



Τεχνική Περιβάλλοντος

Ενότητα 4: Καθίζηση λυμάτων

Αντιγόνη Ζαφειράκου
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 τη 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.



Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Τεχνολογία Επεξεργασίας Λυμάτων

- Α' ΜΕΡΟΣ (Γενικά)

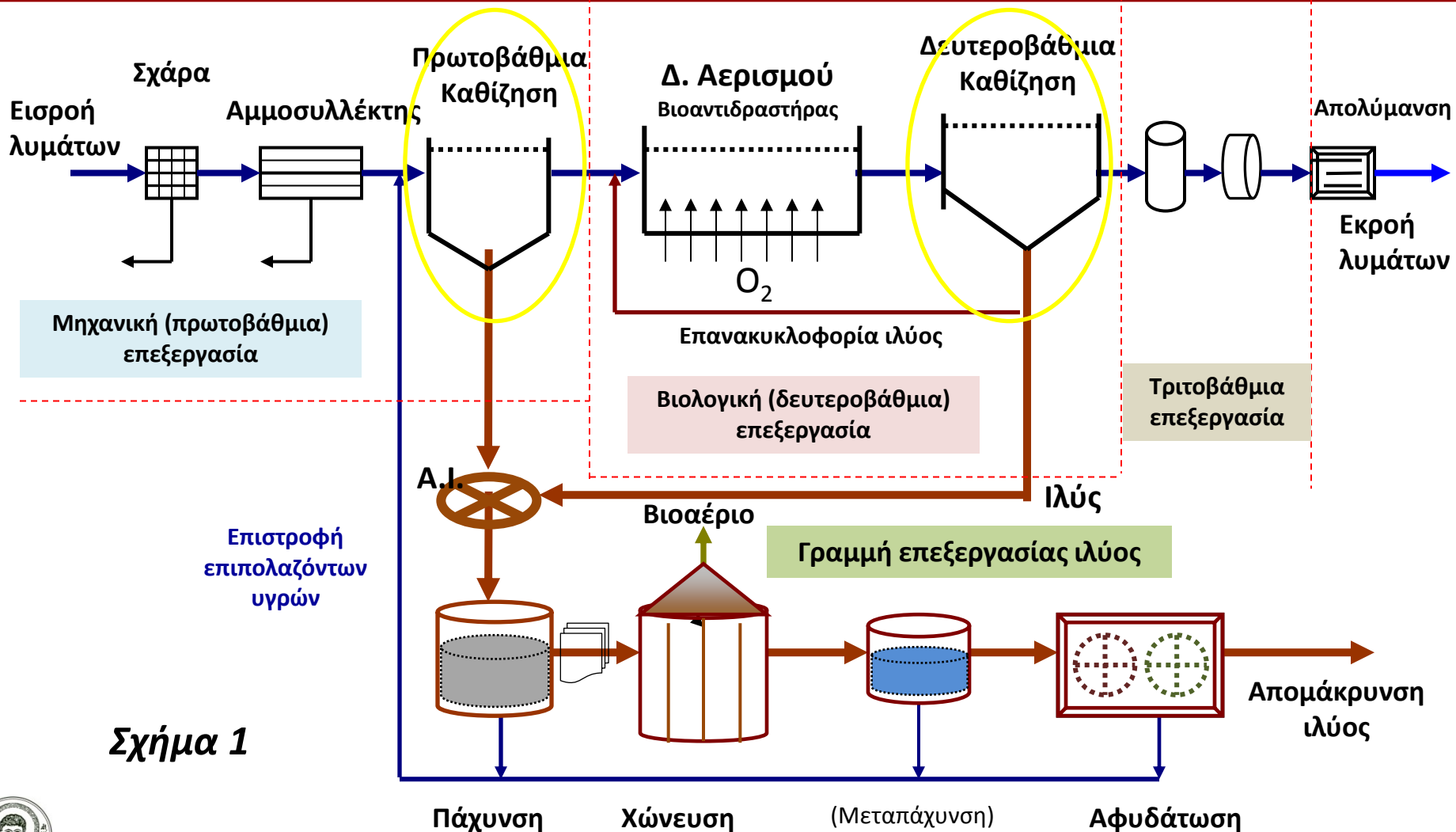
- Συστήματα επεξεργασίας λυμάτων
- Διαγράμματα ροής εγκαταστάσεων επεξεργασίας λυμάτων
- Τεχνικά έργα επεξεργασίας λυμάτων και πόσιμου νερού

- Β' ΜΕΡΟΣ (Ειδικά)

- Εσχάρωση λυμάτων
- Αμμοσυλλογή λυμάτων
- **Καθίζηση λυμάτων**
- Αερισμός λυμάτων
- Διυλιστήρια λυμάτων
- Απονιτροποίηση
- Αποφωσφάτωση
- Χημική επεξεργασία λυμάτων
- Απολύμανση λυμάτων
- Επεξεργασία βοθρολυμάτων



Τυπικό διάγραμμα ροής Ε.Ε.Λ. με τη μέθοδο της ενεργού ιλύος



Σχήμα 1



Δεξαμενές καθίζησης

- 1. Δεξαμενή πρωτοβάθμιας καθίζησης**
 - Απομάκρυνση των καθιζανόντων ανόργανων στερεών
 - Μερική απομάκρυνση των οργανικών στερεών
- 2. Δεξαμενή δευτεροβάθμιας καθίζησης**
 - Απομάκρυνση της ενεργού ιλύος μετά τη βιολογική επεξεργασία
- 3. Δεξαμενή καθίζησης μετά από τριτοβάθμια επεξεργασία**
 - Απομάκρυνση της χημικής ιλύος για απομάκρυνση του φωσφόρου
- 4. Δεξαμενή καθίζησης / συμπύκνωσης ιλύος**



Πρωτοβάθμια επεξεργασία

- Η Πρωτοβάθμια Καθίζηση περιλαμβάνει δεξαμενές καθίζησης (συνήθως κυκλικής διατομής) που συχνά αναφέρονται εν συντομία ΔΠΚ (Δεξαμενές Πρωτοβάθμιας Καθίζησης) και έχει ως σκοπό να απομακρύνει τα αιωρούμενα οργανικά και ανόργανα στερεά (10^{-1} έως 10^{-2} mm), ώστε να μειωθεί το ρυπαντικό φορτίο που προορίζεται για τα επόμενα στάδια επεξεργασίας.
- Η πρωτοβάθμια καθίζηση αφαιρεί τα καθιζάνοντα στερεά υπό μορφή Πρωτοβάθμιας Ιλύος (Λάσπης) και το υπερκείμενο υγρό αποτελεί την πρωτοβάθμια επεξεργασμένη εκροή, που είναι διαθέσιμη προς περαιτέρω επεξεργασία.



Δευτεροβάθμια επεξεργασία

- Στο δεύτερο στάδιο καθαρισμού **αφαιρούνται βιολογικά απόβλητα**, όπως τα ανθρώπινα απόβλητα, οι σάπωνες και τα απορρυπαντικά.
- Η πλειονότητα των βιολογικών εγκαταστάσεων χρησιμοποιεί **αερόβια αποικοδόμηση**. Για να είναι αποτελεσματική η μέθοδος, οι οργανισμοί που θα εκτελέσουν την αποικοδόμηση απαιτούν **οξυγόνο** και ένα υπόστρωμα για να ζήσουν.



Βαθμός απόδοσης δεξαμενών καθίζησης

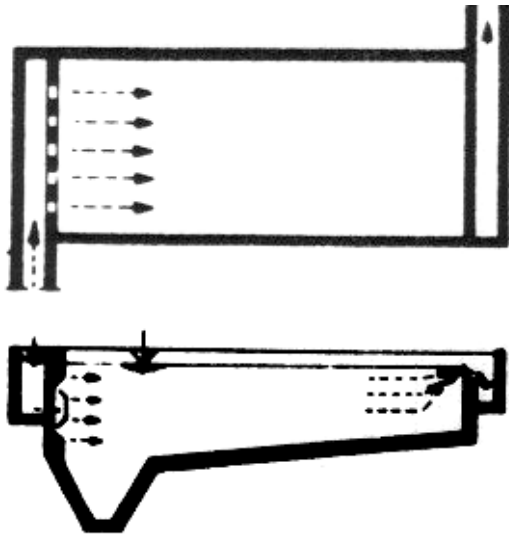
Πίνακας 1

Επεξεργασία	Περιεκτικότητα σε καθιζάνουσα ιλύ
Μηχανική	0,3 cm ³ /lt
Βιολογική (δεξαμενές αερισμού)	< 0,5 cm ³ /lt
Βιολογική (χαλικοδιωλιστήρια)	0,5 cm ³ /lt
Χημική και βιολογική	5-50 mg/lt

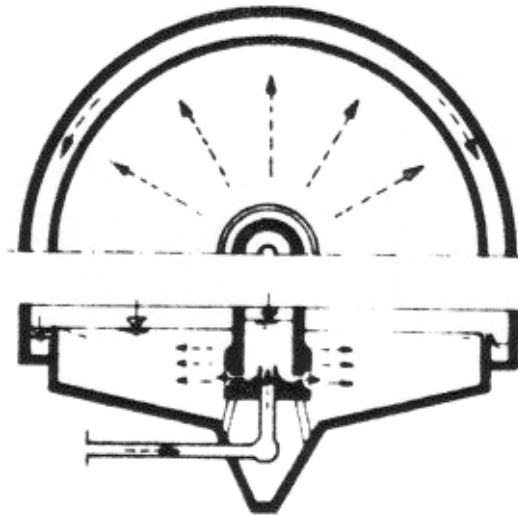


Τύποι δεξαμενών καθίζησης

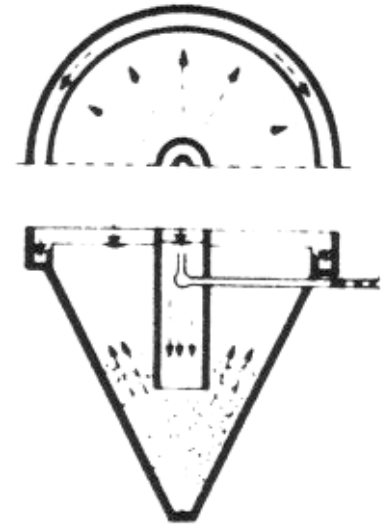
1. Ορθογώνιες



2. Κυκλικές



3. Χωνοειδείς



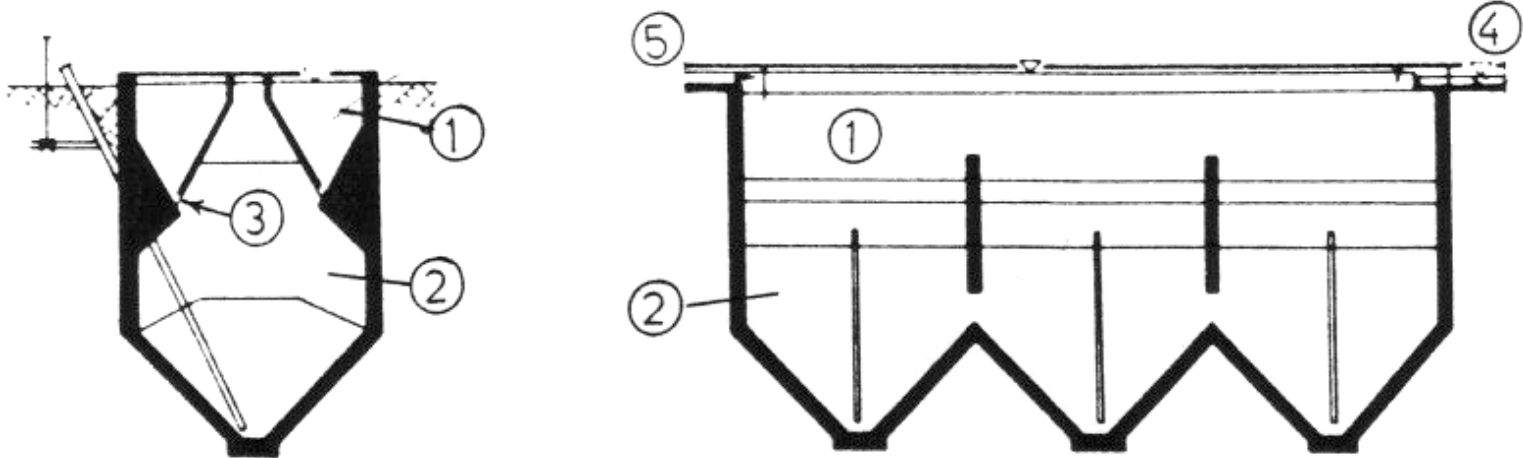
Σχήμα 2

Πηγή: Η. Χατζηαγγέλου, 2002



Δεξαμενή Emscher

Παραλλαγή ορθογώνιας δεξαμενής με 2 θαλάμους καθίζησης, κάτω από τους οποίους κατασκευάζεται ένας θάλαμος σήψης της ιλύος.



Σχήμα 3

1. Θάλαμος καθίζησης 2. Θάλαμος σήψης 3. Σχισμές επικοινωνίας 4. Εισροή 5. Εκροή

Πηγή: Η. Χατζηαγγέλου, 2002

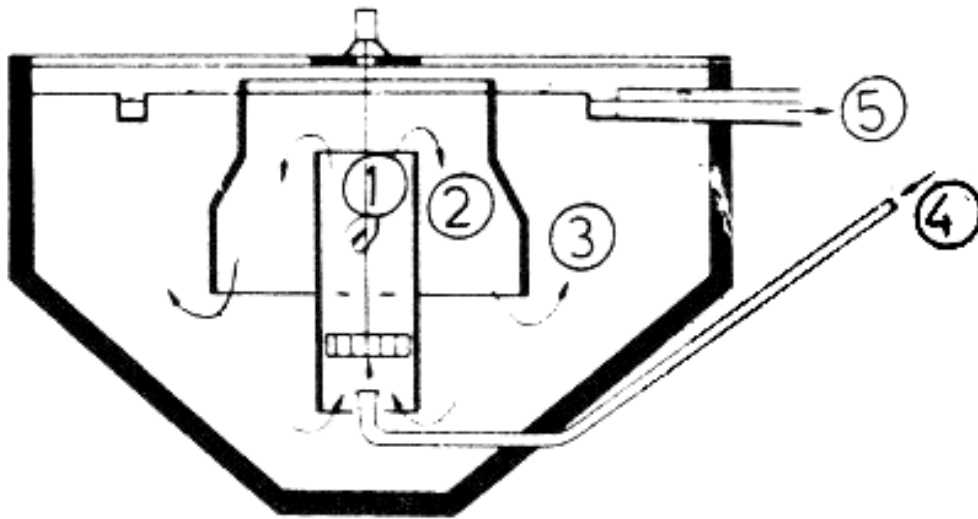


Δεξαμενές με χώρο ανάμιξης και θρόμβωσης

- Χρησιμοποιούνται όταν γίνεται ταυτόχρονα και **χημική επεξεργασία** των λυμάτων με τη χρησιμοποίηση θρομβωτικών αντιδραστηρίων.
- Τα αντιδραστήρια αυτά έλκουν σωματίδια φορτισμένα με αντίθετο ηλεκτρικό φορτίο, κι έτσι σχηματίζονται **θρόμβοι**, οι οποίοι καθιζάνουν ευκολότερα, λόγω του μεγέθους τους.



Δεξαμενές με χώρο ανάμιξης και θρόμβωσης



1. Χώρος ανάμιξης
2. Χώρος θρόμβωσης
3. Χώρος καθίζησης
4. Εισροή
5. Εκροή

Σχήμα 4

Πηγή: Η. Χατζηαγγέλου, 2002



Τα μέρη μιας δεξαμενής καθίζησης

- **Προσαγωγός αγωγός ή διάταξη εισόδου**

Στόχος : ομοιόμορφη κατανομή της παροχής και ομαλή χωρίς στροβιλισμούς ροή

- **Διάταξη απαγωγής των καθαρών**

Στόχος : ομοιόμορφη απομάκρυνση των εξερχόμενων σε όλη την περιφέρεια ή σ' όλη τη διάταξη εξόδου



Τα μέρη μιας δεξαμενής καθίζησης

- **Κώνος συγκέντρωσης ιλύος και ξέστρο ιλύος**

Στόχος : απομάκρυνση ιλύος που καθιζάνει, προς τον κώνο συγκέντρωσης, με τη βοήθεια του ξέστρου

Κίνηση ξέστρου με μικρή ταχύτητα για αποφυγή επαναιώρησης της ιλύος.

- **Σύστημα συλλογής και απομάκρυνσης των επιπλεόντων**



Δεξαμενές καθίζησης

Καλή
λειτουργία

- Εξασφάλιση ηρεμίας ροής
 - Στην είσοδο και την έξοδο των λυμάτων
 - Στην απομάκρυνση της ιλύος

Έργα

- Έργα εξασφάλισης ηρεμίας ροής
 - Εισόδου
 - Εξόδου
 - Σαρωτές ιλύος





ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

Διαμόρφωση αύλακα εισροής

Διατάξεις ηρεμίας

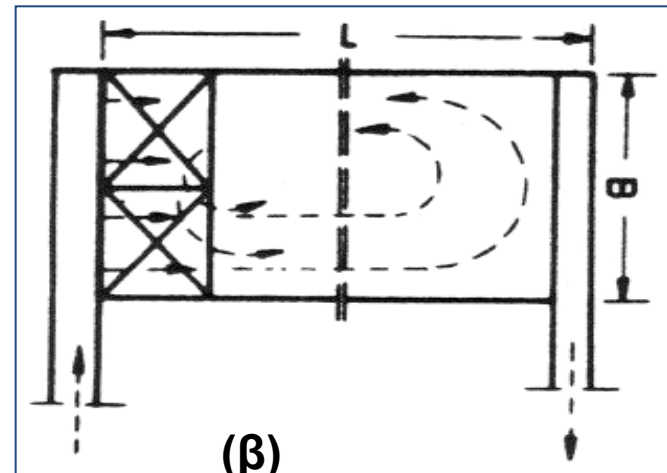
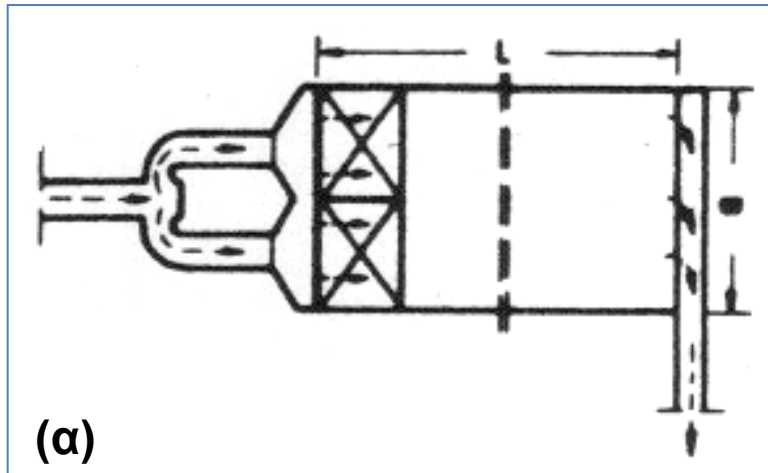
ΕΡΓΑ ΕΙΣΟΔΟΥ

Έργα εισόδου ορθογώνιων δεξαμενών καθίζησης

- **Ομοιόμορφη τροφοδότηση** της δεξαμενής σε όλο το πλάτος (Σχ. 5α)
- Η δημιουργία **δευτερογενών ρευμάτων** μπορεί να αποφευχθεί με την κατασκευή **αύλακα εισροής** μεγάλων διαστάσεων (Σχ. 5β)



Έργα εισόδου ορθογώνιων δεξαμενών καθίζησης



Σχήμα 5

(α)

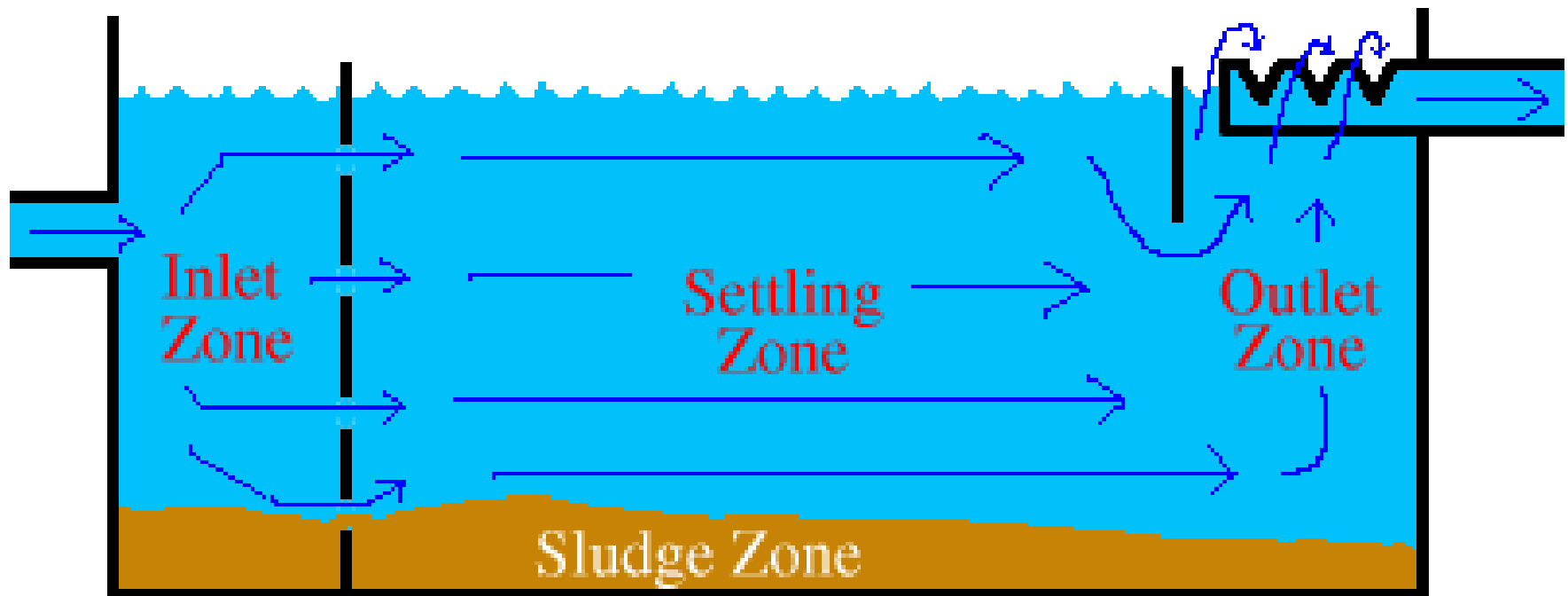
(β)

Πηγή: Η. Χατζηαγγέλου, 2002

Σύνδεση των ορθογώνιων δεξαμενών στο δίκτυο ροής των εγκαταστάσεων επεξεργασίας λυμάτων



Κίνηση νερού σε ορθογωνική δεξαμενή καθίζησης



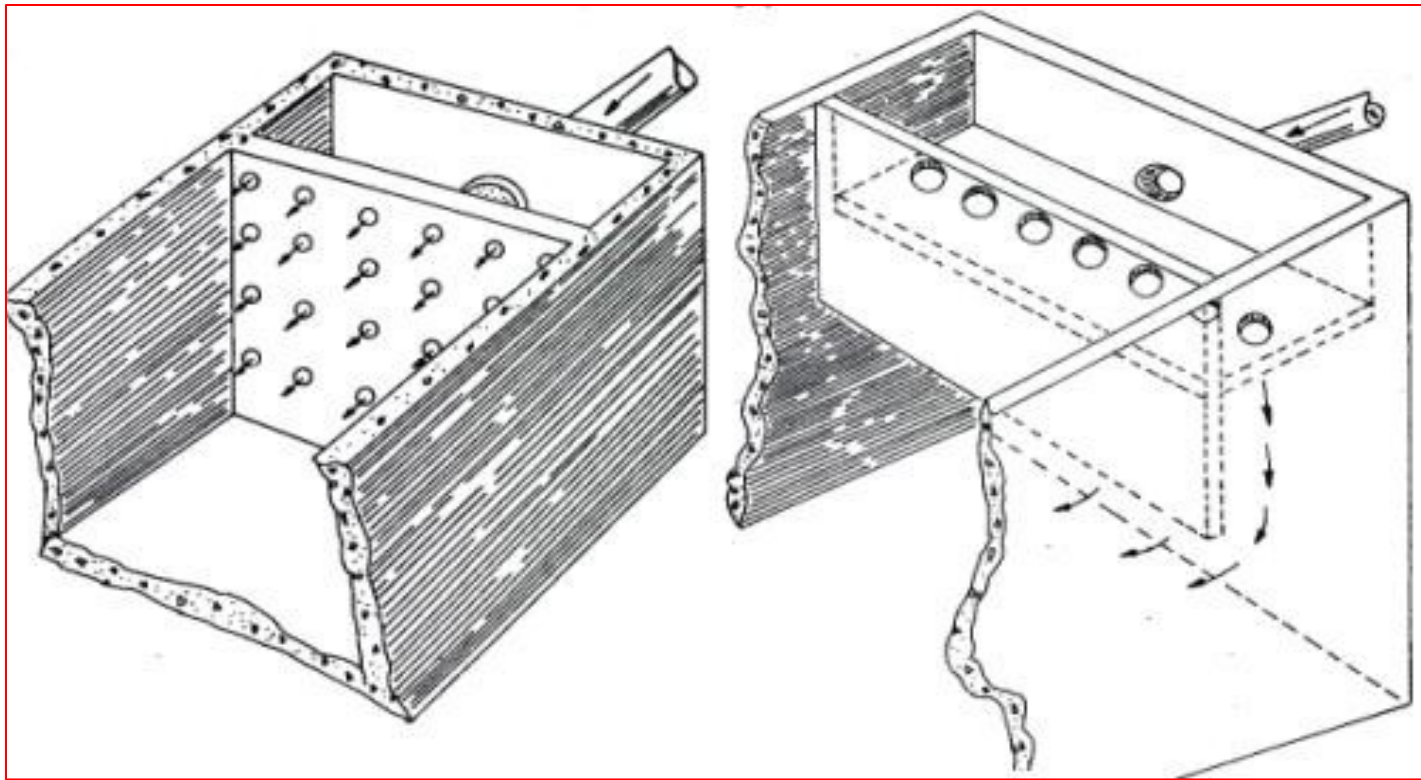
Πηγή: http://water.me.vccs.edu/courses/env110/Lesson5_print.htm

Σχήμα 6



Σκαρίφημα έργων εισόδου λυμάτων σε δεξαμενή καθίζησης

(Ομοιόμορφη κατανομή της παροχής και ομαλή χωρίς
στροβιλισμούς ροή)



Σχήμα 7

Πηγή:

<http://water.me.vccs.edu/concepts/sedzones.html>

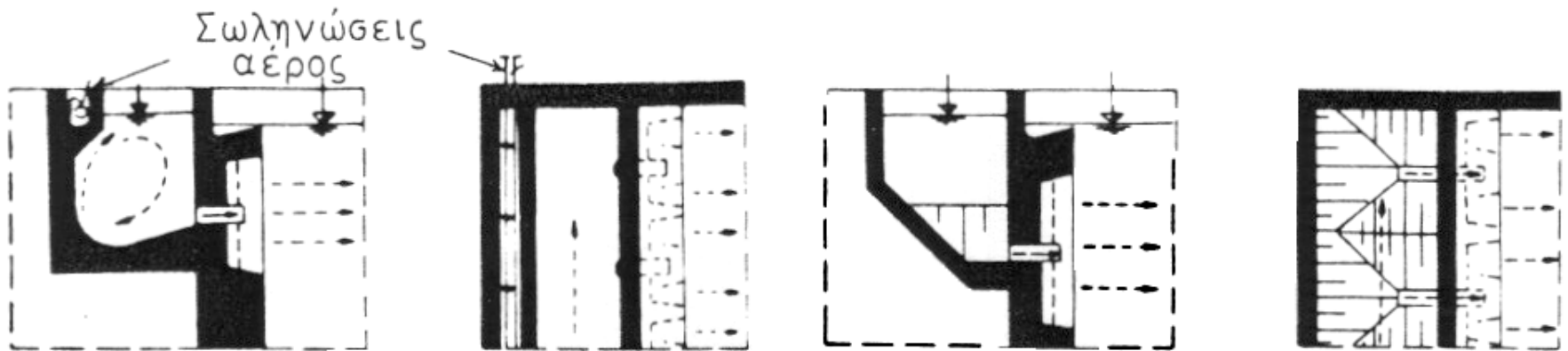


Διαμόρφωση της αύλακας εισροής

- Η κατακάθιση φερτών υλών μπορεί να αποφευχθεί με
 - (α) Τεχνητή ανάδευση (εμφύσηση φουσαλίδων αέρα) (Σχ. 8α)
 - (β) Διαμόρφωση του πυθμένα της αύλακας, ώστε η ιλύς να συμπαρασύρεται με εισρέοντα λύματα μέσα στην δεξαμενή καθίζησης (Σχ. 8β)



Διαμόρφωση της αύλακας εισροής



(α) Τεχνητή ανάδευση

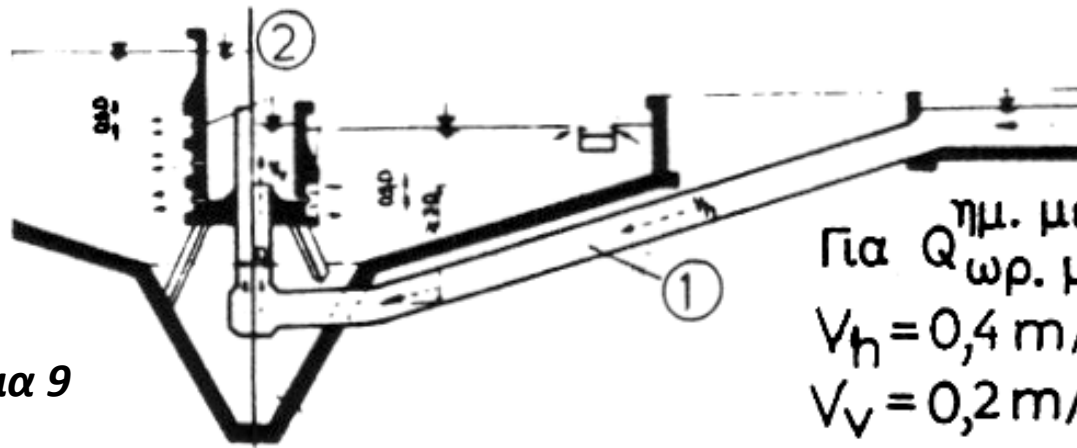
(β) Διαμόρφωση του πυθμένα της αύλακας

Σχήμα 8

Πηγή: Η. Χατζηαγγέλου, 2002



Έργα εισόδου σε κυκλικές δεξαμενές



Σχήμα 9

- ① Προσαγωγός
- ② Θάλαμος ηρεμίας

Για Q ημ. μεγ.
ωρ. μεσ.
 $V_h = 0,4 \text{ m/s}$
 $V_v = 0,2 \text{ m/s}$

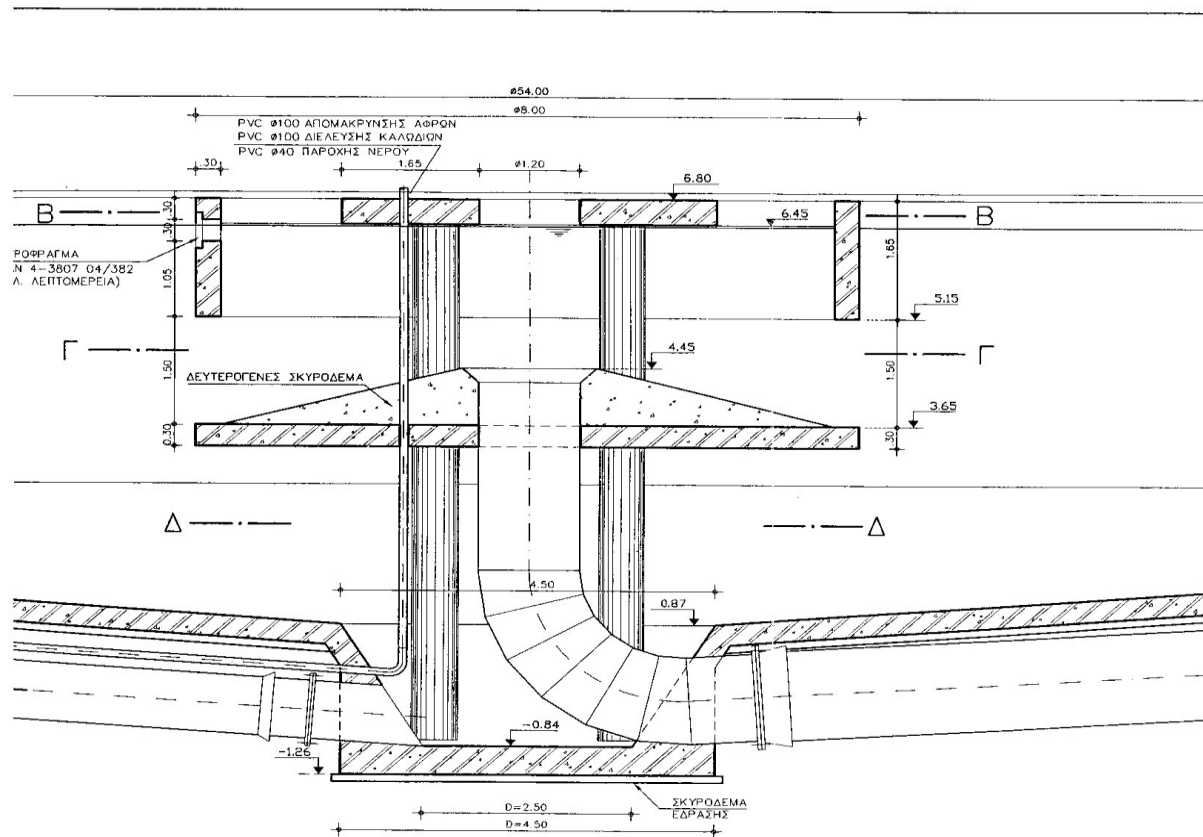
Πηγή: Η. Χατζηαγγέλου, 2002

- Ο θάλαμος ηρεμίας, στον οποίο καταλήγει ο προσαγωγός σωλήνας, λειτουργεί σαν σίφωνα
- Η σχέση των διαμέτρων τους πρέπει να είναι

$$D_2 > 3 d_1$$



Λεπτομέρεια εισόδου σε δεξαμενή κυκλικής καθίζησης



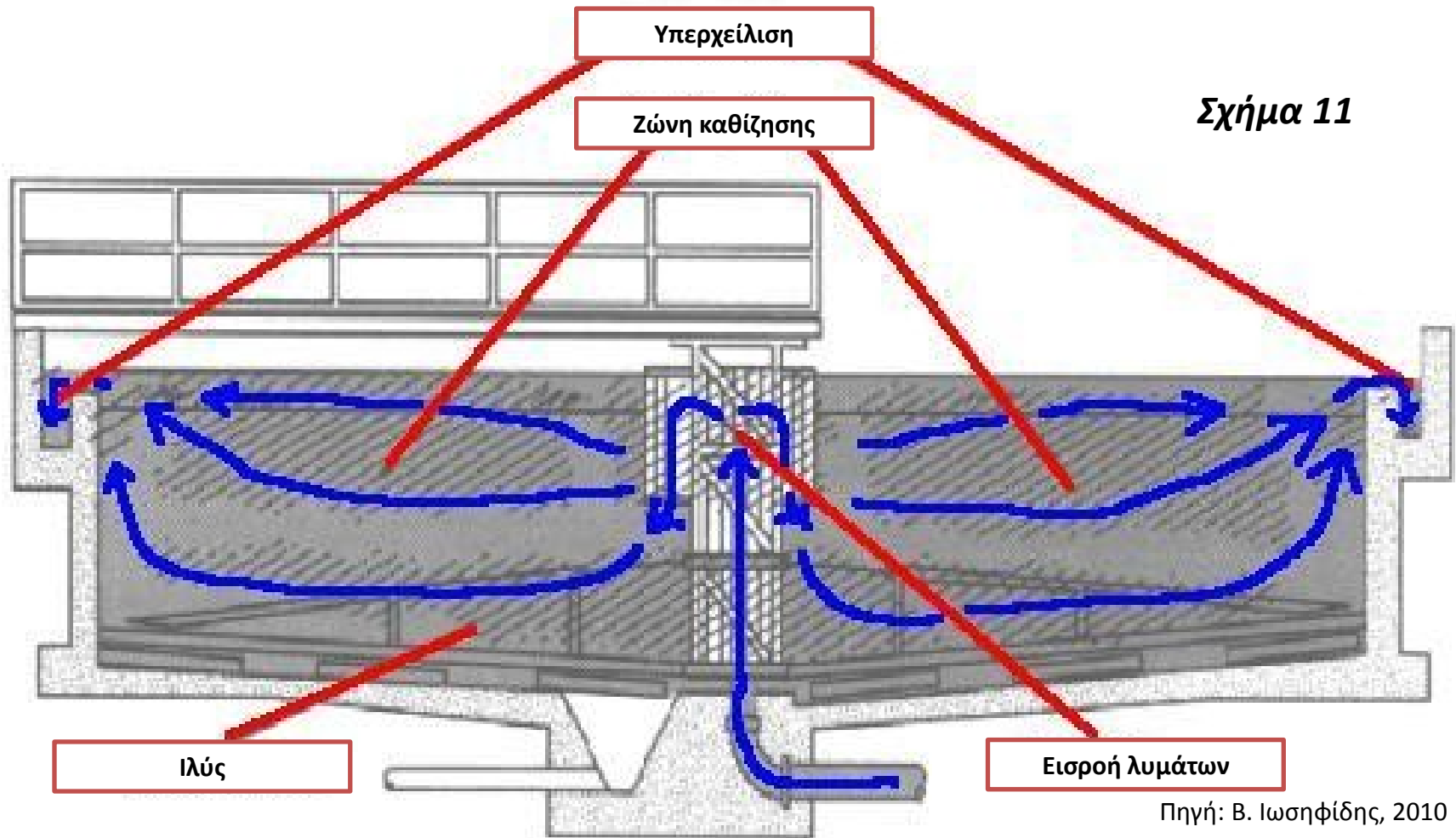
ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΗ ΤΟΜΗ

ΚΛ. 1: 50

Πηγή: Β. Ιωσηφίδης, 2010



Κίνηση νερού σε κυκλική δεξαμενή καθίζησης



Σχήμα 11

Πηγή: Β. Ιωσηφίδης, 2010

Λεπτομέρεια εισόδου τύπου Coanda



Πηγή: Β. Ιωσηφίδης, 2010



Κυκλική δεξαμενή καθίζησης (κατασκευή)



Πηγή: Β. Ιωσηφίδης, 2010



Κυκλική δεξαμενή καθίζησης (στάδιο κατασκευής)



Πηγή: Β. Ιωσηφίδης, 2010



Κυκλική δεξαμενή καθίζησης (στάδιο κατασκευής)



Πηγή: Β. Ιωσηφίδης, 2010



Κυκλική δεξαμενή καθίζησης (κατασκευή)



Πηγή: Β. Ιωσηφίδης, 2010



Κατασκευή Δεξαμενής Δευτεροβάθμιας Καθίζησης



Πηγή: Β. Ιωσηφίδης, 2010



Κατασκευή Δεξαμενής Δευτεροβάθμιας Καθίζησης



Κατασκευή Δεξαμενής Δευτεροβάθμιας Καθίζησης (κυκλικής)
Λεπτομέρεια του πύργου εισαγωγής λυμάτων

Πηγή: Β. Ιωσηφίδης, 2010



Δεξαμενή δευτεροβάθμιας καθίζησης

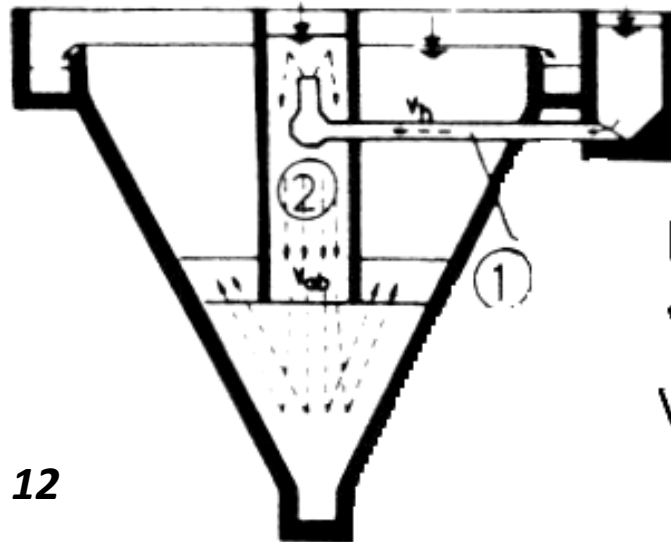


Λεπτομέρεια διάτρητου αγωγού εξόδου καθαρών

Πηγή: Β. Ιωσηφίδης, 2010



Έργο εισόδου σε χωνοειδείς δεξαμενές καθίζησης



- ① Προσαγωγός
- ② Έργο εισόδου

Για Q ημ.μεγ.
ωρ.μεσ.
 $V_{ab} = 0,04 \text{ m/s}$
 $V_h = 0,4 \text{ m/s}$

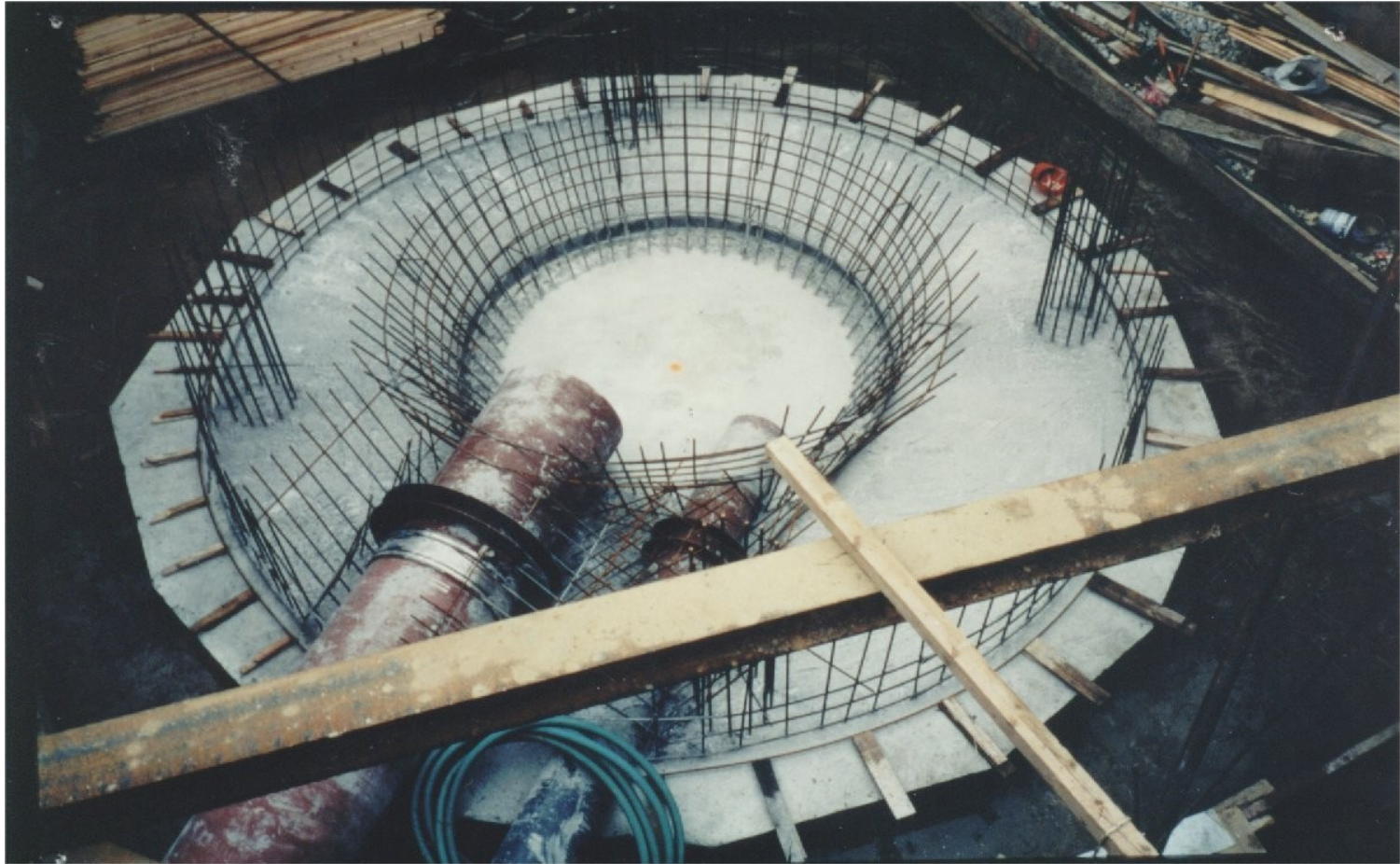
Σχήμα 12

Πηγή: Η. Χατζηαγγέλου, 2002

Η ταχύτητα ροής **προς τα κάτω** μέσα στον κυλινδρικό θάλαμο εισόδου $V_{db} < 0,04 \text{ m/s}$



Κώνος ιλύος δεξαμενής καθίζησης



Πηγή: Β. Ιωσηφίδης, 2010

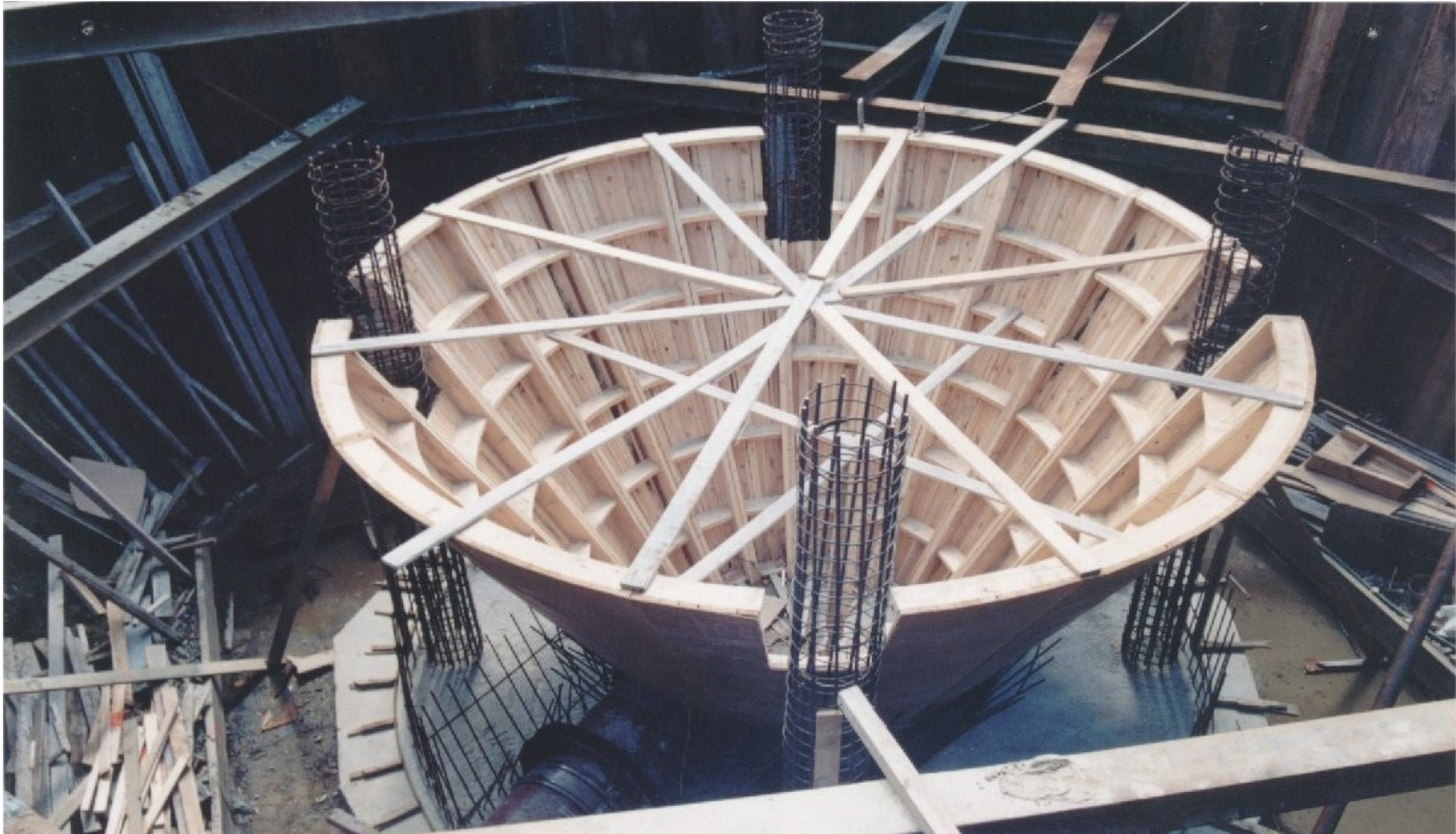
Στην α' φάση κατασκευής

Τεχνική Περιβάλλοντος

Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών



Κώνος ιλύος δεξαμενής καθίζησης



Πηγή: Β. Ιωσηφίδης, 2010

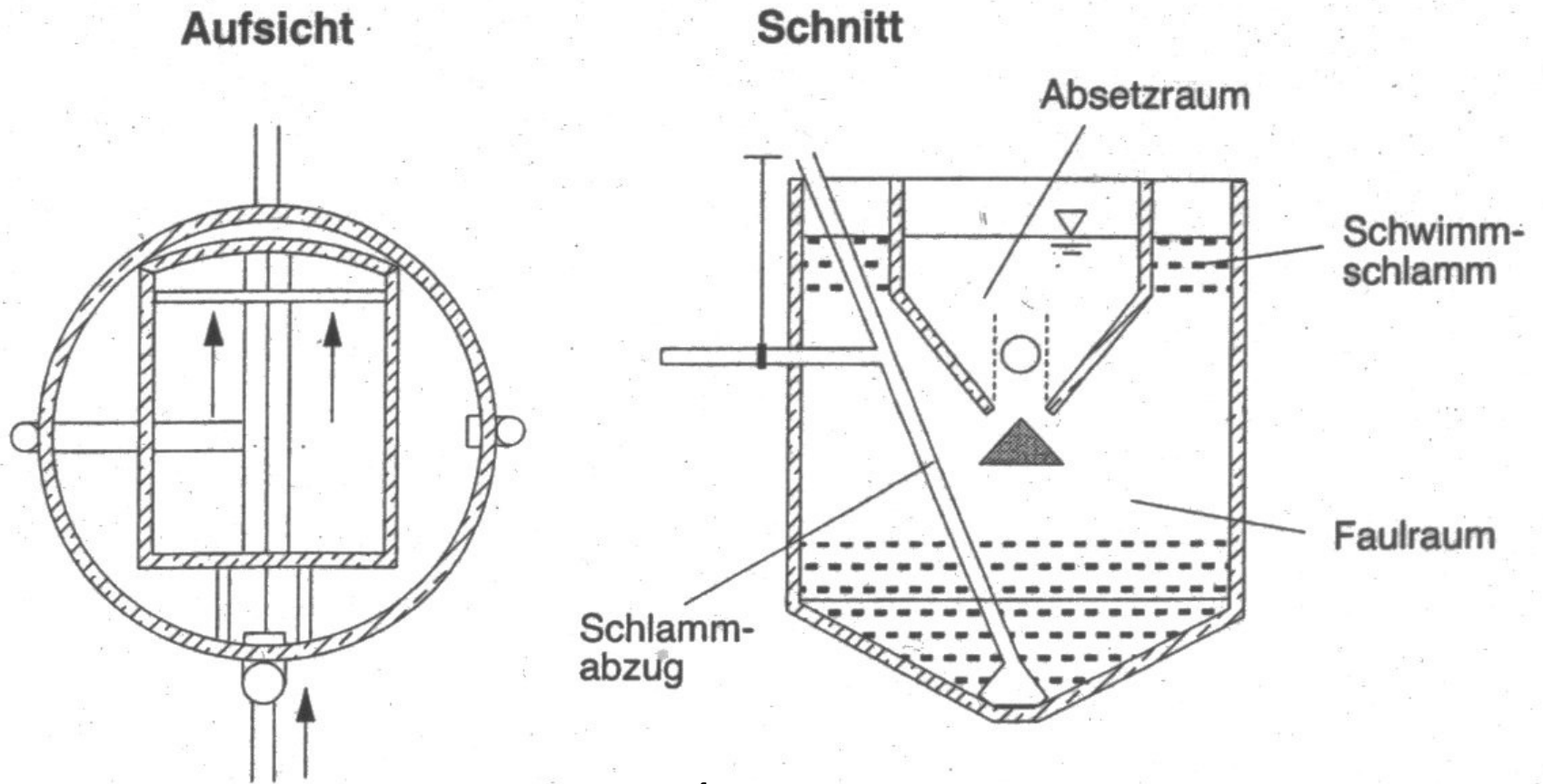
Στη β' φάση κατασκευής

Τεχνική Περιβάλλοντος

Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών



Δεξαμενή Imhoff

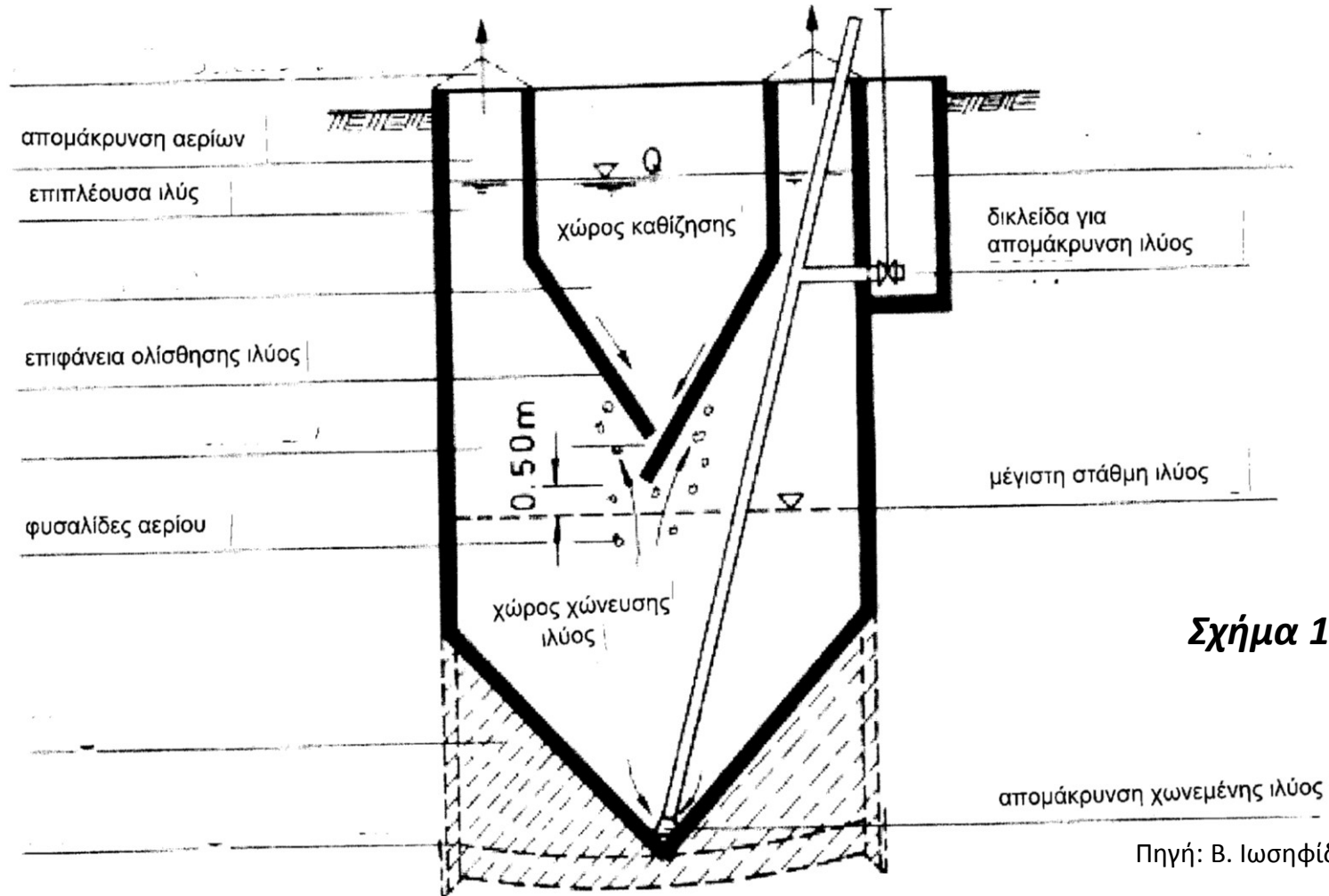


Σχήμα 13

Πηγή: Β. Ιωσηφίδης, 2010



Τομή δεξαμενής Imhoff



Σχήμα 14

Πηγή: Β. Ιωσηφίδης, 2010



Εσωτερικό δεξαμενής Imhoff



Πηγή:

http://athene.geo.univie.ac.at/pucher/gallery/slideshow.php?set_albumName=album65



Διατάξεις ηρεμίας

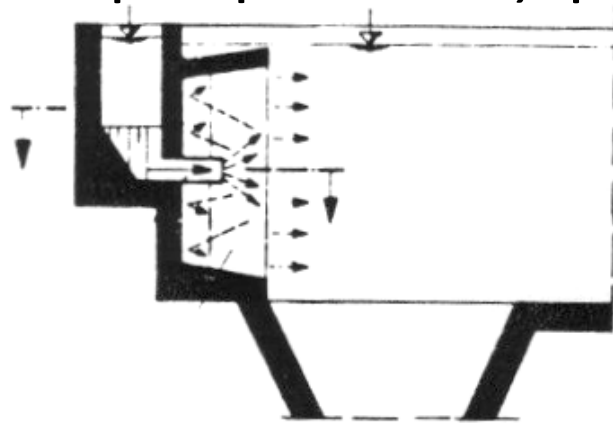
- **Επιδιώκεται**
 - Η **καταστροφή της ενέργειας** των εισερχόμενων λυμάτων στις δεξαμενές
 - Η **ισομερής κατανομή** των λυμάτων σε όλο το πλάτος ή την περίμετρο των δεξαμενών
- Η **διαστασιολόγηση** τους γίνεται βάση εμπειρικών τιμών για κάθε τύπο διάταξης ηρεμίας
 - Τύπου **Στουτγάρδης** (Σχ. 15)
 - Τύπου **Clifford** ($V_h=0,5$ m/s)
 - Τύπου **Geiger** ($V_h=0,4-0,5$ m/s)
 - Τύπου **Stengel** ($V_h=0,15-0,3$ m/s)

$$Q_{\omega\rho\mu\epsilon\sigma}^{\eta\mu\mu\epsilon\gamma} \text{ (}\Xi \text{ [$$

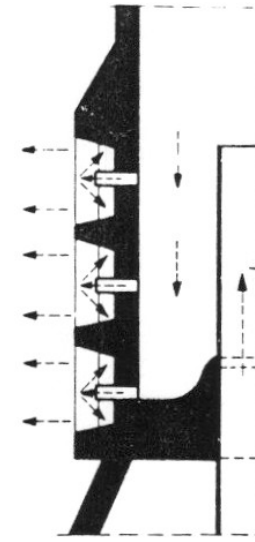
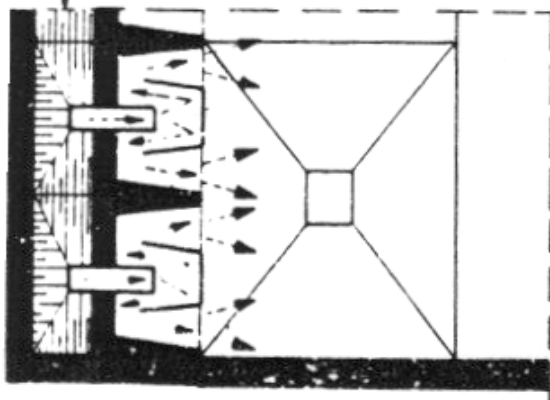


Διάταξη ηρεμίας τύπου Στουτγάρδης

Ορθογώνια δεξαμενή



Εισροή



Κυκλική
δεξαμενή



Σχήμα 15

Πηγή: Η. Χατζηαγγέλου, 2002



Δεξαμενή καθίζησης



Πηγή: Β. Ιωσηφίδης, 2010

Εναλλακτικό σύστημα διανομής εισερχομένων λυμάτων





ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

Υπερχειλιστές
Αύλακες εκροής (απαγωγής)

ΕΡΓΑ ΕΞΟΔΟΥ

Έργα εξόδου

- **Υπερχειλιστές** τοποθετούνται
 - Στο τέλος των **ορθογώνιων** δεξαμενών καθίζησης
 - Στην εξωτερική περιφέρεια των **κυκλικών** δεξαμενών καθίζησης
- **Παροχή εκροής $\leq 35 \text{ m}^3/\text{h}\cdot\text{m}$**
- **Αν παροχή εκροής $> 35 \text{ m}^3/\text{h}\cdot\text{m}$ τοποθετούνται**
 - Υπερχειλιστές διπλής στέψης
 - Περισσότεροι υπερχειλιστές
- **Απόσταση υπερχειλιστών \geq βάθος δεξαμενών**



Υπερχειλιστές

- ΥΛΙΚΟ: λαμαρίνα
- Στέψη υπερχειλιστών
 - Ευθεία (για μικρού μήκους υπερχειλιστές)
 - Οδοντωτή (πλεονέκτημα: ομοιόμορφη ροή σε όλο το μήκος του υπερχειλιστή)

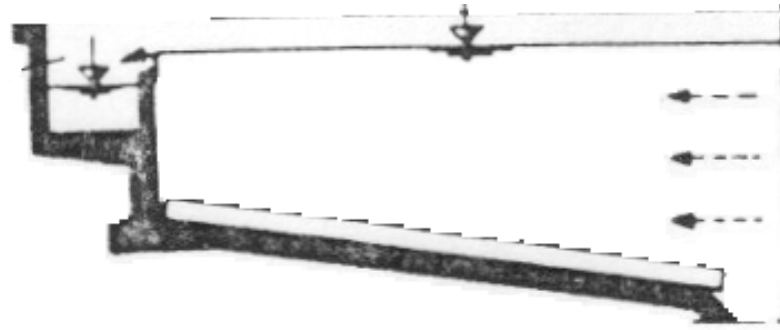


Υπερχειλιστές

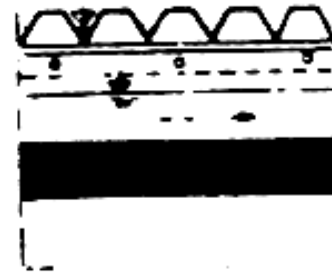
Σχήμα 16
Μετωπικοί
υπερχειλιστές
(ευθείας ή
οδοντωτής στέψης)
σε δεξαμενές
καθίζησης



Υπερχειλιστής ευθείας
στέψης



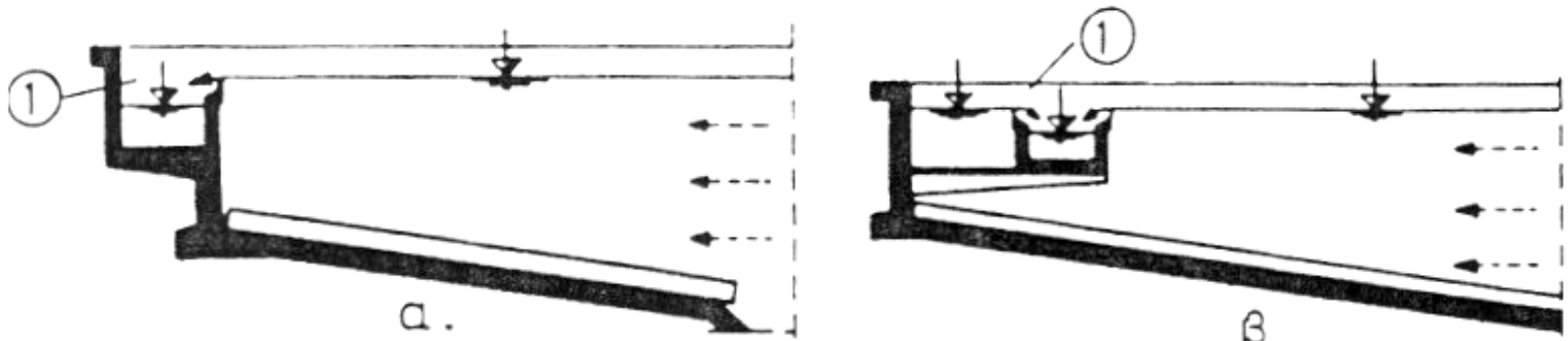
Πηγή: Η. Χατζηαγγέλου, 2002



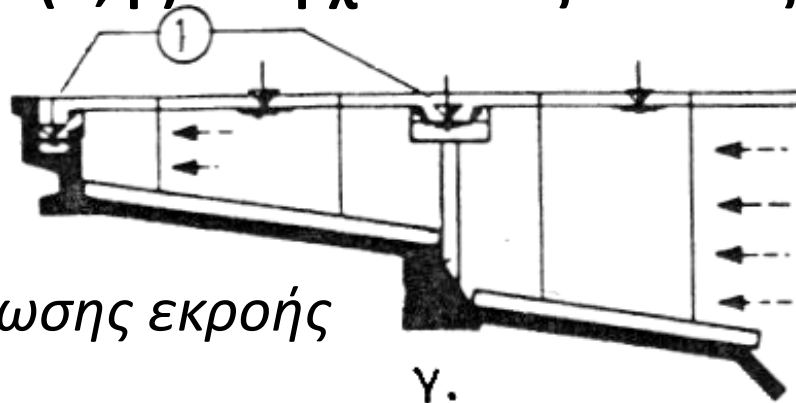
Σχήμα 17 Οδοντωτός
υπερχειλιστής από λαμαρίνα



Υπερχειλιστές εκροής δεξαμενών καθίζησης



Σχήμα 18 (α, β) Υπερχειλιστές ευθείας στέψης



(1) Αύλακας συγκέντρωσης εκροής

Σχήμα 19 (γ) Υπερχειλιστής οδοντωτής στέψης

Πηγή: Η. Χατζηαγγέλου, 2002



Διάταξη υπερχείλισης καθαρών σε κυκλική δεξαμενή καθίζησης



Πηγή:

<http://www.envirotect.us/Technologies/>



Δεξαμενή Δευτεροβάθμιας Καθίζησης



Πηγή: Β. Ιωσηφίδης, 2010

Δεξαμενή Δευτεροβάθμιας Καθίζησης (κυκλική)
Λεπτομέρεια απαγωγής καθαρών



Δεξαμενή Δευτεροβάθμιας Καθίζησης



Πηγή: Β. Ιωσηφίδης, 2010

Δεξαμενή Δευτεροβάθμιας Καθίζησης Λεπτομέρεια εξόδου καθαρών



Ορθογωνική δεξαμενή καθίζησης



Πηγή:

http://www.alliancece.com/services/water_wastewater.php



Ορθογωνική Δεξαμενή Δευτεροβάθμιας Καθίζησης



Πηγή: Β. Ιωσηφίδης, 2010

Λεπτομέρεια υπερχείλισης καθαρών



Αύλακας εκροής

- Η ελεύθερη στάθμη του αύλακα εκροής πρέπει να βρίσκεται ορισμένα εκατοστά **χαμηλότερα** από την στέψη του υπερχειλιστή
 - Για να μην επηρεάζεται η ελεύθερη στάθμη μέσα στις δεξαμενές από τα κατάντη έργα
 - Για να παρέχεται ασφάλεια έναντι διαφορικών καθιζήσεων (θεμελίωση σε άσχημο έδαφος) μεταξύ των διάφορων δεξαμενών
- Στις **κυκλικές** δεξαμενές ο αύλακας εκροής κατασκευάζεται **χωρίς κλίση πυθμένα** (βλ. διαστασιολόγηση)



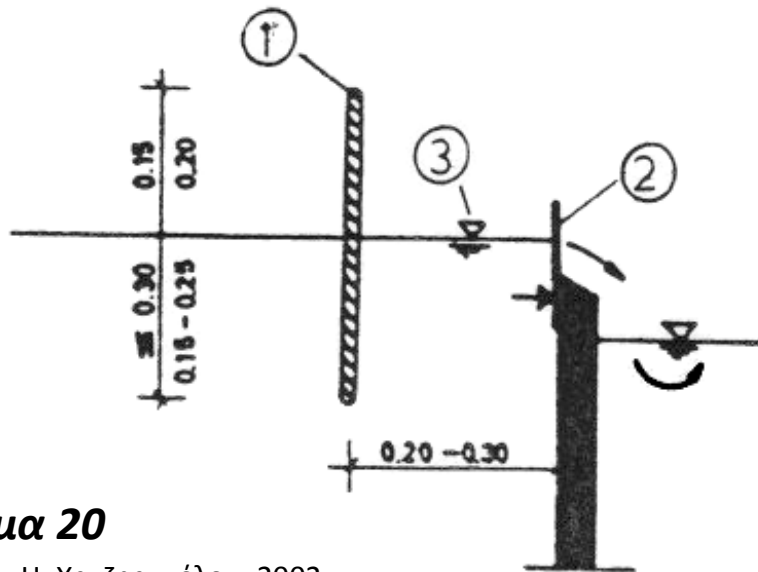
Επιπλέουσα ιλύς

- Στην επιφάνεια των δεξαμενών καθίζησης συγκεντρώνεται η **επιπλέουσα ιλύς**, η οποία αποτελείται από ουσίες με μικρό ειδικό βάρος.
- Οι ουσίες αυτές ΔΕΝ πρέπει να υπερχειλίσουν και να φτάσουν στις δεξαμενές της βιολογικής επεξεργασίας.



Επιπλέουσα ιλύς

- Για αυτό τοποθετείται στο πάνω μέρος των δεξαμενών και μπροστά από τους υπερχειλιστές ειδικό προστατευτικό τοίχιο.



Σχήμα 20

Πηγή: Η. Χατζηαγγέλου, 2002

- (1) Προστατευτικό τοίχιο
- (2) Στέψη οδοντωτού υπερχειλιστή
- (3) Στάθμη για την ελάχιστη παροχή ξηράς περιόδου



Κόφτης επιπλεόντων



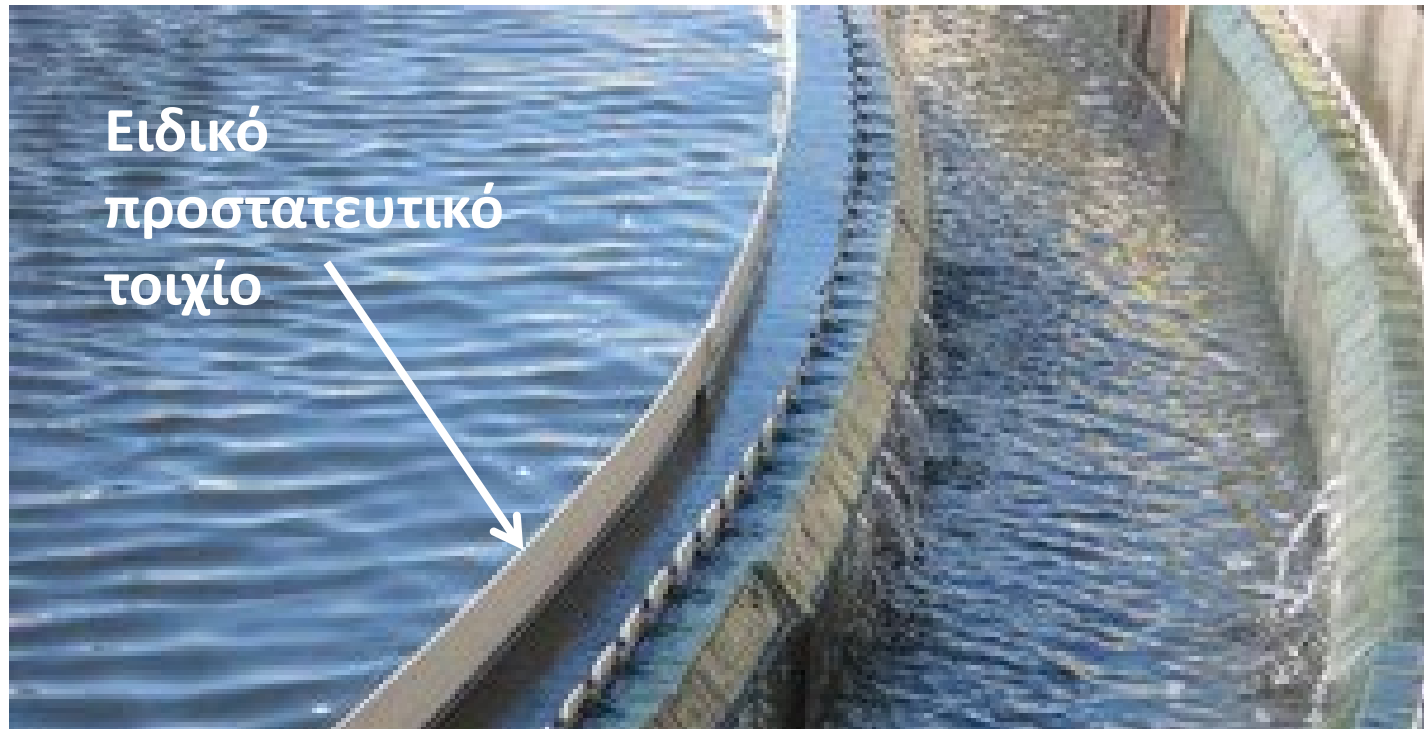
Ειδικό
προστατευτικό
τοιχίο

Κόφτης επιπλεόντων για προστασία της εκροής από τη δεξαμενή καθίζησης

Πηγή: Β. Ιωσηφίδης, 2010



Διάταξη υπερχειλίσσης



Πηγή:
<http://www.environmentaltechnology.com/Technologies/>

Διάταξη υπερχειλίσσης καθαρών σε κυκλική δεξαμενή καθίζησης και προστατευτικό τοιχίο για την επιπλέουσα ιλύ



Λεπτομέρεια οδοντωτού υπερχειλιστή



Πηγή:
<http://www.wic-hitafallstx.gov/?NID=691>

Λεπτομέρεια καναλιού απαγωγής καθαρών



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

Απομάκρυνση της επιπλέουσας ιλύος

Θάλαμος συγκέντρωσης ιλύος

Δεξαμενή συγκέντρωσης ιλύος

ΣΑΡΩΤΕΣ ΙΛΥΟΣ

Σάρωση (συγκέντρωση) της ιλύος

Πίνακας 2

Δεξαμενές	Θάλαμος συγκέντρωσης ιλύος	Κλίση πυθμένα	Σάρωση ιλύος	Ρυθμός σάρωσης
Ορθογώνιες	Αρχή	Μικρή	Μηχανικά	Συνεχής/ Διακοπτόμενη
Κυκλικές	Τέλος	Μικρή	Μηχανικά	Συνεχής
Χωνοειδείς		Μεγάλη		

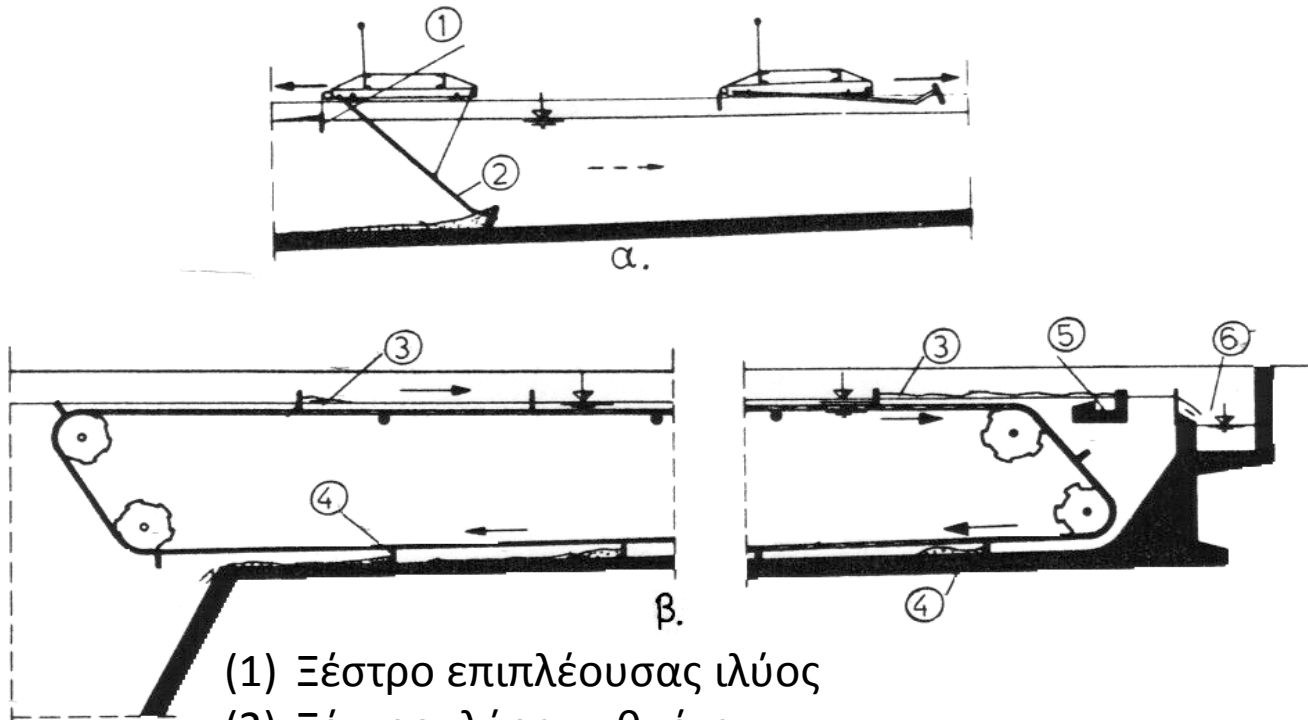


Σάρωση (συγκέντρωση) της ιλύος

- Για να κυλήσει η ιλύς προς τον θάλαμο συγκέντρωσης, η **κλίση του πυθμένα** πρέπει να είναι **1,7:1 – 2:1**
- Για να μην εμποδίζεται η καθίζηση και να αποφεύγεται η ανάδευση της ιλύος, η **ταχύτητα σάρωσης** πρέπει να είναι **2-3 cm/s**



Σαρωτές ιλύος ορθογώνιων δεξαμενών



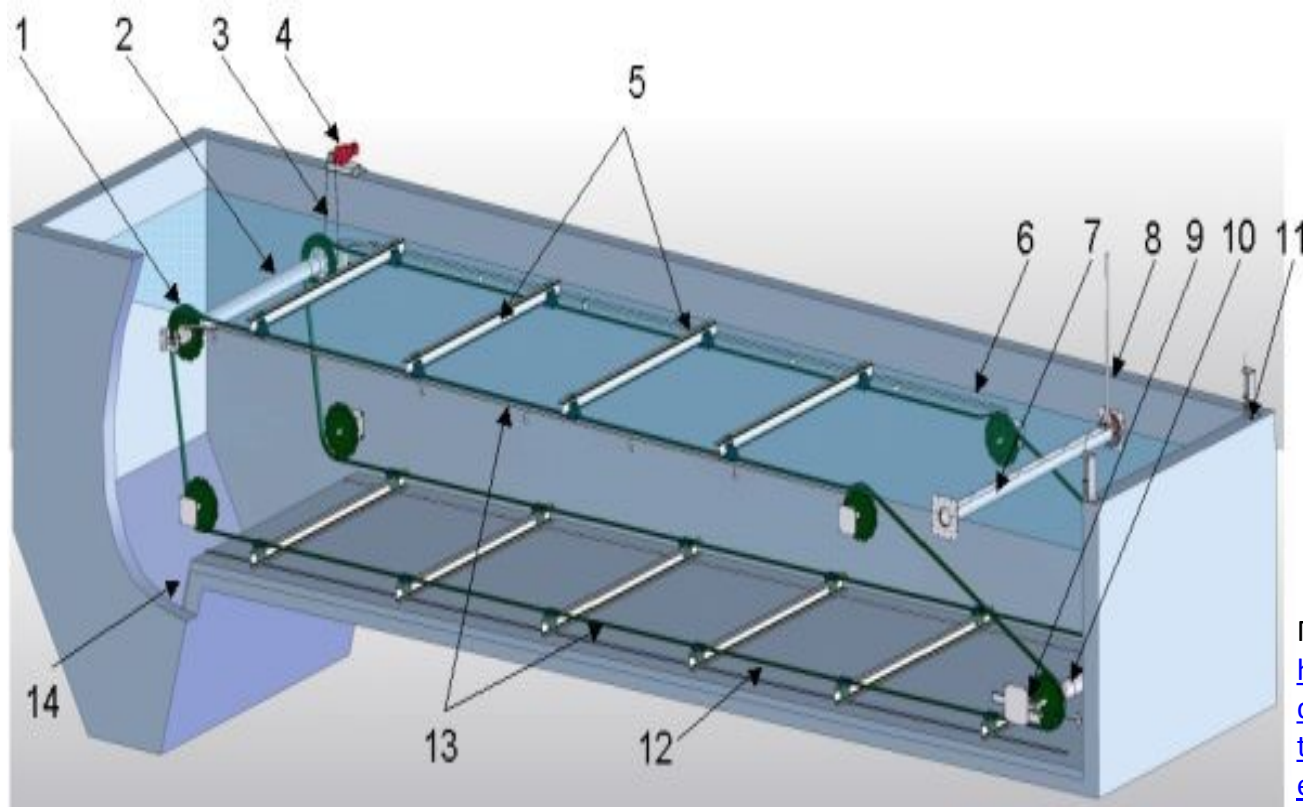
- (1) Ξέστρο επιπλέουσας ιλύος
- (2) Ξέστρο ιλύος πυθμένα
- (3) Σαρωτής επιπλέουσας ιλύος
- (4) Σάρωση ιλύος πυθμένα
- (5) Αύλακας συγκέντρωσης επιπλέουσας ιλύος
- (6) Αύλακας εκροής

Σχήμα 21 Σαρωτές ιλύος ορθογώνιων δεξαμενών

Πηγή: Η. Χατζηαγγέλου, 2002



Μηχανισμός σάρωσης πυθμένα και επιφάνειας



Πηγή:
<http://de.wikipedia.org/wiki/Kettenmechanismus>

Μηχανισμός σάρωσης πυθμένα και επιφάνειας
ορθογωνικής δεξαμενής καθίζησης



Λεπτομέρεια απαγωγής επιπλεόντων



Λεπτομέρεια απαγωγής επιπλεόντων σε ορθογωνική δεξαμενή καθίζησης

Πηγή: Β. Ιωσηφίδης, 2010



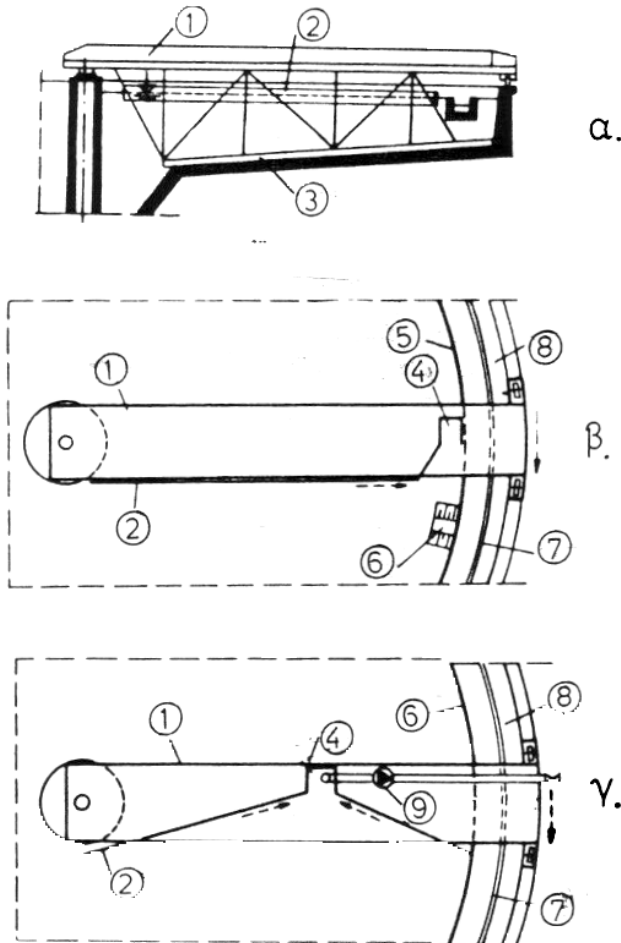
Ορθογωνική δεξαμενή καθίζησης



Πηγή:
http://www.iedgmbh.de/index.php?option=com_ponygallery&func=detail&id=50



Σαρωτές ιλύος κυκλικών δεξαμενών



- (1) Γέφυρα σαρωτή
- (2) Ξέστρο επιφανείας
- (3) Ξέστρο πυθμένα
- (4) Θύλακας ξέστρου
- (5) Προστατευτικό τοιχίο
- (6) Φρεάτιο απαγωγής επιπλέουσας ιλύος
- (7) Υπερχειλιστής
- (8) Αύλακας εκροής
- (9) Αντλία επιπλέουσας ιλύος

Σχήμα 22 Πηγή: Η. Χατζηαγγέλου, 2002



Εξοπλισμός σάρωσης κυκλικής δεξαμενής καθίζησης



Πηγή: Β. Ιωσηφίδης, 2010



Κυκλική δεξαμενή καθίζησης

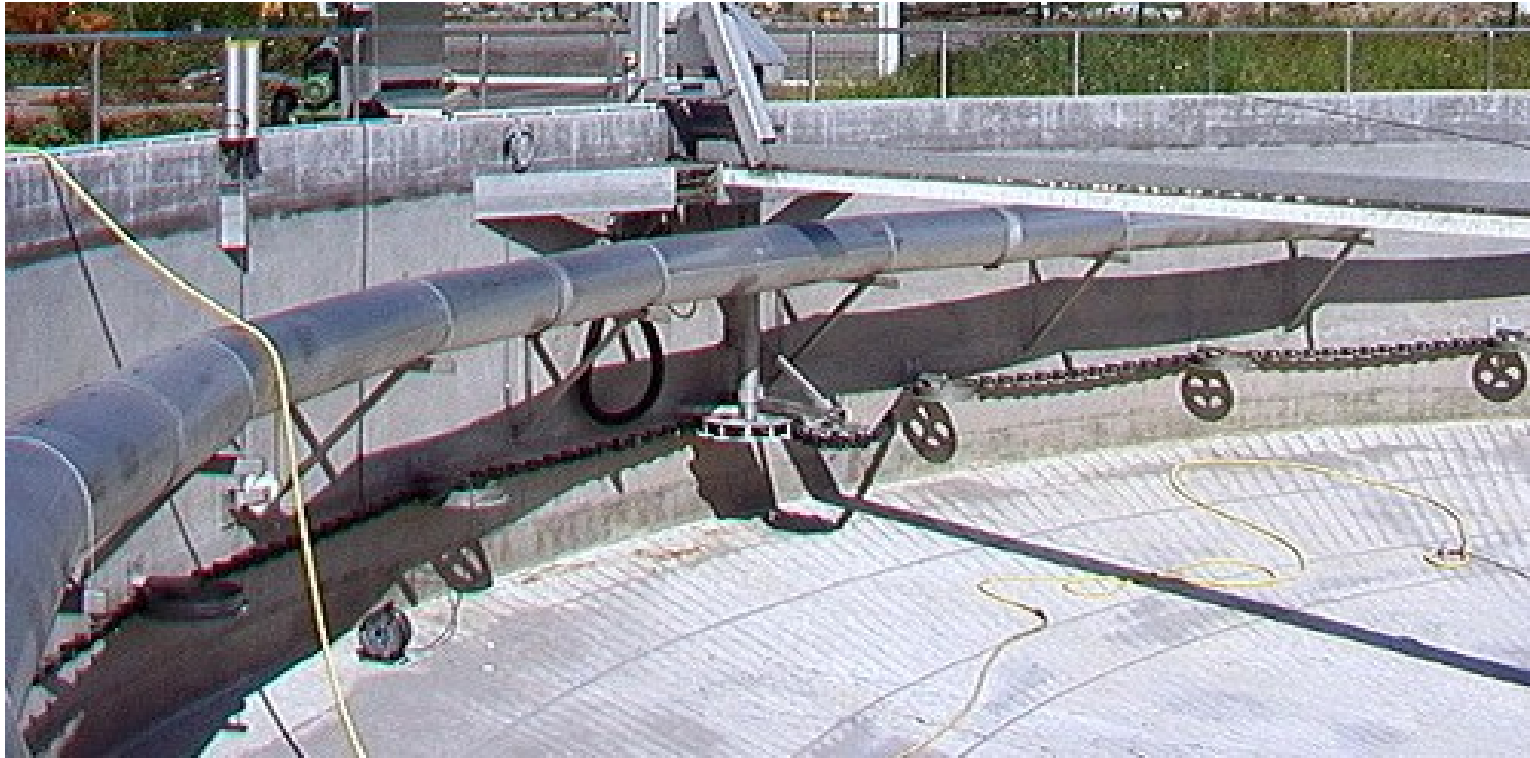


Πηγή:
<http://imgarcade.com/1/secondary-sedimentation-tank/>

Λεπτομέρεια σαρώθρου απαγωγής καθαρών με σπές



Δεξαμενή καθίζησης



Λεπτομέρεια σάρωσης επιπλεόντων

Πηγή: Β. Ιωσηφίδης, 2010



Δεξαμενή καθίζησης



Πηγή:
<http://www.abwasserwerk-frankenberg.de/Klaeranlage.html>

Λεπτομέρεια σάρωσης επιπλεόντων



Δεξαμενή Δευτεροβάθμιας Καθίζησης



Πηγή: Β. Ιωσηφίδης, 2010

Δεξαμενή Δευτεροβάθμιας Καθίζησης (κυκλική μικρή)



Δεξαμενή Δευτεροβάθμιας Καθίζησης



Πηγή: Β. Ιωσηφίδης, 2010

Κυκλική δεξαμενή καθίζησης σε λειτουργία



Πηγή:

<http://www.aftodioikisi.gr/dimoi/deva-irakleiou-e16-ekat-gia-sigxrono-apoxeftetiko-diktio-sto-dimo>



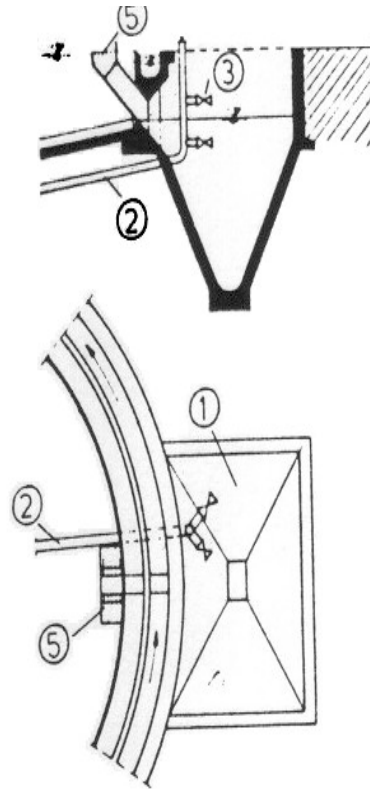
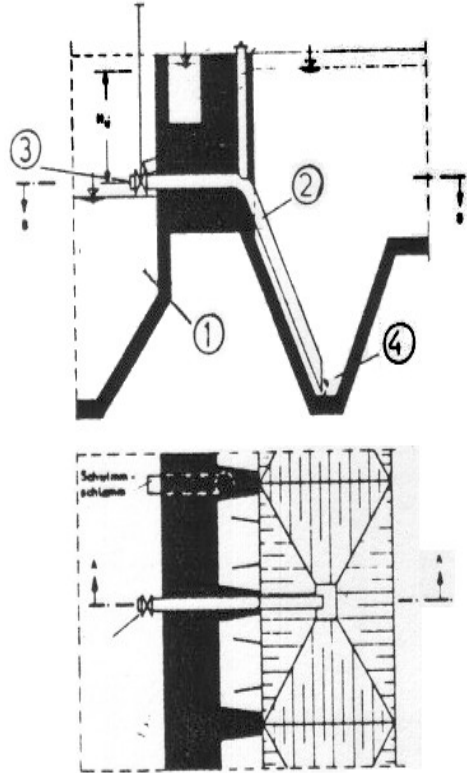
Θάλαμος συγκέντρωσης ιλύος

Δυνατότητα αποθήκευσης
ιλύος :

Ποσότητα μισής ημέρας



Δεξαμενές συγκέντρωσης ιλύος



- (1) Δεξαμενή συγκέντρωσης ιλύος
- (2) Σωλήνας απαγωγής ιλύος
- (3) Βάνα
- (4) Νερό ή αέρας υπό πίεση (για τον καθαρισμό του στομίου του σωλήνα)
- (5) Φρεάτιο απαγωγής επιπλέουσας ιλύος

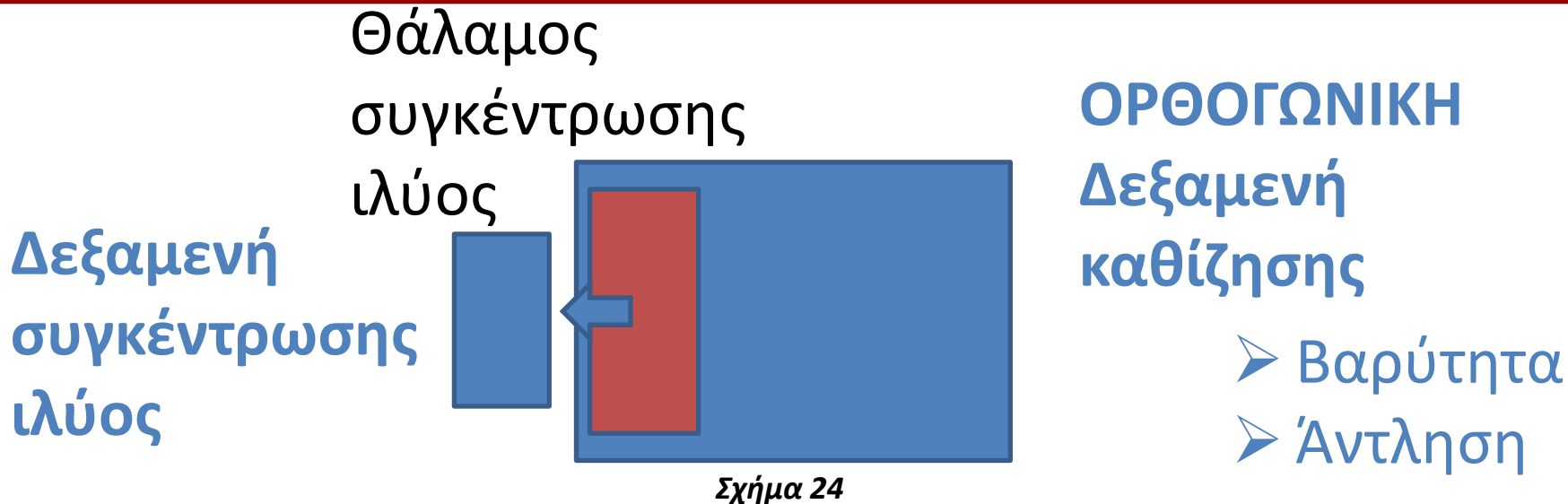
Σχήμα 23 (α) Ορθογώνιες δεξαμενές

(β) Κυκλικές δεξαμενές

Πηγή: Η. Χατζηαγγέλου, 2002



Δεξαμενή συγκέντρωσης ιλύος

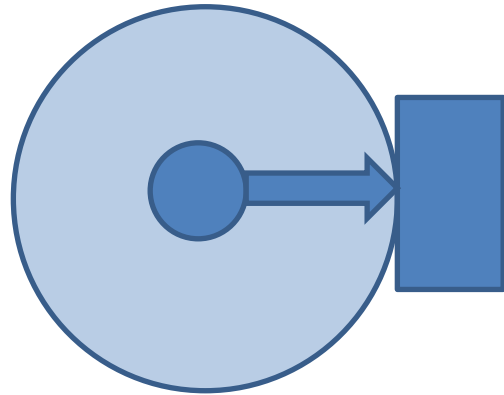


Για την μετακίνηση της ιλύος από τον θάλαμο συγκέντρωσης ιλύος στη δεξαμενή συγκέντρωσης ιλύος προβλέπεται υδροστατική πίεση **0,5m** (αντιστοιχεί σε μήκος σωληνώσεων μετακίνησης της ιλύος 5m και απώλειες τριβών 10%)



Δεξαμενή συγκέντρωσης ιλύος

ΚΥΚΛΙΚΗ
Δεξαμενή
καθίζησης



Δεξαμενή
συγκέντρωσης
ιλύος

- Βαρύτητα
- Άντληση

Θάλαμος
συγκέντρωσης
ιλύος

Σχήμα 25



Δεξαμενή συγκέντρωσης ιλύος

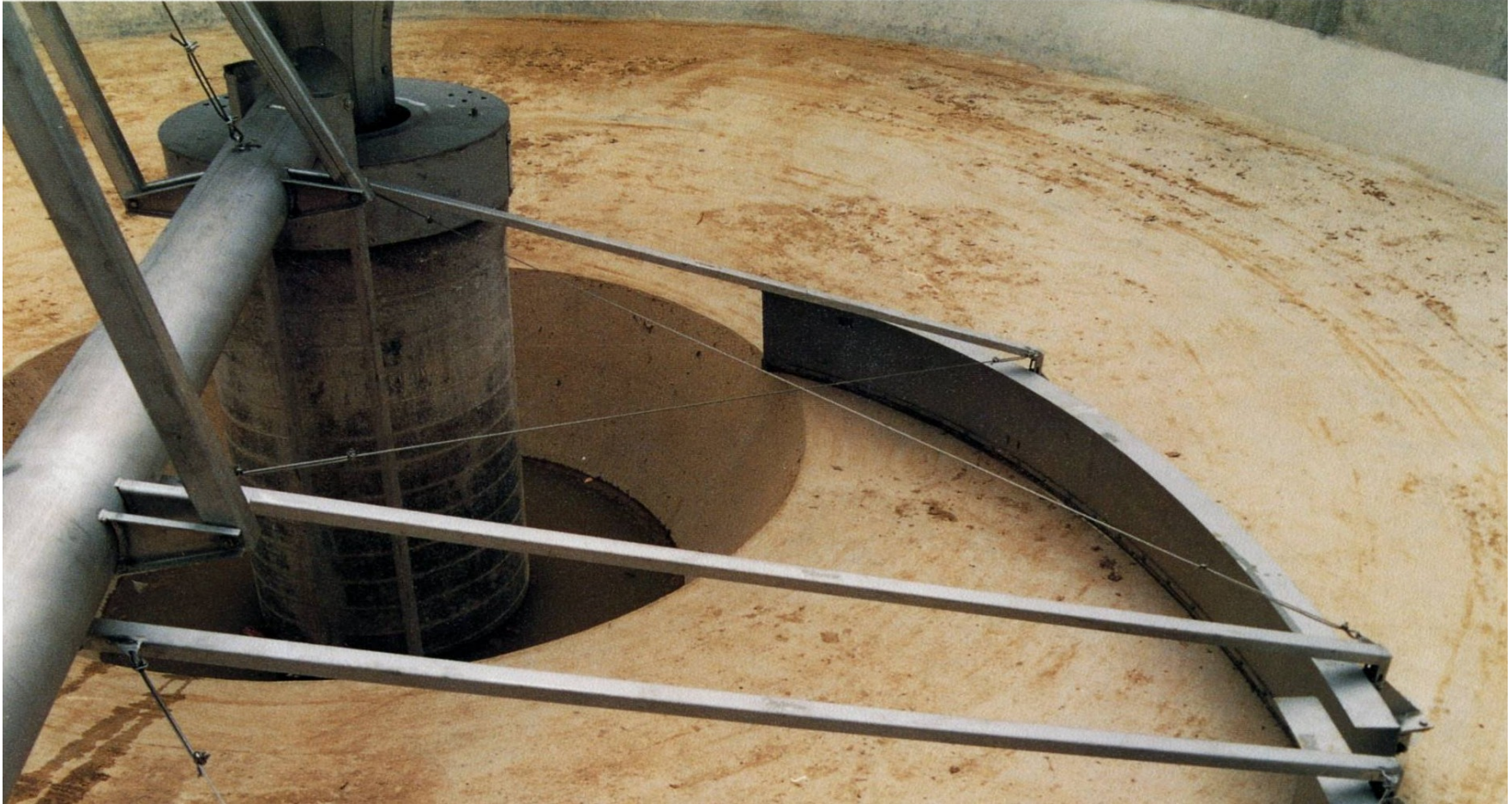
Χαρακτηριστικά σωλήνα απαγωγής

Πίνακας 3

Απώλειες τριβών	10%
Ταχύτητες ροής	0,5 – 1 m/s
Διάμετρος σωλήνα απαγωγής	≥ 150 mm
Όγκος δεξαμενής για ποσότητα ιλύος	1 ημέρας



Λεπτομέρεια κώνου συλλογής ιλύος, σαρώθρου



Πηγή: Β. Ιωσηφίδης, 2010





ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

Θεωρητικό υπόβαθρο
Πρακτικός υπολογισμός

ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ ΚΑΘΙΣΗΣΗΣ

Καθίζηση οργανικών ουσιών

- Η **θεωρητική** επεξεργασία του προβλήματος της καθίζησης οργανικών ουσιών στις Δ.Κ. είναι ανάλογη με αυτή της καθίζησης άμμου στους **αμμοσυλλέκτες**.
- **Πρακτικά** όμως η διαστασιολόγηση των Δ.Κ. δεν είναι εύκολο να γίνει γιατί
 - Τα **σχήματα** των οργανικών ουσιών που καθιζάνουν διαφέρουν από το σχήμα της σφαίρας και μεταξύ τους
- Κατά συνέπεια, η διαστασιολόγηση των Δ.Κ. γίνεται με διαγράμματα **εμπειρικής** προέλευσης



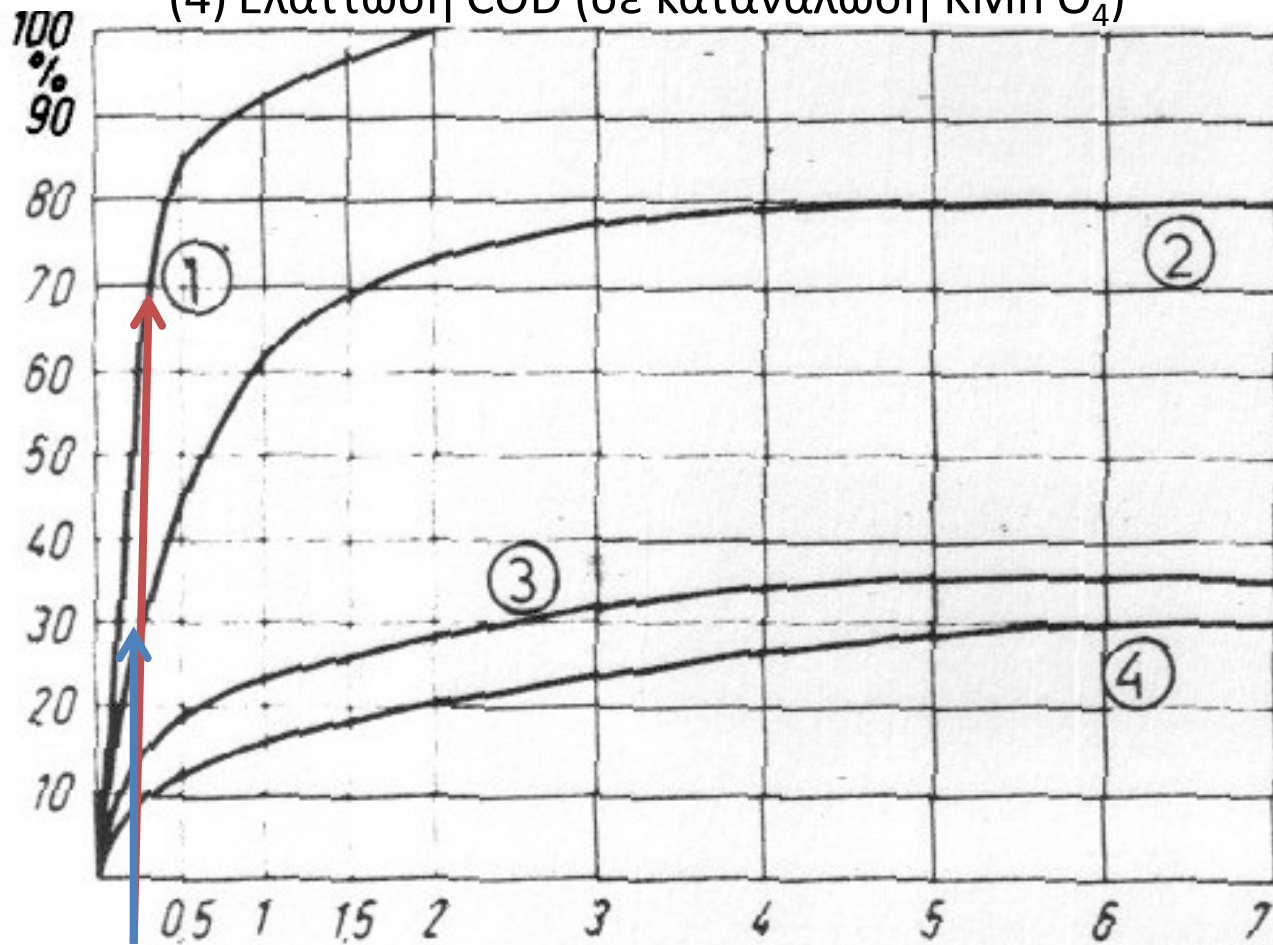
(1) Καθιζάνουσες ουσίες

(2) Αιωρούμενες ουσίες (καθιζάνουσες και μη καθιζάνουσες)

(3) Ελάττωση BOD

(4) Ελάττωση COD (σε κατανάλωση KMnO_4)

Ποσοστό καθίζησης οργανικών ουσιών



Σχ. 26 (Sierp)

Πηγή: Η. Χατζηαγγέλου, 2002

Χρόνος παραμονής λυμάτων στη Δ.Κ.



Χρόνος παραμονής λυμάτων στις Δ.Κ.

- **Θεωρητικός χρόνος**

$$t_{\Theta} = \frac{V}{Q}$$

- V= όγκος Δ.Κ. (m³)

- Q= παροχή λυμάτων (m³/h)

- **Θεωρητική ταχύτητα (εξίσωση συνέχειας)**

$$u_{\Theta} = \frac{Q}{F}$$

- F= διατομή δεξαμενής



Χρόνος παραμονής λυμάτων στις Δ.Κ.

- Πραγματικός χρόνος

$$T_m < t_{\Theta}$$

- Διαφορά πυκνότητας & θερμοκρασίας εισρεόντων λυμάτων από ήδη υπάρχοντα στη Δ.Κ. προκαλούν **ρεύματα πυκνότητας**
- **Ταχύτητα ρευμάτων (πυθμένα) >> θεωρητική ταχύτητα**



Ο ρόλος της υδραυλικής ακτίνας της δεξαμενής

Πίνακας 4

Ταχύτητα στη Δ.Κ.	$u_{\theta} = Q/F$	$> 1\text{cm/s}$
Αριθμός Reynolds	$Re = u \cdot R / \nu$	≤ 580 (στρωτή ροή)
Αριθμός Froude	$\uparrow Fr = u^2 / R \cdot g$	\uparrow ευστάθεια ροής

- $R =$ υδραυλική ακτίνα δεξαμενής \downarrow (στρωτή ροή)
- $\nu =$ κινηματικό ιξώδες
- $g = 9,81 \text{ m/sec}^2$
- $u =$ ταχύτητα ροής



Απόδοση δεξαμενών καθίζησης

- Συγκράτηση των καθιζανουσών ουσιών
 - Οι Δ.Κ. πρέπει να κατασκευάζονται με τη **μικρότερη** δυνατή υδραυλική ακτίνα, R
- Υδραυλική απόδοση
 - Εξαρτάται από τον **λόγο** των **πραγματικών** προς τις **θεωρητικές** τιμές διάφορων υδραυλικών μεγεθών (u, t)



Υπολογισμός απαιτούμενης επιφάνειας Δ.Κ.

Πίνακας 5

	Μέση τιμή
Ταχύτητα καθίζησης οργανικών σωματιδίων (1)	0,8 m/hr
Ταχύτητα ροής (2)	2 – 4 cm/hr

(1) Ταυτίζεται με την επιφανειακή φόρτιση

(2) Καθορίζεται με σκοπό να εμποδίζεται η ανάδευση των οργανικών σωματιδίων που βρίσκονται στον πυθμένα των Δ.Κ.



Όριο περιεκτικότητας λυμάτων σε ξηρά ουσία για την καθίζηση

Πίνακας 6

Περιεκτικότητα λυμάτων σε ξηρά ουσία	Καθίζηση σε Δ.Α.Κ.	Καθίζηση σε Δ.Τ.Κ. (μετά από δεξαμενή αερισμού)
< 1000 mg/l	Επιτρέπεται	
> 1000 mg/l	Εμποδίζεται	Εμποδίζεται

- Η ταυτόχρονη καθίζηση περισσότερων σωματιδίων στον ίδιο χώρο αλλοιώνει το πεδίο ταχυτήτων του νερού, με αποτέλεσμα να εμποδίζεται η καθίζηση.





Δεξαμενές οριζόντιας ροής (ορθογώνιες, κυκλικές)

Δεξαμενές κατακόρυφης ροής

**Πρακτικός υπολογισμός δεξαμενών
καθίξεσης**

Δεξαμενές οριζόντιας ροής

Χρόνος παραμονής λυμάτων	Αρχική καθίζηση (ώρες)	Τελική καθίζηση (ώρες)
Μηχανικός καθαρισμός	1.7 – 2.5	-
Χημικός καθαρισμός	0.5 – 0.8	2.0 – 3.0
Χαλικοδιυλιστήρια	1.7 – 2.5	2.0 – 3.0
Δεξαμενές αερισμού	0.5 – 1.0	2.0 – 3.5

Πίνακας 7 Προτεινόμενοι χρόνοι παραμονής t_{θ} των λυμάτων σε δεξαμενές καθίζησης ανάλογα με τον τρόπο επεξεργασίας των λυμάτων (π.χ. αν ακολουθούν δεξαμενές αερισμού, ο χρόνος παραμονής στις Δ.Α.Κ. είναι 0.5-1 ώρα)

Οι πραγματικοί χρόνοι παραμονής των λυμάτων στις δεξαμενές είναι αρκετά μικρότεροι



Δεξαμενές οριζόντιας ροής

Επιφανειακή φόρτιση	Αρχική καθίζηση (m/h)	Τελική καθίζηση (m/h)
Μηχανικός καθαρισμός	1.5 – 0.8	-
Χημικός καθαρισμός	4.0 – 2.5	1.5 – 1.0
Χαλικοδιωλιστήρια	1.5 – 0.8	1.5 – 1.0
Δεξαμενές αερισμού	4.0 – 2.5	βλ.σχ.3

Πίνακας 8 Προτεινόμενες τιμές της επιφανειακής φόρτισης (u_0) των δεξαμενών καθίζησης



Δεξαμενές οριζόντιας ροής

- Η πραγματική επιφάνεια μιας δεξαμενής (όπως και στους αμμοσυλλέκτες) δίνεται από τη σχέση

$$F = \frac{Q}{u_o}$$





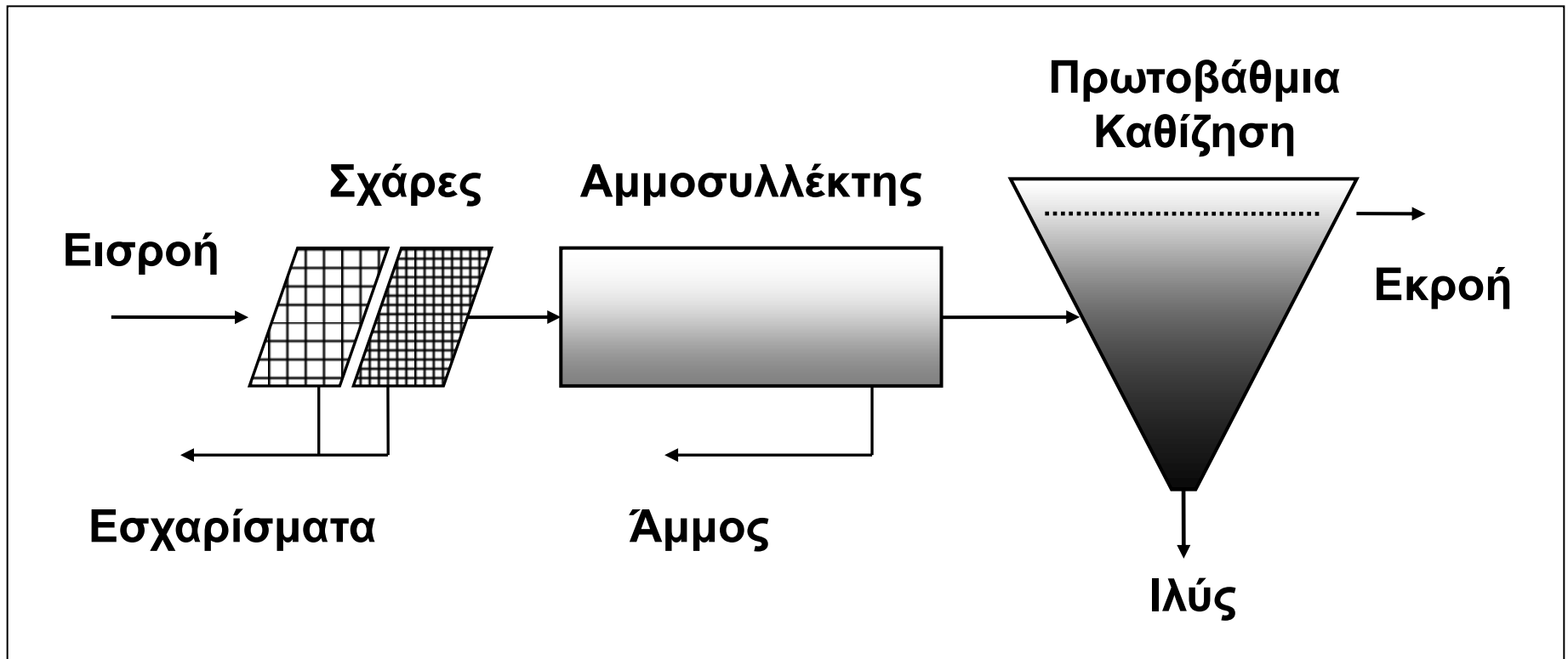
Οριζόντιας ροής (ορθογωνικές, κυκλικές)

Υπολογισμός αύλακα εκροής σε κυκλικές δεξαμενές

Κατακόρυφης ροής

Διαστασιολόγηση Δεξαμενών Πρωτοβάθμιας Καθίζησης

Μηχανικός καθαρισμός



Σχήμα 27

Μηχανική επεξεργασία λυμάτων

- Σχάρες, τεμαχιστές
 - ✓ Χωρισμός από τα λύματα των μεγάλων διαστάσεων αντικειμένων
- Κόσκινα
 - ✓ Κατακράτηση φερτών υλών διαφόρων διαστάσεων
- Αμμοσυλλέκτες
 - ✓ Κατακράτηση άμμου
- Λιποσυλλέκτες
 - ✓ Κατακράτηση λιπών & ελαίων
- Δεξαμενές καθίζησης
 - ✓ Διαχωρισμός από τα λύματα όλων των ουσιών που έχουν την ιδιότητα να καθιζάνουν είτε να επιπλέουν
- Διυλιστήρια
 - ✓ Συγκράτηση φερτών υλών με μικρές διαστάσεις σε φίλτρα άμμου



Διαστάσεις δεξαμενών οριζόντιας ροής

Ορθογώνιες δεξαμενές

- Κριτήρια επιλογής διαστάσεων
 - Ελαχιστοποίηση της βρεχόμενης επιφάνειας →
Ελαχιστοποίηση δαπάνης κατασκευής
(τετράγωνα)



Διαστάσεις ΔΑΚ οριζόντιας ροής

Πίνακας 9. Ορθογώνιες δεξαμενές

Διαστάσεις	Όρια
Μήκος, L	30 – 60 m
Πλάτος, B	4 – 10 m
Βάθος, h (στο πιο αβαθές σημείο)	1,5 – 2,5 m Αρχική καθίζηση
	2,0 – 3,5 m Τελική καθίζηση
Αναλογία, h/L	1:15 – 1:20



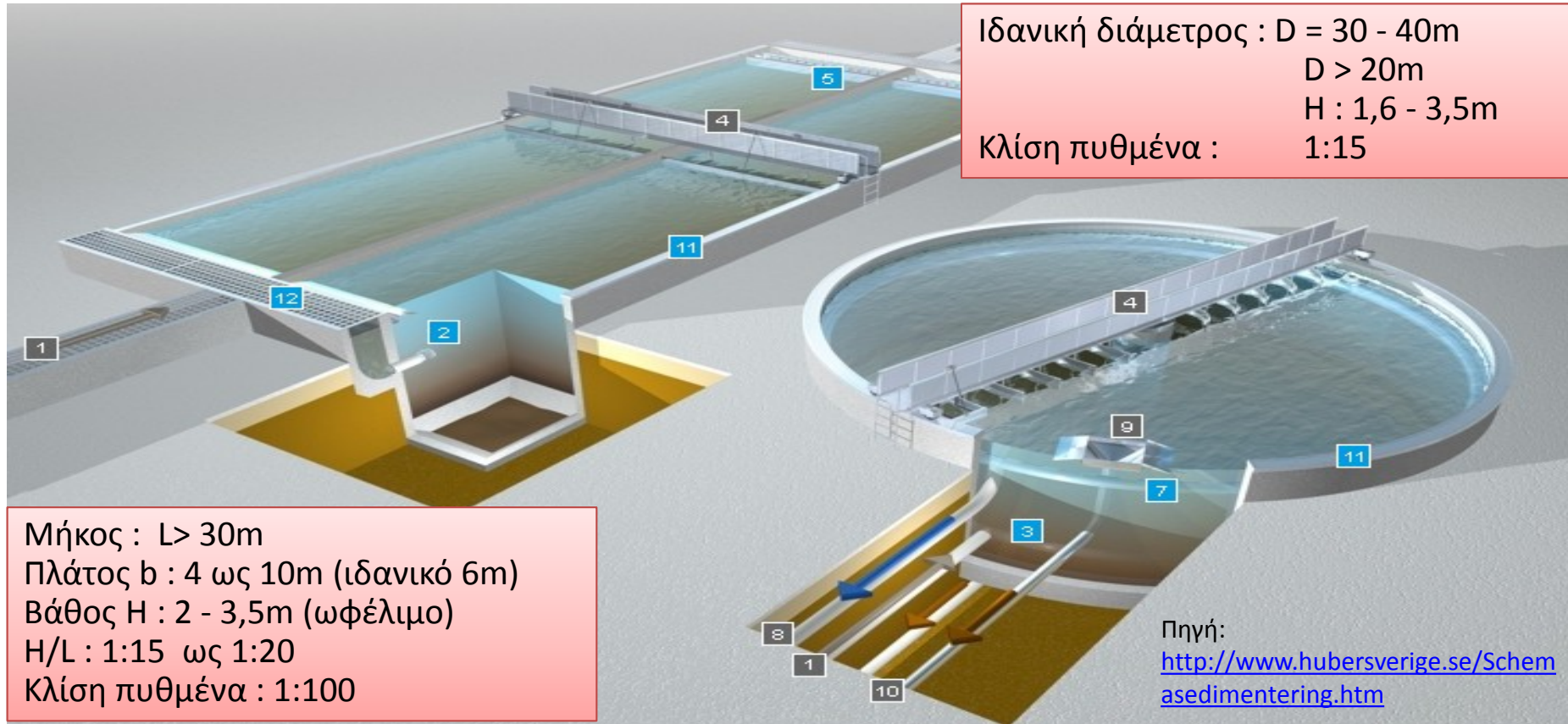
Διαστάσεις δεξαμενών οριζόντιας ροής

Πίνακας 10. Κυκλικές δεξαμενές

Διαστάσεις	Όρια
Διάμετρος, D	20 – 50 m (βέλτιστη 30 – 40 m)
Βάθος, h (στο πιο αβαθές σημείο)	1,5 – 2,5 m Αρχική καθίζηση
	2,0 – 3,5 m Τελική καθίζηση
Αναλογία, h/D	1:11 – 1:16 (DIN 19552)



Ορθογώνια και κυκλική ΔΑΚ

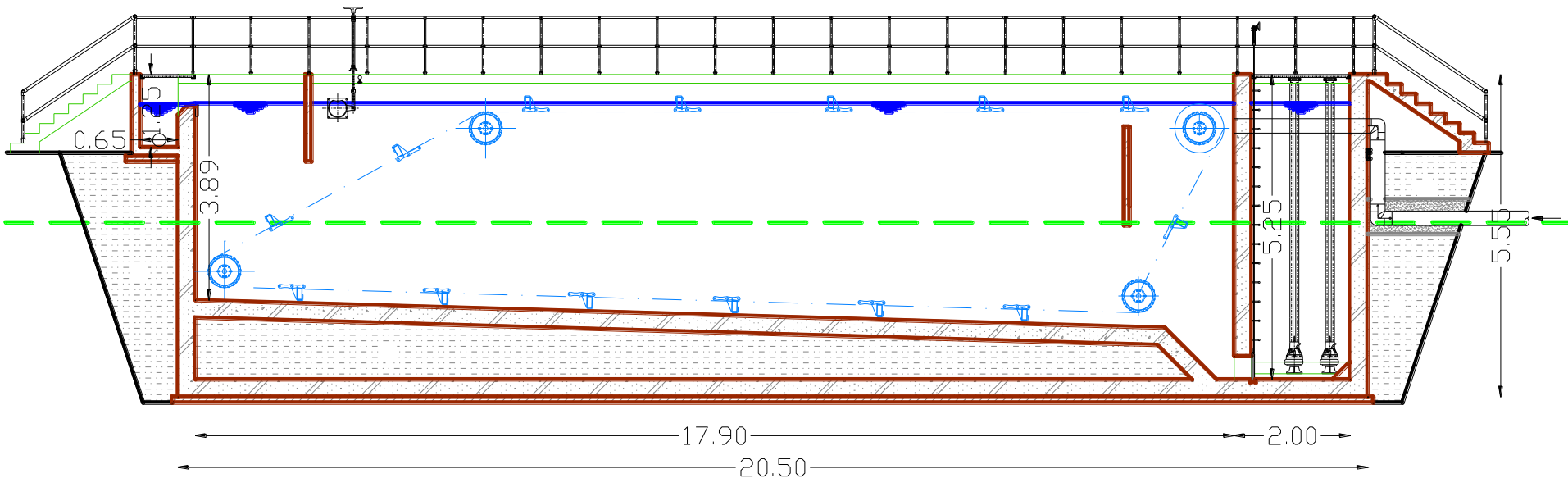


Οι δεξαμενές καθίζησης διαστασιολογούνται με βάση το χρόνο παραμονής των λυμάτων και την υδραυλική φόρτιση.

Σχήμα 28



Ορθογωνική Δεξαμενή Καθίζησης Τομή

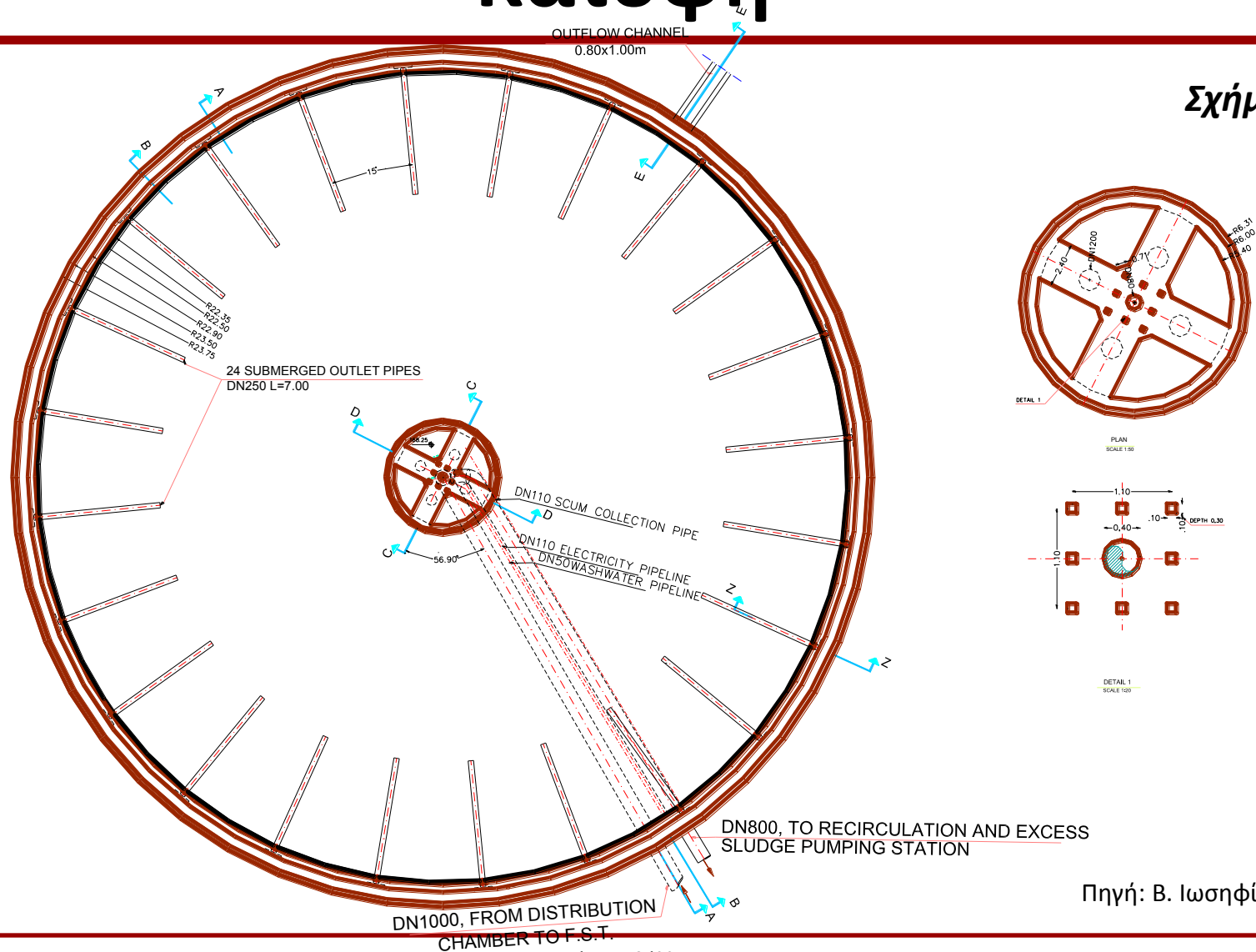


Σχήμα 30

Πηγή: Β. Ιωσηφίδης, 2010



Κυκλική Δεξαμενή Καθίζησης Κάτοψη

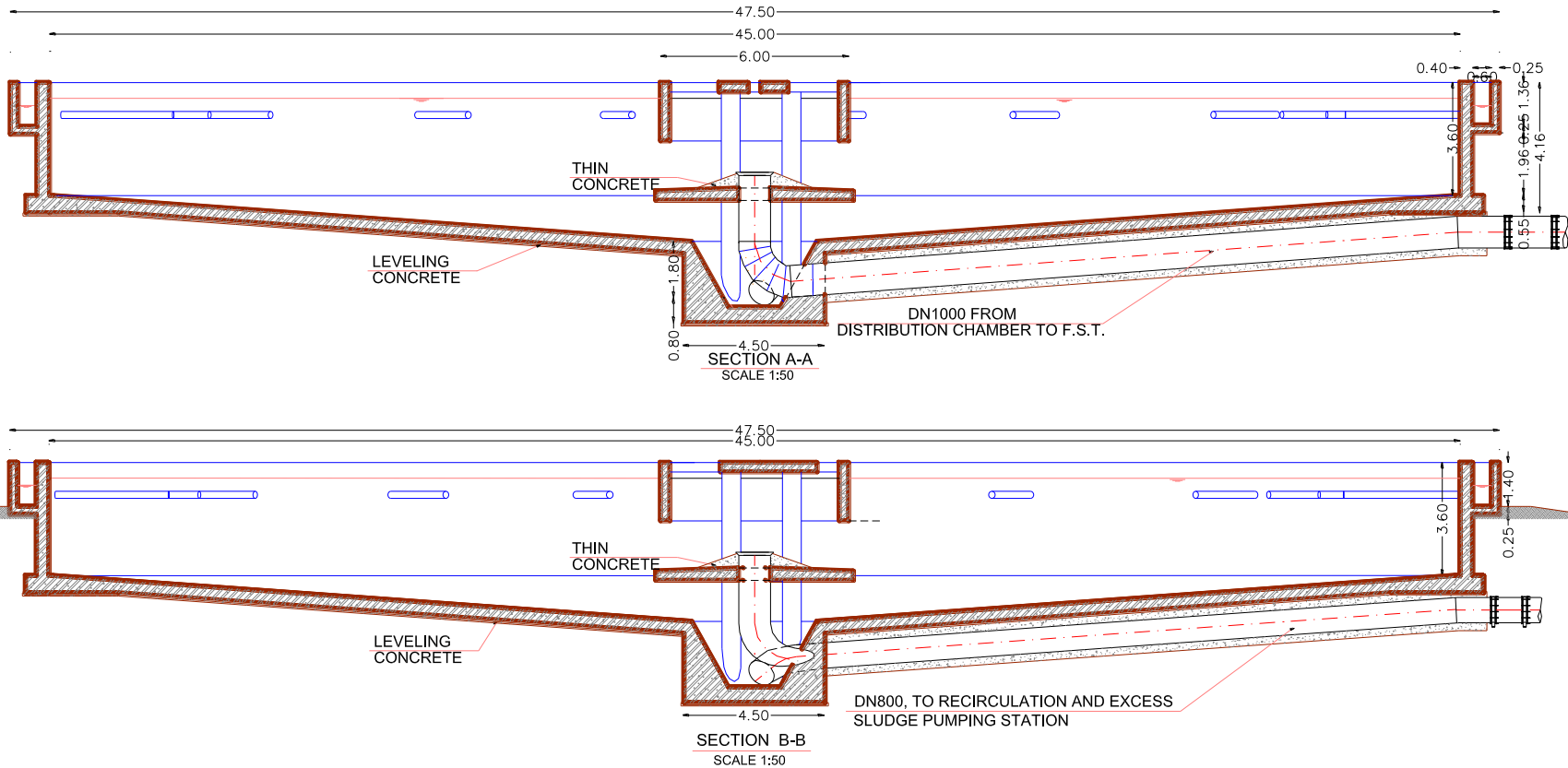


Σχήμα 31

Πηγή: Β. Ιωσηφίδης, 2010



Κυκλική Δεξαμενή Καθίζησης Τομές



Σχήμα 32

Πηγή: Β. Ιωσηφίδης, 2010



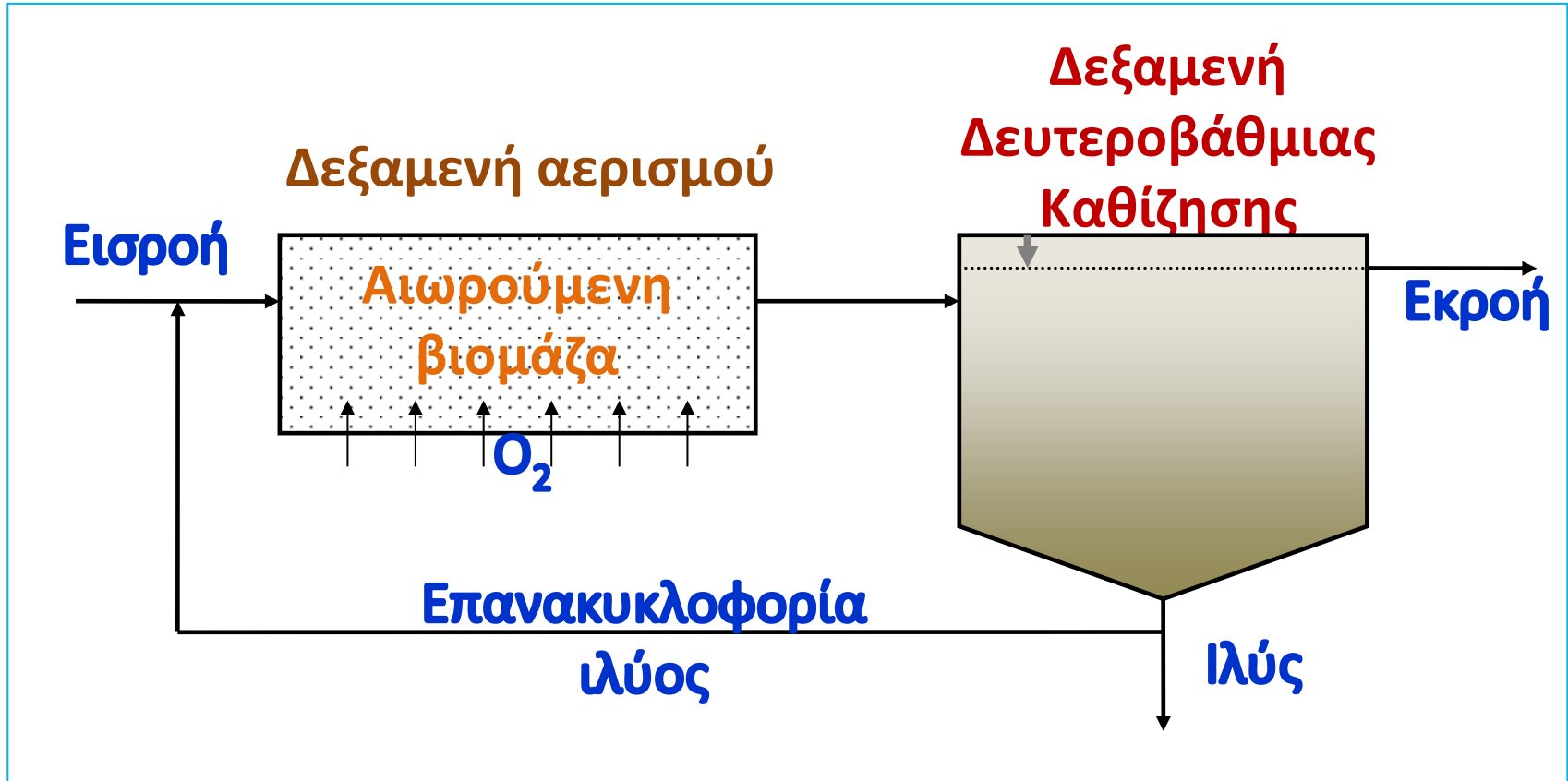


Επανακυκλοφορία ιλύος, α
Παροχή επανακυκλοφορίας
Όγκος ΔΤΚ
Όγκος ιλύος, ΟΙ
Δείκτης Όγκου Ιλύος, ΔΟΙ
Φόρτιση Όγκου Ιλύος, ΦΟΙ

Βιολογική επεξεργασία

Δεξαμενές Δευτεροβάθμιας Καθίζησης

Δευτεροβάθμια επεξεργασία Βιολογικός καθαρισμός



Σχήμα 33



Διαστασιολόγηση δεξαμενών οριζόντιας ροής

- Γίνεται για την **παροχή ξηράς περιόδου**, λαμβάνοντας υπόψη και την **επανακυκλοφορία ιλύος**
- Στην περίπτωση **παντορροϊκών δικτύων** παρατηρείται αύξηση της παροχής στην ΕΕΛ λόγω των ομβρίων υδάτων.



Διαστασιολόγηση δεξαμενών οριζόντιας ροής

Πίνακας 11.

Παράμετροι	Περιορισμοί
Παροχές, Q	$\leq 2Q^{\Xi.\Pi}$
Πυκνότητα βιομάζας	$\geq 70\%$
Οριζόντια ταχύτητα ροής στις δεξαμενές, u	$\leq 1,6 \text{ m/h}$
Φόρτιση όγκου ιλύος (ΦΟΙ)	$\leq 600 \text{ l/m}^2 \text{ h}$
Βάθος	2,5 – 5 m



Επανακυκλοφορία ιλύος

- Επανακυκλοφορία ιλύος

$$\alpha = \frac{B}{B_{\text{ιλύος}} - \beta}$$

– B = βιομάζα στη μονάδα όγκου των δεξαμενών αερισμού (kg/m^3)

- Συγκέντρωση βιομάζας της ιλύος επανακυκλοφορίας (kg/m^3)

$$B_{\text{ιλύος}} = \frac{1200}{\Delta\text{ΟΙ}}$$

(όπου $\Delta\text{ΟΙ}$: ο δείκτης όγκου ιλύος)

- Παροχή επανακυκλοφορίας

$$Q_{\Delta\text{ΤΚ}} = (1+\alpha)Q_{\Xi.\text{Π.}}$$

$Q_{\Delta\text{ΤΚ}}$ = παροχή Δ.Τ.Κ.

$Q_{\Xi.\text{Π.}}$ = μέγιστη παροχή Ξ.Π.

- Όγκος Δ.Τ.Κ.

$$V = Q \cdot t_{\theta}$$



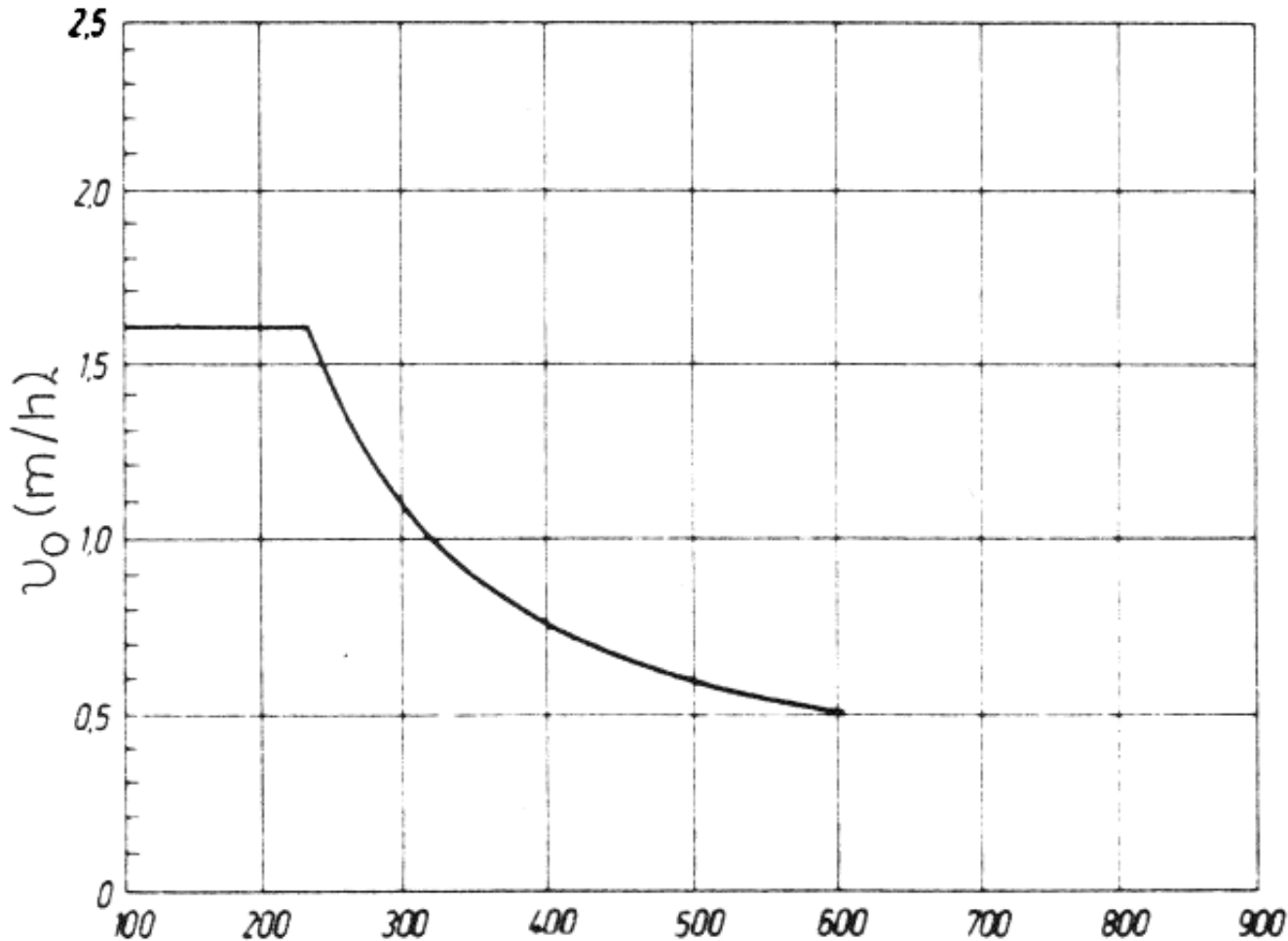
Αγωγός επανακυκλοφορίας ιλύος



Πηγή: Β. Ιωσηφίδης, 2010



Απαιτούμενη επιφανειακή φόρτιση για ΔΤΚ μετά από ΔΑ



Πηγή: Η. Χατζηαγγέλου, 2002

Όσο πιο μεγάλη η περιεκτικότητα της ενεργής ιλύος σε στερεά (ΟΙ), τόσο πιο μικρή η ανά μοναδιαία επιφάνεια επιτρεπτή υδραυλική επιβάρυνση (επιφανειακή φόρτιση)

Σχήμα 34



Όγκος Ιλύος (ΟΙ)

- Είναι κατάλληλη παράμετρος (αδιάστατη) για την εκτίμηση της απαιτούμενης **επιφανειακής φόρτισης** των Δ.Κ. ώστε να μην υπάρχει κίνδυνος εμποδισμένης καθίζησης

$$\text{ΟΙ} = \Delta\text{ΟΙ} \cdot \text{B}$$

- **ΔΟΙ** = δείκτης όγκου ιλύος (ml/g)
- **B** = βιομάζα στη μονάδα όγκου ιλύος (mg/l) μετά από ξήρανση σε 105⁰ C
- Στις μελέτες των δεξαμενών η τιμή **ΟΙ** υπολογίζεται με βάση την τιμή του **ΔΟΙ** που δίνεται στον επόμενο πίνακα



Δείκτης όγκου ιλύος

Τι είναι ο δείκτης όγκου ιλύος

(Index, ISV, SVI, Δ.Ο.Ι.)

- Ο δείκτης όγκου ιλύος δίνει τον όγκο, μετά από καθίζηση 30 min, που καταλαμβάνει η ιλύς της οποίας τα στερεά σωματίδια έχουν βάρος 1gr.



Δείκτης όγκου ιλύος

Πίνακας 12. Τιμές δείκτη όγκου ιλύος (ΔΟΙ)

Λύματα πόλεως	ΔΟΙ (ml/g)	
	B > 0.05	B ≤ 0.05
Με μικρό ποσοστό οργανικών ουσιών βιομηχανικής προέλευσης	100 -150	75 - 100
Με μεγάλο ποσοστό οργανικών ουσιών βιομηχανικής προέλευσης	150 – 200	100 – 150



Φόρτιση Όγκου Ιλύος (ΦΟΙ)

- Μια πρόσθετη παράμετρος που χρησιμοποιείται για να **μην υπάρχουν** στην εκροή **αιωρούμενες ουσίες** σε μεγαλύτερη συγκέντρωση από **≤ 30 mg/l**
- Εκφράζεται από το γινόμενο του όγκου ιλύος (ΟΙ) επί την επιφανειακή φόρτιση (u_o) κι έχει τιμές

$$\text{ΦΟΙ} = \text{ΟΙ} \cdot u_o = 300 - 400 \text{ l/m}^2 \text{ h}$$

- Για Δ.Κ. οριζόντιας ροής $\text{ΦΟΙ} \leq 450 \text{ l/m}^2 \text{ h}$
- Για Δ.Κ. κάθετης ροής $\text{ΦΟΙ} \leq 600 \text{ l/m}^2 \text{ h}$



Υπολογισμός απαιτούμενης επιφάνειας Δ.Κ.

Πίνακας 13. Επιφανειακή φόρτιση

	Μέση τιμή
Ταχύτητα καθίζησης οργανικών σωματιδίων (1)	0,8 m/hr
Ταχύτητα ροής (2)	2 – 4 cm/hr

(1) Ταυτίζεται με την επιφανειακή φόρτιση, η οποία προκύπτει και από το Σχ.31 για $\Delta OI=120\text{ml/g}$, $B=0,33\text{mg/l}$, άρα $OI=400\text{ml/l}$

(2) Καθορίζεται με σκοπό να εμποδίζεται η ανάδευση των οργανικών σωματιδίων που βρίσκονται στον πυθμένα των Δ.Κ.



Διαστάσεις ΔTK οριζόντιας ροής

Κυκλικές δεξαμενές

Πίνακας 14.

Διαστάσεις	Όρια
Διάμετρος, D	20 – 50 m (βέλτιστη 30 – 40 m)
Βάθος, h (στο πιο αβαθές σημείο)	1,5 – 2,5 m Αρχική καθίζηση
	2,0 – 3,5 m Τελική καθίζηση
Αναλογία, h/D	1:11 – 1:16 (DIN 19552)



Διαστάσεις ΔΤΚ οριζόντιας ροής

ΟΡΘΟΓΩΝΙΕΣ ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ

Πίνακας 15.

Διαστάσεις	Όρια
Μήκος, L	30 – 60 m
Πλάτος, B	4 – 10 m
Βάθος, h (στο πιο αβαθές σημείο)	1,5 – 2,5 m Αρχική καθίζηση
	2,0 – 3,5 m Τελική καθίζηση
Αναλογία, h/L	1:15 – 1:20





ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

Ζώνες

Δεξαμενές Τελικής Καθίωσης

Δεξαμενές τελικής καθίζησης (ΔΤΚ)

1. Ζώνη καθαρού νερού

- Άνω μέρος δεξαμενής
- Βάθος $h_1 \geq 0,5 \text{ m}$

2. Ζώνη καθίζησης

- Διαχωρισμός καθιζανουσών ουσιών
- Βάθος $h_2 = 1\text{m}$ (για παντορροϊκά δίκτυα $h_2 = 0,5\text{m}$)

– Γενικά:

$$h_2 = \frac{500u_0}{1000 - \beta \text{OI}} (1 + \chi) = \frac{500u_0}{1000 - u_0 \cdot \Delta \text{OI B}} (1 + \chi)$$



Δεξαμενές τελικής καθίζησης (ΔΤΚ)

3. Αποθηκευτικός χώρος

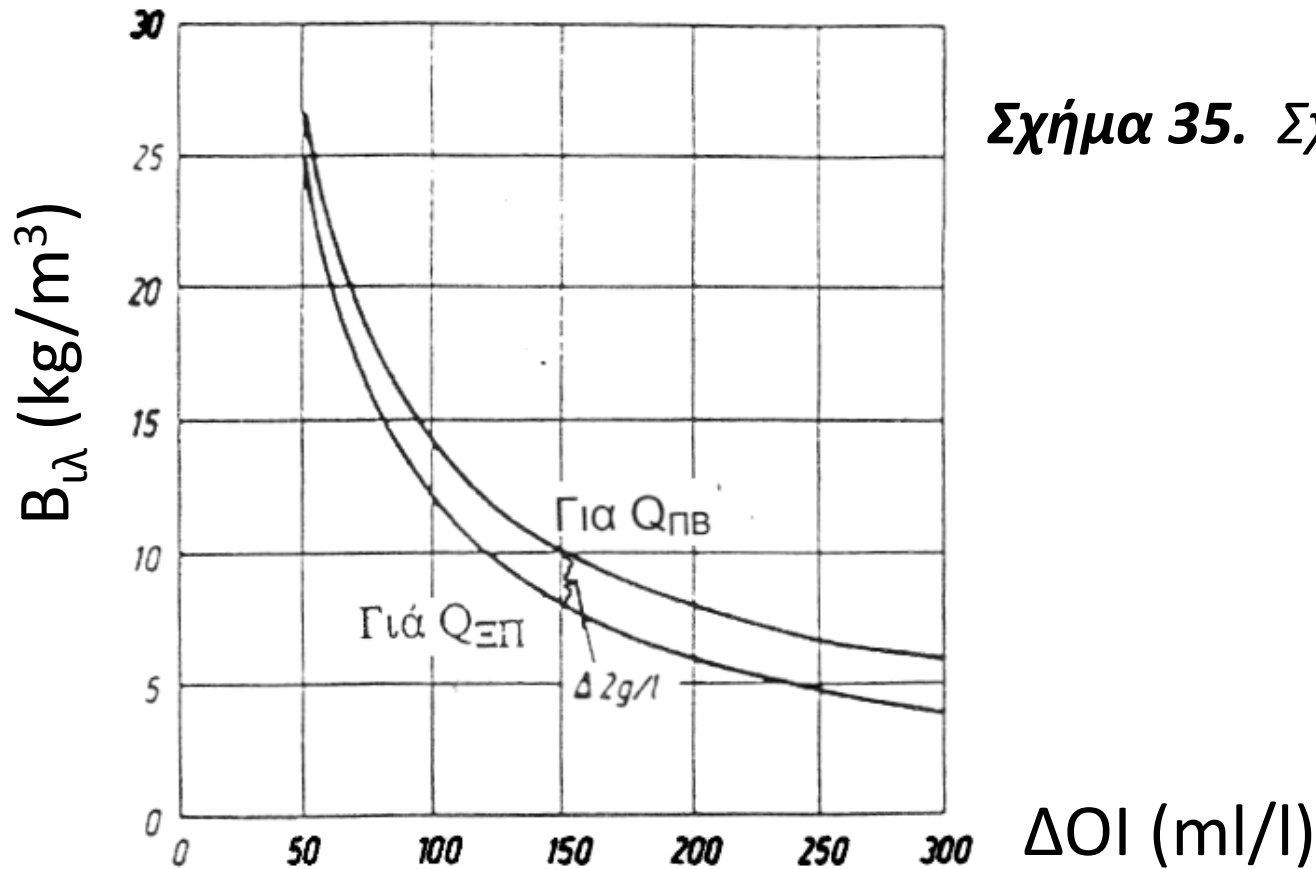
- Συγκράτηση βιομάζας από τις δεξαμενές αερισμού, λόγω αύξησης της παροχής κατά τις περιόδους βροχών (Π.Β.) στις εγκαταστάσεις παντοροϊκών δικτύων

- Ύψος ζώνης (m)
$$h_3 = \frac{\Delta B \cdot V \cdot \Delta OI}{500 \cdot E}$$

- ΔB = διαφορά βιομάζας στις δεξαμενές αερισμού σε Π.Β. και Ξ.Π. $\leq 30\%$ της βιομάζας των δεξαμενών σε Ξ.Π. (βλ.Σχ.35)
- V = όγκος δεξαμενών αερισμού
- ΔOI = δείκτης όγκου ιλύος (Πίνακας 12)
- E = επιφάνεια ζώνης = επιφάνεια Δ.Κ.



Υπολογισμός της διαφοράς βιομάζας (ΔB) στις Δ.Α. σε Π.Β. και Ξ.Π.



Σχήμα 35. Σχέση $B_{\lambda}=f(\Delta OI)$

Πηγή: Η. Χατζηαγγέλου, 2002



Δεξαμενές τελικής καθίζησης (ΔΤΚ)

4. Ζώνη πάχυνσης ιλύος

- Η ζώνη πάνω από τον πυθμένα στην οποία συγκεντρώνεται η ιλύς που έχει κατακαθίσει
- Ύψος ζώνης (m)

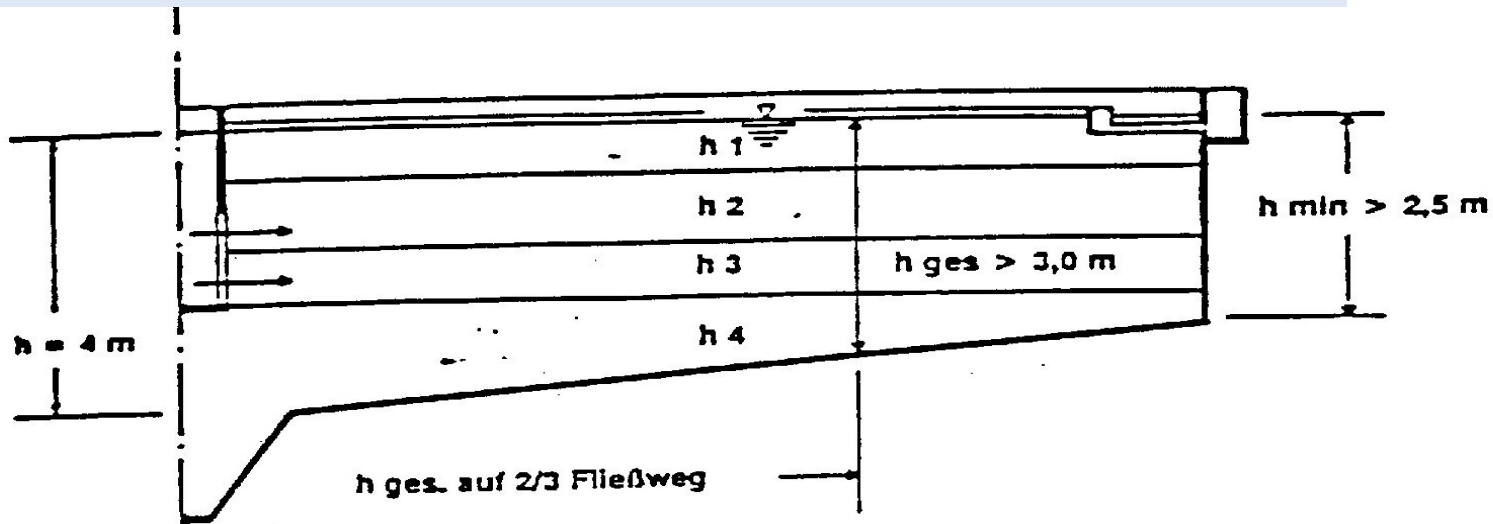
$$h_4 = \frac{\text{ΟΙ}}{1000} (1 + \alpha) = \frac{B \cdot \Delta\text{ΟΙ}}{1000} (1 + \alpha)$$

- **B** = βιομάζα στην μονάδα όγκου ιλύος (kg/m^3) μετά από ξήρανση σε 105°C
- **$\Delta\text{ΟΙ}$** = δείκτης όγκου ιλύος (ml/g)
- **α** = επανακυκλοφορία ιλύος



Ζώνες Δεξαμενής Τελικής Καθίωσης

- h_1 : ζώνη καθαρού νερού
- h_2 : ζώνη καθίωσης (διαχωρισμού)
- h_3 : ζώνη αποθήκευσης
- h_4 : ζώνη πάχυνσης (πύκνωσης και σάρωσης) ιλύος



Συνολικό βάθος $h_1 + h_2 + h_3 + h_4 \geq 2,5 \text{ m}$

Μετριέται σε απόσταση $2/3L$ από το σημείο εισόδου των λυμάτων στις δεξαμενές (L =μήκος ροής)

Σχήμα 36



Τα μέρη της ΔΤΚ διαστασιολογούνται όπως και για την ΔΑΚ

- **Προσαγωγός αγωγός και διάταξη ηρεμίας**

Στόχος : ομοιόμορφη κατανομή της παροχής και ομαλή χωρίς στροβιλισμούς ροή

- **Υπερχείλιση εκροής**

Στόχος : ομοιόμορφη απομάκρυνση των εξερχόμενων σε όλη την περιφέρεια ή σ' όλη τη διάταξη εξόδου

- **Θάλαμος συγκέντρωσης ιλύος**

Στόχος : απομάκρυνση ιλύος που καθιζάνει, προς τον κώνο συγκέντρωσης, με τη βοήθεια του ξέστρου

Κίνηση ξέστρου με μικρή ταχύτητα για αποφυγή επαναιώρησης της ιλύος.

- **Δεξαμενή συγκέντρωσης ιλύος**





ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

ΑΣΚΗΣΗ 3. ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΑΡΧΙΚΗΣ ΚΑΘΙΖΗΣΗΣ

Εκφώνηση

Μελετάται η εγκατάσταση επεξεργασίας
λυμάτων πόλεως **50000 κατοίκων** της οποίας το
δίκτυο αποχέτευσης είναι **παντοροϊκό**. Η
επεξεργασία των λυμάτων γίνεται σε δύο
στάδια. Το πρώτο είναι η **φυσική επεξεργασία**
το δε δεύτερο η **βιολογική** (μέθοδος **αερισμού**).
Ζητείται η διαστασιολόγηση των δεξαμενών
αρχικής καθίζησης.



Εκφώνηση

Δίνονται:

1. Ειδική παροχή λυμάτων: $q_{\lambda\upsilon\mu} = 170 \text{ lt/κατ. d} = 0,17 \text{ m}^3/\text{κατ. d}$

Παροχή περιόδου βροχών: επταπλάσια της παροχής αιχμής ξηράς περιόδου $Q^{π.β.} = 7 Q^{\Xi.π.}$

2. Στην **είσοδο** της εγκατάστασης υπάρχει **υπερχείλιση** αποφόρτισης η οποία επιτρέπει τη διοχέτευση προς την εγκατάσταση **λυμάτων αραιωμένων 1:3**



Εκφώνηση

Δίνονται:

3. Θα χρησιμοποιηθεί **διάταξη ηρεμίας τύπου**

Στουτγκάρδης με τα εξής χαρακτηριστικά στοιχεία:

Διάμετρος σωλήνων $\varphi = 0,15$ έως $0,20$ m

Ταχύτητα ροής $u = 0,30$ έως $0,4$ m/sec

Πλάτος διάταξης 3φ

4. **Υψόμετρο** ελεύθερης στάθμης στην **αύλακα**
απαγωγής από τις δεξαμενές καθίζησης **6,35 m**



Διαστασιολόγηση Δ.Α.Κ.

1. Παροχές
2. Όγκος
3. Διαστασιολόγηση



1. Παροχές

- Όταν πρόκειται για παντοροϊκό σύστημα αποχέτευσης χρησιμοποιούνται οι συνολικές παροχές λυμάτων ξηράς περιόδου, $Q^{\Xi.\Pi.} = Q_{\omega\rho\iota\epsilon\gamma}^{\eta\mu\epsilon\gamma}$ και περιόδου βροχών, $Q^{\Pi.B.}$



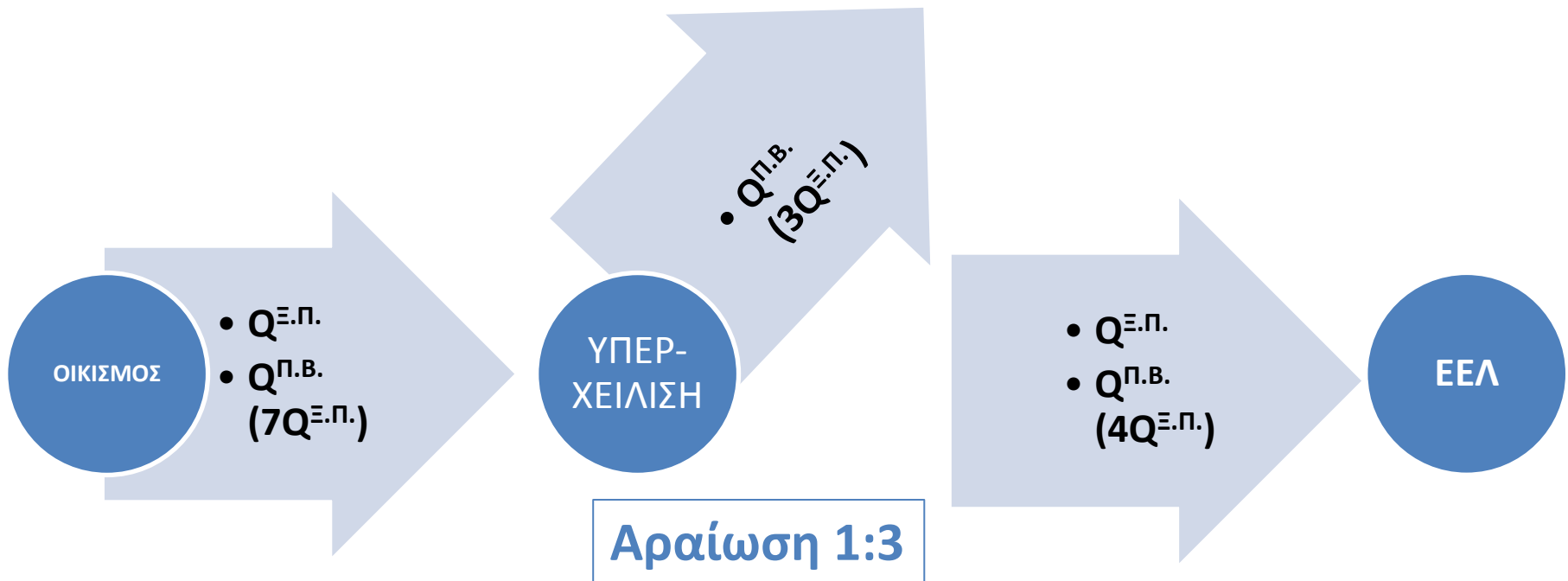
1. Παροχές

- Εφόσον δίνεται ότι στην είσοδο της εγκατάστασης υπάρχει υπερχείλιση αποφόρτισης, η οποία επιτρέπει τη διοχέτευση προς την εγκατάσταση λυμάτων αραιωμένων 1:3

$$Q^{Π.Β.} = (1+3) Q^{Ξ.Π.}$$



Παροχές περιόδου βροχών - Υπερχείλιση



Σχήμα 36



Υπολογισμός παροχής

- Η μέγιστη ωριαία παροχή της ημέρας μέγιστης κατανάλωσης για την **Ξ.Π.** δίνεται από τον τύπο

$$Q_{\omega\rho\ \iota\epsilon\gamma}^{\eta\mu\ \iota\epsilon\gamma} = f \frac{P_{\omega\rho\ \iota\epsilon\gamma} P^{\eta\mu\ \iota\epsilon\gamma} q_{\nu\delta\rho} E}{24} = (f \cdot q_{\nu\delta\rho}) \frac{P_{\omega\rho\ \iota\epsilon\gamma} P^{\eta\mu\ \iota\epsilon\gamma} E}{24} = I_{\lambda\upsilon\mu} \frac{P_{\omega\rho\ \iota\epsilon\gamma} P^{\eta\mu\ \iota\epsilon\gamma} E}{24}$$

- Για $P_{\omega\rho.\mu\epsilon\gamma.} = P_{\eta\mu.\mu\epsilon\gamma.} = 1,5$

$$Q_{\Xi\ \Gamma}^{\eta\mu\ \iota\epsilon\gamma} = I_{\lambda\upsilon\mu} \frac{P_{\omega\rho\ \iota\epsilon\gamma} P^{\eta\mu\ \iota\epsilon\gamma} E}{24} = 1,17 \frac{1,5 \cdot 1,5 \cdot 50000}{24} = 197 m^3 / hr$$



Υπολογισμός παροχής

- Η παροχή λυμάτων της Π.Β. που εισέρχεται στην ΕΕΛ μετά την υπερχείλιση ισούται με

$$Q^{\text{Π.Β.}} = 4 \cdot 797 = 3187 \text{ m}^3/\text{hr}$$



2. Όγκος Δ.Α.Κ.

- Ο όγκος της δεξαμενής για την Ξ.Π. υπολογίζεται από τη σχέση

$$t_{\Theta} = \frac{V}{Q} \Rightarrow V = t_{\Theta} \cdot Q$$

- Ο θεωρητικός (απαιτούμενος) χρόνος παραμονής των λυμάτων αρχικής καθίζησης για επεξεργασία η οποία γίνεται σε 2 στάδια (ακολουθεί δεξαμενή αερισμού) δίνεται στον **Πίνακα 7**

$$t_{\Theta} = 0,5-1 \text{ hr}$$



2. Όγκος Δ.Α.Κ.

- Άρα για την Ξ.Π. και για 1 ώρα, ο όγκος είναι

$$V=797m^3$$

- Ο χρόνος παραμονής των λυμάτων στην Π.Β.

$$T_m = \frac{V}{Q_m} = \frac{797}{3187} = 0,25hr$$



Παρατήρηση

- Από το *διάγραμμα κατά Sierp (Σχ. 26)*
 - Προκύπτει ότι θα **καθιζάνει**
μόνο το **70%** των σωματιδίων που
αιωρούνται στα λύματα, στην **Π.Β. σε 0,25 hr**
 - Ή αλλιώς, επιτυγχάνεται απομάκρυνση
αιωρούμενων σωματιδίων σε **Π.Β. κατά 30%**



3. Διαστασιολόγηση Δ.Α.Κ. Επιφάνεια δεξαμενής

- Από τον Πίνακα 8 η επιτρεπόμενη επιφανειακή φόρτιση είναι $u_o = 4-2,5 \text{ m/h}$ για δεξαμενή αρχικής καθίζησης που ακολουθείται από δεξαμενή αερισμού
- Η απαιτούμενη επιφάνεια της Δ.Κ. για την Ξ.Π. είναι

$$F = \frac{Q_{\Xi \text{ I}}}{u_o} = \frac{797 \text{ m}^3 / \text{hr}}{2,5 \text{ m} / \text{hr}} = 319 \text{ m}^2$$



Διαστασιολόγηση δεξαμενής

- Έστω ότι επιλέγεται να κατασκευαστεί η Δ.Α.Κ. με **ορθογωνική** διατομή
- Εκλέγεται **μήκος** $L=40\text{m}$ ($30 < L < 60\text{m}$)
- Το **πλάτος** θα είναι $B=F/L=319/40=7,97\text{m}$ (εντός ορίων 4-10m)
- Αν επιλεγεί να κατασκευαστεί **μια Δ.Α.Κ.** με πλάτος **$B=8\text{m}$** , το συνολικό μήκος θα είναι $L=F/B=319/8=39,8\text{m}$
- Το **βάθος** της δεξαμενής θα είναι $h=V/F=797/319=2,5\text{m}$ (εντός ορίων 1,5-2,5m)
- Η αναλογία $h/L=2,5/39,8=1/15,9$ (εντός ορίων)



Τελική απόφαση Δ.Α.Κ.

- Η εκλογή κατασκευής **μιας** Δ.Α.Κ. είναι η πλέον **οικονομική** λύση.
- Όταν όμως γίνεται **συντήρηση**, τα λύματα πρέπει να διοχετεύονται στις δεξαμενές αερισμού, χωρίς να έχουν υποστεί αρχική καθίζηση.
- Άρα, **λειτουργικά** καλύτερη λύση είναι η κατασκευή **δυο** Δ.Α.Κ. πλάτους **$B=4\text{m}$** η κάθε μια, μήκους **$L=40\text{m}$** και βάθους **$h=2,5\text{m}$** .



Υδραυλικός υπολογισμός

ΕΡΓΑ ΕΙΣΟΔΟΥ

1. Προσαγωγός αύλακας
2. Διάταξη ηρεμίας

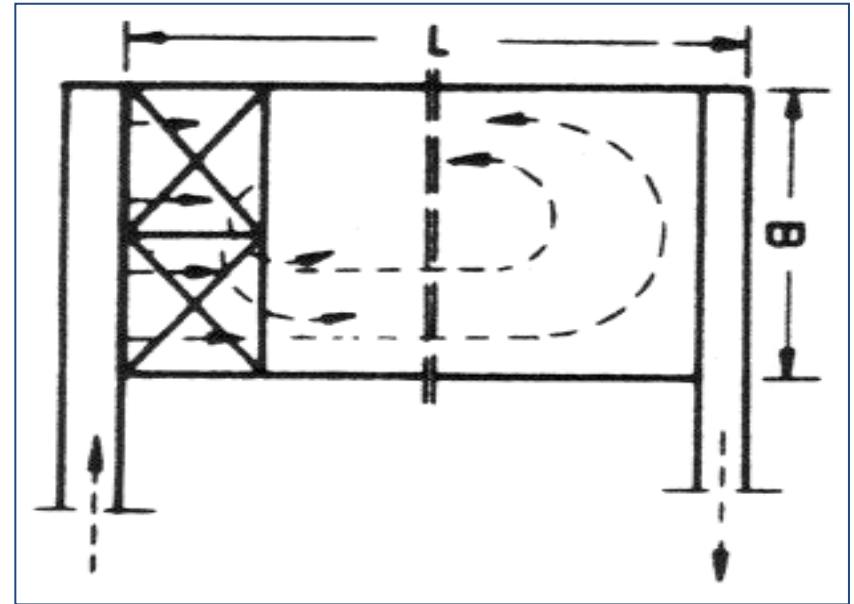
ΕΡΓΑ ΕΞΟΔΟΥ

1. Υπερχείλιση εκροής
2. Αύλακας συγκέντρωσης λυμάτων
3. Θάλαμος συγκέντρωσης ιλύος
4. Δεξαμενή συγκέντρωσης ιλύος



ΕΡΓΑ ΕΙΣΟΔΟΥ: Προσαγωγός αύλακας

- Έστω ότι η σύνδεση της Δ.Α.Κ. στο δίκτυο είναι **πλευρική**
- Για να αποφευχθεί η δημιουργία δευτερογενών ρευμάτων πρέπει να κατασκευαστεί προσαγωγός αύλακας **μεγάλων διαστάσεων**.



Σχήμα 37

Πλευρική σύνδεση



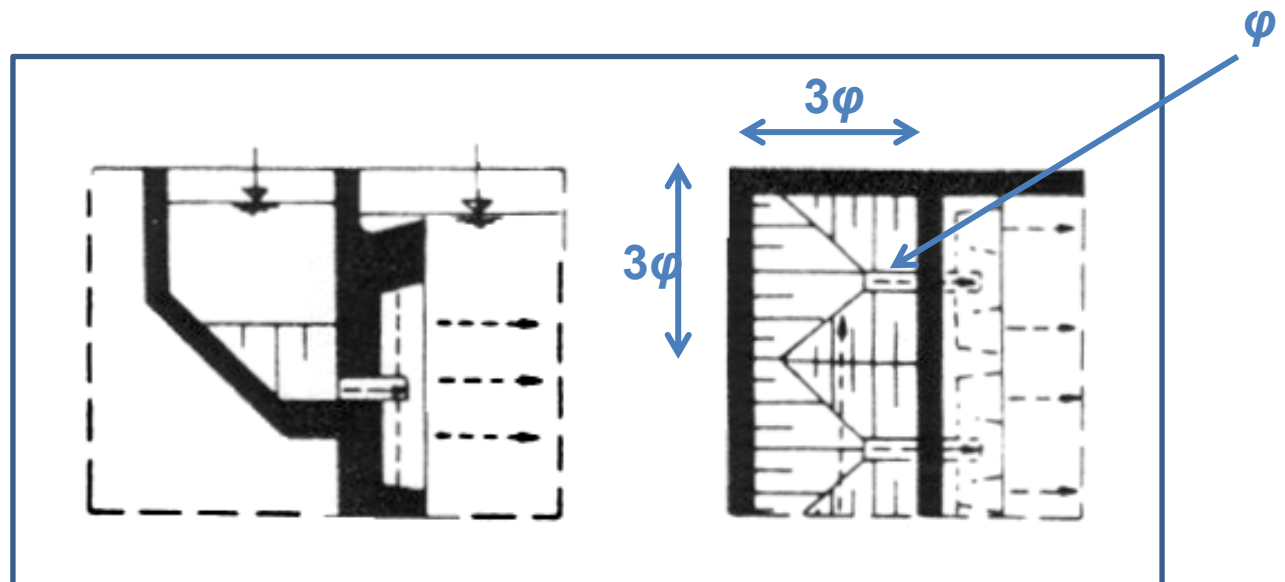
Πλάτος προσαγωγού αύλακα

- Το **πλάτος** της προσαγωγού αύλακας εκλέγεται τουλάχιστον ίσο προς την μεταξύ των διατάξεων ηρεμίας απόσταση, δηλαδή **$\geq 3\varphi = 0,6\text{m} = 60\text{cm}$** (όπου $\varphi = 0,15 - 0,20\text{m}$ δεδομένο της άσκησης), προκειμένου να διαμορφωθεί σωστά ο πυθμένας της.



Διαμόρφωση της αύλακας εισροής

- Για την αποφυγή της **κατακάθισης φερτών υλών** θα γίνει διαμόρφωση του **πυθμένα της αύλακας**, ώστε η ιλύς να συμπαρασύρεται με εισρέοντα λύματα μέσα στην δεξαμενή καθίζησης



Σχήμα 38



ΕΡΓΑ ΕΙΣΟΔΟΥ: Διάταξη ηρεμίας

Δεδομένα

Θα χρησιμοποιηθεί
διάταξη ηρεμίας τύπου
Στουτγκάρδης (σχ.8) με τα
εξής χαρακτηριστικά
στοιχεία:

Διάμετρος σωλήνων

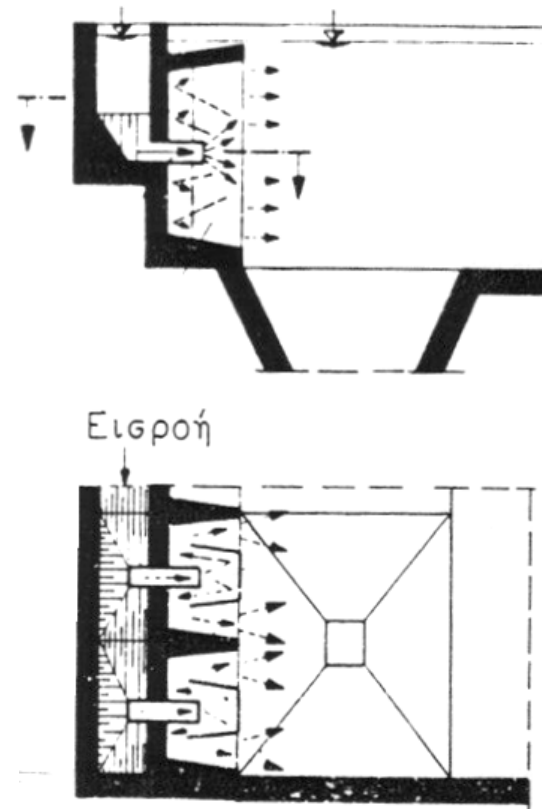
$\varphi = 0,15$ έως $0,20$ m

Ταχύτητα ροής

$u = 0,30$ έως $0,4$ m / sec

Πλάτος διάταξης 3φ

Σχ. 39 Διάταξη ηρεμίας τύπου
Στουτγκάρδης



Διάταξη ηρεμίας τ. Στουτγκάρδης

- **Παροχή** διερχόμενη από κάθε σωλήνα (κυκλικής διατομής $F = \pi d^2 / 4$) για $d = \varphi = 0,2\text{m}$ (max) και ταχύτητα $u = 0,4\text{m/s}$ (max)

$$q = F \cdot u = \frac{\pi d^2}{4} u = \frac{3,14 \cdot 0,2^2}{4} 0,4 = 0,012\text{m}^3 / \text{s} = 43,2\text{m}^3 / \text{h}$$

- Ο απαιτούμενος **αριθμός διατάξεων ηρεμίας** είναι

$$n = \frac{Q_{\text{E I}}}{q} = \frac{797\text{m}^3 / \text{h}}{43,2\text{m}^3 / \text{h}} = 8,3 \rightarrow \text{ ;}$$



Διάταξη ηρεμίας τ. Στουτγκάρδης

- Σε κάθε δεξαμενή, από τις 2 που αποφασίστηκε να κατασκευαστούν, θα τοποθετηθούν 9 τεμάχια ($=18/2$)



Έλεγχος

- **Απόσταση** μεταξύ 2 γειτονικών διατάξεων

$$l = \frac{B}{n} = \frac{4,0}{9} = 0,44 < \lambda\phi = \lambda \cdot 0,2 = 0,6m \quad \text{(δεδομένο πλάτος διάταξης)}$$

- Το πλάτος των δεξαμενών είναι μικρό για να τοποθετηθούν οι απαιτούμενες διατάξεις ηρεμίας



Έλεγχος

- Πρέπει να αυξηθεί το πλάτος ($B=4m$) των δεξαμενών ώστε να χωρά τα 9 τεμάχια, ακολουθώντας την αντίστροφη λύση

$$B \cdot n = 1,6 \cdot 9 = 14,4m$$



Νέες διαστάσεις Δ.Α.Κ.

- Μήκος δεξαμενών

$$L = \frac{F}{2B} = \frac{319}{2 \cdot 5,4} = 29,54m \rightarrow 30m$$

- Βάθος δεξαμενών (λόγω της αναλογίας h/L)

$$\frac{h}{L} = \frac{1}{15} \Rightarrow \frac{L}{15} = \frac{30,0}{15} = 2,0m \quad \downarrow \text{(εντός ορίων)}$$



Νέες διαστάσεις Δ.Α.Κ.

- **Επιφάνεια δεξαμενών**

$$F = \frac{V}{h} = \frac{797}{2,0} = 398m^2$$

- **Τελικό μήκος δεξαμενών**

$$L = \frac{F}{2B} = \frac{398}{2 \cdot 5,4} = 36,8 \cong 37m \downarrow$$



Διαστάσεις δεξαμενών οριζόντιας ροής

Ορθογώνιες δεξαμενές

Διαστάσεις	ΑΣΚΗΣΗ	Όρια
Μήκος, L	37	30 – 60 m
Πλάτος, B	5,4	4 – 10 m
Βάθος, h (στο πιο αβαθές σημείο)	2,0	1,5 – 2,5 m Αρχική καθίζηση
		2,0 – 3,5 m Τελική καθίζηση
Αναλογία, h/L	1:18,5	1:15 – 1:20

Έλεγχος \rightarrow $\frac{h}{L} = \frac{2}{37} = \frac{1}{18,5}$ (εντός ορίων)



‘Επαλήθευση’

- Οι επιλεγμένες διαστάσεις των Δ.Α.Κ. δίνουν τον ίδιο περίπου με τον αρχικό όγκο ($797m^3$) με καλύτερη προσέγγιση:

$$V = l \cdot L \cdot 2B = 2,0 \cdot 37 \cdot 2 \cdot 5,4 = 799,2m^3$$

$$(V_{αρχ} = l \cdot L \cdot 2B = 2,5 \cdot 40 \cdot 2 \cdot 4,0 = 800m^3)$$



Απώλειες τριβών της διάταξης ηρεμίας

- Οι απώλειες τριβών της διάταξης ηρεμίας αποτελούν εμπειρική τιμή, η οποία λαμβάνεται από τους κατασκευαστές της διάταξης
- Εδώ θα υπολογιστεί κατά προσέγγιση από τις τοπικές απώλειες εισόδου και εξόδου των λυμάτων κατά την ροή τους από την προσαγωγό αύλακα προς τη Δ.Α.Κ. (για ταχύτητα ροής $u=0,4\text{m/s}$)



Απώλειες τριβών της διάταξης ηρεμίας

- Παροχή ξηράς περιόδου

$$\Delta = (\xi_{\text{α}} + \xi_{\text{β}}) \frac{u^2}{2g} = (0,25 + 0,25) \frac{0,4^2}{2 \cdot 9,81} \Rightarrow \Delta = 0,01m$$

- Παροχή περιόδου βροχών (4πλάσια της Ξ.Π. λόγω αραίωσης λυμάτων)

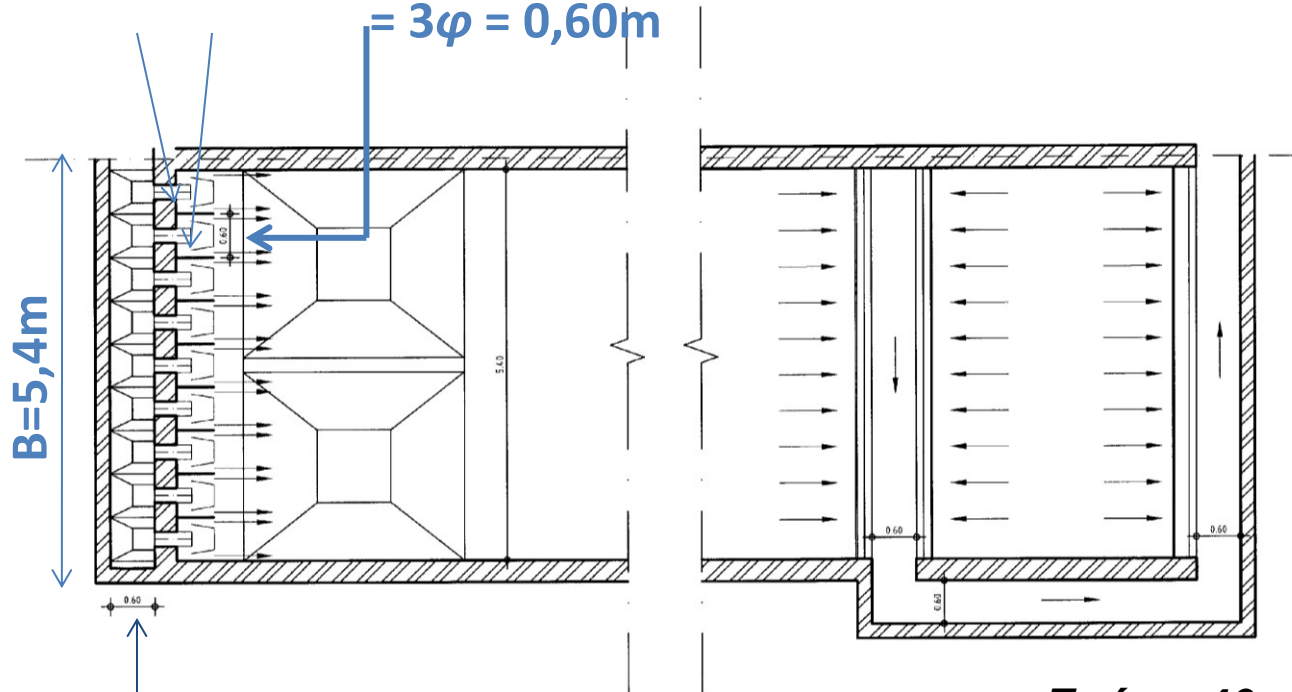
$$\Delta = (\xi_{\text{α}} + \xi_{\text{β}}) \frac{(4u)^2}{2g} = (0,25 + 0,25) \frac{(4 \cdot 0,4)^2}{2 \cdot 9,81} \Rightarrow \Delta = 0,16m$$



ΕΡΓΑ ΕΙΣΟΔΟΥ

Διατάξεις ηρεμίας
(9 τεμάχια/δεξαμενή)

Απόσταση μεταξύ
των διατάξεων ηρεμίας
 $= 3\varphi = 0,60\text{m}$



Πλάτος προσαγωγού
αύλακα $\geq 3\varphi=0,60\text{m}$

Σχήμα 40



ΕΡΓΑ ΕΞΟΔΟΥ

1. Υπερχείλιση εκροής
2. Αύλακας συγκέντρωσης λυμάτων
3. Θάλαμος συγκέντρωσης ιλύος
4. Δεξαμενή συγκέντρωσης ιλύος



1. Υπερχείλιση εκροής

- Οι παροχές που υπερχειλίζουν είναι
– Ξηράς περιόδου

$$Q^{\text{Ξ. I.}} = 797m^3 / h \rightarrow = \frac{Q^{\text{Ξ. I.}}}{2B} = \frac{797}{2 \cdot 5,4} = 73,8m^3 / h \cdot m > 35m^3 / h \cdot m$$

- Η ανά τρέχον μέτρο υπερχειλίζουσα ποσότητα
λυμάτων Ξ.Π. είναι μεγαλύτερη από την επιτρεπόμενη
→ Υπερχειλιστής διπλής στέψης

$$Q^{\text{Π. I.}} = 3187m^3 / h \rightarrow = \frac{Q^{\text{Ξ. I.}}}{2B} = \frac{3187}{2 \cdot 5,4} = 295m^3 / h \cdot m$$



1. Υπερχείλιση εκροής

– Περίοδος βροχών

$$Q^{Π.Β.} = 3187m^3 / h \rightarrow = \frac{Q^{Ξ.Π.}}{2B} = \frac{3187}{2 \cdot 5,4} = 295m^3 / h \cdot m$$

- Για την Π.Β. δεν απαιτείται η τήρηση του παραπάνω περιορισμού (της Ξ.Π.)



Οδοντωτός υπερχειλιστής

- **Περίοδος βροχών** (για υπερχειλιστή διπλής στέψης)

$$q = \frac{295}{2} m^3 / h \cdot m = 147,5 \cdot \frac{1000}{3600} l / s \cdot m = 40,97 l / s \cdot m \text{ (ανά υπερχειλιστή)}$$

$$q = 40,97 \frac{l}{s \cdot m} \cdot 0,25 \frac{m}{\text{οδόντα}} = 0,24 l / s / \text{οδόντα}$$

- Βάση του διαγράμματος (Σχ.41), η παροχή είναι **πολύ μεγάλη** για να διέλθει από οδοντωτό υπερχειλιστή

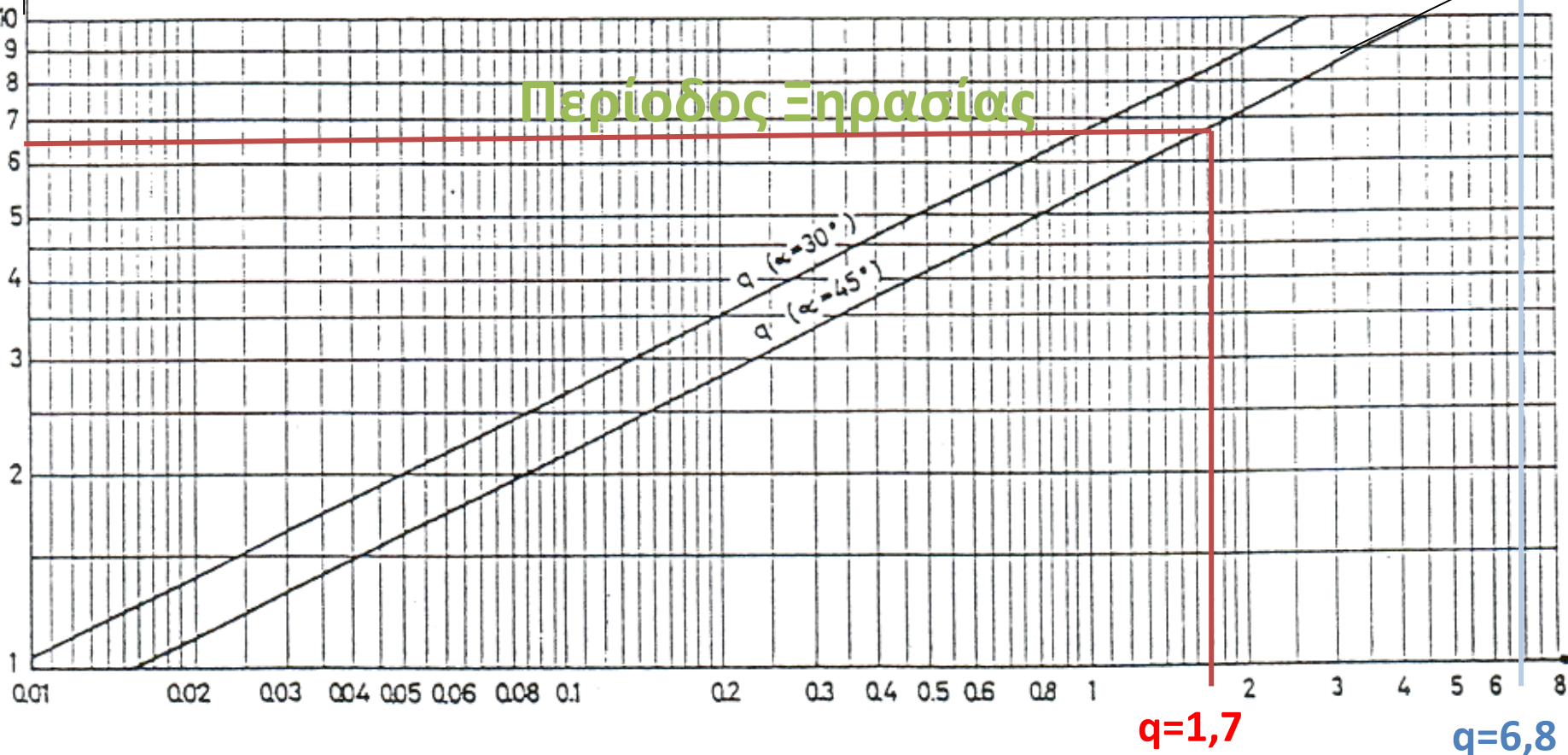


$h=12$

Περίοδος Βροχών

h (cm) $h=6,8$

Περίοδος Ξηρασίας



Σχήμα 41. Διάγραμμα για τον προσδιορισμό της ειδικής παροχής υπερχείλισης σε οδοντωτής στέψης υπερχειλιστές

Πηγή: Η. Χατζηαγγέλου, 2002

Οδοντωτός υπερχειλιστής

- Άρα απαιτούνται **2 υπερχειλιστές**:
 - Ένας απλής στέψης
 - Ένας διπλής στέψης



Οδοντωτός υπερχειλιστής

- Περίοδος βροχών

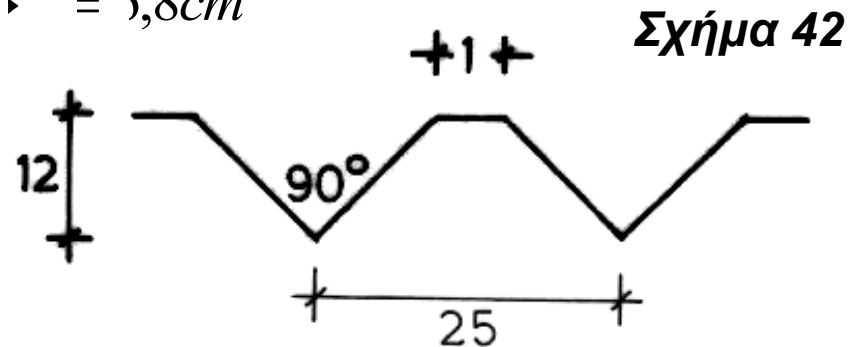
$$q = \frac{2}{3} \cdot 10,24 = 5,8 \text{ l/s/οδ ντα} \quad \rightarrow \quad = 2 \text{ cm}$$

* Από Σχ.5

- Περίοδος ξηρασίας

$$q = \frac{5,8}{4} = 1,45 \text{ l/s/οδ ντα} \quad \rightarrow \quad = 5,8 \text{ cm}$$

Διορθωτικός συντελεστής
Υπερχειλιστής διπλής στέψης (2)
→ διπλής στέψης + απλής (3)



2. Απαγωγός αύλακας

- Στην απαγωγό αύλακα θα κατασκευαστεί **υπερχείλιση αποφόρτισης των δεξαμενών αερισμού**, επειδή δεν πρέπει να δεχτούν παροχή μεγαλύτερη από τη διπλάσια της παροχής Ξ.Π.
- Τα **υψόμετρα της ελεύθερης στάθμης** στις αύλακες και τις δεξαμενές καθίζησης για τις διάφορες παροχές, καθώς και τα **υψόμετρα των στέψεων των υπερχειλιστών** δίνονται στον επόμενο **Πίνακα**.



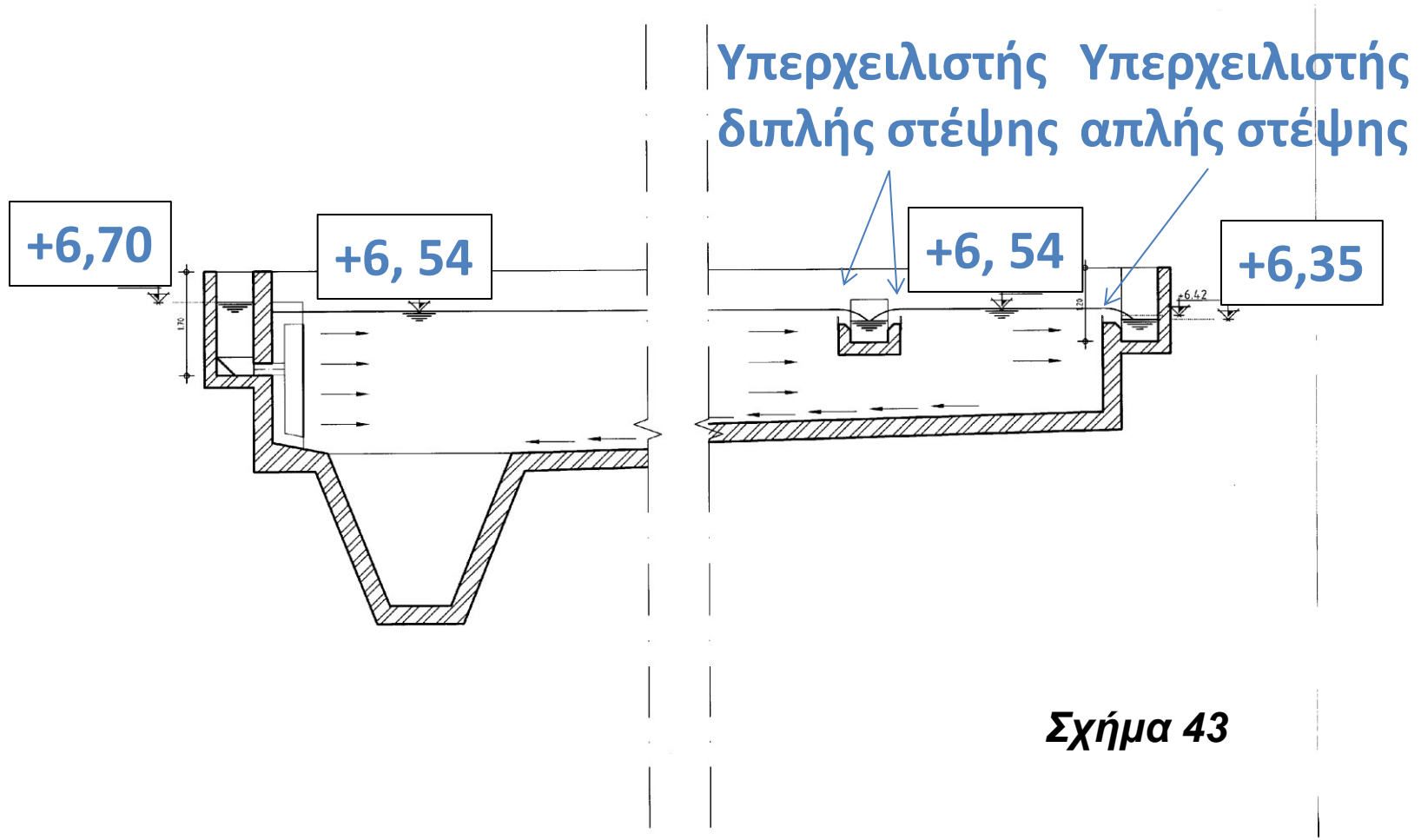
Πίνακας 16

	Υψόμετρο στάθμης(m)	
	$Q_{\Xi.Π.}$	$Q_{Π.Β.}$
Αύλακας αποφόρτισης	6,35(*)	6,35
Ελεύθερη πτώση 7cm (=υψόμετρο στέψης υπερχειλιστή)		(+0,07)
Ύψος υπερχείλισης 6,8cm για $Q_{\Xi.Π.}$ και 12cm για $Q_{Π.Β.}$ (=ελεύθερη στάθμη δεξαμενών)	(+0,068)	(+0,12)
	6,488	6,54
Απώλειες τριβών στη διάταξη ηρεμίας 1cm για $Q_{\Xi.Π.}$ και 16cm για $Q_{Π.Β.}$ (=υψόμετρο στάθμης στη προσαγωγό αύλακα)	(+0,01)	(+0,16)
	6,499	6,70

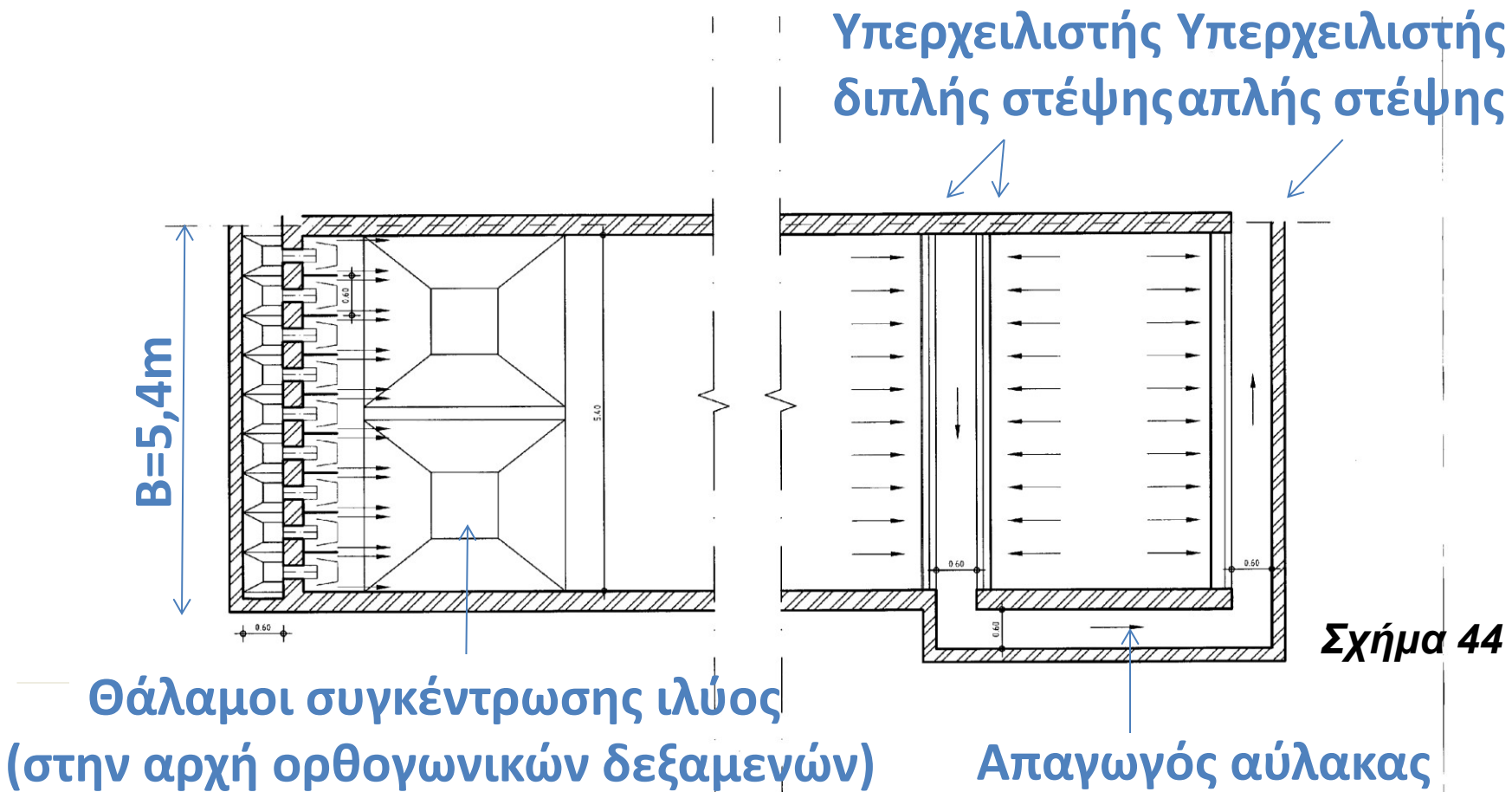
(*) Δεδομένο άσκησης



ΕΡΓΑ ΕΞΟΔΟΥ



ΕΡΓΑ ΕΞΟΔΟΥ



3. Θάλαμος συγκέντρωσης ιλύος

- Η ποσότητα της παραγόμενης ιλύος στις Δ.Α.Κ. εκτιμάται από τον Πίνακα 17 που ακολουθεί, σύμφωνα με τον τύπο

$$\frac{\Xi \text{ οά.ουσί} \alpha}{\Pi \text{ ριεκτικότητα } \xi \text{ υσί} \alpha} = \frac{45 \text{g / κατ ημ}}{2,5\%} = 800 \text{g / κατ ημ} = ,8 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 / \text{κατ ημ}$$



Πίν. 17

Εγκαταστάσεις	Ιλύς μετά από	Ξηρά ουσία g/κάτ.ημ.	Περιεκτικότητα σε ξηρά ουσία %
Δεξαμενών καθίζησης	την αφαίρεσή της από τις ΔΑΚ	45	2,5
	πάχυνση	45	5,0
	αδρανοποίηση + πάχυνση	30	10,0
	αδρανοποίηση + αφυδάτωση	30	30,0
Χαλικο-διυλιστηρίων	την αφαίρεσή της από τις ΔΤΚ*	25	4,0
	πάχυνση, προερχόμενη από ΔΑΚ+ΔΤΚ**	70	4,7
	αδρανοποίηση, προερχόμενη από ΔΑΚ+ΔΤΚ	45	3,0
	αδρανοποίηση+αφυδάτωση, προερχόμενη από ΔΑΚ+ΔΤΚ	45	8,0
Ενεργού ιλύος	την αφαίρεσή της από τις ΔΤΚ	35	0,7
	πάχυνση, προερχόμενη από ΔΑΚ+ΔΤΚ	80	4,0
	αδρανοποίηση, προερχόμενη από ΔΑΚ+ΔΤΚ	50	2,5
	αδρανοποίηση + πάχυνση, προερχόμενη από ΔΑΚ+ΔΤΚ	50	22,0
	αερόβια αδρανοποίηση + πάχυνση, προερχόμενη από ΔΑΚ+ΔΤΚ	50	2,5
	αερόβια αδρανοποίηση + αφυδάτωση, προερχόμενη από ΔΑΚ+ΔΤΚ	50	20,0
Χημικής θρόμβωσης	πάχυνση, προερχόμενη από τις ΔΑΚ	65	4,0
	αδρανοποίηση, προερχόμενη από ΔΑΚ	45	5,0



3. Θάλαμος συγκέντρωσης ιλύος

- Η **συνολική** ποσότητα της παραγόμενης ιλύος θα είναι για την πόλη των 50000 κατοίκων

$$Q_{\text{ιλύος}} = 5000 \text{κατ} \cdot 1,8 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3 / \text{κατ ημ} = 90 \text{ m}^3 / \text{ημ}$$

$$V_{\text{ιλύος}} = 90 \text{ m}^3$$



Θάλαμος συγκέντρωσης ιλύος

Δυνατότητα αποθήκευσης
ιλύος

Ποσότητα μισής ημέρας



Η συχνότητα εκκένωσης των
θαλάμων θα είναι 2 φορές ανά
ημέρα



Θάλαμοι συγκέντρωσης ιλύος

- Αν η **συχνότητα εκκένωσης** των θαλάμων είναι

2 φορές ανά ημέρα

- Ο **όγκος** του κάθε θαλάμου θα είναι
 - $V_{\text{ιλύος}} = 90/2 = 45\text{m}^3 \rightarrow$ για κάθε δεξαμενή $22,5\text{m}^3$



Θάλαμοι συγκέντρωσης ιλύος

- Θα κατασκευαστούν σε κάθε δεξαμενή **3 θάλαμοι σχήματος πυραμίδας** (ώστε να διαιρείται ακριβώς το πλάτος της Δ.Α.Κ. $B/3=5,4m/3=1,8m$), με τις εξής διαστάσεις για κάθε θάλαμο
 - **Επιφάνεια βάσης** $F_{\theta\alpha\lambda} = 1,8 \cdot 1,8 = 3,24m^2$
 - **Όγκος πυραμίδας** $V_{\theta\alpha\lambda} = V_{\text{ιλύος}}/3 = 22,5/3 = 7,5m^3$
 - **Ύψος πυραμίδας** $h_{\theta\alpha\lambda}$
 $= 3V/F = 3 \cdot 7,5/3,24 = 6,944 \approx 7m \gg$
 $h_{\delta\epsilon\epsilon} = 2m$ (πολύ μεγάλο)



Θάλαμοι συγκέντρωσης ιλύος

- Αν η **συχνότητα εκκένωσης** των θαλάμων θα είναι

4 φορές ανά ημέρα

- Ο **όγκος** του κάθε θαλάμου θα είναι
 - $V_{\text{ιλύος}} = 90/4 = 22,5\text{m}^3 \rightarrow$ για κάθε δεξαμενή $11,25\text{m}^3$



Θάλαμοι συγκέντρωσης ιλύος

- Θα κατασκευαστούν σε κάθε δεξαμενή 3 θάλαμοι σχήματος πυραμίδας, με τις εξής διαστάσεις για κάθε θάλαμο
 - Επιφάνεια βάσης $F_{\theta\alpha\lambda} = 1,8 \cdot 1,8 = 3,24\text{m}^2$
 - Όγκος πυραμίδας $V_{\theta\alpha\lambda} = V_{\text{ιλύος}}/3 = 11,25/3 = 3,75\text{m}^3$
 - Ύψος πυραμίδας $h_{\theta\alpha\lambda} = 3V/F = 3 \cdot 3,75/3,24 = 3,47 \approx 3,5\text{m}$ το οποίο είναι λίγο μεγαλύτερο από το $h_{\text{δεξ}} = 2\text{m}$ (**O.K.**)



4. Δεξαμενή συγκέντρωσης ιλύος

- Ο όγκος της δεξαμενής αυτής θα είναι

$$V_{\text{δεξ.}} = 90\text{m}^3 \text{ γιατί}$$

- ο όγκος αυτών των δεξαμενών υπολογίζεται για να αποθηκεύει ποσότητα ιλύος μιας ημέρας
 - η συνολική ποσότητα παραγόμενης ιλύος υπολογίστηκε σε $Q_{\text{ιλύος}} = 90\text{m}^3/\text{ημ.}$



Παρατήρηση

- Για την μετακίνηση της ιλύος από τον θάλαμο συγκέντρωσης ιλύος στη δεξαμενή συγκέντρωσης ιλύος προβλέπεται υδροστατική πίεση 0,5m (αντιστοιχεί σε μήκος σωληνώσεων μετακίνησης της ιλύος 5m και απώλειες τριβών 10%)



Δεξαμενή συγκέντρωσης ιλύος

- Για δεξαμενή σχήματος πυραμίδας

$$V_{\text{πυραμίδας}} = \frac{1}{3} F \cdot H$$

- Όγκος δεξαμενής $V_{\text{δεξ.}} = 90 \text{ m}^3$

- Ύψος δεξαμενής

$$H_{\text{δεξ.}} = h_{\text{θαλ.}} + h_{\text{δεξ.}} - 0,5 = 3,5 + 2,0 - 0,5 = 5,0 \text{ m}$$

- Επιφάνεια δεξαμενής

$$F_{\text{δεξ.}} = 3 \cdot V_{\text{δεξ.}} / H_{\text{δεξ.}} = 3 \cdot 90 / 5,0 = 54,0 \text{ m}^2$$

- Διαστάσεις επιφάνειας δεξαμενής 7,3m x 7,5m



Σημείωμα Αναφοράς

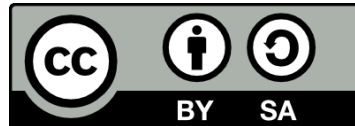
Copyright Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Αντιγόνη Ζαφειράκου.
«Τεχνική Περιβάλλοντος». Έκδοση: 1.0. Θεσσαλονίκη 2014.

Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση:
<http://eclass.auth.gr/courses/OCRS460/>



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.

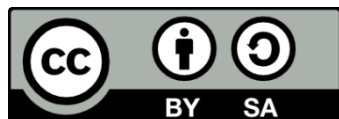
[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>





Τέλος ενότητας

Επεξεργασία: Ολυμπία Τασκάρη
Θεσσαλονίκη, 1/9/2014



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.

