



# Υδρεύσεις – Αποχετεύσεις - Αρδεύσεις

Ενότητα 4. Σχεδιασμός δικτύων αποχέτευσης

Ζαφειράκου Αντιγόνη  
Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

# Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



# Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης» έχει χρηματοδοτήσει μόνο την αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.





# Σχεδιασμός δικτύων αποχέτευσης

Υπότιτλος



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



# Περιεχόμενα ενότητας

1. Αρχές σχεδιασμού δικτύων αποχέτευσης.
2. Οριζοντιογραφία – Μηκοτομή αγωγών.
3. Βάθος τοποθέτησης αγωγών.
4. Κλίση αγωγών και πυθμένα.
5. Ελάχιστες και μέγιστες επιτρεπόμενες κλίσεις.
6. Ελάχιστες και ανώτατες επιτρεπόμενες ταχύτητες ροής.
7. Αλλαγή κλίσης και διατομής αγωγού.



# Σκοποί ενότητας

- Ο σωστός σχεδιασμός ενός δικτύου αποχέτευσης σε οριζοντιογραφία και μηκοτομή.
- Η γνώση των κατώτερων και ανώτερων επιτρεπτών ορίων ταχυτήτων και κλίσεων στην τοποθέτηση των αγωγών.



# Αρχές σχεδιασμού δικτύου αποχέτευσης (1/2)

- I. Το δίκτυο ξεκινά από **υψηλότερα** υψόμετρα στους αρχικούς κόμβους και καταλήγει σταδιακά στο **χαμηλότερο** σημείο, που αποτελεί το σημείο συγκέντρωσης όλων των παροχών ακαθάρτων.
- II. Σε όλο το δίκτυο εξασφαλίζονται συνθήκες **ροής με ελεύθερη επιφάνεια** (δηλαδή ο λόγος πλήρωσης  $\gamma/D < 100\%$ ).
- III. Το δίκτυο είναι **συνεχούς λειτουργίας** (δεν μπορεί να λειτουργήσει εκ περιτροπής, όπως το δίκτυο ύδρευσης).
- IV. Οι **παροχές** και οι **διάμετροι** των αγωγών **αυξάνουν** από τους αρχικούς περιφερειακούς κόμβους προς στον κεντρικό κόμβο.
- V. Η **Εγκατάσταση Επεξεργασίας των Λυμάτων** επιλέγεται να κατασκευαστεί πάντα **κατάντη** των οικισμών και του αποδέκτη.



# Αρχές σχεδιασμού δικτύου αποχέτευσης (2/2)



<http://www.thermoydravlikos.gr/article.php?ID=141>

Ο σωστός σχεδιασμός και η επιλογή των κατάλληλων εξαρτημάτων, αποτελούν βασικές προϋποθέσεις για την ασφαλή και αποτελεσματική λειτουργία ενός συστήματος απομάκρυνσης των οικιακών, αστικών και βιομηχανικών αποβλήτων.





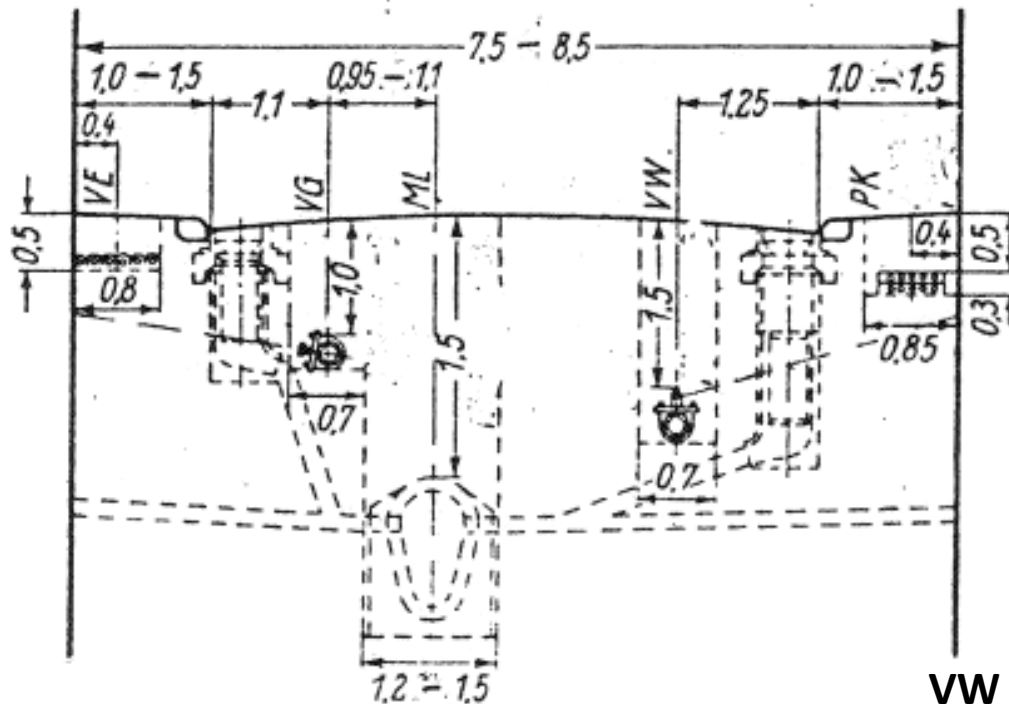
# Οριζοντιογραφία αγωγών

- α.- Ο αγωγός ακαθάρτων** τοποθετείται κατά κανόνα στον **άξονα της οδού** ή **παραπλήσιά του** προκειμένου το μήκος των ιδιωτικών συνδέσεων και από τις δύο πλευρές της οδού να είναι ίδιο. Με αυτόν τον τρόπο το απαιτούμενο βάθος του αγωγού είναι το μικρότερο δυνατό καθώς αυτό εξαρτάται από το γινόμενο του μήκους  $L$  επί την επιτρεπόμενη κλίση  $J$  των ιδιωτικών συνδέσεων. (βλ. επόμενη διαφάνεια).
- β.- Σε δρόμους με πλάτος μεγαλύτερο των 30 μέτρων**, προκειμένου να αποφευχθούν τα μεγάλα μήκη των ιδιωτικών συνδέσεων και τα μεγάλα βάθη εκσκαφών, τοποθετούνται κατά κανόνα **δύο αγωγοί** (ένας σε κάθε πλευρά) σε απόσταση ενός έως δύο μέτρων από τα κράσπεδα των πεζοδρομίων.
- γ.- Στην περίπτωση του χωριστικού συστήματος**, οι **αγωγοί ομβρίων** τοποθετούνται **ψηλότερα και παραπλεύρως των αγωγών ακαθάρτων**, ώστε να είναι δυνατή η εκσκαφή ενιαίου σκάμματος. (βλ. επόμενη διαφάνεια).
- δ.- Αποφεύγεται** η τοποθέτηση αγωγών ακαθάρτων **κοντά σε αγωγούς του δικτύου ύδρευσης** επειδή υφίσταται κίνδυνος, σε περίπτωση διαρροών, επικοινωνίας των υδάτων των δύο δικτύων. Γι' αυτόν τον λόγο τοποθετούμε τους αγωγούς ακαθάρτων **σε μεγαλύτερο βάθος** από όσο τους αγωγούς του δικτύου ύδρευσης.





# Τυποποίηση κατά DIN 1988 για μικρές διατομές οδών



- VW** = Αγωγοί διανομής ύδρευσης
- HW** = Αγωγοί μεταφοράς ύδρευσης
- VG** = Αγωγοί διανομής αερίου
- G** = Αγωγοί μεταφοράς αερίου
- ML** = Αγωγός παντοροϊκού δικτύου



# Αγωγοί ομβρίων και ακαθάρτων



Σύγχρονο δίκτυο  
Ερμούπολης

<http://www.deyae.gr/>



# Μηκοτομή αγωγών

- I. Βάθος τοποθέτησης.
- II. Κλίση των αγωγών.
  - 1. Ελάχιστες επιτρεπόμενες κλίσεις.
  - 2. Μέγιστες επιτρεπόμενες κλίσεις.
- III. Αλλαγή κλίσης και διατομής αγωγών.
- IV. Συμβολή αγωγών.



# I. Βάθος τοποθέτησης αγωγών

## 1. Εξαρτάται από

- i. Το βάθος των υπόγειων χώρων των οικοδομών.
- ii. Την ελάχιστη απαιτούμενη υπερκάλυψη του αγωγού για την προστασία του έναντι παγετού.
- iii. Το μήκος των ιδιωτικών συνδέσεων.
- iv. Τα φορτία από την οδική κυκλοφορία.

## 2. ΓΕΝΙΚΑ προτείνεται

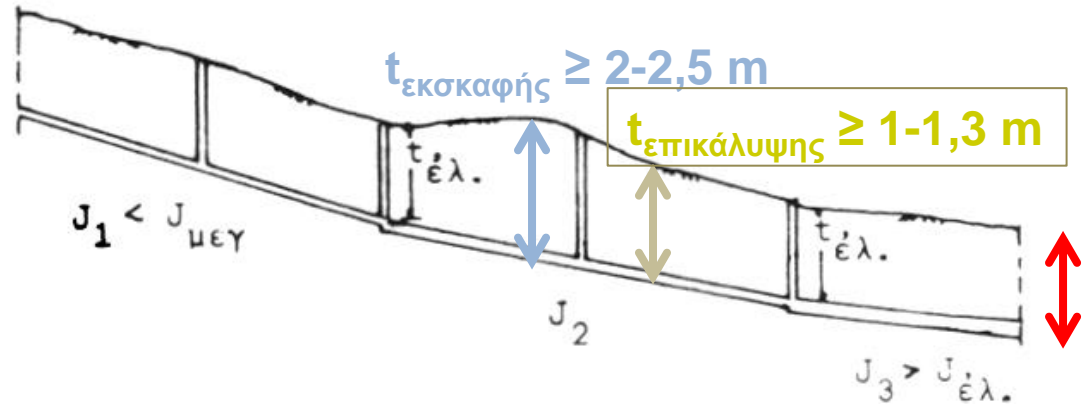
- i. Για το **εσωτερικό** δίκτυο: **ελάχιστο βάθος 2-2,5 m** (2,5-3 m για υπόγειους χώρους).
- ii. Για το **εξωτερικό** δίκτυο: **ελάχιστη υπερκάλυψη αγωγών 1-1,3 m** (για Φ20-Φ25cm 1,5m).
- iii. **Μέγιστο βάθος εκσκαφής 6,5 m.**



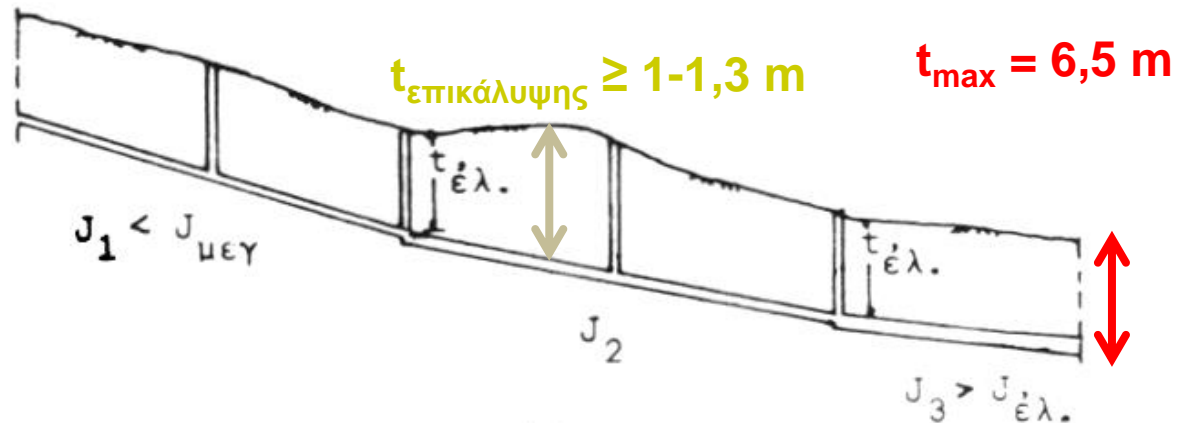
# Βάθος τοποθέτησης

σε ομαλές συνθήκες τοπογραφικής διαμόρφωσης

Εσωτερικό  
δίκτυο



Εξωτερικό  
δίκτυο



## II. Κλίση αγωγών

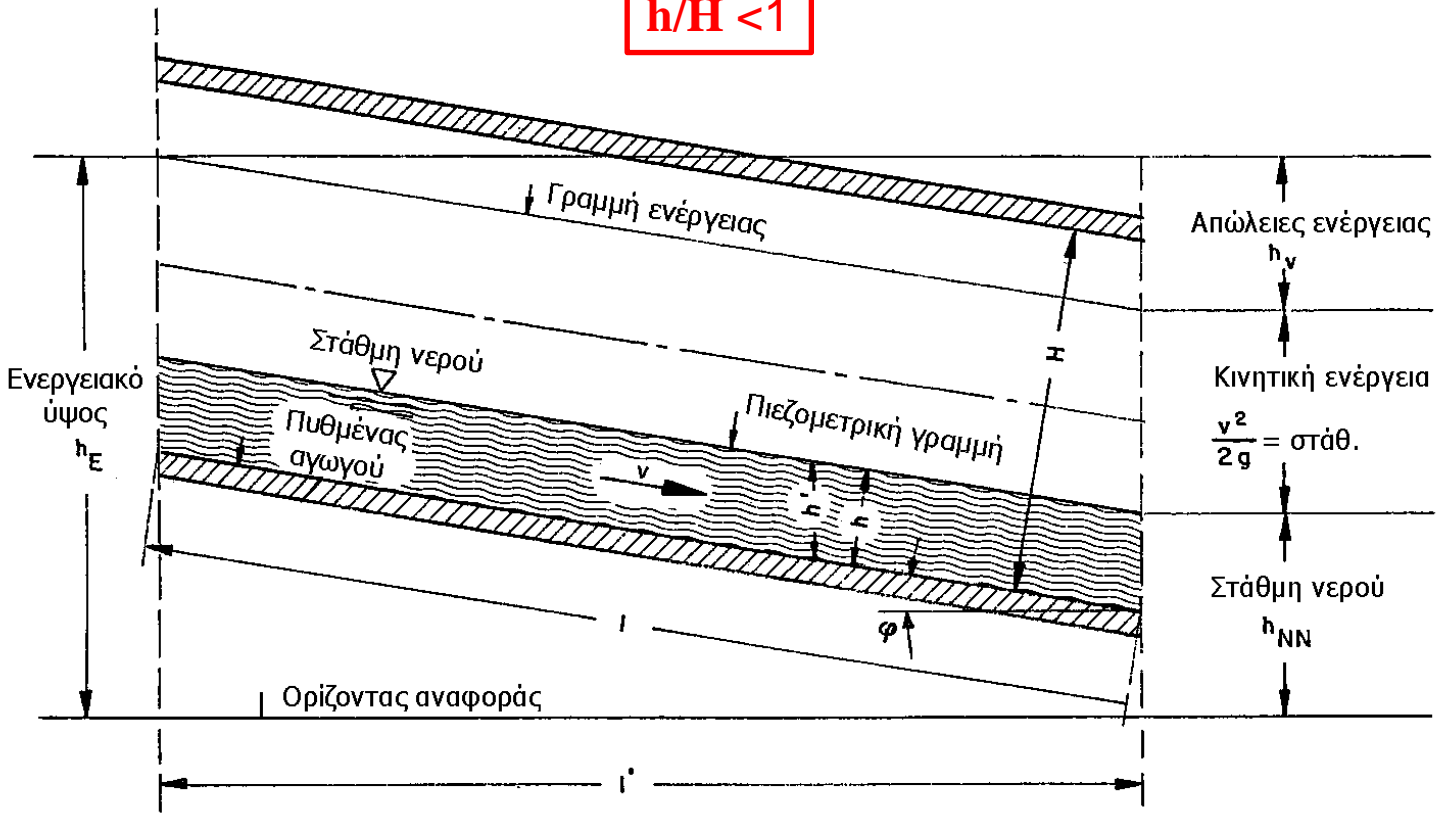
*Με τον όρο κλίση του αγωγού εννοείται η κλίση του πυθμένα. Από αυτή διαφέρει η κλίση της επιφάνειας του νερού. Στις αποχετεύσεις, όμως, όπου ισχύει μερική πλήρωση του αγωγού, δεν γίνεται διάκριση. Αρκεί ο υπολογισμός με βάση την κλίση του πυθμένα.*





# Κανονική ροή σε αγωγό αποχέτευσης με ελεύθερη επιφάνεια

$h/H < 1$

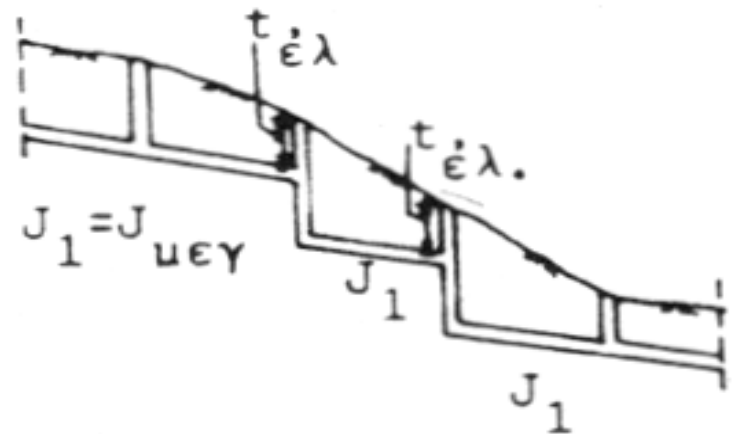


# Κλίση αγωγών (1/2)

- Εξαρτάται από
  - Την τοπογραφική διαμόρφωση
  - Τη συντήρηση των αγωγών

Μεγάλη κλίση εδάφους

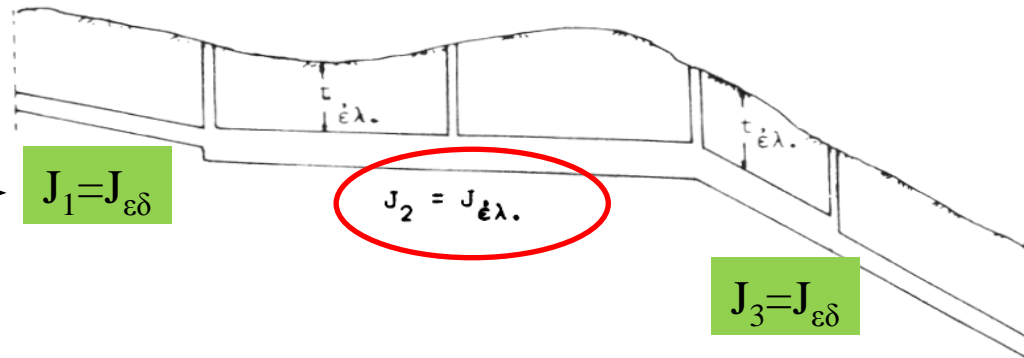
(Χρήση φρεατίων θραύσης)



# Κλίση αγωγών (2/2)

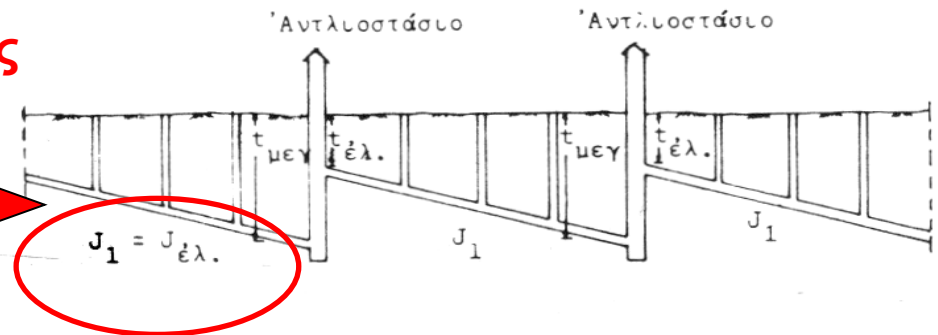
Κλίση εδάφους και  
Ελάχιστη επιτρεπόμενη κλίση

(Μικρότερες δυνατές εκσκαφές)



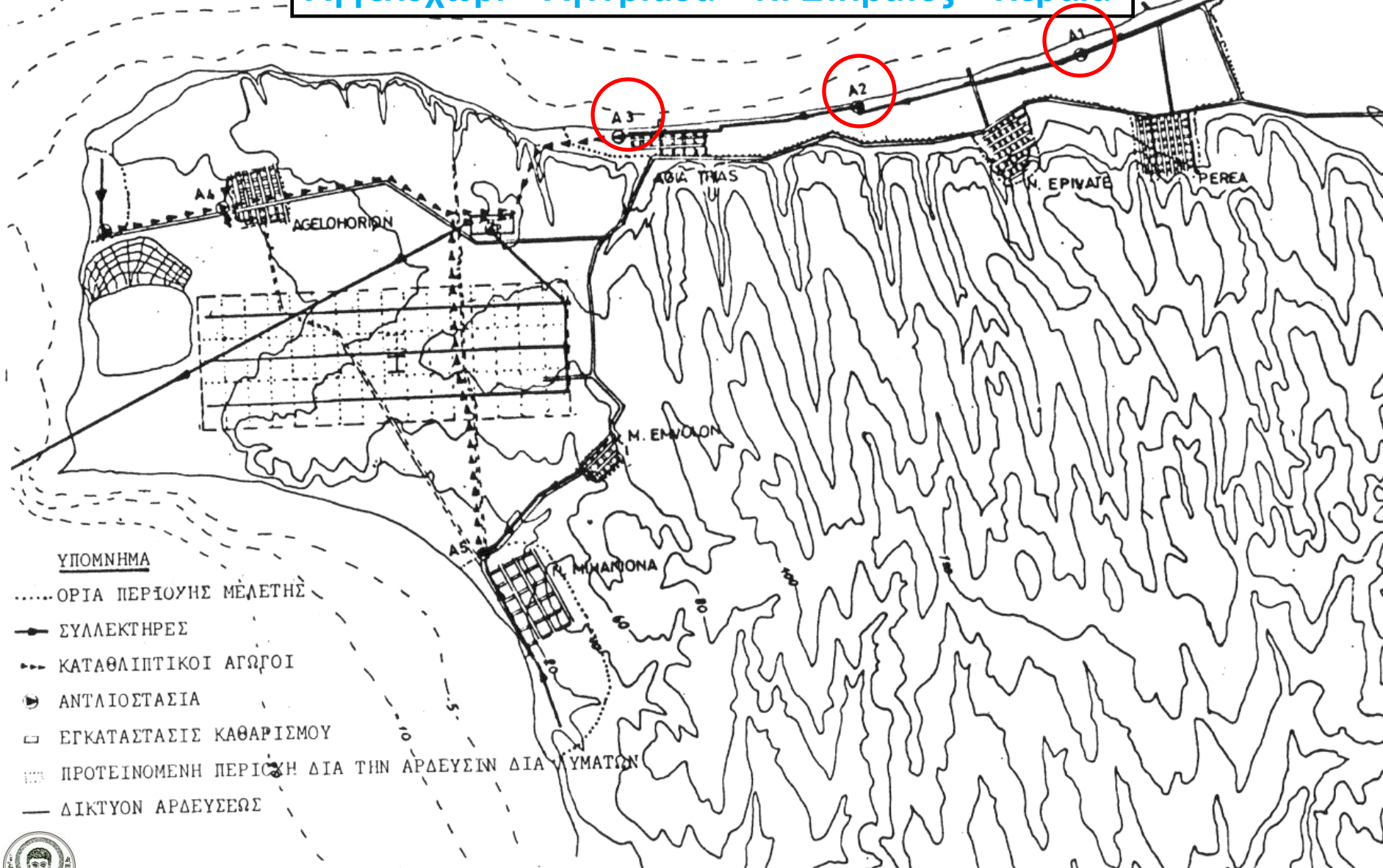
Διέλευση αγωγού από οριζόντιο έδαφος

Ελάχιστη επιτρεπόμενη κλίση και  
χρήση αντλιοστασίων



# Α'Οριζοντιογραφία

## Αγγελοχώρι – Αγ.Τριάδα – Ν. Επιβάτες – Περαία



### ΥΠΟΜΝΗΜΑ

- ..... ΟΡΙΑ ΠΕΡΙΟΥΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ
- ΣΥΛΛΕΚΤΗΡΕΣ
- ΚΑΤΑΘΛΙΠΤΙΚΟΙ ΑΓΩΓΟΙ
- ⊙ ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΑ
- ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ
- ▨ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΗ ΔΙΑ ΤΗΝ ΑΡΔΕΥΣΗΝ ΔΙΑ ΤΩΝ
- ΔΙΚΤΥΟΝ ΑΡΔΕΥΣΕΩΣ

Υδροεύσεις – Αποχετεύσεις – Αρδεύσεις

Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών

ΚΑΙΜΑ: 1:50000  
SCALE 1:50000

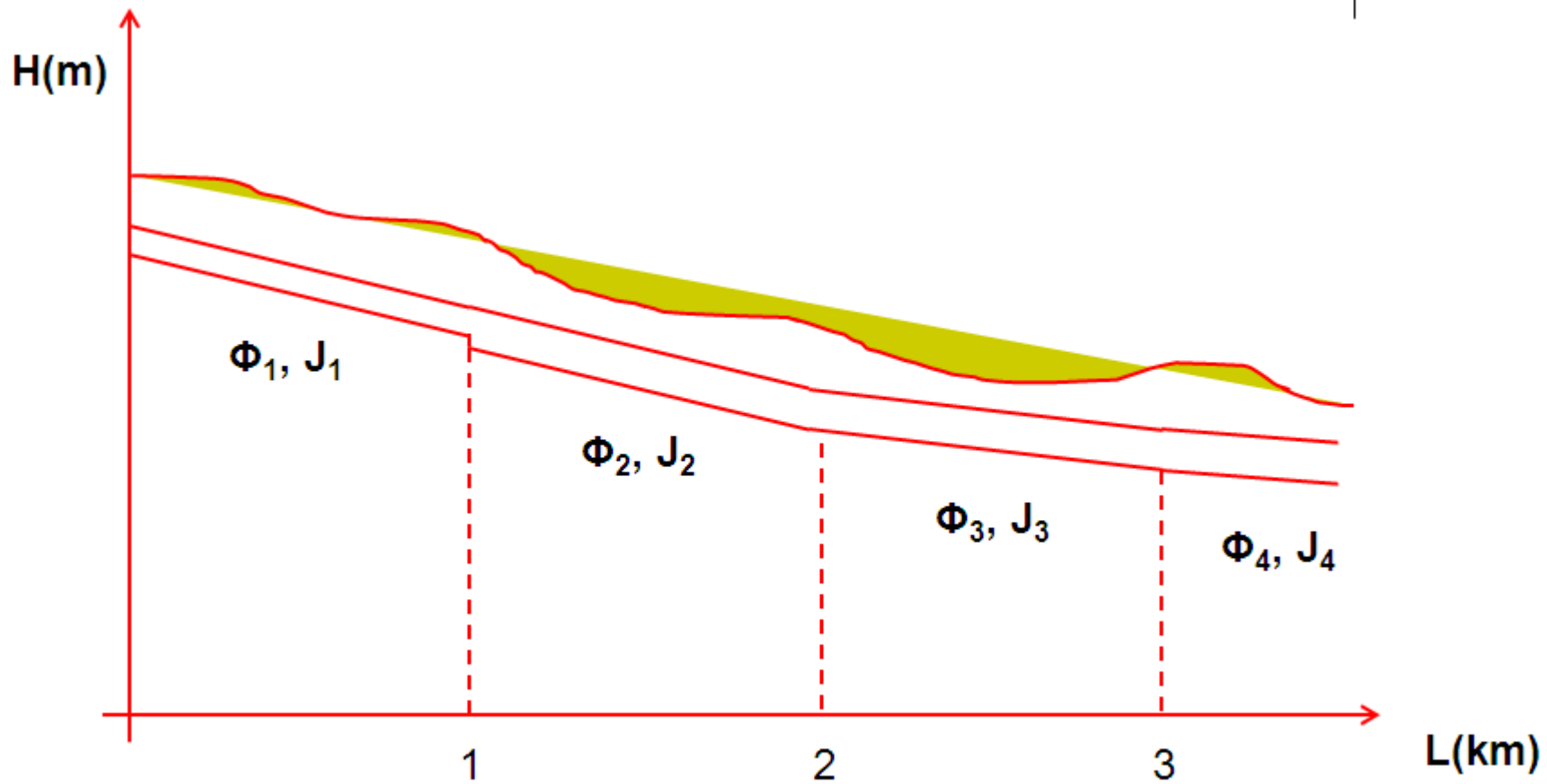
20  
ΑΡ. ΣΑΕΣ  
DRWG N° F



Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης



# Σχεδιασμός μηκοτομής



# Κλίση πυθμένα

- Όταν το έδαφος έχει **μικρή** κλίση, βάζουμε τον αγωγό παράλληλα με το έδαφος, για να ελαχιστοποιήσουμε τις εκσκαφές, άρα και τις δαπάνες.
- Όταν το έδαφος έχει **μηδενική** κλίση, υπολογίζουμε την ελάχιστη επιτρεπόμενη κλίση για την τοποθέτηση του αγωγού.
- Όταν το έδαφος έχει **πολύ μεγάλη** κλίση, υπολογίζουμε την μέγιστη επιτρεπόμενη κλίση για την τοποθέτηση του αγωγού.



# II.1 Ελάχιστες επιτρεπόμενες κλίσεις

- Κατά την σχεδίαση ενός συστήματος αποχέτευσης είναι αναγκαίο να καθοριστούν οι ελάχιστες επιτρεπόμενες ανά διάμετρο κλίσεις έτσι ώστε να εξασφαλίζονται για μεγάλο εύρος διακύμανσης των ταχυτήτων ροής, **ικανοποιητικές συνθήκες αυτοκαθαρισμού**.
- Η κλίση θα πρέπει να έχει επιλεχθεί ώστε να **αποφεύγεται η επιβράδυνση της ροής**, γεγονός που γίνεται αίτιο καθίζησης των αιωρούμενων σωματιδίων (το βέλτιστο θα ήταν η σταδιακή επιτάχυνση της ροής προκειμένου μην υπάρξει εναπόθεση υλικών στο πυθμένα).



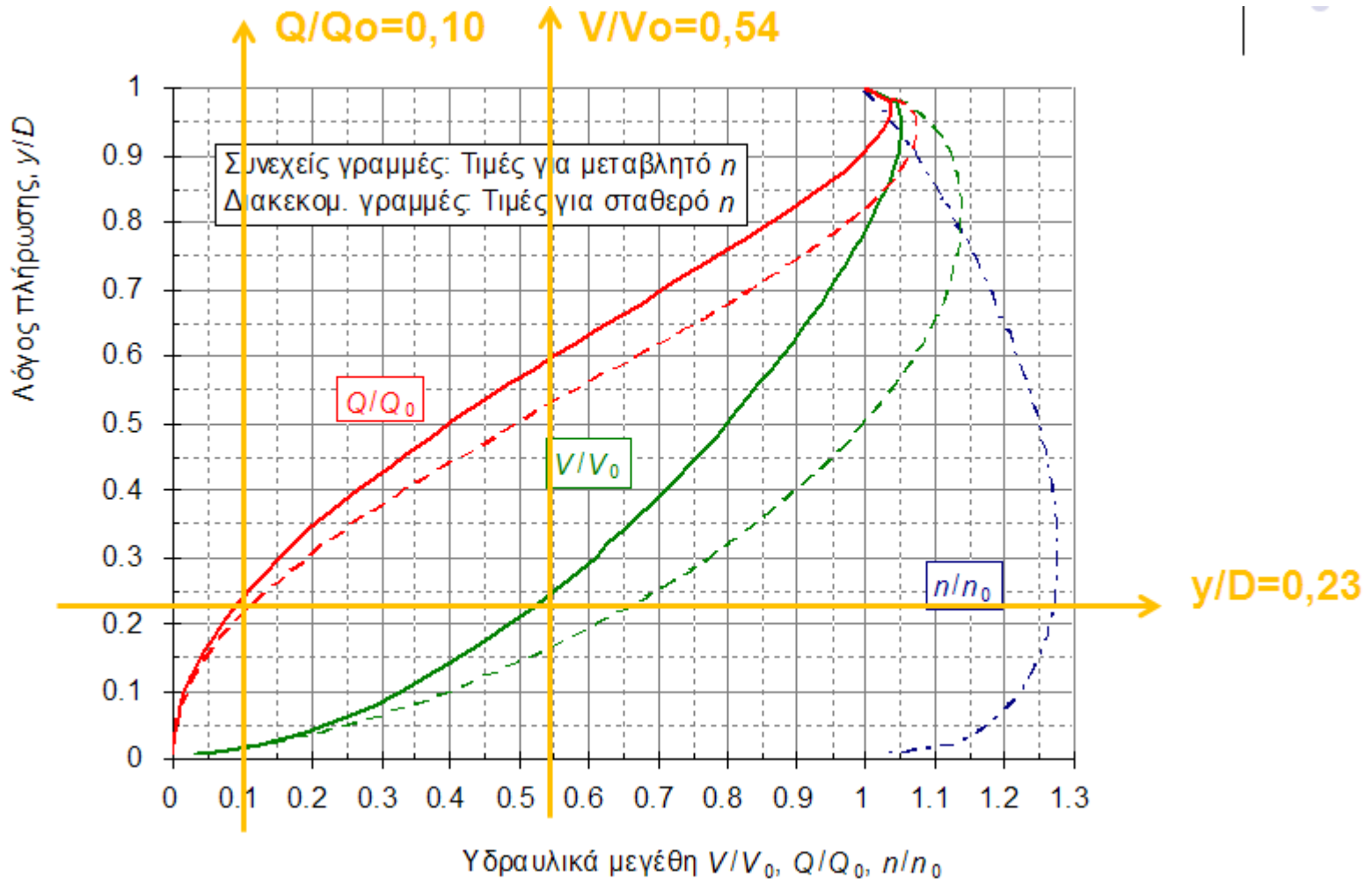


# Καθορισμός ελάχιστης κλίσης

- Για τον καθορισμό των ελάχιστων κλίσεων των αγωγών το Π.Δ 696/74 (άρθρο 209.6) συνιστά:
    - Για  $Q/Q_0=0,1$  με βάση το νομογράφημα πλήρωσης, για **μεταβλητό** συντελεστή τραχύτητας με το βάθος ροής, προκύπτει λόγος  $V/V_0=0,54$ .
    - Με βάση το Π.Δ η ταχύτητα αυτοκαθαρισμού θα πρέπει να είναι τουλάχιστον  $V_{0,1}=0,3\text{m/s}$ . Συνεπώς προκύπτει ελάχιστη ταχύτητα πλήρους πλήρωσης  $V_0=0,56\text{m/s}$ .
    - Για δεδομένη διάμετρο, η ελάχιστη κλίση προκύπτει θεωρώντας ελάχιστη ταχύτητα πλήρους πλήρωσης  $V_0=0,56\text{m/s}$  από την εξίσωση του Manning.
- Σε κάθε περίπτωση η **ελάχιστη** κλίση δεν θα πρέπει να είναι μικρότερη από **1m/km**.



# Νομογράφημα πλήρωσης σωλήνων για μεταβλητό συντελεστή *Manning*, $n_0$



# Ελάχιστες ταχύτητες ροής

- Ο περιορισμός της ελάχιστης ταχύτητας ροής στοχεύει στην **αποφυγή της καθίζησης των στερεών υλικών** και την σταδιακή δημιουργία αποθέσεων στο πυθμένα. Παράλληλα, ο περιορισμός της ελάχιστης ταχύτητας ροής στοχεύει στην **εξασφάλιση καλών συνθηκών αερισμού των λυμάτων** και τη μείωση του κινδύνου διάβρωσης των τοιχωμάτων αγωγών και φρεατίων.
- Οι τυπικές τιμές της ελάχιστης ταχύτητας εφαρμογής κυμαίνονται από **0,45-0,8m/s**.



# II.2 Μέγιστες επιτρεπόμενες κλίσεις

- Η ανάπτυξη μεγάλων ταχυτήτων στους αγωγούς αποχετεύσεων έχει δυσμενείς επιπτώσεις γιατί μπορεί να προκαλέσει **διάβρωση** των αγωγών και των φρεατίων. Επίσης, σε περίπτωση μεγάλων ταχυτήτων είναι πιθανή η **έξοδος λυμάτων** στο δρόμο ή στα υπόγεια καθώς είναι μεγάλο το ύψος της κινητικής ενέργειας και συνεπώς η γραμμή ενέργειας βρίσκεται ψηλά. Τέλος οι μεγάλες ταχύτητες έχουν ως αποτέλεσμα την ύπαρξη **υπερκρίσιμης ροής** και τη δημιουργία **υδραυλικών αλμάτων**.
- Για να αποφεύγεται η μηχανική φθορά των σωλήνων από την *πρόσκρουση των φερτών υλών επί των τοιχωμάτων*, τίθενται ανώτατα όρια στις ταχύτητες ροής των λυμάτων .



# Ανώτατες επιτρεπόμενες ταχύτητες ροής (1/2)

- Οι ελληνικές προδιαγραφές σύμφωνα με το Π.Δ. 696/74 επιτρέπουν ταχύτητες ροής μέχρι **6,0 m/sec** ανεξάρτητα του υλικού των σωλήνων.
- Ωστόσο τόσο η διεθνής βιβλιογραφία όσο και η μελετητική εμπειρία προκρίνουν ως μέγιστο όριο ταχύτητας για αγωγούς ακαθάρτων τα **3m/s**.
- Συνοπτικά προτείνεται:
  - αγωγοί ακαθάρτων  $V_{\max} \leq 3\text{m/s}$
  - αγωγοί ομβρίων  $V_{\max} \leq 6\text{m/s}$



# Ανώτατες επιτρεπόμενες ταχύτητες ροής (2/2)

*Το ανώτατο όριο των 6m/s αποδείχθηκε επικίνδυνο στο έργο του Κέντρου Λυμάτων Σχιστού στην Αθήνα, το οποίο λίγους μήνες μετά την λειτουργία του παρουσίασε σοβαρά προβλήματα. Οι χρησιμοποιηθέντες σωλήνες από πολυεστέρα, με εξωτερική επένδυση από οπλισμένο σκυρόδεμα στο πρώτο τμήμα του έργου, στο οποίο η κλίση του αγωγού ήταν μεγάλη, φθάρθηκαν γρήγορα με αποτέλεσμα ολόκληρα τμήματά τους να αποσπώνται και μεταφερόμενα προς τα κατάντη να φράζουν τον αγωγό.*

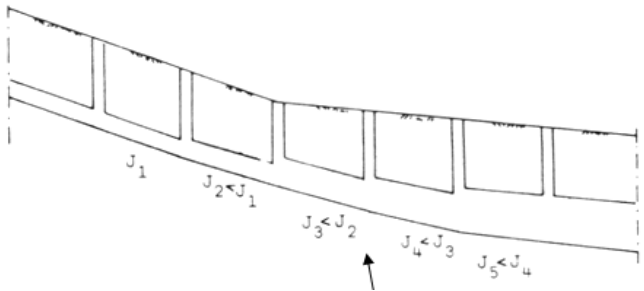


# Ανώτατες επιτρεπόμενες ταχύτητες ροής ανάλογα με το υλικό

- Σωλήνες από **σκυρόδεμα** 3,5 m/sec.
- Σωλήνες **αμιαντοτσιμέντου** 4,0 m/sec.
- **Αργιλοπυριτικοί** σωλήνες 5,0 m/sec.
- Φυγοκεντρικοί σωλήνες από **οπλισμένο σκυρόδεμα** 6,0 m/sec.



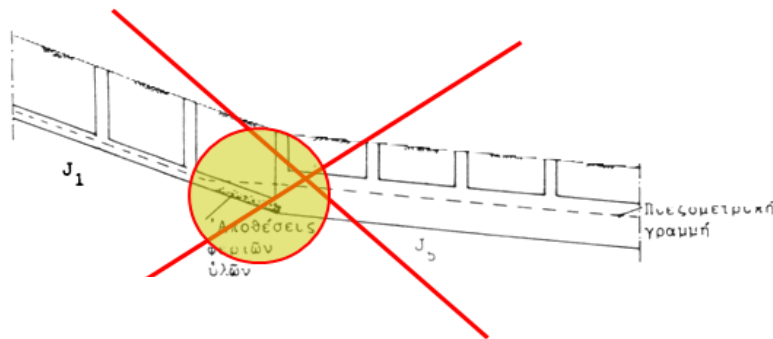
# III. Αλλαγή κλίσης και διατομής αγωγών



Σταδιακή ελάττωση κλίσης (ιδανικό)



Απότομη ελάττωση κλίσης (πρακτικό)  
Διατήρηση της κορυφής των σωλήνων στο ίδιο ύψος



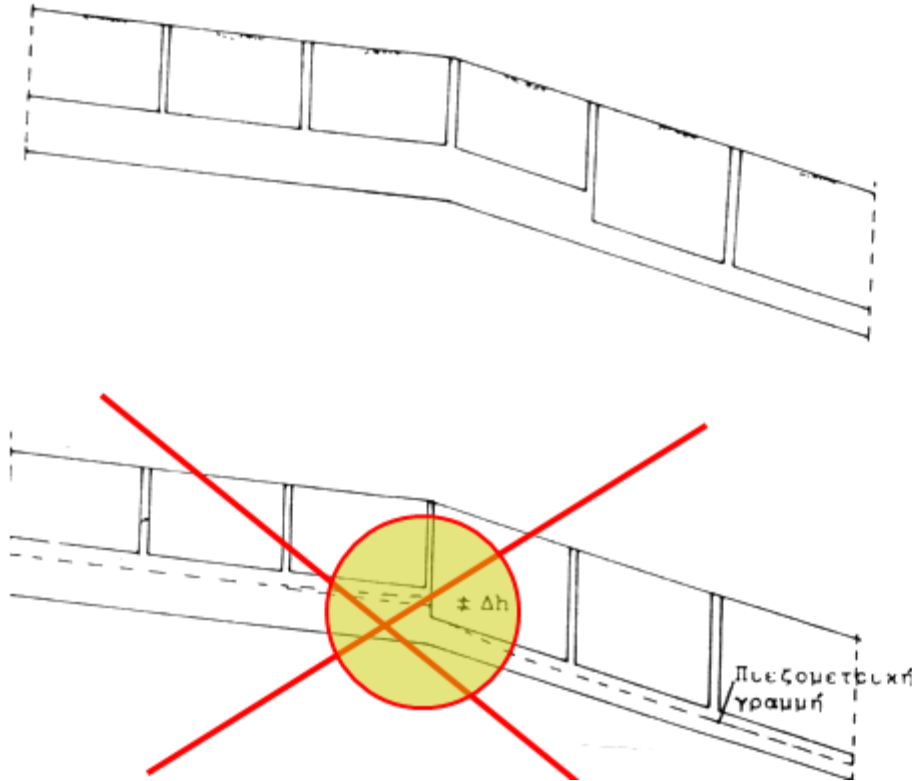
Αλλαγή διατομής  
Διατήρηση πυθμένα αγωγών  
στο ίδιο ύψος

Περίπτωση 1<sup>η</sup>:  
Ελάττωση κλίσης αγωγών



# Αλλαγή κλίσης και διατομής αγωγών

**Περίπτωση 2<sup>η</sup>:  
Απότομη αύξηση κλίσης**



**Προτεινόμενη λύση:  
Σμίκρυνση διατομής**

(υπερύψωση στάθμης  
στο φρεάτιο αλλαγής κλίσης)



# IV. Συμβολή αγωγών

- *Γίνεται κατά τρόπο ώστε να μη δημιουργείται στον συμβάλλοντα αγωγό υπερύψωση της στάθμης της ελεύθερης επιφάνειας των λυμάτων.*
- *Αυτό επιτυγχάνεται εάν η ανώτατη στάθμη της ελεύθερης επιφάνειας των λυμάτων στους δύο αγωγούς βρίσκεται στο σημείο συμβολής στο ίδιο υψόμετρο.*



# Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

- *Η. Χατζηαγγέλου, 2002, Υδραυλικά Έργα. Τεχνική Υδρομηχανική, ΑΠΘ.*
- *Η. Χατζηαγγέλου, 2002, Υδραυλικά Έργα. Αποχετεύσεις, ΑΠΘ.*
- *Γ. Τσακίρης, 2010, Υδραυλικά Έργα. Σχεδιασμός και Διαχείριση. Τόμος Ι: Αστικά Υδραυλικά Έργα, Εκδ. Συμμετρία.*



# Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Ζαφειράκου Αντιγόνη.  
«Υδρεύσεις – Αποχετεύσεις - Αρδεύσεις. Αποχετεύσεις. Σχεδιασμός δικτύων  
αποχέτευσης». Έκδοση: 1.0. Θεσσαλονίκη 2014. Διαθέσιμο από τη δικτυακή  
διεύθυνση: <http://eclass.auth.gr/courses/OCRS465/>



# Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά - Παρόμοια Διανομή [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



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

[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>





# Τέλος ενότητας

Επεξεργασία: <Μαυρίδου Σοφία>  
Θεσσαλονίκη, <Εαρινό Εξάμηνο 2014-2015>



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

---

# Σημειώματα

# Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

- το Σημείωμα Αναφοράς
- το Σημείωμα Αδειοδότησης
- τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
- το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει)

μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.

