

## Θ Ε Μ Α: Διαχείριση των Υδάτινων Πόρων

Δίδονται υπό κλίμακα 1:50 000 και 1:5 000 χάρτες περιοχής Πύλη του νομού Τρικάλων. Ζητείται να μελετηθεί ένα *πολλαπλό σύστημα διαχείρισης των υδάτινων πόρων* της περιοχής το οποίο να περιλαμβάνει:

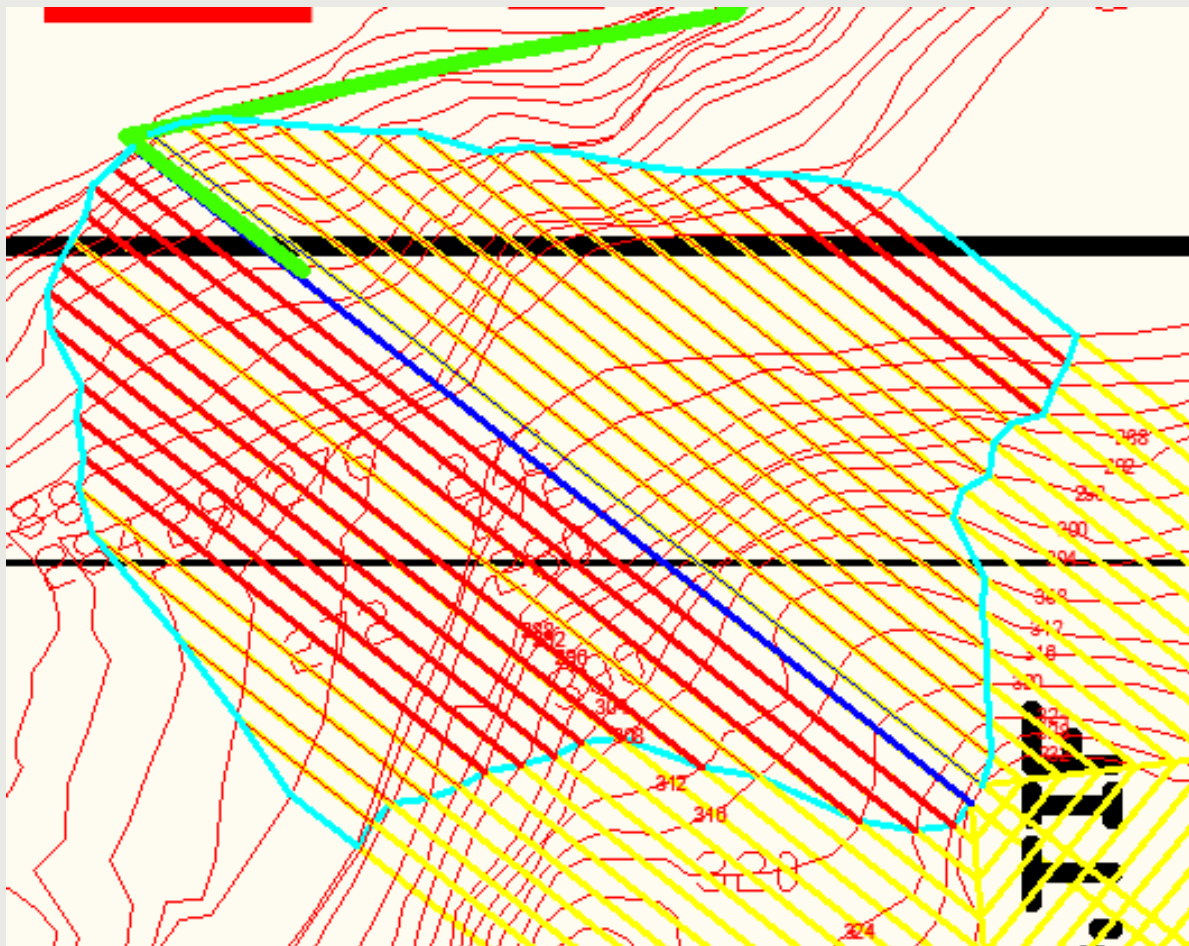
1. Φράγμα πολλαπλής σκοπιμότητας παρά το χωριό Πύλη στη θέση που υποδεικνύεται στο χάρτη με συντεταγμένες (ΕΓΣΑ87 χ: 292571,03 y: 4369318,98). Το νερό του ταμιευτήρα θα χρησιμοποιηθεί για άρδευση, ύδρευση και παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Το ύψος του φράγματος θα καθοριστεί με βάση τις ετήσιες απαιτήσεις σε νερό χρησιμοποιώντας τη μέθοδο του Dincer.
2. Να μελετηθεί η ύδρευση των χωριών Πύλη, Παλαιομονάστηρο, Γόμφοι Μουριά, Λυγαριά, Πηγή, Άγιος Βησσαρίωνας, Φιλύρα, Φήκη.
3. Να μελετηθεί μια περιοχή εκτάσεως 142000 στρ. για άρδευση ανατολικά από το χωριό Πύλη και να εκτιμηθεί η ειδική παροχή του αρδευτικού δικτύου σε l/s/στρ.

Έλεγχος ολοκλήρωσης

Συνέχεια:

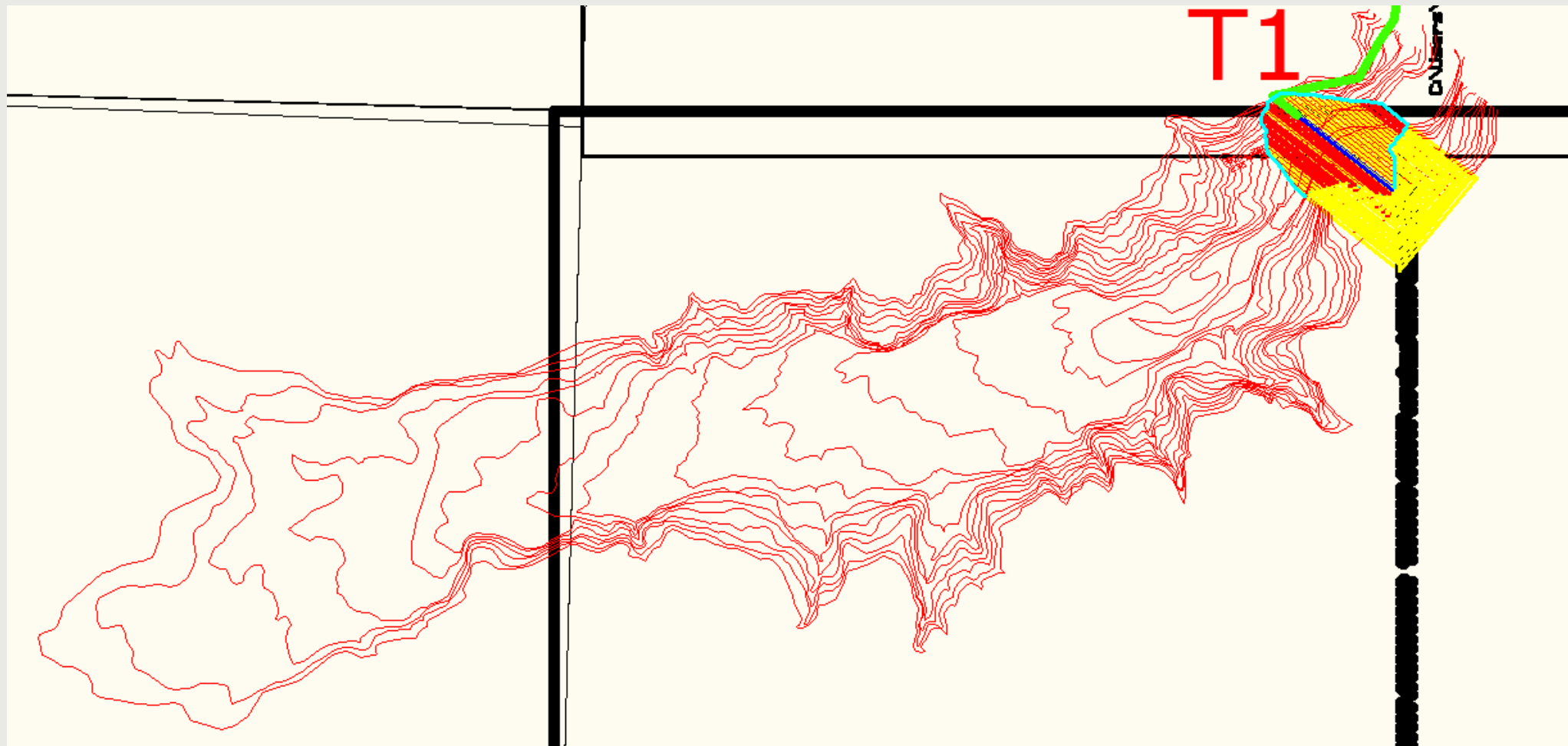
- 1) Υπολογισμός αναγκών ύδρευσης ανά οικισμό
  - 2) Παροχή ανά οικισμό
  - 3) Σχεδιασμός αγωγών
  - 4) παροχή ανά κλάδο αγωγού
  - 5) Επιλογή διαμέτρου από την παροχή ανά κλάδο
  - 6) Υπολογισμός απωλειών
  - 7) Έλεγχος πιέσεων.
- Ανάγκη για αντλιοστάσιο?

## Παράδειγμα υπολογισμών όγκου χωματισμών φράγματος



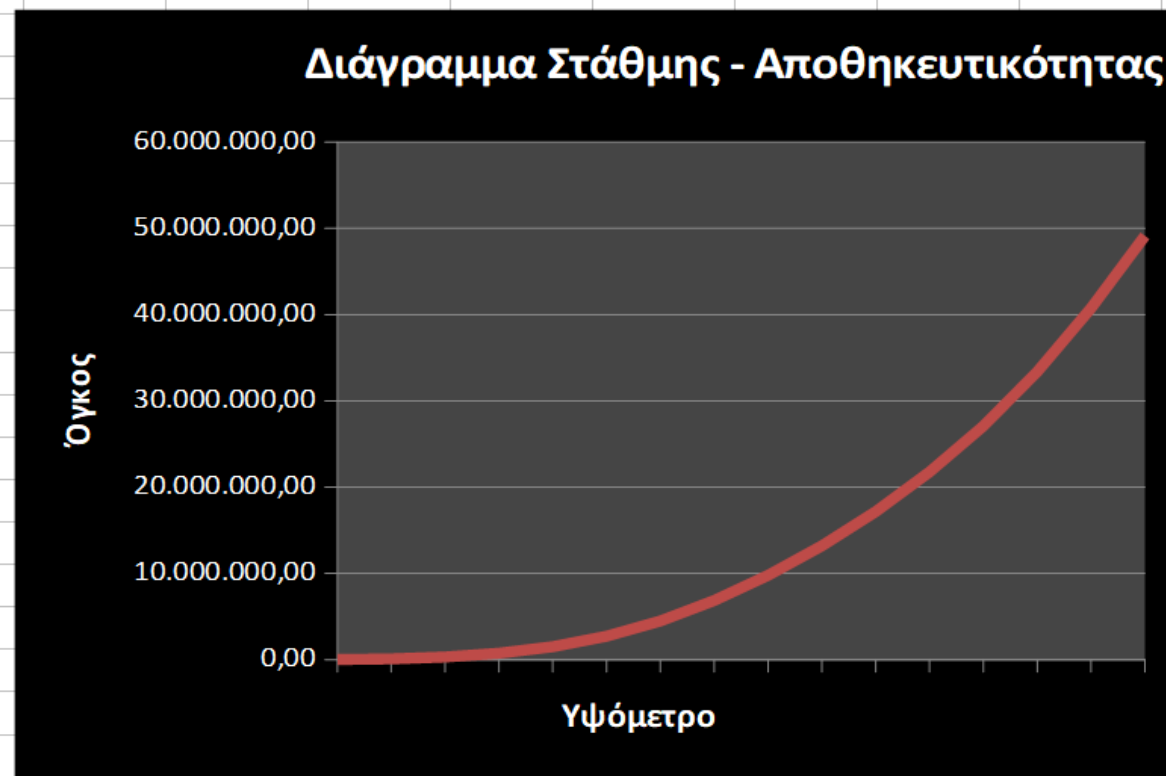
Ισοψείς	Εμβαδά	Όγκοι	αθροιστικός όγκος		
	0				
272	13969,139	27938,278			
276	20793,401	69525,08	97463		
280	26181,279	93949,36	191413		
284	29124,537	110611,632	302024		
288	30728,898	119706,87	421731		
292	31958,751	125375,298	547107		
296	32622,427	129162,356	676269		
300	32636,812	130518,478	806787		
304	32442,000	130157,624	936945		
308	30978,586	126841,172	1063786		
312	29679,26	121315,692	1185102		
316	26829,964	113018,448	1298120		
320	22950,607	99561,142	1397681		
324	17631,751	81164,716	1478846		
328	10651,442	56566,386	1535413		
332	3088,44	27479,764	1562892		
	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>			
<b>Τελικά</b>	<b>392267,294</b>	<b>1562892,296</b>	κόστος	<b>34727466,8171 €</b>	

# Διαδικασία υπολογισμού όγκου λίμνης



## Σχέση στάθμης – όγκου λίμνης

<u>Ισοψείς</u>	<u>Εμβαδά (m<sup>2</sup>)</u>	<u>Όγκος (m<sup>3</sup>)</u>	<u>Αθροιστικός Όγκος (m<sup>3</sup>)</u>
	0		
272	9146,795	18293,59	18293,59
276	29617,968	77529,526	95823,116
280	80002,005	219239,946	315063,062
284	134792,151	429588,312	744651,374
288	243094,968	755774,238	1500425,612
292	362707,701	1211605,338	2712030,95
296	525577,281	1776569,964	4488600,914
300	658936,653	2369027,868	6857628,782
304	802651,048	2923175,402	9780804,184
308	908399,941	3422101,978	13202906,162
312	1071453,644	3959707,17	17162613,332
316	1225825,77	4594558,828	21757172,16
320	1439332,463	5330316,466	27087488,626
324	1710396,207	6299457,34	33386945,966
328	1975037,945	7370868,304	40757814,27
332	2216955,556	8383987,002	49141801,272



# Ανάγκες ύδρευσης ανά οικισμό

3) Πληθυσμικά στοιχεία, σύμφωνα με την απογραφή του 2011, των παραπάνω χωριών.

<u>ΧΩΡΙΟ</u>	<u>ΚΑΤΟΙΚΟΙ</u>
<u>Πύλη</u>	1839
<u>Παλαιομονάστηρο</u>	1181
<u>Γόμφοι</u>	1096
<u>Μουριά</u>	618
<u>Λυγαριά</u>	584
<u>Πηγή</u>	1196
<u>Άγιος Βησσαρίωνας</u>	775
<u>Φιλύρα</u>	481
<u>Φήκη</u>	1104



Πρόβλεψη μελλοντικού πληθυσμού

Ημερήσια κατανάλωση ανά οικισμό = μελλοντικός πληθυσμός X 200 lt / (κάτ. ημέρα)

Παροχή σε (m<sup>3</sup>/s) ανά οικισμό = η ημερήσια κατανάλωση ανηγμένη

Η παροχή ανά κλάδο αγωγού = οι συνολικές παροχές των οικισμών του κλάδου

Παράδειγμα υπολογισμού παροχών ύδρευσης

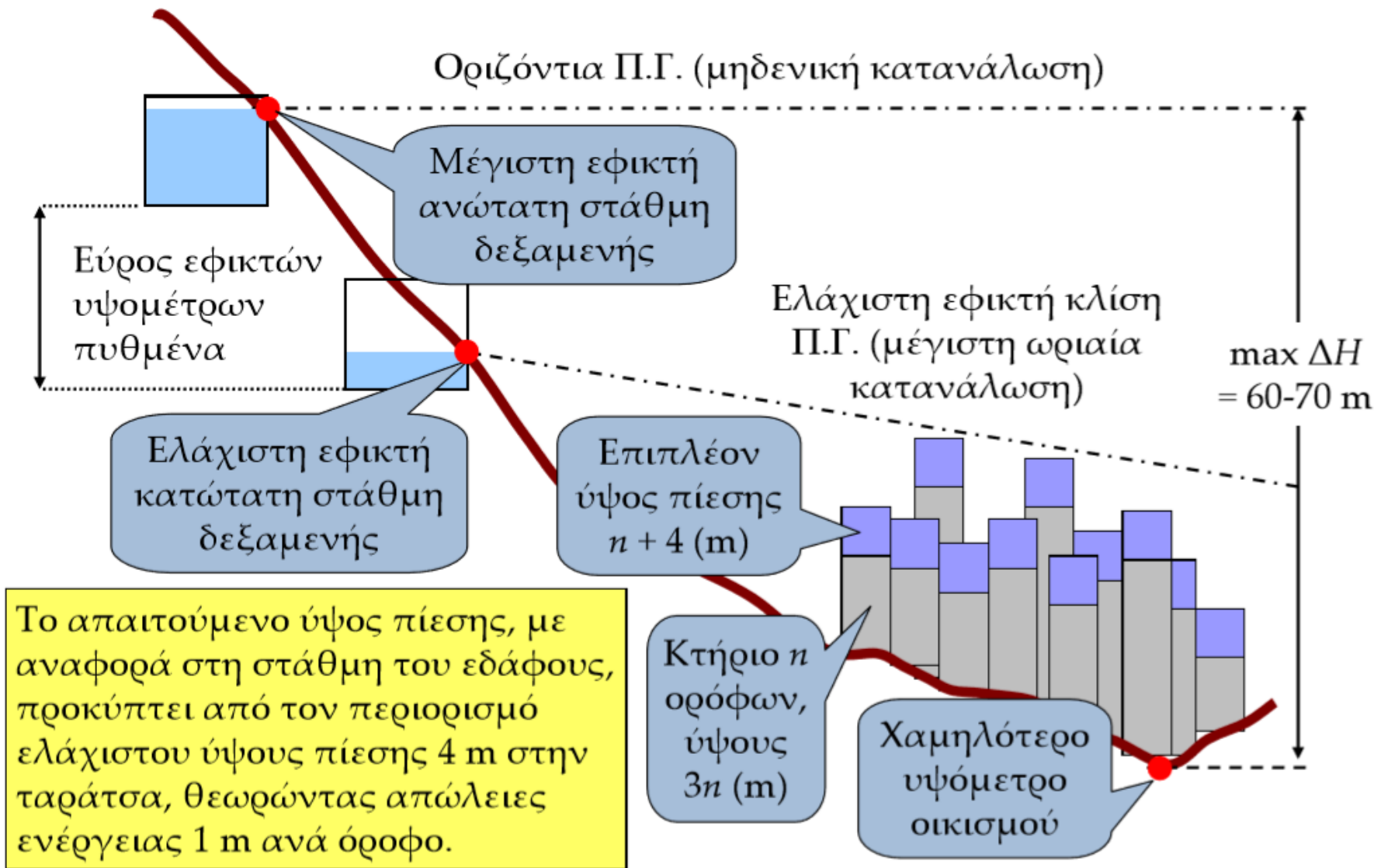
ΧΩΡΙΟ	ΚΑΤΟΙΚΟΙ	ΑΥΞΗΜΕΝΟΣ ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (m <sup>3</sup> /hr)	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (m <sup>3</sup> /year)	
Πυλη	1839	2207	18,39	161096,4	
Παλαιομοναστηρο	1181	1417	11,81	103455,6	
Γομφοι	1096	1315	10,96	96009,6	
Μουρια	618	742	6,18	54136,8	
Λυγαρια	584	701	5,84	51158,4	
Πηγη	1196	1435	11,96	104769,6	
Αγιος Βησσαριωνας	775	930	7,75	67890	
Φιλυρα	481	577	4,81	42135,6	
Φηκη	1104	1325	11,04	96710,4	
		<b>SUM</b>	<b>88,74</b>	<b>777362,4</b>	<b>m<sup>3</sup>/year</b>



## Προδιαγραφές δικτύων και σχετικοί έλεγχοι

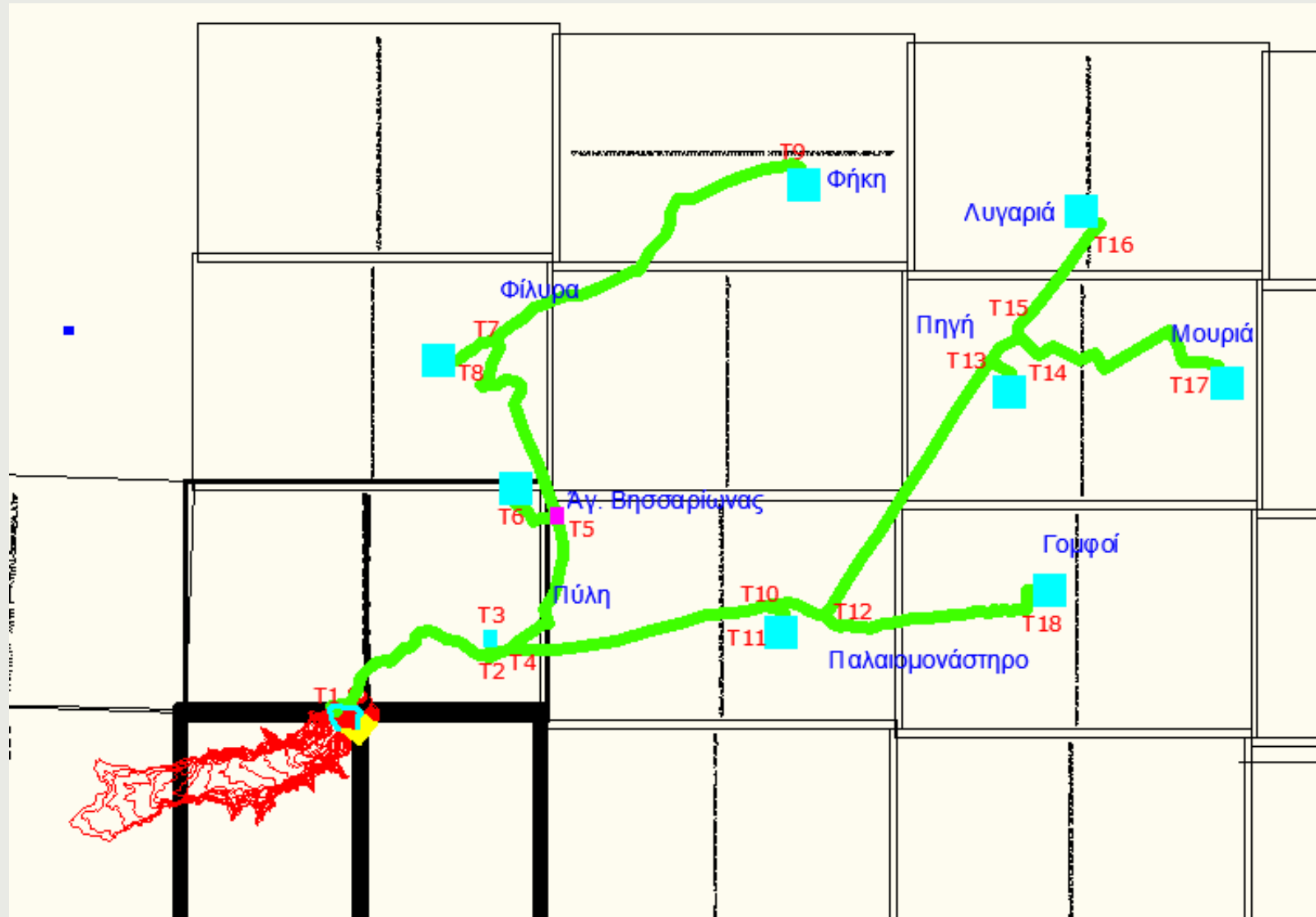
- **Έλεγχος μέγιστων πιέσεων:** Για την προστασία των υδραυλικών εγκαταστάσεων των σπιτιών και των οικιακών συσκευών, η πίεση σε κάθε σημείο του δικτύου δεν πρέπει να ξεπερνά τα 60 έως 70 m. } Στοιχειώδης έλεγχος, αφορά στη γενική διάταξη του δικτύου
- **Έλεγχος ελάχιστων πιέσεων:** Η πιεζομετρική γραμμή της οικιακής παροχής στο υψηλότερο σημείο των κτηρίων (υφιστάμενων ή προβλεπόμενων, με βάση τον πολεοδομικό σχεδιασμό) πρέπει να είναι τουλάχιστον 4 m, που αντιστοιχεί σε ύψος πίεσης στο έδαφος ίσο με  $4(n + 1)$ , όπου  $n$  ο αριθμός των ορόφων. } Τυπικός έλεγχος, αφορά στη διάταξη και διαστασιολόγηση των έργων, απαιτεί επίλυση του δικτύου
- **Έλεγχοι ποιότητας νερού:** Εξετάζεται η δίαιτα των κρίσιμων ποιοτικών παραμέτρων του πόσιμου νερού (π.χ. υπολειμματικό χλώριο), σε συνδυασμό με τα υδραυλικά χαρακτηριστικά της ροής. } Αφορά στη λειτουργία του δικτύου, απαιτεί εξειδικευμένα μοντέλα προσομοίωσης
- **Έλεγχος αντιπληγματικής προστασίας:** Το δίκτυο πρέπει να ελέγχεται έναντι της εμφάνισης μεγάλων υποπιέσεων και υπερπιέσεων, που οφείλονται σε υδραυλικό πλήγμα (πρακτικά, κίνδυνο πλήγματος αντιμετωπίζουν τα ακτινωτά τμήματα ενός δικτύου). } Αναφέρεται σε συνθήκες μη μόνιμης ροής, απαιτεί εξειδικευμένα μοντέλα

# Υψομετρική τοποθέτηση δεξαμενής





# Παράδειγμα οριζοντιογραφικής χάραξης αγωγών ύδρευσης



# Χάραξη αγωγών σε οριζοντιογραφία

---

- ❑ Στη χάραξη του δικτύου χρησιμοποιούνται τοπογραφικοί χάρτες, καθώς και χάρτες γενικής πολεοδομικής διάταξης (συνήθεις κλίμακες 1:2000, 1:1000).
- ❑ Από τη δεξαμενή ξεκινά ο κύριος τροφοδοτικός αγωγός που φτάνει στην περίμετρο της πόλης, απ' όπου διακλαδίζεται προς όλους τους πρωτεύοντες αγωγούς διανομής.
- ❑ Το δίκτυο διανομής καλύπτει το 100% του οδικού δικτύου. Σε μεγάλες οδικές αρτηρίες τοποθετούνται δίδυμοι αγωγοί, εκατέρωθεν των πεζοδρομίων.
- ❑ Επιδιώκεται η τροφοδοσία κάθε καταναλωτή από εναλλακτικές διαδρομές (βροχωτή διάταξη), εξασφαλίζοντας συνεχή ροή σε περιπτώσεις βλάβης και προστατεύοντας το δίκτυο από τον κίνδυνο υδραυλικού πλήγματος.
- ❑ Οι κύριοι και δευτερεύοντες αγωγοί που τίθενται κατά μήκος διαδρομών που εξυπηρετούν στόμια πυρκαγιάς έχουν διαμέτρους 125-150 mm και άνω, ενώ στις εμπορικές και πυκνοκατοικημένες περιοχές, οι διάμετροι ξεπερνούν τα 200 mm.
- ❑ Οι ελάχιστες διάμετροι που εφαρμόζονται είναι 90 mm, και αφορούν μόνο στους τριτεύοντες αγωγούς που δεν εξυπηρετούν κρουνοίς.
- ❑ Το δίκτυο διανομής συμπληρώνεται από κατάλληλες ειδικές συσκευές, για τη ρύθμιση της παροχής και της πίεσης.

# Επιλογή διαμέτρου και υπολογισμός απωλειών

Διαδικασία:

Δοκιμαστική επιλογή διαμέτρου  $D$  – υπολογισμός ταχύτητας  $V$  από  $Q$  και  $D$  – έλεγχος  $V$  - προσαρμογή

## Παράρτημα 1: Εσωτερικές διάμετροι αγωγών από πολυαιθυλένιο (HDPE)

Ονομαστική διάμετρος (mm)	Εσωτερική διάμετρος (mm)					
	10 atm	12.5 atm	16 atm	20 atm	25 atm	32 atm
63	55.4	53.6	51.4	48.8	45.8	42.0
75	66.0	63.8	61.4	58.2	54.4	50.0
90	79.2	76.6	73.6	69.8	65.4	60.0
110	96.8	93.8	90.0	85.4	79.8	73.4
125	110.2	106.6	102.2	97.0	90.8	83.4
140	123.4	119.4	114.6	108.6	101.6	93.4
160	141.0	136.4	130.8	124.2	116.2	106.8
180	158.6	153.4	147.2	139.8	130.8	120.2
200	176.2	170.6	163.6	155.2	145.2	133.6
225	198.2	191.8	184.0	174.6	163.4	150.2
250	220.4	213.2	204.6	194.2	181.6	167.0
280	246.8	238.8	229.2	217.4	203.4	187.0
315	277.6	268.6	257.8	244.6	228.8	210.4
355	312.8	302.8	290.6	275.6	258.0	
400	352.6	341.2	327.4	310.6	290.6	
450	396.6	383.8	368.2	349.4	327.0	
500	440.6	526.4	409.2	388.4		
560	493.6	477.6	458.4			
630	555.2	537.4	515.6			

## Παράρτημα 2: Εσωτερικές διαμέτροι αγωγών από πολυβινυλοχλωρίδιο (PVC)

Ονομαστική διάμετρος (mm)	Εσωτερική διάμετρος (mm)		
	10 atm	12.5 atm	16 atm
63	57.0		53.6
75	67.8		63.8
90	81.4	79.0	76.6
110	99.4	97.0	93.6
125	113.0	110.2	106.4
140	126.6	123.6	119.2
160	144.6	141.2	136.2
200	180.8	176.4	170.2
225	203.4	198.6	191.6
250	226.2	220.6	212.8
280	253.2	247.0	238.4
315	285.0	278.0	268.2
355	321.2	313.2	
400	361.8	353.2	340.6
450	407.0	397.0	
500	452.2	441.2	

### Λοιποί σωλήνες ύδρευσης:

- Στους σωλήνες από χάλυβα και αμιαντοτσιμέντο η ονομαστική διάμετρος ταυτίζεται με την εσωτερική.
- Σωλήνες από χάλυβα διατίθενται σε διαμέτρους 100-2000 mm με διαβαθμίσεις ανά 50 mm μέχρι τη διάμετρο των 400 mm και ανά 100 mm για τις μεγαλύτερες.
- Σωλήνες από αμιαντοτσιμέντο διατίθενται σε διαμέτρους 100-1000 mm με διαβαθμίσεις ανά 50 mm μέχρι τη διάμετρο των 500 mm και ανά 100 mm για τις μεγαλύτερες.

Υπολογισμός απωλειών για συγκεκριμένη παροχή και διάμετρο:

Κατά σειρά: ταχύτητα, αριθμός Re, συντελεστής τραχύτητας f, γραμμικές απώλειες και τοπικές απώλειες

(στο θέμα, όπως και σε πολλές πρακτικές εφαρμογές: τοπικές = 0,1 \* γραμμικές)

... μερικά στοιχεία ακόμα:

Πρόβλεψη μελλοντικού πληθυσμού

Μέγιστη παροχή ύδρευσης

Ελάχιστη διάμετρος αγωγού ύδρευσης

Εσωτερικό και εξωτερικό Υδραγωγείο

Αντλιοστάσιο

Ανάγκες άρδευσης ανά μήνα



## 1.Δ Πρόβλεψη πληθυσμών

Είναι προφανές ότι για τον προσδιορισμό των μελλοντικών ζητήσεων νερού είναι απαραίτητη κατ' αρχήν η πρόβλεψη του πληθυσμού.

Για την πρόβλεψη πληθυσμών μπορούν να χρησιμοποιηθούν μαθηματικές εξισώσεις πρόβλεψης της εξέλιξης των πληθυσμών. Προφανώς οι τελευταίες δεν θα πρέπει να χρησιμοποιούνται άκριτα αλλά κριτικά. Διακρίνονται οι παρακάτω υποθέσεις εξέλιξης του πληθυσμού:

### Υπόθεση σταθερής αύξησης του πληθυσμού:

$$P_n = P_0 + \alpha t$$

Που ισχύει όταν η αύξηση του πληθυσμού είναι *διαχρονικά σταθερή*

$$\alpha = \frac{\Delta P}{\Delta t} = \text{σταθ},$$

όπου  $\alpha$  ο αριθμός αύξησης των κατοίκων ανά έτος. Για παράδειγμα

Το έτος  $t = 0$  έστω πληθυσμός  $P_0$

Το έτος  $t = 1$  έτος ο πληθυσμός θα είναι  $P_0 + \alpha$

Το έτος  $t = 2$  έτος ο πληθυσμός θα είναι  $P_0 + 2\alpha$

...

Το έτος  $t = n$  έτη μετά το μηδενικό έτος ο πληθυσμός θα είναι  $P_0 + n\alpha$

Για τον προσδιορισμό των παραμέτρων της κατανομής χρειάζονται δύο μόνο σημεία, γεγονός που κάνει μη ασφαλή την χρήση της παραπάνω εξίσωσης για μακροχρόνιες προβλέψεις.

Γενικά ισχύει:  $\alpha = \frac{P_2 - P_1}{t_2 - t_1} = \text{σταθ}$ , οπότε πιο ειδικά  $\alpha = \frac{P_t - P_0}{t - 0}$

### Υπόθεση γεωμετρικής αύξησης πληθυσμού

$P_n = P_0(1 + \rho)^t$ , που ισχύει όταν ο ετήσιος ρυθμός αύξησης του πληθυσμού είναι σταθερά ανάλογος του ετήσιου πληθυσμού:

$$\rho P = \frac{\Delta P}{\Delta t} \neq \text{σταθ},$$

Για παράδειγμα:

Το έτος  $t = 0$  έστω πληθυσμός  $P_0$

## Υποθέσεις γεωμετρικής και εκθετικής αύξησης

### Υπόθεση φθίνοντος ρυθμού αύξησης

$P_t = P_{\text{sat}} - (P_{\text{sat}} - P_0)e^{-Lt}$ , που ισχύει όταν για κάθε χρονική στιγμή ο ρυθμός αύξησης του πληθυσμού είναι ανάλογος της διαφοράς του πληθυσμού κορεσμού μείον του πληθυσμού.

$$\frac{dP}{dt} = L(P_{\text{sat}} - P_t)$$

Όπου  $P_{\text{sat}}$  ο πληθυσμός κορεσμού

$L$  παράμετρος σχήματος

Το έτος  $t = 0$   $P_0$ .

Συνίσταται η χρήση του για οικισμούς που αγγίζουν το όριο ανάπτυξης τους και για μεγάλους και παλιούς οικισμούς.

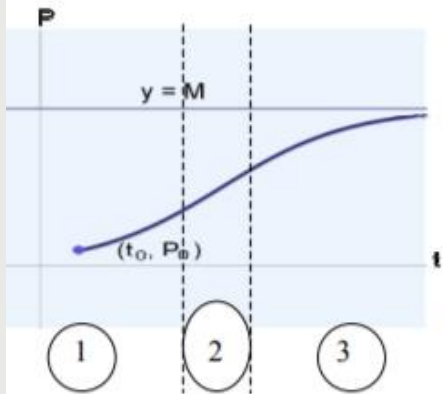
Ο πληθυσμός κορεσμού θεωρητικά μπορεί να προσδιορισθεί σε μερικές περιπτώσεις από πολεοδομικές προσέγγισεις. Ο συντελεστής  $L$  μαθηματικώς προσδιορίζεται ως κάτωθι:

$$\frac{dP}{dt} = L(P_{\text{sat}} - P_t) \Leftrightarrow$$

$$L = \frac{1}{(t_2 - t_1)} \ln \left( \frac{(P_{\text{sat}} - P_1)}{(P_{\text{sat}} - P_2)} \right) = \text{σταθ} [T^{-1}].$$

### Λογιστική καμπύλη

$$P_t = \frac{P_{sat}}{1 + a \exp\{bt\}}$$



Διακρίνονται τρεις περιοχές στην λογιστική καμπύλη:

- (1) Εκθετική αύξηση (ραγδαία αύξηση)
- (2) Ήπια σταθερή αύξηση (αριθμητική αύξηση)
- (3) Αύξηση φθίνοντος ρυθμού.

Η λογιστική καμπύλη προτείνεται για μακροχρόνιες προβλέψεις ενώ προσομοιάζει την εξέλιξη διαφόρων φυσικών κοινωνιών.

### Υπόθεση φθίνουσας εξέλιξης

Για την περίπτωση αυτή θεωρείται αριθμητική πρόοδος με αρνητικό λόγο δηλαδή:

$$P_n = P_0 + \alpha t, \quad \alpha \leq 0$$

Μια άλλη αντιμετώπιση για τις περιοχές που παρατηρείτε μείωση πληθυσμού είναι η θεώρηση σταθερού πληθυσμού ή και η προσέγγιση της αριθμητικής πρόοδου με μικρό συντελεστή αύξησης  $\alpha$ .

Για την πρόβλεψη του πληθυσμού μπορούν να χρησιμοποιηθούν πιο σύνθετα όπως για παράδειγμα τα Χωροταξικά Μοντέλα

[users.auth.gr/evan/sye/ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ\\_ΥΔ\\_ΠΟΡΩΝ\\_2018\\_2019/ydreuseis2008.pdf](https://users.auth.gr/evan/sye/ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ_ΥΔ_ΠΟΡΩΝ_2018_2019/ydreuseis2008.pdf)

<https://geopapaevan.weebly.com>

George Papaevan

Home

CV

Βιογραφικά

Διαχείριση Υδατικών Πόρων

Για την παροχή της ύδρευσης, λαμβάνουμε υπόψη και την χρονική κατανομή της ζήτησης:

### 1.4. Χρονική κατανομή της ζήτησης

Η ζήτηση δεν παραμένει σταθερή με το χρόνο αλλά παρουσιάζει διακυμάνσεις που ποικίλουν και με την ταυτότητα του χρήστη. Για παράδειγμα στους οικισμούς θεωρούμε μέγιστη ωριαία και μέγιστη ημερήσια ως ανάγκες αιχμής.

Για τους οικισμούς θεωρούμε αντίστοιχους πολλαπλασιαστές της ζήτησης

$$\left. \begin{array}{l} \frac{\max Q_H}{\text{mean}Q_H} = \lambda_1 \\ \frac{\max Q_\omega}{\max Q_H} = \lambda_2 \end{array} \right\} \Rightarrow \begin{array}{l} \lambda_1 \in [1.2, 3] \\ \lambda_2 \in [1.2, 3] \quad (\text{Τσακίρης, 2004}) \\ \lambda_1 \cdot \lambda_2 \in [3, 6] \end{array}$$
$$\frac{\max Q_\omega}{\text{mean}Q_H} = \lambda_1 \cdot \lambda_2$$

Η παροχή που υπολογίζουμε είναι η μέση ημερήσια (προσεγγιστικά).

Υπολογίζουμε από αυτήν την μέγιστη ημερήσια (για να λάβουμε υπόψη τις εποχιακές διακυμάνσεις),

Και από την μέγιστη ημερήσια, την μέγιστη ωριαία (για να λάβουμε υπόψη τις ημερήσιες διακυμάνσεις)

Προσδιορισμός ελάχιστης διαμέτρου αγωγού από την παροχή του

Από τη σχέση που δίνει τη μέγιστη επιτρεπόμενη ταχύτητα μπορούμε να υπολογίσουμε την ελάχιστη απαιτούμενη διατομή του αγωγού. Είναι:

$$v_{\max} = \frac{4 \times Q}{\pi \times D_{\min}^2} \Rightarrow D_{\min} = \sqrt{\frac{4 \times Q}{\pi \times v_{\max}}} \Rightarrow D_{\min} = \sqrt{\frac{4 \times 0.03935}{3.14 \times 1.5}} \Rightarrow$$

$$D_{\min} = 0.18 \text{ m}$$

Επιτρεπόμενες ταχύτητες: 0,5 – 1,5 m/s



## Υδραγωγείο

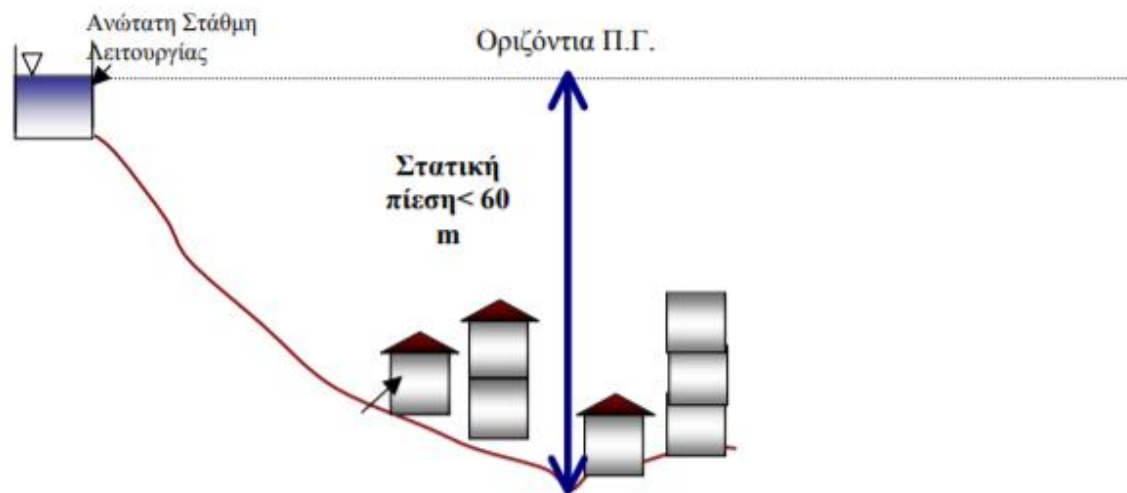
Το υδραγωγείο αποτελείται από δύο μέρη, το εξωτερικό και το εσωτερικό υδραγωγείο. Τα δύο μέρη διαχωρίζονται από τη δεξαμενή ρύθμισης.

Η δεξαμενή αποθήκευσης πληροί δύο λειτουργίες:

- Την εξίσωση παροχών και καταναλώσεως ανακουφίζοντας την παροχή σχεδιασμού για το εξωτερικό υδραγωγείο.
- Την εξασφάλιση αποθηκευμένου νερού για την περίπτωση βλάβης ή πυρκαγιάς για το εσωτερικό υδραγωγείο.

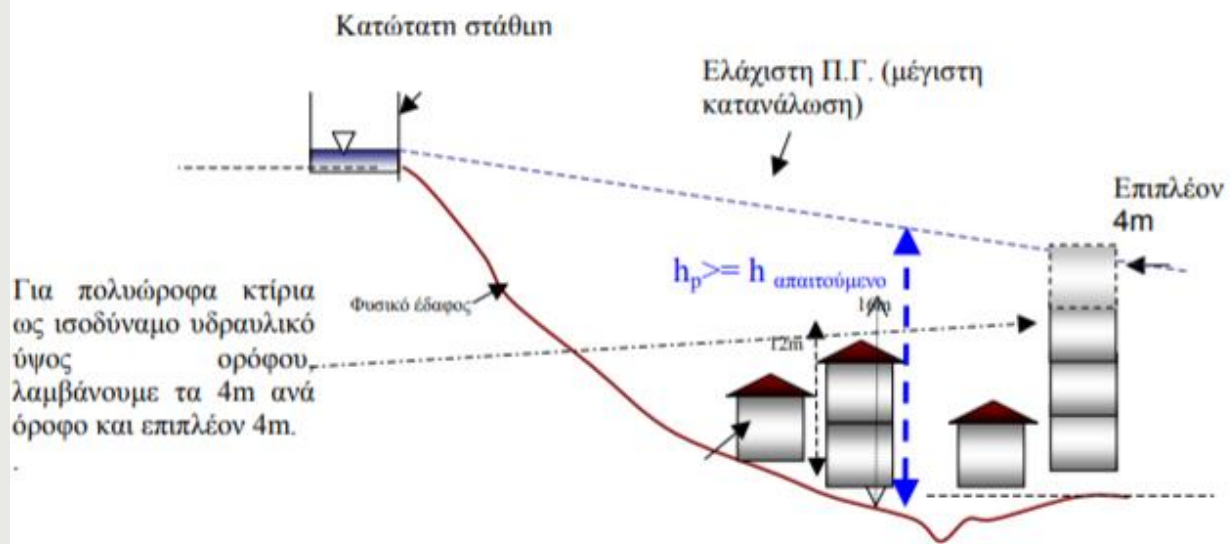
Οπότε, η παροχή σχεδιασμού για το εξωτερικό υδραγωγείο είναι η μέγιστη ημερήσια  $\max Q_{HM}$ , ενώ η παροχή σχεδιασμού για το εσωτερικό υδραγωγείο είναι η μέγιστη ωριαία  $\max Q_{\omega}$ . Προφανώς η δεξαμενή ρύθμισης θα πρέπει μέσα στο εικοσιτετράωρο (αν η δεξαμενή ρύθμισης έχει εικοσιτετράωρη βάση λειτουργίας) να έχει τέτοιο όγκο (όγκος ρυθμίσεως) ώστε να μπορεί να αποδώσει τις παροχές αιχμής για τον οικισμό για σταθερή εισροή από το εξωτερικό υδραγωγείο και επιπλέον, τον απαιτούμενο όγκο για την περίπτωση πυρκαγιάς.

Εάν δεν υπήρχε η δεξαμενή ρύθμισης όλο το υδραγωγείο θα σχεδιαζόταν με βάση την παροχή σχεδιασμού του εσωτερικού υδραγωγείου.



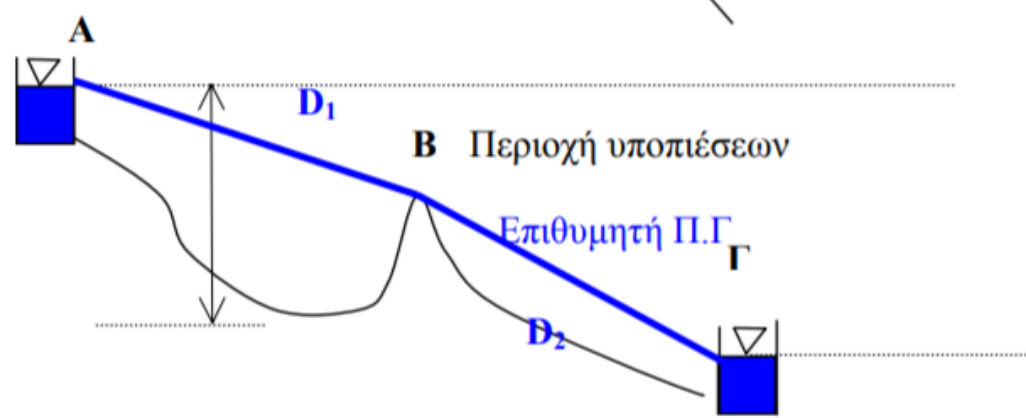
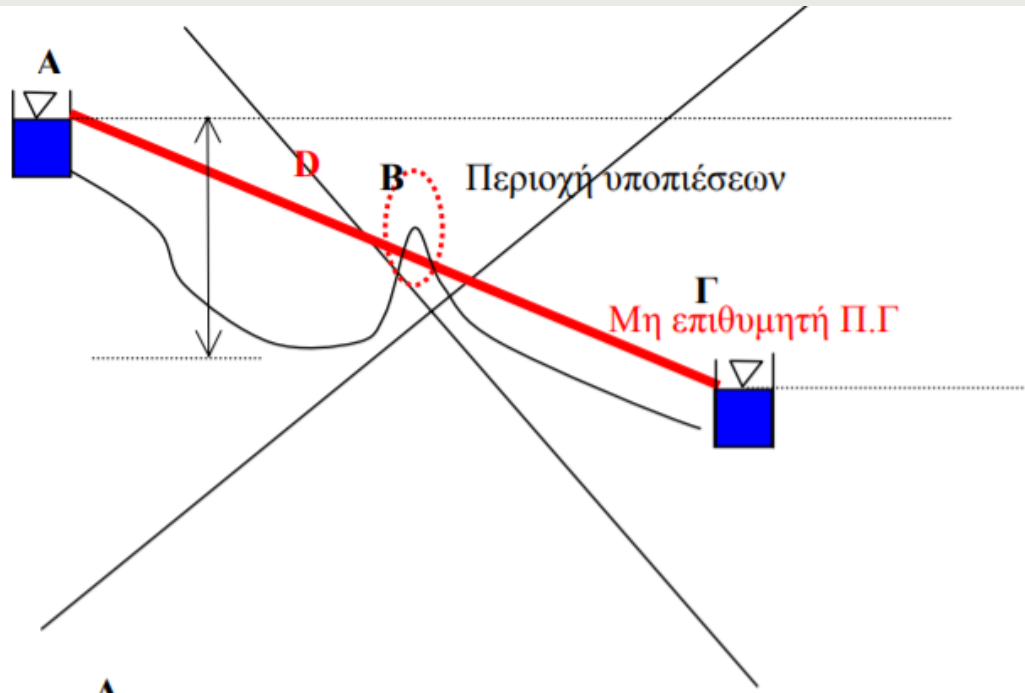
Σχήμα: Περιορισμός Στατικής πίεσης

Περιορισμοί ύψους πίεσης για την τοποθέτηση των υδατοδεξαμενών



Για πολυώροφα κτίρια ως ισοδύναμο υδραυλικό ύψος ορόφου λαμβάνουμε τα 4m ανά όροφο και επιπλέον 4m.





## 2.A1. Αντλητικό Συγκρότημα

Χρησιμοποιείται προκειμένου να υπερνικηθεί η υψομετρική διαφορά μεταξύ της υδροληψίας και της δεξαμενής ρύθμισης. Χαρακτηριστικά μεγέθη για το σχεδιασμό του αντλητικού συγκροτήματος είναι η απαιτούμενη ισχύς και το απαιτούμενο μανομετρικό.

Η απαιτούμενη ισχύς του αντλητικού συγκροτήματος προσδιορίζεται από τη σχέση, όπου:

$$N = \frac{9.81 \cdot Q \cdot H_M}{\eta}, \text{ όπου}$$

N η ισχύς της αντλίας (KW),

Q η παροχή σχεδιασμού για τον καταθλιπτικό αγωγό (m<sup>3</sup>/s),

H<sub>M</sub> το μανομετρικό ύψος (m),

η ο βαθμός απόδοσης του αντλητικού συγκροτήματος

Η απορροφούμενη ισχύς του αντλητικού συγκροτήματος είναι 15% μεγαλύτερη για ηλεκτροκινητήρα και σε 20% μεγαλύτερη για πετρέλαιοκινητήρα.

Παρατηρήσεις:

Η παροχή σχεδιασμού για το εξωτερικό υδραγωγείο είναι η μέγιστη ημερήσια προσαρμοσμένη στην χρονική βάση λειτουργίας του αντλιοστασίου

$$Q_{\text{κατάστ.}} = \max Q_H \cdot \frac{24 \text{ (ώρες)}}{\text{ωρ. λειτουργίας αντλ.}}$$

Το απαιτούμενο μανομετρικό ύψος προκύπτει από την εφαρμογή της εξίσωσης του Bernoulli μεταξύ αρχικής και τελικής θέσης:

$$H_A + H_M = H_B + \sum_{A \rightarrow B} h_f + \sum_{A \rightarrow B} h_r'$$

$$H_M = H_B + \sum_{A \rightarrow B} h_f + \sum_{A \rightarrow B} h_r' - H_A$$

Όπου:

H<sub>A</sub> το ύψος ενεργείας στην ανάντη θέση

H<sub>B</sub> το ύψος ενεργείας στην κατάντη θέση

$\sum_{A \rightarrow B} h_f$  το σύνολο των γραμμικών απωλειών

$\sum_{A \rightarrow B} h_r'$  το σύνολο των τοπικών απωλειών

Για το παρακάτω σχήμα ισχύει:

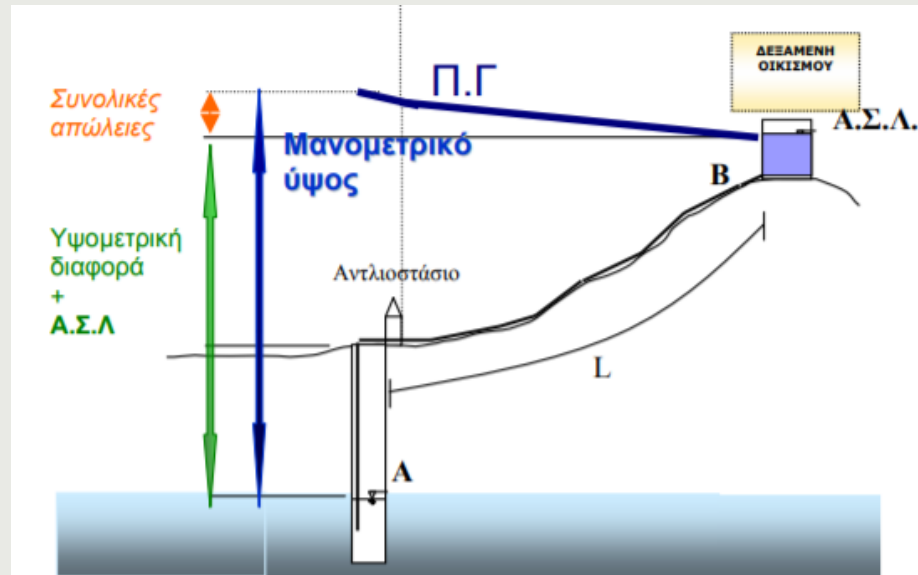
$$H_A = z_A$$

$$H_B = z_B + (\text{Α.Σ.Λ})$$

$$H_B - H_A = \Delta z + (\text{Α.Σ.Λ})$$

Οπότε:

$$H_M = \Delta z + (\text{Α.Σ.Λ}) + \sum_{A \rightarrow B} h_f + \sum_{A \rightarrow B} h_r'$$



Περαιτέρω, για μία ακριβή σχεδίαση του αντλητικού συγκροτήματος θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί η χαρακτηριστική καμπύλη αντλίας (ή αντλιών) που δίνεται από τον κατασκευαστή και δίνει την ισχύς συγκεκριμένης αντλίας, την απόδοση (στην πραγματικότητα η απόδοση της αντλίας μεταβάλλεται με την παροχή και το μανομετρικό) της αντλίας ως συνάρτηση της παροχής. Θα πρέπει να επιλεγεί αντλία η οποία αποδίδει το απαιτούμενο μανομετρικό και παροχή ταυτόχρονα με ικανοποιητική απόδοση. Η παροχή θα πρέπει να καλύπτει την παροχή σχεδιασμού.

## Υπολογισμός απαιτήσεων άρδευσης (γενικά)

Η εξαμυσοδιαπνοή σύμφωνα με τη μέθοδο των Blaney – Criddle, σε cm/μήνα, δίνεται από τη σχέση:

$$E_p = \frac{32 + 1,8t}{39,4} \cdot P \cdot K$$

όπου,

P, το ποσοστό διάρκειας της ημέρας της εξεταζόμενης περιόδου (μήνας) προς το σύνολο ωρών ημέρας του έτους.

t, η μέση θερμοκρασία της εξεταζόμενης περιόδου (μήνας) σε °C.

K, παράγοντας υδατοκαταναλώσεως για την εξεταζόμενη περίοδο (μήνας) που παίρνει υπόψη του τις καλλιέργειες και την περιοχή.

Το ποσοστό διάρκειας της ημέρας (P) για κάθε μήνα δίνεται από πίνακα, αρκεί να γνωρίζουμε το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής. Το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής του Πύλης είναι 39,43° επομένως, το P για το μήνα Απρίλιο είναι 8,92, για το Μάιο 9,96, για τον Ιούνιο 10,01, για τον Ιούλιο 10,1, για τον Αύγουστο 9,5 και για το Σεπτέμβριο 8,38.

Ο συντελεστής K για τη χώρα μας και για τον κάθε τύπο καλλιέργειας παίρνει τις τιμές που φαίνονται στον παρακάτω πίνακα.

<u>ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ</u>	<u>ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ Κ</u>
<u>Ρύζι</u>	1,00
<u>Μηδική</u>	0,85
<u>Λινάρι</u>	0,75
<u>Αραβόσιτος, Βοσκές, Τριφύλλια</u>	0,75
<u>Ζαχαρότευτλα, Λαχανικά, Κηπευτικά</u>	0,70
<u>Φασόλια, Οπωροφόρα (Δενδρώδεις)</u>	0,65
<u>Βαμβάκι</u>	0,62
<u>Αμπέλια</u>	0,30

Επιλογή στήλης πίνακα

Η ωφέλιμη βροχόπτωση (R) σε cm για κάθε μήνα, δίνεται από τον τύπο:

$$R = P - \frac{P}{8} - 1,5$$

όπου P η βροχόπτωση σε cm.

# Υπολογισμοί απαιτήσεων άρδευσης ανά μήνα (σε m<sup>3</sup>/yr)

Η ωφέλιμη βροχόπτωση (R) σε cm για κάθε μήνα, δίνεται από τον τύπο:

$$R = P - \frac{P}{8} - 1,5$$

όπου P η βροχόπτωση σε cm.

ΑΠΡΙΛΙΟΣ												
	ΕΞΑΤΜΙΣΟΔΙΑΠΝΟΗ							ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗ				
	ΕΜΒΑΔΟ	P	K	t	E <sub>p</sub>		ΣΥΝΟΛΟ					
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	142000 στρ						12485997,97	m <sup>3</sup> /έτος	4,50	cm=10m <sup>3</sup> /στρ	6394080,41	m <sup>3</sup> /έτος
Βαμβάκι	110000 στρ	8,92	0,62	15,5	8,40	cm=10m <sup>3</sup> /στρ	9240857,96	m <sup>3</sup> /έτος	4,50	cm=10m <sup>3</sup> /στρ	4953160,88	m <sup>3</sup> /έτος
Μηδική	20000 στρ	8,92	0,85	15,5	11,52	cm=10m <sup>3</sup> /στρ	2303439,67	m <sup>3</sup> /έτος	4,50	cm=10m <sup>3</sup> /στρ	900574,71	m <sup>3</sup> /έτος
Αραβοσίτος	5000 στρ	8,92	0,75	15,5	10,16	cm=10m <sup>3</sup> /στρ	508111,69	m <sup>3</sup> /έτος	4,50	cm=10m <sup>3</sup> /στρ	225143,68	m <sup>3</sup> /έτος
Αμπέλια	4000 στρ	8,92	0,30	15,5	4,06	cm=10m <sup>3</sup> /στρ	162595,74	m <sup>3</sup> /έτος	4,50	cm=10m <sup>3</sup> /στρ	180114,94	m <sup>3</sup> /έτος
Κηπευτικά/Λοιπές Καλλιέργειες	1000 στρ	8,92	0,70	15,5	9,48	cm=10m <sup>3</sup> /στρ	94847,52	m <sup>3</sup> /έτος	4,50	cm=10m <sup>3</sup> /στρ	45028,74	m <sup>3</sup> /έτος
Δενδρωδεις Καλλιέργειες	2000 στρ	8,92	0,65	15,5	8,81	cm=10m <sup>3</sup> /στρ	176145,39	m <sup>3</sup> /έτος	4,50	cm=10m <sup>3</sup> /στρ	90057,47	m <sup>3</sup> /έτος
q	0,042	↓s/στρ										
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΑΡΔ.</b>	77253695	↓ <sup>3</sup> /έτος										
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΑΡΔ.+ΥΔΡ.</b>	78031057	↓ <sup>3</sup> /έτος										

Μετατροπή από cm σε m<sup>3</sup>/yr

δεδομένα

t (θερμοκρασία - Τρίκαλα)

Blanney-Criddle

$$\max((E_p - R); 0)$$

ΑΠΑΙΤΗΣΗ	
6109436,75	m <sup>3</sup> /έτος
4287697,08	m <sup>3</sup> /έτος
1402864,96	m <sup>3</sup> /έτος
282968,02	m <sup>3</sup> /έτος
0,00	m <sup>3</sup> /έτος
49818,78	m <sup>3</sup> /έτος
86087,92	m <sup>3</sup> /έτος

# ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΤΑ ΤΗ ΜΟΝΙΜΗ ΡΟΗ ΡΕΥΣΤΟΥ ΣΕ ΑΓΩΓΟΥΣ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΗΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ

Ο συντελεστής απωλειών  $K$  για ροή σε κυλινδρικό αγωγό δίνεται από την εξίσωση Darcy-Weisbach

$$h_f = K \frac{V_\mu^2}{2g} = f \frac{L}{D} \frac{V_\mu^2}{2g}$$

$$K = f \frac{L}{D}$$

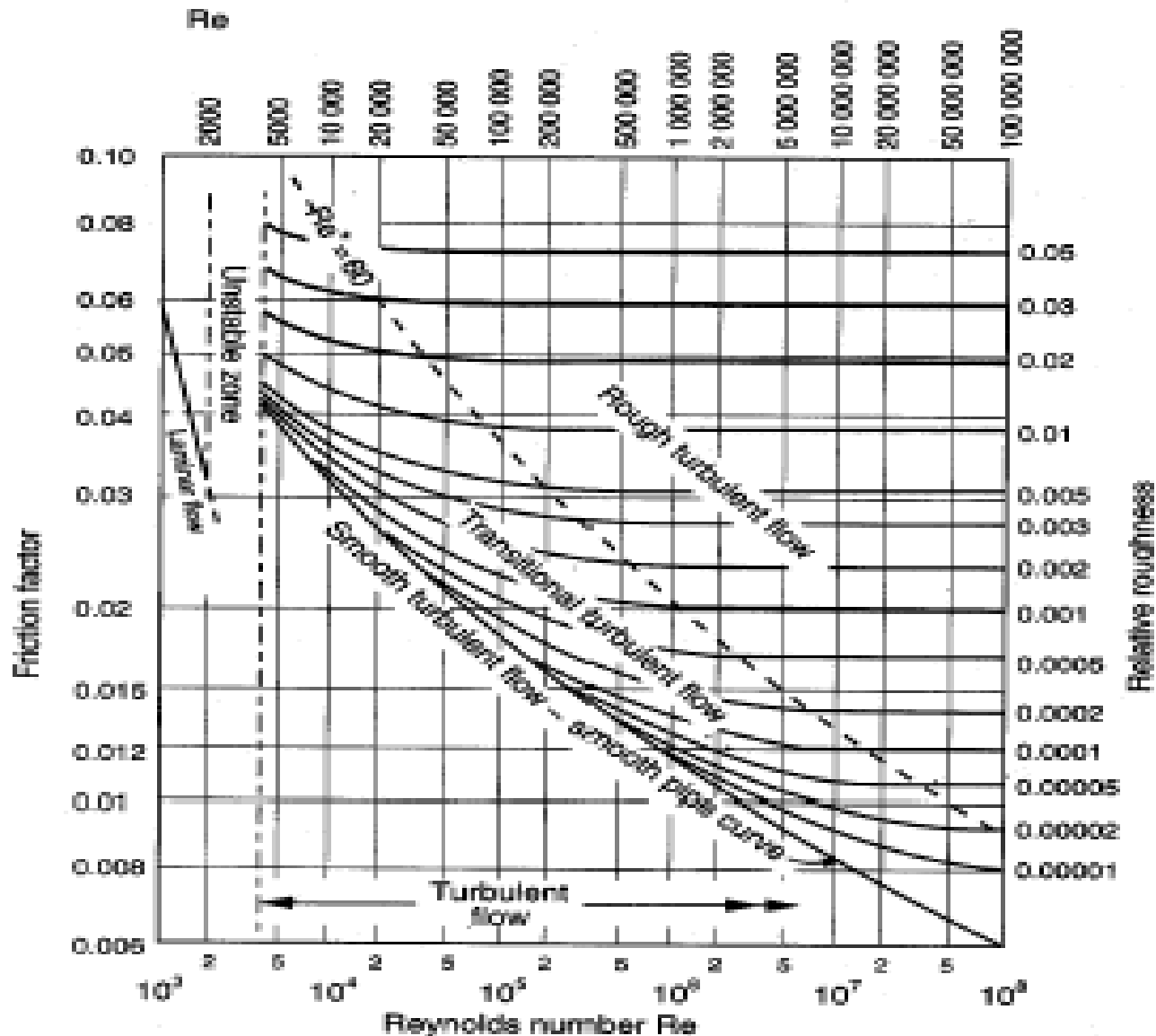
Όπου,

$L$  = μήκος κυλινδρικού αγωγού

$D$  = Διάμετρος κυλινδρικού αγωγού

$f$  = συντελεστής τριβής





$$f = F\left(\text{Re}, \frac{e}{D}\right)$$

$$\text{Re} = \frac{\rho \cdot V_{\mu} \cdot D}{\mu} = \frac{V_{\mu} \cdot D}{\nu}$$

$$\frac{e}{D} =$$

Σχετική Τραχύτητα  
Relative Roughness

Στρωτή Ροή

$$f = \frac{64}{\text{Re}}$$

Τυρβώδης Ροή

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -0.8 \ln \frac{e}{3.7D}$$

Μεταβατική Ροή

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -0.86 \ln \left( \frac{e}{3.7D} + \frac{2.51}{\text{Re} \sqrt{f}} \right)$$



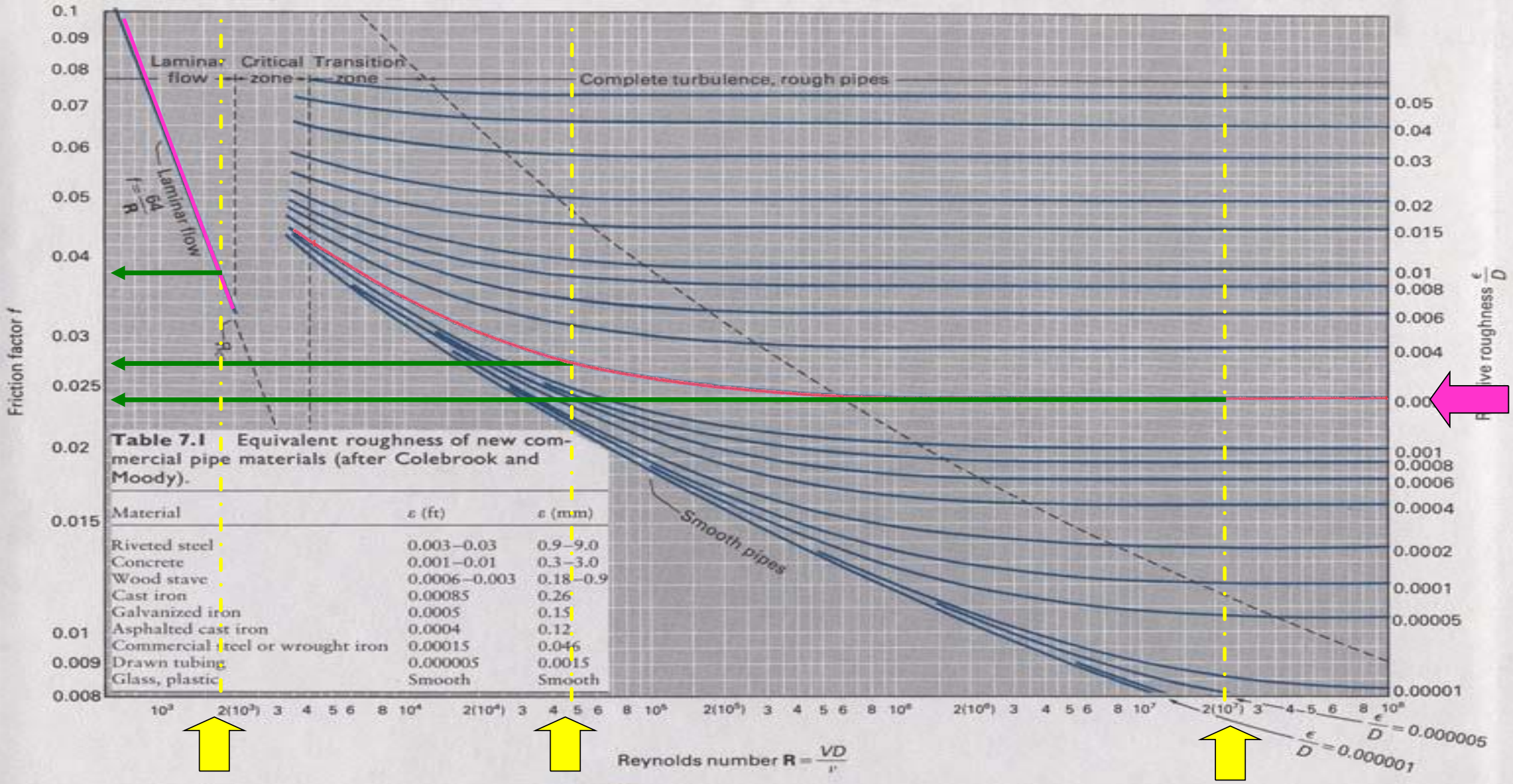


Figure 7.9 The Moody chart for friction factor.

## Παράδειγμα υπολογισμών κλάδων αγωγών ύδρευσης

	<u>Μήκος(m)</u>	<u>Q (m<sup>3</sup>/hr)</u>	<u>D (mm)</u>	<u>V (m/s)</u>	<u>Re</u>	<u>K (mm)</u>	<u>f</u>	<u>dh<sub>υδρ.μ.</sub> m</u>	<u>dh<sub>εελ</sub></u>	<u>H<sub>α</sub></u>	<u>H<sub>β</sub></u>
<b>T1-T2</b>	2559,422	88,74	170,6	1,07837295779	140435,44015	0,03	0,0178259088	15,8509	17,4360	300	248
<b>T2-T3</b>	33,19	18,39	76,6	1,10849007214	64817,053073	0,03	0,02126052	0,5769	0,6346	248	236
<b>T2-T4</b>	257,288	70,35	136,4	1,33734352399	139247,06616	0,03	0,0181165344	3,1151	3,4266	248	232
<b>T4-T10</b>	3169,289	46,75	119,4	1,15979325711	105709,40069	0,03	0,0190622435	34,6892	38,1581	232	183
<b>T10-T11</b>	270,483	11,81	76,6	0,71186882828	41625,307058	0,03	0,0229854769	2,0964	2,3060	183	180
<b>T10-T12</b>	739,785	34,94	136,4	0,66420444532	69158,38652	0,03	0,0203192089	2,4780	2,7258	183	173
<b>T12-T18</b>	2863,071	10,96	76,6	0,66063356121	38629,412816	0,03	0,0233142818	19,3842	21,3226	173	142
<b>T12-T13</b>	3563,926	23,98	119,4	0,59490571777	54222,704352	0,03	0,0213859978	11,5147	12,6661	173	144
<b>T13-T14</b>	332,289	11,96	93,8	0,48076530723	34424,263983	0,03	0,0236277636	0,9861	1,0847	144	142
<b>T13-T15</b>	530,94	12,02	119,4	0,29819711124	27179,187086	0,03	0,0246405142	0,4966	0,5462	144	141
<b>T15-T16</b>	1811,037	5,84	76,6	0,35201642313	20583,555734	0,03	0,026584667	3,9697	4,3667	141	125
<b>T15-T17</b>	3149,178	6,18	76,6	0,37251052995	21781,913431	0,03	0,0262510385	7,6330	8,3963	141	121
<b>T4-T5</b>	1905,001	23,6	119,4	0,58547852124	53363,462165	0,03	0,0214507388	5,9794	6,5773	232	216
<b>T5-T6</b>	621,42	7,75	63,8	0,67339201602	32795,733299	0,03	0,024303952	5,4711	6,0183	216	260
<b>T5-T7</b>	2933,365	15,85	106,6	0,49331290312	40142,866773	0,03	0,0227847933	7,7768	8,5545	216	232
<b>T7-T8</b>	491,218	4,81	63,8	0,4179374964	20354,513183	0,03	0,0268358131	1,8395	2,0234	232	240
<b>T7-T9</b>	4656,668	11,04	76,6	0,66545570399	38911,379333	0,03	0,0232817576	31,9449	35,1394	232	135



# ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΡΕΥΣΤΩΝ ΜΕ ΔΙΚΤΥΟ ΑΓΩΓΩΝ

Ένα από τα συνηθισμένα προβλήματα με τα οποία ασχολείται ο μηχανικός στην καθημερινή πρακτική του είναι ο υπολογισμός των δικτύων μεταφοράς ρευστών με σωληνώσεις. Ο υπολογισμός ενός δικτύου μεταφοράς απαιτεί:

- α) το προσδιορισμό των συνολικών απωλειών ενέργειας κατά τη ροή του ρευστού στο δίκτυο
- β) το προσδιορισμό της ισχύος της αντλίας που απαιτείται για τη μεταφορά του ρευστού



# ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΤΑ ΤΗ ΜΟΝΙΜΗ ΡΟΗ ΡΕΥΣΤΟΥ ΣΕ ΑΓΩΓΟΥΣ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΗΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ

Ο συντελεστής απωλειών  $K$  για ροή σε κυλινδρικό αγωγό δίνεται από την εξίσωση Darcy-Weisbach

$$h_f = K \frac{V_\mu^2}{2g} = f \frac{L}{D} \frac{V_\mu^2}{2g}$$

$$K = f \frac{L}{D}$$

Όπου,

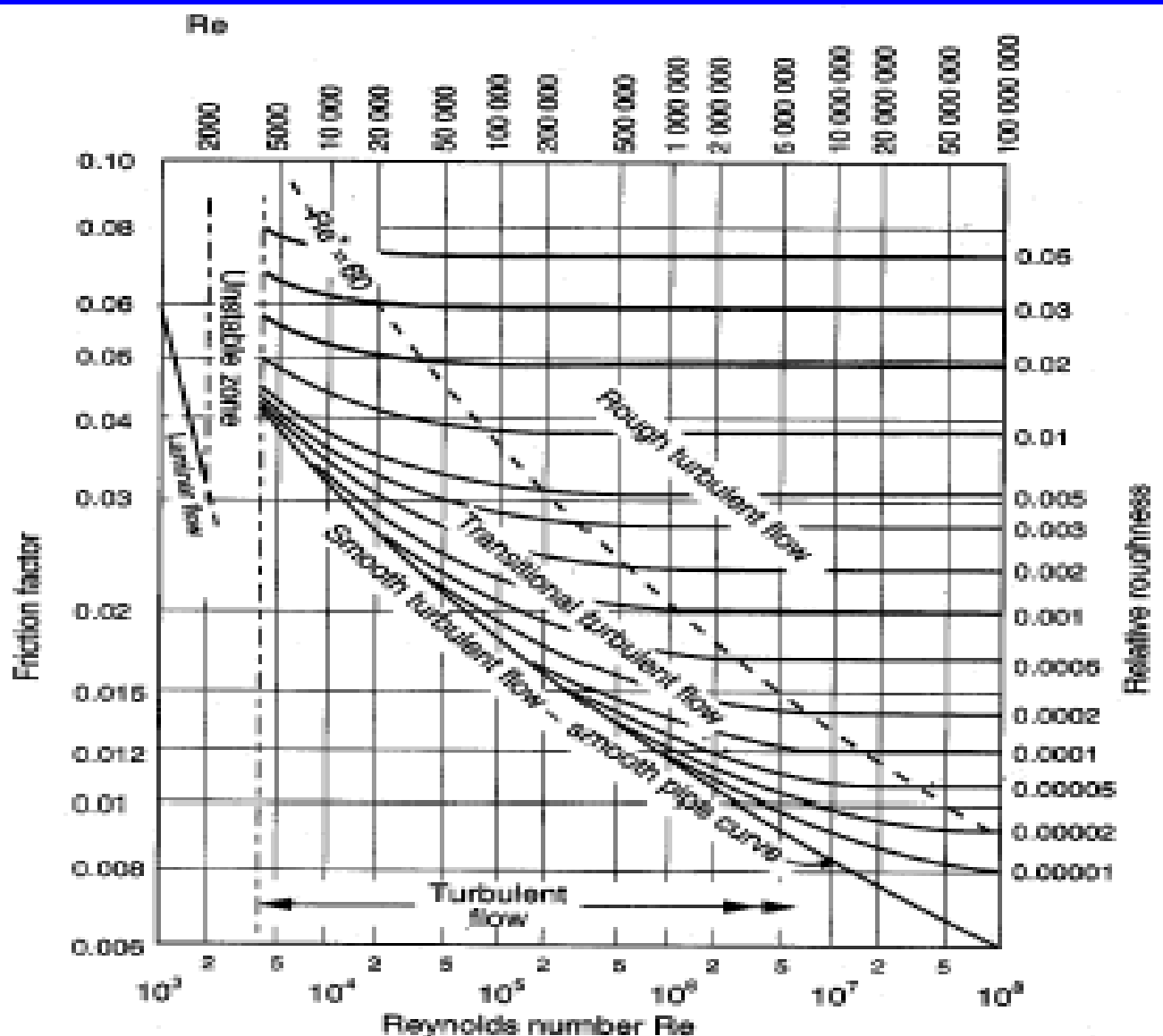
$L$  = μήκος κυλινδρικού αγωγού

$D$  = Διάμετρος κυλινδρικού αγωγού

$f$  = συντελεστής τριβής







$$f = F\left(\text{Re}, \frac{e}{D}\right)$$

$$\text{Re} = \frac{\rho \cdot V_{\mu} \cdot D}{\mu} = \frac{V_{\mu} \cdot D}{\nu}$$

$e =$  Μέσο ύψος ανωμαλιών (mm)  
 $\frac{e}{D} =$  Σχετική Τραχύτητα  
 Relative Roughness

Στρωτή Ροή

$$f = \frac{64}{\text{Re}}$$

Τυρβώδης Ροή

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -0.8 \ln \frac{e}{3.7D}$$

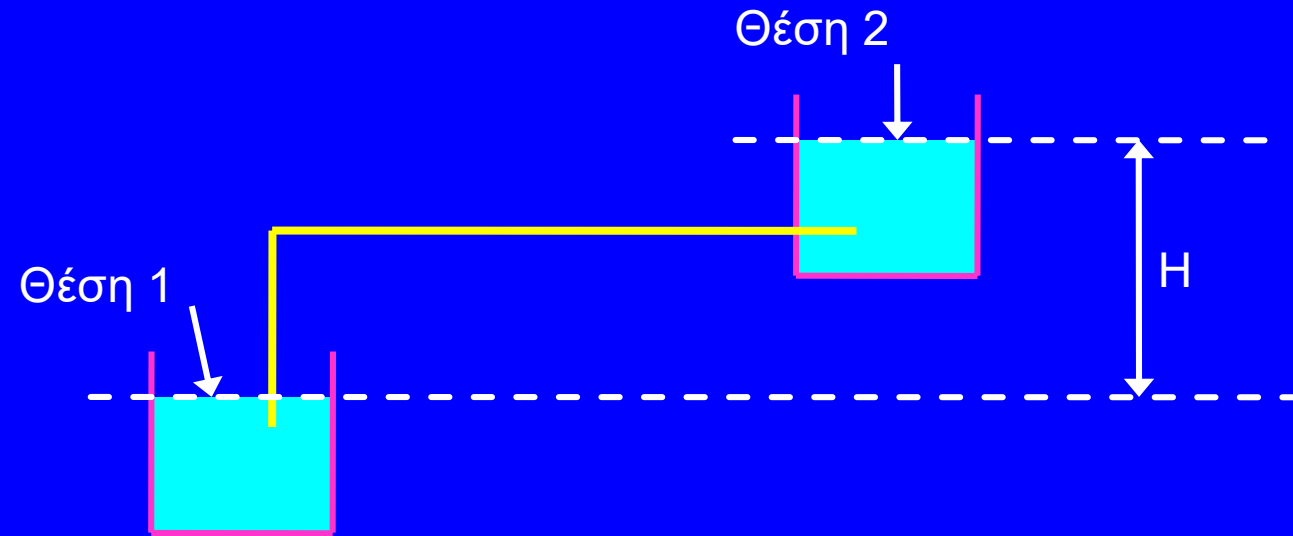
Μεταβατική Ροή

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -0.86 \ln \left( \frac{e}{3.7D} + \frac{2.51}{\text{Re} \sqrt{f}} \right)$$



# ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΛΙΩΝ

Οι αντλίες (Pumps) και οι ανεμιστήρες (Fans) είναι μηχανικές συσκευές που παρέχουν την απαραίτητη ενέργεια για τη μεταφορά ρευστών σε ένα δίκτυο μεταφοράς ρευστών



## Εξίσωση Ενέργειας

$$\frac{P_1}{\rho_1 g} + z_1 + \alpha_1 \frac{V_{\mu,1}^2}{2g} = H_s + \frac{P_2}{\rho_2 g} + z_2 + \alpha_2 \frac{V_{\mu,2}^2}{2g} + K \frac{V_{\mu}^2}{2g} \Rightarrow$$

$$H_s = \left( \frac{P_1}{\rho_1 g} + z_1 + \alpha_1 \frac{V_{\mu,1}^2}{2g} \right) - \left( \frac{P_2}{\rho_2 g} + z_2 + \alpha_2 \frac{V_{\mu,2}^2}{2g} \right) - \sum_{\delta, \Omega, \text{ΚΤΥΟ}} K \frac{V_{\mu}^2}{2g}$$

Εάν  $H_s < 0$  τότε για να γίνει η μεταφορά του ρευστού απαιτείται να δοθεί μηχανική ενέργεια στο δίκτυο μέσω μιας αντλίας μεταφοράς ρευστών.

Εάν  $H_s > 0$  τότε για να γίνει η μεταφορά του ρευστού δεν απαιτείται να δοθεί μηχανική ενέργεια στο δίκτυο μέσω μιας



## ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΛΙΩΝ

$$H_p = H_s = \left( \frac{P_1}{\rho_1 g} + z_1 + \alpha_1 \frac{V_{\mu,1}^2}{2g} \right) - \left( \frac{P_2}{\rho_2 g} + z_2 + \alpha_2 \frac{V_{\mu,2}^2}{2g} \right) - \sum_{\delta, \Omega, \text{KTUO}} K \frac{V_{\mu}^2}{2g}$$

Το μέγεθος  $H_p$  ονομάζεται Υδραυλικό Ύψος Αντλίας που εκφράζει το ωφέλιμο ποσό ενέργειας που πρέπει να προσφερθεί στο σύστημα μέσω της αντλίας

## ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗΣ ΙΣΧΥΟΣ ΑΝΤΛΙΩΝ

$$\eta_p = \frac{H_p}{H_p^{\delta\alpha\pi}} \Rightarrow H_p^{\delta\alpha\pi} = \frac{H_p}{\eta_p}$$

$$N_p = \frac{mgH_p^{\delta\alpha\pi}}{t} = mgH_p^{\delta\alpha\pi}$$

$$m = \rho Q$$

$$N_p = \frac{\rho g Q H_p}{\eta_p}$$

Όπου,

Q= ογκομετρική παροχή ρευστού

$\eta_p$ = βαθμός απόδοσης αντλίας



- Εμπειρικοί τύποι σε μόνιμη ομοιόμορφη ροή σε ανοικτούς αγωγούς

- Τύποι των Chezy, Bazin, Kutter, Manning- Strickler: μελέτες υδραυλικών έργων



# Chezy: ομοιόμορφη ροή σε ανοικτούς αγωγούς

Ανάλογα με το κριτήριο που χρησιμοποιείται κάθε φορά για το χαρακτηρισμό της, η ροή σε ανοιχτά κανάλια μπορεί να ταξινομηθεί σε μόνιμη ή μη μόνιμη, ομοιόμορφη ή ανομοιόμορφη, στρωτή ή τυρβώδη και υποκρίσιμη ή υπερκρίσιμη.

**Μόνιμη ροή** είναι η ροή στην οποία το βάθος,  $h$ , του υγρού σε δεδομένη θέση,  $x$ , είναι ανεξάρτητο του χρόνου, ενώ **μη μόνιμη ροή** είναι εκείνη στην οποία ο χρόνος θεωρείται ως ανεξάρτητη μεταβλητή.

**Ομοιόμορφη ροή** είναι η ροή στην οποία το βάθος του υγρού δε μεταβάλλεται κατά μήκος του καναλιού ( $dh/dx = 0$ ), ενώ **ανομοιόμορφη ροή** είναι εκείνη στην οποία το βάθος  $h$  δεν παραμένει σταθερό κατά τη διεύθυνση της ροής ( $dh/dx \neq 0$ ). Η ανομοιόμορφη ροή υποδιαιρείται περαιτέρω σε **βαθμιαία ανομοιόμορφη ροή**, στην οποία ο ρυθμός μεταβολής του βάθους  $h$  με την απόσταση  $x$  κατά μήκος του καναλιού είναι μικρός ( $dh/dx \ll 1$ ), και **τάχεια ανομοιόμορφη ροή**, στην οποία ο ρυθμός μεταβολής του  $h$  δεν είναι μικρός ( $dh/dx \sim 1$ ). Στο Σχήμα 7-2 φαίνονται οι διάφοροι τύποι ροής σε ανοιχτό κανάλι. Προφανώς, ένα απλό κανάλι μπορεί να περιέχει περιοχές ροής όλων των τύπων, αν και η ροή σε κάθε θέση είναι ενός συγκεκριμένου είδους.



# • Chezy: ομοιόμορφη ροή σε ανοικτούς αγωγούς

Ο τύπος του Chezy: υπολογισμός μέσης ταχύτητας σε αγωγούς:

$$U = C (R \cdot J)^{1/2}$$

όπου

$U$  = μέση ταχύτητα (m/s)

$C$  = συντελεστής τραχύτητας και υλικού του Chezy

$R$  = υδραυλική ακτίνα (m)

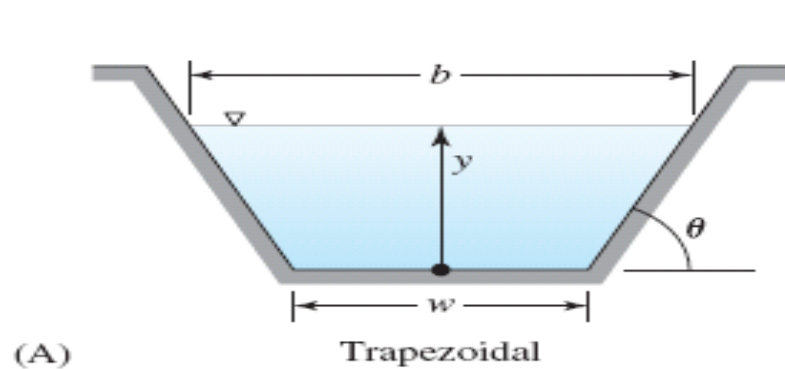
$J$  ή  $S$  = κλίση μηκοτομής αγωγού (m/m)

Το  $C$  εξαρτάται από το  $Re$  και την σχετική τραχύτητα του αγωγού

$$R_H = \frac{\text{βρεχόμενη επιφάνεια}}{\text{βρεχόμενη περιμετρο}}$$



## Υδραυλική ακτίνα για διάφορες διατομές



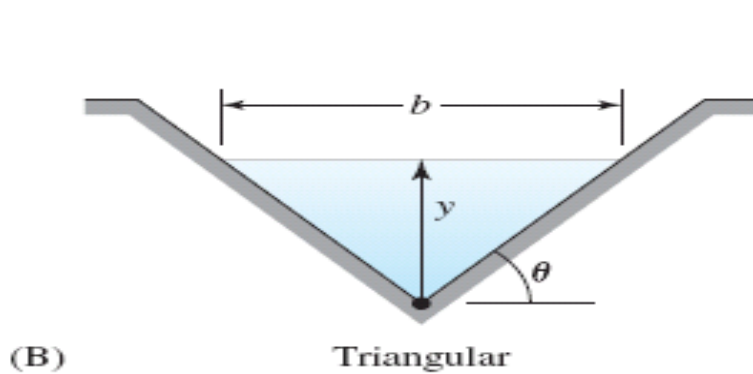
$$A(y) = y(w + y \cot \theta)$$

$$P(y) = w + \frac{2y}{\sin \theta}$$

$$R_H(y) = \frac{y(w + y \cot \theta)}{\left(w + \frac{2y}{\sin \theta}\right)}$$

$$y_H(y) = \frac{y(w + y \cot \theta)}{\left(w + \frac{2y}{\tan \theta}\right)}$$

$$b(y) = w + \frac{2y}{\tan \theta}$$



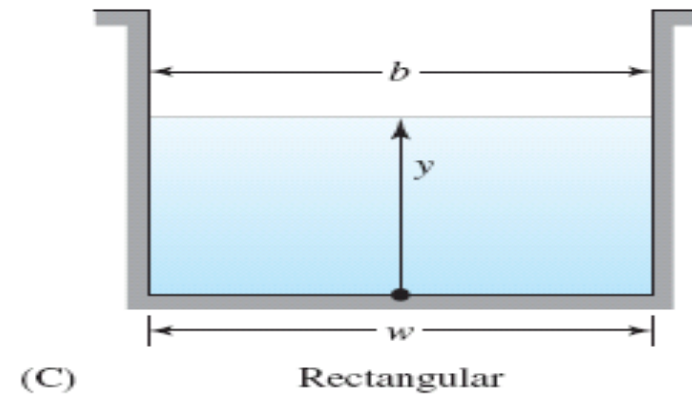
$$A(y) = \frac{y^2}{\tan \theta}$$

$$P(y) = \frac{2y}{\sin \theta}$$

$$R_H(y) = \frac{y \cos \theta}{2}$$

$$y_H(y) = \frac{y}{2}$$

$$b(y) = \frac{2y}{\tan \theta}$$



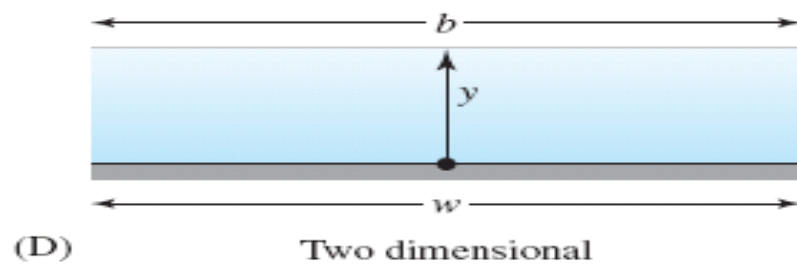
$$A(y) = wy$$

$$P(y) = w + 2y$$

$$R_H(y) = \frac{wy}{w + 2y}$$

$$y_H(y) = y$$

$$b(y) = w$$



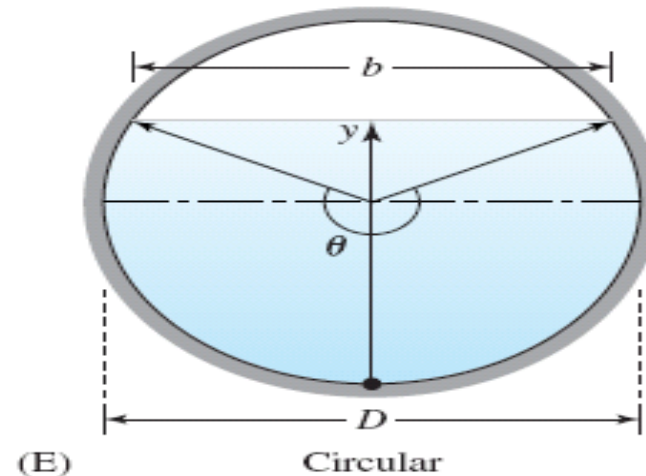
$$A(y) = wy$$

$$P(y) = w$$

$$R_H(y) = y$$

$$y_H(y) = y$$

$$b(y) = w$$



$$\theta = 2 \cos^{-1} \left( 1 - \frac{2y}{D} \right)$$

$$A(y) = \frac{D^2}{8} (\theta - \sin \theta)$$

$$P(y) = \frac{D\theta}{2}$$

$$R_H(y) = \frac{D}{4\theta} (\theta - \sin \theta)$$

$$y_H(y) = \frac{D(\theta - \sin \theta)}{8 \sin \theta / 2}$$

$$b(y) = D \sin \frac{\theta}{2}$$





# •Chezy

C: υπολογισμός από δύο τύπους:

Bazin:

$$C = \frac{87 \cdot \sqrt{R}}{\gamma + \sqrt{R}}$$

Kutter:

$$C = \frac{100 \cdot \sqrt{R}}{n + \sqrt{R}}$$

- Τα  $\gamma$  και  $n$  δίνονται από πίνακες, ανάλογα με την φύση του υλικού
- και την συντήρησή του. Αναλυτικά σελ. 97-101 σημειώσεων κ. Ιωαννίδη.
- Είναι σε διαστάσεις  $m^{1/2}$



# • Manning - Strickler

- R και J η υδραυλική ακτίνα
- Και η κλίση αντίστοιχα,
- $K_S$  συντελεστής τραχύτητας

$$U = K_S \cdot R^{2/3} \cdot J^{1/2}$$

- Σχέση  $K_S$  με τον
- συντελεστή τριβής:

$$f = \frac{124.6}{K_S^2} \cdot D^{-1/3}$$

- Σχέση  $K_S$  με τον συντελεστή
- του Chezy:

$$C = K_S \cdot R^{1/6}$$

$$U = K_S \cdot R^{2/3} \cdot J^{1/2} = C_{\text{chezy}} \cdot R^{1/2} \cdot J^{1/2} \Rightarrow C_{\text{chezy}} = K_S \cdot R^{2/3-1/2} = K_S \cdot R^{1/6}$$



**Πίνακας 7-1** Πειραματικές τιμές του συντελεστή Manning

Φύση της Επιφάνειας του Καναλιού	$n$
<b>Τεχνητά Ευθύγραμμα Κανάλια</b>	
Ασφαλτος	$0,016 \pm 0,003$
Γυαλί	$0,010 \pm 0,002$
Μέταλλο, αυλακωτό	$0,022 \pm 0,005$
Ξύλο, απλάνιστο	$0,013 \pm 0,002$
Ξύλο, πλανισμένο	$0,012 \pm 0,002$
Ορείχαλκος	$0,011 \pm 0,002$
Πέτρα, λεία	$0,018 \pm 0,002$
Πέτρα, τραχεία	$0,024 \pm 0,003$
Πλάκες από πηλό	$0,014 \pm 0,003$
Σκυρόδεμα, λείο	$0,012 \pm 0,002$
Σκυρόδεμα, τραχύ	$0,014 \pm 0,002$
Τούβλα	$0,015 \pm 0,002$
Χάλυβας, μαλακός	$0,012 \pm 0,002$
Χάλυβας, βαμμένος	$0,014 \pm 0,003$
Χυτοσίδηρος	$0,013 \pm 0,003$
Υπόνομοι	$0,014 \pm 0,002$
<b>Κανάλια Σκαμμένα στο Έδαφος</b>	
Καθαρό και πρόσφατης εκσκαφής	$0,018 \pm 0,002$
Καθαρό και παλαιής εκσκαφής	$0,022 \pm 0,003$
Με ομοιόμορφα χαλίκια	$0,026 \pm 0,004$
Βραχώδες	$0,035 \pm 0,010$
<b>Φυσικά Κανάλια</b>	
Λεία και ευθύγραμμα, χωρίς βλάστηση	$0,030 \pm 0,005$
Τραχεία, καλυμμένα με μικρή βλάστηση	$0,050 \pm 0,010$
Τραχεία, καλυμμένα με πυκνή βλάστηση	$0,100 \pm 0,025$

•  $n=1/K_s$



Hec -  
ras

**Ευχαριστώ για την προσοχή σας!**