

Σχεδιασμός και ανάλυση δικτύων διανομής – Υδραυλικές αρχές – Υδραυλικός Υπολογισμός ακτινωτών δικτύων

Π. Σιδηρόπουλος

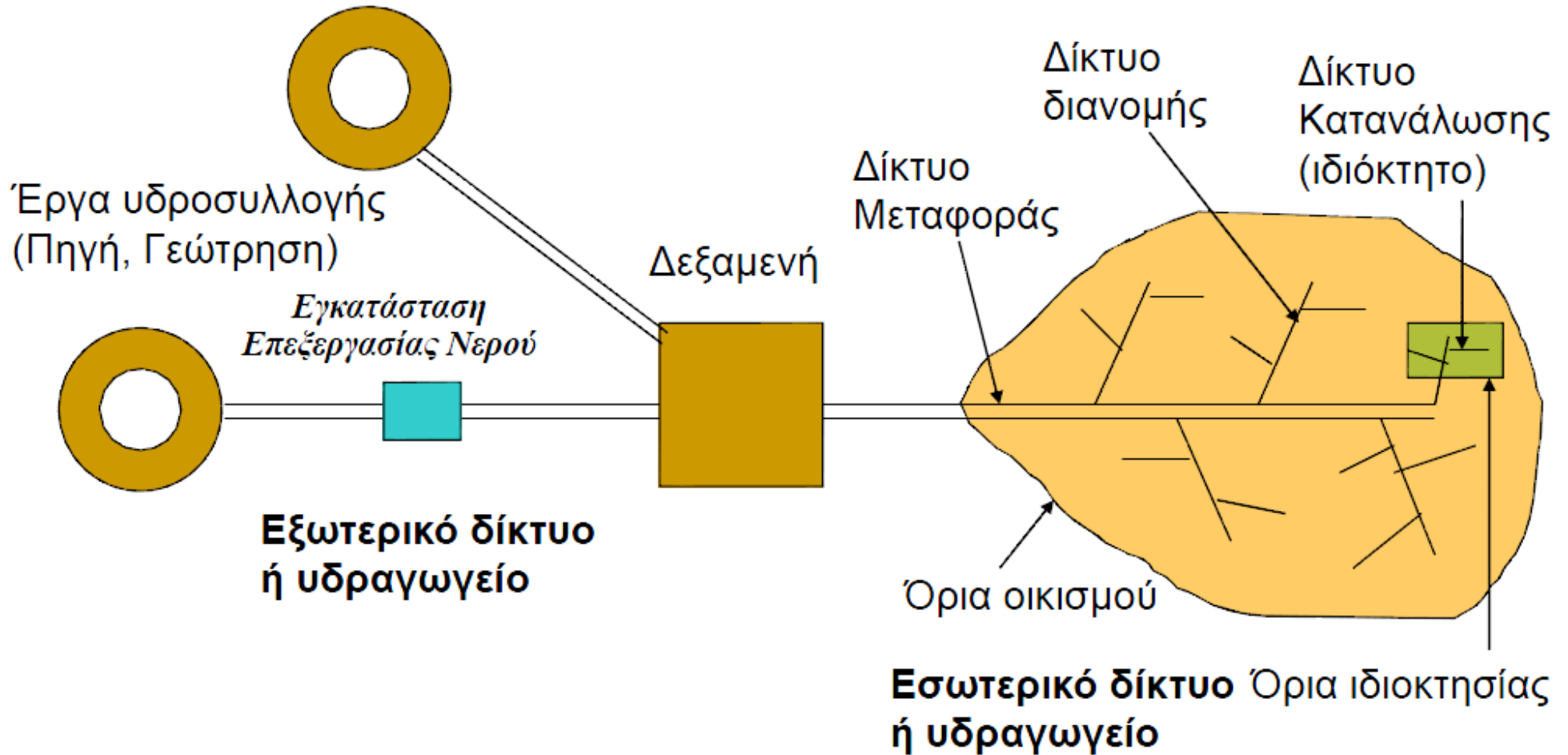
Εργαστήριο Υδρολογίας και Ανάλυσης Υδατικών Συστημάτων
Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών Π.Θ.

E-mail: psidirop@uth.gr



Υδρευση Οικισμού

• Συνολικό δίκτυο ύδρευσης



A. Ζαφειράκου, 2010



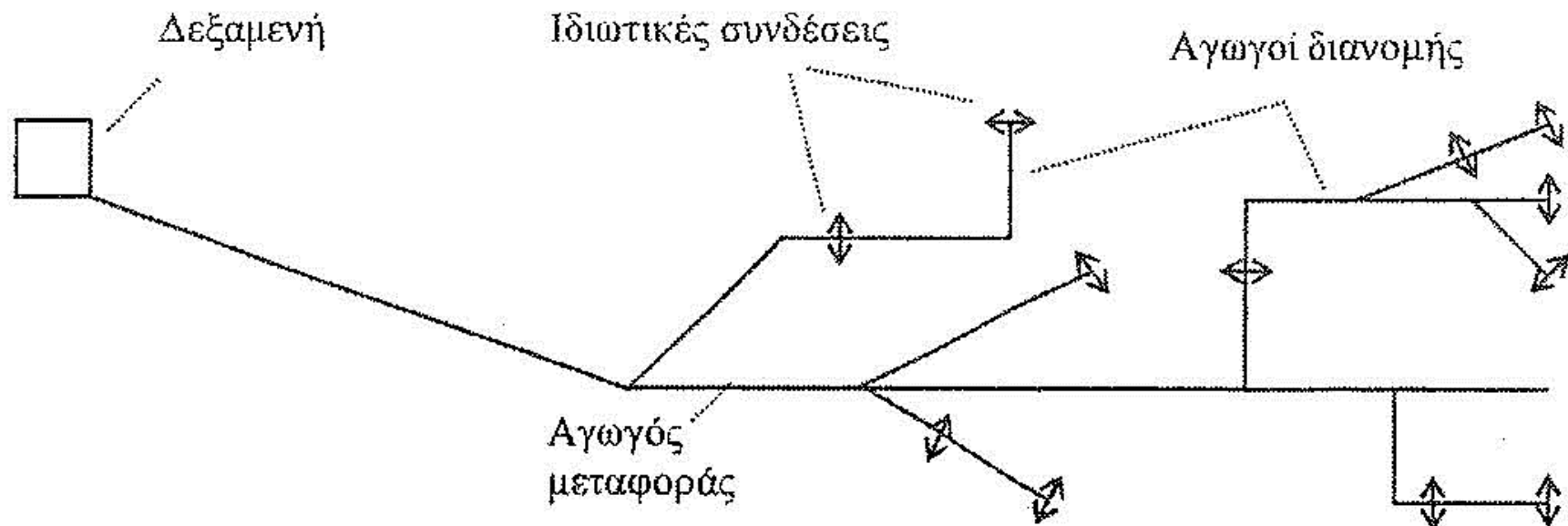
Υδρευση Οικισμού

• Δίκτυα Διανομής

Δίκτυα διανομής ή αλλιώς εσωτερικά υδραγωγεία, ονομάζουμε τα δίκτυα των αγωγών που μεταφέρουν το νερό από τις δεξαμενές αποθήκευσης στο εσωτερικό των οικισμών, για να το διανείμουν στη συνέχεια στις ιδιοκτησίες.

Δύο τύποι δικτύων, ανάλογα με τη διάταξη των αγωγών:

1. Ακτινωτό δίκτυο





Υδρευση Οικισμού

• Δίκτυα Διανομής

Δύο τύποι δικτύων, ανάλογα με τη διάταξη των αγωγών:

1. Ακτινωτό δίκτυο

- Αρχαιότερο.
- Δενδρώδης μορφή σαν Υδρογραφικό δίκτυο.
- Βασικό χαρακτηριστικό → σε κάθε σημείο του οικισμού το νερό έρχεται από μία κατεύθυνση και μόνο.
- Μειονέκτημα → σε περίπτωση βλάβης σε κάποιο σημείο, η ύδρευση διακόπτεται αναγκαστικά σε ολόκληρο το κατάντη τμήμα του οικισμού.
- Ύδρευση μικρών οικισμών με οικιστική ανάπτυξη εκατέρωθεν κεντρικού επαρχιακού δρόμου

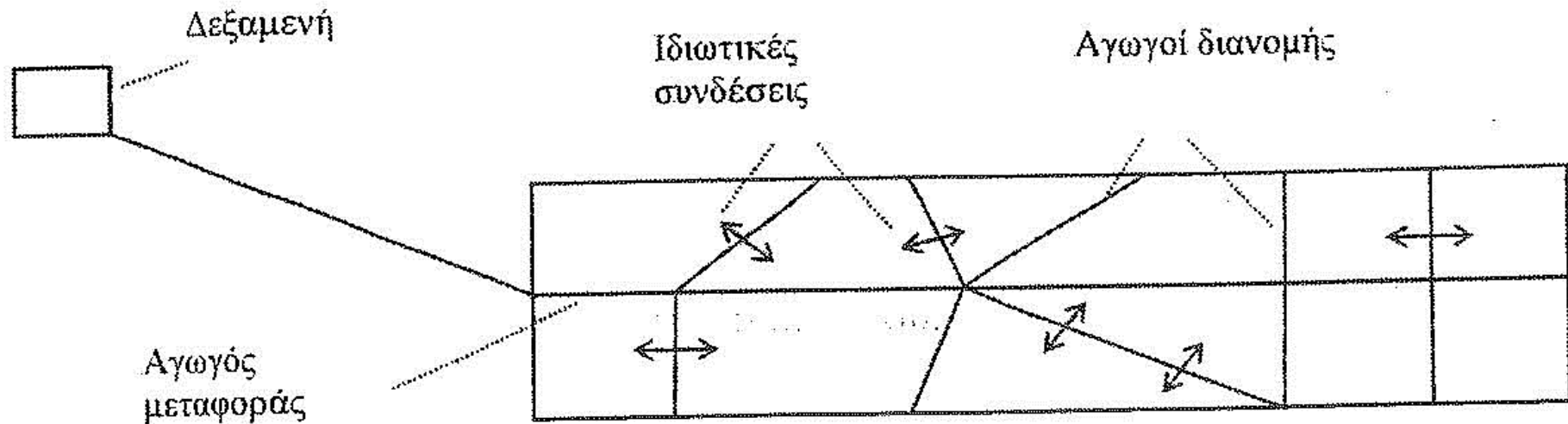


Υδρευση Οικισμού

• Δίκτυα Διανομής

Δύο τύποι δικτύων, ανάλογα με τη διάταξη των αγωγών:

1. Βροχωτό ή κυκλοφορικό δίκτυο





Υδρευση Οικισμού

• Δίκτυα Διανομής

Δύο τύποι δικτύων, ανάλογα με τη διάταξη των αγωγών:

1. Βροχωτό ή κυκλοφορικό δίκτυο

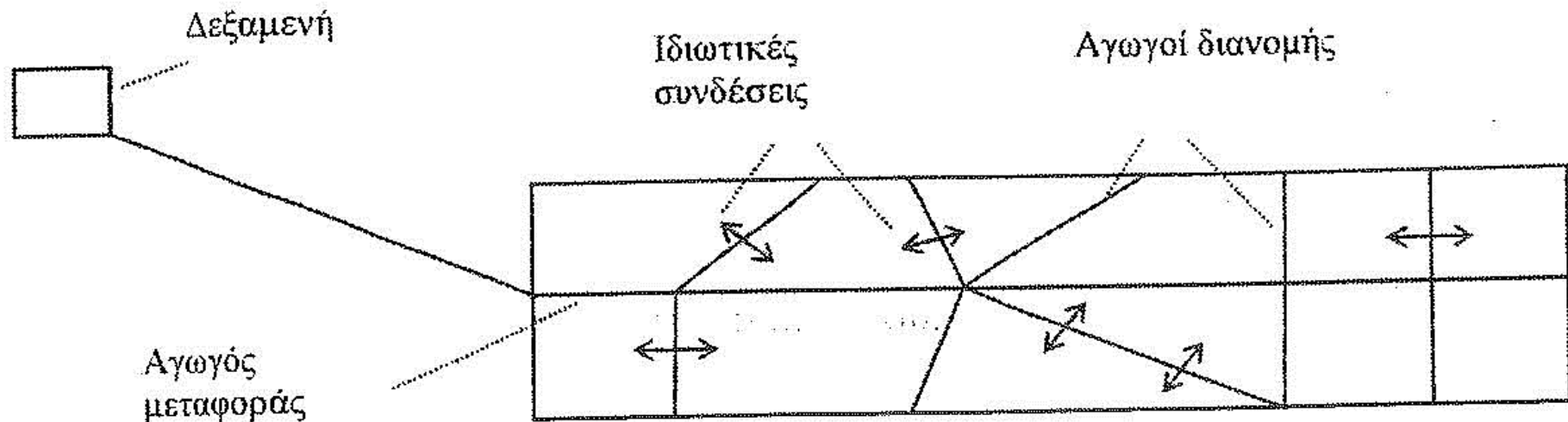
- Σύγχρονο.
- Κλειστό σύστημα σαν βρόχος.
- Βασικό χαρακτηριστικό → σε κάθε σημείο του οικισμού το νερό έρχεται τουλάχιστον από δύο κατευθύνσεις.
- Μειονέκτημα → υψηλό κόστος κατασκευής
- Μεγάλοι οικισμοί και πόλεις. Δεν υπάρχει εναλλακτική



Υδρευση Οικισμού

• Αγωγοί:

- **Μεταφοράς:** μεταφέρουν νερό από τη δεξαμενή στο πέρας του οικισμού. Ευθύνη της ΔΕΥΑ
- **Διανομής:** μεταφέρουν νερό από τον αγωγό μεταφοράς στο πεζοδρόμιο, έξω από τις οικίες. Ευθύνη της ΔΕΥΑ
- **Ιδιωτικές συνδέσεις:** μεταφέρουν το νερό από τον αγωγό διανομής μέσα στα κτήρια. Ευθύνη του Ιδιώτη.





Υδρευση Οικισμού

• Απαιτούμενα δεδομένα

- Μέγιστη απαιτούμενη παροχή Q που θα εξυπηρετήσει τις ανάγκες του οικισμού
- Οι επιμέρους καταναλώσεις στον οικισμό (γραφεία, δημόσιοι χώροι, βιομηχανία κ.α.)
- Το τοπογραφικό ανάγλυφο της περιοχής
- Το οδικό δίκτυο του οικισμού
- Όλα τα δίκτυα που περνάνε κάτω από το οδόστρωμα ή το πεζοδρόμιο (αποχέτευσης, φυσικού αερίου, τηλεφωνία)
- Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του μεταφερόμενου νερού
- Ενδεχόμενοι δασικοί περιορισμοί (ποτάμια, έλη, απότομοι ορεινοί όγκοι κ.α.) ή σιδηροδρομικά δίκτυα, αρχαιολογικοί τόποι
- Η γεωλογική δομή του εδάφους
- Οικονομικά, αισθητικά, περιβαλλοντικά κριτήρια



Υδρευση Οικισμού

- **Επιλύεται υδραυλικά, σχεδιάζεται και κατασκευάζεται με βάση:**
 - Τη χάραξη του υδραγωγείου σε οριζοντιογραφία και μηκοτομή
 - Τη διάμετρο του σκάμματος
 - Τις απαραίτητες συσκευές ασφαλείας
 - Τα απαιτούμενα ειδικά τεχνικά έργα, όπως φρεάτια κ.α.
 - Τις προδιαγραφές δοκιμής στεγανότητας



Υδρευση Οικισμού

- **Χάραξη ως προς την οριζοντιογραφία**

- **Αγωγοί μεταφοράς**

- Κάτω από το οδόστρωμα
- $\Phi_{\mu.} > 300\text{mm}$

- **Αγωγοί διανομής**

- Ένας σε κάθε πεζοδρόμιο
- $\Phi_{\delta.} < 1/2\Phi_{\mu.}$ (μικρότερου αγωγού δικτύου μεταφοράς)
- $\Phi_{\delta.} < 315\text{mm}$

Αγωγοί ύδρευσης μακριά και ψηλότερα από τους αγωγούς αποχέτευσης

- **Χάραξη των αγωγών στην μηκοτομή**

- Επικάλυψη αγωγών $> 1,5 - 2 \text{ m}$
- Ελάχιστη κλίση \rightarrow αγωγών 3-5 ‰
- Εξαερισμός
- Εκκένωση



Υδρευση Οικισμού

• Αρχές σχεδιασμού:

- Εξυπηρέτηση των αναγκών του οικισμού Q

- Ταχύτητα

Q (l/s)	V (m/s)
≤ 30	0,7 – 1,1
30 - 100	0,9 – 1,3
≥ 100	1,1 – 1,5

$$V_{\max} \leq 2 \text{ m/s}$$

- Οι αναμενόμενες πιέσεις στα διάφορα σημεία του δικτύου να είναι επίσης μέσα στα αποδεκτά όρια για τις διάφορες καταστάσεις λειτουργίας του.
- Η απαιτούμενη πίεση του νερού στους αγωγούς υπολογίζεται σε συνάρτηση με τον αριθμό των ορόφων των κτηρίων που θα υδρευθούν.

Αριθμός ορόφων	1	2	3	4	5	6
Ελάχ. απαιτ. πίεση (m)	20	25	30	35	40	45



Υδρευση Οικισμού

• Αρχές σχεδιασμού:

- Η απαιτούμενη πίεση του νερού στους αγωγούς υπολογίζεται σε συνάρτηση με τον αριθμό των ορόφων των κτηρίων που θα υδρευθούν.

Αριθμός ορόφων	1	2	3	4	5	6
Ελάχ. απαιτ. πίεση (m)	20	25	30	35	40	45

- Σύμφωνα με το βιβλίο του Γ. Τσακίρη (Κεφ.8, Εσωτερικό Υδραγωγείο), οι απαιτήσεις στο ύψος πίεσης των διαφόρων κτιρίων είναι:
 1. μονώροφα 12-15 m
 2. διώροφα 16-19 m
 3. τριώροφα 20-23 m
- Ενώ για τα πολυώροφα κτίρια (ν όροφοι) η απαιτούμενη πίεση υπολογίζεται εμπειρικά ως $4(n+1)$
- **Μέγιστη πίεση = 80 m**



Υδρευση Οικισμού

- **Αρχές σχεδιασμού – Ειδικές περιπτώσεις πίεσης:**
 - Εφαρμόζονται σε μεγάλες υψομετρικές διαφορές εντός του δικτύου του οικισμού
 - Χρησιμοποιούνται
 1. Πιεστικές δεξαμενές (παράδειγμα 1^ο)
 2. Μειωτές πίεσης
 - Φρεάτιο πιεζόθραυσης ($P=0$)
 - Βαλβίδα μείωσης πίεσης (παράδειγμα 2^ο)



Υδρευση Οικισμού

- Αρχές σχεδιασμού – Ειδικές περιπτώσεις πίεσης:

1^ο Παράδειγμα

Υδρευση υψηλής ζώνης με πιεστική δεξαμενή

- Έστω ότι ο οικισμός χωρίζεται σε Α και Β περιοχές (σπίτια ψηλά και χαμηλά μέσα στον οικισμό)
- Ο σχεδιασμός (τοποθέτηση και διαστασιολόγηση) της δεξαμενής (πάνω αριστερά) γίνεται για τον μακρύτερο και χαμηλότερο οικισμό (Β)
- Η απαιτούμενη πίεση δικτύου είναι **80m**, και εξασφαλίζεται για τον οικισμό **Β**
- Όμως η πίεση του νερού από την δεξαμενή στον Α οικισμό δεν είναι αρκετή
- Άρα κατασκευάζεται μια **πιεστική δεξαμενή πριν τον οικισμό Α**

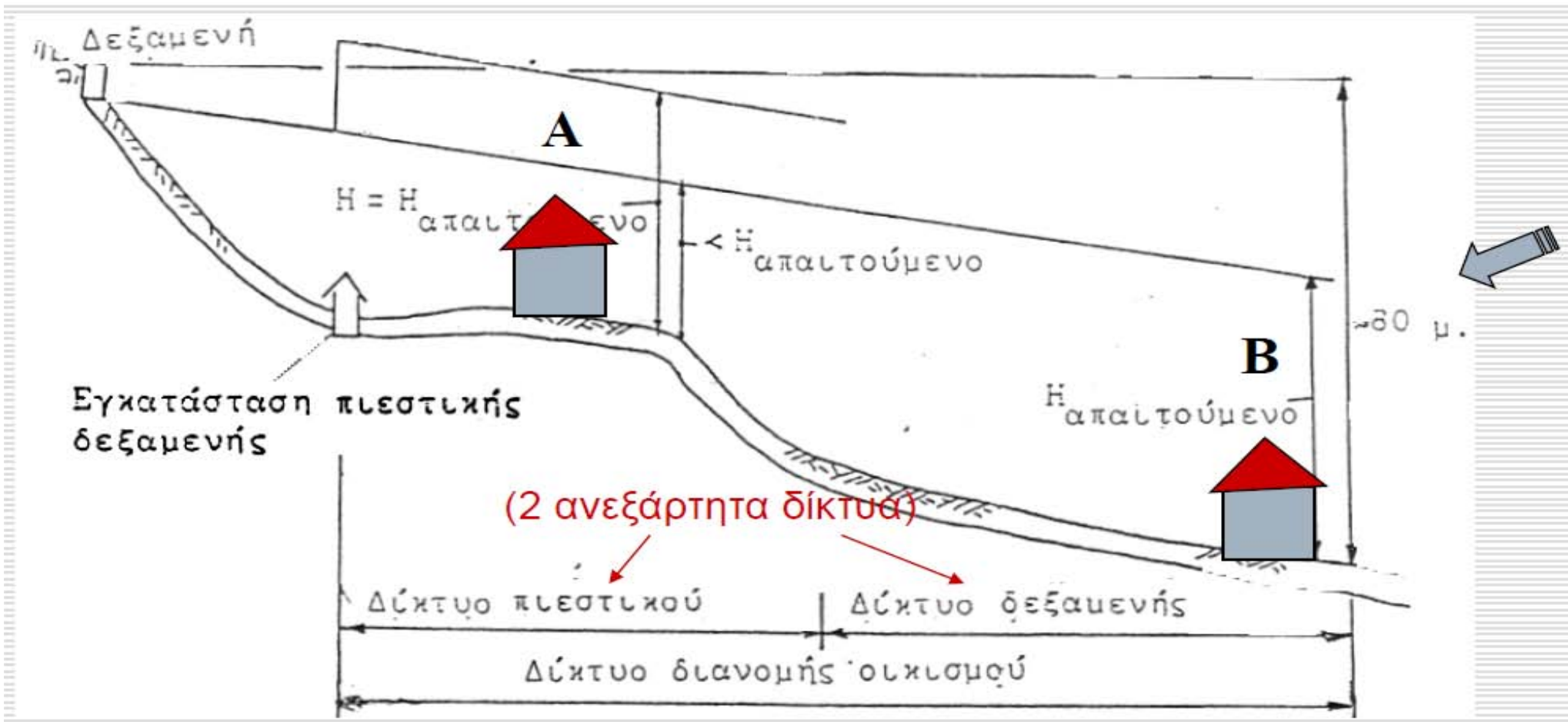


Υδρευση Οικισμού

- Αρχές σχεδιασμού – Ειδικές περιπτώσεις πίεσης:

1^ο Παράδειγμα

Υδρευση υψηλής ζώνης με πιεστική δεξαμενή



A. Ζαφειράκου, 2011



Υδρευση Οικισμού

- Αρχές σχεδιασμού – Ειδικές περιπτώσεις πίεσης:

2^ο Παράδειγμα

Υδρευση χαμηλής ζώνης με μειωτή πίεσης

- Έστω ότι ο οικισμός χωρίζεται σε Α και Β περιοχές (σπίτια χαμηλά-κοντά και ψηλά-μακριά μέσα στον οικισμό)
- Ο σχεδιασμός (τοποθέτηση και διαστασιολόγηση) της δεξαμενής (πάνω αριστερά) γίνεται για τον μακρύτερο οικισμό (Β)
- Η απαιτούμενη πίεση δικτύου είναι 80m, και εξασφαλίζεται για τον οικισμό Β
- Όμως η πίεση του νερού από την δεξαμενή στον Α οικισμό είναι παραπάνω από όσο θα έπρεπε
- Άρα παρεμβάλλεται μια βαλβίδα μείωσης πίεσης στο δίκτυο της δεξαμενής πριν τον οικισμό Α

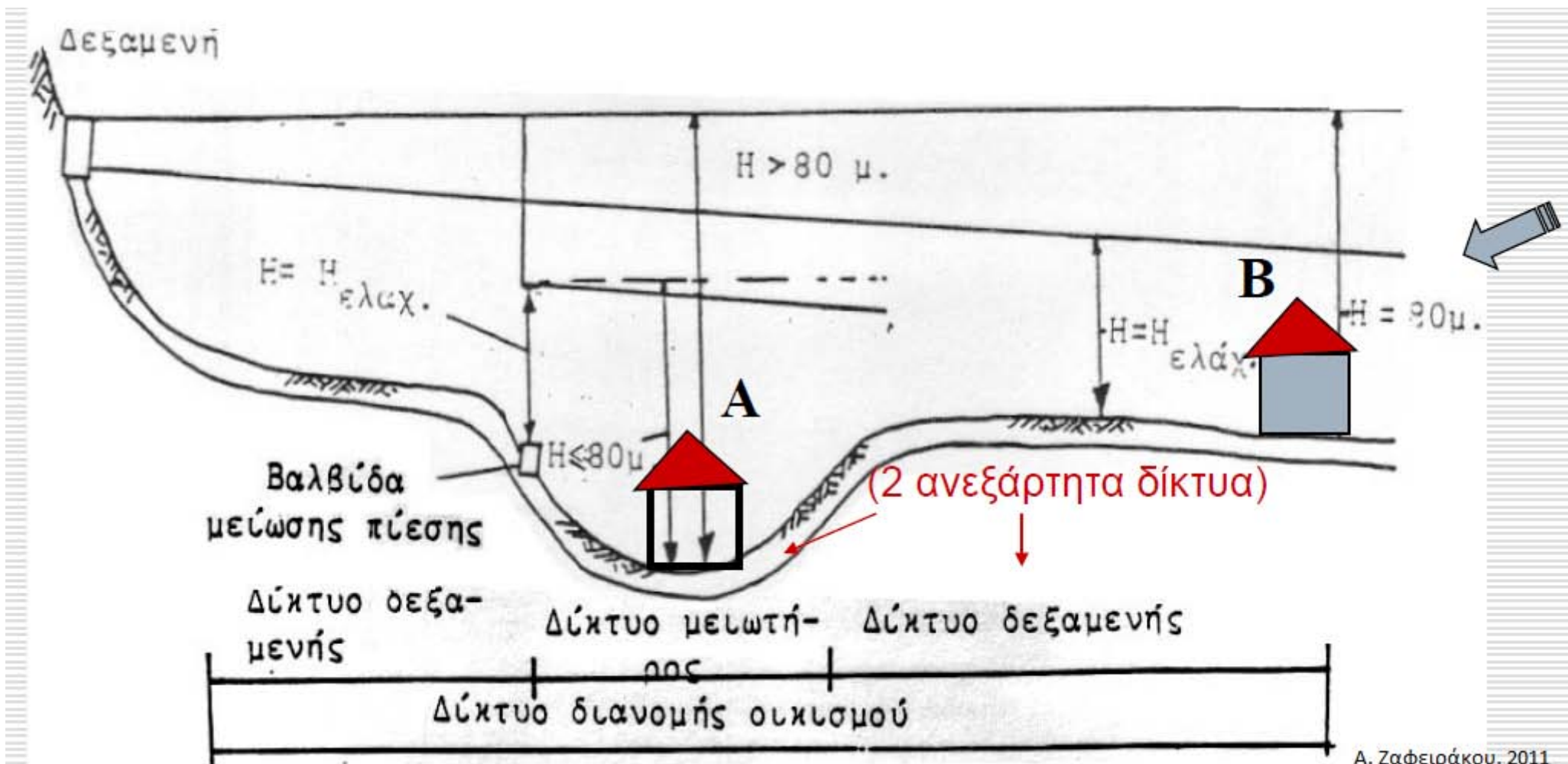


Υδρευση Οικισμού

- Αρχές σχεδιασμού – Ειδικές περιπτώσεις πίεσης:

2^ο Παράδειγμα

Υδρευση χαμηλής ζώνης με μειωτή πίεσης





Υδρευση Οικισμού

- **Καταστάσεις λειτουργίας:**

- Κατάσταση λειτουργίας **BI**: το δίκτυο υπολογίζεται για τη μέγιστη παροχή που μπορεί να εισέλθει από το εξωτερικό δίκτυο (π.χ. παροχή αντλιοστασίων) χωρίς να υπολογίζεται η κατανάλωση δικτύου.
- Κατάσταση λειτουργίας **BII**: το δίκτυο υπολογίζεται για τη μέγιστη παροχή που μπορεί να ζητηθεί από τον οικισμό, δηλαδή τη μέγιστη κατανάλωση κατά την ημέρα μέγιστης παροχής $Q_{\eta\mu.\muεγ.}$
 $Q_{\omega\rho.\muεγ.}$
- Κατάσταση λειτουργίας **BIII**: συνυπολογίζεται και η παροχή πυρόσβεσης για την κατάσταση πυρκαγιάς.



Υδρευση Οικισμού

• Παροχές:

- Ανάλογα με το σκοπό που εξυπηρετούν διακρίνουμε τις εξής παροχές:
 - ❖ **Παροχή διανομής (Q_δ):** η παροχή που διανέμεται στις επιμέρους κατοικίες. Εξαρτάται από:
 1. Πυκνότητα κατοίκησης
 2. Τις βιομηχανίες και τις βιοτεχνίες της περιοχής

 - ❖ **Απλοποιητική παραδοχή:**
 1. 60% καταναλώνεται στο τέλος του αγωγού $\rightarrow 0.6Q_\delta$
 2. 40% καταναλώνεται στην αρχή του αγωγού $\rightarrow 0.4Q_\delta$
 3. Σε μικρές παροχές \rightarrow παραδοχή \rightarrow σύνολο της Q_δ στο τέλος του αγωγού
 4. Μεγάλοι καταναλωτές (π.χ. βιομηχανίες κ.α.) \rightarrow σημειακές φορτίσεις στο δίκτυο



Υδρευση Οικισμού

• Παροχές:

- Ανάλογα με το σκοπό που εξυπηρετούν διακρίνουμε τις εξής παροχές:
- ❖ **Παροχή πυρκαγιάς (Q_{π}):** η παροχή που απαιτείται για την κατάσβεση πυρκαγιάς στον οικισμό. Σύμφωνα με τον ελληνικό κανονισμό (βασική εγκύκλιος 3/3/1970 - αρ.πρωτ. 17405, Υπ. Εσωτερικών) η παροχή πυροπροστασίας Q_{π} λαμβάνεται ως εξής:
 1. 0,1 l/s για οικισμούς με πληθυσμό < 1.000 κάτοικοι
 2. 5 l/s για οικισμούς με 1.000 κάτ. < πληθυσμό < 5.000 κάτ.
 3. 7,5 l/s για οικισμούς με 5.000 κάτ. < πληθυσμό < 25.000 κάτ.
 4. 10 l/s για οικισμούς με 25.000 κάτ. < πληθυσμό < 100.000 κάτ.

Σύμφωνα με το γερμανικό κανονισμό $Q_{\pi} \geq 30$ l/s



Υδρευση Οικισμού

- **Παροχές:**

- Ανάλογα με το σκοπό που εξυπηρετούν διακρίνουμε τις εξής παροχές:

- ❖ **Διερχόμενη παροχή (Q_{Δ}):** η παροχή που μεταφέρει ο αγωγός προς το κατάντη δίκτυο. Υπολογίζεται ως το σύνολο της παροχής που καταναλώνεται κατάντη του αγωγού, δηλαδή:

$$Q_{\Delta} = \sum Q_{\delta_{\text{κατάντη}}} + \text{σημειακές υδροληψίες}$$



Υδρευση Οικισμού

• Παροχές:

ο Ανάλογα με το σκοπό που εξυπηρετούν διακρίνουμε τις εξής παροχές:

❖ **Διερχόμενη υπολογισμού (Q):** η παροχή βάση της οποίας υπολογίζεται ο αγωγός. Η παροχή υπολογισμού είναι το άθροισμα των παραπάνω παροχών. Έτσι έχουμε:

1. Κατάσταση λειτουργίας **BI**: $Q = \text{μέγιστη παροχή αντλιοστασίων}$

2. Κατάσταση λειτουργίας **BII**: $Q = 0.6 Q_{\delta} + Q_{\Delta} = Q_{\omega\rho.\mu\epsilon\gamma.}^{\eta\mu.\mu\epsilon\gamma.}$

3. Κατάσταση λειτουργίας **BIII**: $Q = Q_{\omega\rho.\mu\epsilon\gamma.}^{\eta\mu.\mu\epsilon\sigma.} + Q_{\pi}$



Υδρευση Οικισμού

• Διατομές Αγωγών:

- Οι διατομές των αγωγών που κυκλοφορούν στο εμπόριο δίνονται από τον πίνακα δεξιά, μαζί με το πάχος των τοιχωμάτων e .
- Οι εσωτερικές διάμετροι των αγωγών, **βάσει των οποίων γίνεται και ο υδραυλικός υπολογισμός**, υπολογίζεται ως εξής:

$$D_{\text{εσ.}} = D - 2e$$

D (mm)	e (mm)	D _{εσ.} (m)
63	3	0,057
75	3,6	0,0678
90	4,3	0,0814
110	5,3	0,0994
125	6	0,113
140	6,7	0,1266
160	7,7	0,1446
200	9,6	0,1808
225	10,8	0,2034
250	11,9	0,2262
280	13,4	0,2532
315	15	0,285



Υδρευση Οικισμού

- Υδραυλικός Υπολογισμός Αγωγού:

- ο Εξίσωση απωλειών ενέργειας:

$$h_f = f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g} = J_E L$$

όπου

$$J_E = \frac{f}{D} \frac{V^2}{2g} \quad , \text{ η κλίση των γραμμικών απωλειών ενέργειας}$$

h_f = γραμμικές απώλειες ενέργειας σε μονάδα μήκους (m)

L , το μήκος του αγωγού (m)

D , η διάμετρος (m)

V , η μέση ταχύτητα του νερού στον αγωγό (m/s)

f , συντελεστής τριβών και

g , η επιτάχυνση της βαρύτητας (m/s²)



Υδρευση Οικισμού

• Υδραυλικός Υπολογισμός Αγωγού:

ο Ανάλογα με την τιμή του αριθμού Reynolds (Re): $Re = \frac{VD}{\nu}$

όπου ν , το κινηματικό ιξώδες (m^2/s)

ο συντελεστής τριβών f υπολογίζεται από τις σχέσεις:

1. Για την περίπτωση όπου ο αγωγός έχει λεία επιφάνεια και τυρβώδη ροή ($Re > 80.000$):

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = 2 \log(Re \sqrt{f}) - 0.8$$

$\xrightarrow{\text{Αγωγοί Υδρευσης}}$ 2. Για τη μεταβατική περιοχή ($80.000 < Re < 10^4 - 10^5$) καλυπτόμαστε από την εξίσωση των Colebrook-White:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} + \log \frac{k_s}{D} = 1.14 - 2 \log \left[1 + 9.35 \frac{D/k_s}{Re \sqrt{f}} \right]$$

3. Για την τραχεία περιοχή ($Re > 10^4 - 10^5$)

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \frac{k_s}{D} + 1.14$$

k_s , συντελεστής τραχύτητας (m)



Υδρευση Οικισμού

• Υδραυλικός Υπολογισμός Ακτινωτού Δικτύου:

ο Ο υδραυλικός υπολογισμός σε ένα ακτινωτό δίκτυο γίνεται με τα ακόλουθα βήματα:

1. Πρώτο βήμα: Προσδιορισμός συνολικής παροχής υπολογισμού: ανάλογα με την κατάσταση λειτουργίας και τις ειδικές συνθήκες κάθε προβλήματος καθορίζεται η παροχή υπολογισμού για όλο το δίκτυο (άρα και όλο τον οικισμό). Για παράδειγμα για την κατάσταση ΒΙΙ υπολογίζεται η $Q_{\omega\rho.\mu\epsilon\gamma.}^{\eta\mu.\mu\epsilon\gamma.}$

2. Δεύτερο βήμα: Υπολογισμός παροχών διανομής στους αγωγούς: ανάλογα με τον πληθυσμό ή την έκταση που εξυπηρετεί κάθε αγωγός, υπολογίζεται η παροχή διανομής του, ως ποσοστό της συνολικής παροχής υπολογισμού:

$$Q_{\delta i} = \frac{P_i}{\sum P} * Q_{\text{υπολ.}} \quad \text{ή} \quad Q_{\delta i} = \frac{E_i}{\sum E} * Q_{\text{υπολ.}}$$

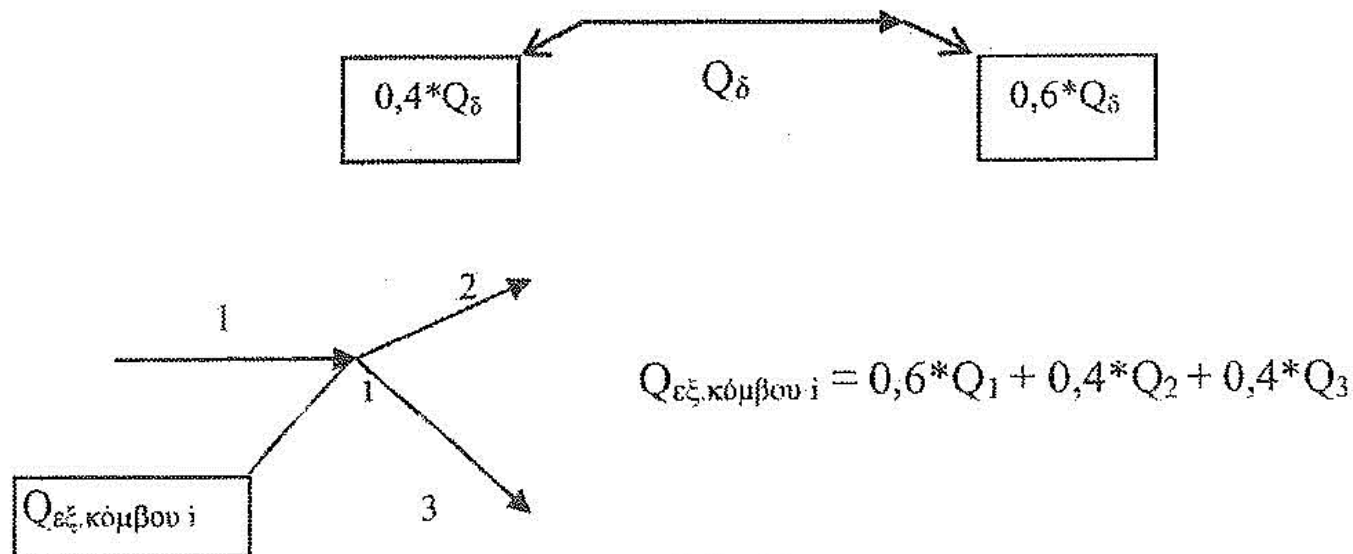


Υδρευση Οικισμού

• Υδραυλικός Υπολογισμός Ακτινωτού Δικτύου:

ο Ο υδραυλικός υπολογισμός σε ένα ακτινωτό δίκτυο γίνεται με τα ακόλουθα βήματα:

3. Τρίτο βήμα: Υπολογισμός παροχών εξόδου στους κόμβους: βάση της προηγούμενης παραδοχής η παροχή διανομής κάθε αγωγού κατανέμεται στους κόμβους αρχής και τέλους αντίστοιχα, με την αναλογία 0,4 και 0,6. Το άθροισμα των επιμέρους παροχών εξόδου σε κάθε κόμβο θα δώσει την συνολική παροχή εξόδου του κόμβου αυτού. Εδώ προστίθενται και οι σημειακές παροχές εξόδου (π.χ. βιομηχανίες, στρατόπεδα κλπ) που δεν έχουν υπολογιστεί στις παροχές διανομής.



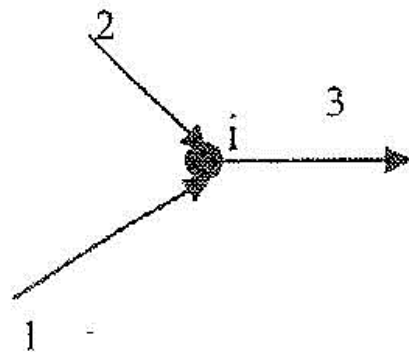


Υδρευση Οικισμού

• Υδραυλικός Υπολογισμός Ακτινωτού Δικτύου:

ο Ο υδραυλικός υπολογισμός σε ένα ακτινωτό δίκτυο γίνεται με τα ακόλουθα βήματα:

4. Τέταρτο βήμα: Υπολογισμός παροχών υπολογισμού στους αγωγούς: ξεκινώντας από τα άκρα του δικτύου και με φορά αντίθετη στη ροή (κατάντη → ανάντη) υπολογίζεται για κάθε αγωγό η παροχή του, ως άθροισμα όλων των παροχών στα κατάντη του και της παροχής εξόδου στον κόμβο τέλους του υπόψη αγωγού:



$$Q_{1\text{υπολ.}} + Q_{2\text{υπολ.}} = Q_{3\text{υπολ.}} + Q_{\text{εξ.κόμβου } i}$$



Υδρευση Οικισμού

• Υδραυλικός Υπολογισμός Ακτινωτού Δικτύου:

ο Ο υδραυλικός υπολογισμός σε ένα ακτινωτό δίκτυο γίνεται με τα ακόλουθα βήματα:

5. Πέμπτο βήμα: Υδραυλικός υπολογισμός αγωγών: από τις εξισώσεις που προηγήθηκαν, για τις παροχές, Q , του προηγούμενου βήματος, υπολογίζονται τα D , v , και h_f σε κάθε αγωγό.

6. Έκτο βήμα: Υπολογισμός διαθέσιμων φορτίων: τα διαθέσιμα φορτία σε κάθε κόμβο υπολογίζονται από τη διαφορά του αρχικού υδραυλικού φορτίου ($H_{\text{δεξαμενής}}$) με τα υψόμετρα εδάφους των κόμβων, μείον τις απώλειες h_f σε κάθε διαδρομή αγωγών.

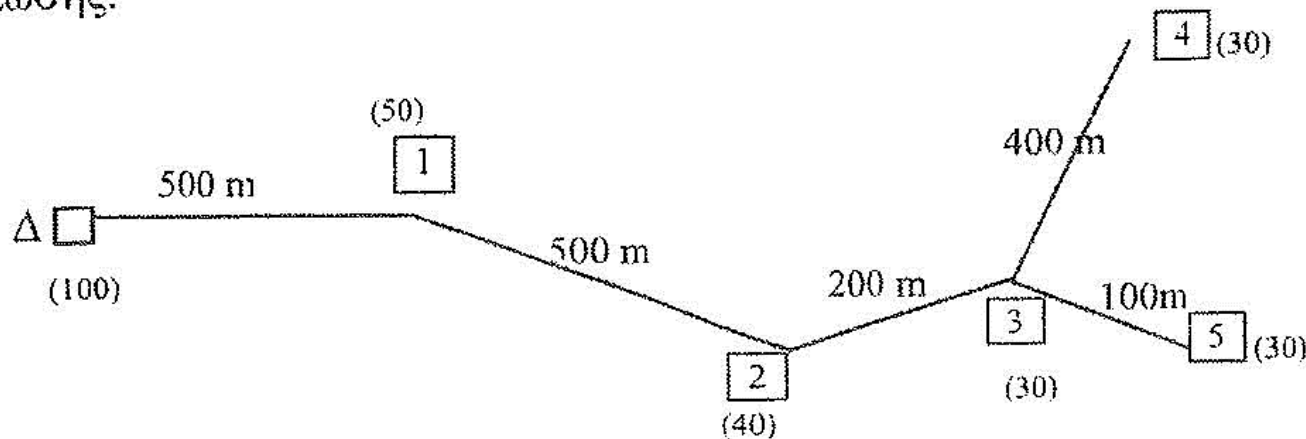
7. Έβδομο βήμα: Τελική διαστασιολόγηση: Η διαδικασία επαναλαμβάνεται και για τις 3 καταστάσεις λειτουργίας. Τα διαθέσιμα φορτία κάθε κόμβου ελέγχονται σε σχέση με τις ελάχιστες και μέγιστες επιτρεπόμενες πιέσεις και ανάλογα ελαττώνουμε ή αυξάνουμε τις αντίστοιχες διατομές.



Υδρευση Οικισμού

• Άσκηση - Υδραυλικός Υπολογισμός Ακτινωτού Δικτύου:

ΕΦΑΡΜΟΓΗ: Το ακτινωτό δίκτυο του σχήματος υδρεύει οικισμό συνολικού πληθυσμού 2.000 κατοίκων. Η ειδική κατανάλωση είναι $q=300$ l/κάτοικο/ημέρα. Να γίνει ο υδραυλικός υπολογισμός του δικτύου για την κατάσταση λειτουργίας ΒII, με συντελεστή απωλειών $f = 0,016$, χωρίς να ληφθεί υπόψη η μελλοντική αύξηση της κατανάλωσης.





Υδρευση Οικισμού

- Λύση - Υδραυλικός Υπολογισμός Ακτινωτού Δικτύου:

Πρώτο Βήμα: Προσδιορισμός συνολικής παροχής υπολογισμού:

$$Q_{\text{ημ.μέσ.}} = E * q = 2000 \text{ κάτοικοι} * 300 \text{ l/κατ./ημ.} = 6,94 \text{ l/s}$$

$$Q_{\text{ετήσια}} = 6,94 \text{ l/s} * 86400 \text{ s/day} * 365 \text{ days} = 220 * 10^6 \text{ l} = 0.220 * 10^6 \text{ m}^3$$

Συντελεστής ημερήσιας αιχμής για την τιμή αυτή: $P_{\text{ημ}} = 1,84$

Συντελεστής ωριαίας αιχμής για κοινότητα: $P_{\text{ωρ}} = 2,50$

$$Q_{\text{ωρ.μέγ.}}^{\text{ημ.μέγ.}} = 2,5 * 1,84 * 6,94 = 31,94 \text{ l/s}$$



Υδρευση Οικισμού

• Λύση - Υδραυλικός Υπολογισμός Ακτινωτού Δικτύου:

Δεύτερο Βήμα: Υπολογισμός παροχών διανομής στους αγωγούς:

Αγωγός	Μήκος	Εξυπηρετούμενοι κάτοικοι	Παροχή διανομής (l/s)
Δ-1	500	0	0
1-2	500	833	13.30
2-3	200	333	5.32
3-4	400	667	10.65
4-5	100	167	2.67
Συνολικό μήκος	1700	Σύνολο εξυπηρετούμενων κατοίκων = 2000	Συνολική παροχή = 31,94 l/s
Συνολικό μήκος αγωγών με κατοίκους	1200		

Εξυπηρετούμενοι κάτοικοι = (Συνολικός αριθμός κατοίκων) x (Μήκος αγωγού)/(Συνολικό μήκος αγωγών με κατοίκους)

Παροχή διανομής αγωγού = (Εξυπηρετούμενοι κάτοικοι) x (Ειδική μέση ημερήσια κατανάλωση) x (Συντελεστής ημερήσιας αιχμής) x (Συντελεστής ωριαίας αιχμής)



Υδρευση Οικισμού

• Λύση - Υδραυλικός Υπολογισμός Ακτινωτού Δικτύου:

Τρίτο Βήμα: Υπολογισμός παροχών εξόδου στους κόμβους:

Αγωγός	Παροχή διανομής (l/s)	Παροχή εξόδου στους κόμβους					
		Δ	1	2	3	4	5
Δ-1	0	0	0				
1-2	13,30		5,32	7,98			
2-3	5,32			2,128	3,192		
3-4	10,65				4,26	6,39	
3-5	2,67				1,068		1,602
Σύνολο	31,94		5,32	10,108	8,52	6,39	1,602

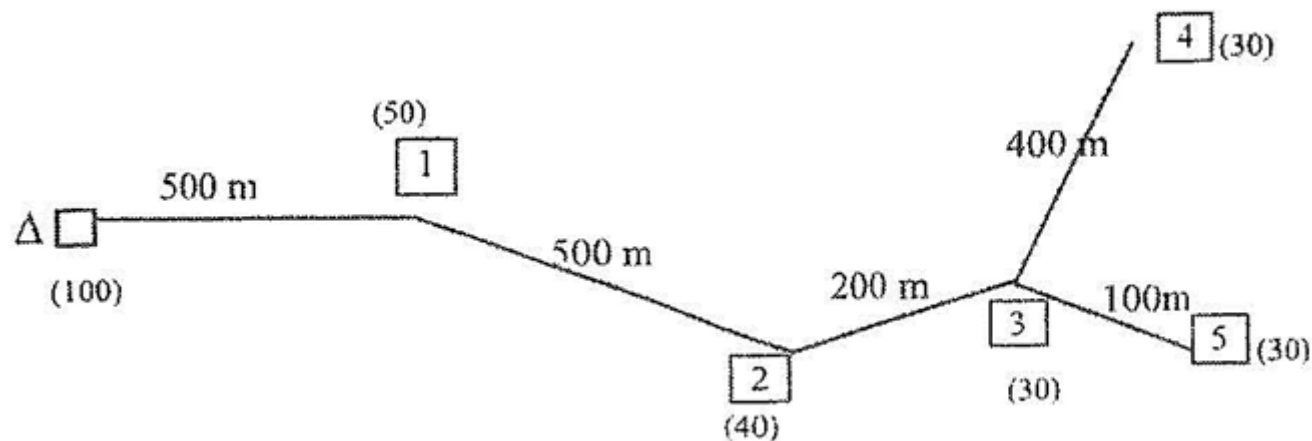


Υδρευση Οικισμού

• Λύση - Υδραυλικός Υπολογισμός Ακτινωτού Δικτύου:

Τέταρτο Βήμα: Υπολογισμός παροχών υπολογισμού στους αγωγούς:

Αγωγός	Παροχές υπολογισμού (l/s)	
3-5	1,602	Qεξ.(5)
3-4	6,39	Qεξ.(4)
2-3	16,512	Qυπ(3-5) + Qυπ(3-4) + Qεξ(3)
1-2	26,62	Qυπ(2-3) + Qεξ(2)
Δ-1	31,94	Qυπ(1-2) + Qεξ(1)





Υδρευση Οικισμού

• Λύση - Υδραυλικός Υπολογισμός Ακτινωτού Δικτύου:

Πέμπτο Βήμα: Υδραυλικός υπολογισμός αγωγών:

Αγωγός	Q (l/s)	L (m)	D (mm)	e (mm)	Δεσ. (mm)	V (m/s)	h_f (m)
Δ-1	31,94	500,00	200,00	9,60	180,80	1,24	3,49
1-2	26,62	500,00	160,00	7,70	144,60	1,62	7,41
2-3	16,51	200,00	140,00	6,70	126,60	1,31	2,22
3-4	6,39	400,00	90,00	4,30	81,40	1,23	6,04
3-5	1,60	100,00	63,00	3,00	57,00	0,63	0,56

$$h_f = f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g} = J_E L$$

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



Υδρευση Οικισμού

- Λύση - Υδραυλικός Υπολογισμός Ακτινωτού Δικτύου:

Διόρθωση διαμέτρων ώστε οι ταχύτητες να είναι μέσα στα όρια:

Αγωγός	Q (l/s)	L (m)	D (mm)	e (mm)	Δεσ. (mm)	V (m/s)	h _f (m)
Δ-1	31,94	500,00	200,00	9,60	180,80	1,24	3,49
1-2	26,62	500,00	200,00	9,60	180,80	1,04	2,42
2-3	16,51	200,00	160,00	7,70	144,60	1,01	1,14
3-4	6,39	400,00	90,00	4,30	81,40	1,23	6,04
3-5	1,60	100,00	63,00	3,00	57,00	0,63	0,56



Υδρευση Οικισμού

• Λύση - Υδραυλικός Υπολογισμός Ακτινωτού Δικτύου:

Έκτο Βήμα: Υπολογισμός διαθέσιμων φορτίων:

κόμβος	Υδραυλικό Φορτίο (m)	Υψόμετρο Εδάφους (m)	Διαθέσιμο Φορτίο (m)
Δ	100,00	100,00	0,00
1	96,51	50,00	46,51
2	94,09	40,00	54,09
3	92,95	30,00	62,95
4	86,91	30,00	56,91
5	92,39	30	62,39

Τα διαθέσιμα φορτία στους κόμβους, όπως και τα υπόλοιπα υδραυλικά χαρακτηριστικά είναι μέσα στα προβλεπόμενα όρια, επομένως καταλήγουμε στις επιλεγθείσες διαμέτρους για τους αγωγούς.