



# Τεχνική Περιβάλλοντος

## Ενότητα 1: Εισαγωγή

Ευθύμιος Νταρακάς  
Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΣΠΑ  
2007-2013  
πρόγραμμα για την ανάπτυξη  
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

# Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



# Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης» έχει χρηματοδοτήσει μόνο 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.





ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

ΑΝΟΙΚΤΑ  
ΑΚΑΔΗΜΑΙΚΑ  
ΜΑΘΗΜΑΤΑ



# Εισαγωγή στην Τεχνική Περιβάλλοντος



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



# Περιεχόμενα ενότητας

1. Τα υγρά απόβλητα (ορισμός- προέλευση- σύσταση)
  - i. Αστικά λύματα
  - ii. Όμβρια λύματα
  - iii. Βιομηχανικά απόβλητα
2. Ο κύκλος του νερού
3. Ρύπανση – μόλυνση του νερού
4. Βασικά στοιχεία διαχείρισης αστικών λυμάτων



# Περιεχόμενα ενότητας

5. Οι εγκαταστάσεις Επεξεργασίας Λυμάτων (ΕΕΛ)
6. Νομοθεσία
7. Βασικά στάδια επεξεργασίας αστικών λυμάτων
8. Κριτήρια επιλογής συστημάτων επεξεργασίας υγρών αποβλήτων



# Τεχνική Περιβάλλοντος

Υδρευση (νερό)

Αποχέτευση (απόβλητα)

Υδρεύσεις - Αποχετεύσεις

Λύματα (αστικά)

Επεξεργασία λυμάτων

Εγκατάσταση Επεξεργασίας Λυμάτων

Βιολογικός καθαρισμός λυμάτων

Αποδέκτης (υδάτινος)

Τ. Π.



# Λύματα

- **Λύμα:** Αρχαία ελληνική λέξη, Ουσιαστικό, Ουδέτερο.
- **Λύω:** Διάλυμα, διάλυση, (λυμαίνω) ρύπος, ακαθαρσία.
- **Λύματα** (συνήθως στον πληθυντικό): Το ακάθαρτο υγρό που περιέχει τα υπολείμματα μιας ανθρώπινης δραστηριότητας. Στην αρχαιότητα είχε τη σημασία του **νερού της μπουγάδας**, ενώ σήμερα δηλώνει τα οικιακά υγρά απόβλητα.
- Συνώνυμα: **απόβλητα**.
- Παραδείγματα χρήσης: Αστικά, οικιακά, δημοτικά λύματα.  
Βιομηχανικά, τοξικά επεξεργασμένα κ.λ.π. απόβλητα.
  - Τα αστικά **λύματα** καταλήγουν στην Εγκατάσταση Επεξεργασίας Λυμάτων (Ε.Ε.Λ.) μιας πόλης.
  - Στην Ε.Ε.Λ. τα υγρά απόβλητα τυγχάνουν επεξεργασίας. Εκεί παράγεται και **λυματολόαση**.
  - Τα **λύματα** μιας πόλης ρυπαίνουν το νερό του αποδέκτη (ποταμός, λίμνη, θάλασσα).
  - Τα βιομηχανικά απόβλητα προέρχονται από την παραγωγική διαδικασία μιας βιομηχανίας.



Πηγή:  
<http://ga-7it-waterpol.blogspot.com/p/page-3.html>





# Υγρά απόβλητα (Αστικά λύματα)

## ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

-

## ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

Τι είναι τα υγρά απόβλητα (πως δημιουργούνται) ;

Όταν το νερό χρησιμοποιηθεί με οποιονδήποτε τρόπο από τον άνθρωπο μετατρέπεται σε απόβλητο.

Ποια είναι η σύστασή τους (τι περιέχουν);

Τα υγρά απόβλητα περιέχουν ρυπαντικές και μολυσματικές ουσίες.

Τι κινδύνους εγκυμονούν;

Η απ' ευθείας διάθεσή τους σε έναν φυσικό, συνήθως υδάτινο, αποδέκτη εγκυμονεί κινδύνους τόσο για τον αποδέκτη όσο και για τα υπόλοιπα έμβια όντα, κυρίως όμως για τον άνθρωπο.

Είναι απαραίτητη η επεξεργασία τους;

ΝΑΙ ! Η επεξεργασία τους πριν από τη διάθεση αμβλύνει τις δυσμενείς επιπτώσεις στους αποδέκτες, διαφυλάσσει την οικολογική ισορροπία και προστατεύει το περιβάλλον.



# Οδηγία 91/271/ΕΟΚ 21.05.1991

## Αστικά λύματα

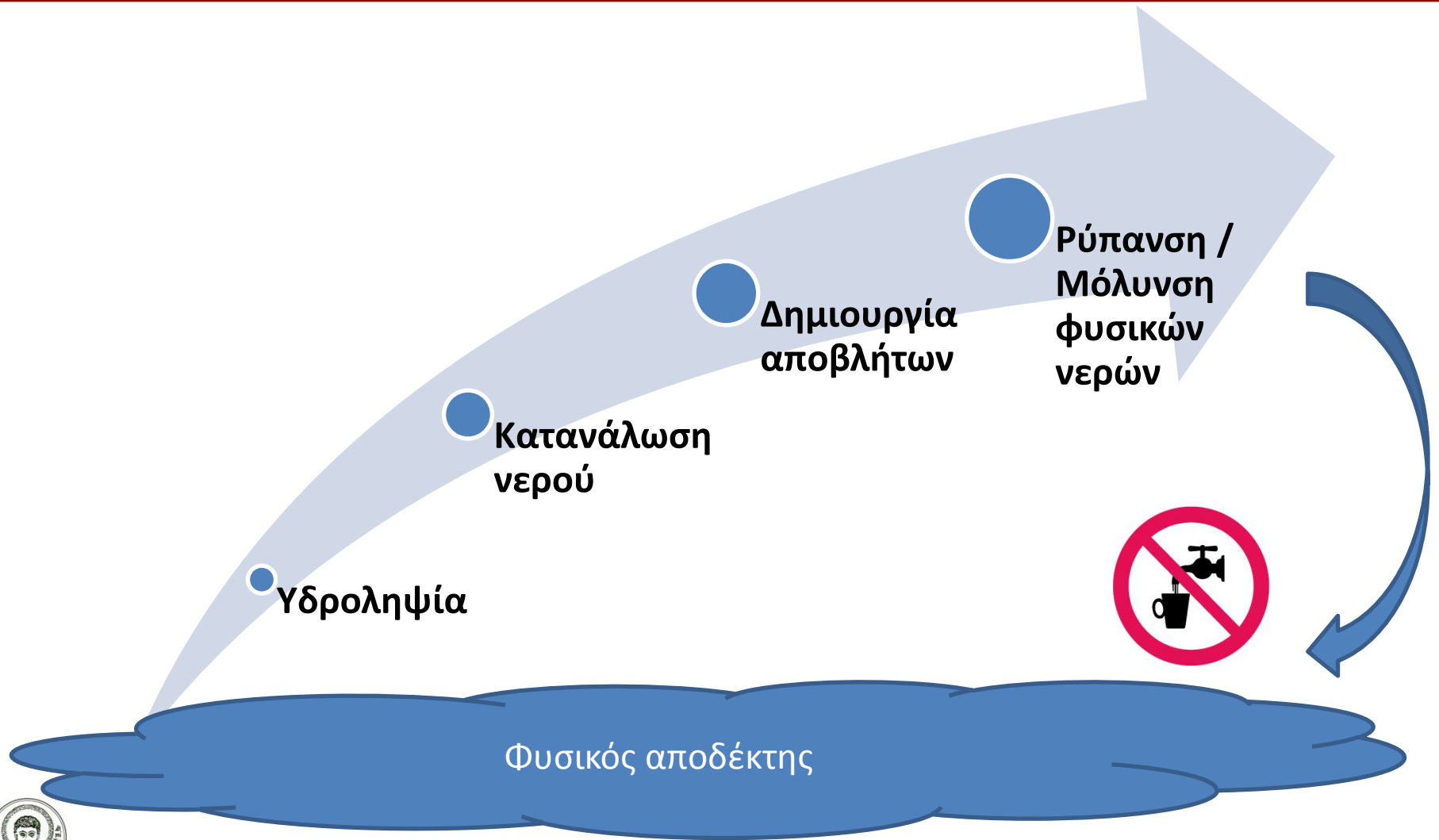
- Τα υγρά απόβλητα που προέρχονται κυρίως από χώρους υγιεινής, κουζίνες, πλυντήρια και γενικά από διαδικασίες καθαριότητας κατοικιών, γραφείων, καταστημάτων κ.λ.π.
- Στην κατηγορία των αστικών λυμάτων περιλαμβάνονται και αυτά των εστιατορίων, ξενοδοχείων, δημοσίων υπηρεσιών, καταστημάτων, γραφείων κ.λ.π.

## Βιομηχανικά απόβλητα

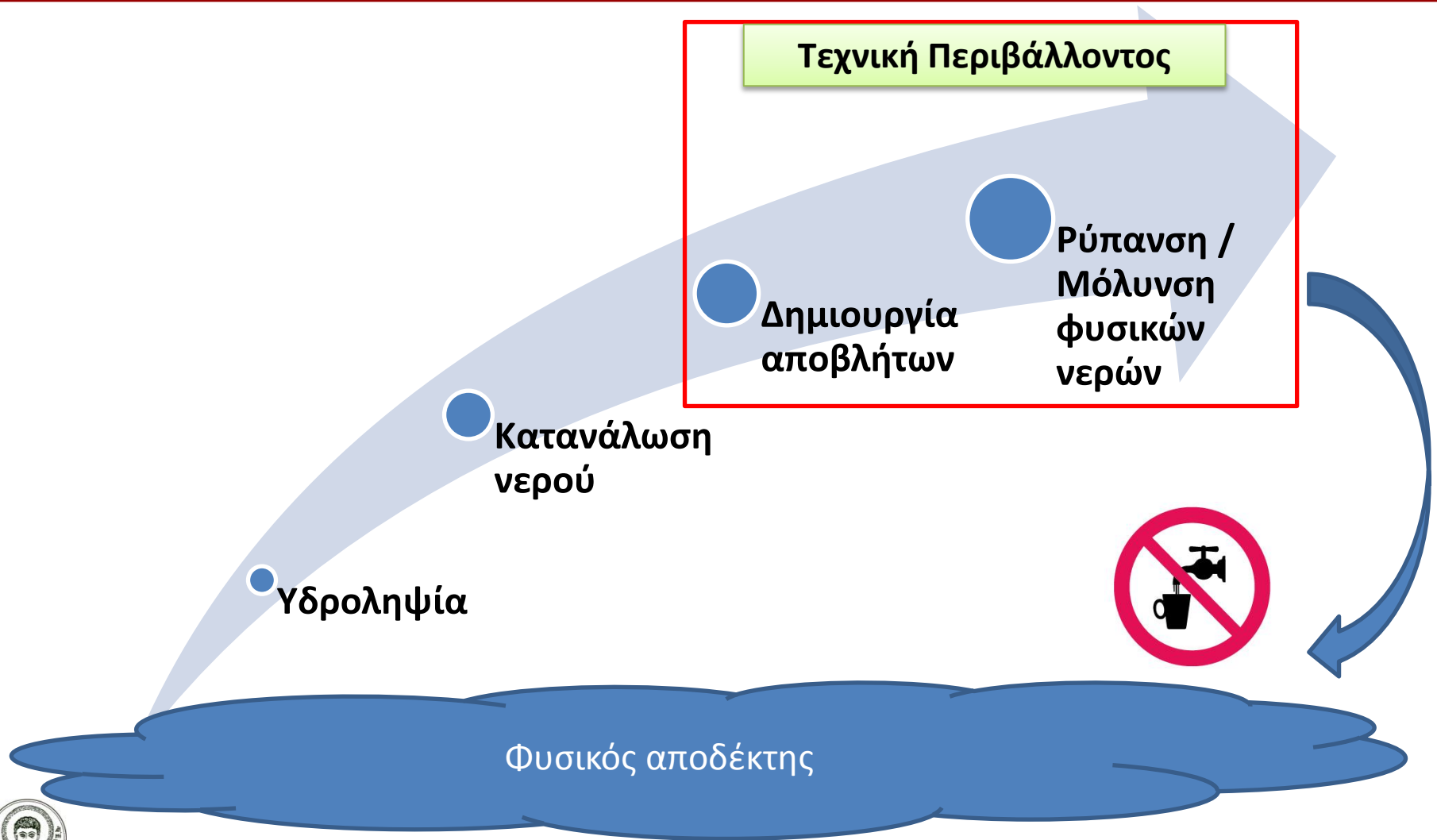
- Τα απόβλητα που απορρίπτονται από κτίρια και χώρους που χρησιμοποιούνται για οποιαδήποτε εμπορική ή βιομηχανική δραστηριότητα και τα οποία δεν είναι οικιακά λύματα ή όμβρια ύδατα.
- Είναι δηλαδή τα υγρά απόβλητα των βιομηχανικών ή βιοτεχνικών εγκαταστάσεων, που δημιουργούνται κατά την παραγωγική διαδικασία και μπορεί να περιέχουν υπολείμματα των υλών που χρησιμοποιούνται.
- Δεν συμπεριλαμβάνονται τα λύματα του προσωπικού, τα οποία κατατάσσονται στα αστικά λύματα.



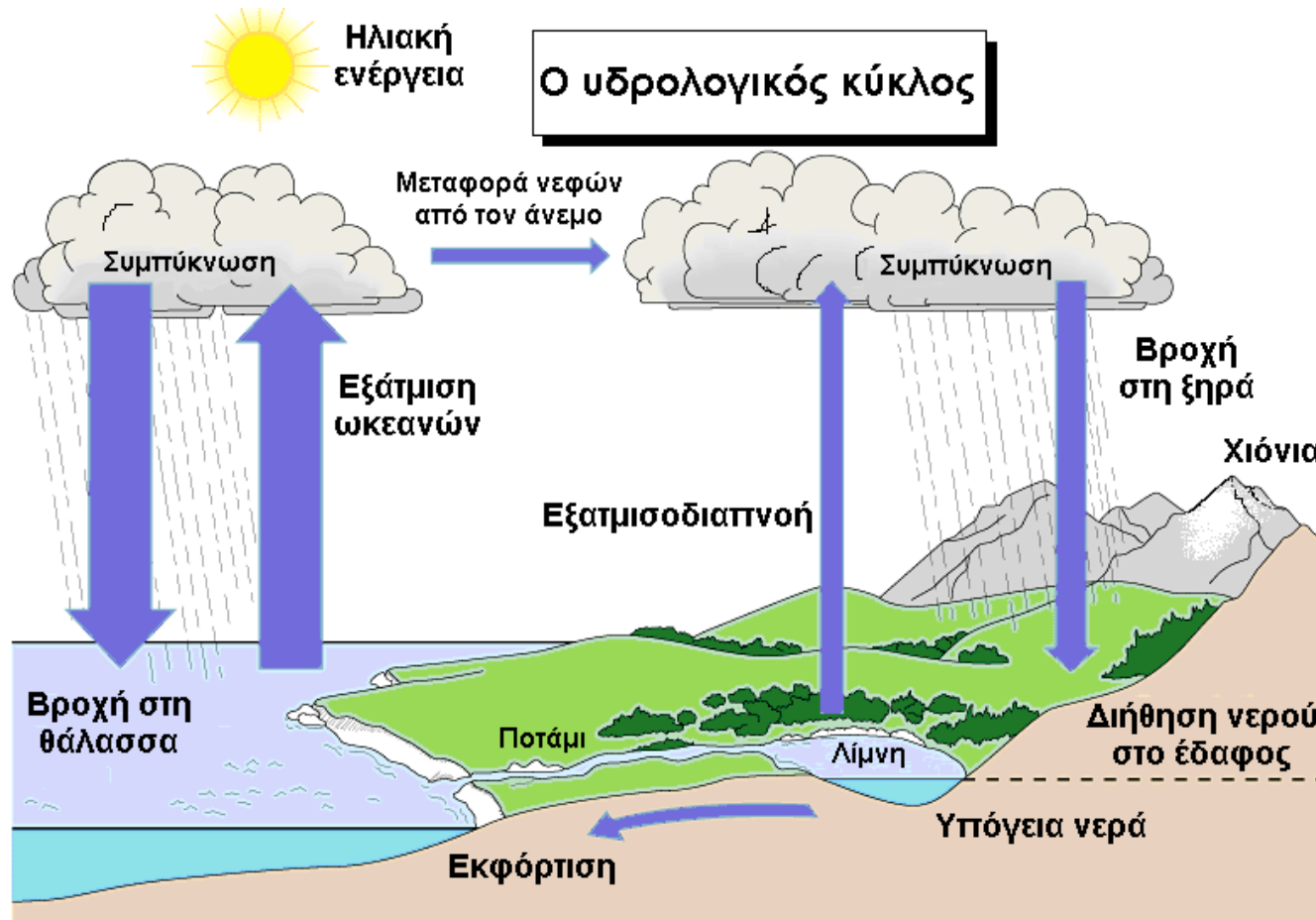
# Ο κύκλος του νερού



# Ο κύκλος του νερού



# Ο κύκλος του νερού



Πηγή: <http://biologi-ed.blogspot.gr/2012/08/soal-ekologi-1.html>



# Λόγοι για τους οποίους επιβάλλεται η επεξεργασία των λυμάτων

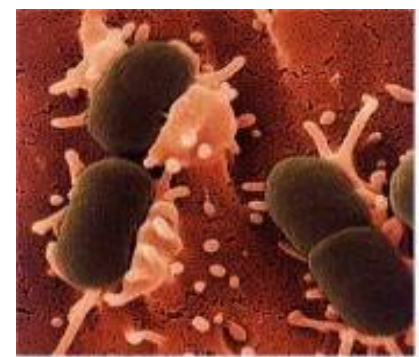


Πηγή:

[http://www.oilgae.com/ref/glos/algal\\_turf\\_scrubber.html](http://www.oilgae.com/ref/glos/algal_turf_scrubber.html)

Πηγή:

<http://oceanpollution2014.weebly.com/>



Πηγή:

<https://eucbeniki.sio.si/kemija1/588/index2.html>





# Επεξεργασία υγρών αποβλήτων



Πηγή:  
<https://eucbeniki.sio.si/kemija1/588/index2.html>



Πηγή:  
<http://ian.umces.edu/imagelibrary/displayimage-topn--85-879.html>



Πηγή:  
<http://depositphotos.com/5123850/stock-photo-dolphins-couple-swimming-in-blue.html>

## Υγρά απόβλητα

1. Οργανικό φορτίο
2. Αιωρούμενα στερεά
3. Θρεπτικά άλατα (N, P)
4. Παθογόνοι μικροοργανισμοί
5. Διάφοροι άλλοι ρυπαντές

## Ε.Ε.Λ.

(Δέσμευση,  
Απομάκρυνση,  
Εξουδετέρωση  
ρυπαντών)

Εκροή  
Καθαρό νερό



# Σκοπός της επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων





# Διαχείριση υγρών αποβλήτων

## Έργα πολιτικού μηχανικού

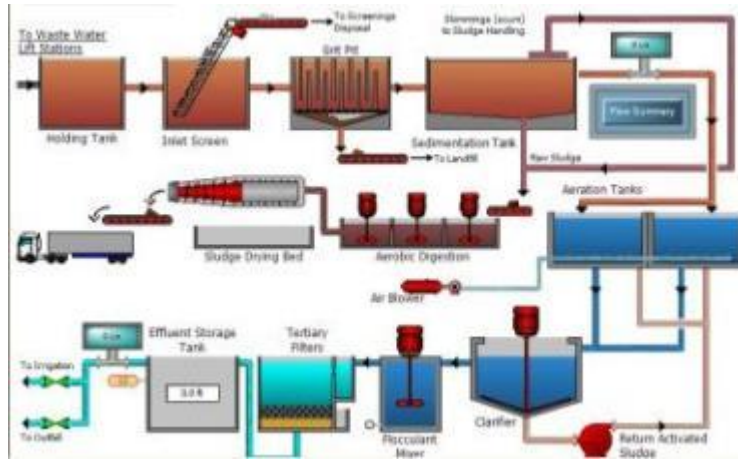
Συλλογή – Κ.Α.Α.



Παντοροϊκό - Χωριστικό

Πηγή:  
<http://www.biotech.kth.se/courses/gru/courselist/BB1030/data/Avloppsrening.%20Vattenrening%202009.pdf>

Επεξεργασία – Ε.Ε.Λ.



Πηγή: <http://www.bmtechservice.com/clearscada.html>

Διάθεση



Ποτάμι, Λίμνη, Θάλασσα

Πηγή:  
<http://www.deyamyt.gr/fwtografies.html>

Χωροθέτηση – Μελέτη – Κατασκευή – Λειτουργία

# Βασικά στοιχεία διαχείρισης υγρών αποβλήτων

- **Υγρά απόβλητα (Αστικά λύματα, Όμβρια ύδατα, Βιομηχανικά απόβλητα)**
  - Προέλευση – Σχηματισμός – Ποιοτικά χαρακτηριστικά υγρών αποβλήτων
  - Ρυπαντικό φορτίο αστικών λυμάτων (BOD, COD)
  - Ο ρόλος των μικροοργανισμών στην επεξεργασία των υγρών αποβλήτων, (Μεταβολισμός: Τροφή – Ενέργεια – Οξυγόνο)
  - Αερόβιες – Αναερόβιες βιολογικές διεργασίες
- **Επεξεργασία υγρών αποβλήτων**
  - Πρωτοβάθμια (Μηχανική) – Δευτεροβάθμια – Τριτοβάθμια – Προχωρημένη επεξεργασία
  - Απολύμανση, Διάθεση εκροής
- **Επεξεργασία ιλύος**
  - Πάχυνση – Σταθεροποίηση (Αερόβια – Αναερόβια) – Αφυδάτωση
  - Διάθεση ιλύος



# Σχεδιασμός Εγκαταστάσεων Επεξεργασίας Υγρών Αποβλήτων

1

Εκτίμηση των  
**ποσοτήτων** των  
αποβλήτων

Εκτίμηση των  
**χαρακτηριστικών**  
των αποβλήτων

Εκτίμηση του  
**χρόνου ζωής**  
των έργων

Προσδιορίζονται οι **προδιαγραφές** που πρέπει να πληρούν τα απόβλητα (μετά την επεξεργασία) προκειμένου να διατεθούν σε έναν συγκεκριμένο αποδέκτη ή να επαναχρησιμοποιηθούν σε διάφορες εφαρμογές, π.χ. για άρδευση (Αυτές ορίζονται από τη νομοθεσία)



# Σχεδιασμός Εγκαταστάσεων Επεξεργασίας Υγρών Αποβλήτων

2

Εξετάζονται όλες οι πιθανές εναλλακτικές λύσεις, που μπορούν να ικανοποιήσουν τις απαιτούμενες προδιαγραφές

Λαμβάνονται υπόψη οι τοπικές συνθήκες (κλίμα, εδαφολογικές συνθήκες, θέση του αποχετευτικού συστήματος, κ.λ.π.)



# Σχεδιασμός Εγκαταστάσεων Επεξεργασίας Υγρών Αποβλήτων

3

Πραγματοποιείται τεχνικοοικονομική  
ανάλυση που περιλαμβάνει:

Καθορισμό των κριτηρίων σχεδιασμού των  
διαφόρων μονάδων επεξεργασίας.

Διαστασιολόγηση των διαφόρων μονάδων έτσι ώστε  
να επιτυγχάνεται η επιθυμητή απόδοση με το  
χαμηλότερο κόστος.

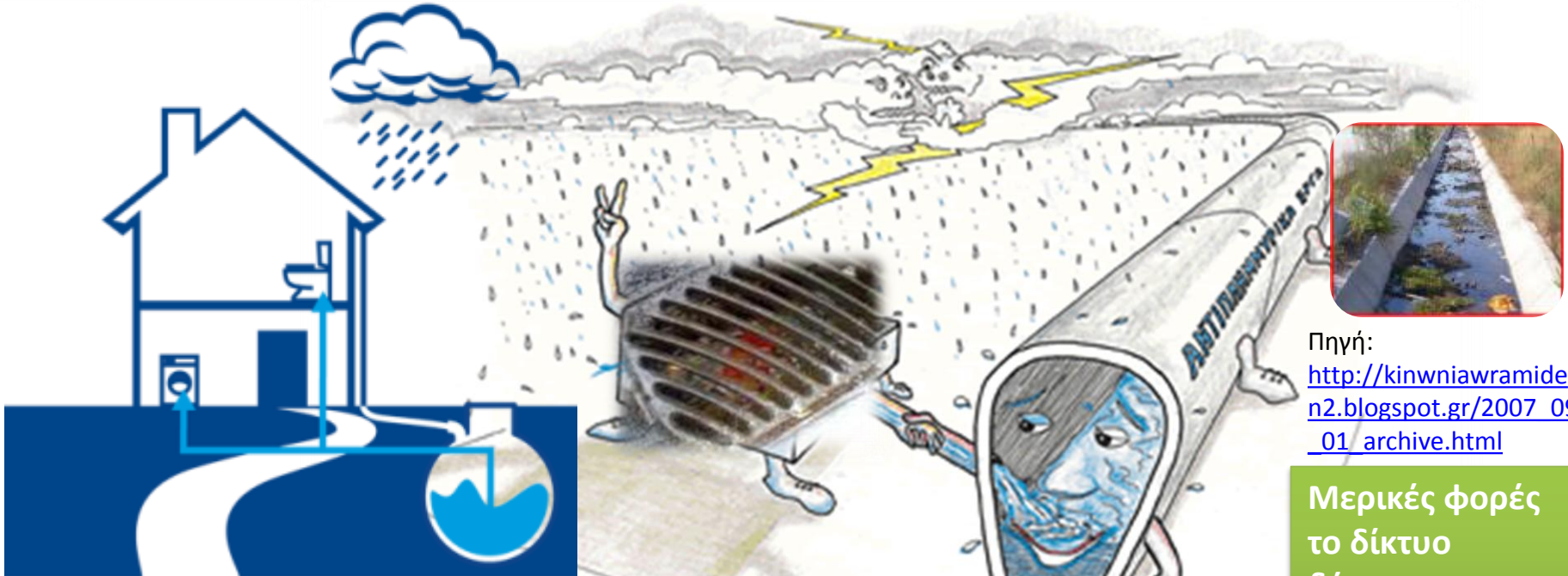
Ανάλυση κόστους των εναλλακτικών λύσεων, που περιλαμβάνει  
τον υπολογισμό του κόστους κατασκευής και του κόστους  
λειτουργίας και συντήρησης. Με βάση την ανάλυση αυτή  
επιλέγεται η οικονομικότερη λύση για κατασκευή.



# Το αποχετευτικό δίκτυο

1. Παντοροϊκό (δέχεται και όμβρια)

2. Χωριστικό (δεν δέχεται όμβρια)



3. Μερικά χωριστικό (μερικά τμήματα του δικτύου δέχονται όμβρια ύδατα και μερικά δεν δέχονται)

Πηγή:  
[http://kinwniawramide.n2.blogspot.gr/2007\\_09\\_01\\_archive.html](http://kinwniawramide.n2.blogspot.gr/2007_09_01_archive.html)

Μερικές φορές το δίκτυο δέχεται και εισροές από επιφανειακά και υπόγεια νερά

Πηγή:  
[http://www.gasnet.com.gr/?page\\_id=30](http://www.gasnet.com.gr/?page_id=30)





# Τα αστικά λύματα



Πηγή:

[http://www.anasta.de/TOPOS/index.php?option=com\\_content&task=view&id=493&Itemid=102](http://www.anasta.de/TOPOS/index.php?option=com_content&task=view&id=493&Itemid=102)

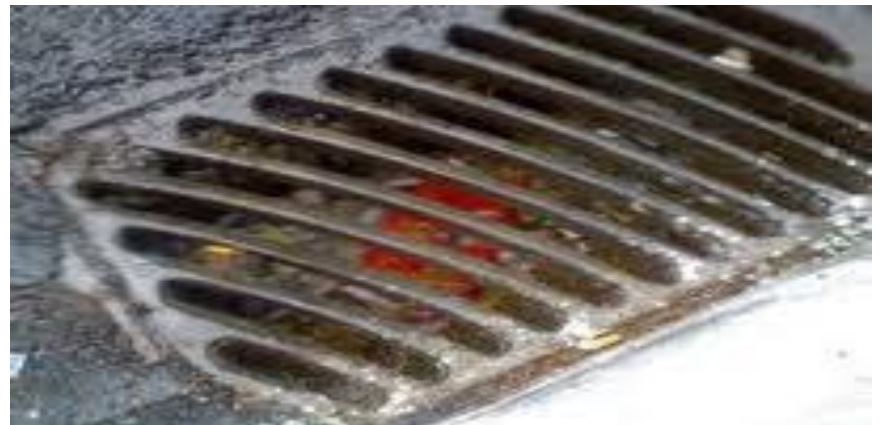
Πηγή:

<http://www.conserve-energy-future.com/WaterHarvesting.php>

Αποχετευτικό δίκτυο / Βοθρολύματα



# Τα όμβρια ύδατα



Πηγή:

<http://www.patrastimes.gr/arthro.php?id=49696>





# Τα βιομηχανικά απόβλητα



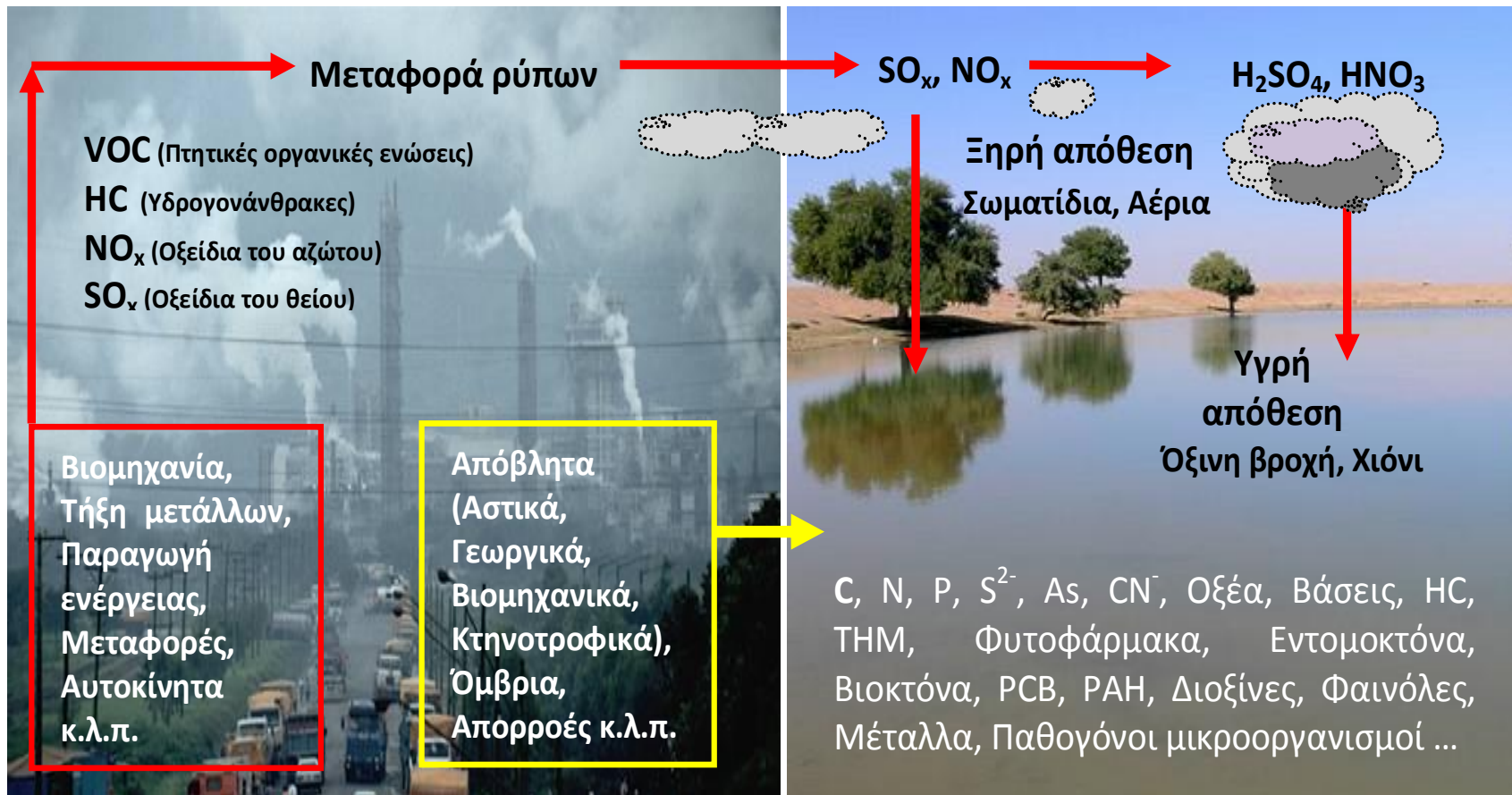
Πηγή:  
<http://www.watercache.com/blog/2011/11/hack-your-water-utility-wastewater-averaging-period-to-save-money/>



Πηγή: <http://www.vacuman.com/pricing.html>



# Ρύπανση-μόλυνση των φυσικών νερών



Αστικό περιβάλλον

Φυσικά νερά



# Ρύπος – Ρύπανση - Μόλυνση

Μια ουσία χαρακτηρίζεται ως **ρύπος** εφόσον η συγκέντρωσή της στο νερό είναι αρκετά μεγαλύτερη απ' αυτήν που συνήθως συναντάται στα φυσικά αποθέματα του γλυκού νερού.

Με άλλα λόγια **ρύπος** είναι κάθε ουσία που εμποδίζει την κανονική χρήση του νερού. Ένας ρύπος χαρακτηρίζεται όταν έχει τη δυνατότητα να προκαλέσει σοβαρή βλάβη ή θάνατο σε ανθρώπους ή ζώα.

**Ρύπανση** : Επιβάρυνση του νερού με ύλη ή ενέργεια (Οργανική ύλη,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ , Μέταλλα, Τοξικές ουσίες, Ραδιενέργεια, Θερμότητα, κ.λ.π.).

**Μόλυνση** : Επιβάρυνση του νερού με παθογόνους για τον άνθρωπο και τα ζώα μικροοργανισμούς.

- Η ρύπανση μπορεί να είναι:
  - **χημική** με την εισαγωγή επικίνδυνων τοξικών ουσιών,
  - **ενεργειακή**,
  - **θερμική**,
  - **ραδιενεργή**,
  - **βιολογική** κ.λ.π.
- Ακόμα η ρύπανση μπορεί να είναι:
  - **άμεση**, δηλαδή ρύπανση που μπορεί να διαπιστωθεί με την όσφρηση και την όραση όπως τα τοξικά απόβλητα που σκοτώνουν αμέσως υδρόβιους οργανισμούς όπως τα ψάρια και
  - **έμμεση**, δηλαδή ρύπανση που δεν είναι ορατή και σταδιακά προκαλεί αλλαγές στα είδη που διαβιούν στο νερό.



# Ρύπος – Ρύπανση - Μόλυνση

Ρύπανση (Επιβάρυνση του νερού με ύλη ή ενέργεια)			Μόλυνση (Επιβάρυνση με παθογόνους μικροοργανισμούς)
Συμβατικοί ρύποι (Ουσίες από ανθρωπογενείς δραστηριότητες)	Μη συμβατικοί ρύποι	Θερμική ρύπανση	Μικροοργανισμοί
Οργανική ύλη	Οξέα – Βάσεις	(Θερμά απόβλητα νερά βιομηχανιών)	Ιοί
Ενώσεις του αζώτου ( $\text{NH}_4^+$ , $\text{NO}_2^-$ , $\text{NO}_3^-$ )	Τοξικές οργανικές ενώσεις: (Ζιζανιοκτόνα, Εντομοκτόνα, Παρασιτοκτόνα, Διοξίνες, Φαινόλες, Χλωροφαινόλες, Χλωριωμένοι ΗC, ΤΗΜ, Πολυχλωριωμένα διφαινύλια (PCB), Πολυαρωματικοί υδρογονάνθρακες (PAH)		Βακτήρια
Ενώσεις του φωσφόρου ( $\text{PO}_4^{3-}$ )	Βαριά μέταλλα (Cd, Cr, Hg, Pb, Ni, Cu, Zn, κ.λ.π.)		Μύκητες
	Αρσενικό (As)	Πρωτόζωα	
	Θειούχα ( $\text{S}^{2-}$ )	Έλμινθες	
	Κυανιούχα ( $\text{CN}^-$ )		
	Ραδιενεργά στοιχεία		





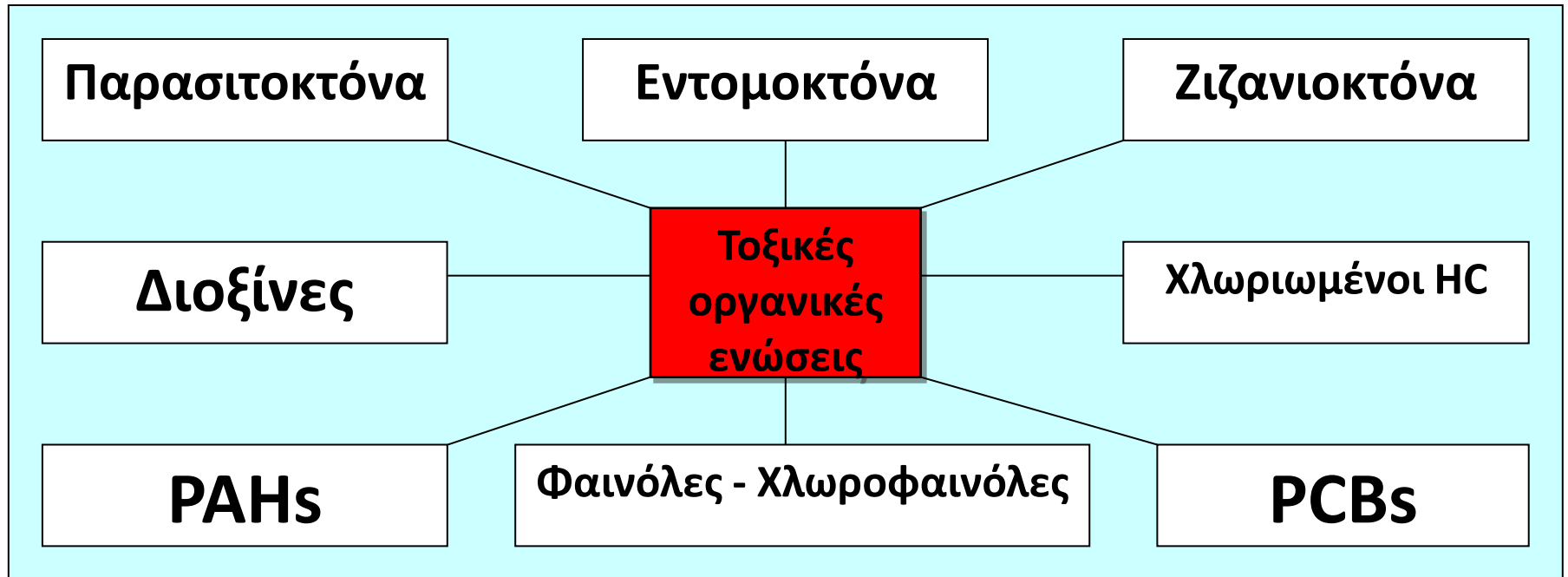
# Μη συμβατικοί ρύποι: Ζιζανιοκτόνα, Εντομοκτόνα, Λιπάσματα κλπ



Πηγή: [http://www.nutrimed.gr/to\\_piato\\_mas/trofima\\_pota/ta\\_euais8ita\\_laxanika.html](http://www.nutrimed.gr/to_piato_mas/trofima_pota/ta_euais8ita_laxanika.html)



# Μη συμβατικοί ρύποι: Τοξικές οργανικές ενώσεις



Πηγή:  
<http://4vector.com/free-vector/very-toxic-sign-symbol-clip-art-120167>



# Ποσότητες υγρών αποβλήτων



Πηγή:  
<http://treating-fibromyalgia.com/fibromyalgia-proper-hydration-how-water-is-vital/>



Πηγή:  
<http://www.iltabloid.it/blog/2014/08/06/fiucicino-testa-di-lepre-ancora-problemi-con-lacqua-potabile/>



Πηγή:  
[http://medindoagua.eco.br/2010\\_05\\_01\\_archive.html](http://medindoagua.eco.br/2010_05_01_archive.html)

## Κατανάλωση νερού

100 Lt / κατ. ημ. ;

150 Lt / κατ. ημ. ;

200 Lt / κατ. ημ. ;

250 Lt / κατ. ημ. ;

300 Lt / κατ. ημ. ;



## Αστικά λύματα

150 - 200 Lt /κατ. ημ.

(Για χωριστικό σύστημα αποχέτευσης)



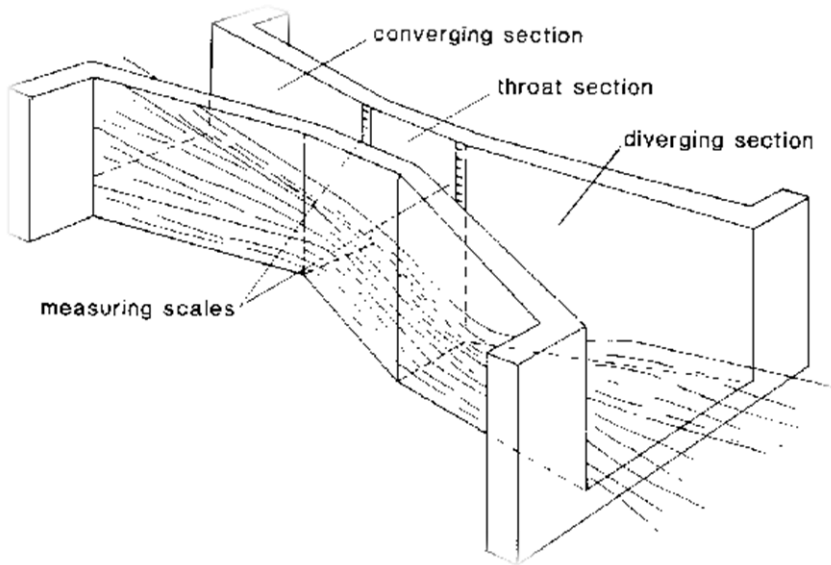
# Ποσότητες υγρών αποβλήτων

- Υπολογισμοί:
- Καταναλώσεις νερού, Απώλειες, Εισροές, Διηθήσεις, Χωριστικό δίκτυο, Παντοροϊκό δίκτυο, Παροχή ξηρής περιόδου, Παροχή υγρής περιόδου, Μέση ημερήσια παροχή, Μέγιστη ημερήσια παροχή, Παροχή αιχμής ή μέγιστη ωριαία παροχή, κ.λ.π.
  - Σημειώσεις μαθήματος «**ΥΔΡΕΥΣΕΙΣ – ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΕΙΣ**»
- Ειδική παροχή λυμάτων: 150 Lt/IMK ημ.
- Ωριαία αιχμή: 1/8 -1/12 της μέγιστης ημερήσιας παροχής.
- Παροχή ξηρής περιόδου:  $Q_{\Xi\Pi} = Q_{\lambda} + Q_{\xi}$  (όπου  $Q_{\lambda}$  = παροχή ξηρής περιόδου και  $Q_{\xi}$  = παροχή ξένων υδάτων).
  - Η. Χατζηαγγέλου, Τεύχος 2, Έντυπο 601/15



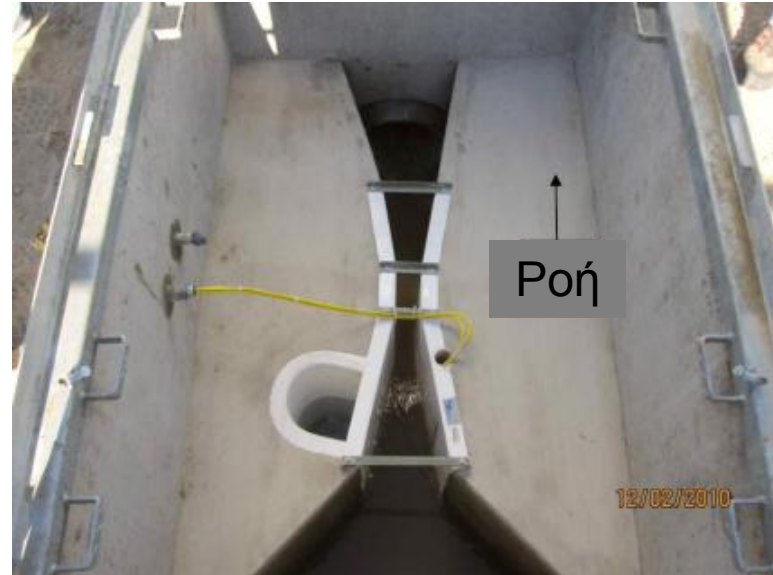


# Μέτρηση παροχής - Parschall Flume



Πηγή:

<http://www.fao.org/docrep/r4082e/r4082e06.htm>



Πηγή:

<http://www.openchannelflow.com/blog/article/the-heady-problem-of-foam-in-flumes-and-weirs%20ultrasonic%20flow%20meters%20and%20foam/P50>

$$Q = 0,372 W \times (3,281 H)^{1,57} W^{0,075}$$

$Q$  = Παροχή ( $m^3/sec$ )  
 $W$  = Πλάτος λαιμού (m)  
 $H$  = Ύψος (m)



# Εγκαταστάσεις Επεξεργασίας Λυμάτων (Ε.Ε.Λ.)

Μικρές



Για μικρούς οικισμούς

Μεσαίες



Για χωριά

Μεγάλες



Για μικρές πόλεις

Πολύ μεγάλες



Για μεγάλες πόλεις

*Για ισοδύναμο πληθυσμό (ι.π.) βλέπε σημειώσεις Καθ. Ηρ. Χατζηαγγέλου*



# Το πρόβλημα (Παράδειγμα)

- Σε μια μεγάλη βιομηχανική πόλη με ισοδύναμο πληθυσμό 180.000 κατοίκους, σχεδιάζεται μια Εγκατάσταση Επεξεργασίας Λυμάτων (Ε.Ε.Λ.).
- Η παροχή των αστικών λυμάτων είναι: **200 Lt/κάτοικο· ημέρα**
- Το βιοδιασπάσιμο οργανικό φορτίο (μετρούμενο ως BOD<sub>5</sub>) είναι: **325 mg/Lt**
- Το ολικό οργανικό φορτίο (μετρούμενο ως COD) είναι: **400 mg/Lt**
- Τα αιωρούμενα στερεά είναι: 400 mg/Lt
- Το ολικό άζωτο είναι: 65 mg/Lt
- Ο ολικός φώσφορος είναι: 13 mg/Lt
- Ο αποδέκτης της επεξεργασμένης εκροής είναι ένας θαλάσσιος κόλπος ο οποίος μπορεί να δεχτεί οργανικό φορτίο (μετρούμενο ως BOD<sub>5</sub>) 25 mg/Lt, (μετρούμενο ως COD) 125 mg/Lt, Στερεά (S.S.) 30 mg/Lt, Ολικό άζωτο 15 mg/Lt, Ολικό φώσφορο 10 mg/Lt.

Να σχεδιαστούν (και να διαστασιολογηθούν) όλα τα απαραίτητα έργα για την επεξεργασία των λυμάτων αυτής της πόλης.



# Δεδομένα παραμέτρων σχεδιασμού

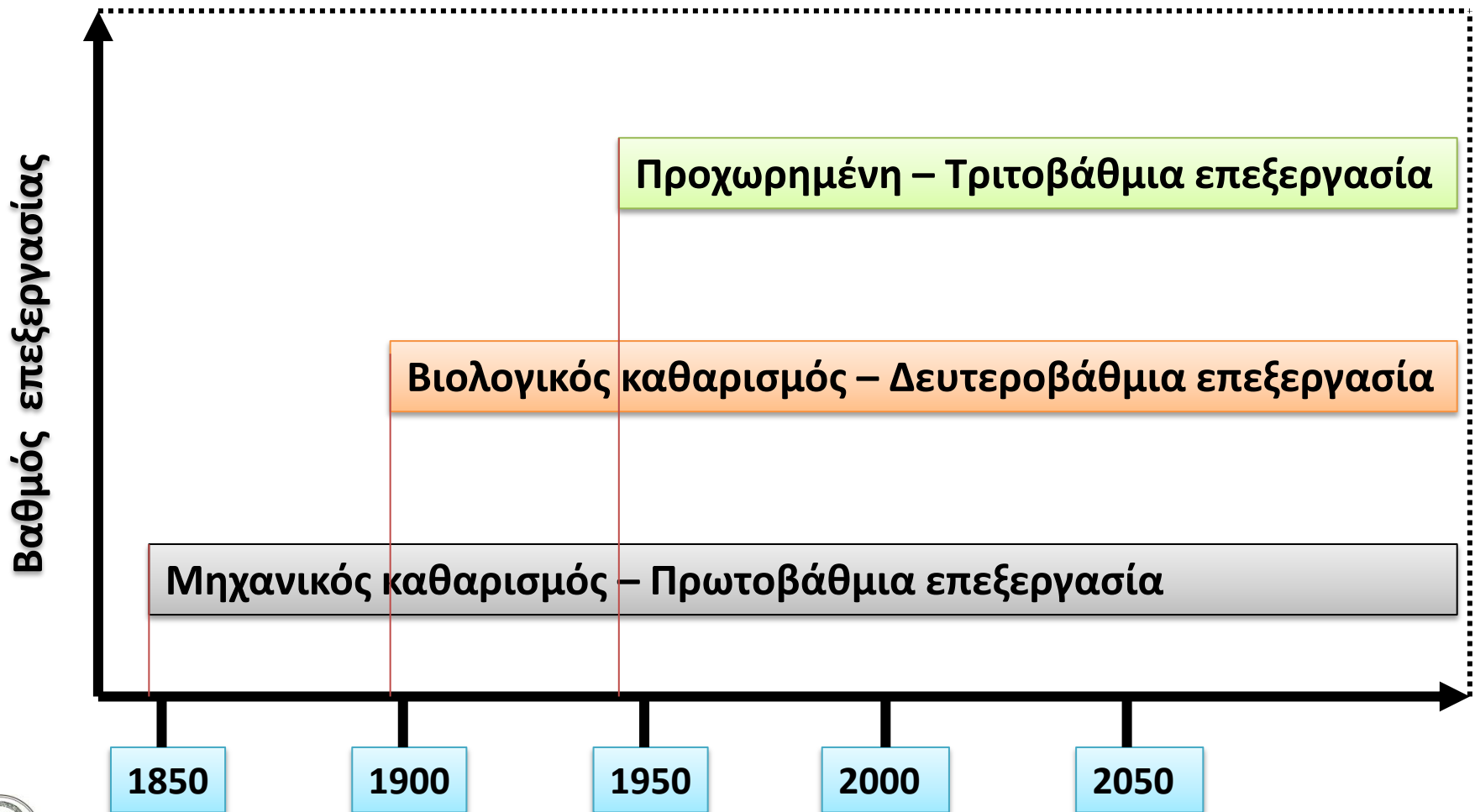
## Ε.Ε.Λ.

Είδος λυμάτων	Αστικά	
Ισοδύναμος πληθυσμός	180.000	
Μέγιστη ημερήσια παροχή	43.200 m <sup>3</sup> /d	1.800 m <sup>3</sup> /h
Μέση ημερήσια παροχή	36.000 m <sup>3</sup> /d	1.500 m <sup>3</sup> /h
Παροχή αιχμής	800 Lt/s	2.880 m <sup>3</sup> /h
<b>Ποιοτικά χαρακτηριστικά Εισόδου</b>		
Βιοδ. Οργανικό φορτίο – BOD <sub>5</sub>	11.700 kg/d	325 mg/Lt
Ολικό Οργανικό φορτίο – COD	14.400 kg/d	400 mg/Lt
Στερεά (S.S.)	14.400 kg/d	400 mg/Lt
Ολικό Άζωτο	2.340 kg/d	65 mg/Lt
Ολικός Φώσφορος	468 kg/d	13 mg/Lt
<b>Ποιοτικά χαρακτηριστικά Εξόδου</b>		
Βιοδ. Οργανικό φορτίο – BOD <sub>5</sub>	900 kg/d	25 mg/Lt
Ολικό Οργανικό φορτίο – COD	4.500 kg/d	125 mg/Lt
Στερεά (S.S.)	1.080 kg/d	30 mg/Lt
Ολικό Άζωτο	540 kg/d	15 mg/Lt
Ολικός Φώσφορος	360 kg/d	10 mg/Lt
Βαθμός καθαρισμού BOD <sub>5</sub>	<b>&gt; 92,3%</b>	

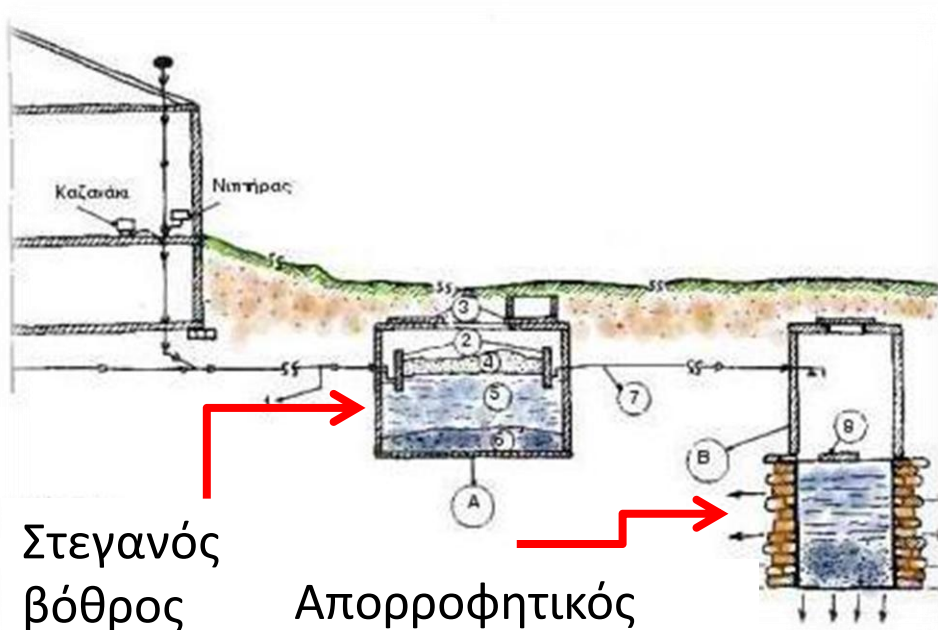


# Επεξεργασία των υγρών αποβλήτων

## Η εξέλιξη της τεχνολογίας

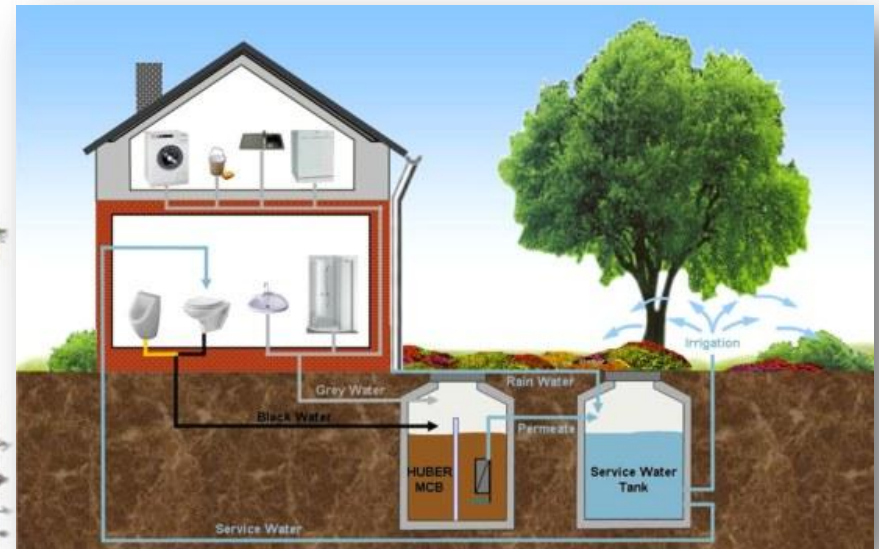


# Στεγανός – Απορροφητικός βόθρος



Στεγανός  
βόθρος

Απορροφητικός  
βόθρος



Πηγή:

<http://www.reliableremodeler.com/blog/index.php/2011/09/05/greywater-systems-help-green-your-home/>



# Συστήματα compact



Πηγή:  
<http://prix-micro-station.fr/fosse-septique/>



Πηγή:  
<http://www.aesarabia.com/packaged-sewage-treatment-plant/>





# Ε.Ε.Λ . (Χωροθέτηση – Μελέτη – Κατασκευή – Λειτουργία)



Πηγή:

[http://mountainstates.construction.com/mountainstates\\_construction\\_projects/2009/1201\\_rockspringswastewatertreatmentplant.asp](http://mountainstates.construction.com/mountainstates_construction_projects/2009/1201_rockspringswastewatertreatmentplant.asp)





# Ε.Ε.Λ . (Χωροθέτηση – Μελέτη – Κατασκευή – Λειτουργία)



Πηγή:  
<http://www.enm.gr/#!thessaloniki/c1tm7>



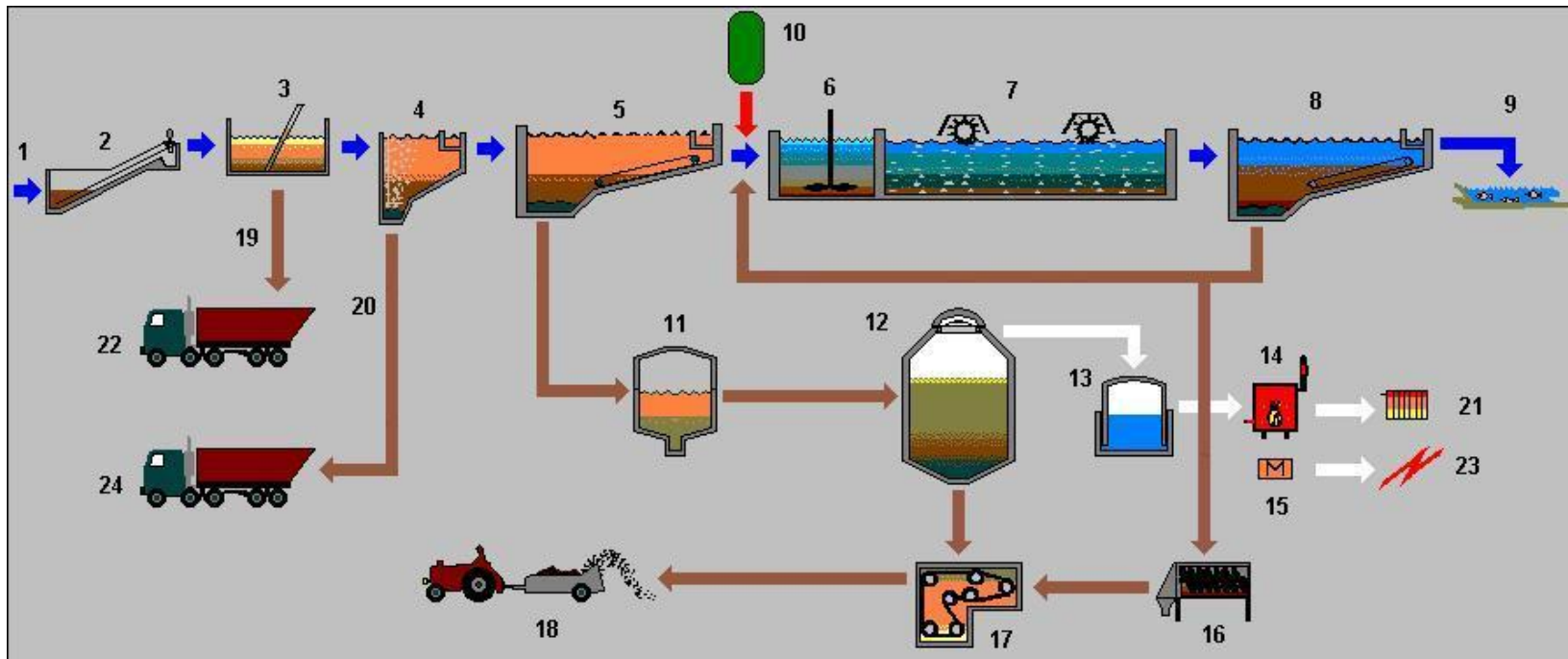
Πηγή:  
<https://attikosparatiritis.wordpress.com/2013/11/13/>



# Ε.Ε.Λ . (Χωροθέτηση – Μελέτη – Κατασκευή – Λειτουργία)



# Σχηματικό διάγραμμα Ε.Ε.Λ. (Μια παραλλαγή από πολλές)



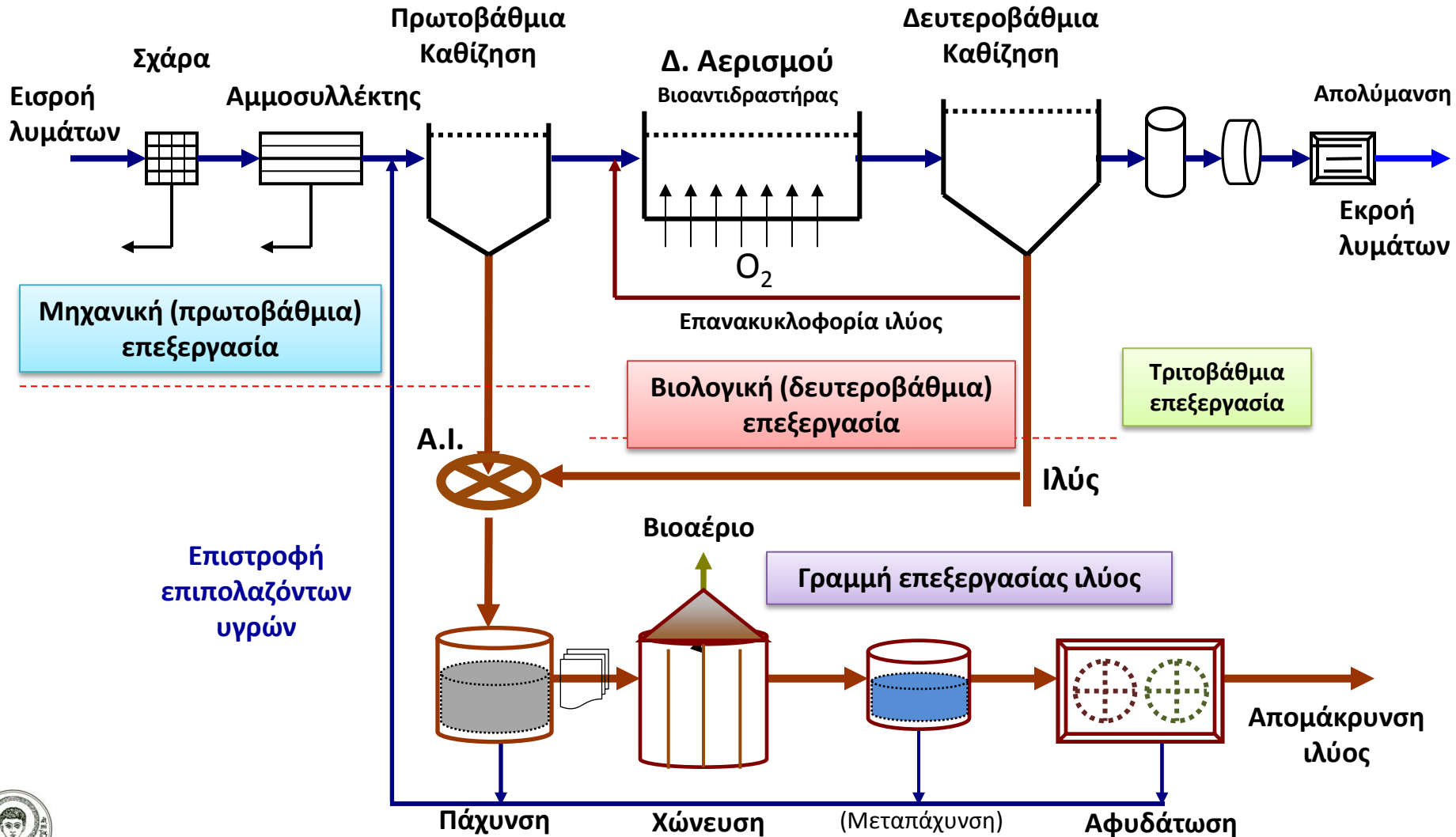
1. Εισροή λυμάτων, 2. Κοχλίες ανύψωσης λυμάτων, 3. Σχάρες, 4. Αεριζόμενος αμμοσυλλέκτης, 5. Δεξαμενή πρωτοβάθμιας καθίζησης, 6. Δεξαμενή ανάμιξης χημικών, 7. Δεξαμενή βιολογικής επεξεργασίας, 8. Δεξαμενή δευτεροβάθμιας καθίζησης, 9. Εκροή, 10. Δεξαμενή πρόσδοσης θρεπτικών συστατικών, 11. Παχυντής βαρύτητας, 12. Δεξαμενή αναερόβιας χώνευσης ιλύος, 13. Δεξαμενή συλλογής βιοαερίου, 14. Λέβητας, 15. Ηλεκτρογεννήτρια, 16. Φυγοκεντρικός διαχωριστής, 17. Ταινιοφιλτρόπρεσα, 18. Απομάκρυνση ιλύος, 19. Απομάκρυνση εσχαρισμάτων, 20. Απομάκρυνση άμμου.

Πηγή: <http://web.deu.edu.tr/atiksu/toprak/ani4131.html>





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



# Διάθεση της τελικής εκροής

- Φυσικός αποδέκτης:  
Λίμνη, Ποταμός,  
Θάλασσα
- Σημαντικό:  
Χαρακτηρισμός &  
δυνατότητα  
αυτοκαθαρισμού του  
αποδέκτη !!!



Πηγή: <http://www.deyamyt.gr/fwtografies.html>



# Χαρακτηριστικά τυπικών αστικών λυμάτων

Παράμετρος	Φορτίο gr/κατ. ημ.	Συγκέντρωση mg/Lt
Αιωρούμενα στερεά	20	130
Καθιζάνοντα στερεά	45	300
Οργ. Ουσίες (BOD <sub>5</sub> )	60	360
Ολικός φώσφορος (P)	2 – 3	14 – 20
Αμμωνιακό άζωτο (N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	6	40





<p><b>Διεργασίες αντιμετώπισης αιωρούμενων σωματιδίων (Suspended Solids, SS) και βιοαποικοδομήσιμων ουσιών σε αιωρούμενη μορφή</b></p>	<p><b>Διεργασίες αντιμετώπισης οργανικού φορτίου (Διαλυμένων βιοαποικοδομήσιμων ουσιών που έχουν αρνητική επίδραση στο ισοζύγιο του διαλυμένου οξυγόνου και μετρώνται με το BOD και το COD)</b></p>	<p><b>Διεργασίες αντιμετώπισης ουσιών που συμβάλλουν στον ευτροφισμό Ενώσεις του αζώτου (<math>\text{NH}_4^+</math>, <math>\text{NO}_2^-</math>, <math>\text{NO}_3^-</math>), και του φωσφόρου (<math>\text{PO}_4^{3-}</math>)</b></p>
Εσχάρωση	Προεπεξεργασία ή πρωτοβάθμια επεξεργασία	Βιολογική επεξεργασία
Κοσκίνισμα	Βιολογική επεξεργασία	Χημική επεξεργασία
Εξάμμωση	Χημική επεξεργασία	
Λιποσυλλογή	Φυσική επεξεργασία	
Επίπλευση		
Καθίζηση		
Φυγοκέντρωση		



# Στάδια επεξεργασίας υγρών αποβλήτων

**Συνδυασμός** Φυσικών, Χημικών, Φυσικοχημικών και Βιολογικών διεργασιών

## Επεξεργασία

Η τριτοβάθμια επεξεργασία αποσκοπεί στην περαιτέρω αφαίρεση:

- στερεών,
- οργανικού φορτίου,
- χρώματος,
- αμμωνιακών,
- νιτρικών,
- φωσφορικών και άλλων ρυπαντών όπως τα βαριά μέταλλα, το αρσενικό (As), οι τοξικές οργανικές ενώσεις, τα θειούχα ( $S^{2-}$ ), τα κυανιούχα ( $CN^-$ ) κ.λ.π. (μη συμβατικοί ρύποι του νερού)

Πρωτοβάθμια

Μηχανικός καθαρισμός

Δευτεροβάθμια

Βιολογικός καθαρισμός

Απομάκρυνση N και P

Βιολογικά

Χημικά

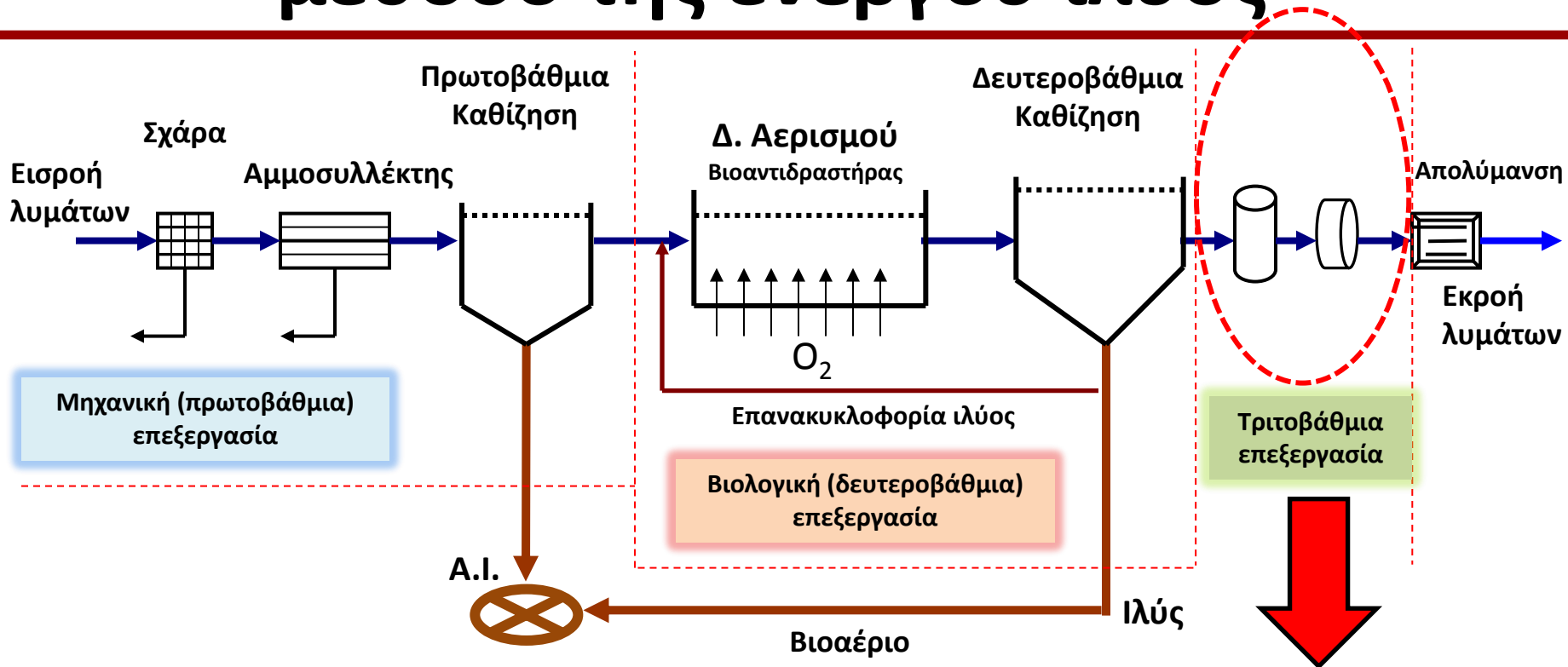
Τριτοβάθμια

Φυσικοχημικός καθαρισμός

Χημικός καθαρισμός



# Τυπικό διάγραμμα ροής ΕΕΛ με τη μέθοδο της ενεργού ιλύος



Διήθηση - Μεμβράνες - Αντίστροφη ώσμωση

Χημική επεξεργασία (Οξείδωση, Αναγωγή, Χημική κατακρήμνιση, Κροκίδωση – Συσσωμάτωση – Ιζηματοποίηση)

Διεργασίες προχωρημένης οξείδωσης (AOP)

Προσρόφηση σε ενεργό άνθρακα (Activated Carbon Adsorption)

Ιοντοεναλλαγή



# Βασικά συστήματα επεξεργασίας αστικών υγρών αποβλήτων -1-

<p>Συστήματα προεπεξεργασίας ή πρωτοβάθμιας επεξεργασίας</p>	<p>Συστήματα δευτεροβάθμιας ή βιολογικής επεξεργασίας</p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>-Εσχάρωση – Κοσκίνισμα</li> <li>-Εξάμμωση (αμμοσυλλέκτες)</li> <li>-Λιποσυλλογή</li> <li>-Επίπλευση</li> <li>-Πρωτοβάθμια καθίζηση</li> </ul>	<p>Αερόβια</p>	<p>Αναερόβια</p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Αντιδραστήρες ενεργού ιλύος</li> <li>-Βιολογικοί υμένες (Χαλικοδιυλιστήρια, Δισκοδιυλιστήρια)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Σηπτικές δεξαμενές</li> <li>-Δεξαμενές καθίζησης Imhoff</li> <li>-Λίμνες &amp; δεξαμενές σταθεροποίησης</li> </ul>
<p>Συστήματα χημικής επεξεργασίας</p>	<p>Συστήματα τριτοβάθμιας επεξεργασίας</p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>-Οξείδωση</li> <li>-Αναγωγή</li> <li>-Οξείδωση με υγρό αέρα</li> <li>-Χημική κατακρήμνιση (κροκίδωση – ιζηματοποίηση)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Διήθηση σε πολλαπλή κλίνη</li> <li>-Προσρόφηση</li> <li>-Διαχωρισμός με μεμβράνες</li> <li>-Ιοντοεναλλαγή</li> <li>-Αντίστροφη ώσμωση</li> </ul>	



# Βασικά συστήματα επεξεργασίας αστικών υγρών αποβλήτων -2-

Μέθοδοι απολύμανσης	Μέθοδοι διάθεσης της επεξεργασμένης εκροής	Τεχνολογίες επεξεργασίας ιλύος
<p>-Χλωρίωση (<math>\text{Cl}_2</math>, <math>\text{ClO}_2</math>, <math>\text{NaOCl}</math>, <math>\text{NaOCl}_2</math>)</p> <p>-Οζόνωση (<math>\text{O}_3</math>)</p> <p>-Υπεριώδης ακτινοβολία (UV)</p>	<p>-Διάθεση σε επιφανειακούς υδάτινους αποδέκτες</p> <p>-Διάθεση στο έδαφος (επιφανειακή απορροή, διήθηση, άρδευση)</p>	<p>-Πάχυνση</p> <p>-Βιολογική σταθεροποίηση (αερόβια ή αναερόβια)</p> <p>-Αφυδάτωση (ταινιοφιλτρόπρεςες, φυγοκέντριση, κλίνες ξήρανσης)</p>



# Ανακεφαλαίωση

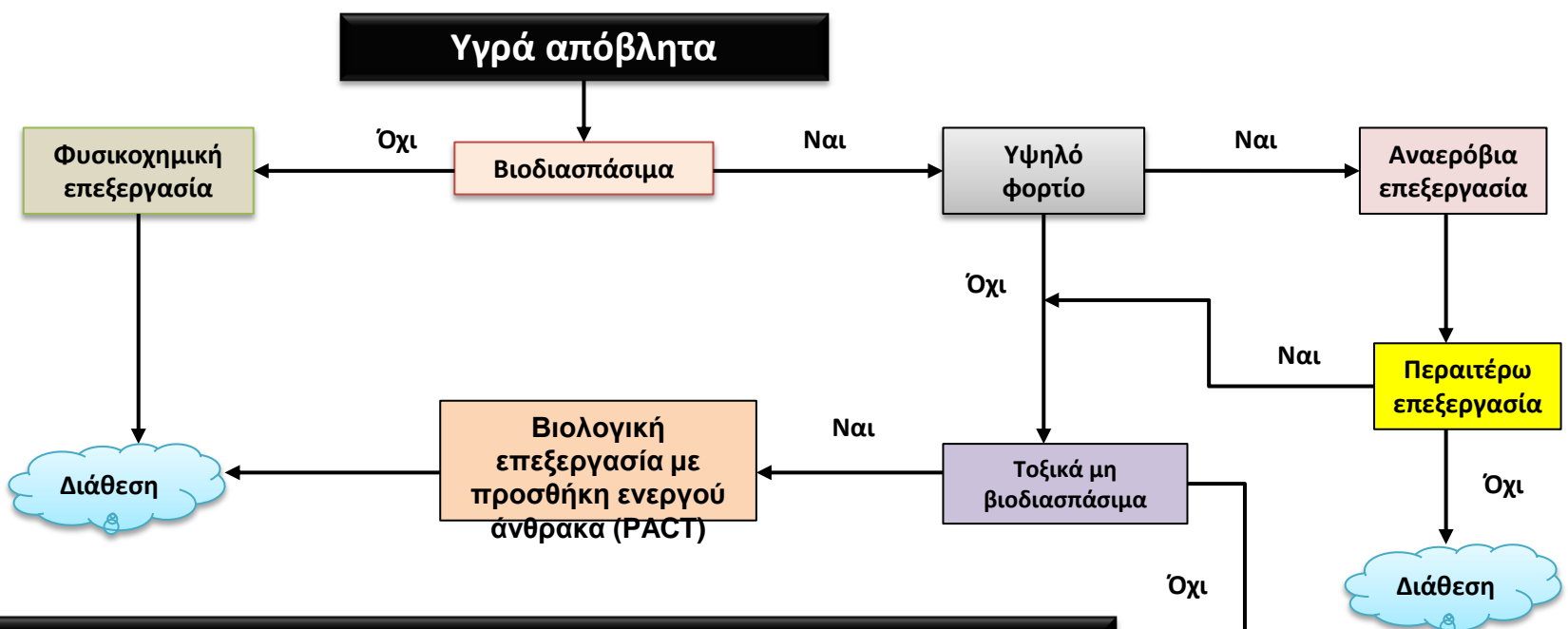
## Είδος επεξ/σίας(Διεργασίες–Στάδια)

Φυσική (Μηχανική)	Χημική	Βιολογική	Φυσικοχημική
<p>Επιτυγχάνεται με μηχανικά μέσα</p> <p><u>Περιλαμβάνει:</u> Σχάρες Τεμαχιστές Κόσκινα Αμμοσυλλέκτες Λιποσυλλέκτες Δεξαμενές καθίζησης Διυλιστήρια</p>	<p>Διάφορα χημικά αντιδραστήρια αναμιγνύονται με τα υγρά απόβλητα προκειμένου να γίνει κάποια χημική αντίδραση</p> <p><u>Περιλαμβάνει:</u> Δεξαμενές ανάμιξης αντιδραστηρίων Συσκευές δοσομέτρησης αντιδραστηρίων</p>	<p>Συνίσταται στη βιοχημική οξείδωση των διαλυμένων στα υγρά απόβλητα οργανικών ενώσεων</p> <p><u>Περιλαμβάνει:</u> Δεξαμενές βιολογικής επεξεργασίας Δεξαμενές καθίζησης</p>	<p>Γίνεται εκμετάλλευση ορισμένων φυσικοχημικών ιδιοτήτων των διαφόρων ενώσεων των υγρών αποβλήτων</p> <p><u>Περιλαμβάνει:</u> Αντιδραστήρες ενεργού άνθρακα Εναλλάκτες ιόντων Συστήματα αντίστροφης ώσμωσης</p>

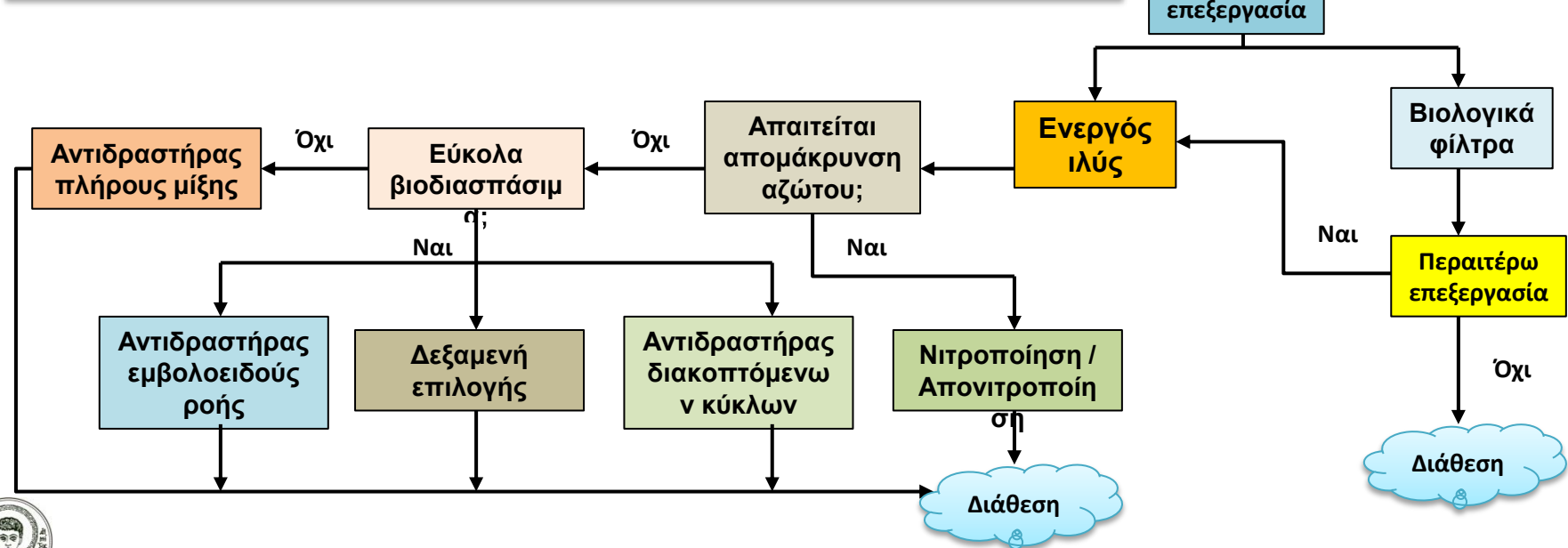
**ΠΡΟΣΟΧΗ:** Δεν εφαρμόζονται όλες οι μέθοδοι ταυτόχρονα αλλά ο πιο κατάλληλος για την περίπτωση συνδυασμός







### Εναλλακτικά σενάρια επιλογής μεθόδου επεξεργασίας υγρών αποβλήτων



# Απόδοση διαφόρων σταδίων καθαρισμού υγρών αποβλήτων

Παράμετρος (mg/L)	Ανεπεξέργαστα λύματα	Μηχανικός Καθαρισμός	Βιολογικός χωρίς Νιτροποίηση	Βιολογικός με Νιτροποίηση + Απονιτροποίηση	Βιολογικός με Νιτροποίηση- Απονιτροποίηση + Απομάκρυνση P
Στερεά TS (Σύνολο)	~400	180	40	20	10
BOD <sub>5</sub>	400	250	20 – 40	15	15
Ολικός - P	15	10 – 15	8 – 10	8 – 10	2
N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	40	35	30 - 35	1	1



# Οδηγία 91/271/ΕΟΚ 21.05.1991

- Η οδηγία αφορά τη **συλλογή**, την **επεξεργασία** και την **απόρριψη** αστικών λυμάτων και την επεξεργασία και την απόρριψη λυμάτων από ορισμένους βιομηχανικούς τομείς.
- Σκοπός της οδηγίας είναι η **προστασία του περιβάλλοντος** από τις αρνητικές επιπτώσεις της απόρριψης των λυμάτων.
- **Επεξεργασία**: Κάθε τεχνική χειρισμού, που απομακρύνει ή τροποποιεί κατάλληλα τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των αποβλήτων ώστε να εξαλείφονται ή ελαττώνονται οι δυσμενείς συνέπειες από τη διάθεσή τους στο περιβάλλον.



# Απαιτήσεις της Οδηγίας 91/271/ΕΟΚ

## 21.05.1991

- Τα κράτη μέλη της Ε.Ε. μεριμνούν ώστε τα λύματα που διοχετεύονται σε αποχετευτικά δίκτυα θα υποβάλλονται, πριν την απόρριψή τους, σε δευτεροβάθμια ή σε ισοδύναμη επεξεργασία ως εξής:
- **Το αργότερο έως την 31/12/2005, (είμαστε ήδη στο 2014)** για όλες τις απορρίψεις από οικισμούς με **ι.π. μεταξύ 10.000 και 15.000.**
- **Το αργότερο έως την 31/12/2005, (είμαστε ήδη στο 2014)** για τα λύματα που αποβάλλονται σε γλυκά ύδατα και σε εκβολές ποταμών, από οικισμούς με **ι.π. μεταξύ 2.000 και 10.000.**



# Βασικά κριτήρια επιλογής συστημάτων επεξεργασίας υγρών αποβλήτων

- **Δυνατότητα εφαρμογής της μεθόδου.**
  - Προηγούμενη εμπειρία, δεδομένα από υπάρχουσες μονάδες, βιβλιογραφία.
- **Παροχή (ποσότητα) αποβλήτων.**
  - Σχεδιασμός των διεργασιών ώστε να εξυπηρετείται η παροχή.
  - Διακυμάνσεις της παροχής επιβάλλουν εξισορρόπηση της ροής.
- **Χαρακτηριστικά (ποιότητα) των αποβλήτων.**
  - Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά επιδρούν στην απόδοση της μονάδας.
- **Ουσίες με αρνητική επίδραση.**
  - Ουσίες που μειώνουν την απόδοση, ουσίες που δεν επηρεάζονται από την επεξεργασία.
- **Κλιματικές συνθήκες.**
  - Η θερμοκρασία επηρεάζει τις χημικές και βιολογικές διεργασίες.
- **Λειτουργία.**
  - Η απόδοση σχετίζεται με τα χαρακτηριστικά των εκροών που πρέπει να είναι μικρότερα απ' αυτά που ορίζονται στη νομοθεσία.



# Βασικά κριτήρια επιλογής συστημάτων επεξεργασίας υγρών αποβλήτων

- **Υπολειμματικές ουσίες.**
  - Απαίτηση για επί πλέον στάδια επεξεργασίας.
- **Επεξεργασία ιλύος.**
  - Τα υγρά από την επεξεργασία της ιλύος ανακυκλώνονται στη εγκατάσταση και πρέπει να συνυπολογίζονται.
- **Περιβαλλοντικοί περιορισμοί.**
  - Επικράτηση ισχυρών ανέμων, γειτνίαση με κατοικημένες περιοχές, δυνατότητα πρόσβασης, κατάσταση αποδέκτη, κ.λ.π. επηρεάζουν την επιλογή μιας μεθόδου
- **Απαιτήσεις σε χημικά.**
  - Κόστος, επίδραση από προσθήκη χημικών στην απόδοση, διαθεσιμότητα χημικών.
- **Απαιτήσεις σε ενέργεια.**
  - Επηρεάζει την οικονομικότητα της μονάδας.





# Βασικά κριτήρια επιλογής συστημάτων επεξεργασίας υγρών αποβλήτων

- **Προσωπικό.**
  - Διαθεσιμότητα εξειδικευμένου προσωπικού.
- **Λειτουργία και συντήρηση.**
  - Το κόστος των υλικών για τη λειτουργία και τη συντήρηση πρέπει να συνυπολογίζονται.
- **Πολυπλοκότητα του συστήματος.**
  - Βαθμός εκπαίδευσης των χειριστών. Λειτουργία σε σταθερές και έκτακτες συνθήκες.
- **Διαθεσιμότητα γης.**
  - Διαθεσιμότητα γης για την υπάρχουσα εγκατάσταση και τυχόν μελλοντικές επεκτάσεις. Επιπλέον έκταση για να ελαχιστοποιηθούν οι επιδράσεις από θόρυβο και οσμές



# Βασικά κριτήρια επιλογής συστημάτων επεξεργασίας υγρών αποβλήτων

## Διαχείριση υγρών αποβλήτων Έργα πολιτικού μηχανικού

Συλλογή των υγρών αποβλήτων

Αποχετευτικό δίκτυο / Κ.Α.Α.

Επεξεργασία

Ε.Ε.Λ. (Μελέτη – Κατασκευή – Λειτουργία)

Διάθεση

Εκροή - Αποδέκτης



# Σημείωμα Αναφοράς

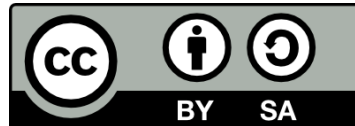
Copyright Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Ευθύμιος Νταρακάς.  
«Τεχνική Περιβάλλοντος». Έκδοση: 1.0. Θεσσαλονίκη 2014.

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.

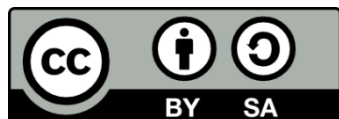
[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>





# 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.

