



# Επεξεργασία Υγρών αποβλήτων

Δρ Σίμος Μαλαμής, Επίκουρος Καθηγητής  
Σχολή Πολιτικών Μηχανικών



# Γιατί πρέπει να επεξεργασθούμε τα λύματα;



<http://theconversation.com/its-public-attitudes-to-recycled-sewage-that-need-better-treatment-not-the-water-29735>



<http://www.cbc.ca/news/canada/montreal/sewage-dump-st-laurent-water-quality-1.3323469>

<https://www.youtube.com/watch?v=8isr9nSDCK4>





# Γιατί πρέπει να επεξεργασθούμε τα λύματα;

- ❖ **Ανθρώπινη υγεία:** μέσω των λυμάτων μπορούν να μεταδοθούν ασθένειες όπως η χολέρα
- ❖ **Ευτροφισμός υδάτινου αποδέκτη:** Ανάπτυξη αλγών σε υδάτινα σώματα λόγω της παρουσίας θρεπτικών συστατικών στα λύματα
- ❖ **Αποξυγόνωση υδάτινου αποδέκτη:** η οργανική ύλη που βρίσκεται στα λύματα διασπάται και καταναλώνει το οξυγόνο με αποτέλεσμα οι υδρόβιοι οργανισμοί να μην μπορούν να προσλάβουν το απαραίτητο οξυγόνο και να πεθαίνουν.
- ❖ **Αισθητική υποβάθμιση υδάτινου αποδέκτη**



# Επιδημία Χολέρας στο Λονδίνο



**ST. JAMES, WESTMINSTER.**

The GOVERNORS and DIRECTORS of the POOR  
**HEREBY GIVE NOTICE,**  
That, with the view of affording prompt and Gratuitous assistance to Poor Persons resident in this Parish, affected with Bowel Complaints and

**CHOLERA,**

The following Medical Gentlemen are appointed, either of whom may be immediately applied to for Medicine and Attendance, on the occurrence of those Complaints, viz.—

**Mr. FRENCH, 41, Gt. Marlborough St.**  
(Opposite Bow's Court, Marshall Street.)

**Mr. HOUSLEY, 26, Broad Street.**

**Mr. WILSON, 16, Great Ryder St.**

**Mr. JAMES, 49, Princes Street.**

**Mr. DAVIES, 25, Brewer Street.**

**SUGGESTIONS AS TO FOOD, CLOTHING, &c.**

Regularity in the Hours of taking Meals, which should consist of any description of wholesome Food, with the moderate use of sound Beer.

Abstinence from Spirituous Liquors.

Warm Clothing and Cleanliness of Person.

The avoidance of unnecessary exposure to Cold and Wet, and the wearing of Damp Clothes, or Wet Shoes.

Regularity in obtaining sufficient Rest and Sleep.

Cleanliness of Rooms, which should be aired by opening the Windows in the middle of each day.

*By Order of the Board,*  
**GEORGE BUZZARD,**  
*Clerk.*

FRANCIS OTTER, Palace Street,  
26th November, 1831.

It is requested that this Paper be taken care of, and placed where it can be easily referred to.

PRINTED BY J. BIRNIE, PRINTER, 1, BATHURST STREET, LONDON.





# Αποξυγόνωση υδάτινου αποδέκτη

## Rio 2016 Olympic rowing lake filled with 65 tonnes of dead fish

- Authorities launch clean-up at Rodrigo de Freitas Lagoon
- Thousands of fish die after water becomes deoxygenated

Guardian staff

theguardian.com, Thursday 14 March 2013 17.35 GMT



Dead fish float on the Rodrigo de Freitas lagoon beside Rio's Corcovado mountain. Click to enlarge. Photograph: Christophe Simon/AFP/Getty Images

Source

<http://www.theguardian.com/sport/2013/mar/14/rio-olympic-rowing-lake-dead-fish>



Sanitary Engineering  
Laboratory



# Ευτροφισμός



Source

<http://www.lifeinfreshwater.org.uk/Web%20pages/ponds/Pollution.htm>



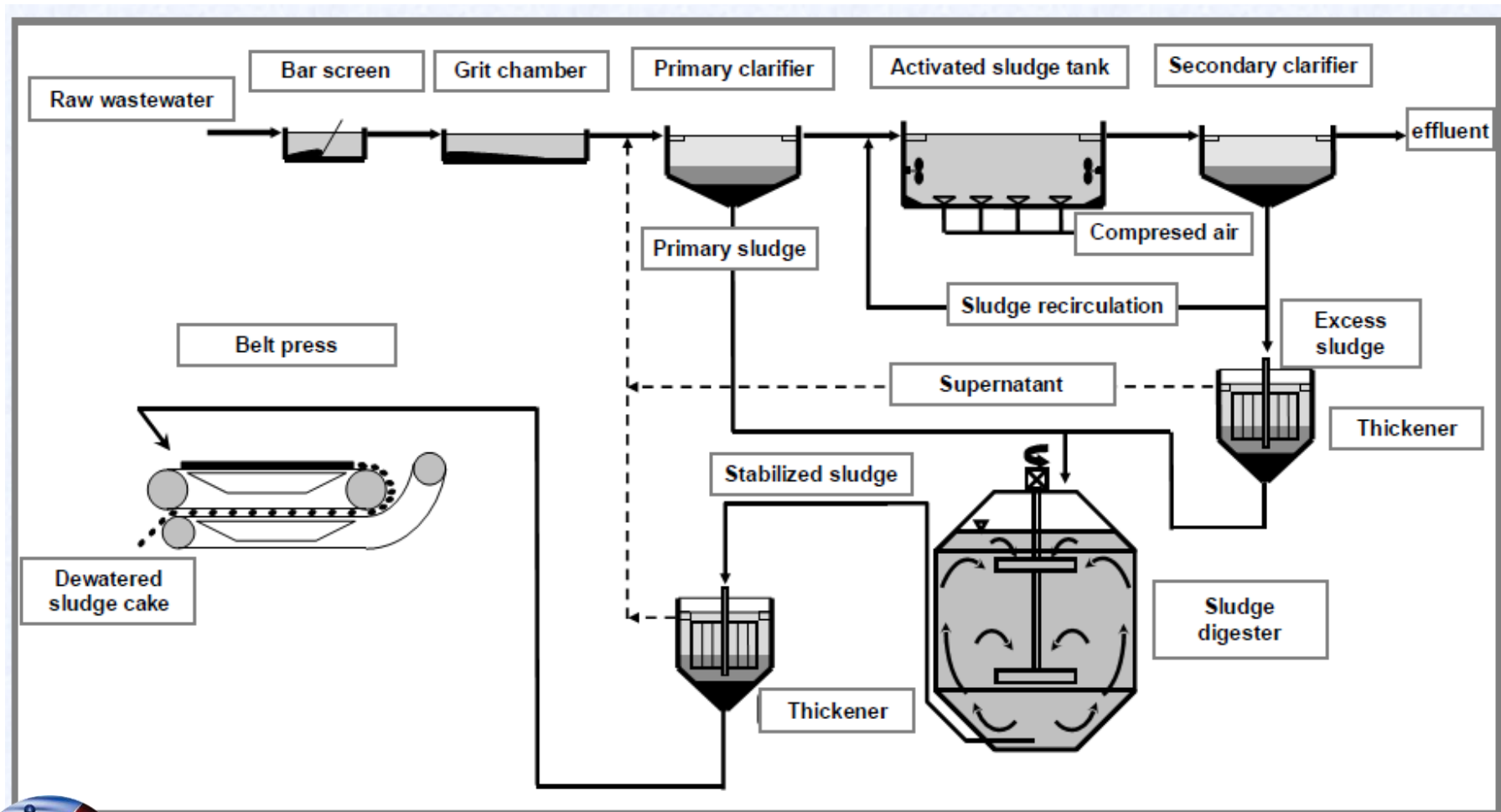
Source

<http://www.lakescientist.com/lake-facts/water-quality/>



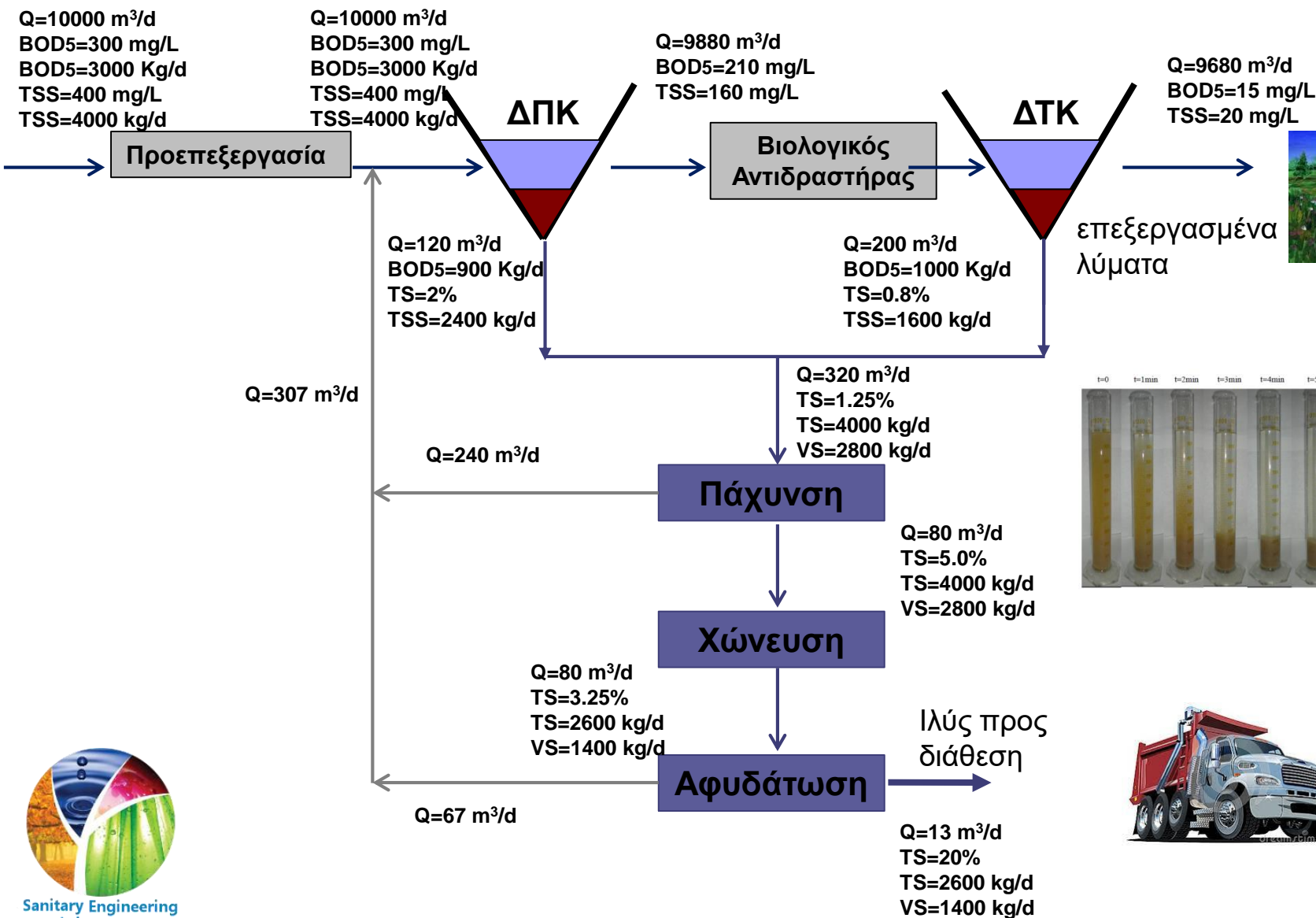


# Ροϊκό Διάγραμμα ΕΕΛ





# Διάγραμμα ροής ΕΕΛ





# Μονάδα εσχάρωσης



- ✓ χονδρόκοκκα στερεά  
ογκώδη αντικείμενα  
(πλαστικά, ξύλα, χαρτιά,  
κουρέλια, πέτρες)

## Εσχαρίσματα

παραγωγή ~ 75 lt/1000 m<sup>3</sup>

70-95% οργανικά



# Μονάδα εσχάρωσης



Μηχανική εσχάρα



Ταινία μεταφοράς εσχαρισμάτων



# Μονάδα εξάμμωσης - λιποσυλλογής

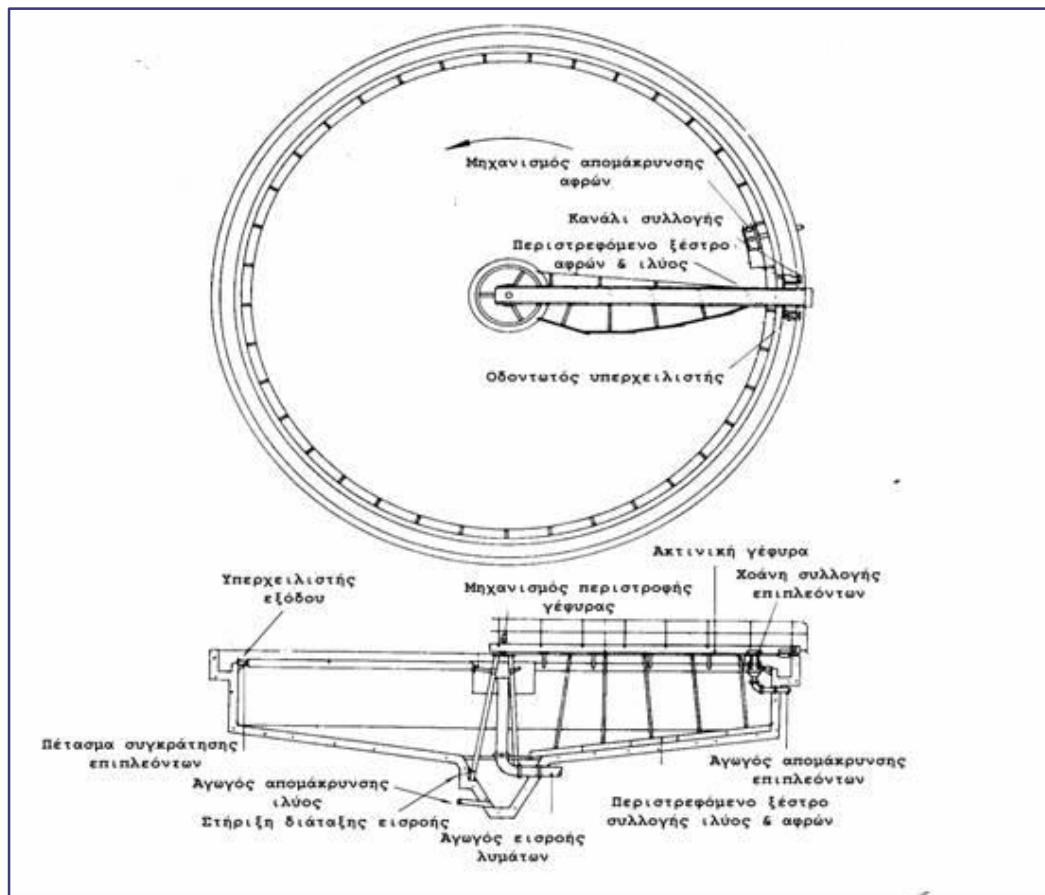


- ✓ άμμος ( $2600 \text{ kg/m}^3$ )
- Άλλες βαριές ανόργανες ουσίες
- όχι οργανικά
- Διαφορική καθίζηση μέσω περιορισμένης ανάδευσης (αερισμός  $\sim 10 \text{ m}^3/\text{hr/m}$  μήκους)



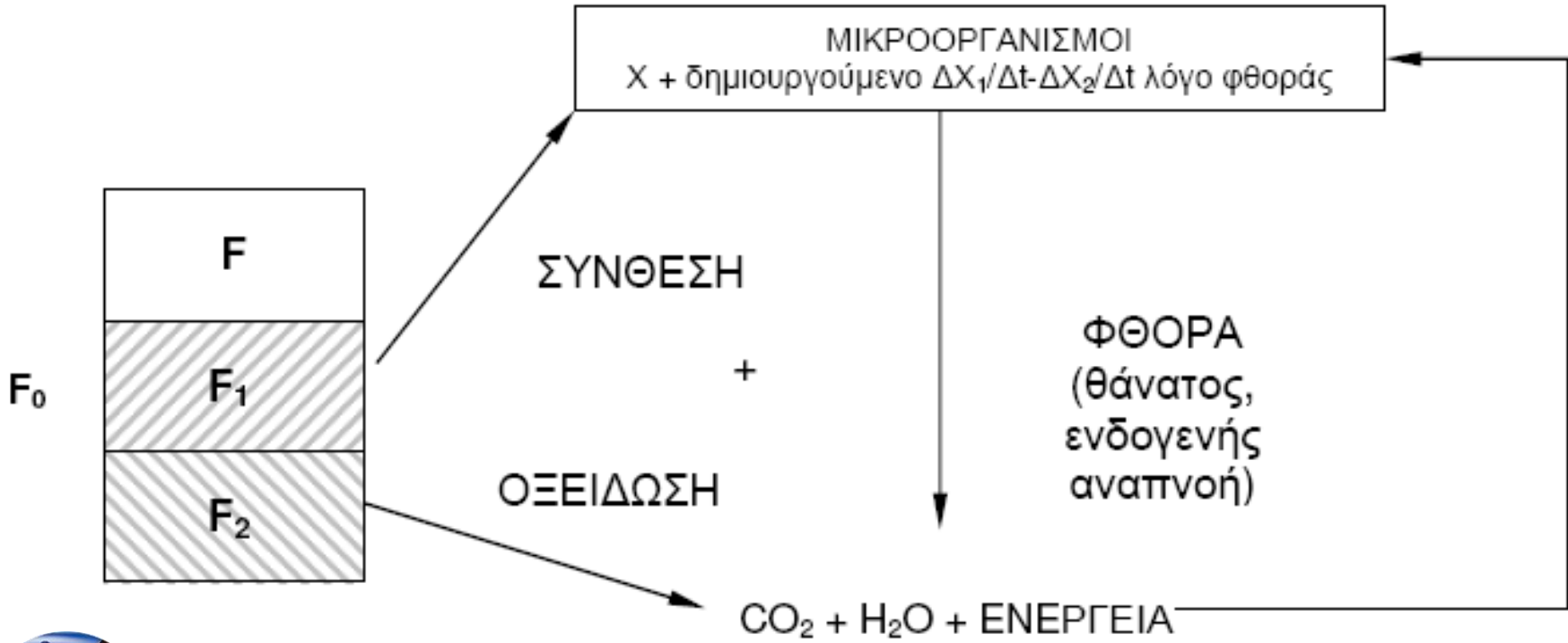
Παραγωγή άμμου : τυπικά  $50 \text{ L}/1000 \text{ m}^3$  λυμάτων  
Ποσοστό στερεών: 70-80% DS  
Ποσοστό ανόργανων στερεών: 75-85%

# Μονάδα καθίζησης



- ✓ Αιωρούμενα στερεά (50-70%)
- BOD (30-45%)
- ✓ Επιπλέοντα
- ✓ Άζωτο
- ✓ Φώσφορος
- παραγωγή ιλύος

# Βιολογική επεξεργασία



# Βιολογική επεξεργασία - Σύστημα Ενεργού ιλύος

- ❖ Το σύστημα ενεργού ιλύος είναι η πιο διαδεδομένη τεχνολογία βιολογικής επεξεργασίας λυμάτων. Χρησιμοποιείται ευρέως στις αναπτυγμένες χώρες

μικροοργανισμοί



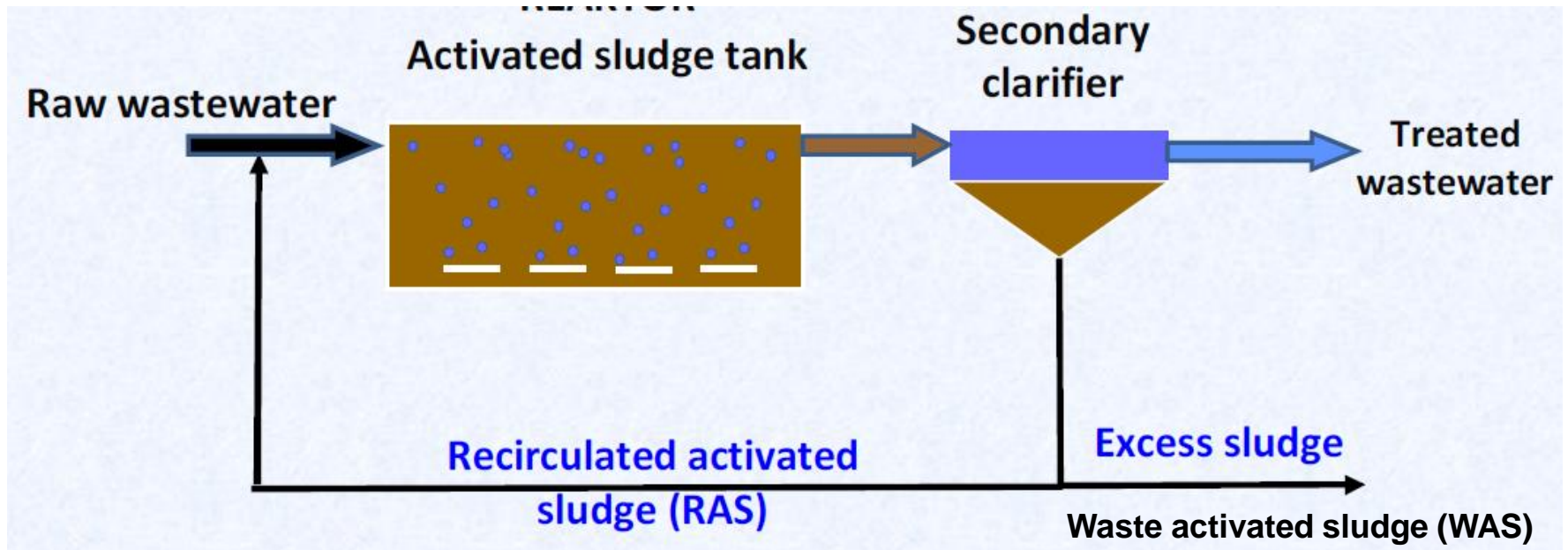
Σύστημα Ενεργού ιλύος

Βιοκροκίδες σε μικροσκόπιο



# Βιολογική επεξεργασία - Σύστημα Ενεργού ιλύος

- ❖ Καθώς οι μικροοργανισμοί αναπτύσσονται σχηματίζουν κροκίδες μέσα στο βιολογικό αντιδραστήρα. Έπειτα οι κροκίδες αφήνονται να καθιζάνουν στη δεξαμενή καθίζησης



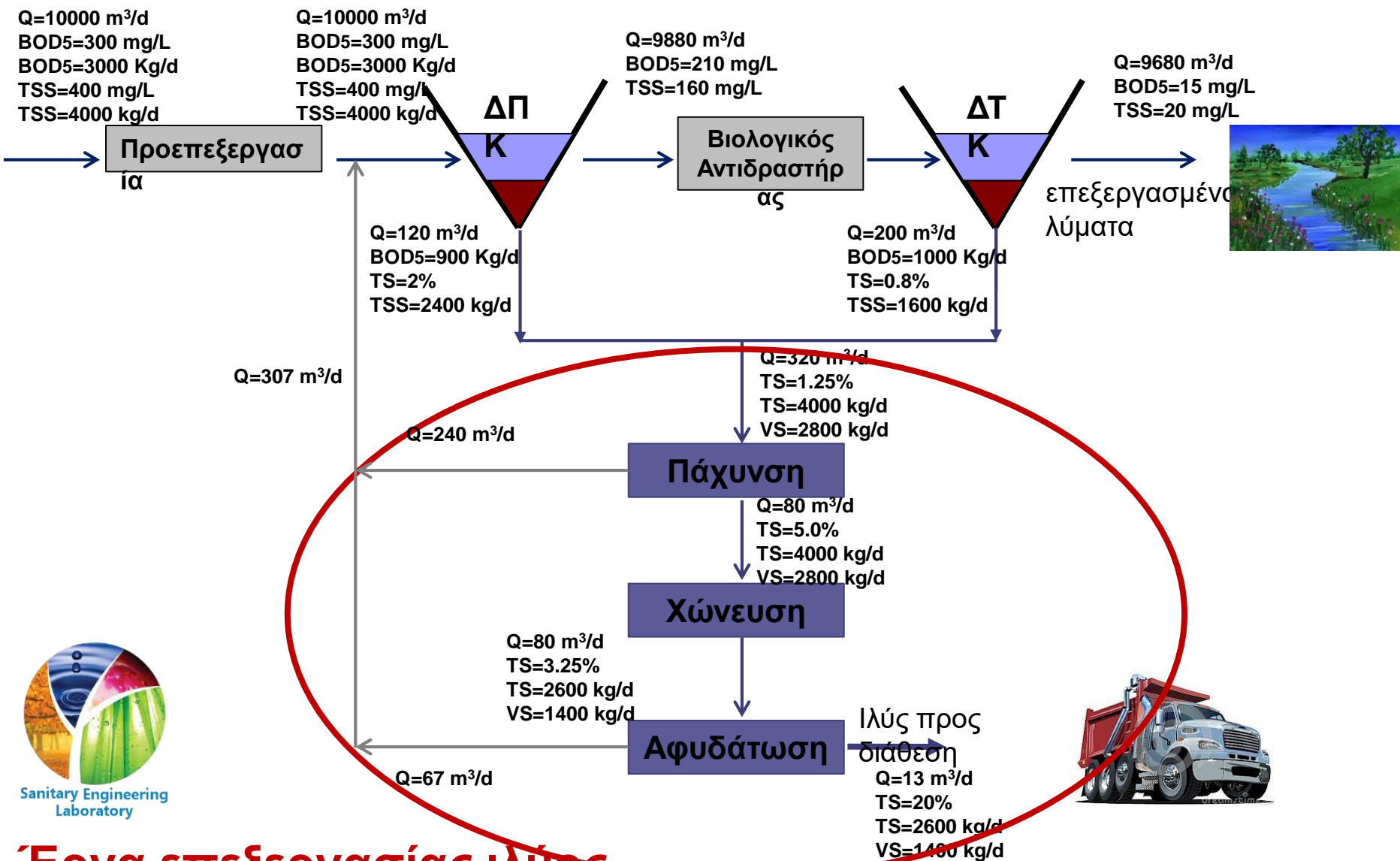
# Σύστημα Ενεργού ιλύος







# Διάγραμμα ροής ΕΕΛ



Έργα επεξεργασίας ιλύος

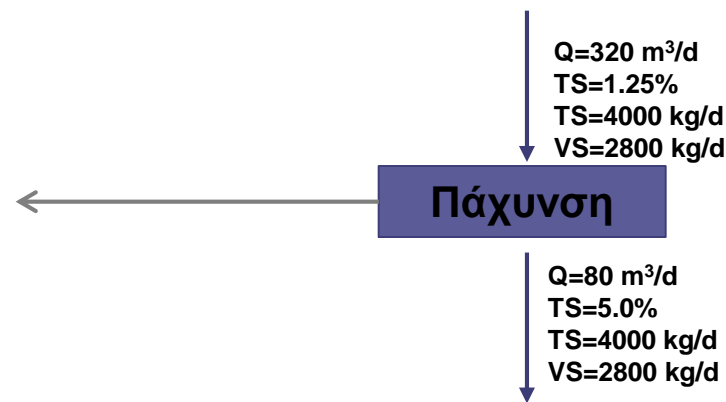
# Παχυντές βαρύτητας



$D = 10-30 \text{ m}$

$H = 4-5 \text{ m}$

Κλίση πυθμένα = 1:6



Τύπος ιλύος	Τυπική Φόρτιση στερεών $\text{Kg/m}^2\text{-day}$	Συγκέντρωση στερεών στην παχυμένη ιλύ %
Πρωτοβάθμια ιλύς*	100	6-8
Ενεργός ιλύς	20	$1,75+100/\text{SVI}$
Μίγμα πρωτοβάθμιας-βιολογικής*	50	4-5
Ιλύς από συστήματα προσκολλημένης βιομάζας	50	5-6



# Αναερόβια σταθεροποίηση ιλύος

Κτίριο εξυπηρέτησης  
χωνευτών



χωνευτής

χωνευτής

αεροφυλάκιο

Χώνευση

$Q=80 \text{ m}^3/\text{d}$   
 $TS=5.0\%$   
 $TS=4000 \text{ kg/d}$   
 $VS=2800 \text{ kg/d}$

$Q=80 \text{ m}^3/\text{d}$   
 $TS=3.25\%$   
 $TS=2600 \text{ kg/d}$   
 $VS=1400 \text{ kg/d}$



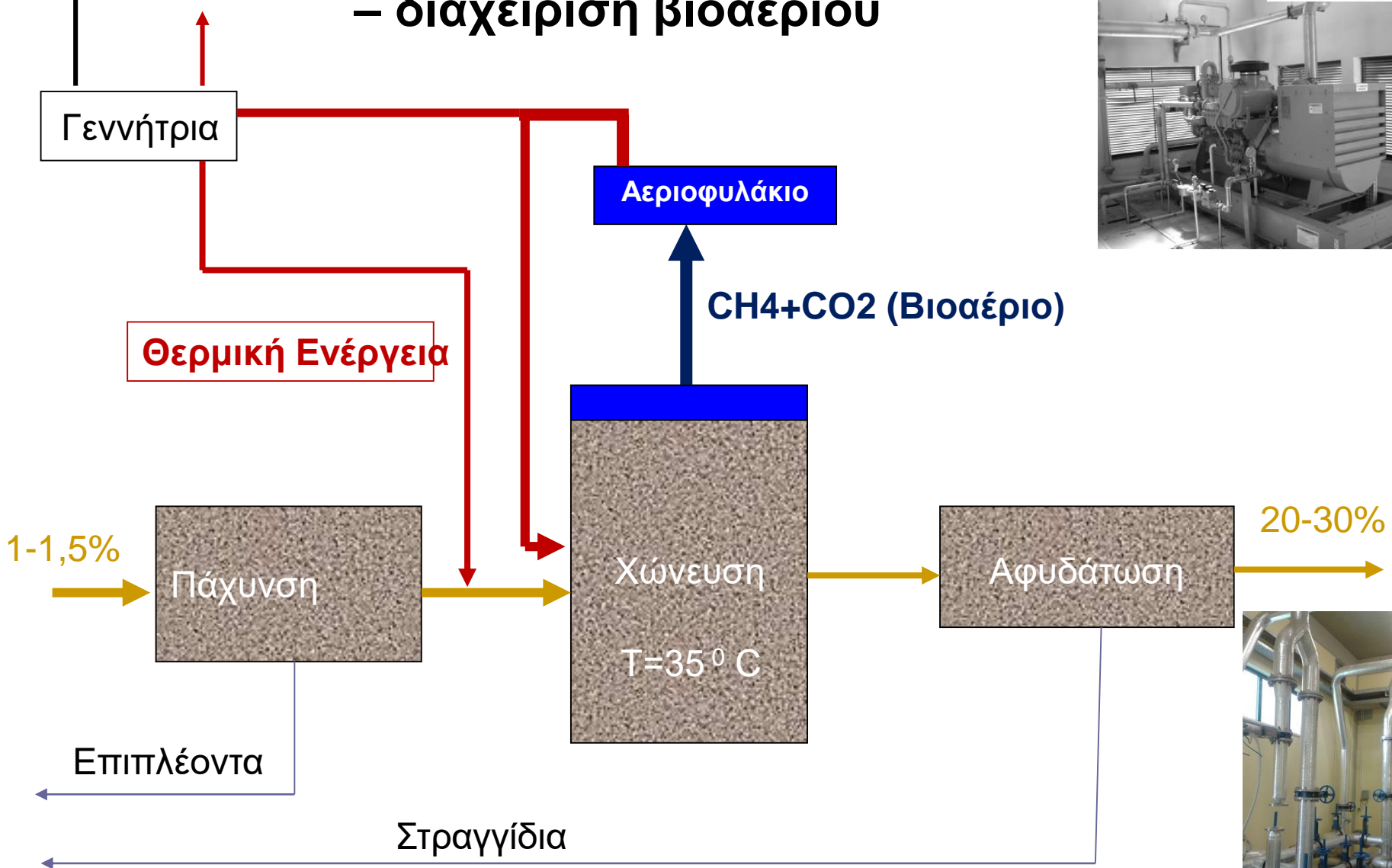
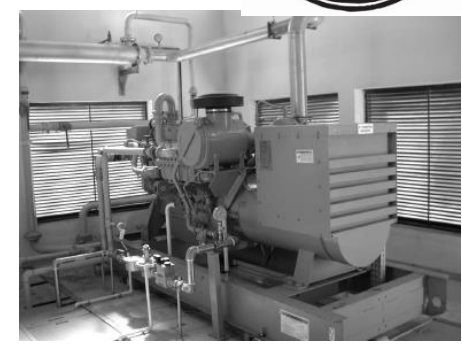
Sanitary Engineering  
Laboratory





Ηλεκτρική Ενέργεια

# Αναερόβια χώνευση – διαχείριση βιοαερίου





# Αφυδάτωση ιλύος



Q=80 m<sup>3</sup>/d  
TS=3.25%  
TS=2600 kg/d  
VS=1400 kg/d

**Αφυδάτωση**

Ιλύς προς  
σποράση

Q=13 m<sup>3</sup>/d  
TS=20%  
TS=2600 kg/d  
VS=1400 kg/d

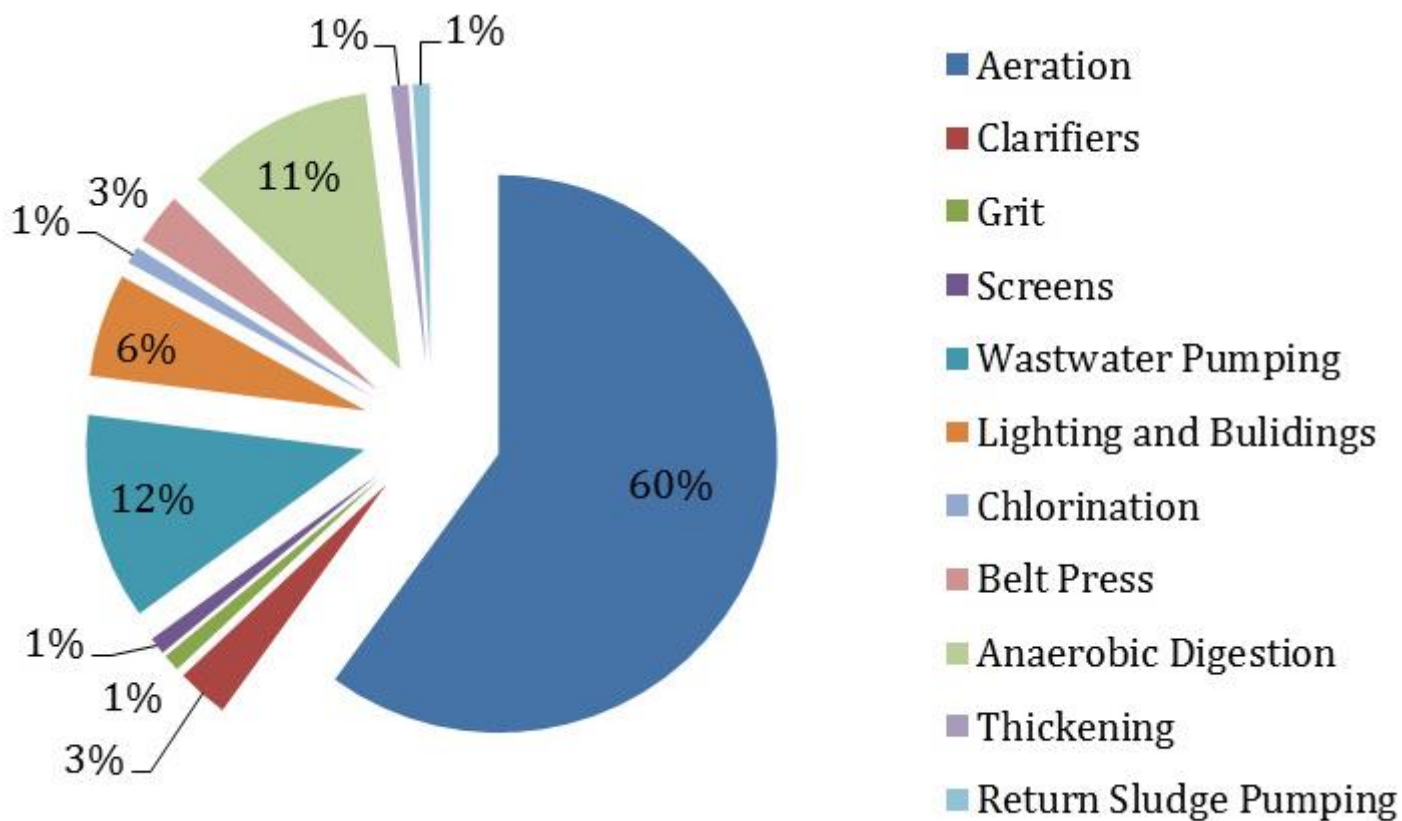


# Αφυδάτωση ιλύος



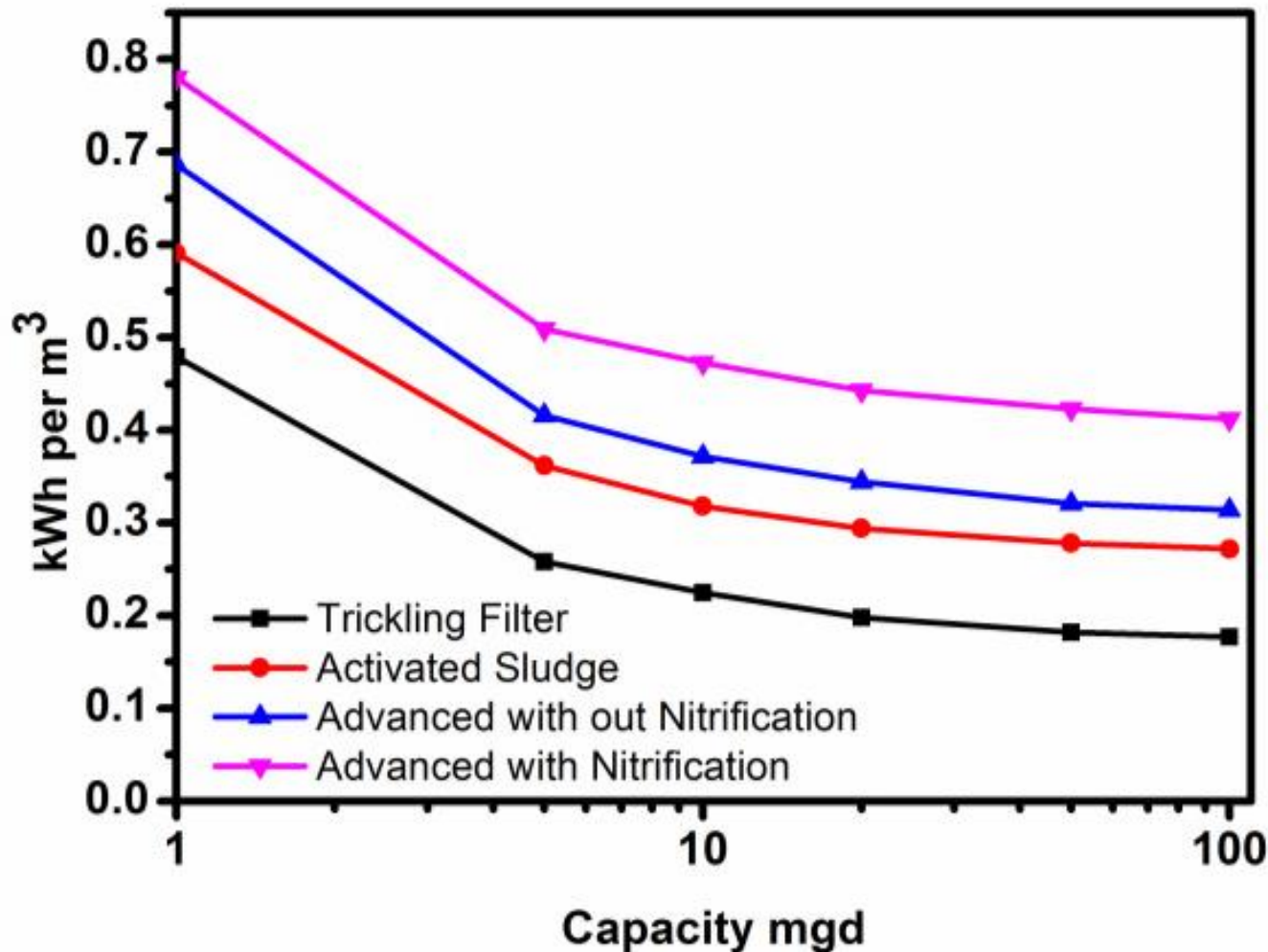


# Κατανάλωση Ενέργειας ΕΕΛ





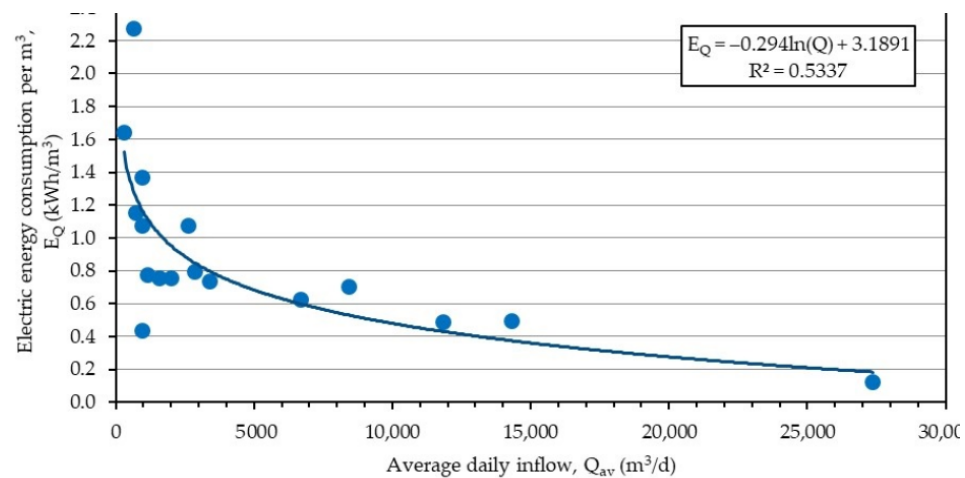
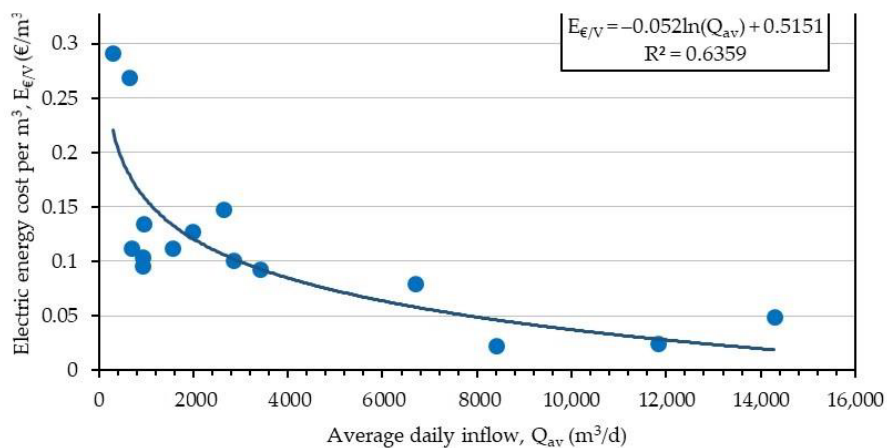
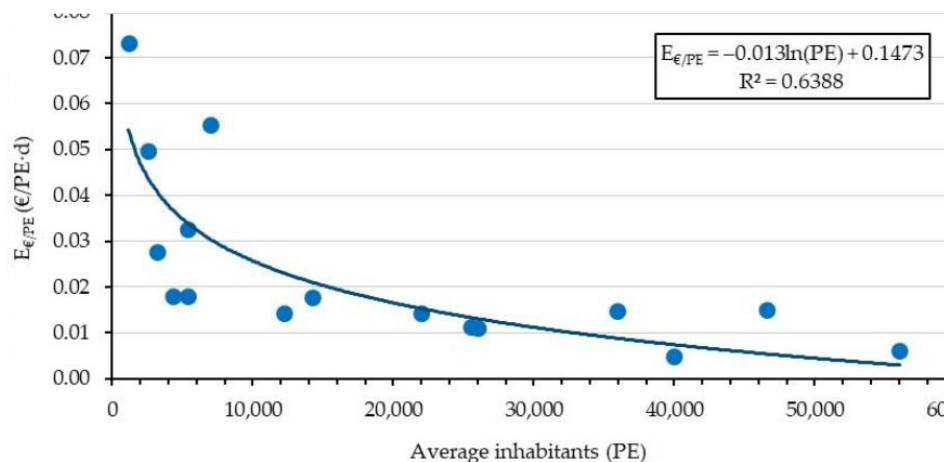
# Κατανάλωση Ενέργειας ΕΕΛ





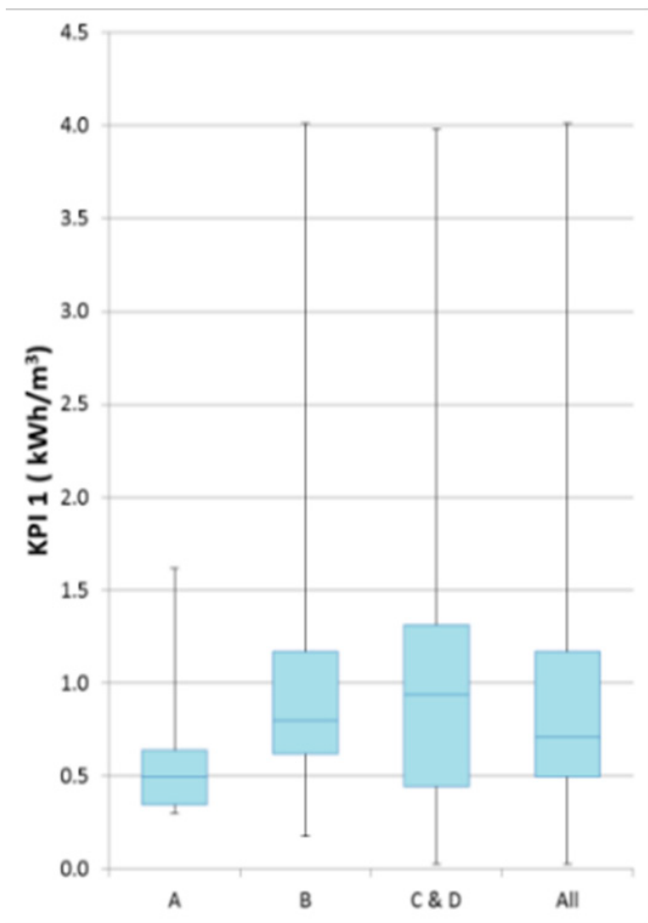


# Κατανάλωση Ενέργειας ΕΕΛ





# Κατανάλωση Ενέργειας ΕΕΛ



Treatment Process	kWh/m <sup>3</sup>	kWh/PE.yr	kWh/kg COD <sub>removed</sub>
Extended aeration	1.26	81.1	0.95
CAS	0.88	43.8	1.00
Oxidation ditch	0.75	47.1	0.58
Constructed wetlands	0.05	7.8	0.07

