2.50

Συντελεστής F (μόνο στη γραμμή άρδευσης (αγωγός με εκτοξευτήρες))

Αν χρησιμοποιηθεί η Εξ. των Darcy - Weisbach οι νέες τιμές του συντελεστή F δίνονται στον Πίν.7.11

Πίν. 7.11. Οι τιμές του συντελεστή F για απόσταση του πρώτου εκτοξευτήρα ίση με μισή ισαποχή.

Αριθμός Εκτοξευτήρων	F	Αριθμός Εκτοξευτήρων	F
1	1.0	16	0.345
2	0.500	17	0.344
3	0.422	18	0.343
4	0.393	19	0.343
5	0.378	20	0.342
6	0.369	22	0.341
7	0.363	24	0.341
8	0.358	26	0.340
9	0.355	28	0.340
10	0.353	30	0.339
11	0.351	35	0.338
12	0.349	40	0.338
13	0.348	50	0.337
14	0.347	100	0.337
15	0.346	100	0.335

Αντί πινάκων, υπολογισμός γραμμικών απωλειών

Για κάθε κλάδο προσδιορίζεται η ταχύτητα ροής (με βάση την αρχικά θεωρηθείσα παροχή και την τοποθετούμενη διάμετρο του εμπορίου (στους Υδραυλικούς υπολογισμούς τίθεται η εσωτερική διάμετρος):

$$V = \frac{4Q}{\pi D^2}$$

για τους επόμενους υπολογισμούς:

D: εσωτερική διάμετρος (m)

Q (m³/s)

k (m)

Ακολούθως προσδιορίζεται ο αριθμός Re:

$$Re = \frac{V \cdot D}{\nu} = \frac{V \cdot D}{10^{-6}} \text{ όπου } \nu \text{ η κινηματική συνεκτικότητα (1} \cdot 10^{-6}\text{)}$$

Προτιμάται ο προσδιορισμός του συντελεστή τριβής f με την εξίσωση των Swamee και Jain και του ύψους γραμμικών απωλειών από την εξίσωση των Darcy-Weisbach:

$$f = \frac{0.25}{\left[\log \left(\frac{5.74}{Re^{0.9}} + \frac{k_s/D}{3.7} \right) \right]^2}$$

$$h_f = RQ^2, R = \frac{8fL}{g\pi^2 D^5}$$

Έλεγχος κριτήριο Christiansen!

$$76.2 - 2 * 1.27$$

Πίνακας 7.3
Τσακίρη όχι
απόλυτη
σύμπλευση

ΠΑΡΟΧΗ (m ³ /s)	D _{εσ} (m)	v (m/s)	L	Re	k/D	f	R	hf (m)	ΣHf (m)	F (Μονο για γραμμή εγναρμογής)	πραγματικές απώλειες(π)
0,007075	0,0737	1,66	153,00	121868,47	0,0081	0,0362	210981,153	10,561	11,617	0,355	4,123989

Βασικός έλεγχος κατά το σχεδιασμό (προφανώς
μόνο στη γραμμή άρδευσης)

$$\leq 0,2 * 30 \text{ m} \\ = 6 \text{ m}$$

Σύμφωνα με το κριτήριο του Christiansen η διακύμανση της πιέσεως κατά μήκος μίας γραμμής άρδευσεως δεν πρέπει να υπερβαίνει το 20%. Από την Εξ.7.36 εύκολα προκύπτει ότι η διακύμανση της πιέσεως κατά 20% κατά μήκος της γραμμής άρδευσεως αντιστοιχεί με διακύμανση της παροχής κατά 10%.

Η παροχή στην αρχή ενός αγωγού εφαρμογής (Q_s) είναι ίση με το γινόμενο του αριθμού των εκτοξευτήρων (N) που φέρει επί την παροχή τους (q), δηλαδή είναι:

$$Q_s = N q \quad (7.56)$$

όπου: Q_s και q σε m^3/h . Η παροχή αυτή μειώνεται προοδευτικά μετά από κάθε εκτοξευτήρα μέχρι το τέλος του αγωγού όπου η παροχή γίνεται ίση με q . Για να είναι ομοιόμορφη η κατανομή του νερού σε όλο το μήκος του αγωγού, η πίεση και η παροχή στη θέση του κάθε εκτοξευτήρα πρέπει να είναι σταθερή. Αυτό, εκ των πραγμάτων, δεν φαίνεται να είναι εφικτό γιατί, κατά την κίνηση του νερού στον αγωγό παρατηρούνται απώλειες φορτίου λόγω τριβών. Για το λόγο αυτό, γίνεται δεκτή μια ανοχή στη διακύμανση της παροχής και του φορτίου από εκτοξευτήρα σε εκτοξευτήρα. Η διακύμανση αυτή δεν πρέπει να υπερβαίνει το 10% της παροχής των εκτοξευτήρων, γεγονός που επιτυγχάνεται όταν η διακύμανση του φορτίου στον αγωγό δεν υπερβαίνει περίπου το 20% του λειτουργικού φορτίου των εκτοξευτήρων. Έτσι, κατά τον υπολογισμό των αγωγών εφαρμογής, οι κάθε είδους απώλειες φορτίου δεν πρέπει να ξεπερνούν το όριο αυτό.

ΣΩΛΗΝΕΣ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΠΟΣΙΜΟΥ ΝΕΡΟΥ από ΡΕ 3ης γενιάς/ Εμπορίου

ΣΤΟ ΘΕΜΑ..... Για συλλογικό δίκτυο

Πίεση λειτουργίας : 10 atm (1000 hPa)

Ονομαστική διάμετρος Dn (mm)	32	40	50	63	75	90	110
Εσωτερική διάμετρος D (mm)	28	35.2	44	55.4	66	79.2	96.8
Ονομαστική διάμετρος Dn (mm)	125	140	160	180	200	225	250
Εσωτερική διάμετρος D (mm)	110.2	123.4	141	158.6	176.2	198.2	220.4
Ονομαστική διάμετρος Dn (mm)	280	315	355	400	450	500	560
Εσωτερική διάμετρος D (mm)	246.8	277.6	312.8	352.6	396.6	440.6	493.6
Ονομαστική διάμετρος Dn (mm)	630						
Εσωτερική διάμετρος D (mm)	555.2						

Όμως ελλ πρακτική,
μέχρι υδροστόμιο
κινητοί αγωγοί

Προτεινόμενη τάξη απωλειών οικονομικοί και τεχνικοί λόγοι όχι άβατος καινόνας

Όταν το φορτίο στην είσοδο του αγωγού μεταφοράς είναι θετικό, οι επιτρεπόμενες απώλειες δεν πρέπει να υπερβαίνουν το φορτίο αυτό όταν ο αγωγός εφαρμογής βρίσκεται στο τέρμα του αγωγού μεταφοράς. Αν δεν υπάρχει ο περιορισμός αυτός, οι μέγιστες επιτρεπόμενες απώλειες καθορίζονται με κριτήρια κυρίως οικονομικά και, όπως αναφέρθηκε, κυμαίνονται από 3 μέχρι 10 m/100 m όταν ο αγωγός δεν έχει κλίση, δηλαδή:

$$H_{\max} = 3 \div 10 \text{ m}/100 \text{ m} \quad (7.77)$$

Σε κεκλιμένα εδάφη, αν η διεύθυνση του αγωγού είναι αντίθετη προς την κλίση του εδάφους, από τις παραπάνω απώλειες αφαιρείται η υψομετρική διαφορά μεταξύ των άκρων του αγωγού (ΔZ), αναγμένη σε μήκος 100 m αγωγού, οπότε:

$$H_{\max} = (3 \div 10) - \frac{100 \Delta Z}{L} \text{ m}/100 \text{ m} \quad (7.78)$$



Αν η διεύθυνση του αγωγού είναι προς την κλίση του εδάφους, τότε:

Εφαρμογές κλειστών αγωγών, παραδοχές

- Ταχύτητα περίπου 0.5-1.5 (ή έως 2 m/s)
- Σημαντικό ύψος πίεσης
- Αμελητέο ύψος κινητικής ενέργειας σε σχέση με τους άλλους όρους Π.Γ≈Γ.Ε
- Δεν προσδιορίζω τις περισσότερες από τις τοπικές απώλειες ενέργειας πρακτικά αδύνατο, αλλά κάνω μία υπόθεση (π.χ. 10% επί των γραμμικών)

Ταχυσύνδετοι και μόνιμοι σωλήνες

- Σε συλλογικό δίκτυο:
 - Γραμμή άρδευσης: ταχυσύνδετοι
 - Από τέλος γραμμής άρδευσης έως υδροστόμιο, ταχυσύνδετοι ή μόνιμοι αγωγοί 10 atm,
 - *ελληνική πρακτική μία διάμετρος και ταχυσύνδετοι σωλήνες μέχρι υδροστόμιο*
 - Συλλογικό δίκτυο, μόνιμοι αγωγοί 10 -12 atm

- Βάζω παντού (στο αγροτεμάχιο μέχρι το υδροστόμιο) ταχυσύνδετους σωλήνες αλουμινίου:
- $H_L = (30+0.8)+ 0.75*4.12 \pm 0.5*0+$
- $H_{\text{υδροστόμιο}} = (30+0.8)+ 0.75*4.12 \pm 0.5*0 + 6.4 \pm 0$ (0.0762m διάμετρος)

ΠΑΡΟΧΗ (m ³ /s)	D _{εσ} (m)	v (m/s)	L	Re	k/D	f	R	hf (m)	ΣHf (m)	κλίση γραμμικών απωλειών %
0,007075	0,0737	1,66	84,00	121868,47	0,0081	0,0362	115832,790	5,798	6,378	6,902479

Απαιτούμενο ύψος πιεζομετρικής γραμμής, παροχή στο υδροστόμιο

- Προσθέτω τις απώλειες σε γραμμής άρδευσης (προφανώς χωρίς F) και αφαιρώ υψομετρική διαφορά αν υπάρχει κλίση → υδροστόμιο (συλλογικό δίκτυο)

$$H_L = (30+0.8)+ 0.75*4.12 \pm 0.5*0+$$

$$H_{\text{υδροστόμιο}} = H_L + \mathbf{6.4 \pm 0} \text{ (0.0762m διάμετρος)}$$

Σε αυτή την άσκηση δεν απαιτείται διερεύνηση για την κυρια γραμμή άρδευσης

- ΠΑΡΟΧΗ 7.075 l/s

Εναλλακτικά, Διάμετροι εμπορίου 10atm, ταχύτητες, απώλειες (βλπ παλιά θεάματα), ωστόσο στην Ελλάδα τοποθετούνται ταχυσύνδετοι

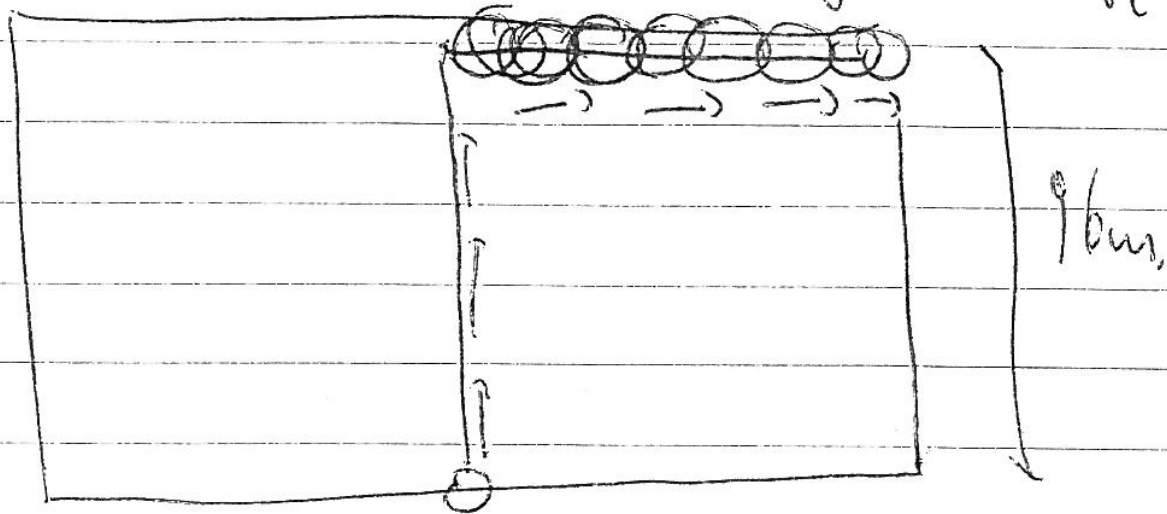
ΠΑΡΟΧΗ (m ³ /s)	Dεσ (m)	v (m/s)	L	Re	k/D	f	R	hf (m)	SHf (m)	κλίση γραμμικών απωλειών %
0.007075	0.0792	1.44	84.00	113343.83	0.0076	0.0354	78952.392	3.952	4.347	4.704775
ΠΑΡΟΧΗ (m ³ /s)	Dεσ (m)	v (m/s)	L	Re	k/D	f	R	hf (m)	SHf (m)	%
0.007075	0.0968	0.96	84.00	92735.86	0.0062	0.0336	27427.547	1.373	1.510	1.634408

Σε αυτή την άσκηση δε χρειάζεται διερεύνηση δυσμενέστερης θέσης

Ο προσδιορισμός του απαιτούμενου ύψους
λίθου από το βάθος της γωνίας

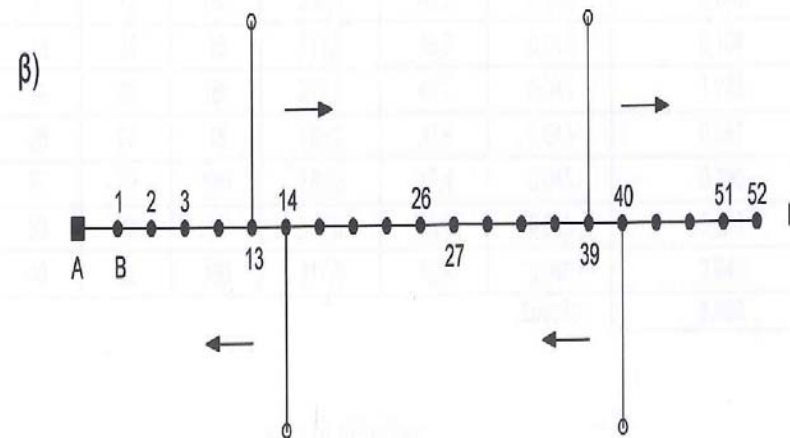
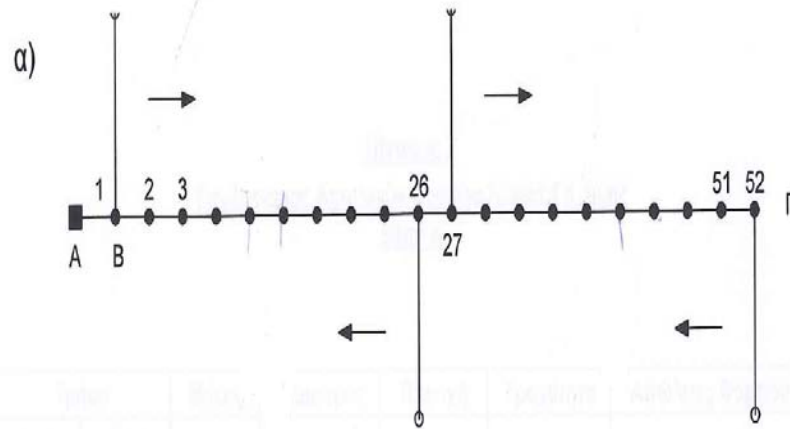
επίδραση της κέρσεως με εφροτέκηχτα

Δυναμότητες Απαιτήτων για κύρα γρ. κέρσεως



Β. Συμπέρασμα.

Προσοχή: Διερεύνηση, αν υπάρχουν παραπάνω από μία γραμμές άρδευσης που λειτουργούν ταυτόχρονα (όχι σε αυτή την άσκηση)



Χρήση της εξίσωσης του Hazen
Williams σε ταχυσύνδετους σωλήνες

Χρήση της εξίσωσης του Hazen Williams σε ταχυσύνδετους σωλήνες

334

Πίν. 7.10: Γραμμικές απώλειες (H_f) σε $m/100 m$ αγωγών εφαρμογής από αλουμίνιο, με πάχος τοιχωμάτων $1.27 mm$ που αποτελούνται από σωλήνες μήκους $9 m$ ενωμένους με ταχυσυνδέσμους. Οι υπολογισμοί βασίζονται στη σχέση των Hazen-Williams με $C = 130$

Παροχή αγωγού		Εξωτερική διάμετρος αγωγού			
L/s	m ³ /h	D = 50.8 mm (2 in)	D = 76.2 mm (3 in)	D = 101.6 mm (4 in)	D = 127.0 mm (5 in)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
0.63	2.27	0.40	0.05		
1.26	4.54	1.44	0.18		
1.89	6.81	3.05	0.39		
2.52	9.08	5.20	0.66	0.15	
3.15	11.35	7.85	1.00	0.23	
3.78	13.63	11.01	1.40	0.33	
4.42	15.90	14.65	1.87	0.44	
5.05	18.17	18.76	2.39	0.57	0.19
5.68	20.44	23.33	2.98	0.70	0.23
6.31	22.71	28.36	3.62	0.85	0.28
7.57	27.25		5.07	1.20	0.39
8.83	31.79		6.74	1.59	0.52
10.09	36.34		8.64	2.04	0.67
11.35	40.88		10.74	2.54	0.83
12.62	45.42		13.06	3.08	1.01
13.88	49.96		15.58	3.68	1.21
15.14	54.50		18.30	4.32	1.42
16.40	59.05		21.22	5.01	1.65
17.66	63.59		24.35	5.75	1.89
18.92	68.13			6.54	2.15
20.19	72.67			7.37	2.42
21.45	77.21			8.24	2.71
22.71	81.76			9.16	3.01
23.97	86.30			10.13	3.33
25.23	90.84			11.14	3.66
26.49	95.38			12.19	4.01
27.76	99.92			13.28	4.37
29.02	104.47			14.42	4.75
30.28	109.01			15.61	5.14
31.54	113.55			18.83	5.54

Προσεγγιστικός
υπολογισμός
μικρές παροχές
στα κινητά μέρη

Ελλάδα σωλήνες
6m
πολλαπλασιάζω
με 1.07

«παγίδα»

Ο προηγούμενος πίνακας περιέχει τις εξωτερικές διαμέτρους. Οι υδραυλικοί υπολογισμοί γίνονται με βάση την εσωτερική διάμετρο, που μπορεί να προσδιοριστεί με τη βοήθεια του παρακάτω πίνακα

<i>Διάμετρος σωλήνα</i>	<i>Πάχος τοιχωμάτων, mm</i>
≅ 127.0 mm	1.27
152.4 mm	1.45
203.2 mm	1.85
254.0 mm	2.50
304.2 mm	2.50

Παγίδα, χρήση προηγούμενου πίνακα σε Ελληνικά δεδομένα

15 ετών. Αν οι αγωγοί του δικτύου είναι από αλουμίνιο, που το μήκος των σωλήνων από τους οποίους αποτελούνται, στην ελληνική αγορά, είναι τυποποιημένο και ίσο με 6 m, συνδέονται δε μεταξύ τους με ταχυσυνδέσμους, οι γραμμικές απώλειες που δίνει η σχέση των Hazen-Williams, πρέπει να πολλαπλασιαστούν με 1.07. Πρέπει ακόμη να διευκρινιστεί ότι

Γιατί? Γιατί εφόσον αντί εννιάμετρους σωλήνες χρησιμοποιώ εξάμετρους, θα υπάρχουν περισσότερες τοπικές απώλειες, σε κάθε σύνδεσμο υπάρχουν και τοπικές απώλειες, επομένως θέτω το συντελεστή 1.07

Χρήση της εξίσωσης του Hazen Williams σε ταχυσύνδετους σωλήνες (2)

Στην πράξη, η πιο διαδεδομένη σχέση για τον υπολογισμό των γραμμικών απωλειών, σε αγωγούς που είναι κατασκευασμένοι από διάφορα υλικά, είναι αυτή των Hazen-Williams:

$$H_f = 1.13 \cdot 10^{11} \left(\frac{Q_e}{C} \right)^{1.852} D^{-4.87} \quad (7.64)$$

όπου: H_f γραμμικές απώλειες σε m/100 m αγωγού, Q_e παροχή του αγωγού σε m³/h, D εσωτερική διάμετρος του αγωγού σε mm και C σταθερά της οποίας η τιμή εξαρτάται από το υλικό που είναι κατασκευασμένος ο αγωγός. Μερικές τυπικές τιμές του C είναι:

Υλικό αγωγού	C
Πλαστικοί σωλήνες με $D > 76.2$ mm	150
» » » $D \leq 76.2$ mm	140
Σωλήνες αλουμινίου μήκους 9 m με ταχυσυνδέσμους	130
Σωλήνες από ταινιοχάλυβα 6 m με ταχυσυνδέσμους	120
Χαλυβοσωλήνες καινούριοι	130
» ηλικίας 15 ετών	100
Αμιαντοσωλήνες	140

πρέπει να πολλαπλασιαστούν με 1.07. Πρέπει ακόμη να διευκρινιστεί ότι στο εμπόριο οι κάθε φύσεως σωλήνες αναφέρονται με την ονομαστική τους διάμετρο που συνήθως είναι η εξωτερική τους διάμετρο. Για να βρεθεί η εσωτερική διάμετρος απαιτείται η γνώση του πάκους των τοιχωμάτων των σωλήνων που δίνονται από τους κατασκευαστές. Σε περίπτωση που το στοιχείο αυτό δεν είναι διαθέσιμο, μπορεί να χρησιμοποιηθούν οι παρακάτω τυπικές τιμές για σωλήνες αλουμινίου:



Πίν. 2.2: Προσδιορισμός των γραμμικών απωλειών για κυκλικούς αγωγούς υπό πίεση

	Εξίσωση γραμμικών απωλειών ενέργειας	Αντίσταση αγωγού (διεθνές σύστημα μονάδων)	Εκθέτης της εξίσωσης
Darcy-Weisbach	$h_f = RQ^n$	$R = \frac{8fL}{gn^2 D^5}$ μεταβλητή με την παροχή	$n = 2$
Darcy-Weisbach προσέγγιση λογαριθμικής ευθείας	$h_f = RQ^n$	$R = \frac{8La}{gn^2 D^5}$ μη μεταβλητή με την παροχή	$n = 2 - b$ (a, b προκύπτουν από εκτίμηση του εύρους της παροχής)
Hazen-Williams	$h_f = RQ^n$	$R = \frac{10.7L}{C^{1.852} D^{4.87}}$ μη μεταβλητή με την παροχή	$n = 1.852 < 2$
Manning	$h_f = RQ^n$	$R = \frac{10.29 n_{MANNING}^2 L}{D^{5.33}}$ μη μεταβλητή με την παροχή	$n = 2$

Η εξίσωση Darcy-Weisbach πρέπει να προτιμάται από τις άλλες εμπειρικές ή ημιεμπειρικές εξισώσεις προσδιορισμού των απωλειών, γιατί έχει θεωρητική βάση (διατήρηση της ορμής) και ενσωματώνει με το συντελεστή f , πειραματικά δεδομένα και θεωρητικές υποθέσεις που εδράζονται στη θεώρηση του οριακού στρώματος

Χρήση της εξίσωσης του Hazen Williams σε ταχυσύνδετους σωλήνες (3)

- Διαφορετικά, στο διεθνές σύστημα μονάδων, γραμμικές απώλειες:

Hazen - Williams	$h_f = RQ^n$	$R = \frac{10.7L}{C^{1.852} D^{4.87}}$ <i>μη μεταβλητή με την παροχή</i>	$n = 1.852 < 2$
------------------	--------------	---	-----------------

- Προσαύξηση με 1.1 για να συμπεριληφθούν και οι τοπικές απώλειες

Επίδραση του υψόμετρου

Κριτήριο Christiansen και υψόμετρο

Όταν ο αγωγός εφαρμογής δεν έχει κλίση, οι μέγιστες επιτρεπόμενες απώλειες (H_{\max}) μπορεί να φτάσουν μέχρι το 20% του λειτουργικού φορτίου του εκτοξευτήρα (P_a). Οι απώλειες αυτές υπολογίζονται με τη σχέση:

$$H_{\max} = 100 \frac{0.2 P_a \pm \Delta Z}{LF} \quad (7.73)$$

όπου: H_{\max} σε m/100 m αγωγού, P_a σε m, L σε m και ΔZ η υψομετρική διαφορά μεταξύ των άκρων του αγωγού εφαρμογής σε m.

πράγματι :

$$z_L + \frac{p_L}{\rho g} = z_B + \frac{p_B}{\rho g} + \sum h_f \Leftrightarrow$$

$$(H_L - H) + (z_L - z_B) \approx \sum h_f \Leftrightarrow$$

$$0.2H + (z_L - z_B) \approx \sum h_f$$

Κλίση εδάφους σύμφωνα με το έδαφος, δυνατότητα για μεγαλύτερες απώλειες (ανακουφιστικό) αλλά και μικρότερο απαιτούμενο ύψος πίεσης (ανακουφιστικό). Συνήθως η υψομετρική διαφορά είναι μικρή

Φορτίο που χρειάζεται στην αρχή του αγωγού εφαρμογής και υψόμετρο

Το φορτίο που χρειάζεται στην αρχή του αγωγού εφαρμογής (P_m), υπολογίζεται με τη σχέση:

$$P_m = P_a + 0.75 P_f + P_r \pm 0.50 \Delta Z \quad (7.74)$$

όπου: P_m σε m, P_a λειτουργική πίεση των εκτοξευτήρων σε m, P_f σε m, P_r ύψος του σωλήνα ανύψωσης σε m και ΔZ υψομετρική διαφορά μεταξύ των άκρων του αγωγού εφαρμογής σε m.

Αν ο αγωγός έχει μηδενική κλίση τότε προφανώς $\Delta Z = 0$. Αν το έδαφος είναι κεκλιμένο και ο αγωγός εφαρμογής έχει διεύθυνση αντίθετη προς την κλίση του εδάφους, τότε ο όρος με το ΔZ στη σχέση (7.73) έχει

αρνητικό πρόσημο και στη σχέση (7.74) θετικό. Αν η διεύθυνση του αγωγού είναι προς την κλίση του εδάφους συμβαίνει το αντίθετο δηλαδή ο όρος με το ΔZ έχει θετικό πρόσημο στη σχέση (7.73) και αρνητικό στη σχέση (7.74).

πράγματι :

$$z_L + \frac{p_L}{\rho g} = z_2 + \frac{p_2}{\rho g} + \sum h_f \Leftrightarrow$$

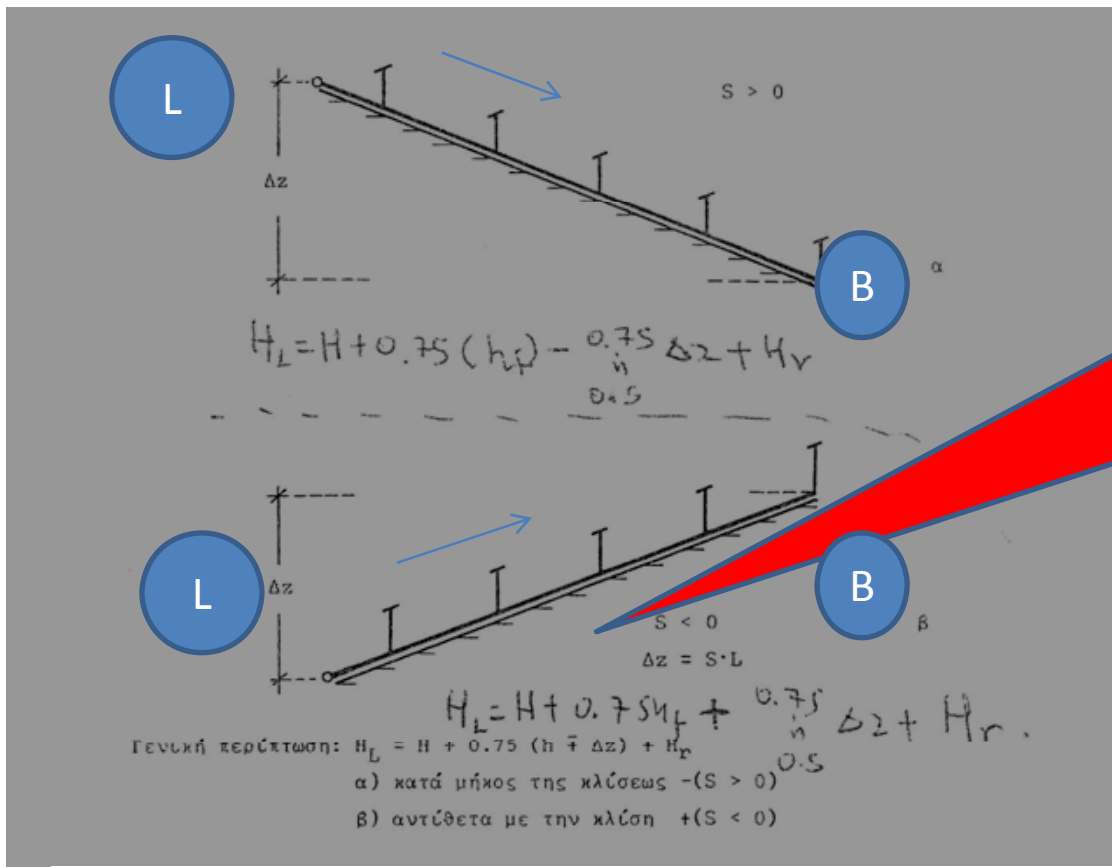
H_L H

$$H_L = 0.75 \cdot \sum h_f - 0.5(z_L - z_B) + h_r + H$$

Προσθήκη στη γραμμική εφαρμογή:

$0,75hf$ και $0,5x\Delta z$

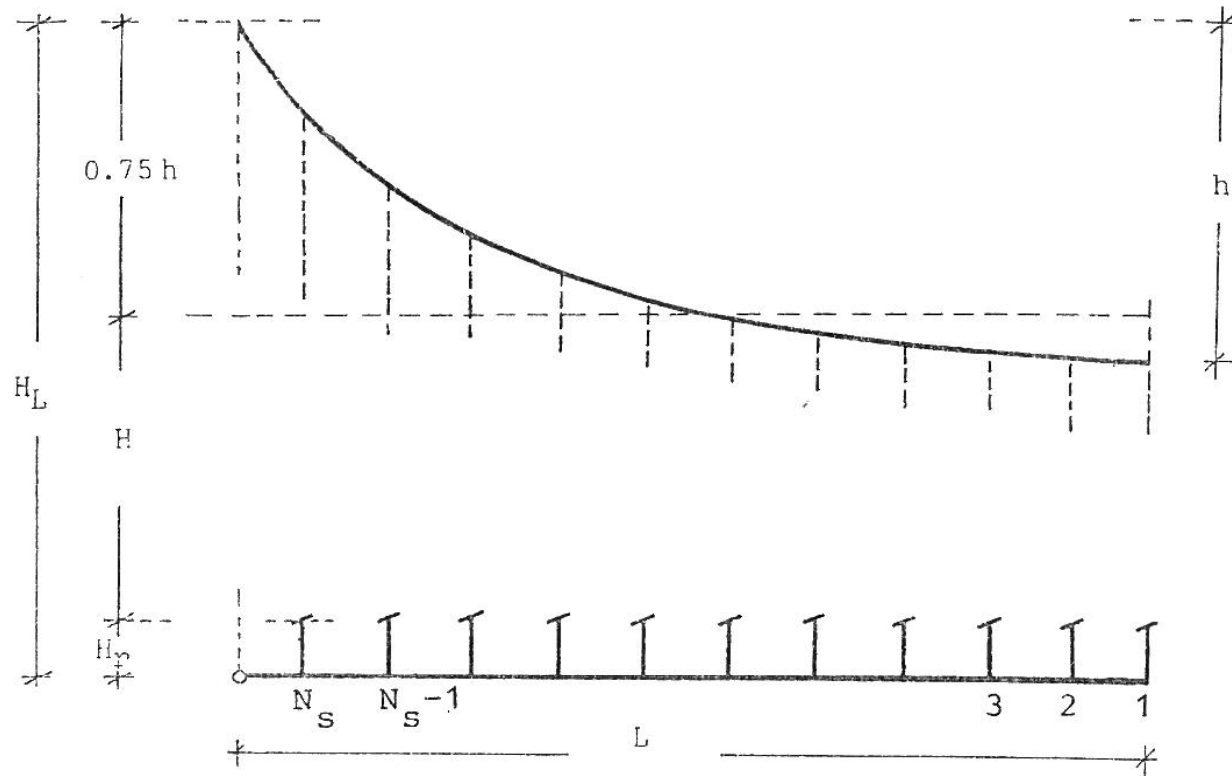
+ Η ύψος ανοδικού σωλήνα (απόφαση μηχανικού)



Όπου $H = h_{pB}$
 Δε θέλω μεγάλη
 διακύμανση πιέσεων
 στον αγωγό εφαρμογής

 H_r ύψος ανοδικού
 σωλήνα (απόφαση
 μηχανικού)

$$H_L \left(= h_{p,L} = \frac{p_L}{\rho g} \right) = \underset{=h_{p,B}=\frac{p_B}{\rho g}}{H} + h_r + 0.75 h_{f,L \rightarrow B} \mp 0.5 \Delta z$$

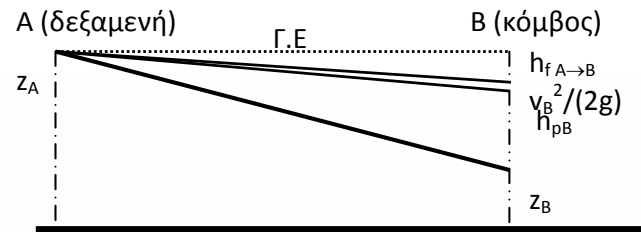


Κατά μήκος κλίση $S = 0$: $H_L = H + 0.75h + H_r$

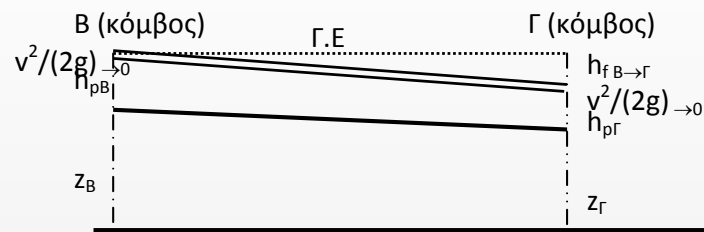
**Η πίεση σε κλειστούς αγωγούς
μειώνεται από ανάντη σε κατόντη?
(παγίδα)**

Απάντηση

- Λάθος. Δεν υπάρχει γενική απάντηση.
- Η πίεση καθορίζεται από τη διατήρηση της ενέργειας, όπου αφαιρώντας τις απώλειες ενέργειας προκύπτει πάντα μειωμένη η γραμμή ενέργειας (πλην αντλίας)
- Θεωρώντας για κλειστούς αγωγούς αμελητέο το ύψος κινητικής ενέργειας, αφαιρώντας το υψόμετρο εδάφους, προκύπτει το ύψος πίεσης.



Σχήμα ? (α): Προσδιορισμός της πίεσης στον κόμβο B αμέσως μετά την



Σχήμα ? (β): Προσδιορισμός της πίεσης στον κόμβο Γ αμέσως μετά τον κόμβο

Για το σχήμα ?α εφαρμόζοντας την εξίσωση Bernoulli μεταξύ των σημείων A (δεξαμενή) και του αμέσως επόμενου κόμβου B ισχύει:

$$\left. \begin{aligned} H_A &= H_B + h_{f A \rightarrow B} \\ H_B &= h_{pB} + z_B + \frac{v_B^2}{2g} \\ H_A &= z_A \end{aligned} \right\}$$

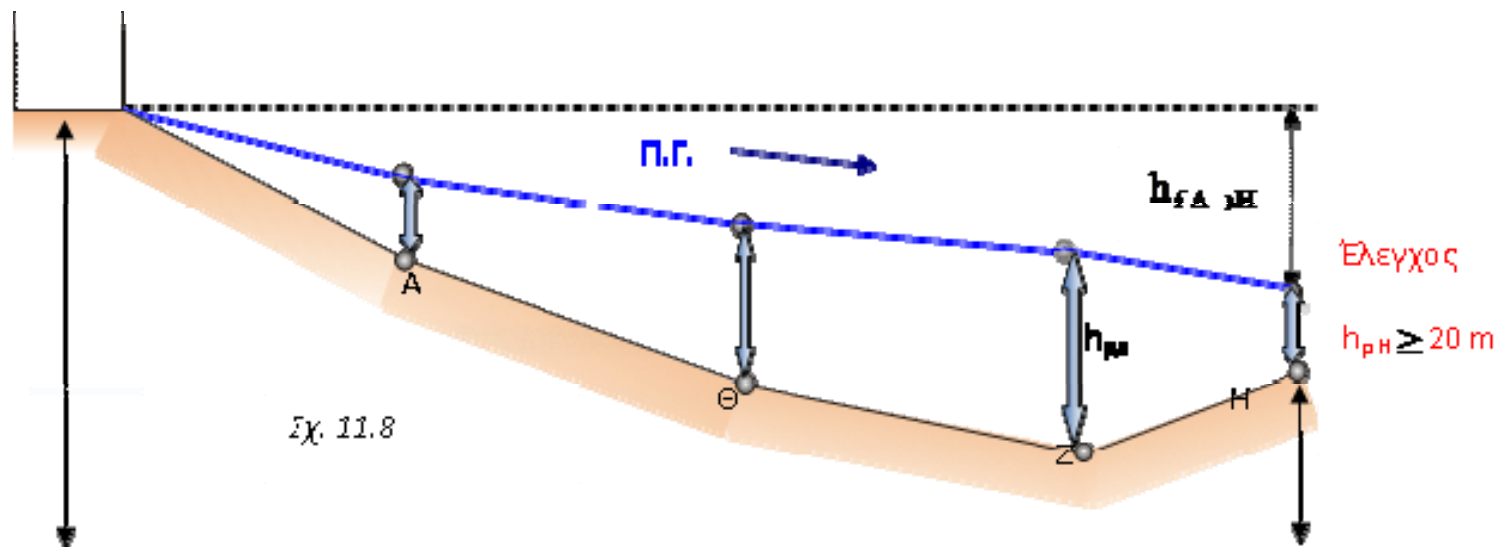
Θεωρώντας αμελητέο το ύψος κινητικής ενέργειας για κλειστούς αγωγούς στα συνήθη υδραυλικά έργα καταλήγω:

$$\left\{ \begin{aligned} H_B &= H_A - h_{f A \rightarrow B} \\ h_{pB} &= H_B - z_B \end{aligned} \right\}$$

Η πρώτη από τις παραπάνω εξισώσεις προσδιορίζει την πιεζομετρική γραμμή και η δεύτερη εξίσωση το ύψος πίεσεως σε έναν κόμβο.

Περίπτωση που η πίεση αυξάνεται κατάντη

- Η γ.ε είναι πτωτική
- Ωστόσο, σε **χαμηλά σημεία** μπορεί η πίεση να αυξάνεται (έλεγχος μέγιστης πίεσης)



Σε επίπεδο πυθμένα..

- Η γ.ε είναι πτωτική
- Για επίπεδο άξονα αγωγού η πίεση είναι πτωτική

