



Τεχνική Περιβάλλοντος

Ενότητα 3: Αμμοσυλλογή λυμάτων

Αντιγόνη Ζαφειράκου
Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών



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.



Τεχνολογία Επεξεργασίας Λυμάτων

- Α' ΜΕΡΟΣ (Γενικά)

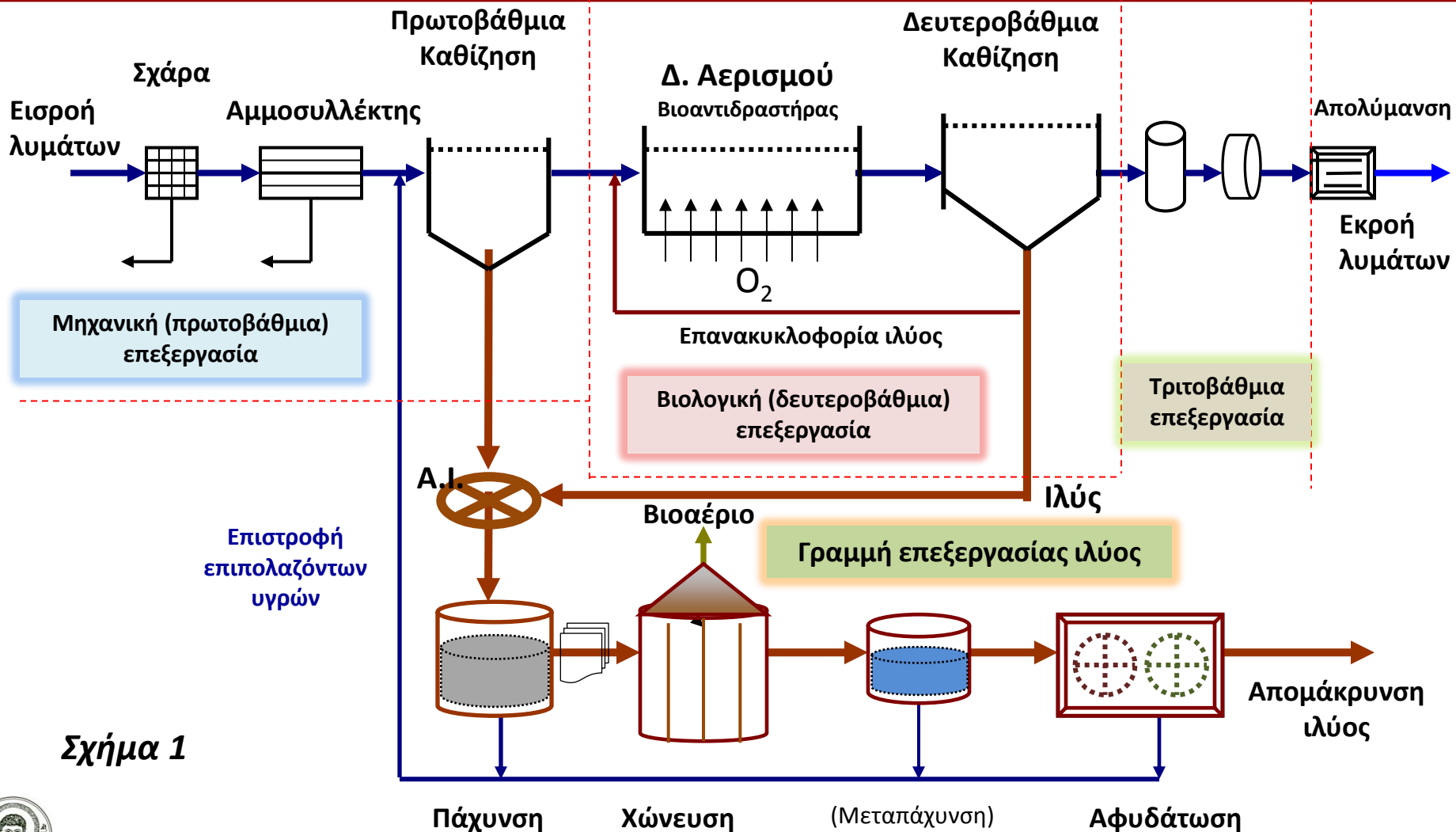
- Συστήματα επεξεργασίας λυμάτων
- Διαγράμματα ροής εγκαταστάσεων επεξεργασίας λυμάτων
- Τεχνικά έργα επεξεργασίας λυμάτων και πόσιμου νερού

- Β' ΜΕΡΟΣ (Ειδικά)

- Εσχάρωση λυμάτων
- **Αμμοσυλλογή λυμάτων**
- Καθίζηση λυμάτων
- Αερισός 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

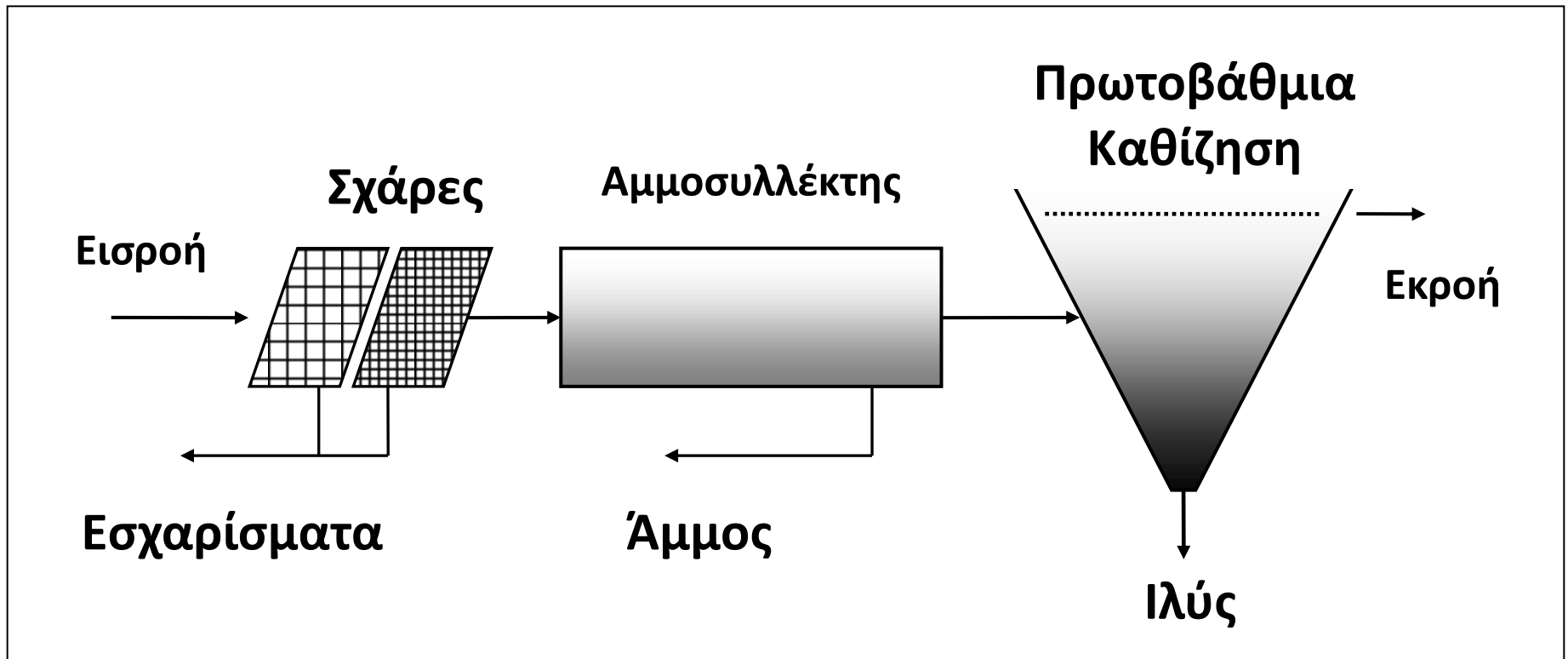


Μηχανική επεξεργασία λυμάτων

- 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



Μηχανικός καθαρισμός



Σχήμα 2



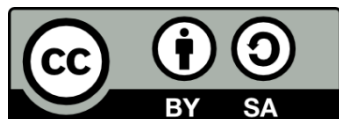


ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

ΑΝΟΙΚΤΑ
ΑΚΑΔΗΜΑΙΚΑ
ΜΑΘΗΜΑΤΑ



Αμμοσυλλέκτες



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο

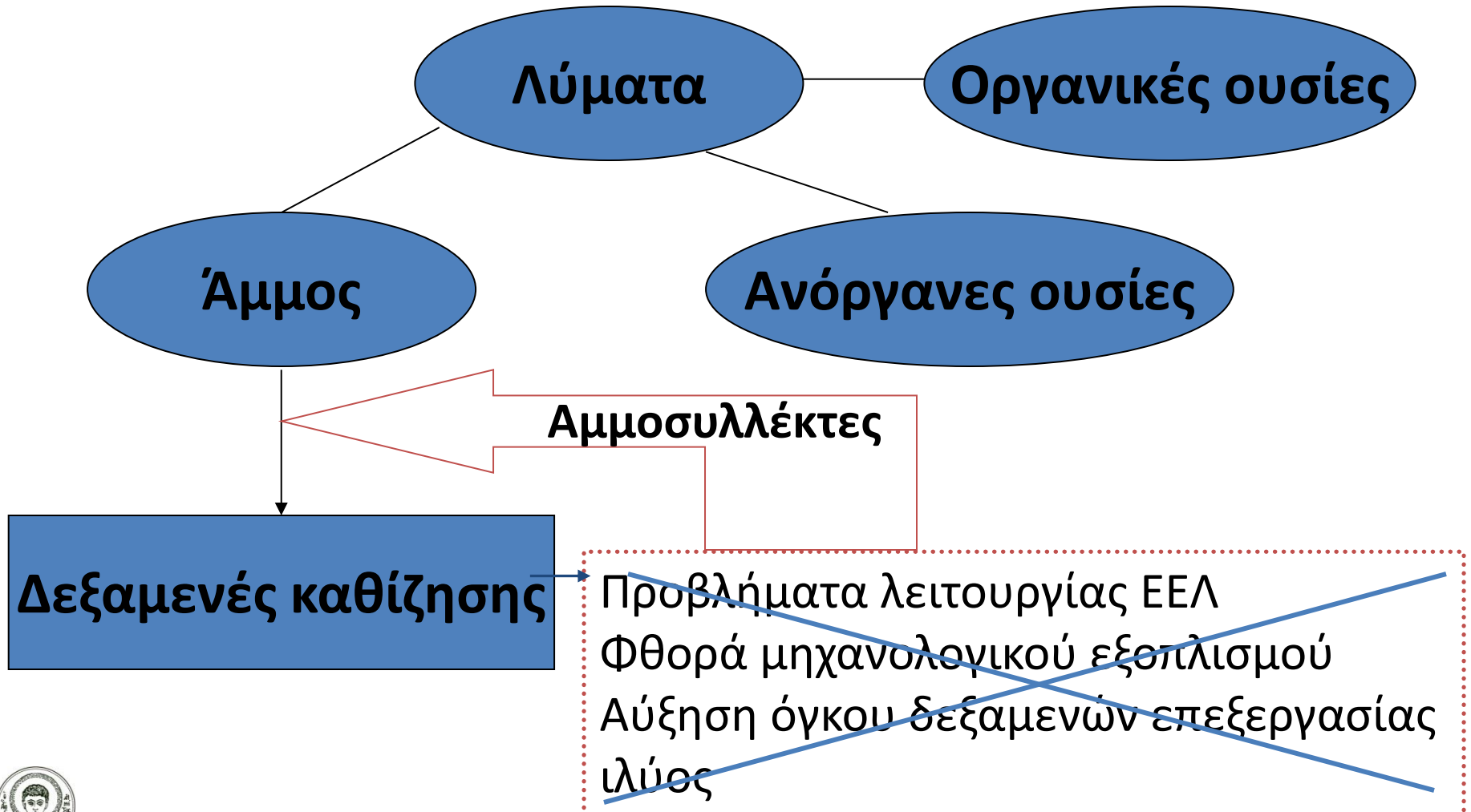


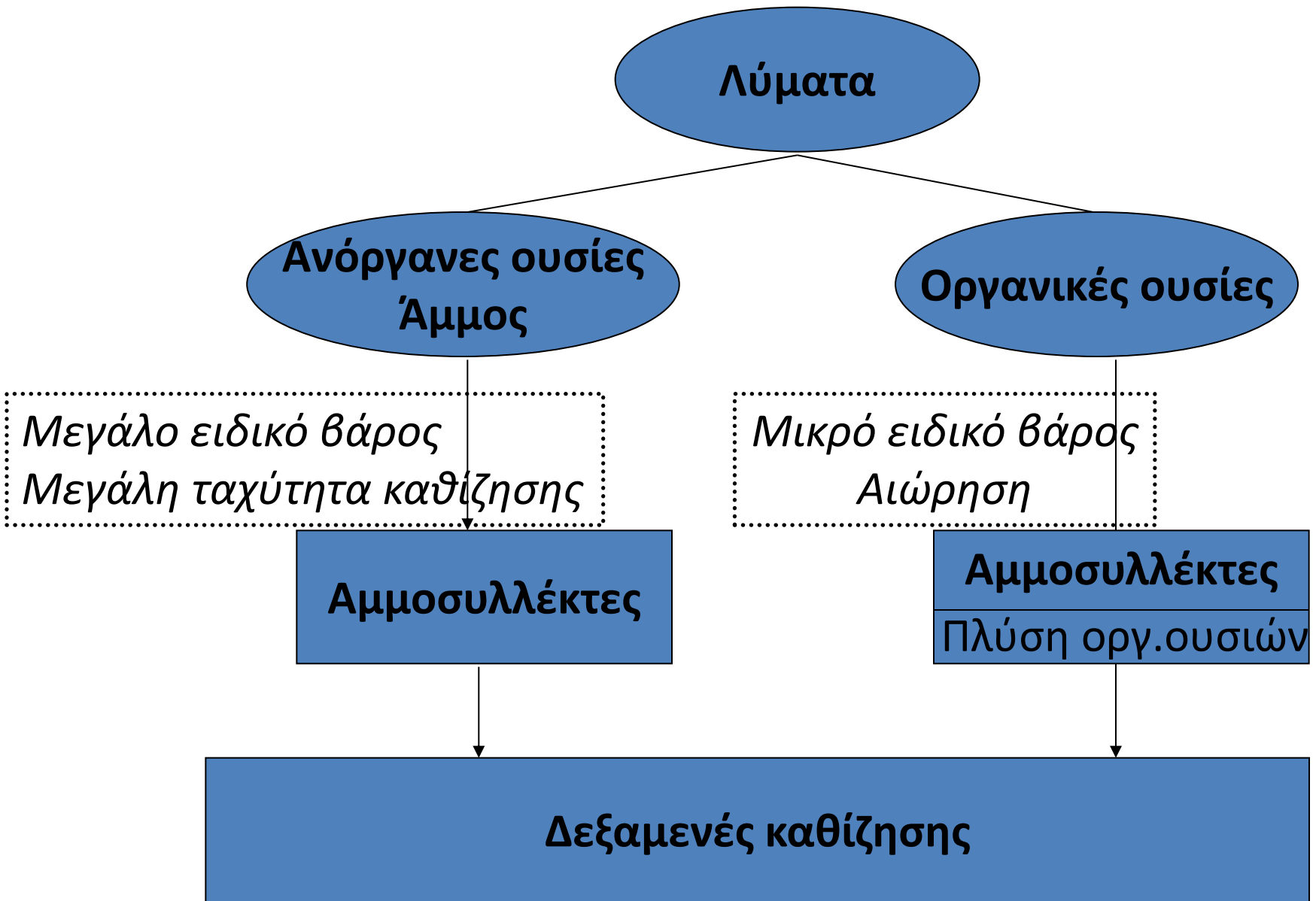
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Επεξεργασία λυμάτων





Τύποι αμμοσυλλεκτών

1. Οριζόντιοι

A. Επιμήκεις

B. Τετράγωνοι

2. Κατακόρυφοι ή βαθείς

3. Κυκλικοί

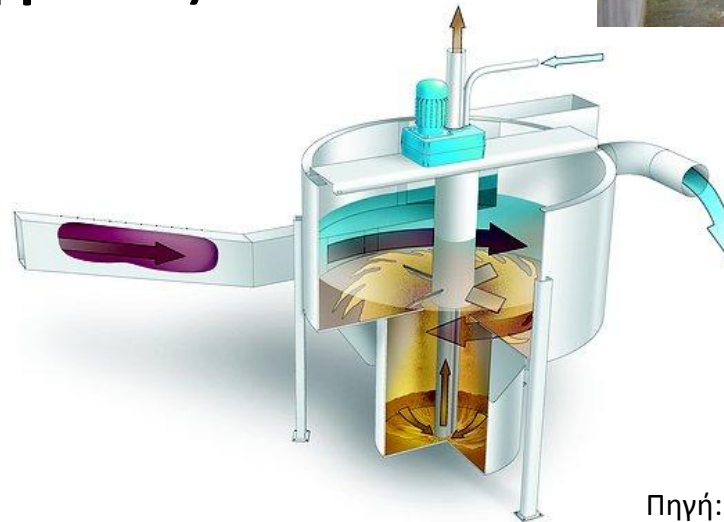
4. Αεριζόμενοι

5. Υδροκυκλώνες

• Λειτουργία

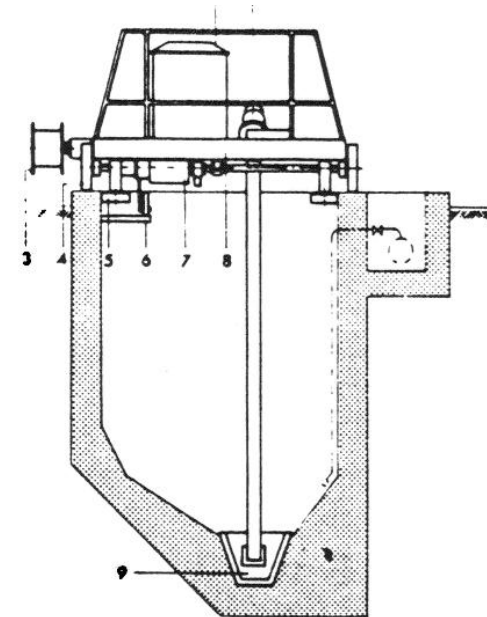
– Με βαρύτητα

– Με φυγόκεντρη δύναμη



Πηγή:

<http://www.huber.de/index.php?id=556&L=3>



1.Α Επιμήκεις Οριζόντιοι Αμμοσυλλέκτες

- Αποτελούνται συνήθως από **2-3 παράλληλα αυλάκια**
 - Συνήθως χρησιμοποιείται **μόνο το ένα**
 - Σε περιπτώσεις **μεγάλων παροχών νερού** (διάρκεια βροχών) τίθενται σε λειτουργία και τα υπόλοιπα

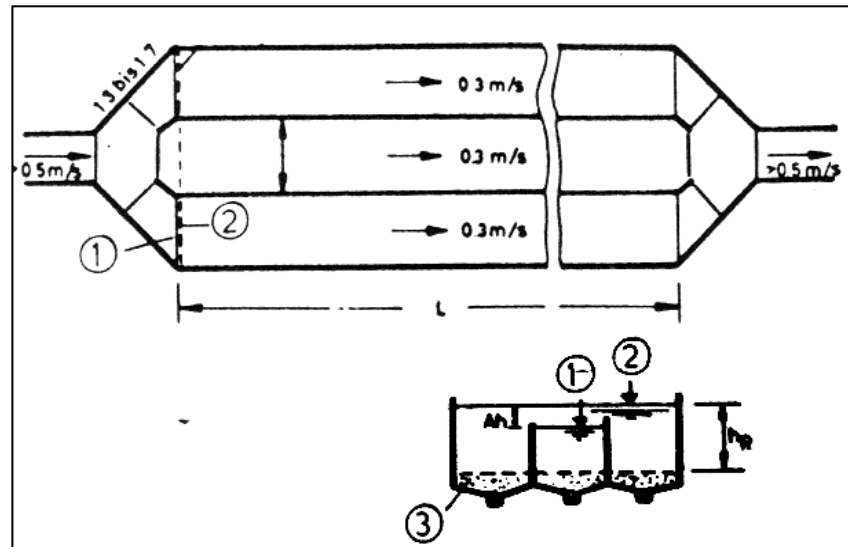


1.Α Επιμήκεις Οριζόντιοι Αμμοσυλλέκτες

- Η άμμος κατακάθεται στον πυθμένα
 - Με **κινητές γέφυρες** εξοπλισμένες με **ξέστρα** η άμμος ωθείται προς τον θάλαμο συγκέντρωσης της άμμου
 - Απομακρύνεται
 - Με **ροή υπό πίεση** (όταν η στάθμη στη δεξαμενή είναι χαμηλότερη από τον αμμοσυλλέκτη)
 - Με **αντλίες τύπου μαμούθ**



Επιμήκης Οριζόντιος Αμμοσυλλέκτης



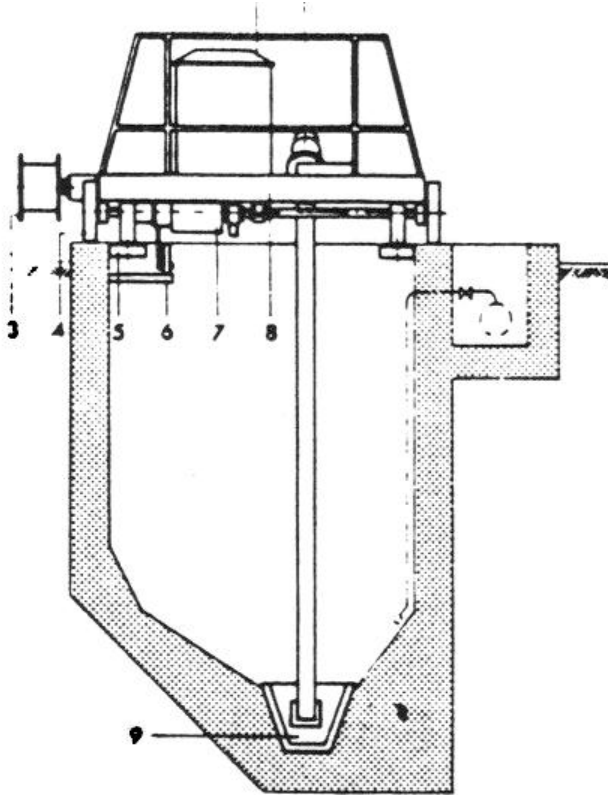
Σχήμα 3

Πηγή: Η. Χατζηαγγέλου, 2002

- 1) Χειροκίνητο ξύλινο φράγμα ή αυτόματο θυρόφραγμα ρυθμιζόμενο με πλωτήρες
- 2) Τοιχίο καταστροφής κινητικής ενέργειας
- 3) Χώρος συγκέντρωσης άμμου



Μηχανισμός εκκένωσης αμμοσυλλέκτη



Σχήμα 4 Κινητή γέφυρα με ξέστρο για την εκκένωση της άμμου από τους αμμοσυλλέκτες

1. Ηλεκτρικός πίνακας
2. Μηχανισμός ανύψωσης ξέστρου
3. Τύμπανο καλωδίου
4. Τροχός
5. Οδηγός
6. Σημείο δραστηριοποίησης διακόπτου πέρατος
7. Κινητήρας
8. Γέφυρα μηχανισμού εκκένωσης
9. Ξέστρο

Πηγή: Η. Χατζηαγγέλου, 2002



Αμμοσυλλέκτης επιμήκης κλασσικού τύπου



Πηγή: Β. Ιωσηφίδης, 2010

(2 αυλάκια – το ένα σε λειτουργία)



Επιμήκης αμμοσυλλέκτης 2 αυλάκων



Πηγή: Β. Ιωσηφίδης, 2010



1.Β Τετράγωνοι Οριζόντιοι Αμμοσυλλέκτες

- **Λειτουργία** και **υπολογισμός** όπως των **επιμηκών** αμμοσυλλεκτών
- Βασικός εκπρόσωπος κατηγορίας: **τύπος Dorr**
- Γίνεται διαχωρισμός οργανικών και ανόργανων ουσιών
- Η **άμμος** που φτάνει στο τέλος του διαχωριστή είναι σχεδόν **ξηρά** και μπορεί να φορτωθεί κατευθείαν στα μεταφορικά μέσα **απομάκρυνσης**



Αμμοσυλλέκτης τύπου Dorr



Πηγή:

<http://www.mwhglobal.com/services/construction-and-construction-management/products-and-spares/grit-removal/>



2. Κατακόρυφοι ή βαθείς αμμοσυλλέκτες

- **Κυλινδρική** δεξαμενή με ένα ή περισσότερα εσωτερικά ομόκεντρα κυλινδρικά τοιχία (θαλάμους)
 - Άνω μέρος – στέψη υπερχειλιστή
 - Προσαγωγοί αύλακες – καθορίζουν το υψόμετρο της στέψης
- **Ροή:** από κάτω προς τα πάνω
 - Συγκέντρωση άμμου: στον πυθμένα
 - Αφαίρεση άμμου: με άντληση

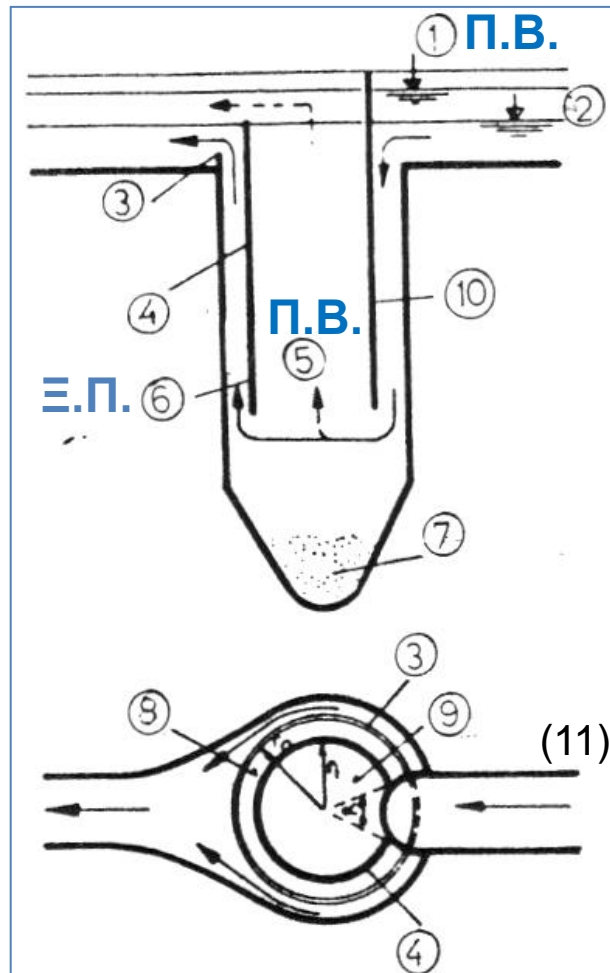


2. Κατακόρυφοι ή βαθείς αμμοσυλλέκτες

- Διαστασιολόγηση
 - Ύψος τοιχίων $\geq 3 \text{ m}$
 - Ταχύτητα ροής (στο κατακόρυφο κανάλι εισόδου λυμάτων) $< 1 \text{ m/s}$
- Χρήση: συγκράτηση μόνο χοντρόκοκκης άμμου



Βαθύς αμμοσυλλέκτης



Ξ.Π.

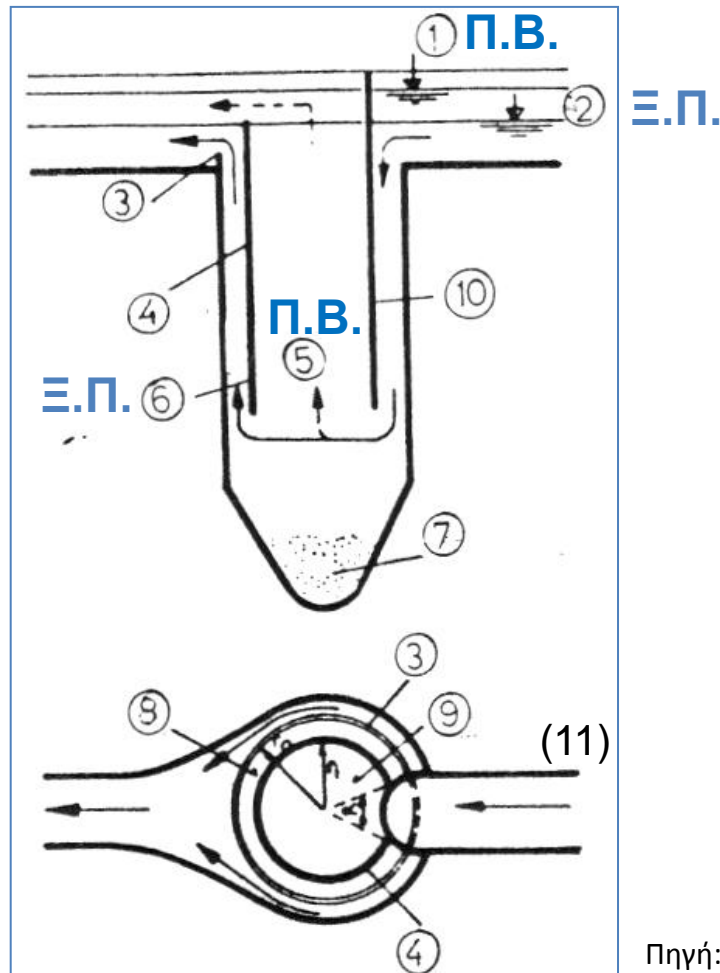
1. Στάθμη περιόδου βροχής
2. Στάθμη ξηράς περιόδου
3. Υπερχειλίσεις
4. Διαχωριστικό κυλινδρικό τοίχιο
5. Παροχή περιόδου βροχών
6. Παροχή ξηράς περιόδου
7. Χώρος συγκέντρωσης άμμου

Πηγή: Η. Χατζηαγγέλου, 2002

Σχήμα 5



Βαθύς αμμοσυλλέκτης



8. Διατομή του αμμοσυλλέκτη που λειτουργεί για παροχές ξηράς περιόδου
9. Διατομή αμμοσυλλέκτη που τίθεται σε λειτουργία στις περιόδους βροχών
10. Κατακόρυφο κανάλι εισόδου
11. Προσαγωγός αύλακας

Σχήμα 5

Πηγή: Η. Χατζηαγγέλου, 2002



3. Κυκλικοί αμμοσυλλέκτες

- **Σχήμα:** κωνικό
- **Είσοδος λυμάτων:** κατά τη διεύθυνση της επαπτόμενης στην περιφέρεια
 - Η έκκεντρη εισαγωγή των λυμάτων προκαλεί δευτερεύοντες στροβιλισμούς

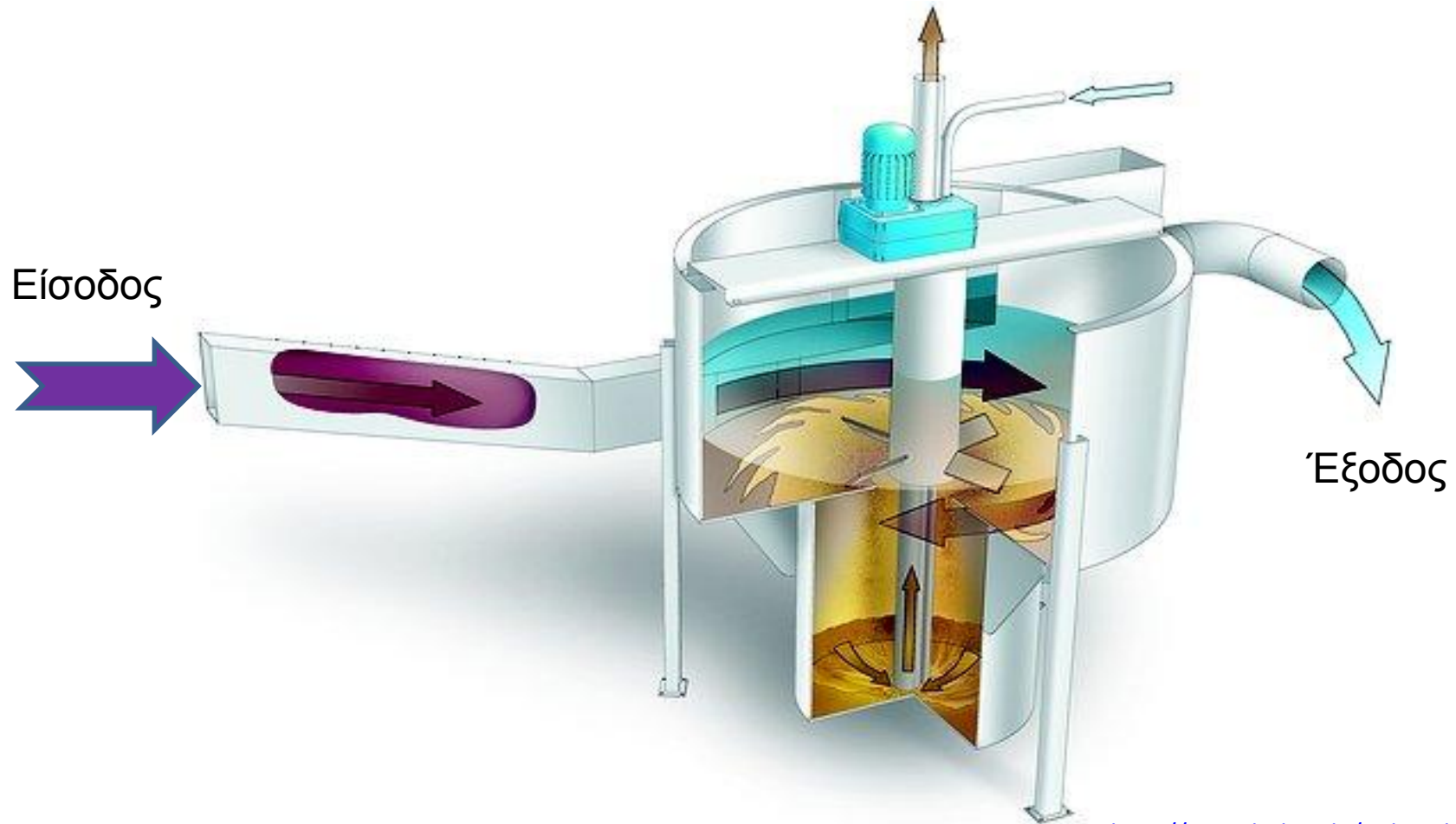


3. Κυκλικοί αμμοσυλλέκτες

- **Κατακάθιση των φερτών**
 - Βαρύτητα
 - Φυγοκέντρωση
- **Ανάδευση** οργανικών ουσιών λόγω των εγκάρσιων στροβιλισμών, που δημιουργούν ανοδικό ρεύμα στο κέντρο της δεξαμενής

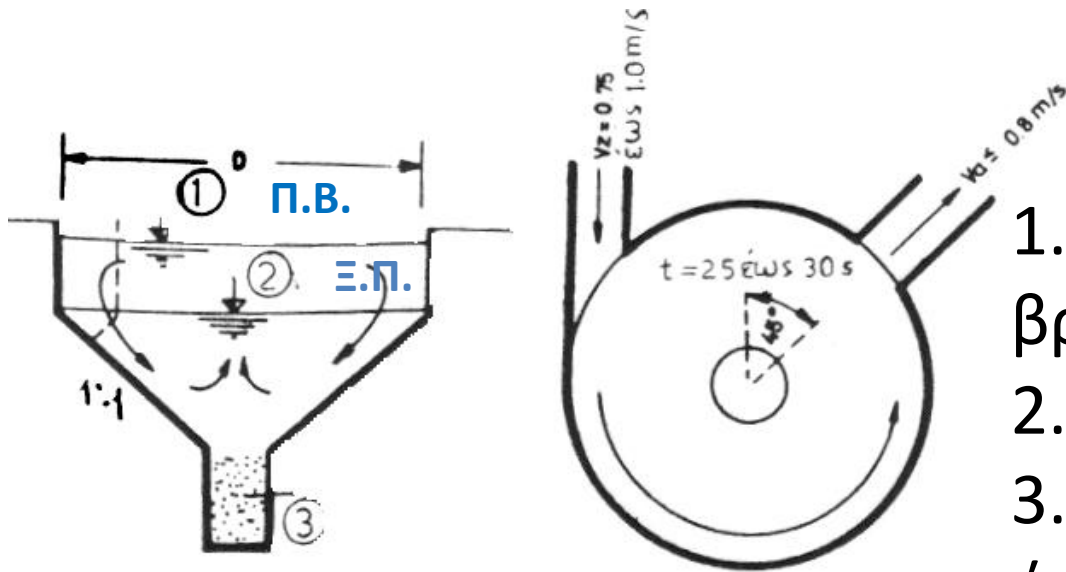


Αμμοσυλλέκτης κυκλικός τύπου Geiger



Πηγή:
<http://www.huber.de/index.php?id=556&L=3>

Κυκλικός αμμοσυλλέκτης, τύπου Geiger



1. Στάθμη περιόδου βροχών
2. Στάθμη ξηράς περιόδου
3. Χώρος συγκέντρωσης άμμου

Πηγή: Η. Χατζηαγγέλου, 2002

Σχήμα 6 Ροή σε κυκλικό αμμοσυλλέκτη τύπου Geiger



Αμμοσυλλέκτης κυκλικός τύπου Geiger



Πηγή:

<http://www.directindustry.com/industrial-manufacturer/grit-chamber-circular-88852.html>



4. Αεριζόμενοι αμμοσυλλέκτες

- Η κατακάθιση των οργανικών ουσιών αποφεύγεται με την **εμφύσηση φυσαλίδων αέρα**
- **Μέση ταχύτητα ροής** για την μέγιστη παροχή: **20cm/sec**
- **Ταχύτητα ανάδευσης** στην περιφέρεια της δεξαμενής: **30 cm/s**

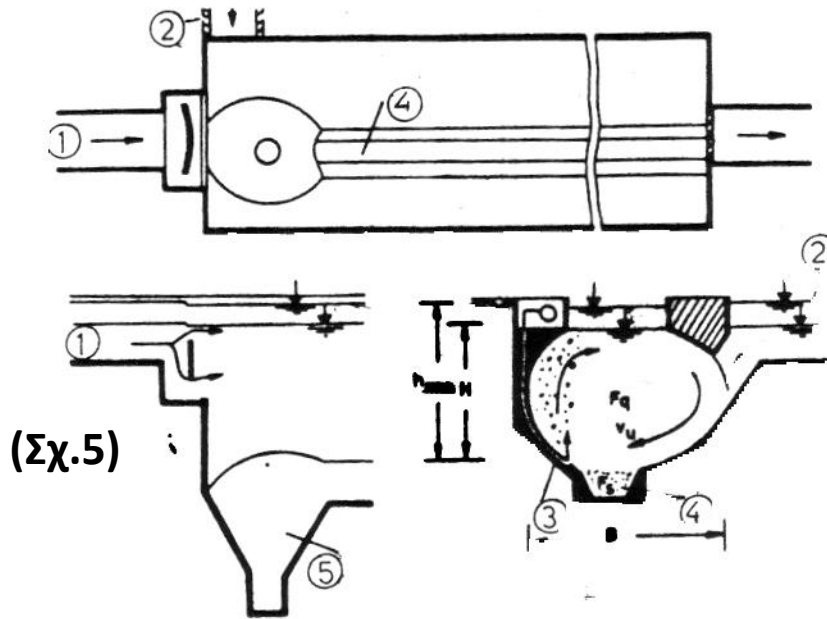


4. Αεριζόμενοι αμμοσυλλέκτες

- Η τοποθέτηση **εγκάρσιων διαχωριστικών τοιχίων** βελτιώνει την απόδοση τους, γιατί εμποδίζεται η δημιουργία δευτερευόντων ρευμάτων κατά μήκος.
- **Απομάκρυνση της άμμου**: μηχανικά, με **αντλία τύπου μαμούθ** ανηρτημένη σε κινούμενη γέφυρα



Αεριζόμενοι αμμοσυλλέκτες



Πηγή: Η. Χατζηαγγέλου, 2002

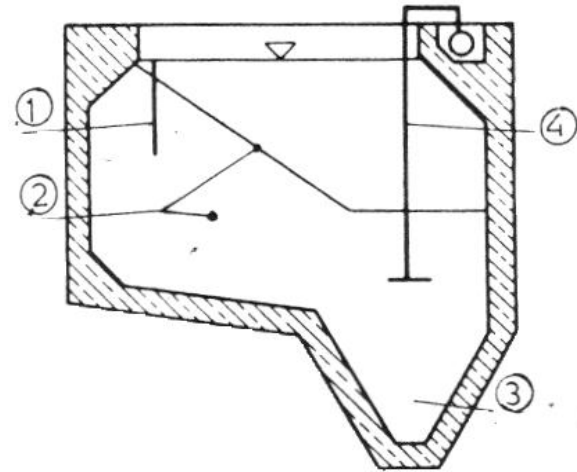
1. Κύρια εισροή
2. Πλάγια εισροή (δεν απαιτείται, πρόκειται για ειδική κατασκευή)
3. Σωλήνες αερισμού
4. Χώρος κατακάθισης άμμου
5. Θάλαμος συγκέντρωσης άμμου

Σχήμα 7 Τομή αμμοσυλλέκτη εξοπλισμένου με διαχωριστικά τοιχεία



Αεριζόμενοι αμμοσυλλέκτες

1. Τοιχίο οδηγός
2. **Εγκάρσιο**
διαχωριστικό τοιχίο
3. Χώρος συγκέντρωσης
άμμου
4. Σωλήνες αερισμού



Πηγή: Η. Χατζηαγγέλου, 2002

Σχήμα 8 Τομή αμμοσυλλέκτη εξοπλισμένου με διαχωριστικά τοιχία



Αεριζόμενοι αμμοσυλλέκτες

- Υπάρχει δυνατότητα διαχωρισμού των **επιπλεουσών ουσιών**, οι οποίες
 - **Συγκεντρώνονται** σε έναν χώρο μεταξύ της ελεύθερης επιφάνειας και ειδικών κατακόρυφων διαχωριστικών τοιχίων, και
 - **Απομακρύνονται** με αντλίες ή επιφανειακά ξέστρα, που αναρτώνται στις κινητές γέφυρες



Συλλογή και πλύση άμμου από αεριζόμενο αμμοσυλλέκτη



Πηγή:
<http://www.brand-eslarn.de/dedi/projekt05/index.php?idcatside=381>

(εξοπλισμός αναρρόφησης άμμου)



Αεριζόμενος αμμοσυλλέκτης



Πηγή:

<http://www.dwe.dk/product/KD15R/KD15R%C2%A0Suction%C2%A0Scrapper%C2%A0Bridge>

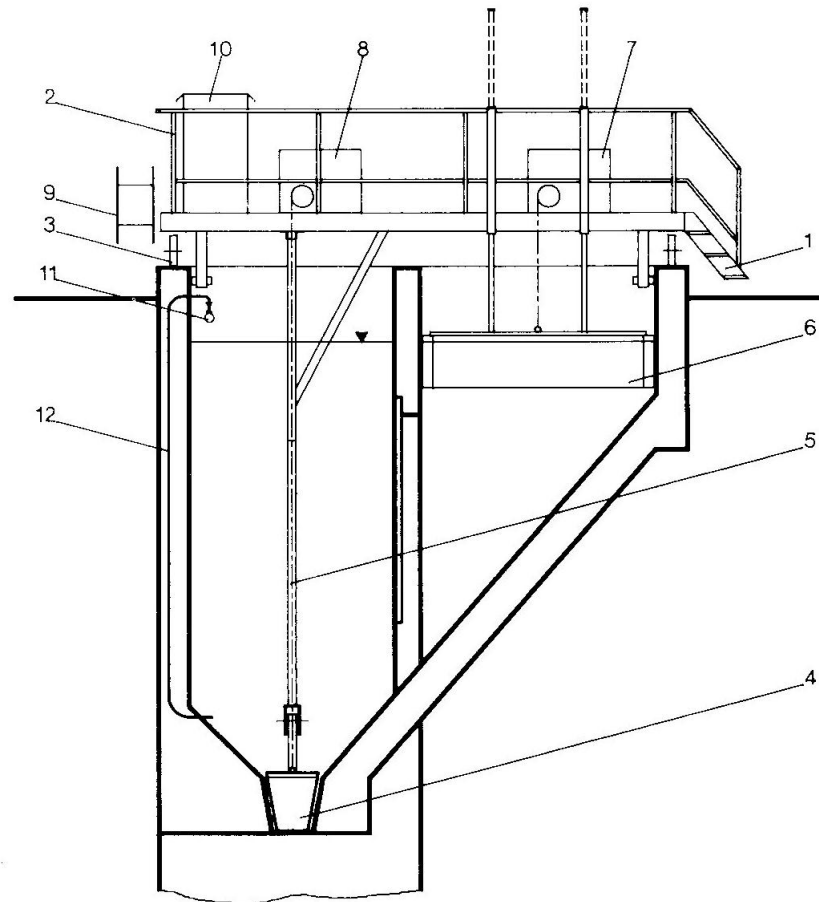


Μηχανική επεξεργασία λυμάτων

- 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



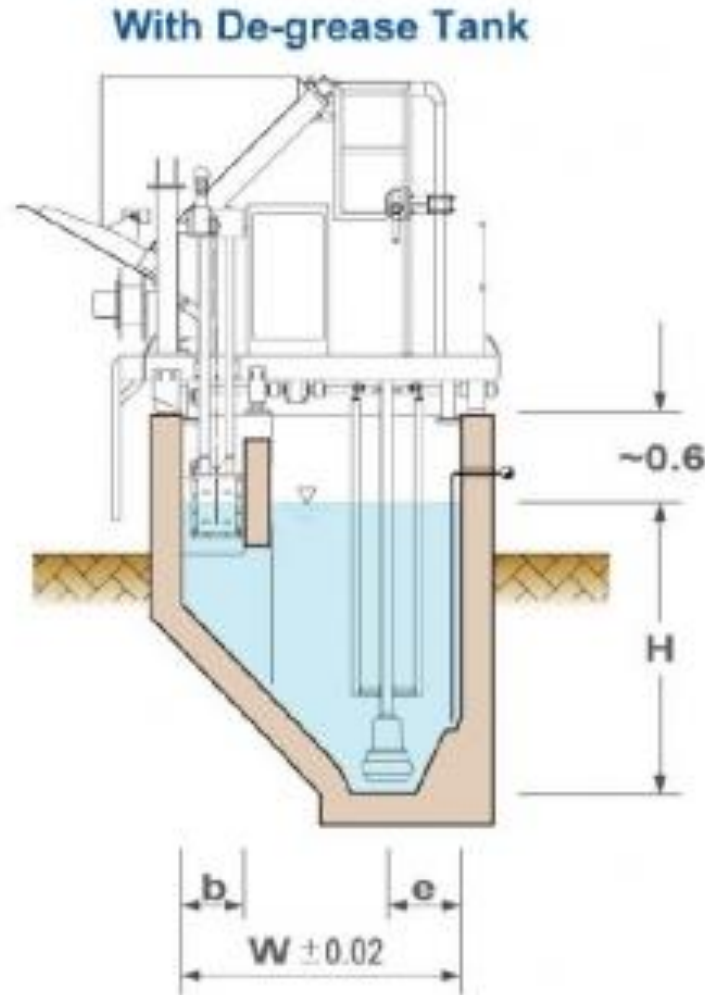
Τομή αεριζόμενου αμμοσυλλέκτη με πρόβλεψη συλλογής λιπών



Πηγή: Η. Χατζηαγγέλου, 2002



Αεριζόμενος αμμοσυλλέκτης με διάδρομο συλλογής λιπών

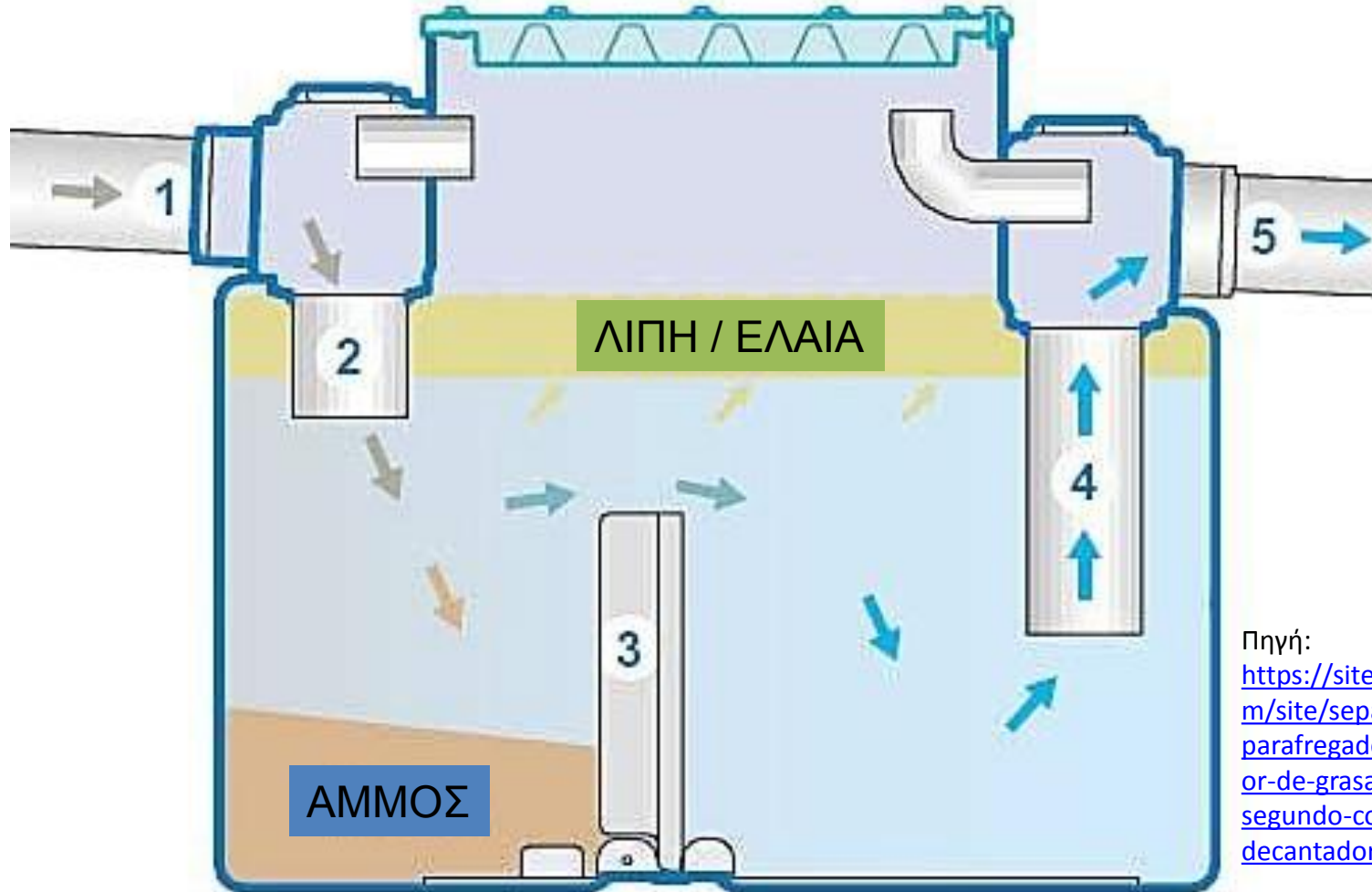


Πηγή:

<http://www.hplusr.com.tw/grit-chamber.htm>



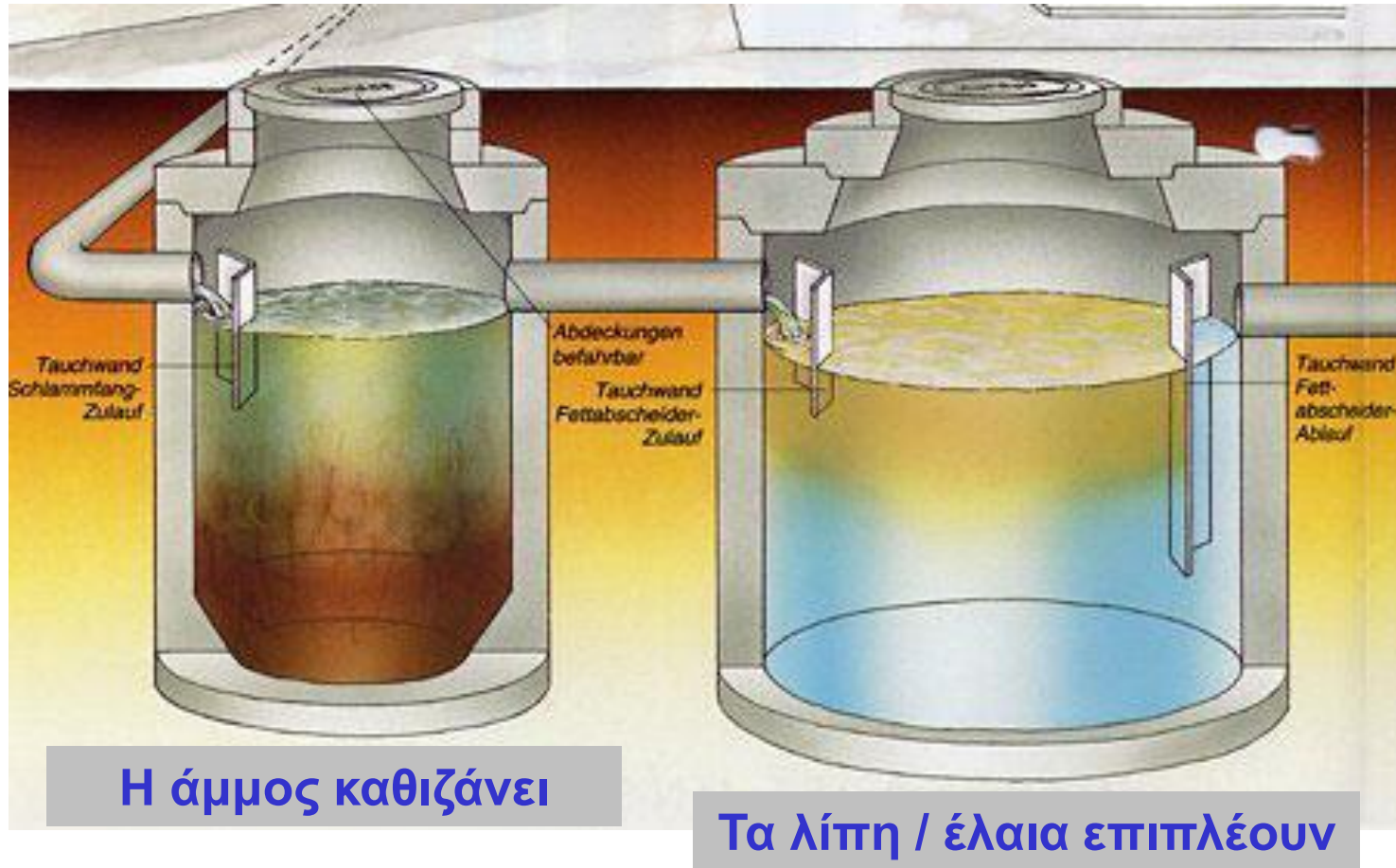
Δεξαμενή διαχωρισμού ελαίων και λιπών



Πηγή:
<https://sites.google.com/site/separadorgrasasparafregaderos/separador-de-grasas-de-1-litro-segundo-con-decantador>



Διάταξη συλλογής ελαίων και λιπών



Πηγή: <http://www.tiefbau-lehnert.de/handel.php>



Αεριζόμενος δίδυμος αμμοσυλλέκτης



Πηγή:
[http://resources.pregocms.de/
page/print.php?p=10482&cust
=oele](http://resources.pregocms.de/page/print.php?p=10482&cust=oele)

Λεπτομέρεια απομάκρυνσης λιπών και αερισμού



Αεριζόμενος αμμοσυλλέκτης – λιποσυλλέκτης



Πηγή:
<http://www.wasserverband-bsb.de/aktuelles/bildarchiv/>



Διπλός αεριζόμενος αμμοσυλλέκτης - λιποσυλλέκτης



(ΕΕΛ Καβάλας – 2009)



Διπλός αεριζόμενος αμμοσυλλέκτης - λιποσυλλέκτης



(ΕΕΛ Καβάλας – 2012)

(όχι σε καλή κατάσταση, λόγω μη λιποσυλλογής)

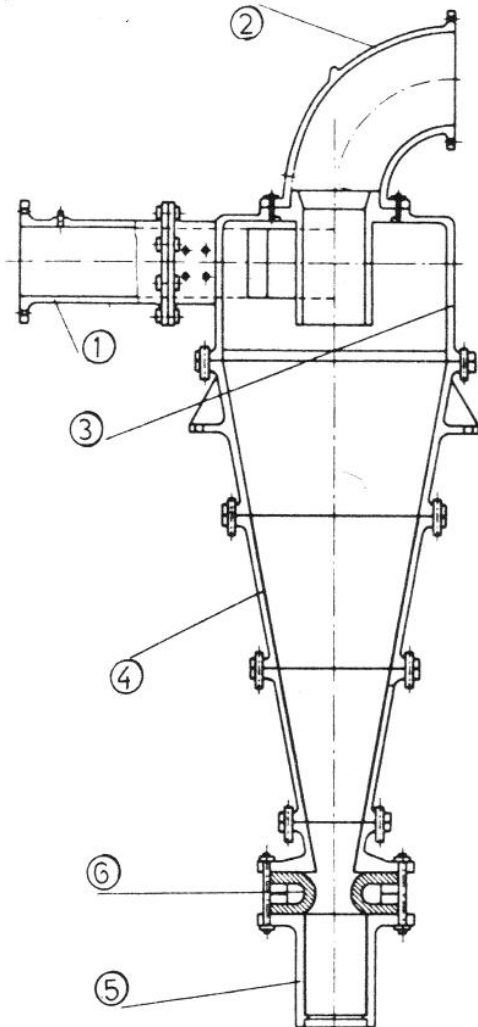


5. Υδροκυκλώνες

- Πρόκειται για ειδικό διαχωριστή άμμου που χρησιμοποιείται κυρίως στις **βιομηχανίες**
- Στις **ΕΕΛ** χρησιμοποιείται:
 - Για **μικρές παροχές λυμάτων**
 - Για τον **καθαρισμό της άμμου από τις οργανικές ουσίες**
 - Για τον **διαχωρισμό της άμμου από την ιλύ των δεξαμενών καθίζησης**, όταν η ΕΕΛ δεν διαθέτει αμμοσυλλέκτη
- Η λειτουργία τους βασίζεται στη **φυγόκεντρη δύναμη**.



Υδροκυκλώνες



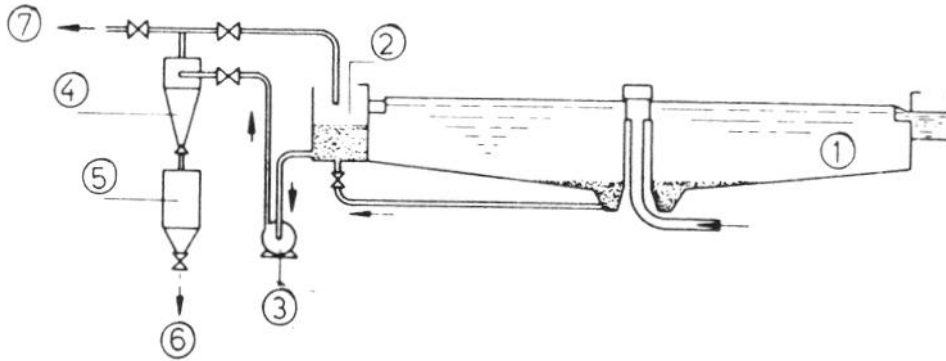
1. Εισροή
2. Εκροή
3. Κιβώτια εισόδου
4. Κωνικό κιβώτιο
5. Εκροή άμμου
6. Ρυθμιζόμενο ακροφύσιο

Σχήμα 9 Υδροκυκλώνας της εταιρείας *Dorr*

Πηγή: Η. Χατζηαγγέλου, 2002



Δεξαμενή καθίζησης με υδροκυκλώνα



Πηγή: Η. Χατζηαγγέλου, 2002

1. Δεξαμενή
2. Δεξαμενή συγκέντρωσης ιλύος
3. Αντλία ιλύος
4. Υδροκυκλώνας
5. Δοχείο άμμου
6. Αποκομιδή άμμου
7. Ιλύς χωρίς άμμο

Σχήμα 10 Διαχωρισμός άμμου από την ιλύ δεξαμενών καθίζησης με υδροκυκλώνα



Β' Μέρος

- A. Μηχανικός εξοπλισμός αμμοσυλλεκτών**
- B. Χαρακτηριστικά στοιχεία του προϊόντος**
- Γ. Συγκέντρωση και απομάκρυνση του προϊόντος**
- Δ. Αφυδάτωση του προϊόντος**



A. Μηχανικός εξοπλισμός αμμοσυλλεκτών

- Απαιτείται για
 - Την **συγκέντρωση** του προϊόντος που κατακαθίζει
 - Την **απομάκρυνση** του προϊόντος από τις δεξαμενές
 - Τον **διαχωρισμό** των ανόργανων και οργανικών συστατικών
- Η **εκλογή** του εξοπλισμού εξαρτάται από
 - Την **ποσότητα** του προϊόντος
 - Τον **τύπο** του αμμοσυλλέκτη



B. Χαρακτηριστικά στοιχεία του προϊόντος

- Ποσότητα άμμου: **20-200 lt/1000 m³ λυμάτων**

Χωριστικά δίκτυα

Παντοροϊκά δίκτυα
(Περίοδος Βροχών)

- Περιεκτικότητα νερού: **30-50%**
- Ειδικό βάρος: **1,2 – 1,6 t/m³**
- Απώλεια βάρους μετά την καύση: **15-51%**
(ανάλογα με τους διαχωριστές οργανικών και ανόργανων ουσιών)



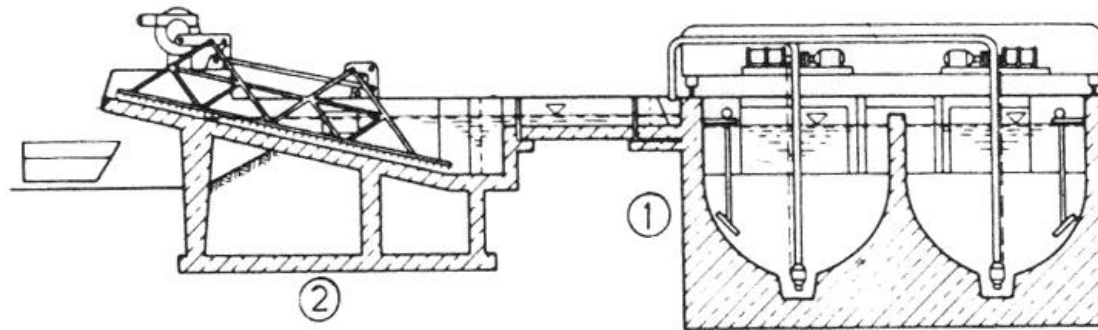
Γ. Συγκέντρωση και απομάκρυνση του προϊόντος

- **Χειρονακτικά**, σε περιπτώσεις μικρών αμμοσυλλεκτών
- **Υδραυλικά**, με τη διαφορά στάθμης στη δεξαμενή του αμμοσυλλέκτη και τη δεξαμενή συγκέντρωσης του προϊόντος
- **Μηχανικά**, με τη χρησιμοποίηση ξέστρων που κρέμονται από κινούμενες γέφυρες
- Με τη **χρήση αντλιών**, όπως οι αντλίες τύπου μαμούθ



Δ. Αφυδάτωση του προϊόντος

- Σε κλίνες ξήρανσης
- Σε δεξαμενές καθίζησης, στις οποίες μετά την καθίζηση αφαιρείται το υπερκείμενο νερό με σιφωνισμό ή υπερχείλιση
- Σε διαχωριστές άμμου (Σχ.11)



Σχήμα 11

Πηγή: Η. Χατζηαγγέλου, 2002

1. Αεριζόμενος αμμοσυλλέκτης 2. Διαχωριστής



Πλύση και διαχωρισμός άμμου



Πηγή:

<http://www.huber.no/CoandaSandvaskRoSF4.htm>



Διαχωριστής άμμου

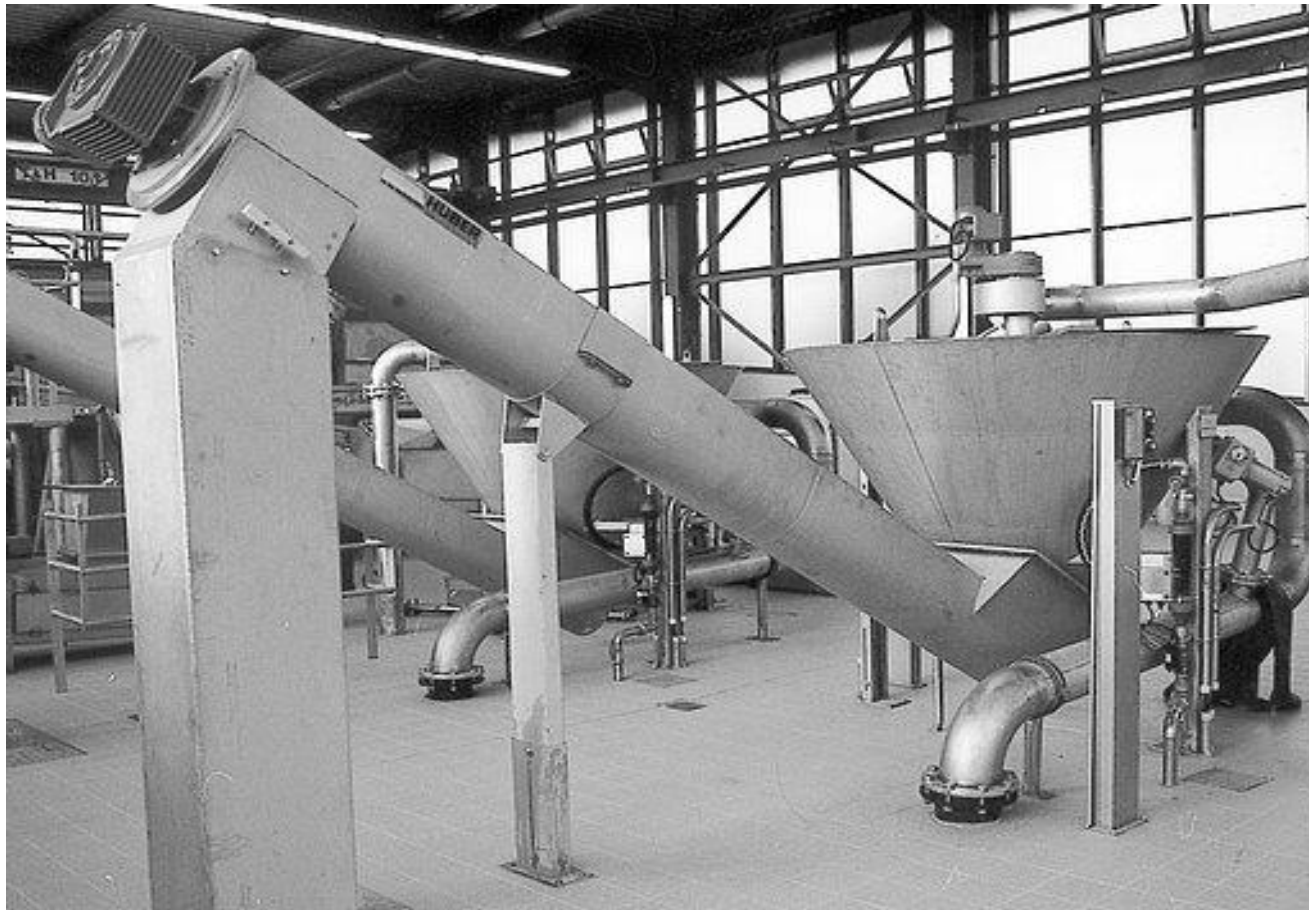


Πηγή:

<http://www.huber.no/CoandaSandvaskRoSF4.htm>



Πλύση και διαχωρισμός άμμου



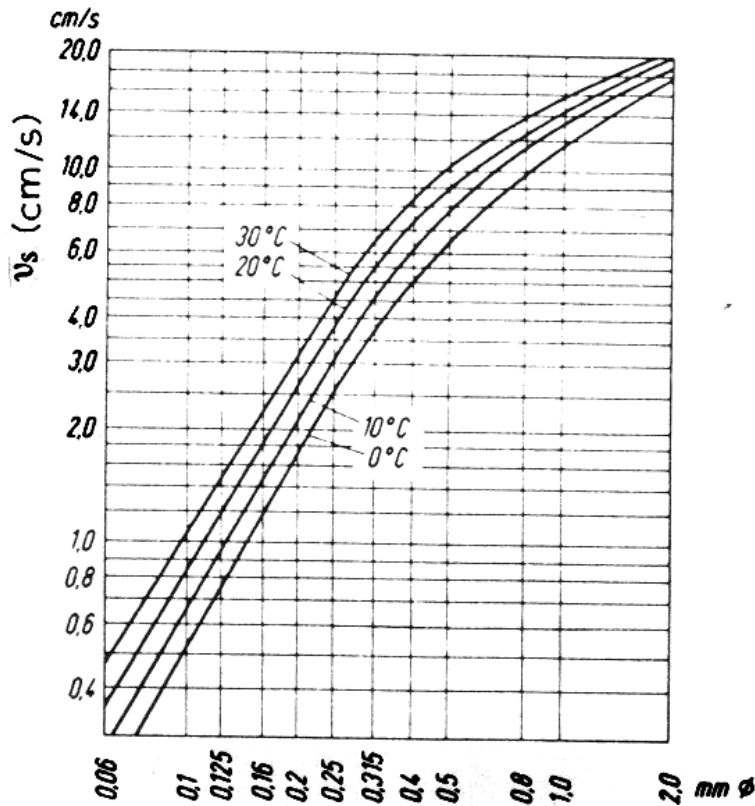
Πηγή:
<https://www.yumpu.com/en/rosf>





ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ ΑΜΜΟΣΥΛΛΕΚΤΩΝ

Θεωρητική καθίζηση άμμου



Πηγή: Η. Χατζηαγγέλου, 2002

Η ταχύτητα της καθίζησης της άμμου εξαρτάται από:

- Διαστάσεις κόκκων
- Ειδικό βάρος κόκκων
- Θερμοκρασία νερού
- Κατάσταση ροής (στρωτή/τυρβώδης)

Σχήμα 12 Ταχύτητα καθίζησης κόκκων άμμου σε στάσιμο νερό για ειδικό βάρος των κόκκων $\gamma=2.65\text{gr/cm}^3$ και θερμοκρασίες νερού $T = 0,10,20,30^\circ\text{C}$



Στην πραγματικότητα

- Το νερό δεν είναι στάσιμο, αλλά βρίσκεται σε συνεχή ροή.
- Ιδιαίτερα κοντά στην είσοδο η ροή δεν είναι στρωτή.
- Αποτέλεσμα: παρατηρείται **ανάδευση**, κι επιβραδύνεται η κατακάθιση της άμμου

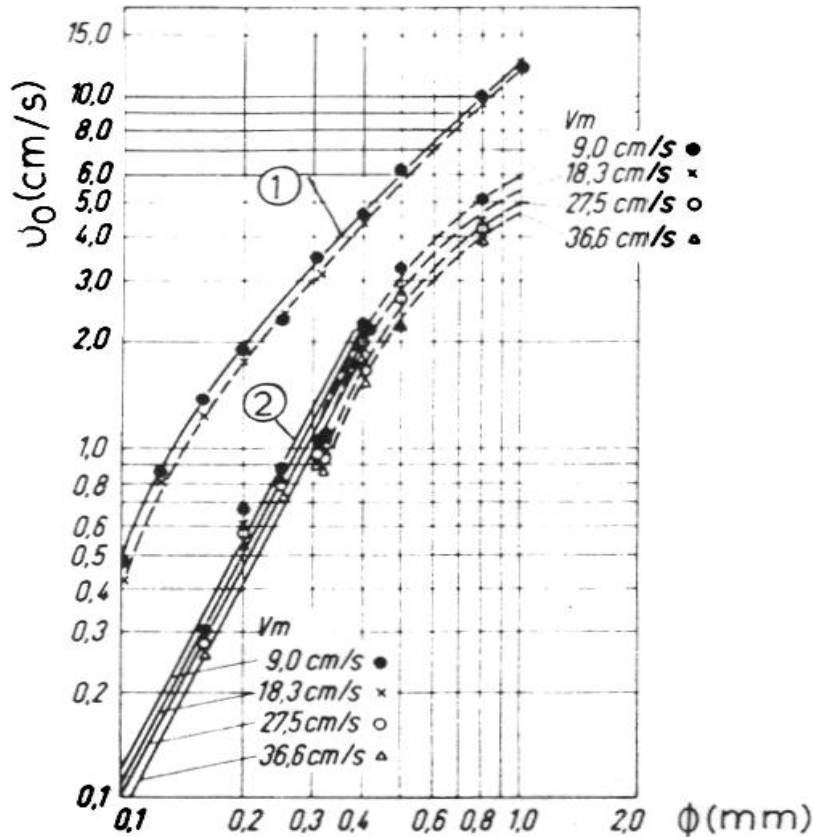
- Εισάγεται η έννοια της 'επιφανειακής φόρτισης' που έχει διαστάσεις ταχύτητας

$$u_o = \frac{V/t}{F} = \frac{m^3/s}{m^2} = \frac{m}{s} \leq u_s$$

- Η πραγματική ταχύτητα καθίζησης (Σχ.13) είναι μικρότερη της θεωρητικής (Σχ.12)



Πραγματική καθίζηση άμμου



Πηγή: Η. Χατζηαγγέλου, 2002

ΑΜΜΟΣΥΛΛΕΚΤΕΣ

- ① Ταχύτητα καθίζησης σε αμμοσυλλέκτη που δεν λειτουργεί (στάσιμο νερό και θερμοκρασία νερού $T=10^\circ \text{C}$)
- ② Ταχύτητα καθίζησης σε αμμοσυλλέκτη για ταχύτητες ροής $V_m = 9, 18.3, 27.5$ και 36.6 cm/s

Σχήμα 13 Ταχύτητα καθίζησης άμμου σε αμμοσυλλέκτη σε λειτουργία (ποσοστό συγκράτησης άμμου 100%)



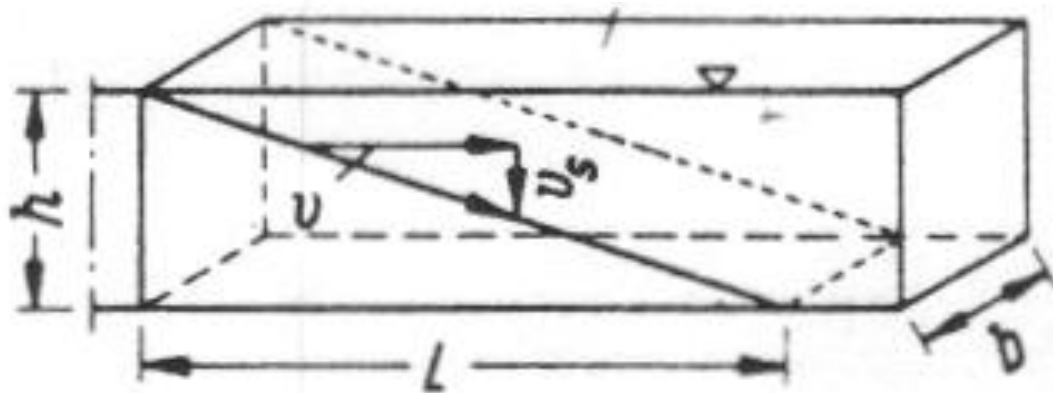
Αρχή διαστασιολόγησης αμμοσυλλεκτών

- Ο κόκκος της άμμου με την μικρότερη διάμετρο
 - Βρίσκεται κοντά στην **ελεύθερη επιφάνεια**, κατά την είσοδο του στη δεξαμενή
 - Πρέπει να **συγκρατηθεί** στον αμμοσυλλέκτη, δηλ. να προλάβει να κατακαθίσει στον πυθμένα της δεξαμενής πριν τα λύματα τον συμπαρασύρουν στην έξοδο



Αρχή διαστασιολόγησης αμμοσυλλεκτών

$$E=L \cdot b$$



$$F=h \cdot b$$

Σχήμα 14 Σχήμα καθίζησης κόκκου άμμου σε οριζόντιο αμμοσυλλέκτη



1. Οριζόντιοι αμμοσυλλέκτες

- **Μήκος δεξαμενής** $L = u \cdot t$ (1)

- **Ύψος δεξαμενής** $h = u_s \cdot t$ (2)

- **Επιφάνεια δεξαμενής**
 - Θεωρητική $E_\theta = \frac{Q}{u_s}$ (3)

- Πραγματική $E = \frac{u_s}{u_o} \frac{Q}{u_s} = \frac{Q}{u_o}$ (4)

- **Διατομή δεξαμενής** $F = \frac{Q}{u}$ (5)



Βέλτιστη διαστασιολόγηση

- Μια διάσταση της δεξαμενής μπορεί να επιλεγεί ελεύθερα (π.χ. το ύψος, h)
- Για τις διάφορες παροχές των λυμάτων, προσπαθούμε να διατηρήσουμε **σταθερή ταχύτητα ροής** μέσα στον αμμοσυλλέκτη.
 - a. Με την κατασκευή **περισσότερων θαλάμων** (μειονέκτημα: σήψη λυμάτων στους θαλάμους που βρίσκονται εκτός λειτουργίας)
 - b. Χρησιμοποίηση **διατάξεων ρύθμισης στάθμης**, στην **έξοδο** των δεξαμενών, και κατάλληλη εκλογή διατομής υπερχειλιστή

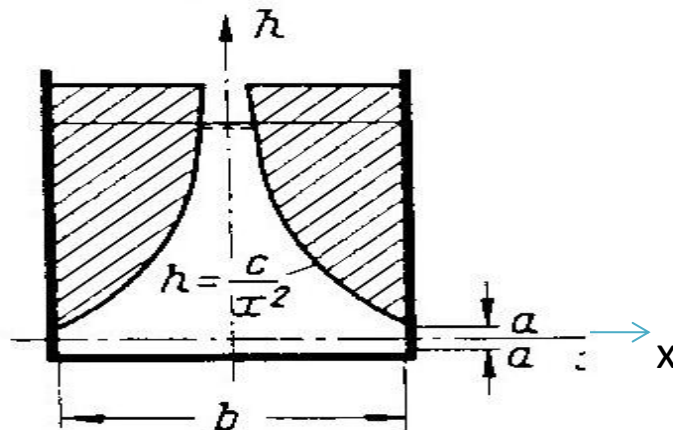


Αμμοσυλλέκτες οριζόντιας ροής

Διάταξη ρύθμισης στάθμης ανάλογα με τη διατομή

Ορθογώνια διατομή

Rechteckiger Querschnitt



$$h = \frac{v^2 \cdot b^2}{8 \cdot g} \cdot \frac{1}{x^2}, x = \frac{v \cdot b}{2\sqrt{2 \cdot g}} \cdot \frac{1}{\sqrt{h}}$$

$$a = \frac{v^2}{2g}, c = \frac{v^2 \cdot b^2}{8g}$$

$$x = \frac{b}{2}$$

Για τη διατομή του αμμοσυλλέκτη

Σχήμα 15

Πηγή: Β. Ιωσηφίδης, 2010

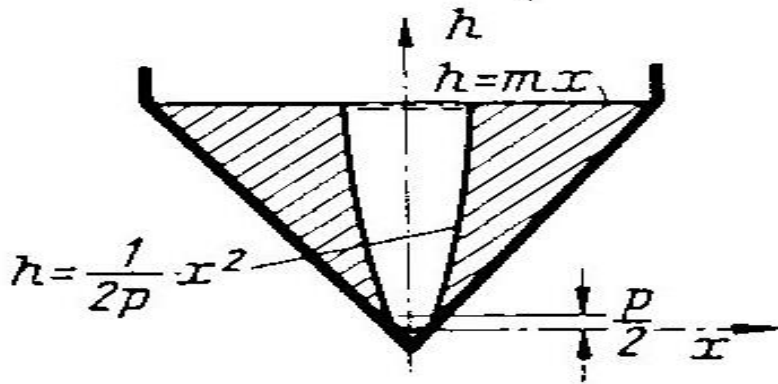


Αμμοσυλλέκτες οριζόντιας ροής

Διάταξη ρύθμισης στάθμης ανάλογα με τη διατομή

Τριγωνική διατομή

Dreieckiger Querschnitt



Σχήμα 16

Πηγή: Β. Ιωσηφίδης, 2010

$$x = \sqrt{2p \cdot h}$$

Για τη διατομή της
διάταξης ρ.σ.

$$h = \frac{2 \cdot v}{\sqrt{3 \cdot p \cdot g}} \cdot x, x = \frac{\sqrt{3 \cdot p \cdot g}}{2 \cdot v} \cdot h$$

$$m = \frac{2 \cdot v}{\sqrt{3 \cdot p \cdot g}}$$

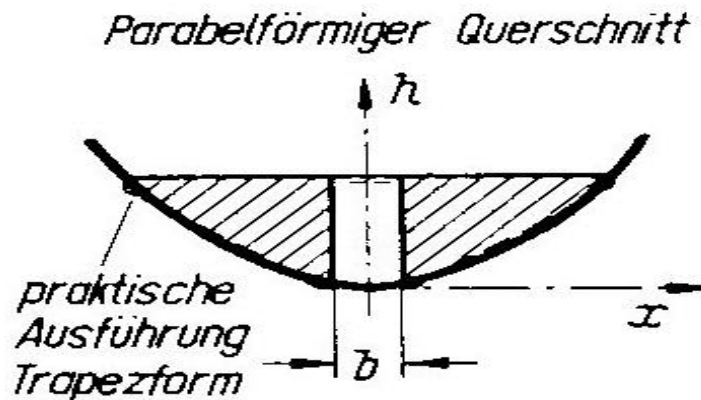
Για τη διατομή
του αμμοσυλλέκτη



Αμμοσυλλέκτες οριζόντιας ροής

Διάταξη ρύθμισης στάθμης ανάλογα με τη διατομή

Παραβολική διατομή



$$x = \frac{b}{2}$$

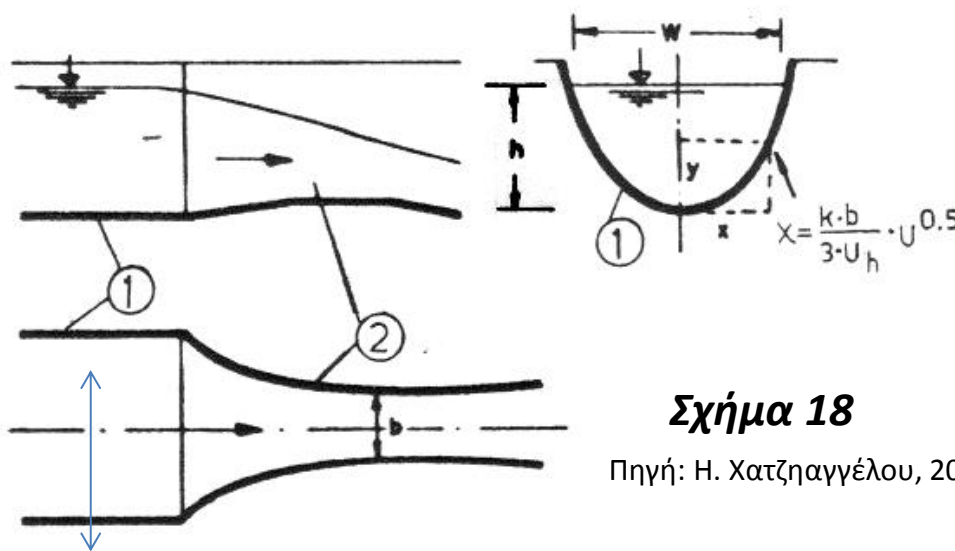
$$h = \frac{\delta \cdot v^2}{g \cdot b^2} \cdot x^2, x = \frac{b\sqrt{g \cdot h}}{\sqrt{\delta \cdot v}}$$

Σχήμα 17 Πηγή: Β. Ιωσηφίδης, 2010



Κανάλι Venturi

Ορθογώνια διάταξη ρύθμισης στάθμης (κανάλι Venturi) για παραβολική διατομή του αμμοσυλλέκτη



$$Q = \frac{4}{9} k b y^{3/2}$$

$$k = 3,84$$

Πλάτος αμμοσυλλέκτη
στην ελεύθερη επιφάνεια

$$x = \frac{Q}{3 y u} = \frac{k b}{3 u} y^{1/2}$$

Εμβαδόν παραβολικής διατομής

$$F = \frac{4}{3} y x$$

Βάθος ροής

$$y = \frac{9}{k^2} \frac{u^2}{b^2} x^2$$



Τυπικά δεδομένα σχεδιασμού για αμμοσυλλέκτες οριζόντιας ροής

Πίνακας 1

	Εύρος	Τυπική τιμή
Χρόνος παραμονής	45-90 s	60s
Οριζόντια ταχύτητα	0,25 -0,4 m/s	0,3 m/s
Ταχύτητα καθίζησης για απομάκρυνση σωματιδίων 0,20 mm	1,0-1,3 m/min	1,15 m/min
σωματιδίων 0,15 mm	0,6 – 0,9 m/min	0,75 m/min

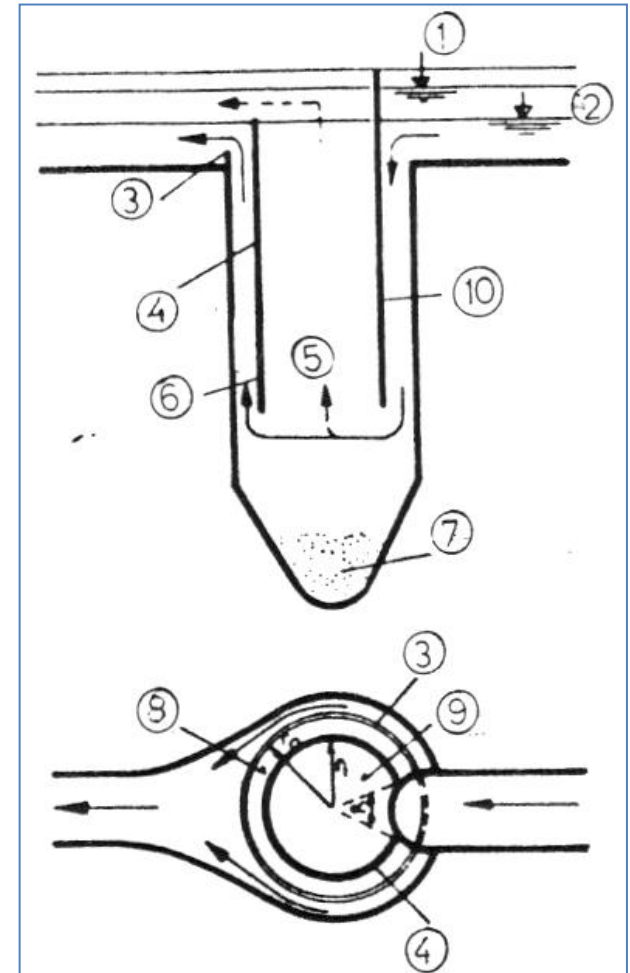


2. Κατακόρυφοι αμμοσυλλέκτες

- Η **επιφάνεια** (m^2) καθενός από τους ομόκεντρους θαλάμους που κατασκευάζονται, υπολογίζεται από τον τύπο:

$$E = \frac{Q}{u_s}$$

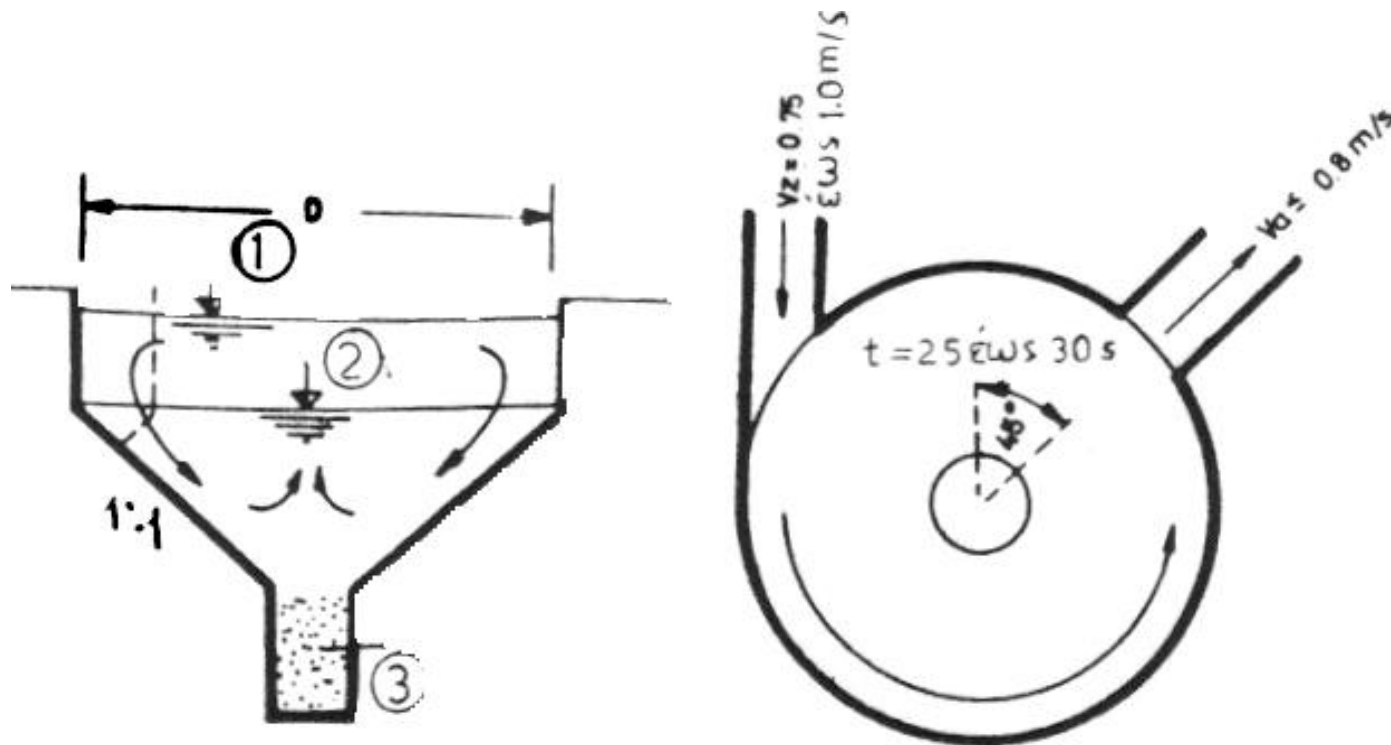
- Όπου $u_s = 10\text{cm/s}$ (εμπειρική τιμή, η οποία εξασφαλίζει τον διαχωρισμό κόκκων άμμου με διάμετρο $d_s \geq 0,6\text{mm}$)



Πηγή: Η. Χατζηαγγέλου, 2002 **Σχήμα 19**



3. Κυκλικοί αμμοσυλλέκτες



Σχήμα 20 Πηγή: Η. Χατζηαγγέλου, 2002

3. Κυκλικοί αμμοσυλλέκτες

- Τυπικά δεδομένα σχεδιασμού

Πίνακας 2

	Εύρος	Ανώτατο όριο
Ταχύτητα ροής στην είσοδο	0,75 m/s	1.0 m/s
Ταχύτητα ροής στην έξοδο	0,80 m/s	
Θεωρητικός χρόνος παραμονής λυμάτων στο θάλαμο καθίζησης	30-45 s	
Ελάχιστος χρόνος παραμονής (για $Q_{\text{μεγ.}}$)	25 s	

Όγκος χώρου προϊόντων καθίζησης $V=Q \cdot t$ (m^3)



4. Αεριζόμενοι αμμοσυλλέκτες

- Ο όγκος των δεξαμενών αυτών και η διατομή τους υπολογίζονται ως εξής:

$$V = Q \cdot t \qquad F = \frac{Q}{u}$$

- Q =μέγιστη παροχή (m^3/s)
- $t=1,5-2\text{min}$ (Αμερικάνικες πηγές)
- $u=0,20\text{m/s}$
- F =διατομή θαλάμου ($\leq 15\text{m}^2$)



4. Αεριζόμενοι αμμοσυλλέκτες

- Η ποσότητα αέρος που απαιτείται για τη διατήρηση της ταχύτητας ανάδευσης **0,30m/s** είναι **1,0 Nm³ αέρα/ώρα**, η οποία εξασφαλίζεται με 2-3 μονάδες φυσητήρων (αεραντλίες).



Τυπικά σχεδιαστικά μεγέθη για αεριζόμενους αμμοσυλλέκτες

Πίνακας 3

	Εύρος	Τυπική τιμή
Χρόνος παραμονής σε $Q_{αιχμ.}$	2- 5 min	3 min
Διαστάσεις		
Βάθος	2 - 5 m	
Μήκος	7,5 - 20m	
Πλάτος	2,5 – 7m	
Λόγος πλάτους – βάθος	1:1 ως 5:1	1,5 :1
Λόγος μήκους – πλάτος	3:1 ως 5:1	4 : 1
Παροχή αέρα ανά μονάδα μήκους	0,2 ως 0,5 m ³ /m/min	
Ποσότητα άμμου	0,004 – 0,20 m ³ άμμου/ 1000 m ³ λυμ.	0,020



Βήματα υπολογισμού αμμοσυλλέκτη οριζόντιας ροής

- Υπολογίζεται το βάθος ροής, y , και το πλάτος, $b=2x$, του αμμοσυλλέκτη στην ελεύθερη επιφάνεια για τις διάφορες παροχές (Π.Β., Ξ.Π.).
- Εάν οι διαστάσεις δεν είναι λογικές, αλλάζουμε το πλάτος της διάταξης ρύθμισης στάθμης και επαναλαμβάνουμε τους υπολογισμούς.
- Υπολογίζεται το απαιτούμενο μήκος του αμμοσυλλέκτη, L .



Βήματα υπολογισμού αμμοσυλλέκτη οριζόντιας ροής

- Υπολογίζεται η ποσότητα της άμμου που κατακρατείται ημερησίως ($V_{\alpha\mu}$ σε m^3 ή $Q_{\alpha\mu}$ σε m^3/d)
- Υπολογίζονται οι διαστάσεις της αύλακας αποθήκευσης της άμμου ($F_{\alpha\mu}$, $b_{\alpha\mu}$) για **1 ημέρα**

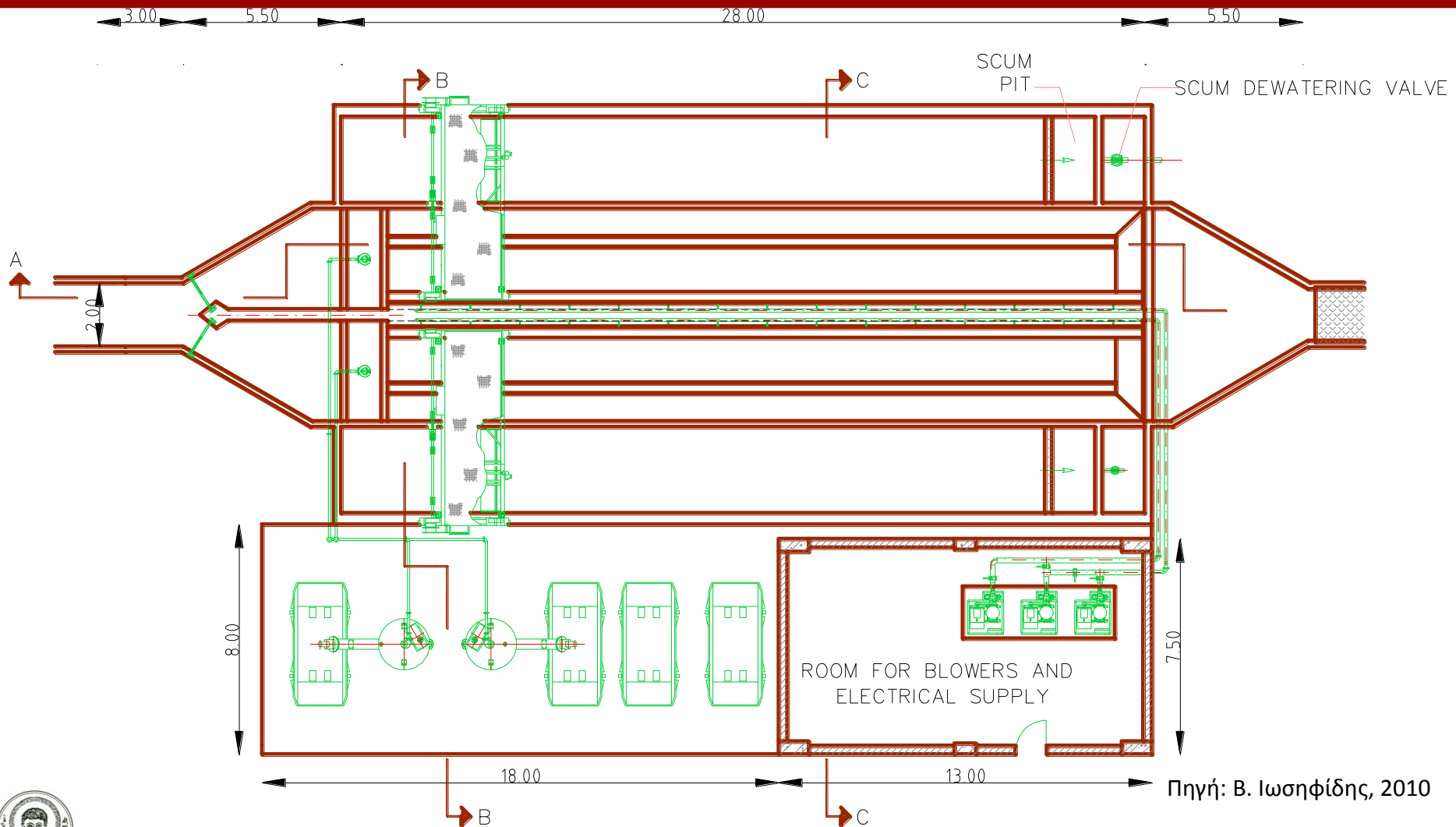


Συνήθειες παραδοχές

- Ταχύτητα ροής στον αμμοσυλλέκτη **$u=0,3 \text{ m/s}$**
- Πλάτος διάταξης ρύθμισης στάθμης **$b=0,3 \text{ m}$**
- Η τιμή της επιτρεπόμενης επιφανειακής φόρτισης λαμβάνεται από το **Σχ.13** ανάλογα με τη διάμετρο των κόκκων της άμμου που πρέπει να αποχωριστεί
- Η ποσότητα της άμμου στα λύματα κυμαίνεται
 - Μεταξύ **$20-100 \text{ lt}/1000 \text{ m}^3$** για **χωριστικό** δίκτυο
 - Μεταξύ **$100-200 \text{ lt}/1000 \text{ m}^3$** για **παντοροϊκό** δίκτυο
- Βάθος αύλακα συγκέντρωσης άμμου **$t=0,2 \text{ m}$**

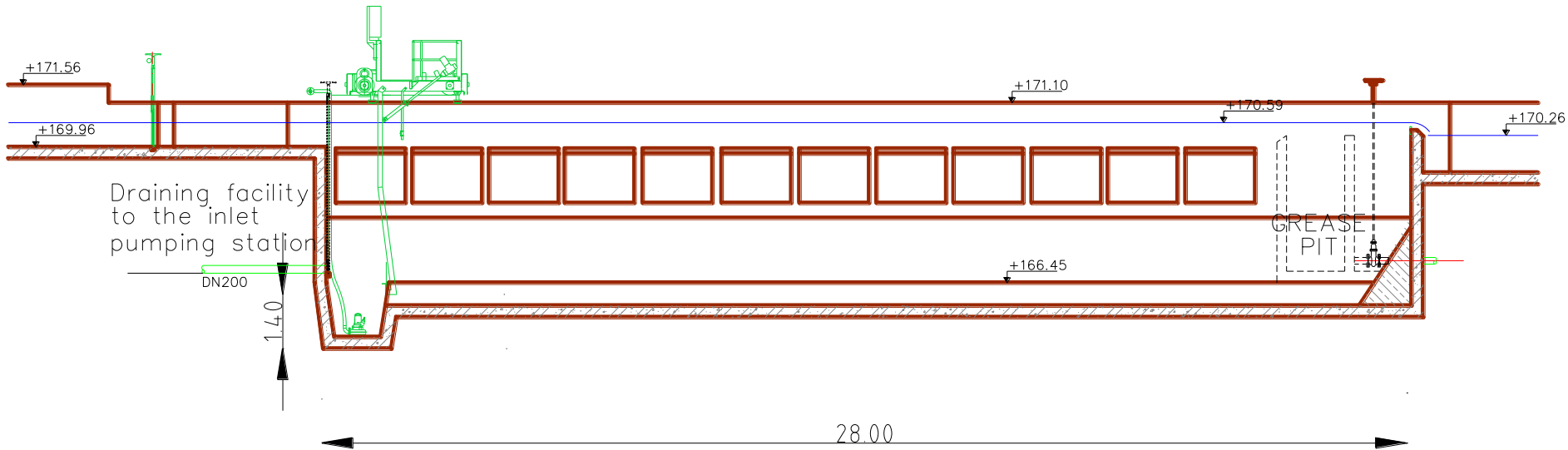


Επιμήκης Αμμοσυλλέκτης Κάτοψη



Επιμήκης αμμοσυλλέκτης

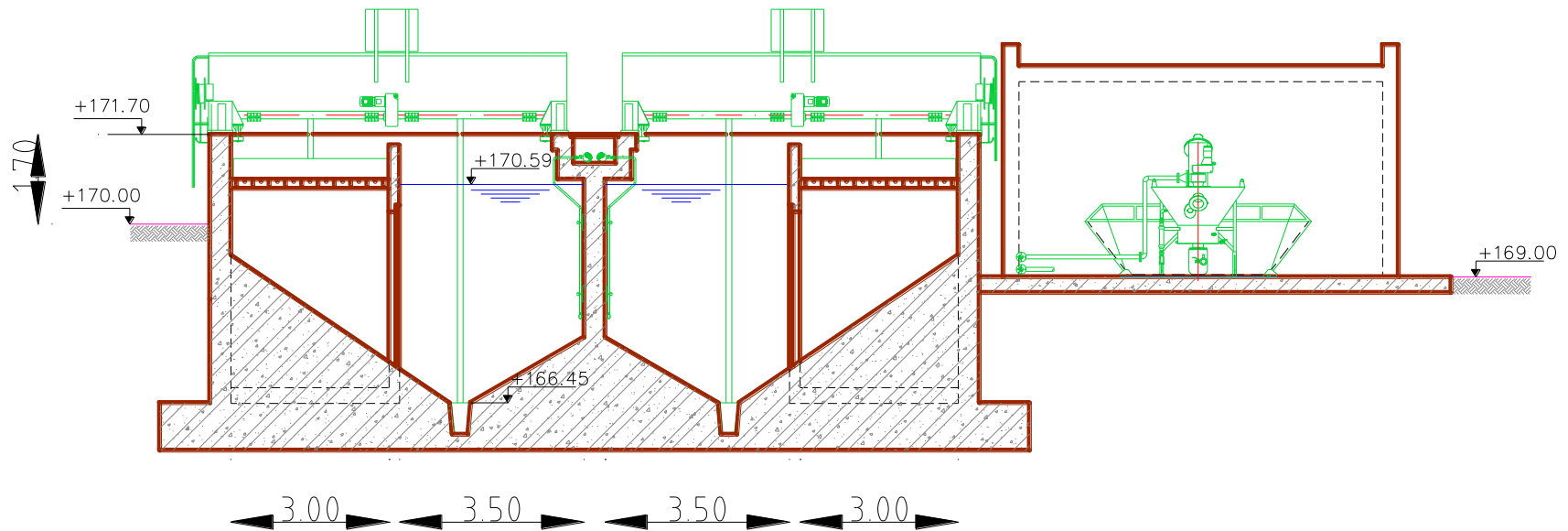
Τομή Α-Α



Πηγή: Β. Ιωσηφίδης, 2010

Επιμήκης αμμοσυλλέκτης

Τομή C - C



Πηγή: Β. Ιωσηφίδης, 2010





ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

ΑΣΚΗΣΗ 2.

ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ ΑΜΜΟΣΥΛΛΕΚΤΗ

Εκφώνηση

Να διαστασιολογηθεί ο αμμοσυλλέκτης εγκατάστασης επεξεργασίας λυμάτων παντοροϊκού δικτύου πόλεως **60.000 κατοίκων**. Η στάθμη στον αμμοσυλλέκτη θα ρυθμίζεται για τις διάφορες παροχές με διάταξη ρύθμισης στάθμης.



Εκφώνηση

Δίνονται:

1. Μέγιστη παροχή περιόδου βροχών $0,235 \text{ m}^3/\text{s}$

2. Παροχές ξηράς περιόδου

Μέγιστη ωριαία $0,180 \text{ m}^3/\text{s}$

Μέση ωρών ημέρας $0,160 \text{ m}^3/\text{s}$

Μέση ημερήσια $0,137 \text{ m}^3/\text{s}$

Μέση ωρών νυκτός $0,030 \text{ m}^3/\text{s}$

3. Πρέπει να συλληχθεί η άμμος με κόκκους $\phi = 0,2 \text{ mm}$

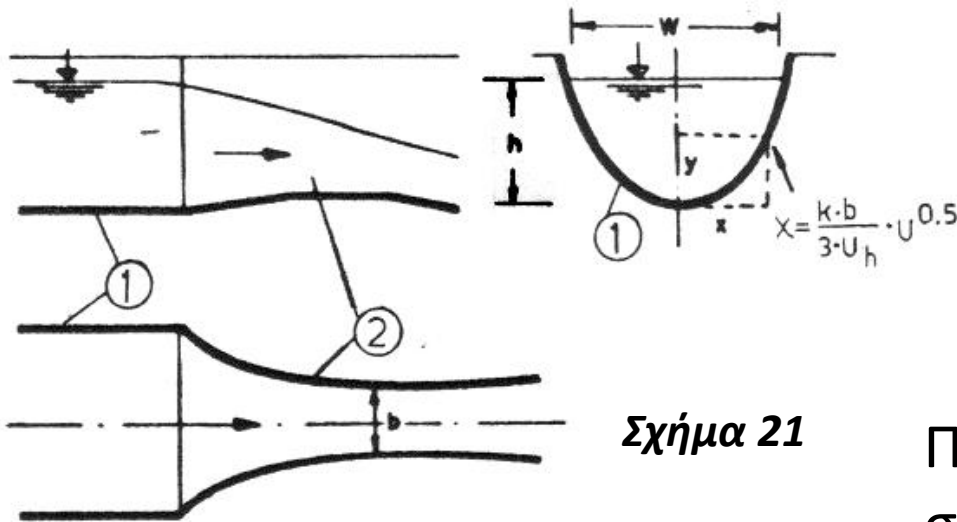


Λύση Άσκησης

- Εκλέγουμε αμμοσυλλέκτη **παραβολικής** διατομής, με διάταξη ρύθμισης στάθμης **ορθογωνικής** διατομής.
 - Ταχύτητα ροής στον αμμοσυλλέκτη **$u=0,3\text{m/s}$**
 - Πλάτος της διάταξης ρύθμισης στάθμης **$b=0,3\text{m}$**



Ορθογώνια διάταξη ρύθμισης στάθμης (κανάλι Venturi) για παραβολική διατομή του αμμοσυλλέκτη



$$b=2x$$

Σχήμα 21

- (1) Παραβολική διατομή αμμοσυλλέκτη
- (2) Ορθογώνια διατομή ρύθμισης στάθμης

$$Q = \frac{4}{9} k b y^{3/2}$$

$$k=3,84$$

Πλάτος αμμοσυλλέκτη στην ελεύθερη επιφάνεια

$$x = \frac{Q}{3 y u} = \frac{k b}{3 u} y^{1/2}$$

Εμβαδόν παραβολικής διατομής

$$F = \frac{4}{3} y x$$

Βάθος ροής

$$y = \frac{9}{k^2} \frac{u^2}{b^2} x^2$$

Βάθος ροής, y

$$y = \frac{9}{k^2} \frac{u^2}{b^2} x^2 = \frac{9}{3,84^2} \frac{0,3^2}{0,3^2} x^2 \Rightarrow y = 0,61x^2 \quad (1)$$

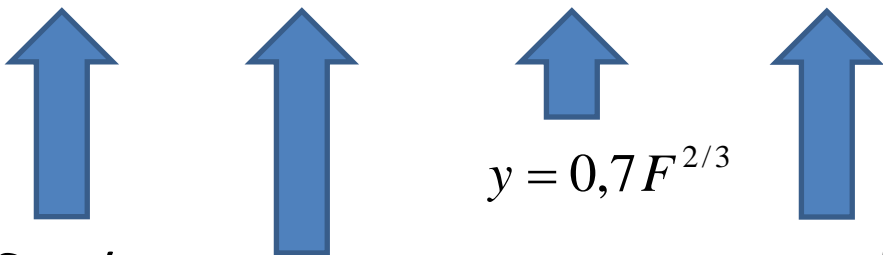
$$F = \frac{4}{3} yx \Rightarrow F^2 = \left(\frac{4}{3}\right)^2 y^2 x^2 \Rightarrow x^2 = \left(\frac{3}{4} \frac{F}{y}\right)^2 = 0,56 \left(\frac{F}{y}\right)^2 \quad (2)$$

$$(1), (2) \Rightarrow y = 0,61x^2 = 0,61 \cdot 0,56 \frac{F^2}{y^2} \Rightarrow y^3 = 0,3416F^2 \Rightarrow y = 0,7F^{2/3} \quad (3)$$



Υπολογισμός διαστάσεων αμμοσυλλέκτη

Q	F	y	2x	Στάθμη
m ³ /s	m ²	m	m	
0,030	0,10	0,150	1,00	1
0,137	0,45	0,410	1,64	2
0,160	0,53	0,460	1,72	3
0,235	0,78	0,592	1,97	4



Δεδομένα
 άσκησης

$$F = \frac{Q}{u} = \frac{Q}{0,3} = 3,3Q$$

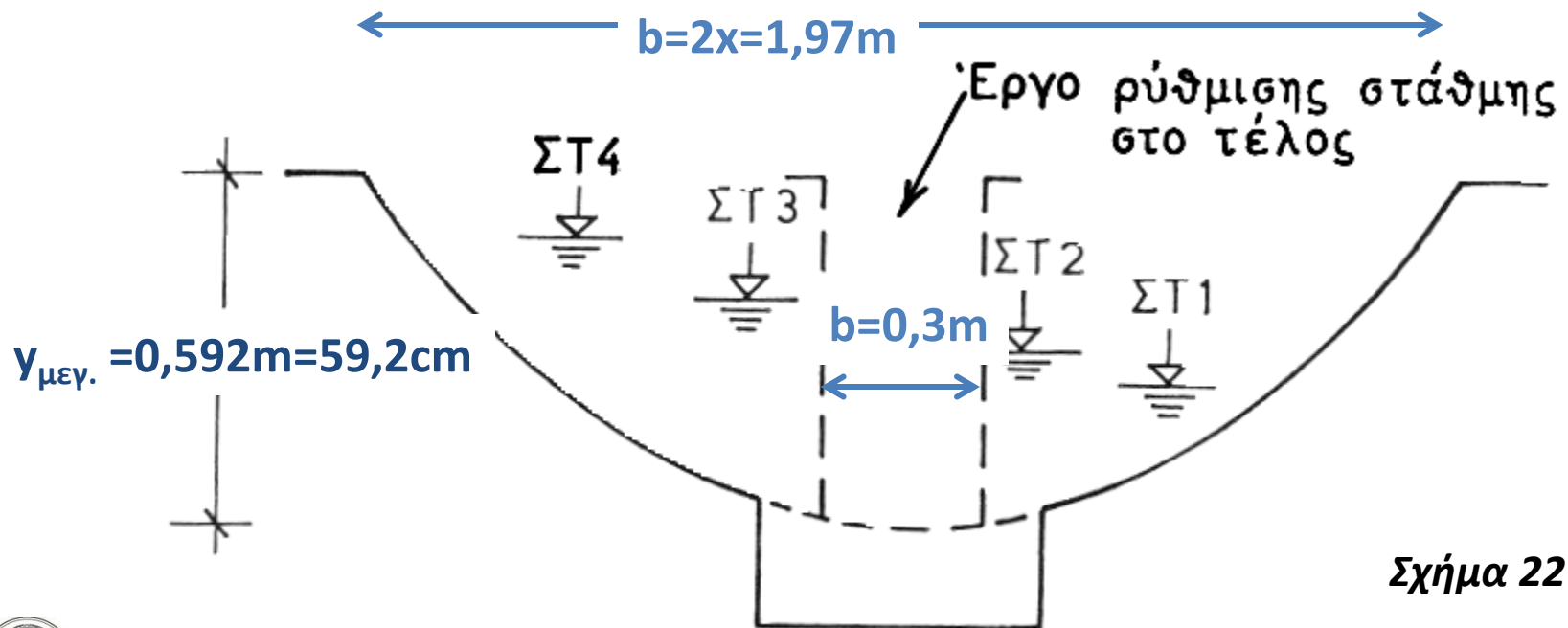
$$y = 0,7 F^{2/3}$$

$$x = \sqrt{\frac{y}{0.61}}$$

Εξίσωση συνέχειας

Σχηματική αναπαράσταση της στάθμης

Στάθμη (4) → Μέγιστη παροχή Π.Β.= 0,235 m ³ /s	→ $y = 0,592$ m
Στάθμη (3) → Μέση παροχή Ξ.Π. ωρών ημέρας = 0,160 m ³	→ $y = 0,460$ m
Στάθμη (2) → Μέση ημερήσια παροχή Ξ.Π.= 0,137 m ³ /s	→ $y = 0,410$ m
Στάθμη (1) → Μέση παροχή Ξ.Π. ωρών νυκτός = 0,030 m ³ /s	→ $y = 0,150$ m



Έλεγχος

- **Εάν οι διαστάσεις του αμμοσυλλέκτη δεν φανούν λογικές**, είτε λόγω υπερβολικού πλάτους, είτε επειδή οι στάθμες που υπολογίστηκαν δημιουργούν προβλήματα στην καθ' ύψος τοποθέτηση της δεξαμενής...
- Έχουμε τη δυνατότητα να **μεταβάλλουμε το πλάτος της διάταξης ρύθμισης στάθμης (b)** και να επαναλάβουμε τους υπολογισμούς.



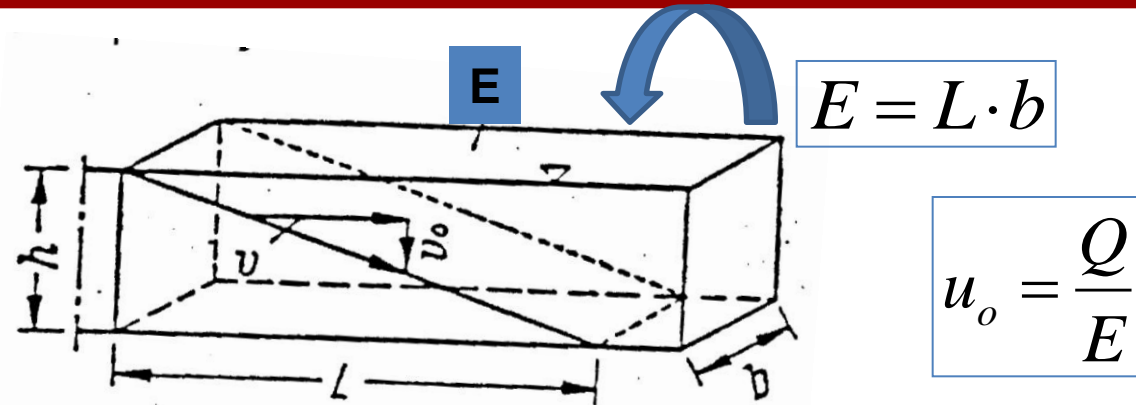
Πραγματική καθίζηση άμμου

- Για $\phi=0,2\text{mm}$ (δεδομένο)
- Η επιφανειακή φόρτιση $u_0=0,45\text{cm/s}$ (από Σχ.13)



Μήκος αμμοσυλλέκτη, L

Σχήμα 23



$$L = \frac{E}{b} = \frac{Q / u_o}{b} = \frac{F \cdot u}{b \cdot u_o} \Rightarrow L = \frac{0,78 \cdot 0,3}{1,972 \cdot 0,0045} = 26,37m$$

- $F=0,78m^2$ (Πίνακας, διαφάνεια 87, για μέγιστη παροχή Π.Β.)
- $u=0,3m/s$ (παραδοχή)
- $b=2x=1,972m$ (Πίνακας, διαφάνεια 87, για μέγιστη παροχή Π.Β.)
- $u_o = 0,45cm/s$ (Σχ.13)



Κατακράτηση άμμου

- Η ποσότητα άμμου στα λύματα παντοροϊκού δικτύου είναι $150 \text{ lt}/1000 \text{ m}^3 = 0,15\%$
- Η μέγιστη παροχή Π.Β. δίνεται $Q=0,235 \text{ m}^3/\text{s}$



- Η ποσότητα άμμου που κατακρατείται στον αμμοσυλλέκτη ημερησίως θα είναι

$$Q_{\alpha\mu.} = \frac{0,15 \text{ m}^3}{1000 \text{ m}^3} \cdot 0,235 \frac{\text{m}^3}{\text{sec}} \cdot 3600 \frac{\text{sec}}{\text{hr}} \cdot 24 \frac{\text{hr}}{\text{day}} = 3,0 \text{ m}^3 / \text{day} \quad V_{\alpha\mu.} = 3,0 \text{ m}^3$$



Καθαρισμός αμμοσυλλέκτη

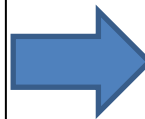
- Ο αμμοσυλλέκτης θα καθαρίζεται μηχανικά με **αντλία τύπου μαμούθ** κρεμασμένη σε κινητή γέφυρα.



Καθαρισμός αμμοσυλλέκτη

- Για λόγους ασφαλείας, ο όγκος της αύλακας συγκέντρωσης της άμμου στον πυθμένα του αμμοσυλλέκτη θα πρέπει να έχει τη **δυνατότητα αποθήκευσης όγκου άμμου μιας ημέρας** (για περίπτωση βλάβης στον μηχανικό καθαρισμό)

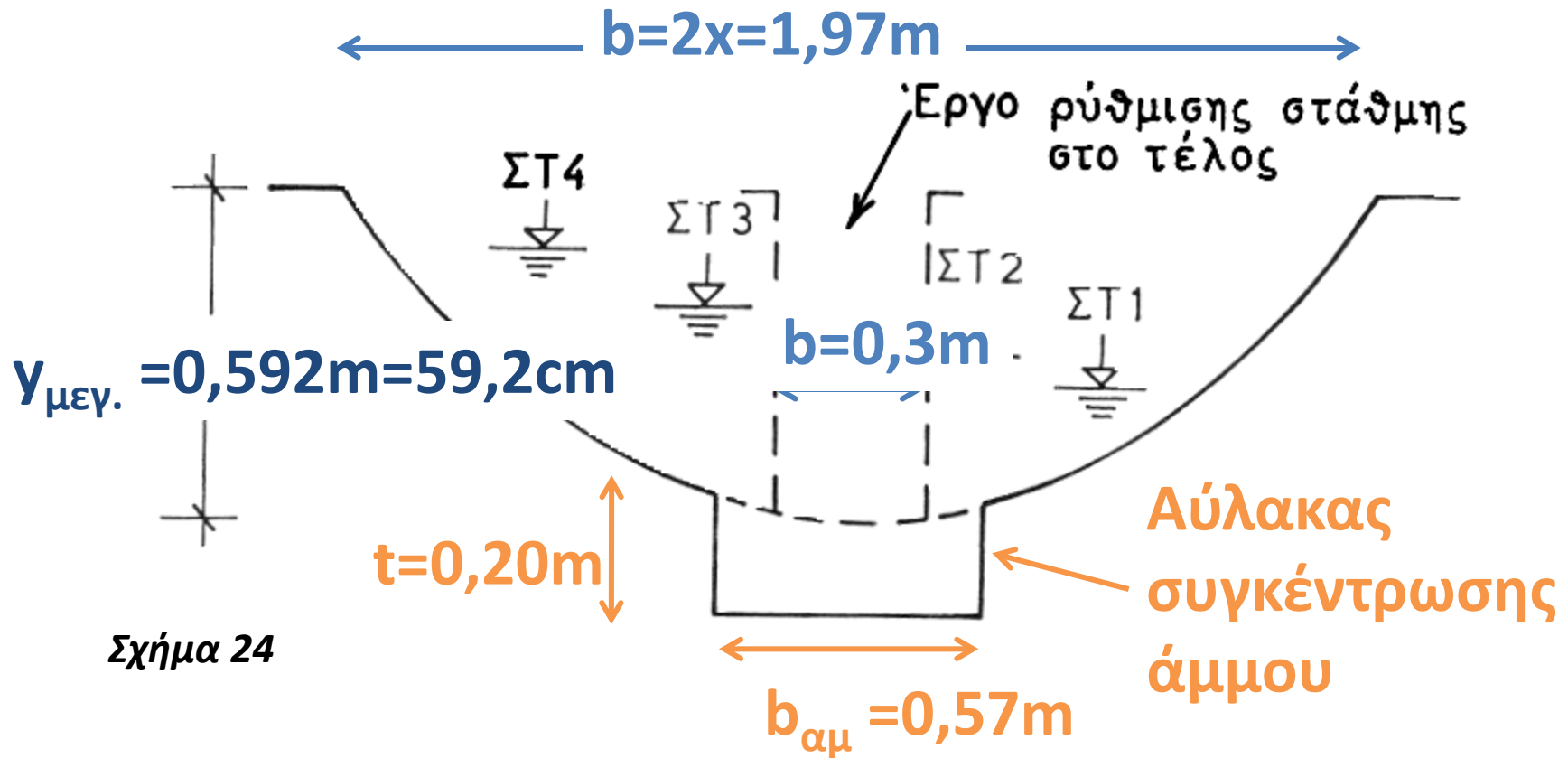
$$F_{\alpha\mu.} = \frac{V_{\alpha\mu.}}{L} = \frac{3,0m^3}{26,5m} = 0,113m^2$$



$$F_{\alpha\mu} = b_{\alpha\mu} \cdot t \Rightarrow b = \frac{F}{t} \Rightarrow b = \frac{0,113}{0,2} \Rightarrow b_{\alpha\mu} = 0,57m$$



Σχηματική αναπαράσταση του αμμοσυλλέκτη παραβολικής διατομής



Σχήμα 24



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.

