



# Σχεδιασμός και ανάλυση εξωτερικού δικτύου και αγωγών ύδρευσης.

**Π. Σιδηρόπουλος**

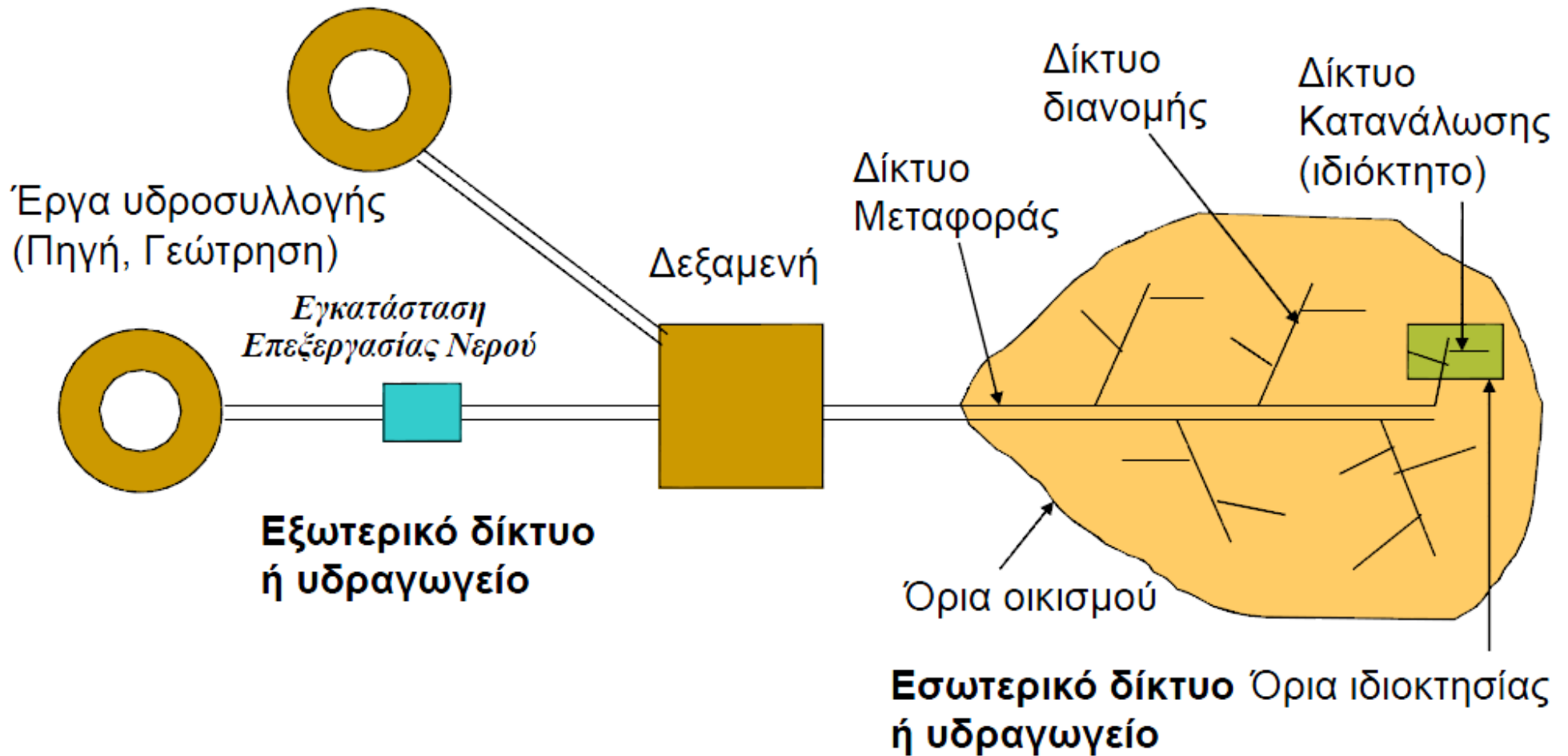
Εργαστήριο Υδρολογίας και Ανάλυσης Υδατικών Συστημάτων  
Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών Π.Θ.

E-mail: [psidirop@uth.gr](mailto:psidirop@uth.gr)



# Υδρευση Οικισμού

## • Συνολικό δίκτυο ύδρευσης



A. Ζαφειράκου, 2010



# Υδρευση Οικισμού

## • Συνολικό δίκτυο ύδρευσης

### I. Έργα υδροσυλλογής

- Έργα συλλογής βρόχινων νερών
- Έργα συλλογής επιφανειακών νερών (λίμνες, ποτάμια, τεχνητές λίμνες)
- Υδρομαστεύσεις πηγών
- Γεωτρήσεις

### II. Εγκαταστάσεις επεξεργασίας νερού

- Έλεγχος ποιότητας νερού
- Κατεργασία νερού

### III. Αντλιοστάσια

- Υψηλές περιοχές
- Μεγάλες αποστάσεις

### IV. Δεξαμενές

- Αποφυγή στάσιμου νερού (<24hrs)



# Υδρευση Οικισμού

---

- **Συνολικό δίκτυο ύδρευσης**

- V. Δίκτυα (δημόσιο τμήμα)**

- Εξωτερικά υδραγωγεία (αγωγοί ελεύθερης ροής ή υπό πίεση)
    - Εσωτερικά υδραγωγεία (αγωγοί υπό πίεση)
    - Δίκτυα μεταφοράς
    - Δίκτυα διανομής

- VI. Δίκτυα (ιδιωτικό τμήμα): οικοδομών, ιδιοκτησιών, κατανάλωσης**

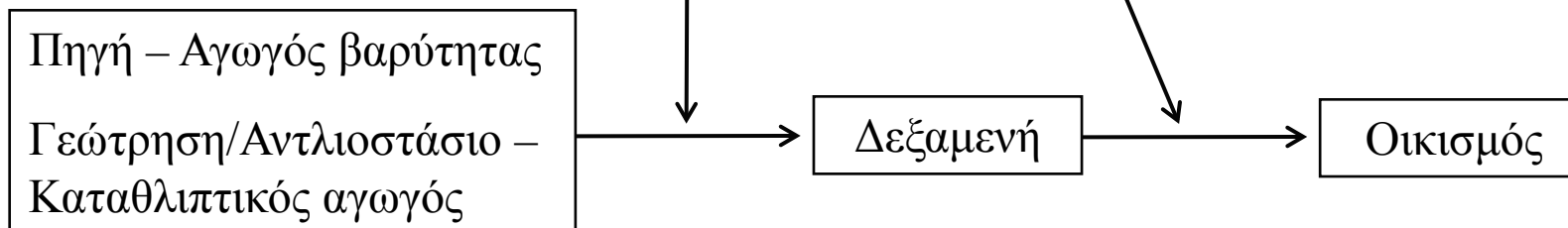


# Υδρευση Οικισμού

## • Σχεδιασμός δικτύων

ο Για τον σχεδιασμό ενός δικτύου ύδρευσης

1. Πρέπει να προσδιοριστούν πρώτα οι ανάγκες σε νερό, εάν πρόκειται δηλαδή να υδρευτεί
  - ❖ οικισμός (μικρός –μεγάλος, πολυκατοικίες –μονοκατοικίες)
  - ❖ βιομηχανική περιοχή
  - ❖ γεωργικές/καλλιεργήσιμες εκτάσεις, κλπ
2. Να εκτιμηθεί ο πληθυσμός (τρέχων –μελλοντικός)
3. Να υπολογιστεί η μέγιστη ημερήσια κι η μέγιστη ωριαία παροχή νερού που πρέπει να εξασφαλιστεί
4. Να σχεδιαστεί το εξωτερικό και εσωτερικό δίκτυο ύδρευσης





# Υδρευση Οικισμού

- Χαρακτηριστικά μεγέθη υπολογισμού

$$Q_{\eta\mu.\mu\epsilon\sigma.} = q E$$

$$Q_{\eta\mu.\mu\epsilon\gamma.} = Q_{\eta\mu.\mu\epsilon\sigma.} P_{\eta\mu.\mu\epsilon\gamma.} \longrightarrow \boxed{\text{Εξωτερικό δίκτυο}}$$

$$Q_{\omega\rho.\mu\epsilon\gamma.}^{\eta\mu.\mu\epsilon\gamma.} = Q_{\eta\mu.\mu\epsilon\gamma.} P_{\omega\rho.\mu\epsilon\gamma.} \longrightarrow \boxed{\text{Εσωτερικό δίκτυο}}$$

Μελλοντικός Πληθυσμός

$$E_n = E_0 \left(1 + \frac{P}{100}\right)^n$$



# Υδρευση Οικισμού

- **Αποδεκτές τιμές**

- **Ειδική κατανάλωση νερού**

- Σύγχρονη Ελλάδα

1. Μικρές πόλεις/κωμοπόλεις  $\rightarrow q = 150 \text{ lt/κατ./ημ.}$
2. Μεγάλες πόλεις
  - a)  $q = 180 \text{ lt/κατ./ημ.}$
  - b) Μελλοντική πρόβλεψη 5ετίας  $\rightarrow q = 250 \text{ lt/κατ./ημ.}$

- **Συντελεστές**

1. Ημερήσιας αιχμής  $p_{\eta\mu.\muεγ.} (\text{Ελλάδα}) = 1.5$
2. Ωριαίας αιχμής  $p_{\omega\rho.\muεγ.} (\text{Ελλάδα}) = 1.5$



# Υδρευση Οικισμού

## • Έργα εξωτερικού δικτύου

- Με τα εξωτερικά υδραγωγεία μεταφέρεται το νερό από τα σημεία υδροληψίας (πηγές, γεωτρήσεις, κ.λ.π.) στις δεξαμενές αποθήκευσης.
- Οι αγωγοί των υδραγωγείων αυτών είναι συνήθως αγωγοί υπό πίεση, σπανιότερα δε αγωγοί ελεύθερης ροής.
- Η διατομή των σωλήνων είναι κυκλική.
- Οι δαπάνες κατασκευής των εξωτερικών υδραγωγείων είναι μεγάλες
- Η χάραξη των εξωτερικών δικτύων λαμβάνεται ως προς:
  - ❖ Την οριζοντιογραφία
  - ❖ Τη μηκοτομή





# Υδρευση Οικισμού

## • Χάραξη ως προς την οριζοντιογραφία

- Κατά τη χάραξη των υδραγωγείων στην οριζοντιογραφία θα πρέπει να δίνεται προσοχή στα παρακάτω σημεία:
  1. Αυτοκινητόδρομοι: Η τοποθέτηση των αγωγών παράλληλα στους ήδη υπάρχοντες αυτοκινητοδρόμους διευκολύνει την συντήρησή τους. Πρέπει όμως η χάραξή τους να γίνεται σε απόσταση από τα όρια του οδοστρώματος ώστε σε περίπτωση διαπλάτυνσης της οδού οι αγωγοί να μην βρεθούν κάτω από τα οδοστρώματα.
  2. Οικισμοί: Καλό είναι τα εξωτερικά υδραγωγεία να μη διέρχονται μέσα από τους οικισμούς.
  3. Υγρές περιοχές: Χαμηλές περιοχές οι οποίες δεν αποχετεύονται καλά πρέπει να αποφεύγονται γιατί η συντήρηση των αγωγών στις περιοχές αυτές είναι δυσχερής. Σε περίπτωση χρησιμοποίησης χαλυβδοσωλήνων η οξειδωσή τους είναι ταχύτερη.
  4. Απότομες βουνοπλαγιές: Η διέλευση απότομων βουνοπλαγιών με χάραξη παράλληλη προς τις ισοϋψείς καμπύλες πρέπει να αποφεύγεται λόγω του κινδύνου των κατολισθήσεων. Πρέπει να προτιμάται χάραξη κάθετη στις ισοϋψείς καμπύλες.
  5. Περιοχές πετρώδεις: Οι εκβραχισμοί αποτελούν σοβαρή δαπάνη και προκαλούν καθυστερήσεις στην κατασκευή του έργου. Πρέπει να αποφεύγονται όσο είναι δυνατόν.



# Υδρευση Οικισμού

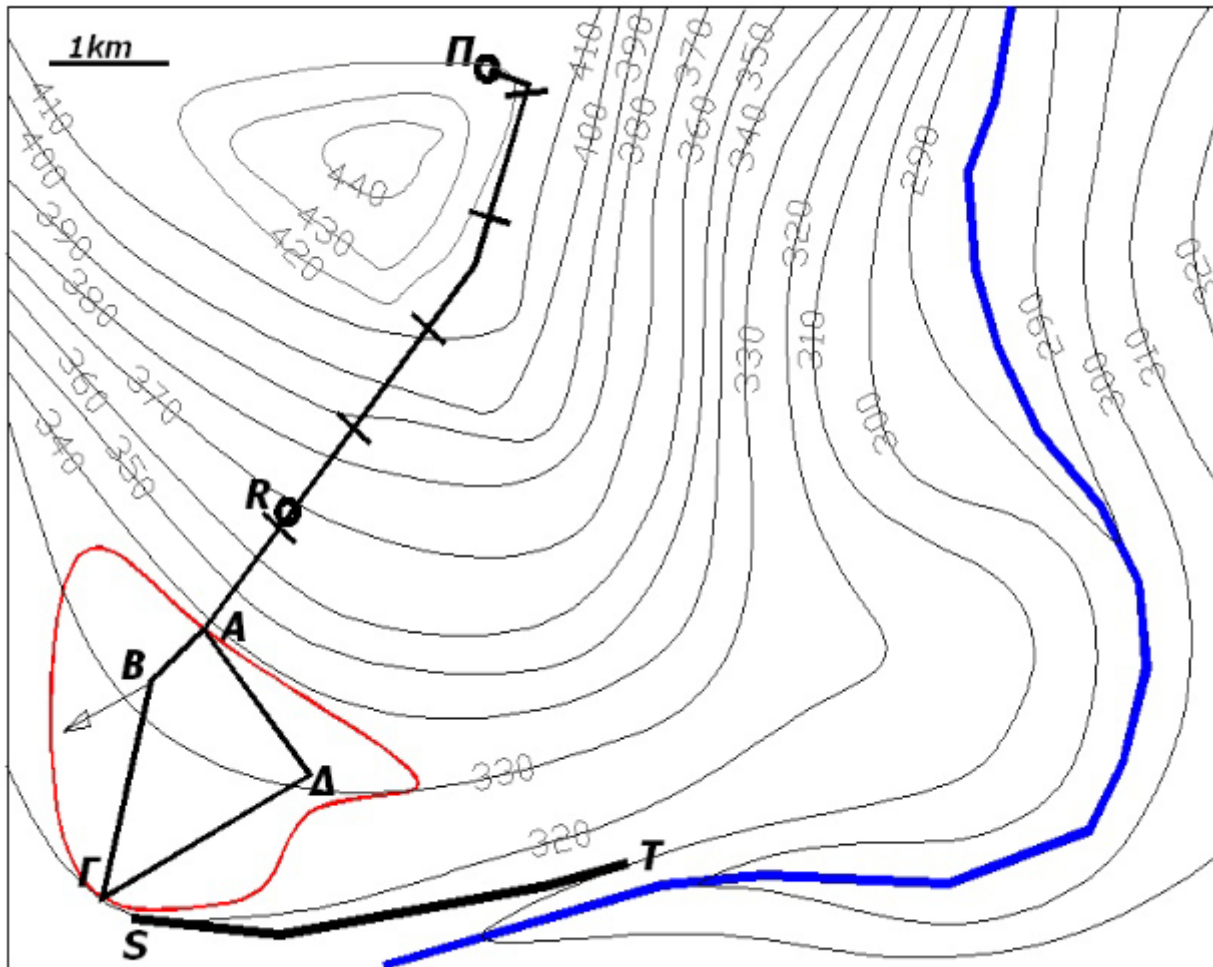
## • Χάραξη ως προς την οριζοντιογραφία

- ο Κατά τη χάραξη των υδραγωγείων στην οριζοντιογραφία θα πρέπει να δίνεται προσοχή στα παρακάτω σημεία:
  6. Δάση: Τα δάση πρέπει να αποφεύγονται για να μην προκαλείται βλάβη στο φυτικό περιβάλλον από την κατασκευή των έργων. Όταν αυτό δεν είναι δυνατόν καλό είναι να γίνεται χάραξη παράλληλη με ήδη υπάρχοντα μονοπάτια ή κατά μήκος των αντιπυρικών ζωνών.
  7. Γωνίες : Οι απαιτούμενες αλλαγές κατεύθυνσης στην οριζοντιογραφία πρέπει να γίνονται με καμπύλες και όχι γωνίες.
  8. Διασταυρώσεις οδών: Οι διελεύσεις των σωλήνων κάτω από τα οδοστρώματα πρέπει να γίνονται σε σημεία στα οποία τυχόν θραύση των σωλήνων δεν θα έχει σαν επακόλουθο κατολίσθηση τμήματος της οδού. Επίσης, θα πρέπει η αποχέτευση του νερού του αγωγού να είναι εύκολη.
  9. Διασταύρωση με ποτάμια, αρδευτικές και στραγγιστικές τάφρους: Στις περιπτώσεις αυτές κατασκευάζονται σίφωνες.
  10. Διασταυρώσεις με σιδηροδρομικές γραμμές: Οι διασταυρώσεις αυτές πρέπει να γίνονται κατά το δυνατόν σε σημεία στα οποία οι γραμμές είναι τοποθετημένες στο ύψος του φυσικού εδάφους ή σε χαμηλά αναχώματα.



# Υδρευση Οικισμού

- Χάραξη ως προς την οριζοντιογραφία



Γ. Μπαλαφούτας, 2011

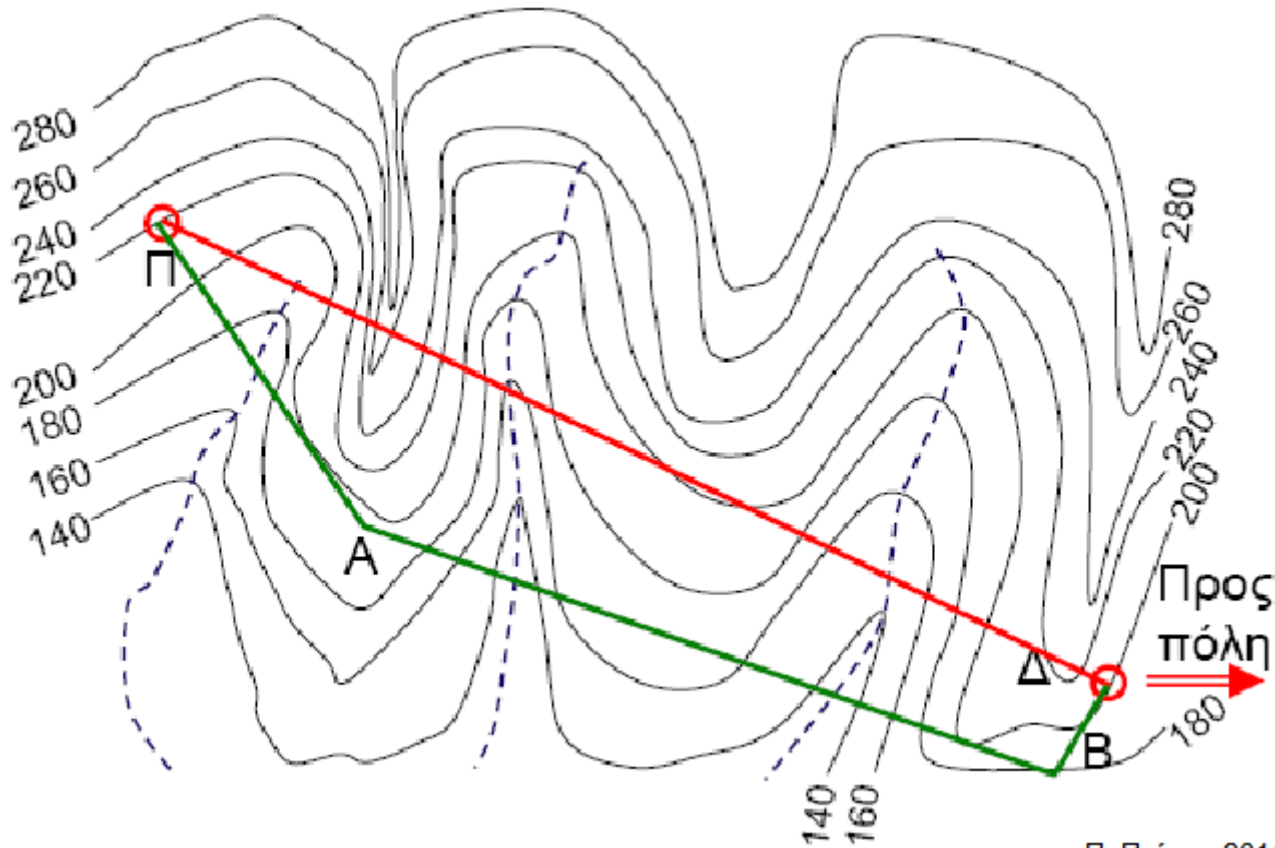
Σε απότομες βουνοπλαγιές προτιμάται η κάθετη χάραξη στις ισοϋψείς καμπύλες του τοπογραφικού

Η πηγή (Π) να συνδέεται με το κοντινότερο και το ψηλότερο σημείο (Α) του οικισμού (οικονομία κατασκευής και διανομής νερού στον οικισμό)



# Υδρευση Οικισμού

## • Χάραξη ως προς την οριζοντιογραφία



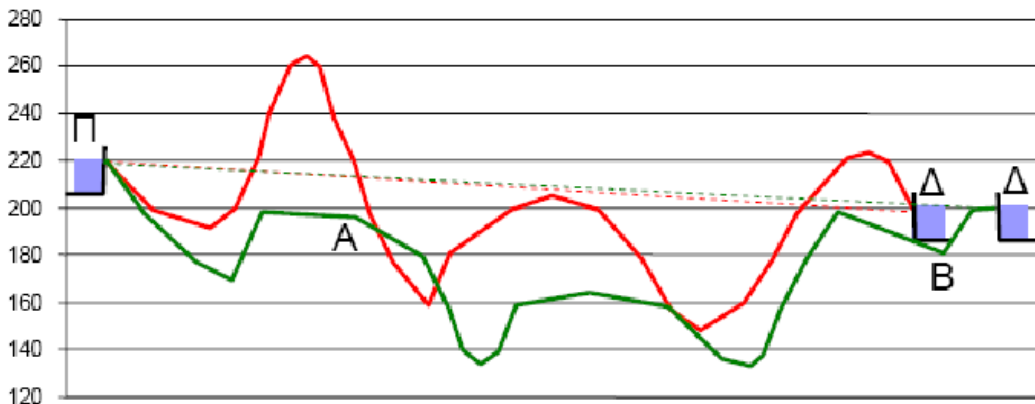
Π. Πρίνος, 2011

Ποια είναι προτιμότερη από τις 2 χαράξεις:

1. ΠΑΒΔ?
2. ΠΔ?

Η ΠΔ θα δημιουργήσει προβλήματα πίεσης στα μεγάλα υψόμετρα (220-240 μ.) και θα απαιτεί περαιτέρω εξοπλισμό.

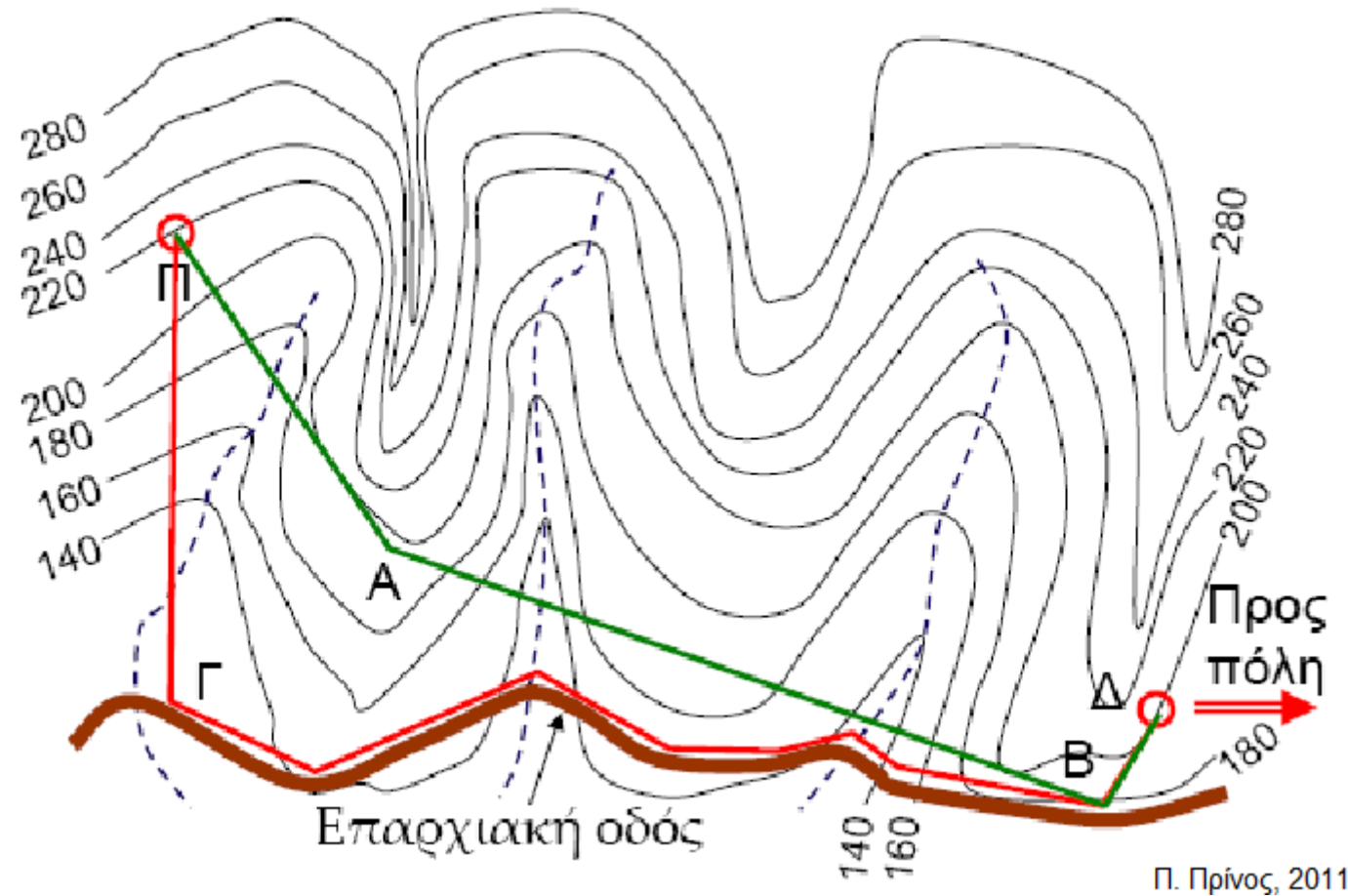
Προτιμητέα η ΠΑΒΔ





# Υδρευση Οικισμού

## • Χάραξη ως προς την οριζοντιογραφία



Ποια είναι προτιμότερη από τις 2 χαράξεις:

1. ΠΑΒΔ?
2. ΠΓΒΔ?

- Και οι δύο χαράξεις είναι τεχνικά σωστές
- Καμία δεν εμφανίζει πρόβλημα υψηλών υψομέτρων.
- Η ΠΓΒΔ έχει μεγαλύτερο μήκος και παρουσιάζει μικρή αύξηση στη μέγιστη πίεση.
- Προτιμότερη αφού βρίσκεται δίπλα σε επαρχιακή οδό.



# Υδρευση Οικισμού

## • Χάραξη ως προς τη μηκοτομή

- Τα σημεία που πρέπει να προσέχονται κατά την σχεδίαση της μηκοτομής των υδραγωγείων είναι:
  1. Πιεζομετρική γραμμή: Όσο χαμηλότερα από την πιεζομετρική γραμμή τοποθετηθεί ο αγωγός τόσο καλύτερα. Σε κανένα σημείο του ο αγωγός δεν πρέπει να τέμνει την πιεζομετρική γραμμή. Θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη ότι οι βαλβίδες εξαερισμού των αγωγών λειτουργούν μόνο όταν υπάρχει ικανοποιητική πίεση στον αγωγό.
  2. Ελάχιστη κλίση αγωγού: Σε επίπεδες περιοχές οι αγωγοί πρέπει να τοποθετούνται με ελάχιστη κλίση 3-5‰ για να μπορεί να γίνει εύκολα η εκκένωση και ο εξαερισμός τους.
  3. Ελάχιστη υπερκάλυψη: Η ελάχιστη υπερκάλυψη των σωλήνων για την προστασία τους έναντι εξωτερικών φορτίσεων και παγετών δίνεται στον παρακάτω πίνακα.  
**Μέγιστο βάθος εκσκαφής 3μ.**
  4. Εξαερισμός-εκκένωση: Κάθε υψηλό σημείο των αγωγών πρέπει να εξαερίζεται, ενώ κάθε χαμηλό να εκκενώνεται. Τα ειδικά τεμάχια τοποθετούνται πάντοτε μέσα σε φρεάτια.





# Υδρευση Οικισμού

- Χάραξη ως προς τη μηκοτομή

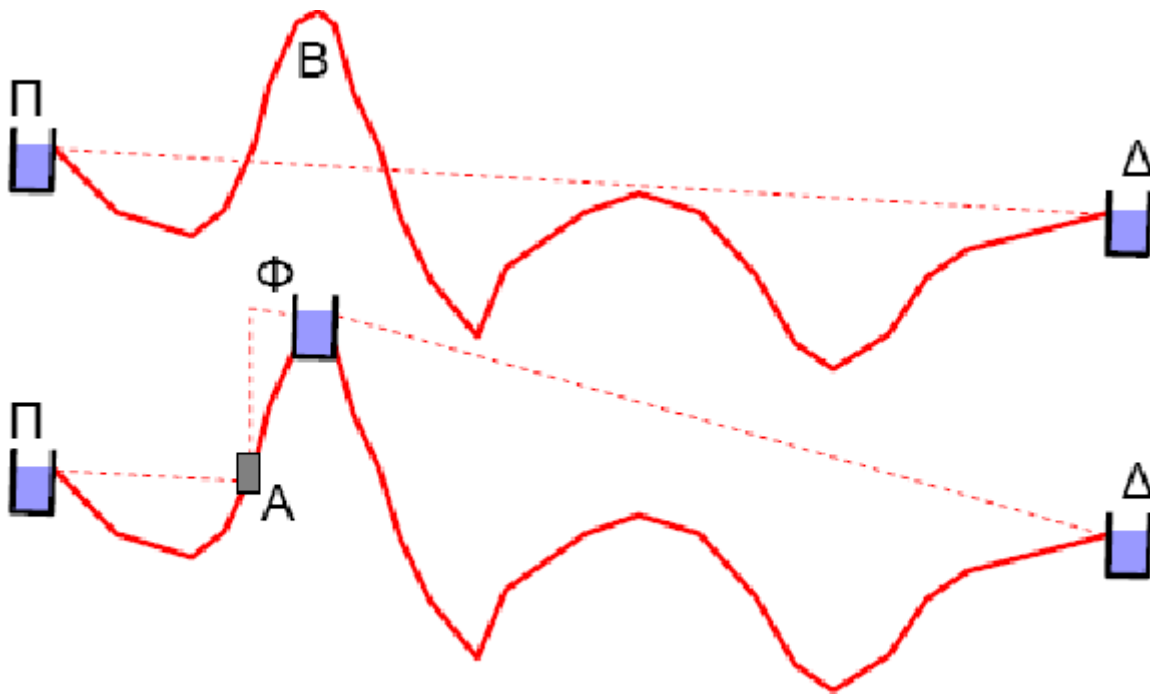
## Ελάχιστα ύψη υπερκάλυψης σωλήνων

Διατομή χλστ	Ελάχιστη υπερκάλυψη μ	Διατομή χλστ	Ελάχιστη υπερκάλυψη μ
80-150	1,50	400	1,35
200	1,50	500	1,30
250	1,45	600	1,25
300	1,40	700	1,20
350	1,40	800	1,15



# Υδρευση Οικισμού

## • Χάραξη ως προς τη μηκοτομή



Π. Πρίνος, 2011

Αντιμετώπιση κορυφής Β, όταν δεν είναι εφικτή άλλη λύση

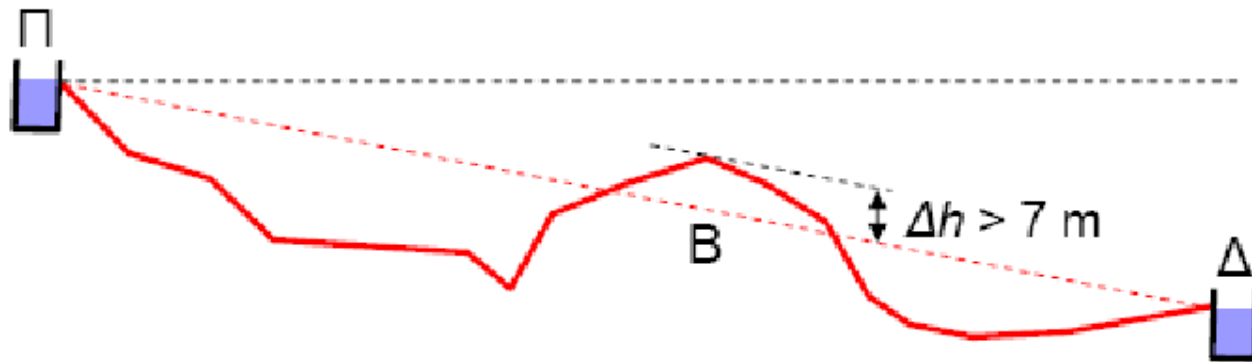
- Αγωγός βαρύτητας ΠΑ
- Αντλιοστάσιο Α
- Καταθλιπτικός αγωγός ΑΦ
- Φρεάτιο Φ(για έλεγχο της στάθμης και περιορισμό του υδραυλικού πλήγματος)
- Αγωγός βαρύτητας ΦΔ



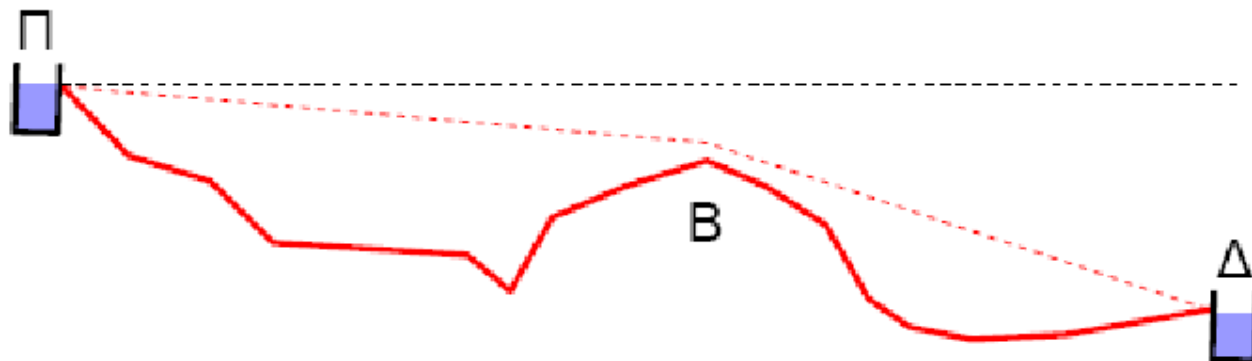


# Υδρευση Οικισμού

## • Χάραξη ως προς τη μηκοτομή



*Αντιμετώπιση εμποδίου του υψώματος B πάνω από την πιεζομετρική γραμμή με το ύψος του οποίου να υπερβαίνει το μέγιστο ύψος σίφωνα (πρακτικά 7m) αλλά χωρίς να ξεπερνά τη στάθμη της ανάντη δεξαμενής Π*



Π. Πρίνος, 2011

- Χρηση δύο αγωγών διαφορετικών διαμέτρων:
- Αγωγός ΠΒ: Με μεγαλύτερη διάμετρο ανύψωση της πιεζομετρικής γραμμής ΠΒ.
- Αγωγός ΒΔ: Με μικρότερη διάμετρο → ανύψωση της πιεζομετρικής γραμμής στο Β.



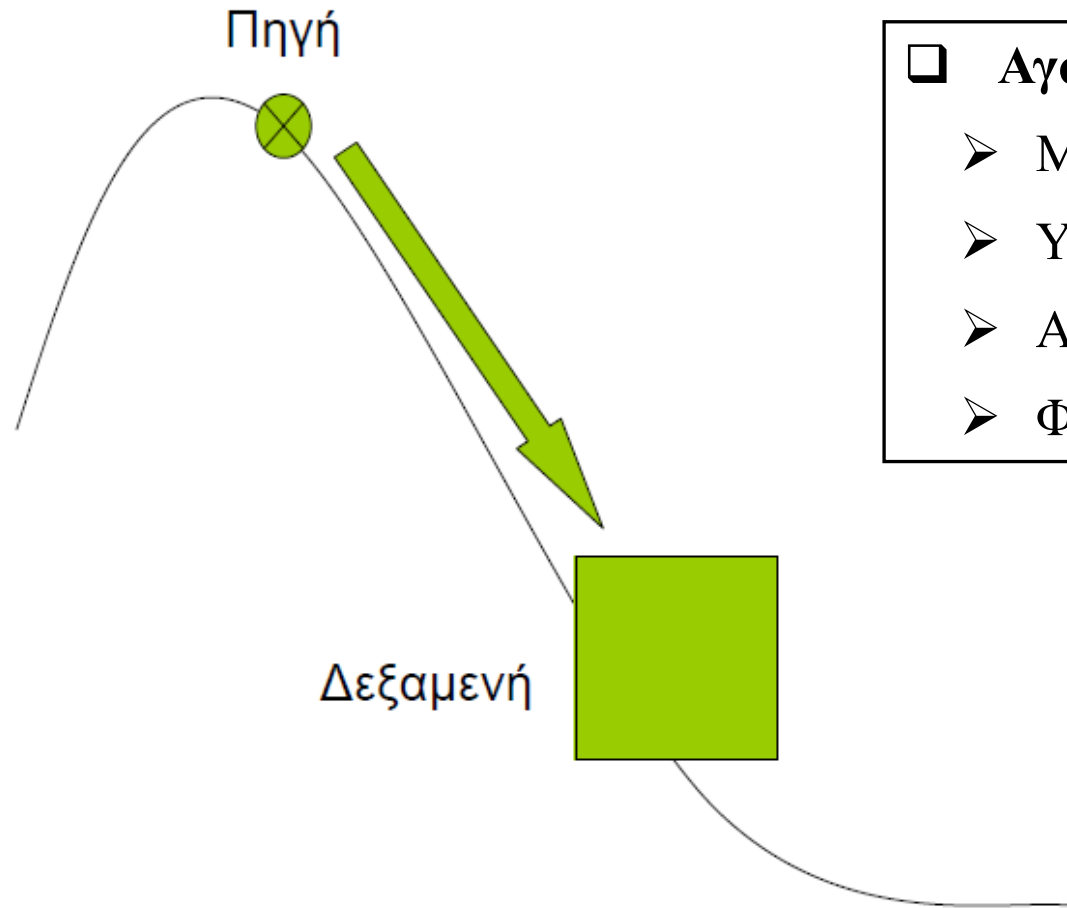
# Υδρευση Οικισμού

- **Υδραυλικός υπολογισμός εξωτερικού δικτύου με πηγή**
  - Αγωγοί βαρύτητας συνδέουν την πηγή με τη δεξαμενή
  - Καταθλιπτικοί αγωγοί συνδέουν τη γεώτρηση (και το αντλιοστάσιο) με τη δεξαμενή
  - Φρεάτια πιεζόθραυσης συνδέονται (Φ.Π.) τοποθετούνται σε αγωγούς βαρύτητας ανά 80 – 100 μ. υψομετρικής διαφοράς.
  - Φρεάτια εκκένωσης (Φ.Ε.) τοποθετούνται σε μια από τις όχθες των ρεμάτων και σε όλα τα χαμηλά σημεία του εξωτερικού δικτύου.
  - Φρεάτια αερισμού (Φ.Α.) τοποθετούνται σε όλα τα υψηλά σημεία του εξωτερικού δικτύου.
  - Σίφωνες τοποθετούνται σε περιπτώσεις διασταύρωσης αγωγών με ποτάμια, ή αρδευτικές και στραγγιστικές τάφρους.



# Υδρευση Οικισμού

## • Υδραγωγείο βαρύτητας



- ❑ **Αγωγός βαρύτητας**
  - Μεγάλες ταχύτητας
  - Υδραυλικό πλήγμα
  - Αργόστροφες βάνες
  - Φρεάτια πιεζόθραυσης

A. Ζαφειράκου, 2011



# Υδρευση Οικισμού

- **Υδραυλικός υπολογισμός εξωτερικού δικτύου με πηγή**

- Η διαστασιολόγηση του εξωτερικού δικτύου γίνεται με βάση την μέγιστη ημερήσια κατανάλωση  $Q_{\eta\mu.\mu\epsilon\gamma}$
- Πρέπει να ικανοποιείται η αρχή

$$Q_{\eta\mu.\mu\epsilon\gamma} = Q_{\pi\eta\gamma\acute{\eta}\varsigma}$$

- Θεωρώντας ότι τοποθετείται τουλάχιστον ένα Φρεάτιο Πιεζόθραυσης στον αγωγό βαρύτητας, η διαστασιολόγηση του γίνεται χωριστά για κάθε τμήμα του

- **Δεδομένα**

- κλίση του εδάφους  $J_{\epsilon\delta\acute{\alpha}\phi\omicron\upsilon\varsigma}$  (από την οριζοντιογραφία)
- παροχή της πηγής  $Q_{\pi\eta\gamma\acute{\eta}\varsigma}$
- Από το νομογράφημα Colenbrook υπολογίζεται η διατομή του αγωγού  $D(\text{mm})$ 
  - ❖ Αν βρισκόμαστε ανάμεσα σε δυο τιμές, επιλέγουμε την μεγαλύτερη, για μεγαλύτερη ασφάλεια.



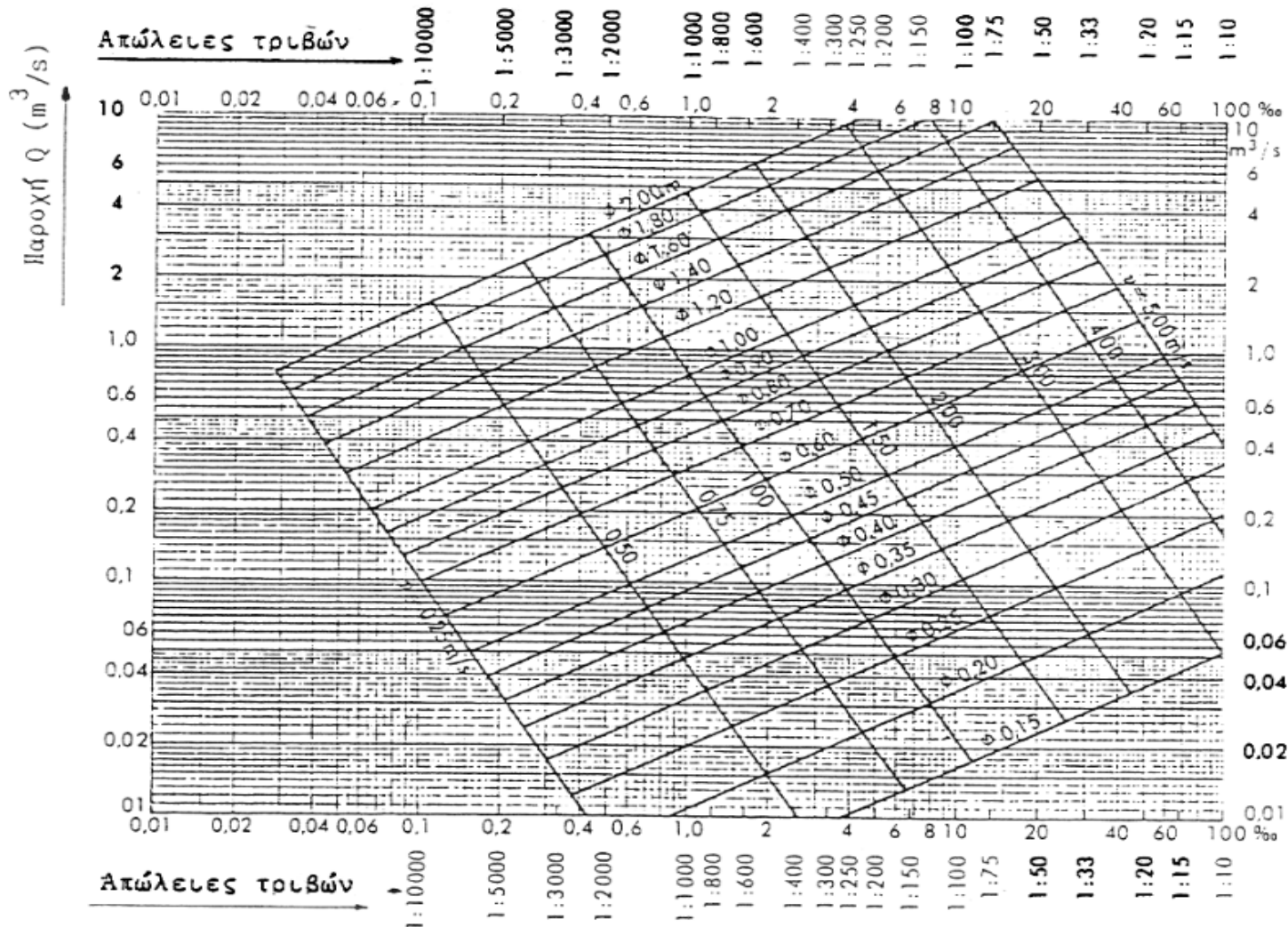
# Υδρευση Οικισμού

- Υδραυλικός υπολογισμός εξωτερικού δικτύου με πηγή

Κυκλικές Διατομές  
Συντελεστής  $K_b = 0,1 \text{ mm}$

## Εξωτερικό Δίκτυο

### Νομογράφημα *Colebrook*





# Υδρευση Οικισμού

- **Υδραυλικός υπολογισμός εξωτερικού δικτύου με πηγή**
    - Για την επιλεγμένη διατομή  $D(\text{mm})$  και
    - την παροχή της πηγής  $Q_{\text{πηγής}}$
    - από το νομογράφημα Colenbrook
    - για συντελεστή τραχύτητας αγωγού  $k_b=0,1\text{mm}$  (ισχύει πάντα για εξωτερικό υδραγωγείο)
- 
- προκύπτει η ταχύτητα ροής  $U$  (m/sec)
  - και η κλίση της πιεζομετρικής γραμμής  $J$  (‰)



## Υδρευση Οικισμού

- Έλεγχος για υδραυλικό πλήγμα
  - ο Υπολογίζεται η διαφορά πίεσης

$$\Delta P = \frac{2LU}{Tg}$$

Όπου

- ο L = το μήκος του αγωγού (m)
- ο U = η ταχύτητα ροής του αγωγού (m/sec)
- ο T = ο χρόνος κλεισίματος της βάνας (sec), π.χ. 60sec
- ο g = 9,81 m/sec
  
- ο Στη συνέχεια η συνολική πίεση P συγκρίνεται με την πίεση που μπορεί να αντέξει ο αγωγός που έχει επιλεγεί, π.χ. για αγωγό PVC 10 atm το όριο είναι 100m.

$$P = \Delta H + \Delta P$$

όπου  $\Delta H$  = η υψομετρική διαφορά ανάμεσα στα 2 σημεία του αγωγού



# Υδρευση Οικισμού

- **Επιπλέον περιορισμοί**

- Μέγιστο βάθος εκσκαφής = 3 μ.
- Ελάχιστη επικάλυψη εδάφους πάνω από τον αγωγό > 1,2 μ.
- Ελάχιστη κλίση αγωγού → 3-5 ‰

- Ταχύτητα

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

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