



# Υδρεύσεις – Αποχετεύσεις - Αρδεύσεις

## Ενότητα 9.

ΑΣΚΗΣΗ 3. Σχεδιασμός και υπολογισμός έργων αποχέτευσης  
συνδέσμου οικισμών

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



ΕΣΠΑ  
2007-2013  
Πρόγραμμα για την ανάπτυξη  
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.





## ΑΣΚΗΣΗ 3

# Σχεδιασμός και υπολογισμός έργων αποχέτευσης συνδέσμου οικισμών



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

# Περιεχόμενα ενότητας

1. Υπολογισμός παροχών αποχέτευσης 3 οικισμών (παντορροϊκού και χωριστικού δικτύου).
2. Σχεδιασμός και υπολογισμός των αγωγών μεταφοράς των λυμάτων από τους οικισμούς στην ΕΕΛ.



# Σκοποί ενότητας

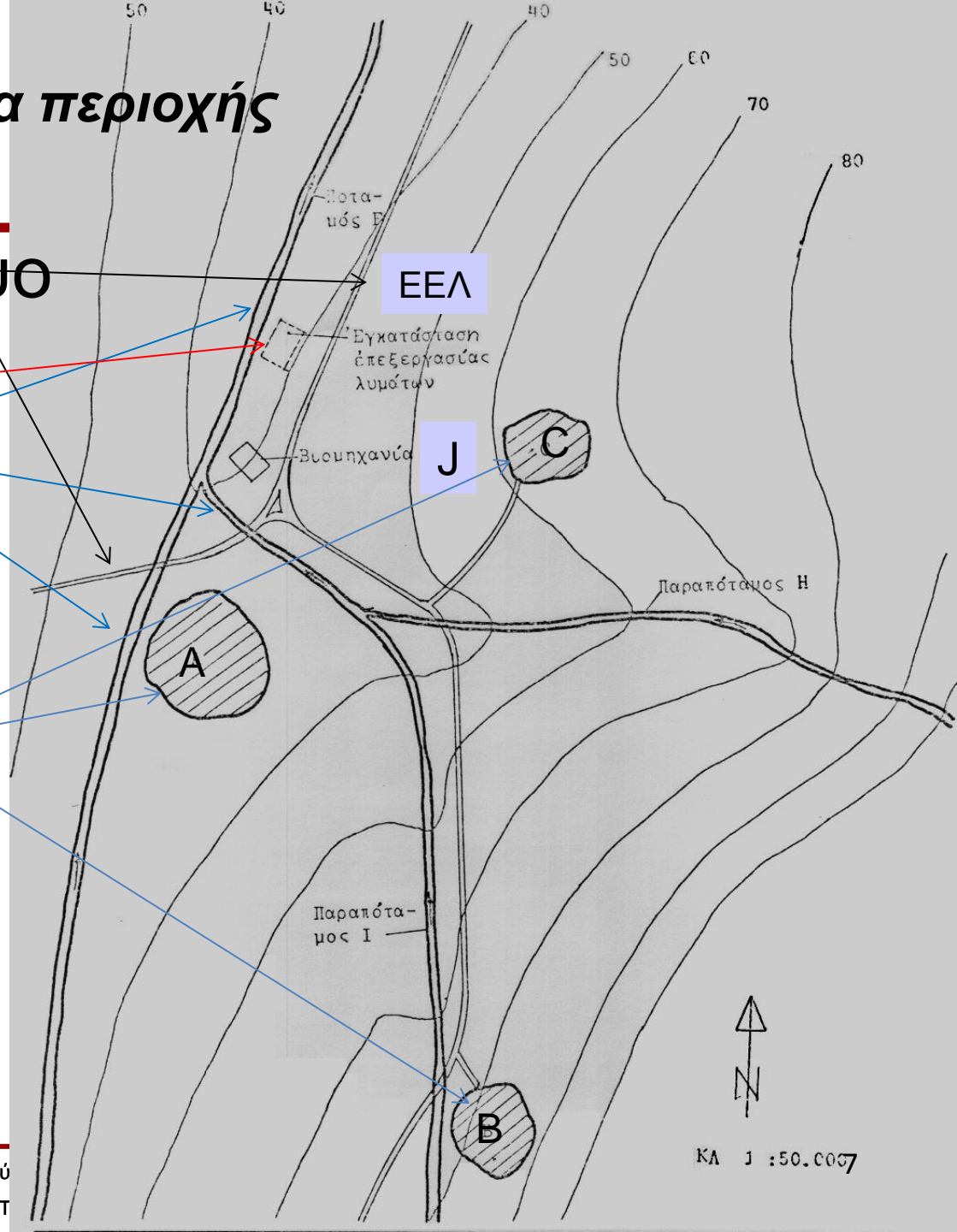
- Η εκμάθηση σχεδιασμού εξωτερικού δικτύου αποχέτευσης και σύνδεσης οικισμών με ΕΕΛ (Εγκατάσταση Επεξεργασίας Λυμάτων).



# Γενική οριζοντιογραφία περιοχής

Οδικό δίκτυο  
Βιομηχανία  
Ποταμοί

Οικισμοί



# Εκφώνηση

- ❖ Κατά τον σχεδιασμό και υπολογισμό των απαιτούμενων έργων αποχέτευσης του **νέου οικισμού C** θα γίνει ταυτόχρονα πρόβλεψη εκσυγχρονισμού των εγκαταστάσεων αποχέτευσης των παρακείμενων **κωμοπόλεων A και B** καθώς και της **βιομηχανίας J**.
- ❖ Προβλέπεται τα λύματα των κωμοπόλεων **A και B**, οι οποίες διαθέτουν **χωριστικό σύστημα** αποχέτευσης, του νέου οικισμού **C** καθώς και της βιομηχανίας **J** να καθαρίζονται σε μία **κοινή εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων**.





# Δεδομένα (1/2)

Στοιχεία πληθυσμού και κατανάλωσης νερού

Οικισμός	A	B	C	
Σημερινός πληθυσμός	20.000	10.000	-	
Πληθυσμός σχεδιασμού	-	-	2.070	← $E_n$
Συντελεστής αύξησης πληθυσμού	0.8	1.5	-	
Είδ. κατανάλωση νερού (λ/κατ.ημ.)	180	200	300	← $q_{υδρ}$
Πυκνότητα κατοίκων (κατ./εκτ.)	250	180	160	← $\epsilon$
Συνολικές εισροές υπογείων υδάτων (λ/δλ)	6	10	-	

Διακυμάνσεις των παροχών λυμάτων κατά την διάρκεια μιας ημέρας (%  $Q_{ημ}$ )

Χρόνος	0-2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	12-14	14-16	16-18	18-20	20-22	22-24
A	2	2	6	7	5	2	8	4	2	3	6	3
B	2	3	4	4	6	3	8	7	3	3	5	2
C	2	3	2	11	4	4	3	6	1	2	9	3



# Δεδομένα (2/2)

- **Βιομηχανία**

- Λευκαντήριο παραγωγής 25 t/ημ.
- Οι ώρες εργασίας είναι 14: 6πμ - 8μμ
- Προβλέπεται η κατασκευή δεξαμενής εξίσωσης της παροχής των βιομηχανικών αποβλήτων των διοχετευομένων στον κεντρικό αγωγό.

- **Αποδέκτης**

- Επιτρέπεται η διάθεση λυμάτων στον αποδέκτη με αραίωση  $\geq 1 : 6$



# Μεθοδολογία: 1. Παροχές

- Για τους οικισμούς που έχει επιλυθεί το εσωτερικό δίκτυο αποχέτευσης (εδώ οικισμός C)
  - Χρησιμοποιούνται οι συνολικές παροχές λυμάτων ξηράς περιόδου,  $Q_{\xi}$  και περιόδου βροχών,  $Q_{\beta}$ , όταν πρόκειται για **παντορροϊκό** σύστημα αποχέτευσης (οικισμός C)
- Για τους οικισμούς που δίνονται δημογραφικά στοιχεία (πληθυσμός, συντελεστής αύξησης, πυκνότητα) και ειδική κατανάλωση νερού,  $q_{υδρ}$ 
  - Υπολογίζεται η μέγιστη ωριαία παροχή της ημέρας μέγιστης κατανάλωσης για χωριστικό δίκτυο (οικ. A, B):

$$Q_{\omega\rho.\mu\epsilon\gamma.}^{ημ.\mu\epsilon\gamma.} = f \frac{P_{\omega\rho.\mu\epsilon\gamma.} \cdot P^{ημ.\mu\epsilon\gamma.} \cdot q_{υδρ.} \cdot E}{24 \cdot 3600} + q_{εισ} F$$



# Μεθοδολογία: 2. Διαστασιολόγηση αγωγών

## • ΔΕΔΟΜΕΝΑ

- Παροχή  $Q$
- Επιθυμητός λόγος πλήρωσης  $y/D$
- Κλίση  $S(\%)$
- Συντελεστής *Manning* ολικής πλήρωσης,  $n_0$

## • ΖΗΤΟΥΜΕΝΑ

- Διάμετρος  $D$

I. Νομογράφημα &  $y/D$   
 $\rightarrow Q/Q_0$

II. Γνωστό  $Q \rightarrow Q_0$

III. (13.6) &  $Q_0 \rightarrow D$

$$D = \left( \frac{4^{5/3} \cdot n_0 \cdot Q_0}{\pi \cdot S^{1/2}} \right)^{3/8}$$



# Μεθοδολογία: 3. Έλεγχος διατομής

- $D, S \rightarrow$   $Q_0 = \frac{\pi \cdot D^{8/3} \cdot S^{1/2}}{4^{5/3} \cdot n_0}$   $V_0 = \frac{1}{n_0} \left( \frac{D}{4} \right)^{2/3} S^{1/2}$

- $Q/Q_0 \rightarrow \gamma/D$  (1<sup>ος</sup> έλεγχος),  $V/V_0 \rightarrow$  2<sup>ος</sup> έλεγχος  
(μέγιστης και ελάχιστης ταχύτητας ροής)



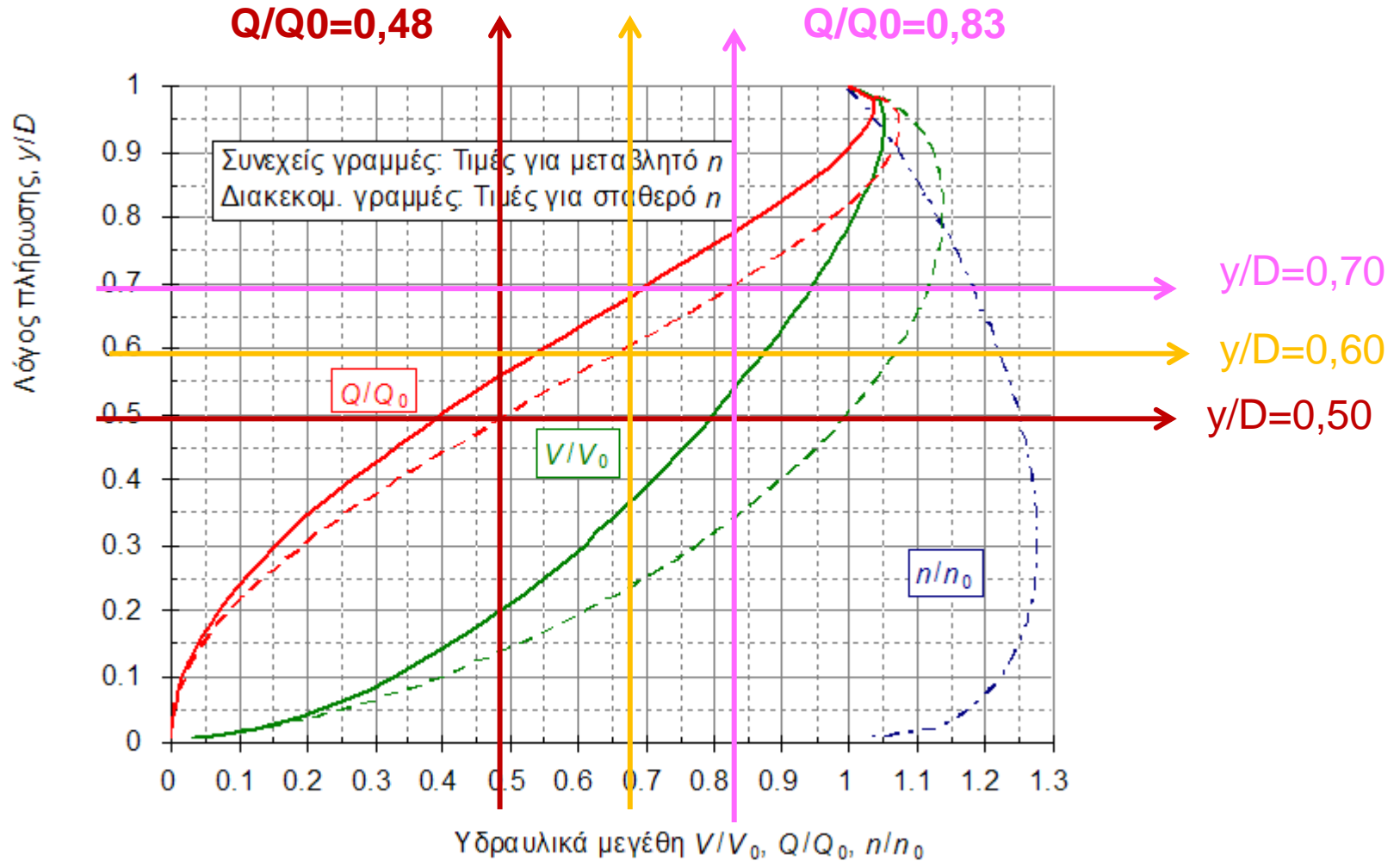
# Βαθμός πλήρωσης

- Εκτιμάται το μήκος του αγωγού αποχέτευσης ( $L$ ), και η κλίση του ( $S$ ), από την οριζοντιογραφία
- Ανάλογα με το σύστημα αποχέτευσης του οικισμού, εκτιμάται ο επιτρεπόμενος βαθμός πλήρωσης ( $y/D$ ,  $H/H_*$ ) του αγωγού βάσει των Ελληνικών κανονισμών.

- **Αγωγοί ομβρίων και παντοροϊκοί 70%**
- **Αγωγοί ακαθάρτων**
  - $\Phi \leq 40$  cm 50%
  - $40 \leq \Phi \leq 60$  cm 60%
  - $\Phi \geq 60$  cm 70%
  - Άλλες διατομές 70%



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



# Όρια ταχυτήτων

- Έλεγχος μέγιστης επιτρεπόμενης ταχύτητας
  - Ανώτατες επιτρεπόμενες ταχύτητες ροής
    - Σωλήνες από σκυρόδεμα  $3,5 \text{ m/sec}$
    - Σωλήνες αμιαντοσιμέντου  $4,0 \text{ m/sec}$
    - Αργιλοπυριτικοί σωλήνες  $5,0 \text{ m/sec}$
    - Φυγοκεντρικοί σωλήνες από οπλισμένο σκυρόδεμα  $6,0 \text{ m/sec}$
- Έλεγχος ελάχιστης επιτρεπόμενης ταχύτητας
  - Για το  $1/10$  της παροχής ολικής πλήρωσης των αγωγών ( $Q/Q_0 = 0,1$ ), η ταχύτητα ροής να είναι τουλάχιστον  $V_{\text{ελαχ.επιτρ.}} = 0,3 \text{ m/sec}$





# Ελάχιστες επιτρεπόμενες διατομές

(Για να μην φράξουν οι αγωγοί από διάφορα ευμεγέθη υλικά που συμπαρασύρονται με τα λύματα)

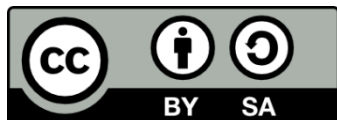
<b>Αγωγοί λυμάτων (Χ.Σ.)</b>	<b>Φ20 cm</b>
<b>Αγωγοί ομβρίων (Χ.Σ.)</b>	<b>Φ25 cm</b>
<b>Παντοροϊκοί αγωγοί</b>	<b>Φ25 cm</b>





# Σχεδιασμός και υπολογισμός των αγωγών μεταφοράς των λυμάτων στην ΕΕΛ

(Υπολογισμός εξωτερικού δικτύου  
αποχέτευσης)



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ  
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ  
*επένδυση στην κοινωνία της γνώσης*  
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΣΠΑ  
2007-2013  
πρόγραμμα για την ανάπτυξη  
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

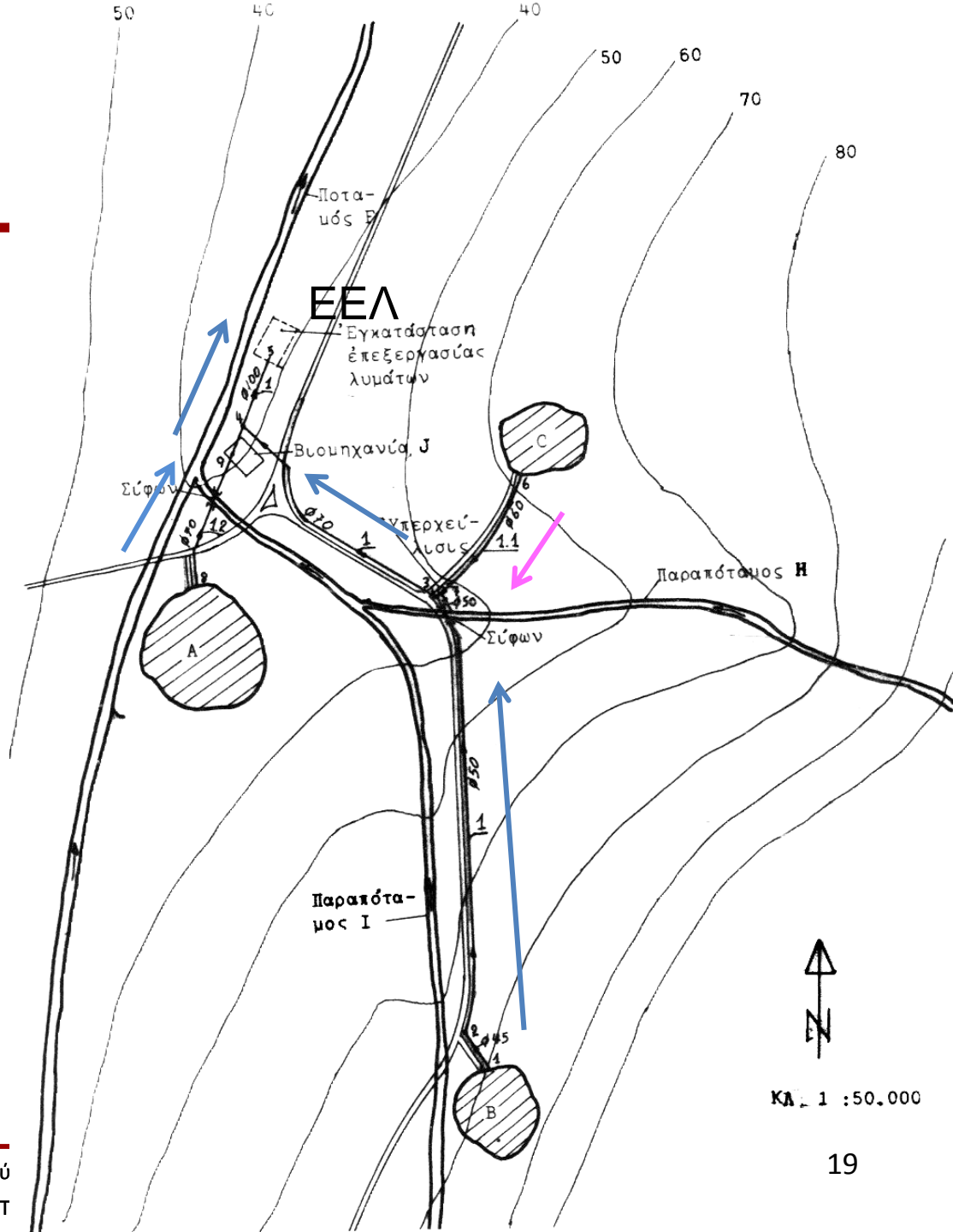
# Οριζοντιογραφία των αγωγών μεταφοράς

(παράλληλα στις οδούς)

B-ΕΕΛ: Αγωγός 1  
Φρ. 1,2,3,4,5

C-ΕΕΛ: Αγωγός 1.1  
Φρ. 6,7,3

A-ΕΕΛ: Αγωγός 1.2  
Φρ. 8,9,4



# Εφαρμογή

- Υπολογισμός του **δευτερεύοντος** αγωγού (**1.2**) σύνδεσης του χωριστικού δικτύου του οικισμού **A** με τον πρωτεύοντα (1: Β-ΕΕΛ)
- Υπολογισμός του **δευτερεύοντος** αγωγού (**1.1**) σύνδεσης του παντορροϊκού δικτύου του οικισμού **C** με τον πρωτεύοντα (1: Β-ΕΕΛ)
- Υπολογισμός του **πρωτεύοντα** αγωγού (**1**) σύνδεσης του χωριστικού δικτύου του οικισμού **B** με την ΕΕΛ



# Υπολογισμός του αγωγού 1.2 (οικ. Α)

- **Παροχή λυμάτων χωριστικού δικτύου:**

$$Q_{\omega\rho.\mu\epsilon\gamma.}^{\eta\mu.\mu\epsilon\gamma.} = f \frac{P_{\omega\rho.\mu\epsilon\gamma.} \cdot p^{\eta\mu.\mu\epsilon\gamma.} \cdot q_{\nu\delta\rho.} \cdot E_A}{24 \cdot 3600} + q_{\epsilon\iota\sigma} F$$

- **Μελλοντικός πληθυσμός οικισμού Α (σε 50 χρόνια):**

$$E_A = 20000 (1 + 0,8/100)^{50} = 29800 \text{ κατ.}$$

- **$f = 0,90$  και  $p^{\eta\mu.\mu\epsilon\gamma.} = 1,5$**

- **$P_{\omega\rho.\mu\epsilon\gamma.} = 8\% \cdot 24\text{hrs} = 1,92$**

– από τις «Διακυμάνσεις των παροχών λυμάτων» που δίνονται στην εκφώνηση της Άσκησης, ως ποσοστό  $\%Q^{\eta\mu.}$  & ως γνωστόν  $Q_{\omega\rho.\mu\epsilon\gamma.} = P_{\omega\rho.\mu\epsilon\gamma.} \cdot Q^{\eta\mu.\mu\epsilon\gamma.} \Rightarrow P_{\omega\rho.\mu\epsilon\gamma.} = Q_{\omega\rho.\mu\epsilon\gamma.} / Q^{\eta\mu.\mu\epsilon\gamma.} = \%Q^{\eta\mu.}$

- **Υπολογισμός των εισροών στο δίκτυο ακαθάρτων (βλ. ακόλουθους πίνακες):**

– έκταση οικισμού,  $F = E/\epsilon = 20000/250 = 80 \text{ εκτ}$

– μελλοντική πυκνότητα πληθυσμού  $\epsilon' = E_A / F = 29800/80 = 372,5 \text{ κατ/εκτ}$

– μέσος συντελεστής απορροής  $\psi_m = 0,8$  για πυκνή δόμηση

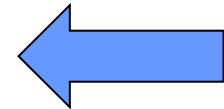
–  **$q_{\epsilon\iota\sigma} = 1,2 \text{ lt/sec/εκτ.}$**



Πίνακας 2. Τιμές του συντελεστή απορροής  $\psi_m$

Μορφή δόμησης		Όροι δόμησης	Πυκνότητα κατοίκησης, $\epsilon$	$\psi_m$
Γενικά	Ειδικά		κατ/εκτ	
Πολύ πυκνή	Περιοχές κατοικίας και εμπορίου	4 όροφοι και άνω, σύστημα συνεχές	> 700	1,0
			600-700	0,95
			500-600	0,90
Πυκνή	Περιοχές κατοικίας και εμπορίου	3 όροφοι και άνω, σύστημα συνεχές	400-500	0,85
		3 όροφοι και άνω, σύστημα πανταχόθεν ελεύθερο	350-400 $\epsilon=372$ κατ/εκτ	0,80
Μέτρια	Περιοχές κατοικίας και εμπορίου	2 όροφοι, σύστημα συνεχές	300-350	0,70
		3 όροφοι, σύστημα πανταχόθεν ελεύθερο	250-300	0,60
		2 όροφοι, σύστημα πανταχόθεν ελεύθερο	200-250	0,50
Αραιά	Περιοχές κατοικίας	2 όροφοι, σύστημα πανταχόθεν ελεύθερο	100-150	0,35
			50-100	0,30
Πολύ αραιά	Μικροί οικισμοί	Εξοχικά σπίτια	20-50	0,20
			$\leq 20$	0,1
Ακατοίκητες περιοχές				0-0,15

$\psi = 0,8$



(Αγγλική και Αμερικάνικη Βιβλιογραφία)



# Εισροές υπόγειων και όμβριων υδάτων (Γερμανία)

Μέσος συντελεστής απορροής $\psi$	0,15	0,30	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00
Εισροές σε lt/sec/εκτ.	0,25	0,40	0,75	0,90	1,05	1,20	1,35	1,50



# Υπολογισμός του αγωγού 1.2 (συν.)

- Αντικαθιστώντας όλες τις τιμές, έχουμε:

$$Q_{\omega\rho.\mu\epsilon\gamma.}^{\eta\mu.\mu\epsilon\gamma.} = f \frac{P_{\omega\rho.\mu\epsilon\gamma.} \cdot P^{\eta\mu.\mu\epsilon\gamma.} \cdot q_{\nu\delta\rho.} \cdot E_A}{24 \cdot 3600} + q_{\epsilon\iota\sigma} F \Rightarrow$$

$$Q_{\omega\rho.\mu\epsilon\gamma.}^{\eta\mu.\mu\epsilon\gamma.} = 0,9 \frac{1,92 \cdot 1,5 \cdot 180 \text{lt} / \text{κατ.} / \eta\mu. \cdot 29800 \text{κατ.}}{24 \cdot 3600 \text{sec} / \eta\mu.} + 1,2 \text{lt} / \text{sec} / \epsilon\kappa\tau \cdot 80 \epsilon\kappa\tau \Rightarrow$$

$$Q_A = Q_{\omega\rho.\mu\epsilon\gamma.}^{\eta\mu.\mu\epsilon\gamma.} = 260 \text{lt} / \text{sec}$$





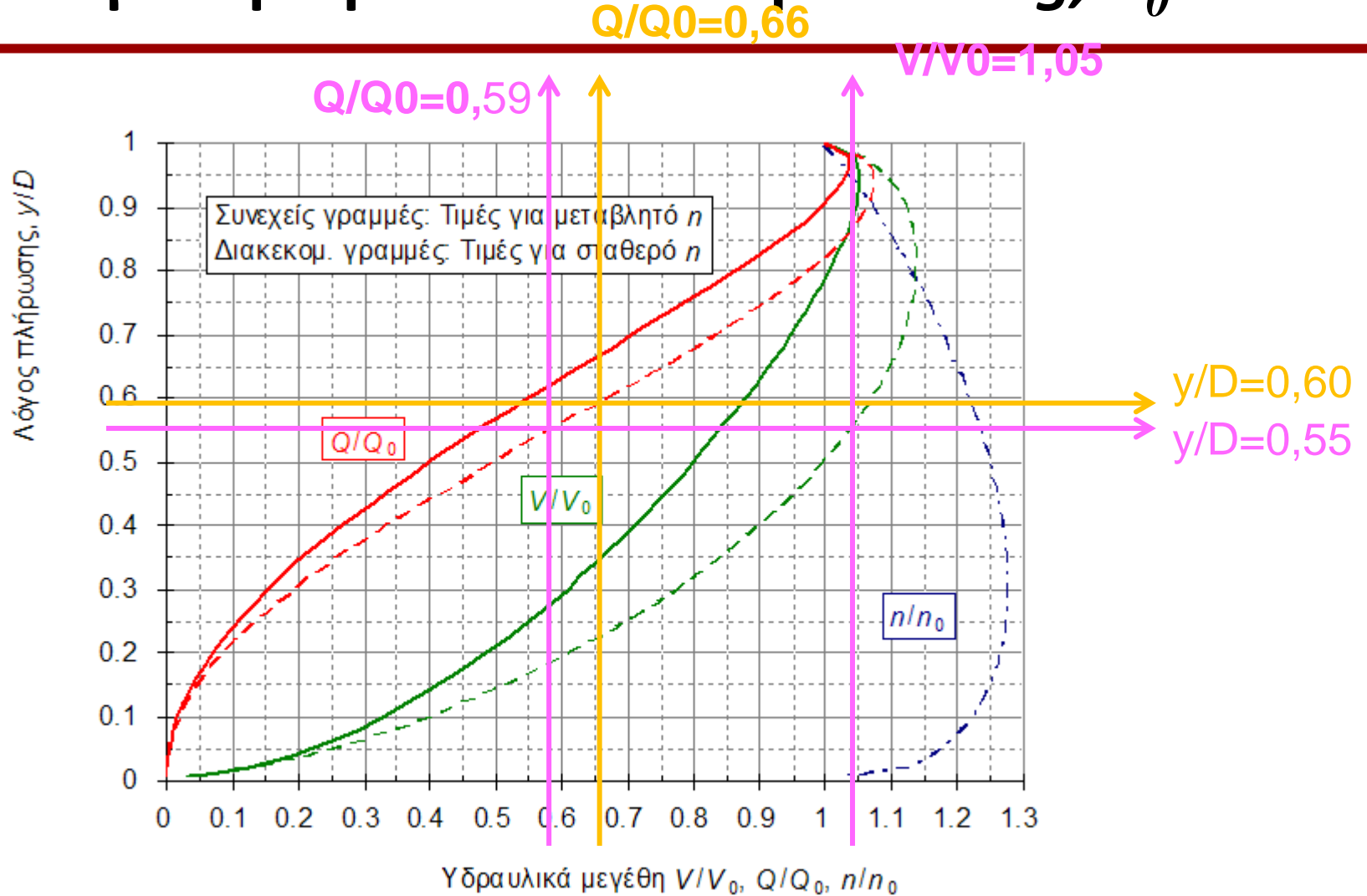
# Διαστασιολόγηση του αγωγού 1.2 (συν.)

## Δευτερέων αγωγός 1.2: Φρεάτια 8, 9, 4

- Μήκος αγωγού  $L=1500$  m (από οριζοντιογραφία)
- Κλίση πυθμένα  $S=(43-39)/1500= 2,66\%$  (από οριζοντιογραφία)
- Παροχή  $Q=260$  lt/sec
- Επιτρεπόμενος βαθμός πλήρωσης 60% για  $40 < D < 60$ cm
- $\gamma/D = 0,6 \rightarrow Q/Q_0 = 0,66 \rightarrow Q_0 = (260/0,66)=394$  lt/sec
- $D=670$ mm  $\rightarrow$  Εκλέγω διατομή **Φ70 cm** από οπλισμένο σκυρόδεμα
- $Q_0 = 444$  lt/sec,  $V_0 = 1,15$  m/sec  $\rightarrow Q/Q_0 = (260/444)=0,59$
- $\gamma/D = 0,55 < 0,70$  (O.K.) &  $V/V_0 = 1,05$
- Έλεγχος μέγιστης επιτρεπόμενης ταχύτητας
  - $V = 1,05 * 1,15 = 1,21 < V_{\text{μεγ.επ}} = 3,5$  m/sec (οπλ.σκυρόδεμα)
- Έλεγχος ελάχιστης επιτρεπόμενης ταχύτητας
  - $Q/Q_0 = 0,1 \rightarrow V/V_0 = 0,65 \rightarrow V = 0,65 * 1,15 = 0,75 > V_{\text{ελ.επ}} = 0,3$  m/sec



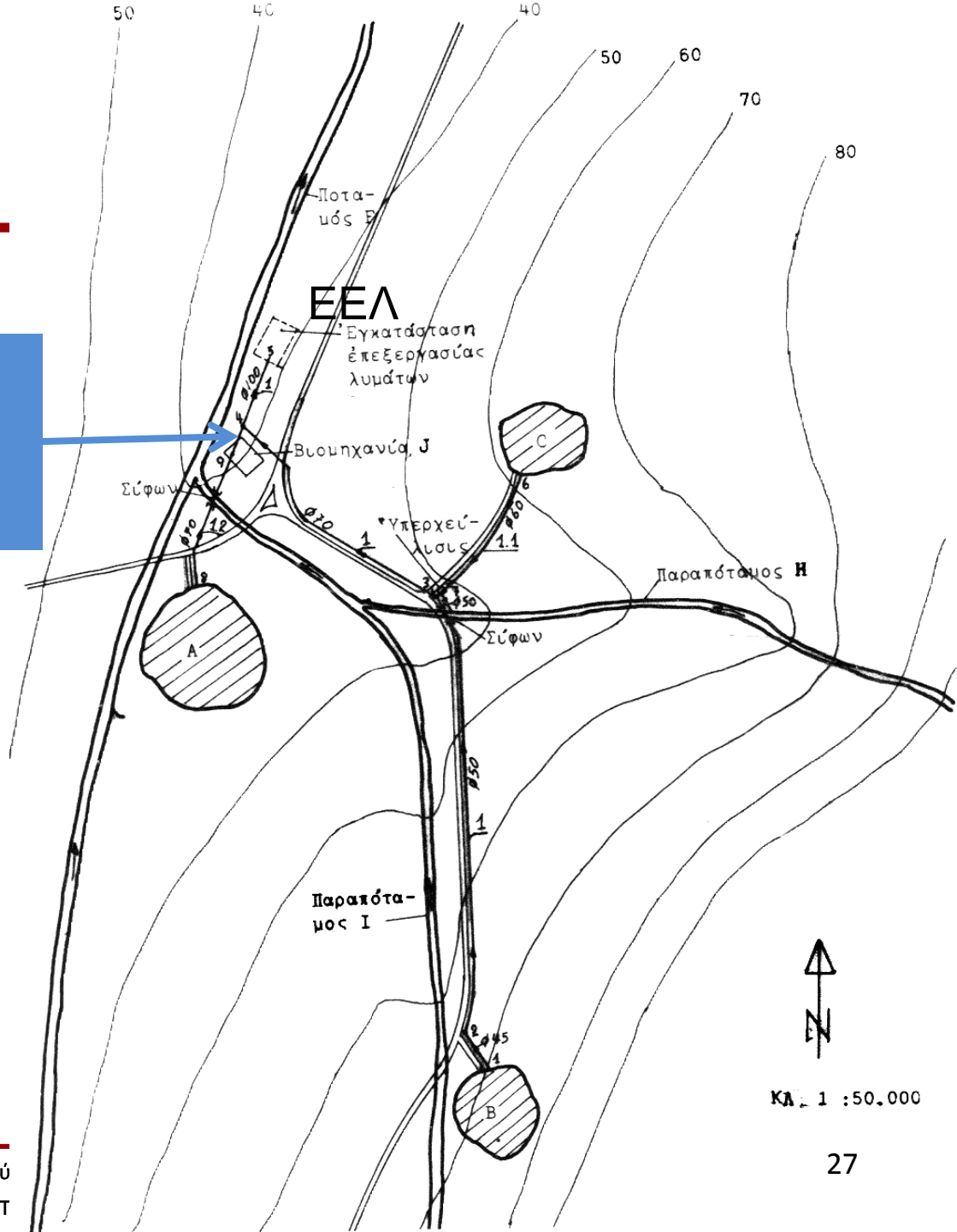
# Νομογράφημα πλήρωσης σωλήνων για μεταβλητό συντελεστή Manning, $n_0$



# Οριζοντιογραφία των αγωγών μεταφοράς

(παράλληλα στις οδούς)

**A-ΕΕΛ: Αγωγός 1.2**  
(Φρ. 8,9,4)  
Φ70



# Υπολογισμός του αγωγού 1.1 (οικ. C)

- Ο **αγωγός 1.1** που παίρνει τα λύματα και τα όμβρια από τον **οικισμό C**, που έχει **παντοροϊκό** δίκτυο, για να τα μεταφέρει στον **αγωγό** (μόνο ακαθάρτων) **1**, αποτελείται από 2 τμήματα:
  - Τον **παντοροϊκό αγωγό** μεταξύ των **φρεατίων 6** και **7**, και
  - Τον **αγωγό λυμάτων** μεταξύ των **φρεατίων 7** και **3**
- Στο **φρεάτιο 7** υπάρχει **υπερχειλιστής**, ο οποίος διαχωρίζει ένα ποσοστό των αραιωμένων λυμάτων, τα οποία κατευθύνει στον κοντινό αποδέκτη (παραπόταμος Η), ενώ τα υπόλοιπα λύματα συνεχίζουν στο εξωτερικό δίκτυο αποχέτευσης (αγωγός 1).

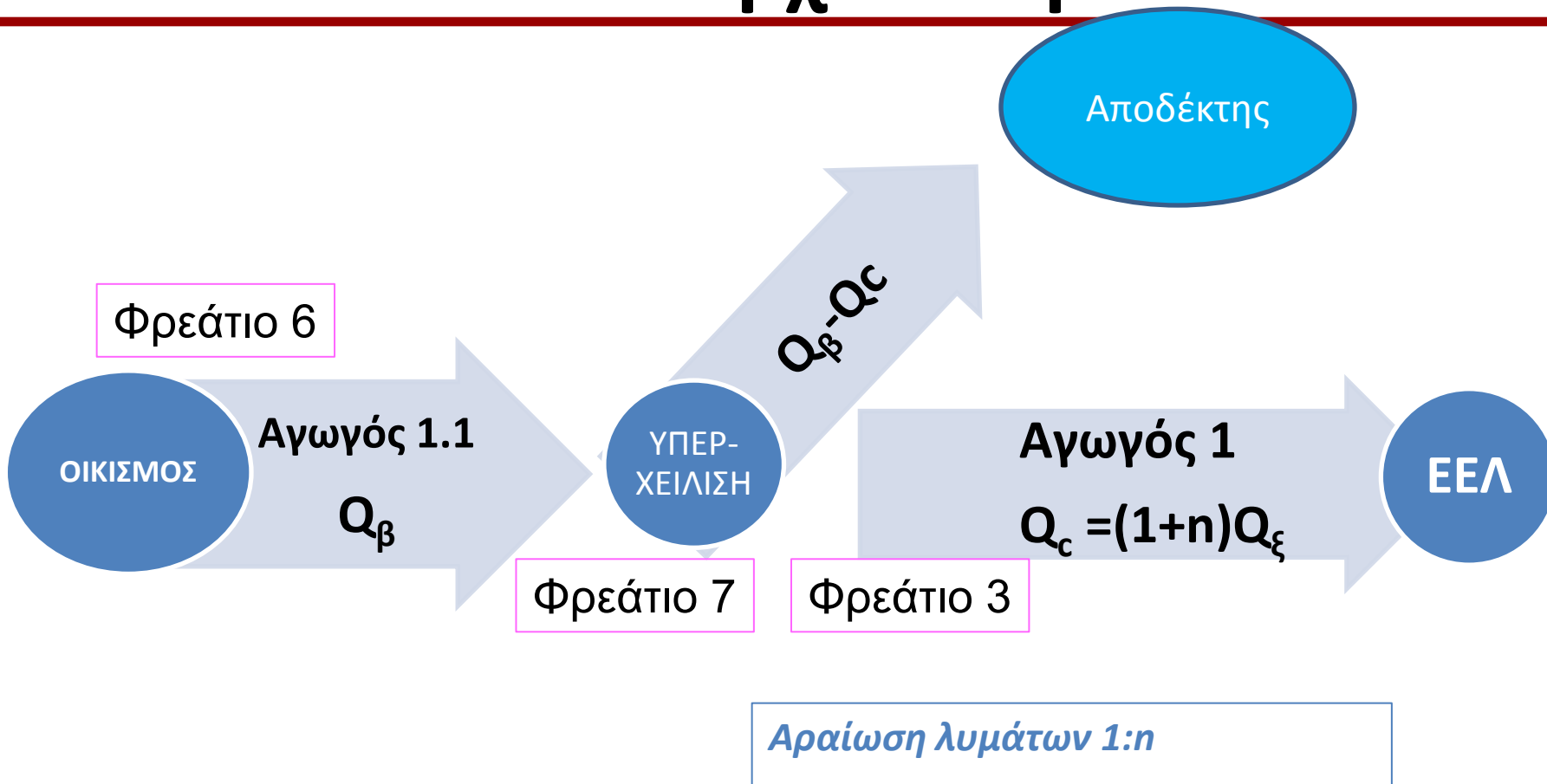


# Υπολογισμός του αγωγού 1.1 (οικ. C)

- Ο αγωγός μεταξύ των φρεατίων **6** (έξοδος από τον οικισμό C) και **7** (πριν την υπερχείλιση) διαστασιολογείται για την παροχή λυμάτων του οικισμού C της περιόδου βροχών  $Q_{\beta}$ , ως **παντορροϊκός**.
- Ο αγωγός μεταξύ των φρεατίων **7** (υπερχείλιση) και **3** (συμβολή με τον αγωγό 1), διαστασιολογείται για την παροχή λυμάτων της ξηράς περιόδου, πολλαπλασιαζόμενη με τον λόγο της αραίωσης που απαιτεί ο αποδέκτης (1:n), δηλ.  $(1+n)Q_{\xi}$ , ως **αγωγός ακαθάρτων**.



# Παροχές περιόδου βροχών - Υπερχείλιση



# Υπολογισμός του αγωγού 1.1 (φρ.6-7)

## Σημείο ελέγχου Φρ.7 (πριν από τον υπερχειλιστή)

- Συνολική παροχή λυμάτων περιόδου βροχών (οικ. C):  
 **$Q_{\beta}=492 \text{ lt/sec}$**
- Συνολική παροχή λυμάτων ξηράς περιόδου (οικ. C):  
 **$Q_{\xi}=25,64 \text{ lt/sec}$**
- Μήκος αγωγού  **$L = 1250 \text{ m}$**
- Κλίση πυθμένα:  **$S = (60-48)/1250 = 9,6\text{‰}$**
- Επιτρεπόμενος βαθμός πλήρωσης για αγωγούς ομβρίων και παντοροϊκών **70%**
- **$y/D = 0,7 \rightarrow Q_{\beta} / Q_0 = 0,81 \rightarrow Q_0 = 492/0,81 = 607 \text{ lt/sec}$**
- **$D=0,619\text{m} \rightarrow \Phi 650\text{mm}$**



# Υπολογισμός του αγωγού 1.1 (φρ.6-7)

- Εκλέγω διατομή  **$\Phi 65 \text{ cm}$**  από οπλισμένο σκυρόδεμα
- Η νέα παροχή πλήρωσης είναι  $Q_0 = 692 \text{ lt/sec}$  &  $V_0 = 2,08 \text{ m/sec}$
- $Q_\beta / Q_0 = 492 / 692 = 0,71 \rightarrow y/D = 0,62 < 0,70 \text{ (O.K.)}$  &  $V/V_0 = 1,07$
- Έλεγχος μέγιστης επιτρεπόμενης ταχύτητας
  - $V = 1,07 * 2,08 = 2,22 \text{ m/sec} < V_{\text{μεγ.επ.}} = 3,5 \text{ m/sec}$  (οπλ.σκυροδ.)
- Έλεγχος ελάχιστης επιτρεπόμενης ταχύτητας
  - $Q/Q_0 = 0,1 \rightarrow V/V_0 = 0,65 \rightarrow V = 0,65 * 2,08 = 1,35 \text{ m/sec} > V_{\text{ελ.επ.}} = 0,3 \text{ m/sec}$
- Έλεγχος ελάχιστης επιτρεπόμενης ταχύτητας ξηράς περιόδου
  - $Q_\xi / Q_0 = 25,64 / 692 = 0,037 \rightarrow V/V_0 \approx 0,45 \rightarrow V = 0,45 * 2,08 = 0,94 \text{ m/sec} > V_{\text{ελ.επ.}} = 0,3 \text{ m/sec}$

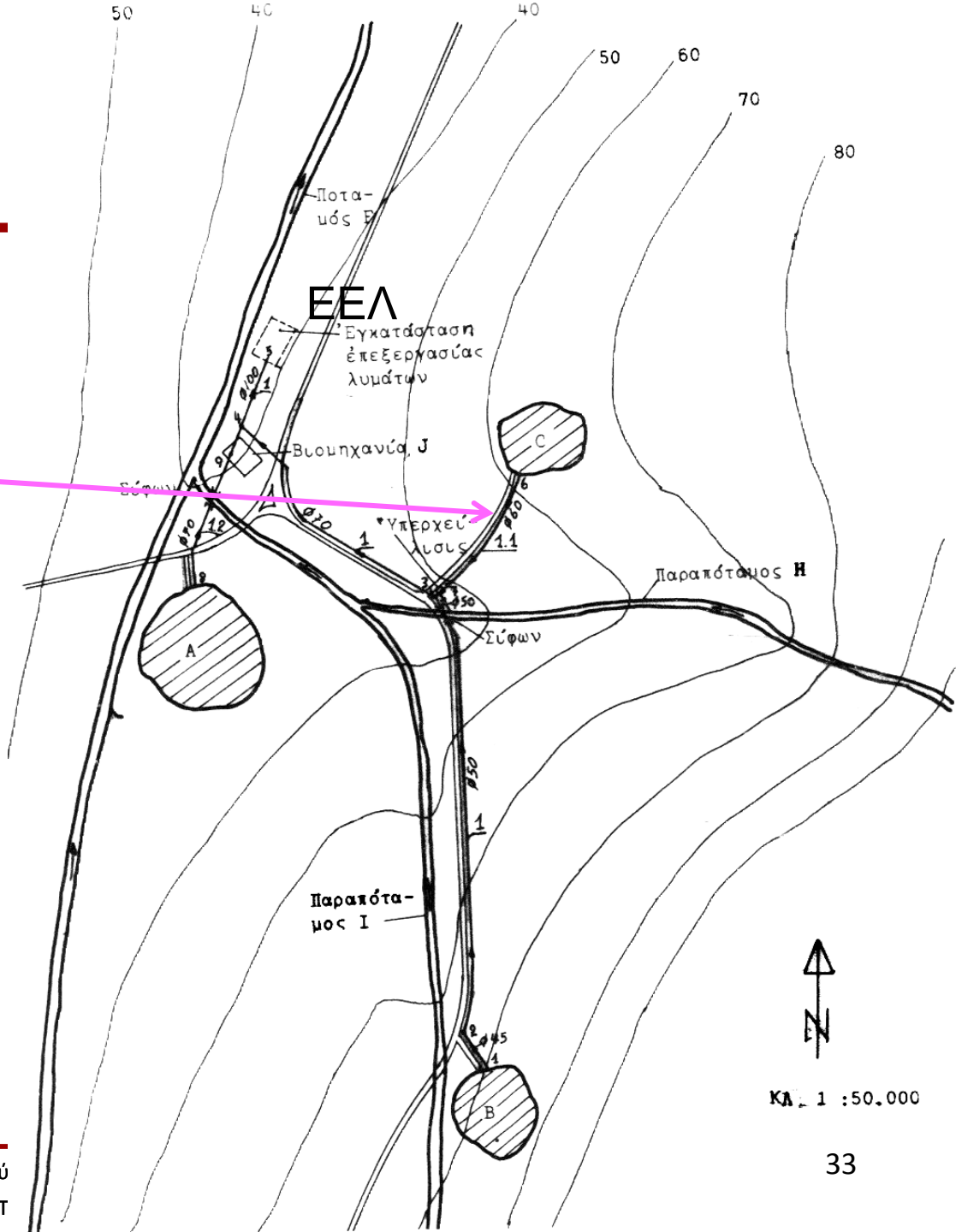
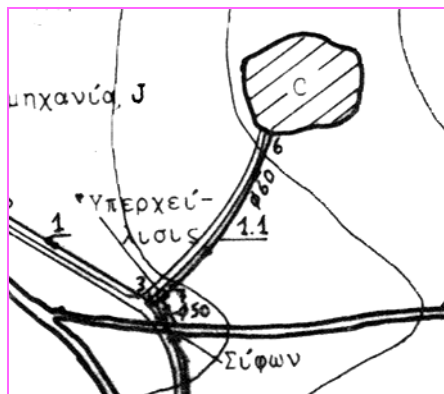




# Οριζοντιογραφία των αγωγών μεταφοράς

(παράλληλα στις οδούς)

C-ΕΕΛ: Αγωγός 1.1  
Φρ. 6,7 (Υπερχείλιση)  
Φ65



# Υπολογισμός του αγωγού 1.1 (φρ.7-3)

- Σύμφωνα με την άσκηση επιτρέπεται η διάθεση λυμάτων στον αποδέκτη με **αραίωση  $\geq 1 : 6$**
- Ο αγωγός μεταξύ των φρεατίων **7** (υπερχείλιση) και **3** (συμβολή με τον αγωγό 1) διαστασιολογείται, ως **αγωγός ακαθάρτων**, για την παροχή λυμάτων της ξηράς περιόδου, πολλαπλασιαζόμενη με τον λόγο της αραίωσης που απαιτεί ο αποδέκτης (1:n), δηλ.  
$$Q_c = (1+n)Q_\xi$$
- Ο αγωγός από το φρεάτιο **7** (υπερχείλιση) προς τον αποδέκτη διαστασιολογείται, ως **αγωγός ομβρίων**, για τα υπόλοιπα λύματα από την περίοδο βροχών, δηλ.

$$Q_o = Q_\beta - Q_c$$



# Υπολογισμός του αγωγού ακαθάρτων (από την υπερχείλιση ως τον κεντρικό αγωγό)

Δεδομένο Άσκησης: Αραίωση  
Λυμάτων στον αποδέκτη  $\geq 1:6$

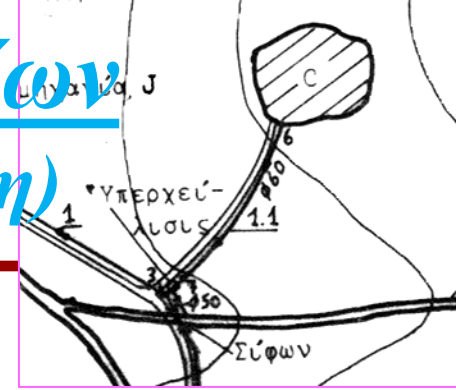
## Φρεάτιο ελέγχου 3

- Κλίση πυθμένα αγωγού  $J = 9,6\%$
- Παροχή λυμάτων (ξηράς περιόδου):  $Q_C = 7 * 25,64 = 179,48 \text{ lt/sec}$
- Επιτρεπόμενη πλήρωση αγωγού ακαθάρτων 60%
- $y/D = 0,6 \rightarrow Q/Q_0 = 0,66 \rightarrow Q_0 = 179,48/0,66 = 272 \text{ lt/sec}$
- $D=458\text{mm} \rightarrow$  Εκλέγω διατομή  **$\Phi 50 \text{ cm}$**  (οπλ. σκυρόδεμα)
- $Q_0 = 344 \text{ lt/sec}$ ,  $V_0 = 1,75 \text{ m/sec} \rightarrow Q/Q_0 = 179,48/344 = 0,52 \rightarrow y/D \approx 0,52 < 0,60$  (O.K.) &  $V/V_0 \approx 1,02$
- Έλεγχος  $V_{\text{μεγ}} = 1,02 * 1,75 = 1,78 \text{ m/sec} < V_{\text{μεγ.επ.}} = 3,5 \text{ m/sec}$
- Έλεγχος  $V_{\text{ελ.}} = 0,65 * 1,75 = 1,14 \text{ m/sec} > V_{\text{ελ.επ.}} = 0,3 \text{ m/sec}$



# Υπολογισμός του αγωγού ομβρίων

(από την υπερχείλιση ως τον αποδέκτη)



- Κλίση πυθμένα  $J \approx 3,3\%$
- Παροχή ομβρίων  $Q_0 = Q_\beta - Q_C = 492 - 179,48 = 312,5 \text{ lt/sec}$
- Επιτρεπόμενη πλήρωση αγωγού ομβρίων 70%
- $y/D = 0,7 \rightarrow Q/Q_0 \approx 0,81 \rightarrow Q_0 = 312,5/0,81 = 386 \text{ lt/sec}$
- $D=638\text{mm} \rightarrow$  Εκλέγω διατομή  **$\Phi 65 \text{ cm}$**  από οπλισμένο σκυρόδεμα
- $Q_0 = 405 \text{ lt/sec}$ ,  $V_0 = 1,22 \text{ m/sec} \rightarrow Q/Q_0 = 312,5/405 = 0,77$   
 $\rightarrow V/V_0 = 1,08$
- Έλεγχος  $V_{\text{μεγ}} = 1,08 * 1,22 = 1,32 \text{ m/sec} < V_{\text{μεγ.επ.}} = 3,5 \text{ m/sec}$
- Έλεγχος  $V_{\text{ελ}} = 0,65 * 1,22 = 0,79 \text{ m/sec} > V_{\text{ελ.επ.}} = 0,3 \text{ m/sec}$

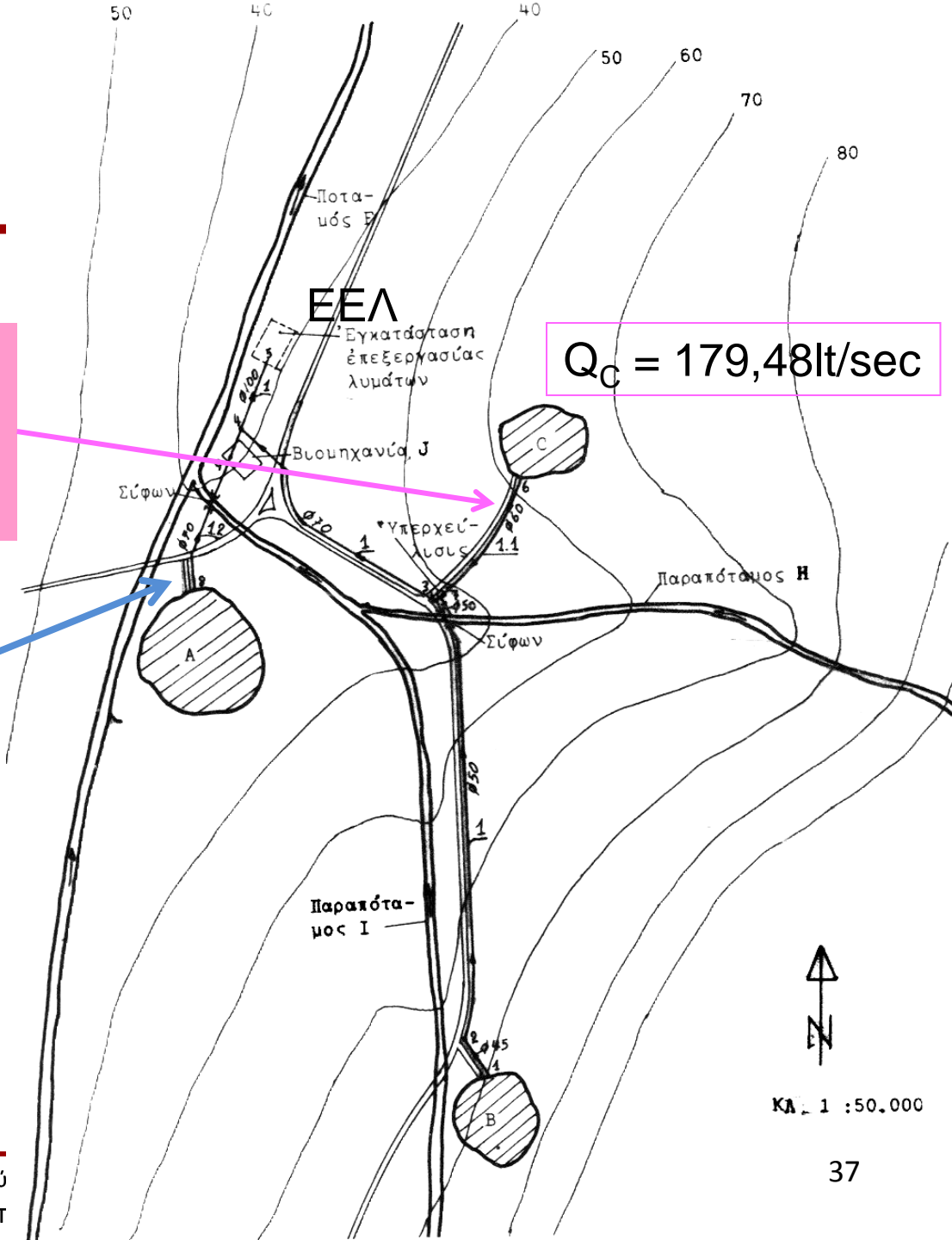


# Οριζοντιογραφία των αγωγών μεταφοράς

(παράλληλα στις οδούς)

C-ΕΕΛ: Αγωγός 1.1  
Φρ. 6,7,3  
Φ65, Φ50/Φ65 (ομβ.)

A-ΕΕΛ: Αγωγός 1.2  
Φρ. 8,9,4  
Φ70



# Υπολογισμός του πρωτεύοντα αγωγού (1)

- Ο αγωγός 1 ξεκινάει από τον οικισμό Β (πιο απομακρυσμένος από την ΕΕΛ και σε ψηλότερο υψόμετρο)
- Στο φρεάτιο 3 συμβάλλει ο αγωγός λυμάτων του οικισμού C
  - Η διαστασιολόγηση του τμήματος 3-4 θα γίνει με την προσθήκη αυτών των οικιακών λυμάτων.
- Στο φρεάτιο 4 συμβάλλει ο αγωγός λυμάτων του οικισμού A και ο αγωγός των αποβλήτων της βιομηχανίας J
  - Η διαστασιολόγηση του τελευταίου τμήματος του κεντρικού αγωγού 1 (φρ.4-5) θα γίνει με την προσθήκη των οικιακών λυμάτων του A και των βιομηχανικών αποβλήτων του λευκαντηρίου.



# Υπολογισμός του πρωτεύοντα αγωγού (1)

(του εξωτερικού δικτύου αποχέτευσης – οικ. Β)

• Παροχή λυμάτων:

$$Q_{\omega\rho.\mu\epsilon\gamma.}^{\eta\mu.\mu\epsilon\gamma.} = f \frac{P_{\omega\rho.\mu\epsilon\gamma.} \cdot P^{\eta\mu.\mu\epsilon\gamma.} \cdot q_{\nu\delta\rho.} \cdot E_B}{24 \cdot 3600} + q_{\epsilon\iota\sigma} F$$

• Μελλοντικός πληθυσμός οικισμού Β (σε 50 χρόνια):

$$E_B = 10000 (1 + 1,5/100)^{50} = \mathbf{21052 \text{ κατ.}}$$

•  $f = 0,90$

•  $P^{\eta\mu.\mu\epsilon\gamma.} = 1,5$

•  $P_{\omega\rho.\mu\epsilon\gamma.} = 8\% \cdot 24\text{hrs} = 1,92$  από τις «Διακυμάνσεις των παροχών λυμάτων» που δίνονται στην εκφώνηση της Άσκησης, ως ποσοστό % $Q^{\eta\mu.}$  & ως γνωστόν  $Q_{\omega\rho.\mu\epsilon\gamma.} = P_{\omega\rho.\mu\epsilon\gamma.} \cdot Q^{\eta\mu.\mu\epsilon\gamma.} \Rightarrow P_{\omega\rho.\mu\epsilon\gamma.} = Q_{\omega\rho.\mu\epsilon\gamma.} / Q^{\eta\mu.\mu\epsilon\gamma.} = \%Q^{\eta\mu.}$

• Υπολογισμός των εισροών στο δίκτυο ακαθάρτων (βλ. ακόλουθους πίνακες):

– έκταση οικισμού,  $F = E/\epsilon = 10000/180 = \mathbf{55,55 \text{ εκτ}}$

– μελλοντική πυκνότητα πληθυσμού  $\epsilon' = 21052/55,55 = \mathbf{378,97 \text{ κατ/εκτ}}$

– μέσος συντελεστής απορροής  $\psi_m = 0,8$  για πυκνή δόμηση

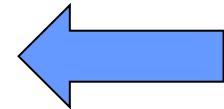
–  $q_{\epsilon\iota\sigma} = \mathbf{1,2 \text{ lt/sec/εκτ.}}$



## Πίνακας 2. Τιμές του συντελεστή απορροής $\psi_m$

Μορφή δόμησης		Όροι δόμησης	Πυκνότητα κατοίκησης, $\epsilon$	$\psi_m$
Γενικά	Ειδικά		κατ/εκτ	
Πολύ πυκνή	Περιοχές κατοικίας και εμπορίου	4 όροφοι και άνω, σύστημα συνεχές	> 700 600-700 500-600	1,0 0,95 0,90
Πυκνή	Περιοχές κατοικίας και εμπορίου	3 όροφοι και άνω, σύστημα συνεχές 3 όροφοι και άνω, σύστημα πανταχόθεν ελεύθερο	400-500 350-400 $\epsilon=379$ κατ/εκτ	0,85 0,80
Μέτρια	Περιοχές κατοικίας και εμπορίου	2 όροφοι, σύστημα συνεχές	300-350 250-300	0,70 0,60
		3 όροφοι, σύστημα πανταχόθεν ελεύθερο	200-250	0,50
	Περιοχές κατοικίας και εμπορίου	2 όροφοι, σύστημα πανταχόθεν ελεύθερο		
Αραιά	Περιοχές κατοικίας	2 όροφοι, σύστημα πανταχόθεν ελεύθερο	100-150 50-100	0,35 0,30
Πολύ αραιά	Μικροί οικισμοί	Εξοχικά σπίτια	20-50 $\leq 20$	0,20 0,1
Ακατοίκητες περιοχές				0-0,15

$\psi = 0,8$



(Αγγλική και Αμερικάνικη Βιβλιογραφία)





# Εισροές υπόγειων και όμβριων υδάτων (Γερμανία)

<b>Μέσος συντελεστής απορροής <math>\psi</math></b>	<b>0,15</b>	<b>0,30</b>	<b>0,50</b>	<b>0,60</b>	<b>0,70</b>	<b>0,80</b>	<b>0,90</b>	<b>1,00</b>
<b>Εισροές σε lt/sec/εκτ.</b>	<b>0,25</b>	<b>0,40</b>	<b>0,75</b>	<b>0,90</b>	<b>1,05</b>	<b>1,20</b>	<b>1,35</b>	<b>1,50</b>



# Υπολογισμός του αγωγού 1 (συν.)

- Αντικαθιστώντας όλες τις τιμές, έχουμε:

$$Q_{\omega\rho.\mu\epsilon\gamma.}^{\eta\mu.\mu\epsilon\gamma.} = f \frac{P_{\omega\rho.\mu\epsilon\gamma.} \cdot P^{\eta\mu.\mu\epsilon\gamma.} \cdot q_{\upsilon\delta\rho.} \cdot E_A}{24 \cdot 3600} + q_{\epsilon\iota\sigma} F \Rightarrow$$

$$Q_{\omega\rho.\mu\epsilon\gamma.}^{\eta\mu.\mu\epsilon\gamma.} = 0,9 \frac{1,92 \cdot 1,5 \cdot 200 \text{ lt / κατ. / ημ.} \cdot 21052 \text{ κατ.}}{24 \cdot 3600 \text{ sec / ημ.}} + 1,2 \text{ lt / sec / εκτ} \cdot 55,55 \text{ εκτ} \Rightarrow$$

$$Q_B = Q_{\omega\rho.\mu\epsilon\gamma.}^{\eta\mu.\mu\epsilon\gamma.} = 195 \text{ lt / sec}$$



# Υπολογισμός του πρωτεύοντα αγωγού (1)

(του εξωτερικού δικτύου αποχέτευσης – οικ. Β)

## Σημείο ελέγχου Φρεάτιο 2

- Κλίση πυθμένα αγωγού  $S = (80-75)/250 = 20\text{‰}$
- Επιτρεπόμενος βαθμός πλήρωσης 60%
- $\gamma/D = 0,6 \rightarrow Q/Q_0 = 0,66 \rightarrow Q_0 = 195/0,66 = 295 \text{ lt/sec}$
- $D=412\text{mm} \rightarrow$  Εκλέγω διατομή  **$\Phi 45 \text{ cm}$**  από σπλισμένο σκυρόδεμα.
- Νέα παροχή πλήρωσης  $Q_0 = 374 \text{ lt/sec}$ ,  $V_0 = 2,35 \text{ m/sec} \rightarrow Q/Q_0 = 195/374 = 0,52 \rightarrow \gamma/D = 0,52 < 0,60 \text{ (O.K.)} \ \& \ V/V_0 \approx 1,02$
- Έλεγχος  $V_{\text{μεγ}} = 1,02 * 2,35 = 2,4 \text{ m/sec} < V_{\text{μεγ.επ}} = 3,5 \text{ m/sec}$
- Έλεγχος  $V_{\text{ελ}} = 0,65 * 2,35 = 1,53 \text{ m/sec} > V_{\text{ελ.επ}} = 0,3 \text{ m/sec}$



# Υπολογισμός του πρωτεύοντα αγωγού (1)

(του εξωτερικού δικτύου αποχέτευσης – οικ. Β)

## Σημείο ελέγχου Φρεάτιο 3 (Φρεάτιο συμβολής με αγωγό 1.1)

- Κλίση πυθμένα αγωγού  $S = (75-47)/4100 = 6,8 \%$
- Επιτρεπόμενος βαθμός πλήρωσης 60%
- $\gamma/D = 0,6 \rightarrow Q/Q_0 \approx 0,66 \rightarrow Q_0 = 195/0,66 = 295 \text{ lt/sec}$
- $D=504\text{mm} \rightarrow$  Εκλέγω διατομή  **$\Phi 55 \text{ cm}$**  από οπλισμένο σκυρόδεμα.
- Νέα παροχή πλήρωσης  $Q_0 = 373 \text{ lt/sec}$ ,  $V_0 = 1,57 \text{ m/sec} \rightarrow Q/Q_0 = 195/373 = 0,52 \rightarrow \gamma/D = 0,52 < 0,60 \text{ (O.K.)} \ \& \ V/V_0 \approx 1,02$
- Έλεγχος  $V_{\text{μεγ}} = 1,02 * 1,57 = 1,6 \text{ m/sec} < V_{\text{μεγ.επ}} = 3,5 \text{ m/sec}$
- Έλεγχος  $V_{\text{ελ}} = 0,65 * 1,57 = 1,02 \text{ m/sec} > V_{\text{ελ.επ}} = 0,3 \text{ m/sec}$



# Υπολογισμός του πρωτεύοντα αγωγού (1) (οικιακά λύματα οικισμών B και C)

## Σημείο ελέγχου Φρεάτιο 4

- Κλίση πυθμένα αγωγού  $S = (47-39)/2500 = 3,2 \text{ ‰}$
- Παροχή λυμάτων  $Q_{\text{φρ.4}} = Q_B + Q_C = 195 + 180 = 375 \text{ lt/sec}$
- Επιτρεπόμενος βαθμός πλήρωσης 70% για  $D > 60 \text{ cm}$
- $\gamma/D = 0,7 \rightarrow Q/Q_0 \approx 0,81 \rightarrow Q_0 = 375/0,81 = 462 \text{ lt/sec}$
- $D = 687 \text{ mm} \rightarrow$  Η διατομή  **$\Phi 70 \text{ cm}$**  επαρκεί
- Νέα παροχή πλήρωσης  $Q_0 = 487 \text{ lt/sec}$ ,  $V_0 = 1,26 \text{ m/sec} \rightarrow Q/Q_0 = 375/487 = 0,77 \rightarrow \gamma/D = 0,67 < 0,70 \text{ (O.K.)} \ \& \ V/V_0 \approx 1,1$
- Έλεγχος  $V_{\text{μεγ}} = 1,1 * 1,26 = 1,39 \text{ m/sec} < V_{\text{μεγ.επ}} = 3,5 \text{ m/sec}$
- Έλεγχος  $V_{\text{ελ}} = 0,65 * 1,26 = 0,82 \text{ m/sec} > V_{\text{ελ.επ}} = 0,3 \text{ m/sec}$



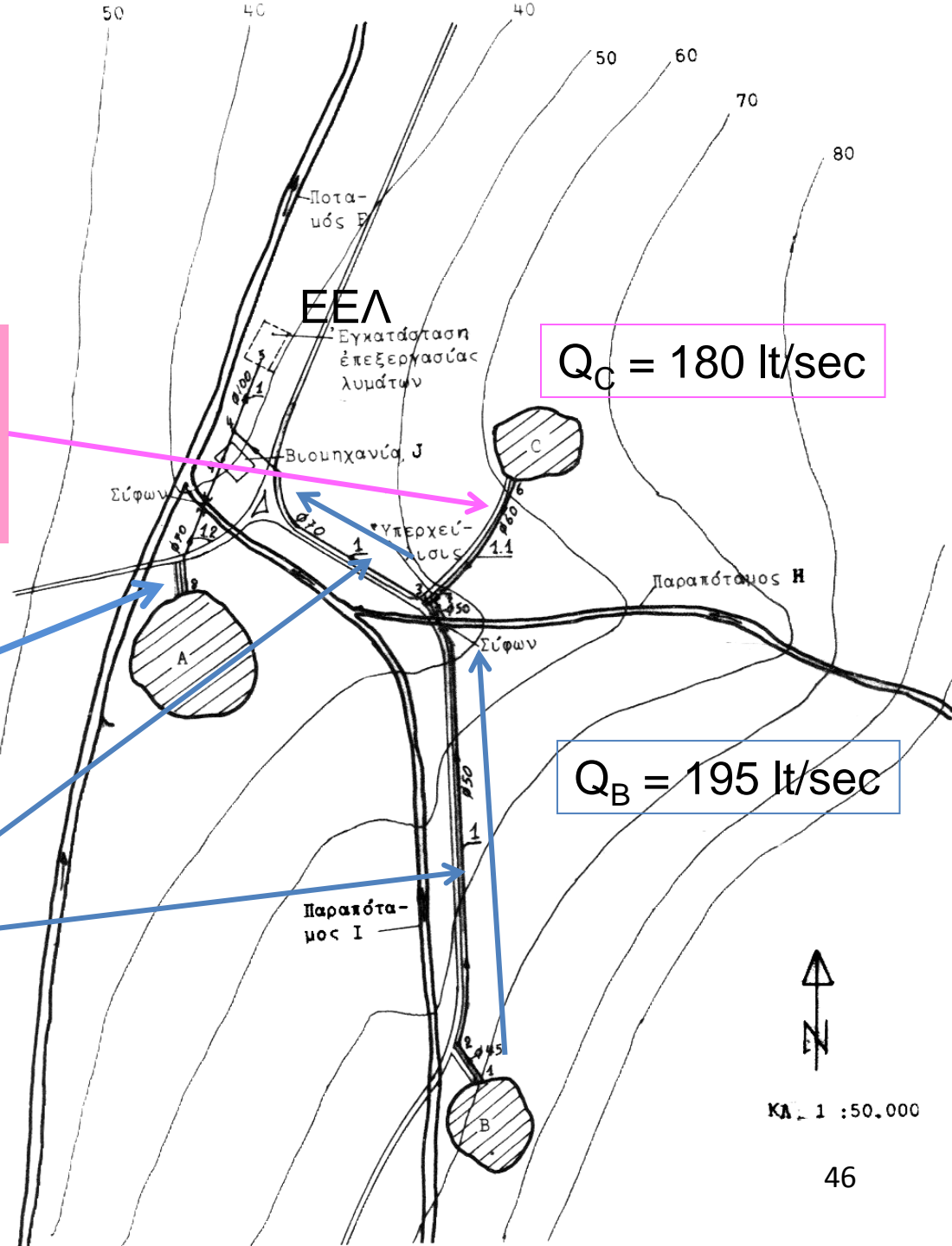
# Οριζοντιογραφία των αγωγών μεταφοράς

(παράλληλα στις οδοούς)

C-ΕΕΛ: Αγωγός 1.1  
Φρ. 6,7,3  
Φ65, Φ50/Φ65 (ομβ.)

A-ΕΕΛ: Αγωγός 1.2  
Φρ. 8,9,4  
Φ70

B-ΕΕΛ: Αγωγός 1  
Φρ. 1,2,3,4  
Φ45, Φ55, Φ70



# Υπολογισμός του πρωτεύοντα αγωγού (1)

- Στο φρεάτιο 4 συμβάλει και ο αγωγός των αποβλήτων της βιομηχανίας J
- Δεδομένα Άσκησης για τη Βιομηχανία
  - Λευκαντήριο παραγωγής **25 t/ημ.**
  - Οι ώρες εργασίας είναι 14: από της 6ης πρωινής μέχρι της 20ης βραδινής (6:00-20:00)
  - Προβλέπεται η κατασκευή δεξαμενής εξίσωσης της παροχής των βιομηχανικών αποβλήτων των διοχετευομένων στον κεντρικό αγωγό.
- Η διαστασιολόγηση του τελευταίου τμήματος του κεντρικού αγωγού 1 (φρ.4-5) θα γίνει με την προσθήκη και των βιομηχανικών αποβλήτων του λευκαντηρίου.



# Υπολογισμός του πρωτεύοντα αγωγού (1)

(οικιακά λύματα A, B, C και βιομηχανικά απόβλητα J)

## Σημείο ελέγχου Φρεάτιο 5

- Βιομηχανικά απόβλητα λευκαντηρίου: Βιομηχανίες δέρματος και υφασμάτων → κατανάλωση νερού ανά μονάδα εμπορεύματος **50-100 m<sup>3</sup>/ tn** εμπορεύματος
- Υποθέτουμε ότι η πραγματική παραγωγή αποβλήτων του λευκαντηρίου θα είναι **75 m<sup>3</sup>/tn** εμπορεύματος (μέση τιμή)
- Ημερήσια παροχή αποβλήτων (παραγωγή δεδομένη 25 tn/ημ)

$$Q_{\text{βιομηχ.}} = 75 \text{ m}^3/\text{tn} * 25\text{tn}/\eta\mu = 1875 \text{ m}^3/\eta\mu.$$

- Προβλέπεται να κατασκευαστεί δεξαμενή εξίσωσης παροχής. Ως εκ τούτου η ωριαία παροχή βιομηχανικών αποβλήτων θα είναι:

$$Q_{\omega\rho.\mu\epsilon\sigma.}^{\eta\mu.\mu\epsilon\gamma.} = 1875/24 = 78,13\text{m}^3 / \text{hr} = 21,7\text{lt} / \text{sec}$$

- **Συνολική παροχή λυμάτων**  $Q_{\phi\rho.5} = Q_{\phi\rho.4} + Q_A + Q_{\text{βιομηχ}} =$   
 $374,14 + 259,07 + 21,7 = \mathbf{654,9 \text{ lt/sec}}$





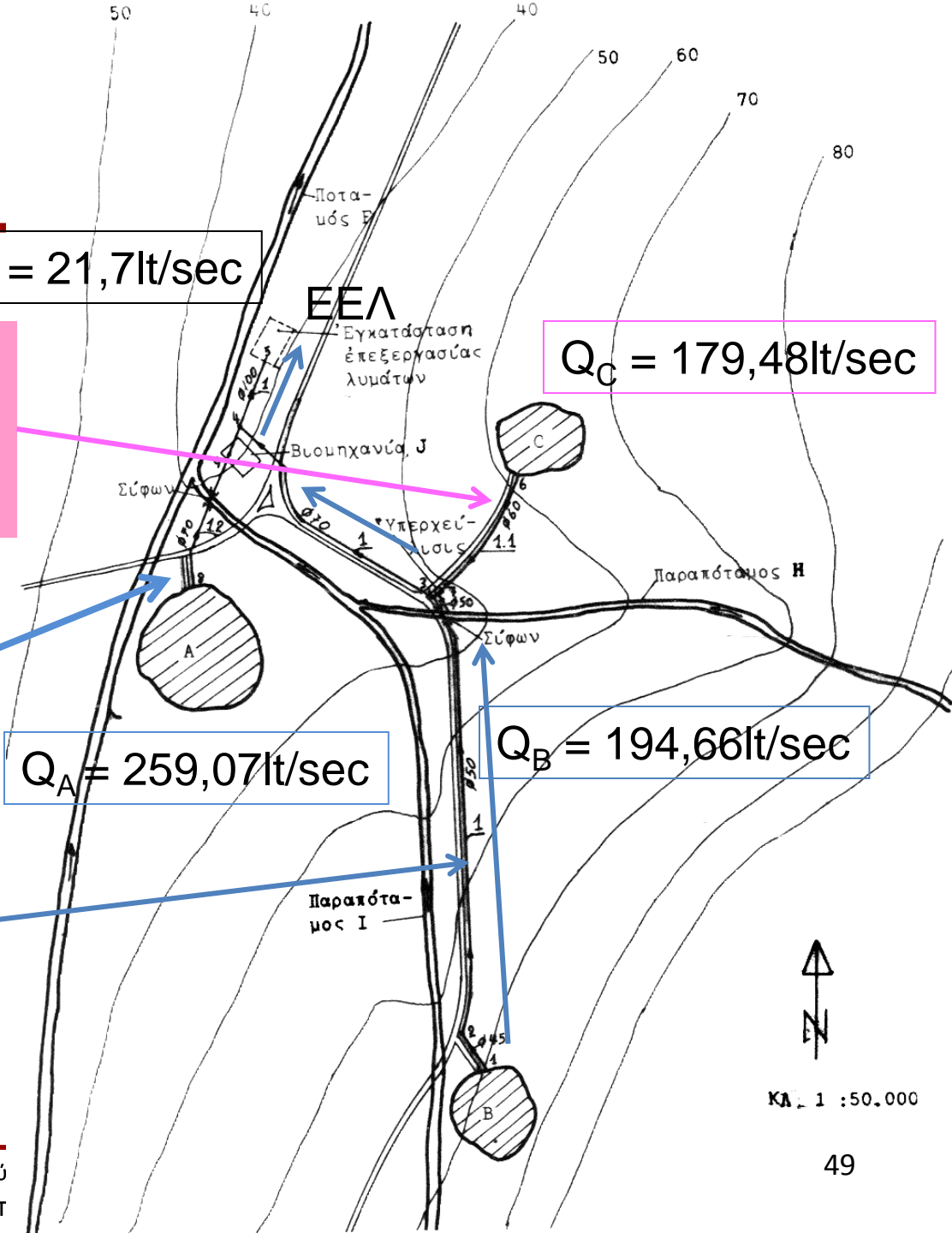
# Οριζοντιογραφία των αγωγών μεταφοράς

(παράλληλα στις οδούς)  $Q_{\text{βιομ.}} = 21,7 \text{ lt/sec}$

C-ΕΕΛ: Αγωγός 1.1  
Φρ. 6,7,3  
Φ65, Φ50/Φ65 (ομβ.)

A-ΕΕΛ: Αγωγός 1.2  
Φρ. 8,9,4  
Φ70

B-ΕΕΛ: Αγωγός 1  
Φρ. 1,2,3,4  
Φ45, Φ55, Φ70



$Q_C = 179,48 \text{ lt/sec}$

$Q_A = 259,07 \text{ lt/sec}$

$Q_B = 194,66 \text{ lt/sec}$

ΚΛ 1 : 50.000



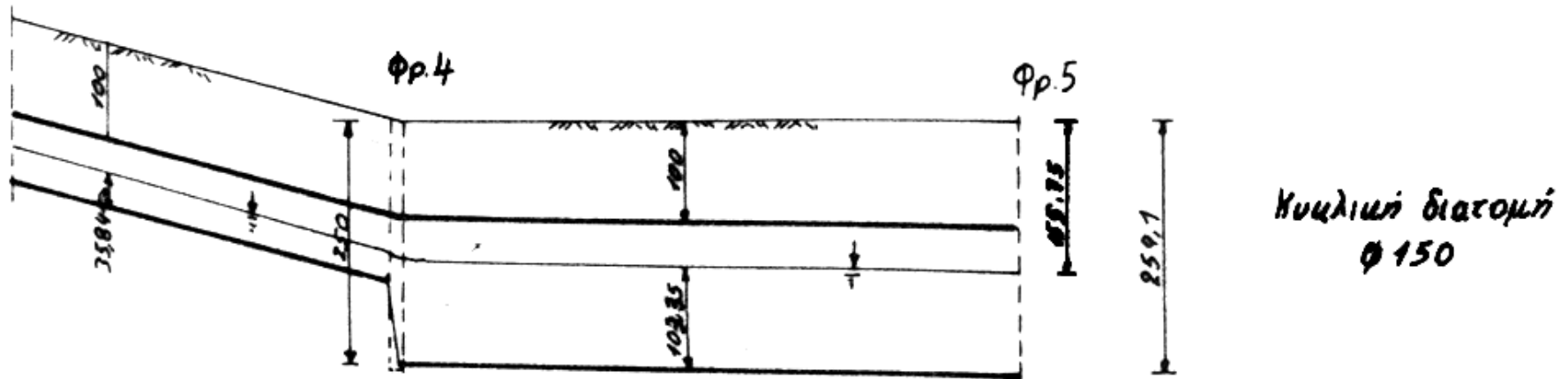
# Υπολογισμός του πρωτεύοντα αγωγού (1)

(οικιακά λύματα A, B, C και βιομηχανικά απόβλητα J)

- Το έδαφος κατά μήκος του αγωγού είναι **οριζόντιο**. Ο αγωγός θα τοποθετηθεί με την **ελάχιστη επιτρεπόμενη κλίση**
  - $Q/Q_0 = 0,10 \rightarrow V/V_0 = 0,65 \rightarrow V_0 = 0,3/0,65 = 0,46 \text{ m/sec}$
- Επιτρεπόμενη μέγιστη πλήρωση 70%
- $\gamma/D = 0,7 \rightarrow Q/Q_0 = 0,81 \rightarrow Q_0 = 654,9/0,81 = 813,54 \text{ lt/sec}$
- $F_0 = 813,54/(0,46*1000) = 1,7686 \text{ m}^2 = \pi D^2/4 \rightarrow D = 1,5 \text{ m}$
- Εκλέγω διατομή  **$\Phi 150 \text{ cm}$**  από οπλ. σκυρόδεμα.
- για  $V_0 = 0,46 \text{ m/sec} \rightarrow Q_0 = 833 \text{ lt/sec}$ ,  **$S = 0,14\%$**   $\rightarrow Q/Q_0 = 654,9/833 = 0,786 \rightarrow \gamma/D = 0,689 < 0,7 \text{ (O.K.)} \& V/V_0 = 1,07$
- $V_{\text{μεγ}} = 1,07*0,47 = 0,50 \text{ m/sec} < V_{\text{μεγ.επ}} = 3,5 \text{ m/sec}$



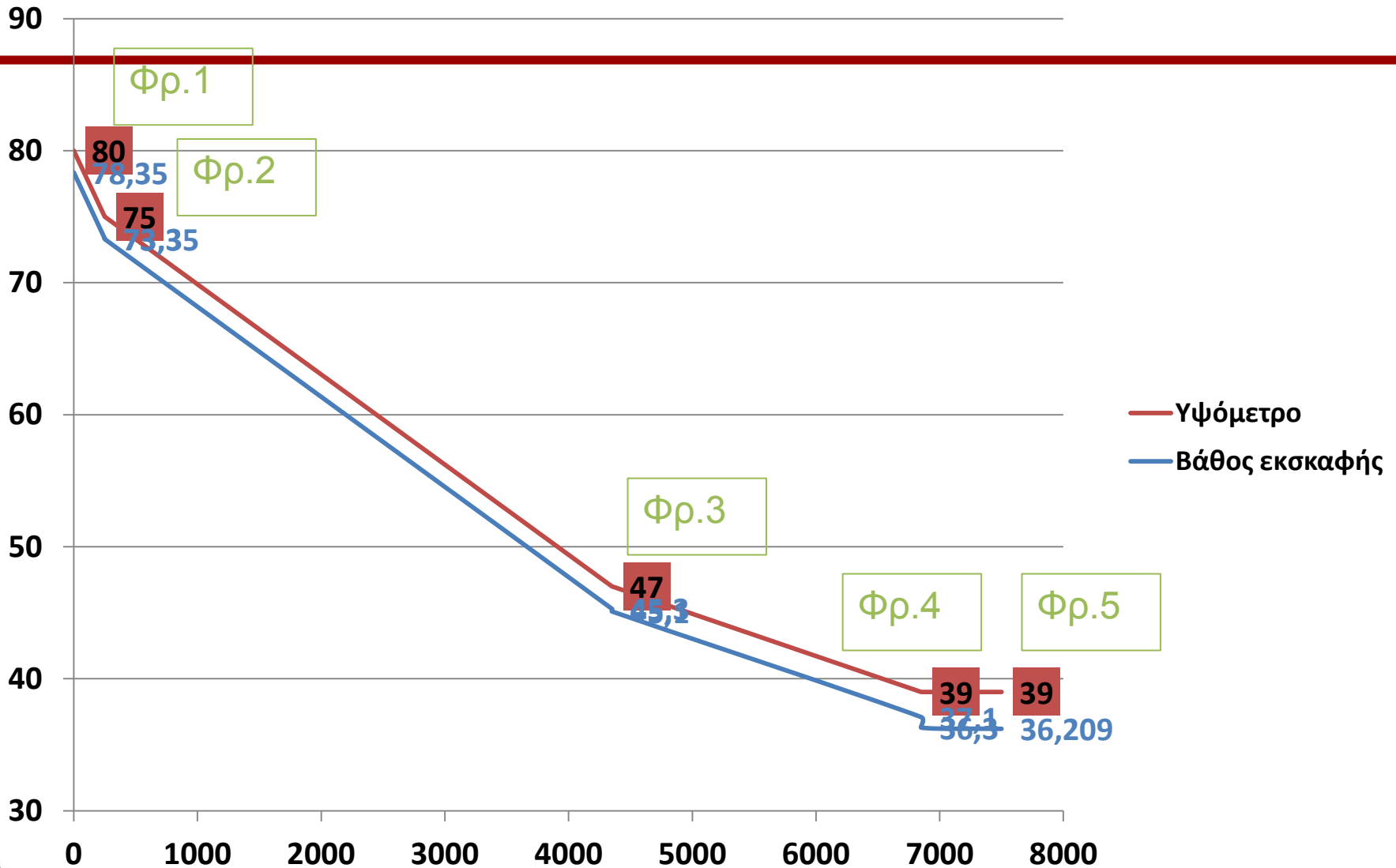
# Σχηματική μηκοτομή του αγωγού μεταξύ των φρεατίων 9, 4 και 5



# Συγκεντρωτικά στοιχεία κεντρικού συλλεκτήρα

ΦΡΕΑΤΙΟ	Μήκος L (m)	Συνολικό μήκος ΣL (m)	Υψόμετρο εδάφους H (m)	Κλίση αγωγού J (%)	Διάμετρος D (cm)	Παροχή πλήρωσης Q <sub>0</sub>	Παροχή αγωγού Q (m <sup>3</sup> /sec)	Βαθμός πλήρωσης γ/D
1		0	80					
2	250	250	75	20	45	0,403	0,195	0,48
3	4100	4350	47	6,8	50	0,312	0,195	0,58
4	2500	6850	39	3,2	70	0,524	0,375	0,62
5	650	7500	39	0,14	150	0,836	0,654	0,67

# Μηκοτομή εδάφους και κεντρικού αγωγού αποχέτευσης



# Βάθη εκσκαφής κεντρικού αγωγού αποχέτευσης για διατομή $\Phi 150$ στο τμήμα 4-5

ΦΡΕΑΤΙΟ	Lij (m)	ΣL (m)	H (m)	Jeδ	Jaγ	Φ (m)	τεκσ- πριν το φρεάτιο	τεκσ- μετά το φρεάτιο	Ηεκσ- πριν το φρεάτιο (m)	Ηεκσ- μετά το φρεάτιο (m)
1		0	80			0,45		1,65		78,35
2	250	250	75	0,02	0,02	0,45	1,65	1,7	73,35	73,3
3	4100	4350	47	0,006829	0,006829	0,5	1,7	1,9	45,3	45,1
4	2500	6850	39	0,0032	0,0032	0,7	1,9	2,7	37,1	36,3
5	650	7500	39	0	0,00014	1,5	2,791		36,209	





ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

*Συμπληρωματικοί υπολογισμοί*

# Εναλλακτικές λύσεις κλίσεων



# Εναλλακτικές λύσεις κλίσεων (1/4)

- Παρακάτω διερευνάται η περίπτωση να αυξηθεί η κλίση του τμήματος του αγωγού ανάμεσα στα φρεάτια 4-5 ( $J=0,14\%$ ) προκειμένου να βελτιωθούν οι συνθήκες ροής και ταυτόχρονα να ελαττωθεί η διατομή του ( $\Phi 150\text{cm}$ ).
- Για  $\Phi 150\text{cm} \rightarrow Q_0=836 \text{ lt/sec} \ \& \ V_0=0,47\text{m/sec}$





# Εναλλακτικές λύσεις κλίσεων (2/4)

- Η διαφορά βάθους πυθμένα δίνεται από τη σχέση:  $t_D - t_d = (J_D - J_d)L + (D - d)$
- Όπου

## Εναλλακτικές λύσεις κλίσεων (1/..)

- $t_d$  = το βάθος εκσκαφής για την υπολογισμένη διάμετρο.
- $t_d$  = το βάθος εκσκαφής για την νέα διάμετρο (μικρότερη).
- $J_D, J_d$  = οι κλίσεις του αγωγού για τις αντίστοιχες διαμέτρους.
- $L$  = το μήκος του αγωγού.
- $D, d$  = οι διάμετροι (παλιά και νέα).



# Εναλλακτικές λύσεις κλίσεων (3/4)

- $J = 0,30\text{‰} \rightarrow \Phi 130 \text{ cm}$

- Διαφορά βάθους πυθμένα στο Φρ.5:

$$t_{150} - t_{130} = (0,00014 - 0,00030)65000 + 150 - 130 = 9,6 \text{ cm}$$

- $J = 0,46\text{‰} \rightarrow \Phi 120 \text{ cm}$

- Διαφορά βάθους πυθμένα στο Φρ.5:

$$t_{150} - t_{120} = (0,00014 - 0,00046)65000 + 150 - 120 = 9,2 \text{ cm}$$

- $J = 1,12\text{‰} \rightarrow \Phi 100 \text{ cm}$

- Διαφορά βάθους πυθμένα στο Φρ.5:

$$t_{150} - t_{100} = (0,00014 - 0,00112)65000 + 150 - 100 = -13,7 \text{ cm}$$



# Εναλλακτικές λύσεις κλίσεων (4/4)

- $J = 2,00\text{‰} \rightarrow \Phi 90 \text{ cm}$

- Διαφορά βάθους πυθμένα στο Φρ.5:

$$t_{150} - t_{90} = (0,00014 - 0,002)65000 + 150 - 90 = -60,9 \text{ cm}$$

- Από τις παραπάνω δοκιμές είναι προφανές ότι η μείωση της διατομής δεν προκαλεί ουσιαστική αύξηση του βάθους της ανώτατης στάθμης στον θάλαμο αναρρόφησης του αντλιοστασίου. Συνεπώς εκλέγεται διότι ελαττώνει τις δαπάνες κατασκευής.



# Προσέγγιση καλύτερης διατομής/κλίσης αγωγού (4-5)

Κλίση αγωγού $J_{αγ}$	Διατομή αγωγού $D$ (m)	Παροχή πλήρωσης $Q_0$	Ταχύτητα πλήρωσης $V_0$	Νέα διατομή $D$ (m)
0,00014	1,5	0,836	0,47	1,5
0,00030		0,836	0,47	1,3
0,00046		0,836	0,47	1,2
0,00112		0,836	0,47	1,0
0,00200		0,836	0,47	0,9

$$Q_0 = \frac{\pi \cdot D^{8/3} \cdot S^{1/2}}{4^{5/3} \cdot n_0}$$

$$V_0 = \frac{1}{n_0} \left( \frac{D}{4} \right)^{2/3} S^{1/2}$$

$$D = \left( \frac{4^{5/3} \cdot n_0 \cdot Q_0}{\pi \cdot S^{1/2}} \right)^{3/8}$$



# Βάθη εκσκαφής κεντρικού αγωγού αποχέτευσης για διαφορετικές διατομές στο τμήμα 4-5

ΣL (m)	H (m)	Ηεκσ1,5 (m)	Ηεκσ1,3 (m)	Ηεκσ1,2 (m)	Ηεκσ1,0 (m)	Ηεκσ0,9 (m)
0	80	78,35	78,35	78,35	78,35	78,35
250	75	73,35	73,35	73,35	73,35	73,35
250	75	73,3	73,3	73,3	73,3	73,3
4350	47	45,3	45,3	45,3	45,3	45,3
4350	47	45,1	45,1	45,1	45,1	45,1
6850	39	37,1	37,1	37,1	37,1	37,1
6850	39	36,3	36,3	36,3	36,3	36,3
7500	<b>39</b>	<b>36,209</b>	<b>36,305</b>	<b>36,301</b>	<b>36,072</b>	<b>35,6</b>

$$t_{\text{εκσ}} < 6,5 \text{ m}$$



# Συμπέρασμα

- Από τις παραπάνω δοκιμές είναι προφανές ότι η μείωση της διατομής, με ταυτόχρονη αύξηση της κλίσης, δεν προκαλεί αύξηση του βάθους εκσκαφής.
- Συνεπώς εκλέγεται η διατομή  **$\Phi 100$  cm** ως βέλτιστη, διότι ελαττώνει τις δαπάνες κατασκευής.



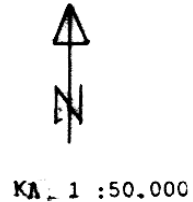
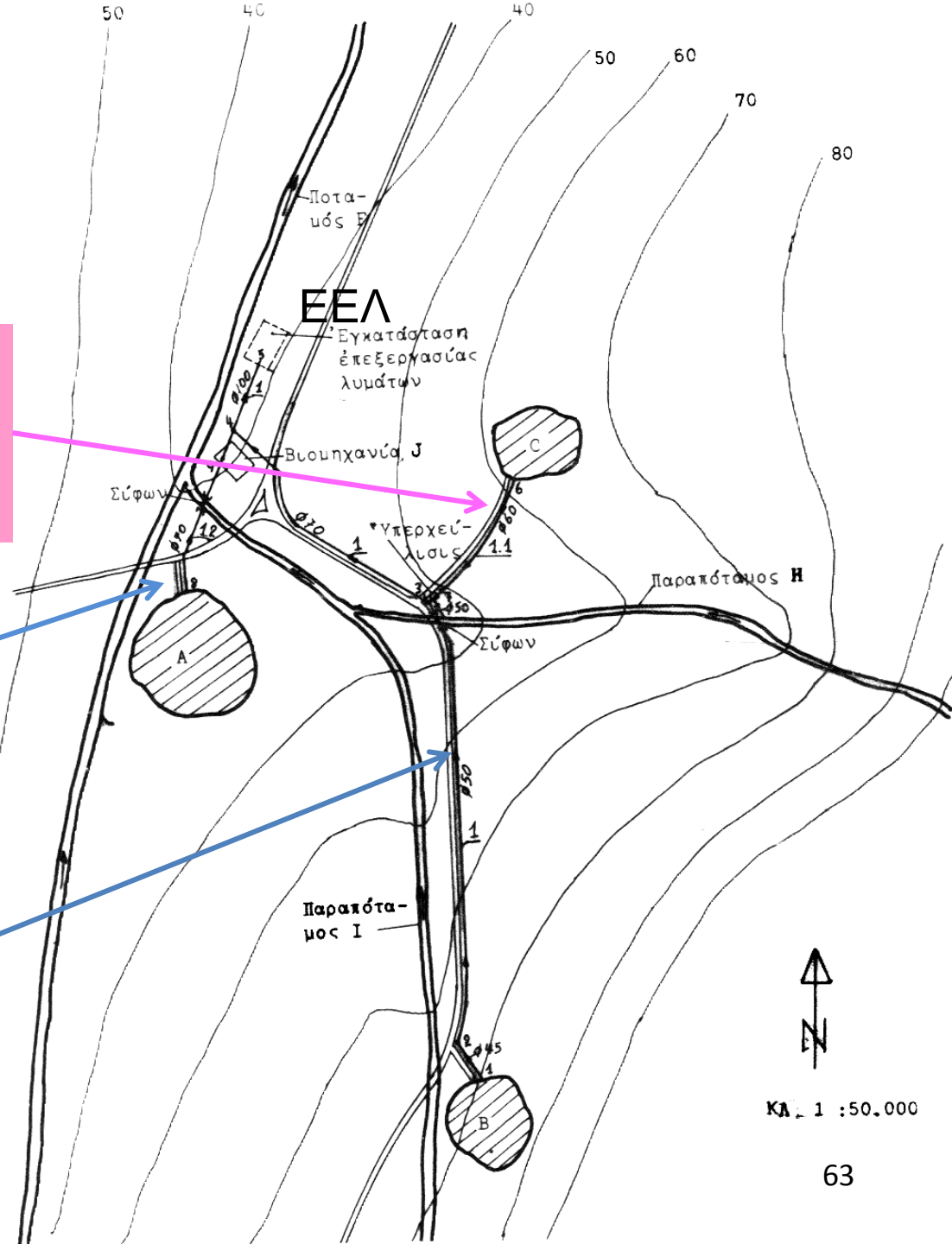
# Οριζοντιογραφία των αγωγών μεταφοράς

(παράλληλα στις οδούς)

C-ΕΕΛ: Αγωγός 1.1  
Φρ. 6,7,3  
Φ60, Φ45/Φ60 (ομβ.)

A-ΕΕΛ: Αγωγός 1.2  
Φρ. 8,9,4  
Φ70

B-ΕΕΛ: Αγωγός 1  
Φρ. 1,2,3,4,5  
Φ45, Φ50, Φ70, Φ100



# Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

- Χατζηαγγέλου Η. 2002, *Υδραυλικά Έργα. Αποχετεύσεις, ΑΠΘ.*
- Τσακίρης Γ. 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. ΑΣΚΗΣΗ 3.  
Σχεδιασμός και υπολογισμός έργων αποχέτευσης συνδέσμου οικισμών».  
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.

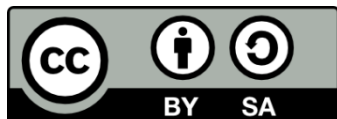
[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>





# Τέλος ενότητας

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



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ  
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ  
*επένδυση στην κοινωνία της γνώσης*  
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.

