



# Παράκτια Τεχνικά Έργα

ΔΙΑΘΕΣΗ ΥΓΡΩΝ ΣΤΗ ΘΑΛΑΣΣΑ  
ΥΠΟΒΡΥΧΙΟΙ ΑΓΩΓΟΙ  
Ενότητα 1<sup>η</sup>: Γενικά στοιχεία

Γιάννης Ν. Κρεστενίτης  
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 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.





# ΔΙΑΘΕΣΗ ΥΓΡΩΝ ΣΤΗ ΘΑΛΑΣΣΑ

## ΥΠΟΒΡΥΧΙΟΙ ΑΓΩΓΟΙ

### Ενότητα 1<sup>η</sup>: Γενικά στοιχεία



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



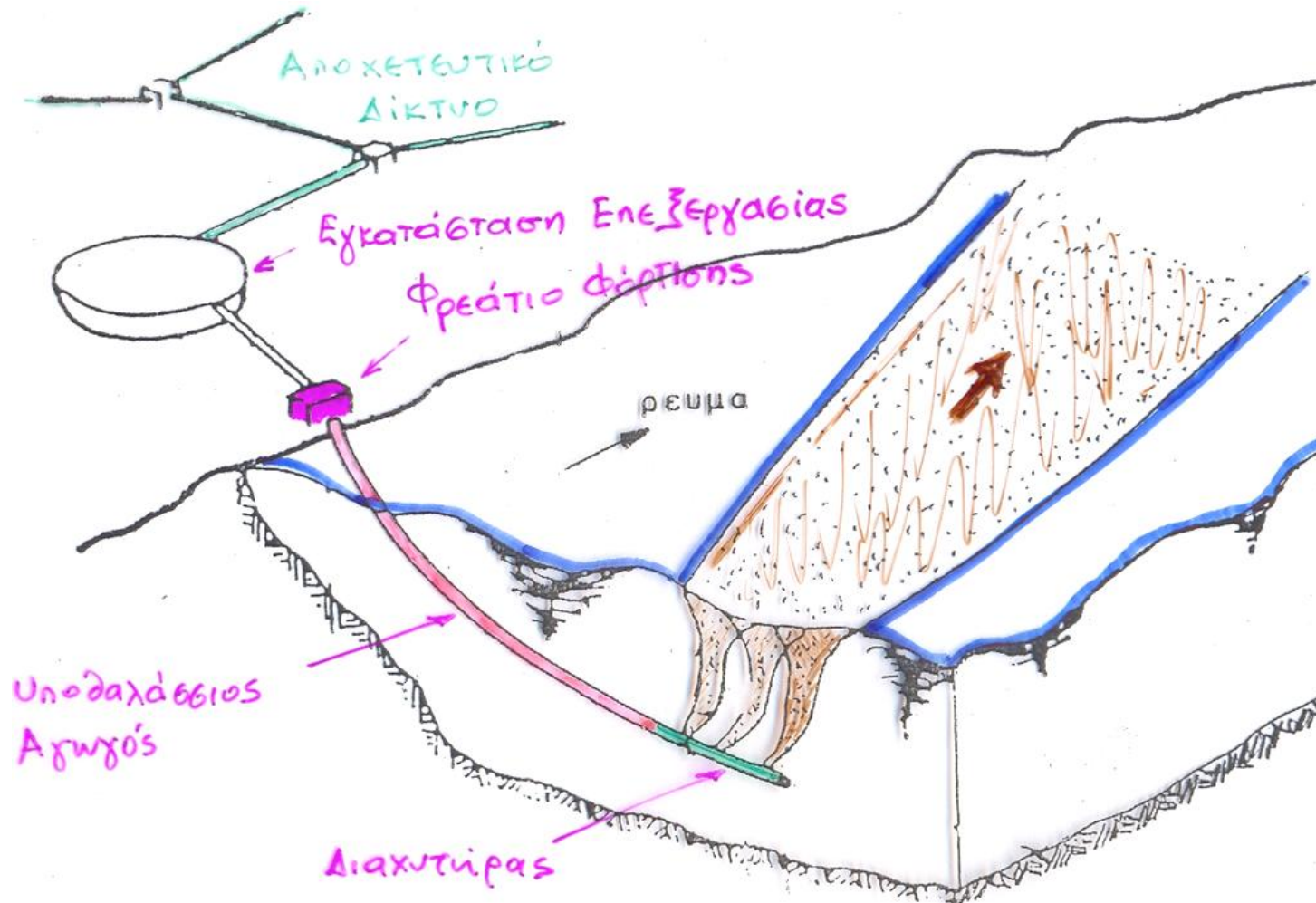
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

# Διάταξη υποβρύχιας διάθεσης λυμάτων



# Διαχυτήρας (1/3)



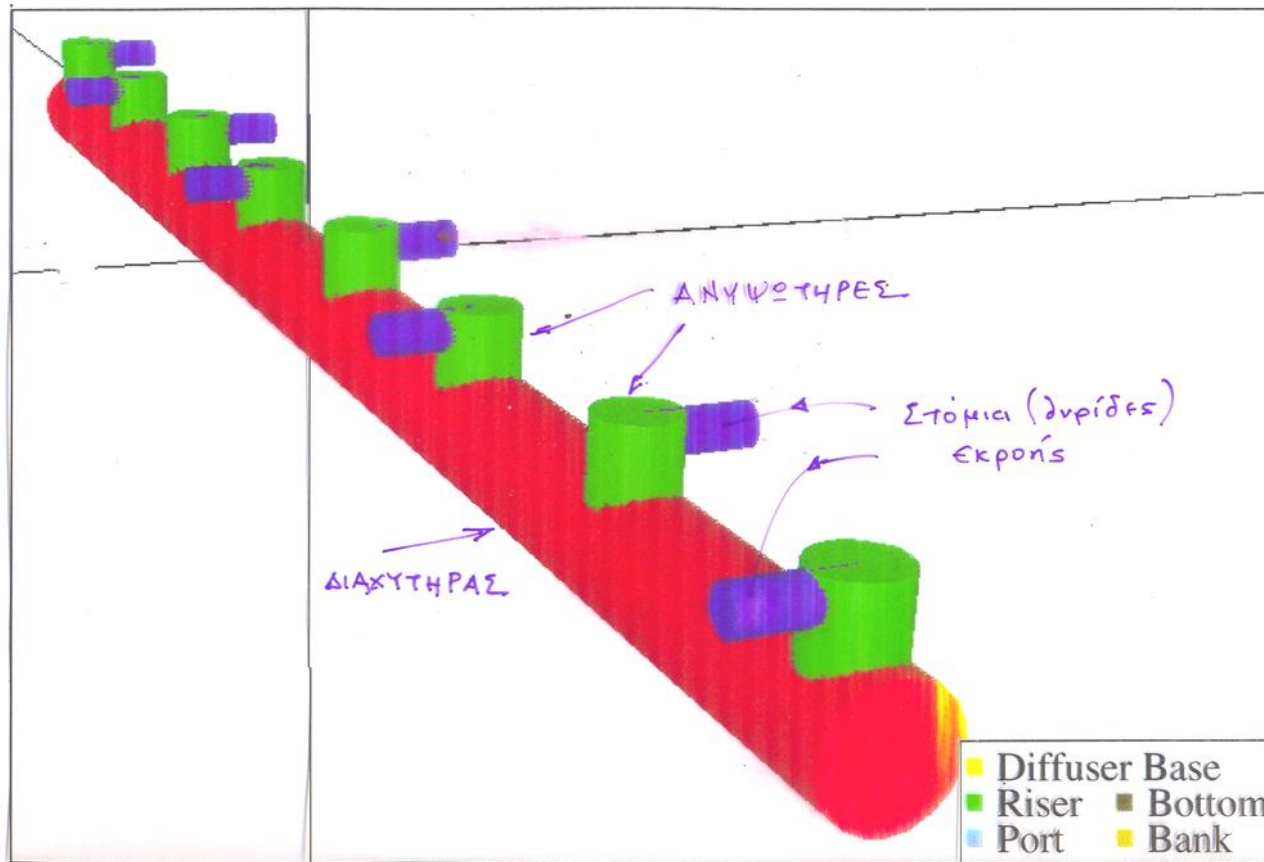
# Διαχυτήρας (2/3)



Πηγή : John Πανάγος



# Διαχυτήρας (3/3)

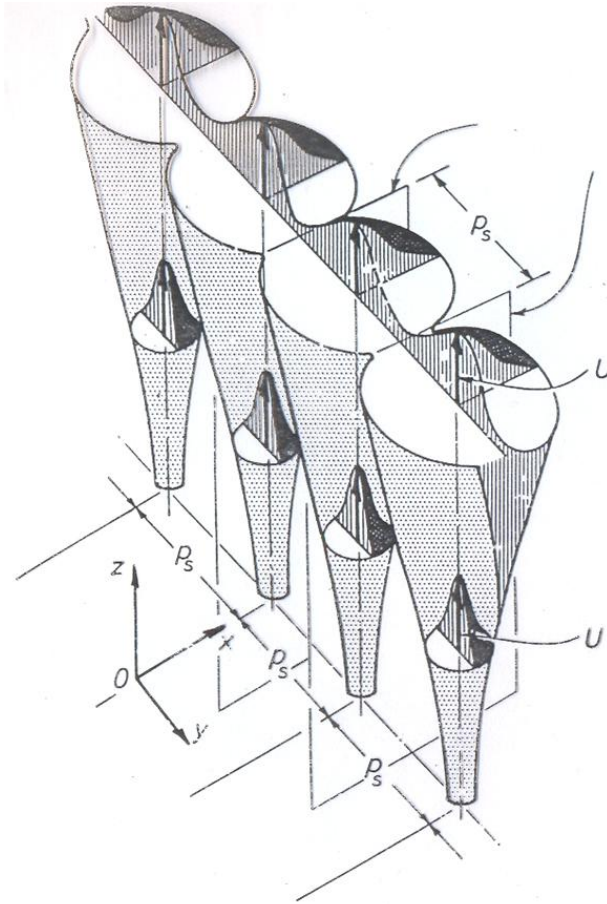


Πηγή: Πρόγραμμα *effluent*

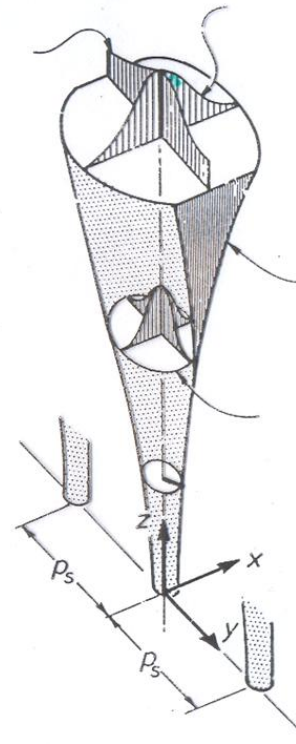




# Κυλινδρικά Πλούμια



Γειτονικά πλούμια



Κυλινδρικό πλούμιο (λεπτομέρεια)



# Ο πυκνομετρικός αριθμός Froude

$$F = \frac{u}{\sqrt{gD \frac{\rho_a - \rho_0}{\rho_0}}}$$

$U$  = ταχύτητα εκροής

$D$  = διάμετρος εκροής

$\rho_a$  = πυκνότητα θάλασσας

$\rho_0$  = πυκνότητα λυμάτων

**τυρβώδης (ΦΛΕΒΑ):** Η αρχική ορμή υπερισχύει της άνωσης που οφείλεται στη διαφορά πυκνότητας.

$$F \rightarrow \infty$$

**τυρβώδες (ΠΛΟΥΜΙΟ):** Οι δυνάμεις βαρύτητας λόγω διαφοράς πυκνότητας (μεταξύ υγρών αποβλήτων και της θάλασσας) υπερισχύουν των δυνάμεων λόγω αρχικής ορμής.

**Η εκροή αρχίζει ως τυρβώδης φλέβα και αναπτύσσεται σχετικά γρήγορα σε τυρβώδες πλούμιο.**



# Φαινόμενα ανάμιξης και μεταφοράς

Βασικοί μηχανισμοί: - μεταφορά  
- τυρβώδης διάχυση

**Παθητικότητα της ουσίας:** το περιεχόμενο της σε διάλυση ή σε αιώρηση ουσία στο διάλυμα είναι μικρό και δεν επιδρά στις υδροδυναμικές συνθήκες.

**Συντηρητικές και μη συντηρητικές ουσίες:** βιοχημικές αντιδράσεις λειτουργούν ως όροι πηγών ή απωλειών στο ισοζύγιο μάζας.

$$\text{Διάλυση} : S = \frac{C_{\text{αρχική}}}{C_{\text{τελική}}}$$

C : συγκέντρωση

## Συγκέντρωση

- Σε αδιάστατες μονάδες : όγκος ουσίας / όγκος διαλύματος

%, ‰ ≡ ppt (parts per thousand)

- Μάζα ουσίας / όγκος διαλύματος π.χ. mg /lt



# Φάσεις μεταφοράς και ανάμιξης

1. Η φάση της ανόδου των λυμάτων από την έξοδο του αγωγού προς την επιφάνεια.

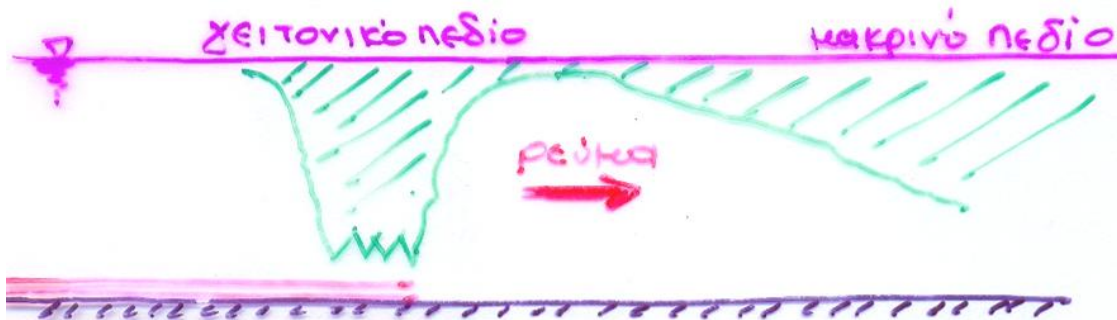
(διάλυση λόγω τυρβώδους διάχυσης)  $S_1 = 2 : 10$

**Ελεύθερο ή παγιδευμένο πλούμιο.**

2. Η φάση της μεταφοράς και διασποράς των λυμάτων στη στάθμη που έχουν φτάσει, λόγω της κίνησης των θαλασσίων μαζών.

(διάλυση λόγω οριζόντιας και κατακόρυφης διασποράς)  $S_2 \approx 5 : 20$

3. Η φάση της βιοαποδόμησης (μείωση της συγκέντρωσης των μη συντηρητικών ρύπων λόγω βιοχημικών διεργασιών)  $S_3 \approx 10 : 1000$



**ΦΑΣΗ 1 : Γειτονικό ή κοντινό πεδίο**

**ΦΑΣΗ 2 : Μακρινό πεδίο**



# Ορθολογικός Σχεδιασμός Έργου Διάθεσης των Λυμάτων στη Θάλασσα

Στόχος: Η ελάχιστη επιβάρυνση του θαλάσσιου περιβάλλοντος.

Προϋπόθεση: Η θέσπιση κριτηρίων ποιότητας νερών του αποδέκτη (με τη μορφή απόλυτων ή στατιστικών κριτηρίων).

Ο σχεδιασμός του συστήματος διάθεσης απαιτεί την τήρηση του ορίου του κρίσιμου ρυπαντή, αναφορικά με την αρχική αραιώση των λυμάτων:

$$S > (C_\lambda / C_\alpha)$$

Όπου  $C_\lambda$ : η συγκέντρωση στα λύματα

$C_\alpha$ : η μέγιστη επιτρεπόμενη συγκέντρωση στα νερά

Παράμετροι που καθορίζουν το βαθμό αραιώσης των λυμάτων:

- Βάθος διάθεσης
- Πυκνότητα του αποδέκτη
- Γεωμετρία του συστήματος διάθεσης
- Τα θαλάσσια ρεύματα

Η θέσπιση κριτηρίων διάθεσης με τη μορφή μέγιστης επιτρεπόμενης συγκέντρωσης του ρυπαντή στο πέρας της φάσης της αρχικής αραιώσης, συνδέει τη λειτουργία του συστήματος επεξεργασίας με το σύστημα διάθεσης. Επιτυγχάνεται έτσι η πλήρωση των ποιοτικών ορίων του αποδέκτη με τον οικονομικότερο τρόπο.



# Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Κρεστενίτης Ιωάννης.  
«Παράκτια τεχνικά έργα. Διάθεση υγρών στη θάλασσα. Υποβρύχιοι αγωγοί.  
Γενικά στοιχεία». Έκδοση: 1.0. Θεσσαλονίκη 2014. Διαθέσιμο από τη  
δικτυακή διεύθυνση: <http://eclass.auth.gr/courses/OCRS391/>



# 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.

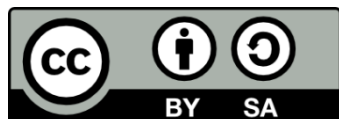
[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>





# Τέλος ενότητας

Επεξεργασία: Μαυρίδου Σοφία  
Θεσσαλονίκη, Εαρινό εξάμηνο 2013-2014



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.

