



ΔΗΜΟΚΡΙΤΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΡΑΚΗΣ

DEMOCRITUS
UNIVERSITY
OF THRACE

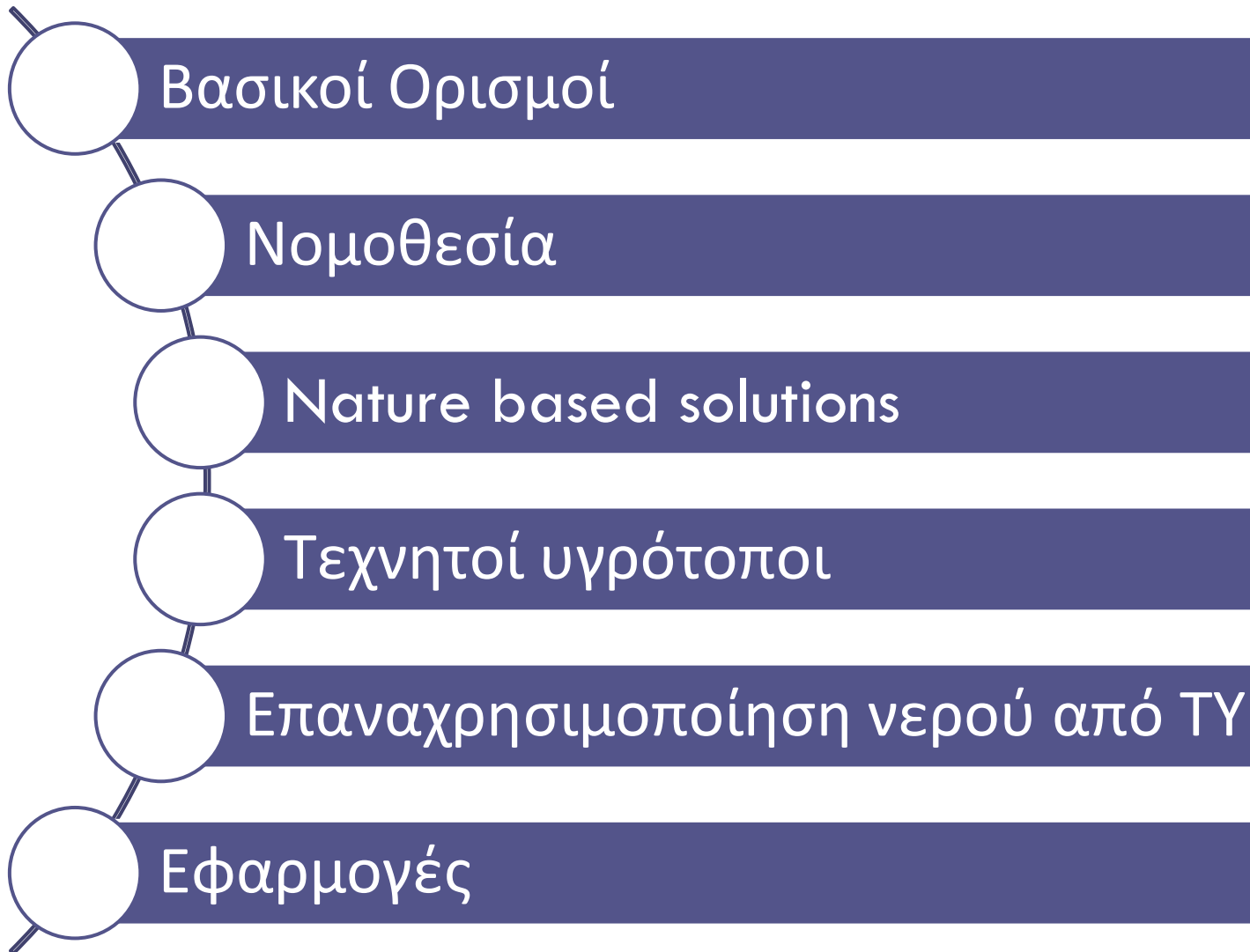


ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΗΓΩΝ ΚΑΙ ΤΩΝ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ II

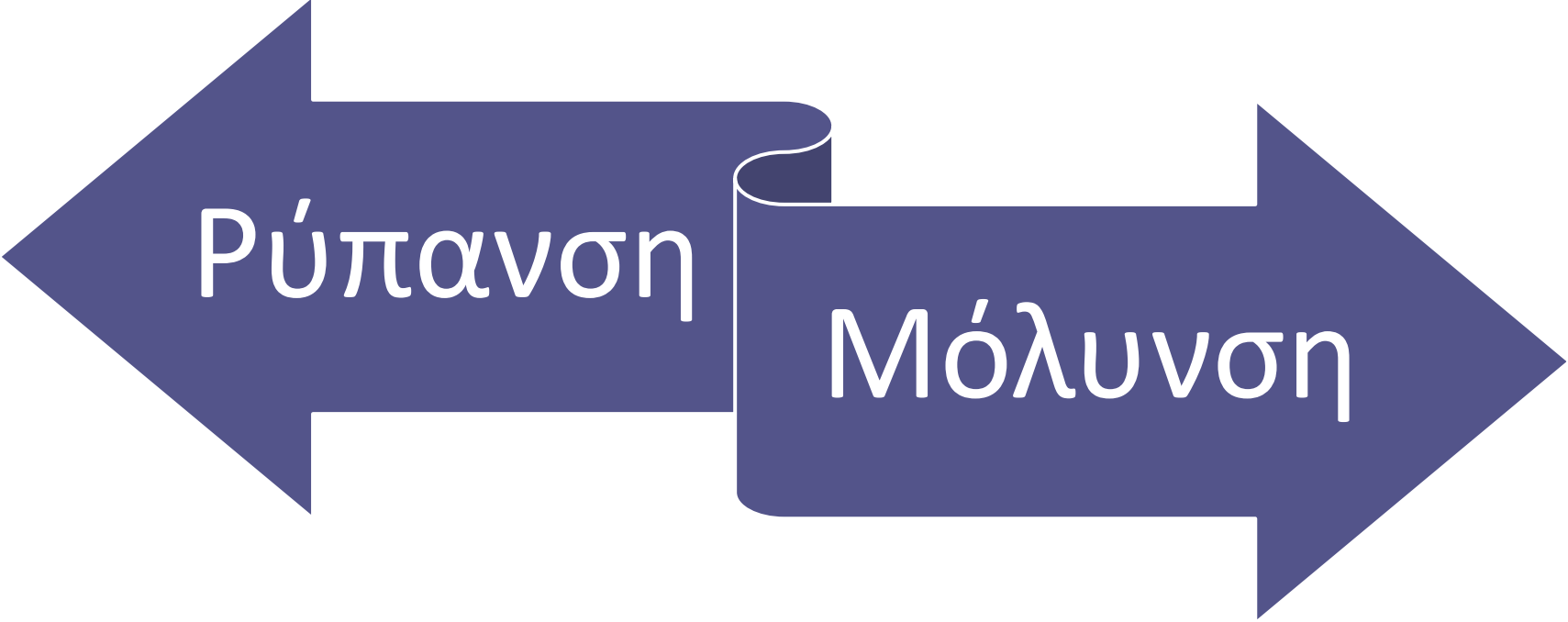
2025

Παπαευαγγέλου Βασιλική, vraraena@env.duth.gr

Περιεχόμενο μαθήματος



Βασικοί ορισμοί

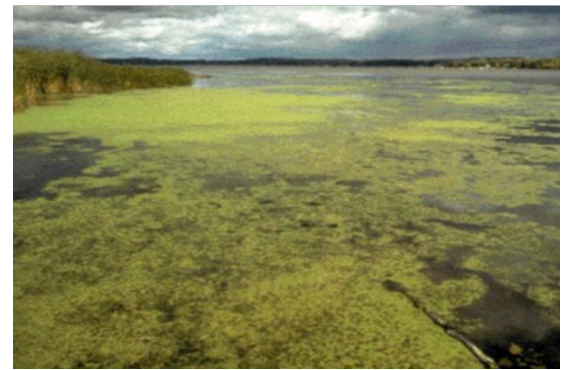


Ρύπανση

Μόλυνση

Βασικές έννοιες

- **Απόβλητα** είναι κάθε ποσότητα ρύπων σε οποιαδήποτε φυσική κατάσταση, ή αντικειμένων από τα οποία ο κάτοχος τους θέλει ή πρέπει, ή υποχρεούνται να απαλλαγεί, εφόσον είναι δυνατόν να προκαλέσουν ρύπανση.
- **Φυσικός αποδέκτης** είναι κάθε στοιχείο του περιβάλλοντος που χρησιμοποιείται για την τελική διάθεση των αποβλήτων.



Ρύπανση περιβάλλοντος

□ Ρύπανση περιβάλλοντος:

- Η παρουσία στο περιβάλλον ρύπων (ουσίες, θόρυβος, ακτινοβολίας κλπ) σε συγκέντρωση ή/και διάρκεια που μπορούν να προκαλέσουν αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία, στους ζώντες οργανισμούς και στα οικοσυστήματα ή υλικές ζημιές.
- Αλλοίωση της μορφής του περιβάλλοντος και της ισορροπίας του ανθρώπου με τη φύση.

□ Η ρύπανση του περιβάλλοντος συνήθως ταξινομείται σε διάφορες γνωστές κατηγορίες όπως:

- η ρύπανση του αέρα,
- των υδάτων,
- του εδάφους κλπ



Ρύπανση περιβάλλοντος

- Έδαφος:

γεωργικές δραστηριότητες, αστικά, βιομηχανικά στερεά και υγρά απόβλητα

- Νερά (επιφανειακά και υπόγεια):

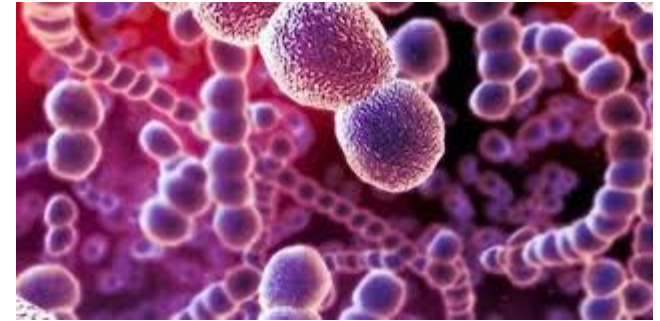
υγρά απόβλητα αστικών, βιομηχανικών και γεωργικών χρήσεων και από απόρριψη στερεών αποβλήτων (μπάζων) σε υδάτινους αποδέκτες

- Ατμόσφαιρα:

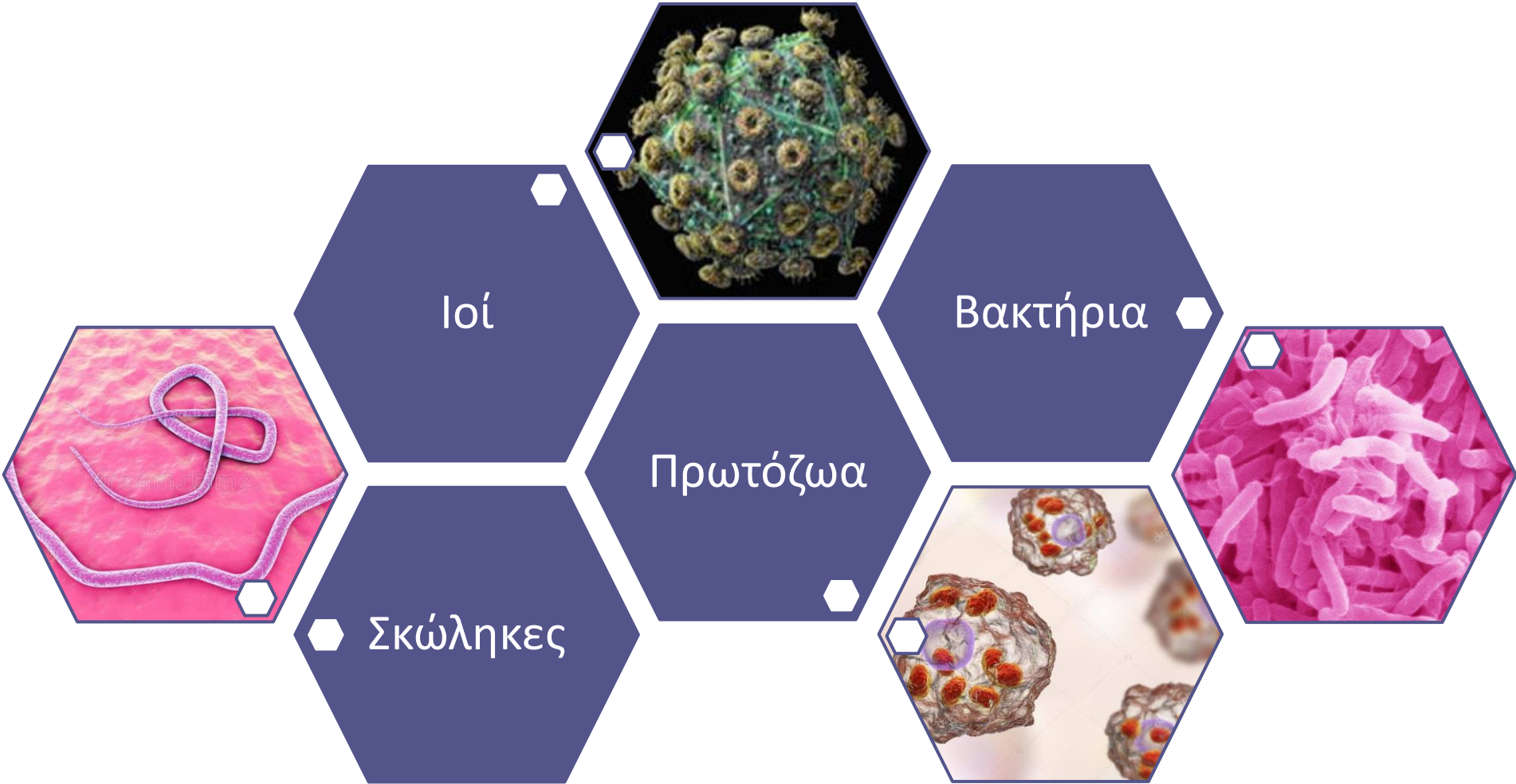
εκλύσεις αέριων ρύπων (βιομηχανία, μεταφορές), καύσεις, ενεργειακές καταναλώσεις (θέρμανσης, κλιματισμού κτιρίων κ.λπ.)

Μόλυνση περιβάλλοντος

- **Μόλυνση του περιβάλλοντος:**
 - Η ανεπιθύμητη παρουσία στο περιβάλλον επιβλαβών βιολογικών παραγόντων (βακτήρια, ιοί, παράσιτα), οι οποίοι μπορούν να έχουν βλαπτική επίδραση στη δημόσια υγεία, στην υγεία των φυτικών και ζωικών οργανισμών και γενικότερα στην παραγωγικότητα των οικοσυστημάτων.



Παθογόνοι μικροοργανισμοί



Διαφορά ρύπανσης & μόλυνσης

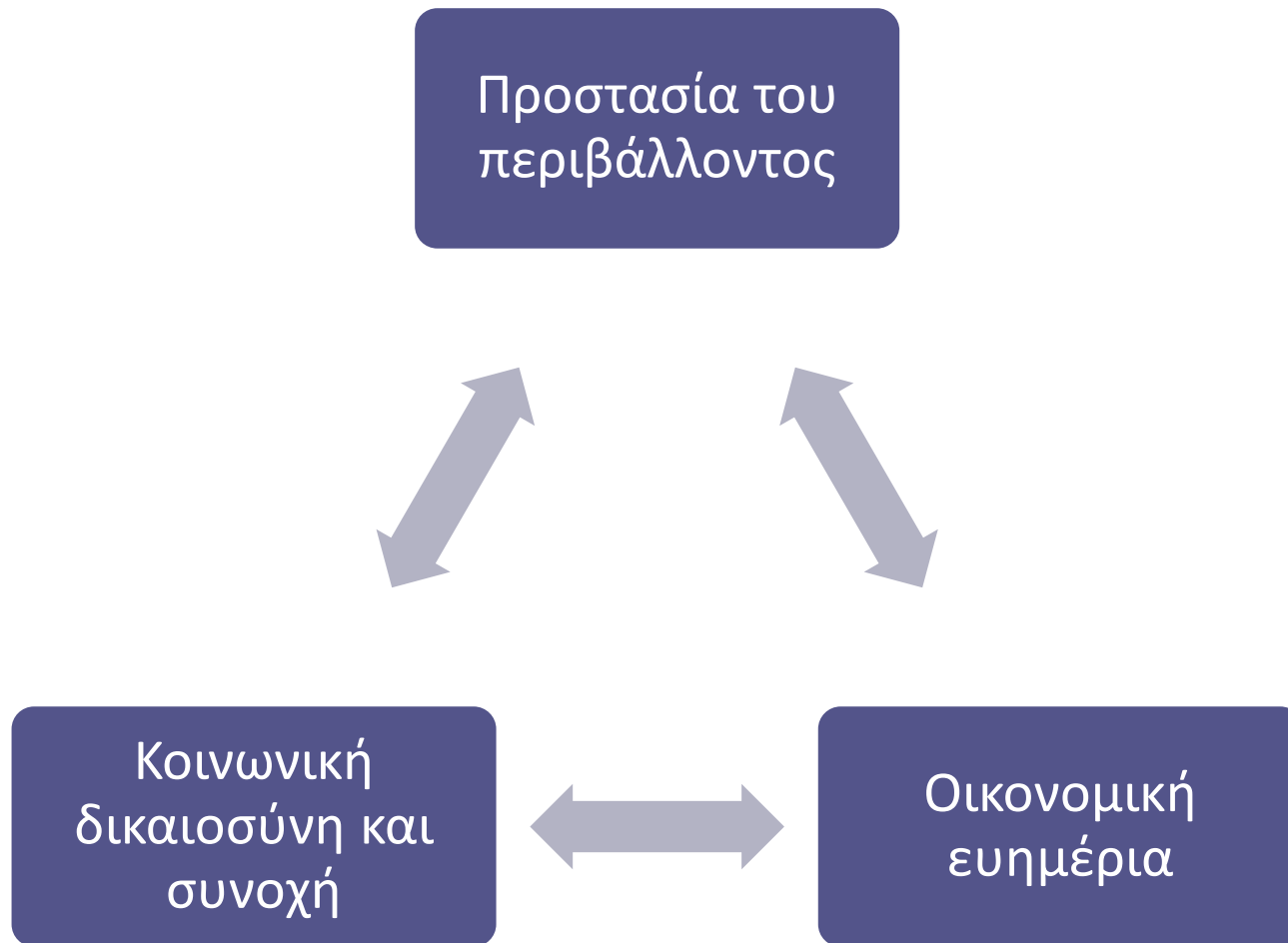
- Συχνά ακούτε τους όρους **ρύπανση** (pollution) και **μόλυνση** (contamination).
 - Η ρύπανση αναφέρεται σε φυσικούς, χημικούς ή ενεργειακούς ρύπους.
 - Η μόλυνση αναφέρεται μόνο σε βιολογικούς ρύπους, π.χ. κολοβακτηρίδια.

- Δεν έχει δηλαδή νόημα να μιλάμε π.χ. για ατμοσφαιρική «μόλυνση» – είναι ρύπανση!!!



Pollution ≠ Contamination

Τρίγωνο της βιωσιμότητας



Είδη υγρών αποβλήτων

Υγρά απόβλητα-λύματα

- ❑ Οικιακά
- ❑ Αστικά
- ❑ Βιομηχανικά
- ❑ Όμβρια ύδατα
- ❑ Αγροτικές απορροές
- ❑ Διασταλλάγματα ΧΥΤΑ
- ❑ Αγροτοβιομηχανικά απόβλητα
- ❑ κ.λπ.



Υγρά απόβλητα-λύματα

- Παροχή λυμάτων ανά κάτοικο: 100-300 L/d/e.p

Πίνακας. Παροχές λυμάτων ανάλογα με την προέλευση

Προέλευση	Τιμές σε L (ι.κ./ημέρα)	Τυπική τιμή (ι.κ./ημέρα)
Κατοικία	110-300	170
Ξενοδοχείο	150-350	200
Εστιατόριο	30-40	35
Σχολείο	20-70	45
Νοσοκομείο	200-400	280
Αεροδρόμιο	15-30	20

Τυπική σύσταση ανεπεξεργαστων αστικών λυμάτων

Ο προσδιορισμός και η συνεχής παρακολούθηση των ποιοτικών χαρακτηριστικών των Υ.Α είναι απαραίτητος προκειμένου να καθοριστούν τα στάδια και ο βαθμός επεξεργασίας και να ελεγχθεί η επίτευξη των στόχων και των απαιτήσεων για την ασφαλή τους διάθεση στο περιβάλλον.



Ρύποι	Μονάδες	Συγκέντρωση		
		Ασθενές	Ενδιάμεσο	Ισχυρό
Στερεά, ολικά (TS)	mg/L	350	720	1200
Διαλυτά, ολικά (TDS)	mg/L	250	500	850
Αιωρούμενα Στερεά (SS)	mg/L	100	220	350
Καθιζάνοντα στερεά	mg/L	5	10	20
BOD ₅	mg/L	110	220	400
TOC	mg/L	80	160	290
COD	mg/L	250	500	1000
Άζωτο (ολικό σαν N)	mg/L	20	40	85
Φώσφορος (ολικός σαν P)	mg/L	4	8	15
Χλώριο	mg/L	30	50	100
Θειικά	mg/L	20	30	50
Αλκαλικότητα (σαν CaCO ₃)	mg/L	50	100	200
Λίπος	mg/L	50	100	150
Ολικά κολοβακτηρίδια	no./100mL	10 ⁶ -10 ⁷	10 ⁷ -10 ⁸	10 ⁷ -10 ⁹
VOCs	μg/L	<100	100-400	>400
Κατανάλωση		125-300 L/ι.κ./d		

Λυμπεράτος Γ. και Βαγενάς Δ. (2012). Διαχείριση Υγρών Αποβλήτων. Εκδόσεις Τζιόλα, ISBN: 9789604183463

Σημαντικοί ρύποι στην επεξεργασία υγρών αποβλήτων

Αιωρούμενα Στερεά	Τα αιωρούμενα στερεά οδηγούν στην ανάπτυξη συσσωματωμάτων ιλύος και στη δημιουργία αναερόβιων συνθηκών, όταν τα ανεπεξέργαστα απόβλητα διατίθενται σε υδατικό περιβάλλον.
Βιοαποικοδομήσιμα οργανικά	Αποτελούνται κυρίως από πρωτεΐνες, υδρογονάνθρακες και λίπη. Μετρώνται συνήθως με όρους όπως BOD, COD. Εάν διατεθούν στο ανεπεξέργαστο στο περιβάλλον, η βιολογική αποικοδόμησή τους μπορεί να οδηγήσει στη μείωση του οξυγόνου και την ανάπτυξη σηπτικών συνθηκών.
Παθογόνοι παράγοντες	Μεταδοτικές ασθένειες μπορούν να μεταδοθούν από παθογόνους οργανισμούς στα υγρά απόβλητα.
Θρεπτικά συστατικά	Το άζωτο και ο φώσφορος, σε συνδυασμό με τον άνθρακα, είναι τα απαραίτητα θρεπτικά συστατικά για την ανάπτυξη. Όταν διατίθενται στο υδάτινο περιβάλλον, μπορούν να οδηγήσουν στην ανάπτυξη ανεπιθύμητης υδροχαρούς βλάστησης. Όταν διατίθενται σε μεγάλες ποσότητες στο έδαφος, μπορούν να οδηγήσουν σε ρύπανση των υπογείων υδάτων.
Ρύποι προτεραιότητας	Οργανικές και ανόργανες ενώσεις που ενοχοποιούνται για την καρκινογένεση, τερατογένεση, μεταλλαξιογένεση, τις ορμονικές διαταραχές που προκαλούν και την υψηλή οξεία τοξικότητά τους.
Δύσκολα αποικοδομήσιμα οργανικά	Αυτά τα οργανικά συστατικά τείνουν να αντιστέκονται στις τυπικές μεθόδους επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων. Τυπικά παραδείγματα αποτελούν οι επιφανειοδραστικές ουσίες, οι φαινόλες, οι χρωστικές και τα φυτοφάρμακα.
Βαρέα μέταλλα	Βαρέα μέταλλα συνήθως προστίθενται στο απόβλητο μέσα από εμπορικές και βιομηχανικές δραστηριότητες και πρέπει να απομακρυνθούν από το απόβλητο όταν αυτό πρόκειται να επαναχρησιμοποιηθεί.
Διαλυμένα ανόργανα συστατικά	Ανόργανα συστατικά όπως το ασβέστιο, νάτριο και τα θειικά προστίθενται στο πόσιμο νερό και μπορεί να χρειάζεται να απομακρυνθούν, αν τα επεξεργασμένα απόβλητα πρόκειται να ξαναχρησιμοποιηθούν.

Νομοθεσία

Νομοθεσία



- Κοινή Υπουργική Απόφαση (**ΚΥΑ**) **5673/400 (14/03/1997)** ([Υ.Α. οικ. 5673/400/1997 \(ΦΕΚ 192/Β` 14.3.1997\) | ΕΛΙΝΥΑΕ](#)) που εναρμονίζει την ελληνική νομοθεσία με την Ευρωπαϊκή Οδηγία 91/271/ΕΟΚ ([Οδηγία - 91/271 - EN - EUR-Lex](#)).
- **Υ.Α. 19661/1982/1999** (ΦΕΚ 1811/Β` 29.9.1999) Τροποποίηση της 5673/400/97 κοινής υπουργικής απόφασης «Μέτρα και όροι για την επεξεργασία αστικών λυμάτων» (Β/192) - Κατάλογος ευαίσθητων περιοχών για τη διάθεση αστικών λυμάτων σύμφωνα με το άρθ. 5 (παρ. 1) της απόφασης αυτής ([Υ.Α. 19661/1982/1999 \(ΦΕΚ 1811/Β` 29.9.1999\) | ΕΛΙΝΥΑΕ](#)).
- **Νόμος 3199/2003** «Προστασία και διαχείριση των υδάτων - Εναρμόνιση με την Οδηγία 2000/60/ΕΚ ([Οδηγία - 2000/60 - EN - EUR-Lex](#)) του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 23ης Οκτωβρίου 2000». (ΦΕΚ Α` 280/9.12.2003) ([Ν. 3199/2003 \(ΦΕΚ 280/Α` 9.12.2003\) | ΕΛΙΝΥΑΕ](#)).
- **Υ.Α. οικ. 46399/1352/1986** (ΦΕΚ 438/Β` 3.7.1986): Απαιτούμενη ποιότητα των επιφανειακών νερών που προορίζονται για: «πόσιμα», «κολύμβηση», «διαβίωση ψαριών σε γλυκά νερά» και «καλλιέργεια και αλιεία οστρακοειδών», μέθοδοι μέτρησης, συχνότητα δειγματοληψίας και ανάλυση των επιφανειακών νερών που προορίζονται για πόσιμα, σε συμμόρφωση με τις οδηγίες του Συμβουλίου των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων 75/440/ΕΟΚ, 76/160/ΕΟΚ, 78/659/ΕΟΚ, 79/293/ΕΟΚ και 79/869/ΕΟΚ ([Υ.Α. οικ. 46399/1352/1986 \(ΦΕΚ 438/Β` 3.7.1986\) | ΕΛΙΝΥΑΕ](#)).
- **Π.Δ. 51/2007** (ΦΕΚ 54/Α` 8.3.2007): Καθορισμός μέτρων και διαδικασιών για την ολοκληρωμένη προστασία και διαχείριση των υδάτων σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της οδηγίας 2000/60/ΕΚ «για τη θέσπιση πλαισίου κοινοτικής δράσης στον τομέα της πολιτικής των υδάτων» του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 23ης Οκτωβρίου 2000 ([Π.Δ. 51/2007 \(ΦΕΚ 54/Α` 8.3.2007\) | ΕΛΙΝΥΑΕ](#)).
- **Υ.Α. Δ1(δ)/ΓΠ οικ. 27829/2023** (ΦΕΚ 3525/Β` 25.5.2023): Ποιότητα νερού ανθρώπινης κατανάλωσης σε συμμόρφωση προς τις διατάξεις της Οδηγίας (ΕΕ) 2020/2184 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 16ης Δεκεμβρίου 2020 (L435/1, 23.12.2020) ([Υ.Α. Δ1\(δ\)/ΓΠ οικ. 27829/2023 \(ΦΕΚ 3525/Β` 25.5.2023\) | ΕΛΙΝΥΑΕ](#)).

Νομοθεσία για την επεξεργασία λυμάτων

19

- Κοινή Υπουργική Απόφαση (ΚΥΑ) 5673/400 (14/03/1997) ([Υ.Α. οικ. 5673/400/1997 \(ΦΕΚ 192/Β` 14.3.1997\) | ΕΛΙΝΥΑΕ](#)) που εναρμονίζει την ελληνική νομοθεσία με την Ευρωπαϊκή Οδηγία 91/271/ΕΟΚ ([Οδηγία - 91/271 - EN - EUR-Lex](#)).
- Αφορά τη συλλογή, επεξεργασία και διάθεση των αστικών λυμάτων καθώς και την επεξεργασία και διάθεση λυμάτων από ορισμένους βιομηχανικούς κλάδους.



Πεδίο εφαρμογής

Σκοπός και πεδίο εφαρμογής

- Σκοπός: η προστασία του περιβάλλοντος από τις αρνητικές επιπτώσεις της απόρριψης αστικών λυμάτων και λυμάτων από ορισμένους βιομηχανικούς τομείς.
- Πεδίο εφαρμογής: Συλλογή, επεξεργασία και διάθεση των αστικών λυμάτων καθώς και στην επεξεργασία και διάθεση λυμάτων που προέρχονται από ορισμένους βιομηχανικούς τομείς (Παράρτημα ΙΙΙ του άρθρου 16).

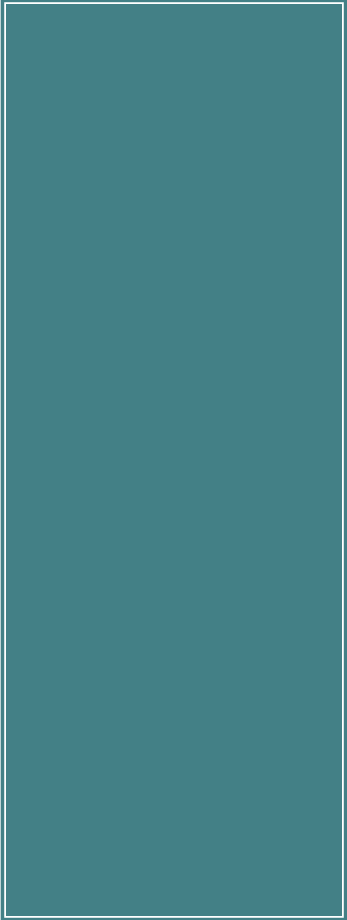
Πεδίο εφαρμογής

Σκοπός και
πεδίο
εφαρμογής

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ : ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΟΙ ΤΟΜΕΙΣ

1. Επεξεργασία του γάλακτος
2. Παραγωγή οπωροκηπευτικών προϊόντων
3. Παραγωγή και εμφιάλωση μη αλκοολούχων ποτών
4. Μεταποίηση γεωμήλων
5. Βιομηχανία κρέατος
6. Ζυθοποιία
7. Παραγωγή αλκοόλης και αλκοολούχων ποτών
8. Παραγωγή ζωοτροφών από φυτικά προϊόντα
9. Παραγωγή ζελατίνας και κόλλας από δέρματα και οστά ζώων
10. Μονάδες παραγωγής βύνης
11. Μεταποιητική βιομηχανία ιχθύων.

Βασικοί ορισμοί



της **Κ.Υ.Α. ΟΙΚ. 5673/400/97 (ΦΕΚ 192 Β')**

Αστικά λύματα

τα οικιακά λύματα ή το μείγμα οικιακών με βιομηχανικά υγρά απόβλητα ή και όμβρια ύδατα.

Οικιακά λύματα

τα λύματα από περιοχές κατοικίας και υπηρεσιών που προέρχονται κυρίως από τις λειτουργίες του ανθρώπινου οργανισμού και τις εμπορικές δραστηριότητες.

Βιομηχανικά υγρά απόβλητα

οποιαδήποτε υγρά 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.

Οικισμοί

- οι περιοχές στις οποίες ο πληθυσμός ή/και οι οικονομικές δραστηριότητες είναι επαρκώς συγκεντρωμένα ώστε τα αστικά λύματα να μπορούν να συλλέγονται και να διοχετεύονται σε σταθμό επεξεργασίας αστικών λυμάτων ή σε τελικό σημείο απόρριψης.

ΜΙΠ (Μονάδα Ισοδύναμου Πληθυσμού)

- το αποικοδομήσιμο οργανικό φορτίο που παρουσιάζει βιοχημικές απαιτήσεις σε οξυγόνο πέντε ημερών (BOD 5) ίσες προς 60g/ημέρα. Η ΜΙΠ αναλογεί σε διοχέτευση λυμάτων στο αποχετευτικό δίκτυο ίση με 125-150 1/άτομο την ημέρα. Σε περίπτωση ξενοδοχειακών μονάδων μία κλίνη αντιστοιχεί με κατανάλωση 2 ατόμων

Πρωτοβάθμια επεξεργασία

- η επεξεργασία των αστικών λυμάτων με φυσική ή/και χημική μέθοδο που περιλαμβάνει την καθίζηση των αιωρούμενων στερεών, ή με άλλες μεθόδους με τις οποίες το BOD 5 των εισερχομένων λυμάτων μειώνεται τουλάχιστον κατά 20% πριν από την έξοδο και το συνολικό φορτίο των αιρούμενων στερεών στα εισερχόμενα λύματα μειώνεται κατά 50% τουλάχιστον.

Δευτεροβάθμια επεξεργασία

- η επεξεργασία των αστικών λυμάτων με μέθοδο που, κατά κανόνα, περιλαμβάνει βιολογική επεξεργασία με δευτεροβάθμια καθίζηση, ή με άλλες μεθόδους διά των οποίων τηρούνται οι απαιτήσεις που καθορίζονται στον πίνακα 1 του παραρτήματος Ι του άρθρου 16 της παρούσας απόφασης.

Κατάλληλη επεξεργασία

η επεξεργασία των αστικών λυμάτων με μέθοδο ή και σύστημα διάθεσης που επιτρέπει στον υδάτινο αποδέκτη να ανταποκρίνεται στους σχετικούς ποιοτικούς στόχους με βάση την καθοριζόμενη χρήση και τις συναφείς διατάξεις της παρούσας απόφασης καθώς και άλλων διατάξεων της κείμενης νομοθεσίας.

Διάθεση λυμάτων

η απόρριψη αστικών και βιομηχανικών υγρών αποβλήτων και ιλύος στους υδάτινους αποδέκτες.

Ιλύς

το στερεό κατάλοιπο, επεξεργασμένο ή όχι, που προέρχεται από σταθμούς επεξεργασίας αστικών λυμάτων.

Ευτροφισμός

- ο εμπλουτισμός των υδάτων με θρεπτικές ουσίες, ιδίως ενώσεις αζώτου ή/και φωσφόρου, που προκαλεί την ταχύτερη ανάπτυξη φυκών και ανωτέρων μορφών φυτικής ζωής, με συνακόλουθη ανεπιθύμητη διαταραχή της ισορροπίας των οργανισμών που ζουν στα ύδατα και υποβάθμιση της ποιότητας των εν λόγω υδάτων.

Εκβολές ποταμών

- η μεταβατική ζώνη στο στόμιο ενός ποταμού, μεταξύ γλυκών και παράκτιων υδάτων. Για τους σκοπούς της παρούσας απόφασης το Υπουργείο ΠΕΧΩΔΕ σε συνεργασία με τα συναρμόδια Υπουργεία προσδιορίζει τα εξωτερικά (προς τη θάλασσα) όρια των εκβολών στα πλαίσια του εκτελεστέου προγράμματος, που προβλέπεται στο άρθρο 13 της παρούσας απόφασης.

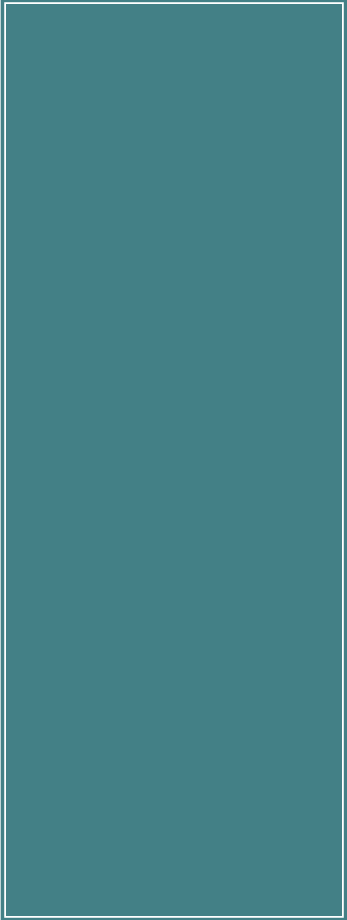
Παράκτια ύδατα

- τα ύδατα πέραν της γραμμής της αμψώτιδας ή του εξωτερικού ορίου των εκβολών ενός ποταμού.

Υπεύθυνος φορέας του σταθμού επεξεργασίας λυμάτων

- ο οικείος Δήμος ή Κοινότητα στην περιφέρεια του (της) οποίου (ας) βρίσκεται ο σταθμός επεξεργασίας λυμάτων.

Ευαίσθητες και λιγότερο ευαίσθητες περιοχές

- 
- Το Υπουργείο ΠΕΧΩΔΕ σε συνεργασία με τα συναρμόδια Υπουργεία Εσωτερικών, Δημόσιας Διοίκησης και Αποκέντρωσης, Υγείας-Πρόνοιας και Γεωργίας, καταρτίζει κατάλογο στον οποίο ορίζονται οι ευαίσθητες περιοχές και οι λιγότερο ευαίσθητες περιοχές σύμφωνα με τα κριτήρια που προβλέπονται στο Παράρτημα II του άρθρου 16 της παρούσας απόφασης.
 - Ο εν λόγω κατάλογος εγκρίνεται με κοινή Απόφαση των ως άνω συναρμόδιων Υπουργών.

Ευαίσθητες και λιγότερο ευαίσθητες περιοχές

Ευαίσθητες Περιοχές

- Οικισμούς με ι.κ. > 10.000
- Επεξεργασία αυστηρότερη της δευτεροβάθμιας

Λιγότερο ευαίσθητες περιοχές

Επεξεργασία λιγότερο αυστηρή της δευτεροβάθμιας (τουλάχιστον πρωτοβάθμια)

- ▶ Παράκτια νερά
- ▶ Οικισμοί 10.000-150.000 ι.κ.

- ▶ Νερά εκβολών ποταμών
- ▶ 2.000-10.000 ι.κ.

Μέτρα και όροι για τη διάθεση λυμάτων και ιλύος από σταθμούς επεξεργασίας αστικών λυμάτων

Για την πραγματοποίηση της διάθεσης σε υδάτινο αποδέκτη ή της επαναχρησιμοποίησης των επεξεργασμένων λυμάτων απαιτείται:

- Να έχουν καθοριστεί οι **χρήσεις** του υδάτινου αποδέκτη (από οικείο Νομόρχη)
- Να έχει γίνει **έγκριση περιβαλλοντικών όρων** του σταθμού επεξεργασίας (Ν. 1650/86)
- Σε περίπτωση διάθεσης λυμάτων: σε γλυκά νερά και εκβολές ποταμών για οικισμούς 2.000 έως 10.000 ι.π. και σε οποιαδήποτε άλλη διάθεση για οικισμούς ≥ 10.000 ι.π. η έγκριση περιβαλλοντικών όρων προβλέπει όρους που πληρούν τις απαιτήσεις της παρ.Β του Παραρτήματος Ι του άρθρου 16 (επόμενη διαφάνεια).
- Να έχει χορηγηθεί στον υπεύθυνο φορέα του σταθμού επεξεργασίας των λυμάτων **άδεια διάθεσης ή επαναχρησιμοποίησης των επεξεργασμένων λυμάτων**. Υποβολή αίτησης από τον υπεύθυνο φορέα με μελέτη του σχεδιασμού και λειτουργίας του σταθμού επεξεργασίας. → έλεγχοι → έκδοση από οικείο Νομόρχη.

Απαιτήσεις για τα αστικά λύματα

A

Αποχετευτικά
δίκτυα

Σύμφωνα με απαιτήσεις επεξεργασίας λυμάτων

Σωστός και οικονομικός σχεδιασμός, κατασκευή και συντήρηση των αποχετευτικών δικτύων.

B

Απόρριψη

Σχεδιασμός και κατασκευή με τρόπο ώστε να λαμβάνονται αντιπροσωπευτικά δείγματα στην εισροή και εκροή.

Οι απορρίψεις να ακολουθούν τα θεσμοθετημένα όρια (Πίνακας στην επόμενη διαφάνεια).

Επιλογή σημείων απόρριψης με τις λιγότερες επιπτώσεις.

Όρια εκροής από σταθμούς επεξεργασίας λυμάτων

- Τα λύματα πριν από τη διάθεσή τους στο περιβάλλον πρέπει να υποστούν κατεργασία, ώστε το εναπομένον ρυπαντικό φορτίο να είναι το ελάχιστο δυνατό.
- Η σχετική οδηγία της Ε.Ε (91/271/ΕΟΚ/1991) καθορίζει τα ελάχιστα όρια των παραμέτρων ποιότητας των διατιθέμενων λυμάτων.

Ανώτερα επιτρεπτά όρια εκροής		
Παράμετρος	Συγκέντρωση (mg/L)	Απομάκρυνση (%)
Βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο (BOD ₅)	25	70-90
Χημικά απαιτούμενο οξυγόνο (COD)	125	75
Επιπλέον όρια για ευαίσθητες περιοχές		
Ολικό άζωτο		
Εγκαταστάσεις 10.000-100.000 ι.κ.	15	70-80
Εγκαταστάσεις >100.000	10	
Ολικός φώσφορος		
Εγκαταστάσεις 10.000-100.000 ι.κ.	2	80
Εγκαταστάσεις >100.000	1	

Απαιτήσεις για τα αστικά λύματα

Γ

Βιομηχανικά λύματα

Προκαταρκτική επεξεργασία:

Προστασία της υγείας του προσωπικού που εργάζεται στα αποχετευτικά δίκτυα και τους σταθμούς επεξεργασίας,

Εξάλειψη ζημιών στα αποχετευτικά δίκτυα, στους σταθμούς επεξεργασίας λυμάτων και τον συναφή εξοπλισμό,

Καμία παρεμπόδιση της λειτουργίας του σταθμού επεξεργασίας λυμάτων και η επεξεργασία της ιλύος,

Έλεγχος ότι οι απορρίψεις από τους σταθμούς επεξεργασίας δεν επηρεάζουν αρνητικά το περιβάλλον και δεν εμποδίζουν τους υδάτινους αποδέκτες να πληρούν τις απαιτήσεις άλλων κοινοτικών οδηγιών,

Διάθεση της της ιλύος με ασφαλή και περιβαλλοντικά αποδεκτό τρόπο.

Νομοθεσία

- ❑ Ποιος είναι ο τελικός αποδέκτης των επεξεργασμένων λυμάτων;
- ❑ Νομοθεσία όσον αφορά την εκροή πχ σε ποτάμι, θάλασσα, αποχέτευση, χρήση νερού για άρδευση κ.λπ.
- ❑ Είναι χαρακτηρισμένος ο αποδέκτης ως ευαίσθητος;
- ❑ ΟΔΗΓΙΑ 2000/60/ΕΚ ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ της 23ης Οκτωβρίου 2000 για τη θέσπιση πλαισίου κοινοτικής δράσης στον τομέα της πολιτικής των υδάτων.
- ❑ ΟΔΗΓΙΑ 91/271/ΕΟΚ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ της 21ης Μαΐου 1991 για την επεξεργασία των αστικών λυμάτων.
- ❑ ΟΔΗΓΙΑ 2006/7/ΕΚ ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ της 15ης Φεβρουαρίου 2006 σχετικά με τη διαχείριση της ποιότητας των υδάτων κολύμβησης και την κατάργηση της οδηγίας 76/160/ΕΟΚ.
- ❑ [Ποιότητα νερών κολύμβησης \(Κριτήρια 7-11\) | ΓΑΛΑΖΙΑ ΣΗΜΑΙΑ \(blueflag.gr\)](http://blueflag.gr)

Ευρωπαϊκή Οδηγία 2000/60/ΕΚ- Νόμος 3199/2003

- Θέσπιση πλαισίου για την προστασία επιφανειακών, μεταβατικών και υπογείων υδάτων το οποίο:
 - Αποτροπή περαιτέρω επιδείνωσης, προστασία και βελτίωση κατάστασης υδάτινων οικοσυστημάτων, καθώς και εξαρτώμενων χερσαίων οικοσυστημάτων και υγροτόπων
 - Προοδευτική μείωση –εξάλειψη απορρίψεων, εκπομπών και διαρροών ουσιών προτεραιότητας
 - Διασφάλιση προοδευτικής μείωσης της ρύπανσης υπογείων υδάτων
- Νόμος 3199/2003 «Προστασία και διαχείριση των υδάτων - Εναρμόνιση με την Οδηγία 2000/60/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 23ης Οκτωβρίου 2000». (ΦΕΚ Α΄ 280/9.12.2003)



Ευρωπαϊκή Οδηγία 2000/60/ΕΚ- Νόμος 3199/2003

- Ο νόμος αυτός εφαρμόζεται για την προστασία και διαχείριση των επιφανειακών και των υπόγειων υδάτων.
- Ορισμοί:
 - Επιφανειακά ύδατα, Υπόγεια ύδατα, Εσωτερικά ύδατα, Ποταμός, Λίμνη, Μεταβατικά ύδατα, Παράκτια ύδατα, Τεχνητό υδατικό σύστημα, Ιδιαίτερος τροποποιημένο υδατικό σύστημα, Σύστημα επιφανειακών υδάτων, Υδροφόρος ορίζοντας, Σύστημα υπόγειων υδάτων, Λεκάνη απορροής ποταμού, Υπολεκάνη, Περιοχή λεκάνης απορροής ποταμού, Κατάσταση επιφανειακών υδάτων, Καλή κατάσταση επιφανειακών υδάτων, Κατάσταση υπόγειων υδάτων, Καλή κατάσταση υπόγειων υδάτων, Οικολογική κατάσταση, Καλή οικολογική κατάσταση, Καλό οικολογικό δυναμικό, Καλή χημική κατάσταση επιφανειακών υδάτων, Καλή χημική κατάσταση υπόγειων υδάτων, Επικίνδυνες ουσίες, Ουσίες προτεραιότητας, Ρύπανση, Ποιοτικό περιβαλλοντικό πρότυπο, Υπηρεσίες ύδατος, Οριακές τιμές εκπομπής, Έλεγχοι εκπομπών, Ποσοτική κατάσταση



Ευρωπαϊκή Οδηγία 2013/39/ΕΕ-ΚΥΑ 170766/2016

- Ελληνική εναρμονισμένη Υ.Α. οικ. 170766/2016 (ΦΕΚ 69/Β` 22.1.2016) ([Υ.Α. οικ. 170766/2016 \(ΦΕΚ 69/Β` 22.1.2016\) | ΕΛΙΝΥΑΕ](#)).
- Καταρτίζει κατάλογο με **33 ουσίες ή ομάδες ουσιών προτεραιότητας** σε επίπεδο Ένωσης προκειμένου να συμπεριληφθούν στο παράρτημα Χ της οδηγίας 2000/60/ΕΚ.
- Προσδιορίζει οι **ουσίες προτεραιότητας** μεταξύ αυτών που παρουσιάζουν σημαντικό κίνδυνο για τον υλικό φορέα (ύδατα, ιζήματα, ζώντες οργανισμοί) σε επίπεδο ΕΕ. .
- Ορίζει **πρότυπα ποιότητας περιβάλλοντος** (ΠΠΠ), σύμφωνα με την οδηγία 2000/60/ΕΚ, για τις 33 ουσίες προτεραιότητας.
- Ορίζει ότι προκειμένου να διασφαλιστεί επαρκές επίπεδο προστασίας για το περιβάλλον και την υγεία του ανθρώπου, θα πρέπει επίσης να επιδιωχθεί η **παύση ή η σταδιακή εξάλειψη** των απορρίψεων, των εκπομπών και των διαρροών των επικίνδυνων ουσιών.



Ευρωπαϊκή Οδηγία 2013/39/ΕΕ-ΚΥΑ 170766/2016

Ρύποι προτεραιότητας (priority pollutants)

- ΟΔΗΓΙΑ 2013/39/ΕΕ ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ της 12ης Αυγούστου 2013 για την τροποποίηση των οδηγιών 2000/60/ΕΚ και 2008/105/ΕΚ όσον αφορά τις ουσίες προτεραιότητας στον τομέα της πολιτικής των υδάτων
- Εναρμονισμένη ΚΥΑ, Αριθμ. οικ. 170766, **22/01/2016**, Αρ.Φύλλου 69

Αριθμός	Αριθμός CAS ⁽¹⁾	Αριθμός ΕΕ ⁽²⁾	Ονομασία ουσίας προτεραιότητας ⁽³⁾	Χαρακτηριζόμενη ως επικίνδυνη ουσία προτεραιότητας
(1)	15972-60-8	240-110-8	Alachlor	
(2)	120-12-7	204-371-1	Ανθρακένιο	X
(3)	1912-24-9	217-617-8	Ατραζίνη	
(4)	71-43-2	200-753-7	Βενζόλιο	
(5)	δεν εφαρμόζεται	δεν εφαρμόζεται	Βρωμιούχοι διφαινυλαιθέρες	X ⁽⁴⁾
(6)	7440-43-9	231-152-8	Κάδμιο και οι ενώσεις του	X
(7)	85535-84-8	287-476-5	Χλωροαλκάνια C10-13	X
(8)	470-90-6	207-432-0	Chlorfenvinphos	
(9)	2921-88-2	220-864-4	Chlorpyrifos (Chlorpyrifos-ethyl)	
(10)	107-06-2	203-458-1	1,2-Διχλωροαιθάνιο	
(11)	75-09-2	200-838-9	Διχλωρομεθάνιο	
(12)	117-81-7	204-211-0	Φθαλικό δι(2-αιθυλεξέλιο) (DEHP)	X
(13)	330-54-1	206-354-4	Diuron (Διουρόνη)	
(14)	115-29-7	204-079-4	Endosulfan (Ενδοσουλφάνη)	X
(15)	206-44-0	205-912-4	Φλουορανθένιο	
(16)	118-74-1	204-273-9	Εξαχλωροβενζόλιο	X
(17)	87-68-3	201-765-5	Εξαχλωροβουταδιένιο	X
(18)	608-73-1	210-168-9	Εξαχλωροκυκλοεξάνιο	X
(19)	34123-59-6	251-835-4	Isoproturon (Ισοπροτουρόνη)	
(20)	7439-92-1	231-100-4	Μόλυβδος και οι ενώσεις του	
(21)	7439-97-6	231-106-7	Υδράργυρος και οι ενώσεις του	X

(22)	91-20-3	202-049-5	Ναφθαλίνιο	
(23)	7440-02-0	231-111-4	Νικέλιο και οι ενώσεις του	
(24)	δεν εφαρμόζεται	δεν εφαρμόζεται	Εννεύλοφαινόλες	X ⁽⁵⁾
(25)	δεν εφαρμόζεται	δεν εφαρμόζεται	Οκτυλοφαινόλες ⁽⁶⁾	
(26)	608-93-5	210-172-0	Πενταχλωροβενζόλιο	X
(27)	87-86-5	201-778-6	Πενταχλωροφαινόλη	
(28)	δεν εφαρμόζεται	δεν εφαρμόζεται	Πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες (ΡΑΗ) ⁽⁷⁾	X
(29)	122-34-9	204-535-2	Σιμαζίνη	
(30)	δεν εφαρμόζεται	δεν εφαρμόζεται	Ενώσεις τριβουτυλοκασιτερού	X ⁽⁸⁾
(31)	12002-48-1	234-413-4	Τριχλωροβενζόλια	
(32)	67-66-3	200-663-8	Τριχλωρομεθάνιο (χλωροφόρμιο)	
(33)	1582-09-8	216-428-8	Τριφλουραλίνη	X
(34)	115-32-2	204-082-0	Dicofol	X
(35)	1763-23-1	217-179-8	Υπερφθοροκτανοσουλφονικό οξύ και τα παράγωγά του (PFOS)	X
(36)	124495-18-7	δεν εφαρμόζεται	Quinoxifen	X
(37)	δεν εφαρμόζεται	δεν εφαρμόζεται	Διοξίνες και παρόμοιες με τις διοξίνες ενώσεις	X ⁽⁹⁾
(38)	74070-46-5	277-704-1	Aclonifen	
(39)	42576-02-3	255-894-7	Bifenox	
(40)	28159-98-0	248-872-3	Cybutryne	
(41)	52315-07-8	257-842-9	Κυπερμεθρίνη ⁽¹⁰⁾	
(42)	62-73-7	200-547-7	Dichlorvos	
(43)	δεν εφαρμόζεται	δεν εφαρμόζεται	Εξαβρωμοκυκλοδεκανίο (HBCDD)	X ⁽¹¹⁾
(44)	76-44-8/1024-57-3	200-962-3/213-831-	Heptachlor και εποξείδιο του heptachlor	X
(45)	886-50-0	212-950-5	Τερβουτρίνη	

«Παράρτημα Ι»

**ΠΡΟΤΥΠΑ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ (ΠΠΠ) ΓΙΑ ΟΥΣΙΕΣ ΠΡΟΤΕΡΑΙΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ
ΟΡΙΣΜΕΝΕΣ ΑΛΛΕΣ ΡΥΠΟΓΟΝΕΣ ΟΥΣΙΕΣ**

ΜΕΡΟΣ Α: ΠΙΝΑΚΑΣ 1: ΠΡΟΤΥΠΑ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ (ΠΠΠ)

ΕΜΤ : ετήσια μέση τιμή.

ΜΕΣ : μέγιστη επιτρεπόμενη συγκέντρωση.

Μονάδα : [μg/l] για τις στήλες (4) έως (7)

[μg/kg υγρού βάρους] για τη στήλη (8)

(1) Αριθ.	(2) Ονομασία της ουσίας	(3) Αριθμός CAS ⁽¹⁾	(4) ΕΜΤ-ΠΠΠ ⁽²⁾	(5) ΕΜΤ-ΠΠΠ ⁽²⁾	(6) ΜΕΣ-ΠΠΠ ⁽³⁾	(7) ΜΕΣ-ΠΠΠ ⁽³⁾	(8) ΠΠΠ
			Επιφανειακά ύδατα ενδοχώρας ⁽³⁾	Λουπά επιφανειακά ύδατα	Επιφανειακά ύδατα ενδοχώρας ⁽³⁾	Λουπά επιφανειακά ύδατα	Ζώντες οργανισμοί ⁽¹²⁾
(1)	Alachlor	15972-60-8	0,7	0,3	0,7	0,7	
(2)	Ανθρακένιο	120-12-7	0,1	0,1	0,1	0,1	
(3)	Ατραζίνη	1912-24-9	0,6	0,6	2,0	2,0	
(4)	Βενζόλιο	71-43-2	10	8	50	50	
(5)	Βρωμιούχοι διφαινυλαιθέρες ⁽⁵⁾	32534-81-9			0,14	0,014	0,0085
(6)	Κάδμιο και οι ενώσεις του (ανάλογα με τις κατηγορίες σκληρότητας νερού) ⁽⁶⁾	7440-43-9	≤ 0,08 (Κατηγορία 1) 0,08 (Κατηγορία 2) 0,09 (Κατηγορία 3) 0,15 (Κατηγορία 4) 0,25 (Κατηγορία 5)	0,2	≤ 0,45 (Κατηγορία 1) 0,45 (Κατηγορία 2) 0,6 (Κατηγορία 3) 0,9 (Κατηγορία 4) 1,5 (Κατηγορία 5)	≤ 0,45 (Κατηγορία 1) 0,45 (Κατηγορία 2) 0,6 (Κατηγορία 3) 0,9 (Κατηγορία 4) 1,5 (Κατηγορία 5)	
(6α)	τετραχλωράν-θρακας ⁽⁷⁾	56-23-5	12	12	δεν εφαρμόζεται	δεν εφαρμόζεται	
(7)	Χλωροαλκάνια C10-13 ⁽⁸⁾	85535-84-8	0,4	0,4	1,4	1,4	
(8)	Chlorfenvinphos	470-90-6	0,1	0,1	0,3	0,3	
(9)	Chlorpyrifos (Chlorpyrifos-ethyl)	2921-88-2	0,03	0,03	0,1	0,1	
(9α)	Φυτοφάρμακα κυκλοδιενίου: Αλδρίνη ⁽⁷⁾ Διελδρίνη ⁽⁷⁾ Ενδρίνη ⁽⁷⁾ Ισοδρίνη ⁽⁷⁾	309-00-2 60-57-1 72-20-8 465-73-6	Σ = 0,01	Σ = 0,005	δεν εφαρμόζεται	δεν εφαρμόζεται	

Κατάλογος ουσιών προτεραιότητας στον τομέα της πολιτικής υδάτων

Αριθμός ουσιών που εντάχθηκαν στη λίστα
ουσιών προτεραιότητας (watch list) στον τομέα
της πολιτικής υδάτων

2013	45
2015	10
2018	8
2020	19
2022	27
2025	28

ΟΔΗΓΙΑ 2013/39/ΕΕ ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ της 12ης Αυγούστου 2013 για την τροποποίηση των οδηγιών **2000/60/ΕΚ** και **2008/105/ΕΚ** όσον αφορά τις ουσίες προτεραιότητας στον τομέα της πολιτικής των υδάτων.



Ενσωματώθηκε πλήρως με την Κοινή Υπουργική Απόφαση Αρ. Οικ. 170766/19-01-2016, **ΦΕΚ 69/Β/ 22-01-2016**

Εκτελεστικές αποφάσεις (ΕΕ) **2015/495, 2018/840, 2020/1161, 2022/1307, 2025/439** της Επιτροπής, για την κατάρτιση καταλόγου επιτήρησης ουσιών για παρακολούθηση σε επίπεδο Ένωσης στον τομέα της πολιτικής των υδάτων, σύμφωνα με την οδηγία 2008/105/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, και για την κατάργηση της εκτελεστικής απόφασης (ΕΕ) 2015/495 της Επιτροπής

Ουσίες προτεραιότητας και επιτήρησης

38

Κατάλογος με ουσίες
προτεραιότητας και επικίνδυνες
ουσίες προτεραιότητας

Η χρήση τους και η απόρριψή
τους πρέπει να απαγορευθεί-
μειωθεί-εξαλειφθεί

Θεσμοθετημένα πρότυπα
ποιότητας περιβάλλοντος
(ΠΠΠ)

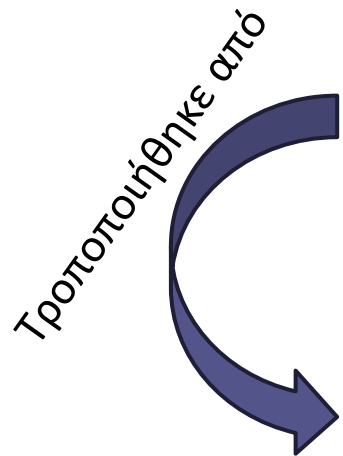
Κατάλογος επιτήρησης
αναδυόμενων ρύπων

Παρακολούθηση των ρύπων
αυτών (monitoring)

Δεν υπάρχουν θεσμοθετημένα
ΠΠΠ

Νομοθεσία

- **Υ.Α. οικ. 46399/1352/1986 (ΦΕΚ 438/Β` 3.7.1986):** Απαιτούμενη ποιότητα των επιφανειακών νερών που προορίζονται για: «πόσιμα», «κολύμβηση», «διαβίωση ψαριών σε γλυκά νερά» και «καλλιέργεια και αλιεία οστρακοειδών», μέθοδοι μέτρησης, συχνότητα δειγματοληψίας και ανάλυση των επιφανειακών νερών που προορίζονται για πόσιμα, σε συμμόρφωση με τις οδηγίες του Συμβουλίου των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων 75/440/ΕΟΚ, 76/160/ΕΟΚ, 78/659/ΕΟΚ, 79/293/ΕΟΚ και 79/869/ΕΟΚ ([Υ.Α. οικ. 46399/1352/1986 \(ΦΕΚ 438/Β` 3.7.1986\) | ΕΛΙΝΥΑΕ](#)).



Π.Δ. 51/2007 (ΦΕΚ 54/Α` 8.3.2007): Καθορισμός μέτρων και διαδικασιών για την ολοκληρωμένη προστασία και διαχείριση των υδάτων σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της οδηγίας 2000/60/ΕΚ «για τη θέσπιση πλαισίου κοινοτικής δράσης στον τομέα της πολιτικής των υδάτων» του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 23ης Οκτωβρίου 2000 ([Π.Δ. 51/2007 \(ΦΕΚ 54/Α` 8.3.2007\) | ΕΛΙΝΥΑΕ](#)).

Υ.Α. οικ. 46399/1352/1986

40

- Απαιτούμενη ποιότητα των επιφανειακών νερών που προορίζονται για: «πόσιμα», «κολύμβηση», «διαβίωση ψαριών σε γλυκά νερά» και «καλλιέργεια και αλιεία οστρακοειδών».

Πρότυπα ποιότητας γλυκών επιφανειακών νερών για υδροληψία πόσιμου νερού			
Παράμετρος	Κατηγορία νερών		
	Κατηγορία Α1	Κατηγορία Α2	Κατηγορία Α3
Βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο (BOD ₅) (mg/L)	<3	<5	<7
Χημικά απαιτούμενο οξυγόνο (COD) (mg/L)			30
Ολικό άζωτο	1	2	3
Κολοβακτηρίδια/100ml	20	2000	20000

- * Κατηγορία Α1 : Νερά κατάλληλα για ύδρευση, κατόπιν απλής φυσικής επεξεργασίας και απολύμανσης, π.χ. ταχείας διθλίσεως και απολύμανσης.
- ** Κατηγορία Α2 : Νερά κατάλληλα για ύδρευση κατόπιν συνήθους φυσικής και χημικής επεξεργασίας και απολύμανσης, π.χ. προχλωρίωσης, συσσωμάτωσης, κροκύδωσης, καθίζησης, διθλίσεως και απολύμανσης.
- *** Κατηγορία Α3 : Νερά κατάλληλα για ύδρευση, μετά από προχωρημένη φυσική και χημική επεξεργασία και απολύμανση π.χ. χλωρίωση μέχρι του σημείου θραύσεως (break point), συσσωμάτωση, κροκύδωση, καθίζηση, διθλίση, προσρόφηση (ενεργός άνθρακας) και απολύμανση (όζον, τελική χλωρίωση κ.λ.π.).

Υ.Α. οικ. 46399/1352/1986

41

- Απαιτούμενη ποιότητα των επιφανειακών νερών που προορίζονται για: «πόσιμα», «κολύμβηση», «διαβίωση ψαριών σε γλυκά νερά» και «καλλιέργεια και αλιεία οστρακοειδών».

Πρότυπα ποιότητας γλυκών επιφανειακών νερών για υδροληψία πόσιμου νερού			
Παράμετρος	Κατηγορία νερών		
	Κατηγορία Α1	Κατηγορία Α2	Κατηγορία Α3
Βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο (BOD ₅) (mg/L)	<3	<5	<7
Χημικά απαιτούμενο οξυγόνο (COD) (mg/L)			30
Ολικό άζωτο	1	2	3
Κολοβακτηρίδια/100ml	20	2000	20000

Πρότυπα ποιότητας επιφανειακών νερών για τη διαβίωση ψαριών				
Παράμετρος	Νερά Σαλμονίδων		Νερά Κυπρινίδων	
	Επιθυμητό όριο	Ανώτατο επιτρεπτό όριο	Επιθυμητό όριο	Ανώτατο επιτρεπτό όριο
Βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο (BOD ₅) (mg/L)	3		6	
Αιωρούμενα στερεά SS (mg/L)	25		25	
Ολικός φώσφορος (mg/L)	3		3	
Ολική αμμωνία	0.04	1	0.2	1

χωρίς του σημείου θραύσεως (break point), συσσωμάτωση, κροκύδωση, καθίζηση, διύλιση, προσρόφηση (ενεργός άνθρακας) και απολύμανση (όζον, τελική χλωρίωση κ.λ.π.).

Νομοθεσία

- **Υ.Α. Δ1(δ)/ΓΠ οικ. 27829/2023 (ΦΕΚ3525/Β` 25.5.2023):** Ποιότητα νερού ανθρώπινης κατανάλωσης σε συμμόρφωση προς τις διατάξεις της Οδηγίας (ΕΕ) 2020/2184 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 16ης Δεκεμβρίου 2020 (L435/1, 23.12.2020) ([Υ.Α. Δ1\(δ\)/ΓΠ οικ. 27829/2023 \(ΦΕΚ 3525/Β` 25.5.2023\) | ΕΛΙΝΥΑΕ](#)).

Υ.Α. Δ1(δ)/ΓΠ οικ. 27829/2023

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΙΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΙΚΕΣ ΤΙΜΕΣ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΝΤΑΙ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΑΝΘΡΩΠΙΝΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ

Μέρος Α

Μικροβιολογικές παράμετροι

1.

Παράμετρος	Παραμετρική τιμή	Μονάδα	Σημειώσεις
Εντερόκοκκοι	0	αριθμός/100 ml	
Escherichiacoli (E. coli)	0	αριθμός/100 ml	

2. Για το νερό που πωλείται σε φιάλες ή δοχεία ισχύουν τα ακόλουθα:

Παράμετρος	Παραμετρική τιμή	Μονάδα	Σημειώσεις
Εντερόκοκκοι	0	αριθμός/250 ml	
Escherichiacoli (E. coli)	0	αριθμός/250 ml	
Pseudomonasaeruginosa	0	αριθμός/250 ml	
Αριθμός αποικιών σε 22 °C	100	αριθμός/ ml	Σημείωση 1
Αριθμός αποικιών σε 36 °C	20	αριθμός/ ml	Σημείωση 1

Σημείωση 1: Οι τιμές της ανώτατης συγκέντρωσης πρέπει να μετρώνται μέσα στις 12 ώρες που ακολουθούν τη συσκευασία, ενώ το νερό των δειγμάτων θα πρέπει να διατηρείται σε θερμοκρασία 5±3°C κατά τη διάρκεια των 12 ωρών

Υ.Α. Δ1(δ)/ΓΠ οικ. 27829/2023

Μέρος Β

Χημικές παράμετροι

Παράμετρος	Παραμετρική τιμή	Μονάδα	Σημειώσεις
Ακρυλαμίδιο	0,10	μg/l	Η παραμετρική τιμή 0,10 μg/l αναφέρεται στη συγκέντρωση καταλοίπων μονομερούς στο νερό όπως υπολογίζεται σύμφωνα με τις προδιαγραφές περί μέγιστης μετανάστευσης από
Αντιμόνιο	10	μg/l	
Αρσενικό	10	μg/l	
Βενζόλιο	1,0	μg/l	
Βενζο[α]πυρένιο	0,010	μg/l	
Δισφαινόλη Α	2,5	μg/l	
Βόριο	1,5	mg/l	Όταν η κύρια πηγή νερού του συγκεκριμένου συστήματος υδροδότησης είναι νερό αφαλάτωσης ή σε περιοχές όπου οι γεωλογικές συνθήκες θα μπορούσαν να οδηγούν σε υψηλά επίπεδα βορίου στα υπόγεια ύδατα, εφαρμόζεται παραμετρική τιμή 2,4 mg/l. Για την εφαρμογή της ως άνω παραμετρικής τιμής απαιτείται απόφαση του Υπουργού Υγείας η οποία εκδίδεται μετά από θετική εισήγηση της «Υγειονομικής Επιτροπής Ρύπανσης και Μόλυνσης του περιβάλλοντος». Για το σκοπό αυτό υποβάλλεται από τον υπεύθυνο φορέα ύδρευσης τεκμηριωμένη υδρογεωλογική μελέτη.
Βρωμικά	10	μg/l	
Κάδμιο	5,0	μg/l	
Χλωρικά	0,25	mg/l	Όταν για την απολύμανση του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης χρησιμοποιείται μέθοδος απολύμανσης που παράγει χλωρικά, ιδίως διοξείδιο του χλωρίου, εφαρμόζεται παραμετρική τιμή 0,70 mg/l. Ει δυνατόν, οι υπεύθυνοι φορείς ύδρευσης σε συνεργασία με την Υπηρεσία Περιβαλλοντικής Υγιεινής της οικείας ΠΕπιδιώκουν χαμηλότερη τιμή χωρίς να θίγεται η απολύμανση.

Χλωριώδη	0,25	mg/l	Όταν για την απολύμανση του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης χρησιμοποιείται μέθοδος απολύμανσης που παράγει χλωρικά, ιδίως διοξείδιο του χλωρίου, εφαρμόζεται παραμετρική τιμή 0,70 mg/l. Ει δυνατόν, οι υπεύθυνοι φορείς ύδρευσης σε συνεργασία με την Υπηρεσία Περιβαλλοντικής Υγιεινής της οικείας ΠΕπιδιώκουν χαμηλότερη τιμή χωρίς να θίγεται η απολύμανση.
Χρώμιο	25	μg/l	Η παραμετρική τιμή αναφέρεται ως τιμή μέγιστης επιτρεπόμενης συγκέντρωσης.
Παρασιτοκτόνα	0,10	μg/l	Ως «παρασιτοκτόνα» ορίζονται τα οργανικά παρασιτοκτόνα που χρησιμοποιούνται για την απολύμανση του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης. Ως «παρασιτοκτόνα» ορίζονται τα οργανικά παρασιτοκτόνα που χρησιμοποιούνται για την απολύμανση του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης.
Σύνολο παρασιτοκτόνων	0,50	μg/l	Ως «σύνολο παρασιτοκτόνων» ορίζεται το άθροισμα όλων των παρασιτοκτόνων που χρησιμοποιούνται για την απολύμανση του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης.
(HAA5)			Η παραμετρική τιμή αναφέρεται ως τιμή μέγιστης επιτρεπόμενης συγκέντρωσης.

Υ.Α. Δ1(δ)/ΓΠ οικ. 27829/2023

ΜΕΡΟΣ Ε

1. Για το νερό που κυκλοφορεί στο εσωτερικό δίκτυο ύδρευσης νοσοκομείων, κλινικών, κέντρων υγείας, οίκων ευγηρίας, καθορίζονται επιπλέον οι ακόλουθες παράμετροι παρακολούθησης

Παράμετρος	Παραμετρική τιμή	Μονάδα	Σημειώσεις
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	0	cfu/100 mL	
<i>Legionella</i>	1000	cfu / l	

2. Για το νερό που κυκλοφορεί στο εσωτερικό δίκτυο ύδρευσης σχολείων τουριστικών εγκαταστάσεων, ξενοδοχείων, σωφρονιστικών ιδρυμάτων, στρατοπέδων καθορίζεται επιπλέον η ακόλουθη παράμετρος παρακολούθησης

Παράμετρος	Παραμετρική τιμή	Μονάδα	Σημειώσεις
<i>Legionella</i>	1000	cfu / l	

ΜΕΡΟΣ ΣΤ

Κατάλογος Επιτήρησης Ουσιών και Ενώσεων που προκαλούν ανησυχία για το νερό ανθρώπινης κατανάλωσης

Ονομασία της ουσίας/ομάδας ουσιών ή της ένωσης/ομάδας ενώσεων	Αριθμός CAS	Αριθμός ΕΕ	Καθοδηγητική τιμή (ng/L)	Όριο ποσοτικού προσδιορισμού ⁽¹⁾ (ng/L)	Πιθανή μέθοδος ανάλυσης
17β-οιστραδιόλη	50-28-2	200-023-8	1	≤ 1	–
εννεϋλοφαινόλη ⁽²⁾	84852-15-3	284-325-5	300	≤ 300	EN ISO 18857-2

⁽¹⁾ Όριο ποσοτικού προσδιορισμού όπως ορίζεται στο άρθρο 2 σημείο 2 της οδηγίας 2009/90/ΕΚ.

⁽²⁾ Οι ουσίες αυτές είχαν προηγουμένως χαρακτηριστεί ως CAS 25154-52-3 και 104-40-5.

Παράμετροι που σχετίζονται με την εκτί

Παράμετρος	Παραμετρική τιμή	Μονάδα
<i>Legionella</i>	< 1 000	CFU/l
Μόλυβδος	10	µg/l

ΟΔΗΓΙΑ 2006/7/ΕΚ ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ της 15ης Φεβρουαρίου 2006 σχετικά με τη διαχείριση της ποιότητας των υδάτων κολύμβησης και την κατάργηση της οδηγίας 76/160/ΕΟΚ

Για τα εσωτερικά ύδατα

	A	B	Γ	Δ	E
	Παράμετρος	Εξαιρετική ποιότητα	Καλή ποιότητα	Επαρκής ποιότητα	Μέθοδοι ανάλυσης αναφοράς
1	Εντερόκοκκοι (cfu/100 ml)	200 (*)	400 (*)	330 (**)	ISO 7899-1 ή ISO 7899-2
2	Κολοβακτηρίδια (cfu/100 ml)	500 (*)	1 000 (*)	900 (**)	ISO 9308-3 ή ISO 9308-1

(*) Βάσει αξιολόγησης σύμφωνα με το 95ο εκατοστημόριο. Βλέπε παράρτημα II.

(**) Βάσει αξιολόγησης σύμφωνα με το 90ό εκατοστημόριο. Βλέπε παράρτημα II.

Για τα παράκτια ύδατα και τα μεταβατικά ύδατα

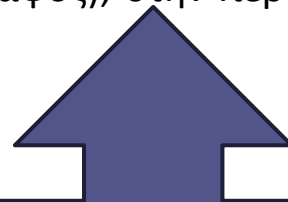
	A	B	Γ	Δ	E
	Παράμετρος	Εξαιρετική ποιότητα	Καλή ποιότητα	Επαρκής ποιότητα	Μέθοδοι ανάλυσης αναφοράς
1	Εντερόκοκκοι (cfu/100 ml)	100 (*)	200 (*)	185 (**)	ISO 7899-1 ή ISO 7899-2
2	Κολοβακτηρίδια (cfu/100 ml)	250 (*)	500 (*)	500 (**)	ISO 9308-3 ή ISO 9308-1

(*) Βάσει αξιολόγησης σύμφωνα με το 95ο εκατοστημόριο. Βλέπε παράρτημα II.

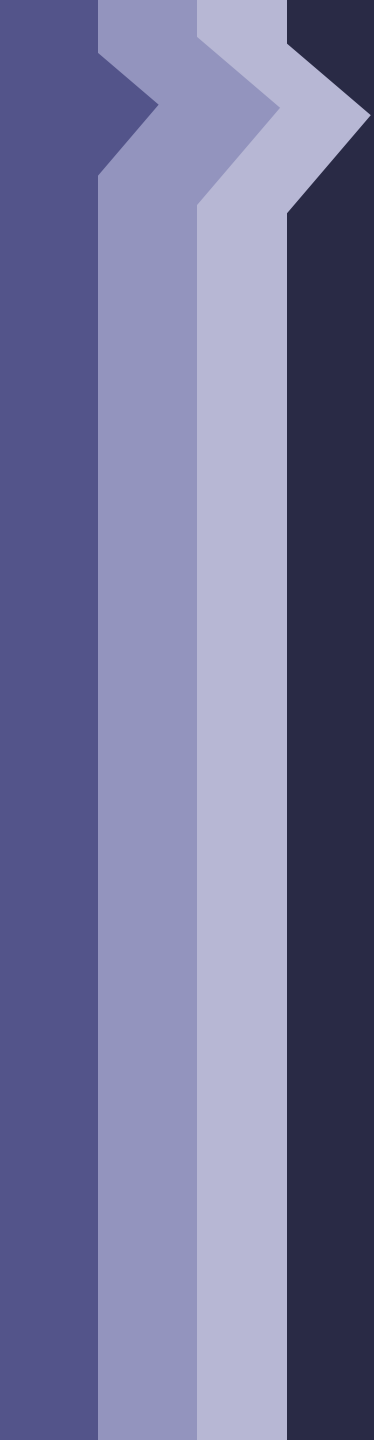
(**) Βάσει αξιολόγησης σύμφωνα με το 90ό εκατοστημόριο. Βλέπε παράρτημα II.

Νομοθεσία

- Η διάθεση των επεξεργασμένων λυμάτων μπορεί να διαχωριστεί σε τρεις (3) βασικές κατηγορίες (Ειδική Γραμματεία Υδάτων):
 1. Διάθεση σε επιφανειακό υδάτινο αποδέκτη (θάλασσα, λίμνη, ποτάμι). Στην περίπτωση αυτή εφαρμόζονται οι διατάξεις της Οδηγίας 91/271/ΕΟΚ. Εκτός αν πρόκειται για ευαίσθητο αποδέκτη, τότε αλλάζουν οι απαιτήσεις εκροής.
 2. Διάθεση στο έδαφος. Σύμφωνα με το ισχύον θεσμικό πλαίσιο, στην περίπτωση αυτή εφαρμόζονται οι διατάξεις της Κ.Υ.Α. 145116/2011.
 3. Επαναχρησιμοποίηση των επεξεργασμένων λυμάτων για άρδευση. Ομοίως με την περίπτωση 2 (διάθεση στο έδαφος), στην περίπτωση αυτή εφαρμόζονται οι διατάξεις της Κ.Υ.Α. 145116/2011.



- Υ.Α. οικ. 100079/2015, (ΦΕΚ 135/Β/22.1.2015) «Τροποποίηση της υπ' αριθ. 20488/2010 κοινής υπουργικής απόφασης «Καθορισμός Ποιοτικών Περιβαλλοντικών Προτύπων στον ποταμό Ασωπό και Οριακών Τιμών Εκπομπών υγρών βιομηχανικών αποβλήτων στη λεκάνη απορροής του Ασωπού (749/Β) και συναφείς διατάξεις».
- Υ.Α. οικ. 191002/2013, (ΦΕΚ 2220/Β/9.9.2013) «Τροποποίηση της υπ' αριθ. 145116/2011 κοινής υπουργικής απόφασης «Καθορισμός μέτρων, όρων και διαδικασιών για την επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων (354/Β) και συναφείς διατάξεις».



Nature Based Solutions

Υδατικά συστήματα (βασισόμενα στο νερό, υδροχαρή φυτά και υδρόβια πανίδα):

- Δεξαμενές σταθεροποίησης ή οξείδωσης
- Συστήματα υγροτόπων
- Υδατικά συστήματα με επιπλέοντα φυτά
- Υδατικά συστήματα με υδρόβια πανίδα

Χερσαία ή εδαφικά (βασισόμενα στο έδαφος):

- Βραδέως ρυθμού ή βραδείας εφαρμογής
- Ταχείας διήθησης
- Αβαθούς διάχυτης επιφανειακής ροής
- Διάθεση ιλύος στο έδαφος

Τεχνητοί Υγρότοποι

Επιλογή συστήματος επεξεργασίας

- Ποιο είναι το ιδανικό;;; Παράμετροι;;
- Προσδοκία:
 - ❑ Εκροή υψηλής ποιότητας,
 - ❑ Αισθητικά αναβαθμισμένο,
 - ❑ Χαμηλό περιβαλλοντικό αποτύπωμα



Φυσικά συστήματα επεξεργασίας

- Εγκαταστάσεις που επιτυγχάνουν την αφαίρεση ρύπων μέσω διεργασιών των **φυσικών συστατικών** τους (έδαφος, φυτό & νερό): **φυσικές, χημικές & βιολογικές διεργασίες.**
- **Κοινές διεργασίες** με αυτές των συμβατικών συστημάτων, π.χ. καθίζηση, φιλτράρισμα, μεταφορά αερίων, προσρόφηση, εναλλαγή ιόντων, χημική κατακρήμνιση, χημική οξείδωση, βιολογική μετατροπή και διάσπαση.
- Αποτελούν ιδανική λύση:
 - ✓ επεξεργασία λυμάτων σε μικρές & απομακρυσμένες περιοχές (πχ αγροτικές, ορεινές) στις οποίες το κόστος της γης είναι χαμηλό και η διάθεσή της υψηλή.
 - ✓ Επεξεργασία αποβλήτων από επιλεγμένες αγροβιομηχανίες (πχ κατασκευή ενός παρακείμενου συστήματος)
 - ✓ Διαχείριση εκροής από άλλο σύστημα επεξεργασίας

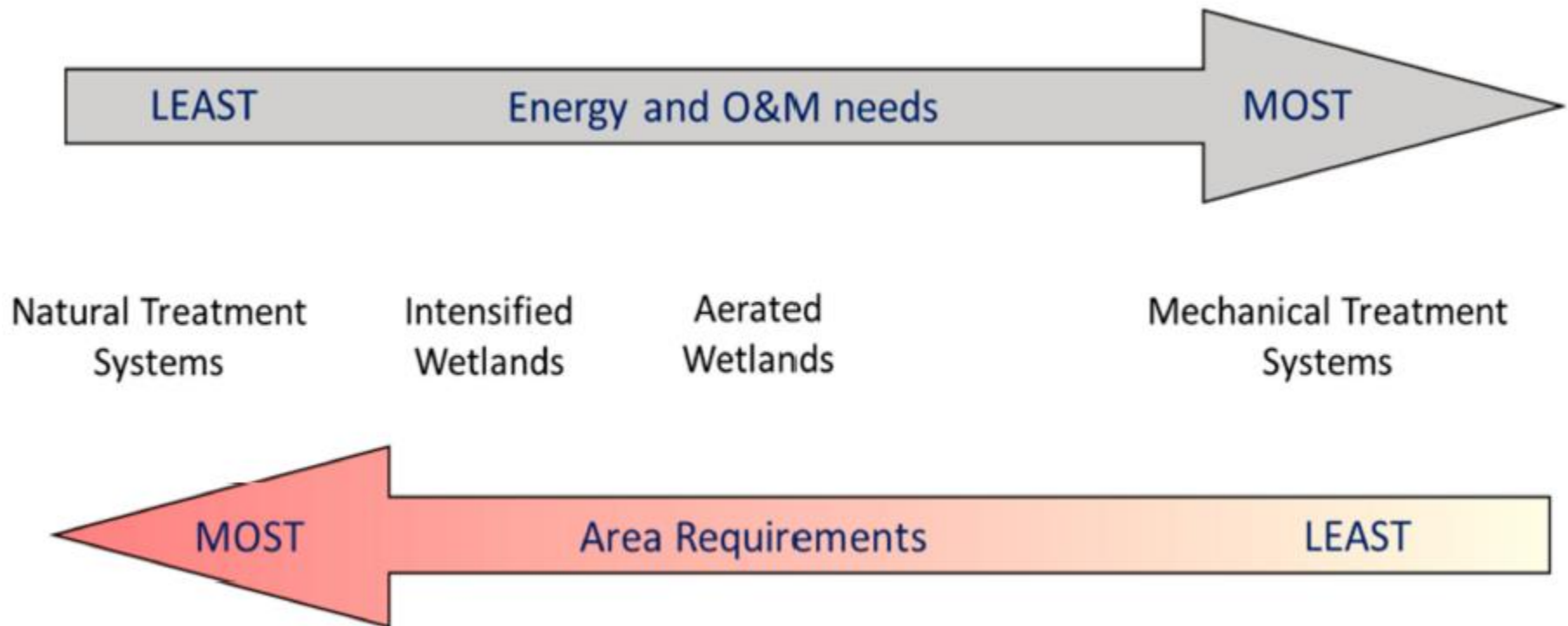
Φυσικά συστήματα vs Συμβατικά συστήματα

Φυσικά συστήματα έναντι συμβατικών συστημάτων επεξεργασίας λυμάτων

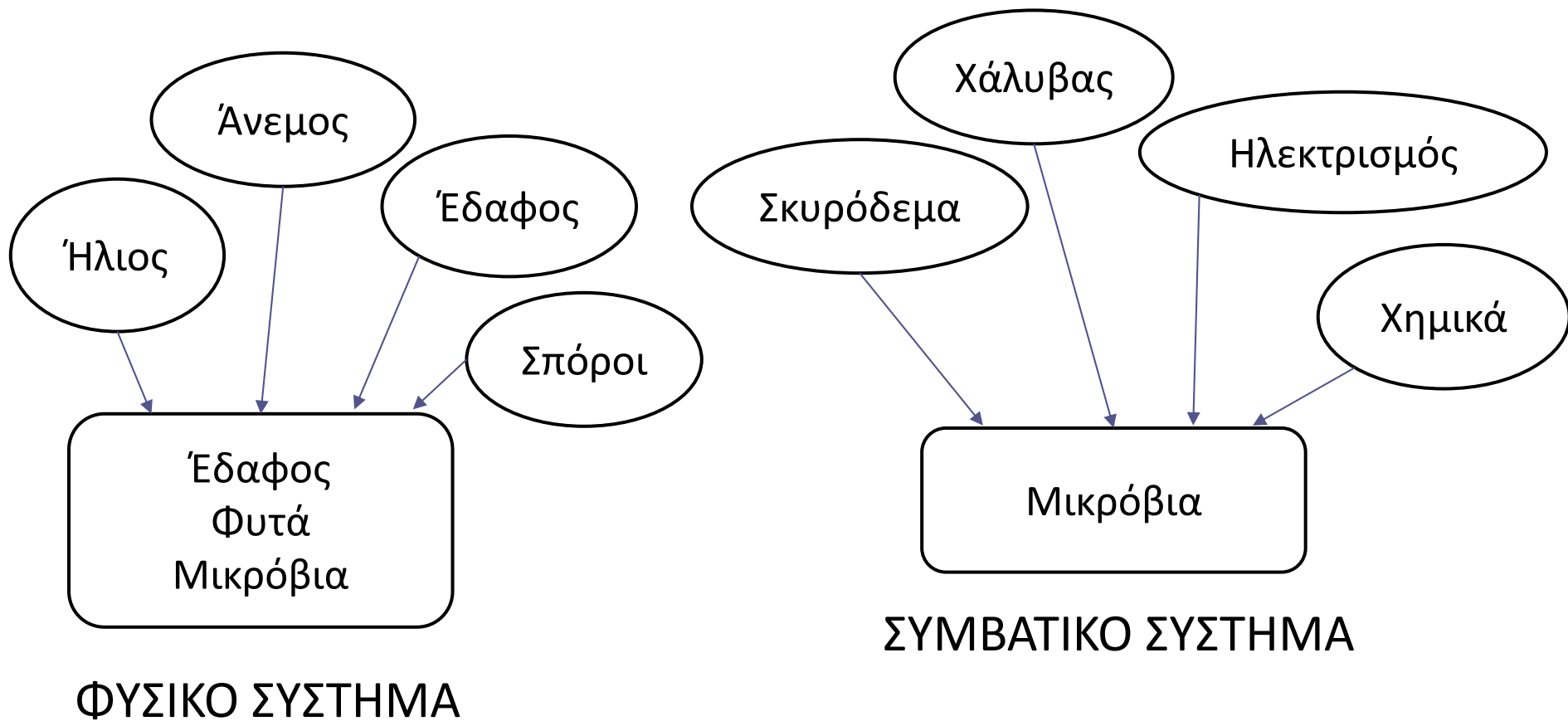
Επεξεργασία λυμάτων

	Συμβατικά	Φυσικά
Σκοπός	Μοναδικός	Πολλαπλός
Οφέλη για το περιβάλλον	Χαμηλής προτεραιότητας	Υψηλής προτεραιότητας
Κατασκευή	Απαιτήση μηχανικών μερών, χρήση τεχνητών υλικών	Δεν απαιτούνται μηχανικά μέρη, χρήση φυσικών υλικών
Ενεργειακές απαιτήσεις	Μεγάλες απαιτήσεις σε συμβατικές πηγές ενέργειας, χρήση ηλεκτρισμού	Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, χρήση των φυτών
Μηχανισμοί μεταφοράς	Αντλίες, φυσητήρες	Βαρύτητα, φυσικές-βιολογικές διεργασίες
Διεργασίες	Ελεγχόμενες από ανθρώπινο παράγοντα	Φυσικές-βιολογικές-χημικές
Τόπος εγκατάστασης	Ανεξάρτητος, άνευ σημασίας	Κρίσιμος, εξαρτάται από την κλίμακα & τις τοπικές συνθήκες
Αναμενόμενος χρόνος ζωής	Σχετικά μικρός	Μεγάλος
Απόδοση	Ελεγχόμενη αλλά ανεπαρκής σε έκτακτο γεγονός (απρόσμενα υψηλό φορτίο)	Εξαρτώμενη από το κλίμα, ευπροσάρμοστη & ανεκτική στις διακυμάνσεις της ροής & στις συγκεντρώσεις των ρυπαντών
Λειτουργικό κόστος	Υψηλό, συνεχής έλεγχος & εξειδικευμένο προσωπικό	Χαμηλό
Απαιτήση σε έκταση	Χαμηλή	Υψηλή
Κόστος εγκατάστασης	Υψηλό	Χαμηλό

Φυσικά συστήματα vs Συμβατικά συστήματα



Ενέργεια σε Φυσικά & Συμβατικά συστήματα επεξεργασίας αποβλήτων



Υδατικά συστήματα (βασιζόμενα στο νερό, υδροχαρή φυτά και υδρόβια πανίδα):

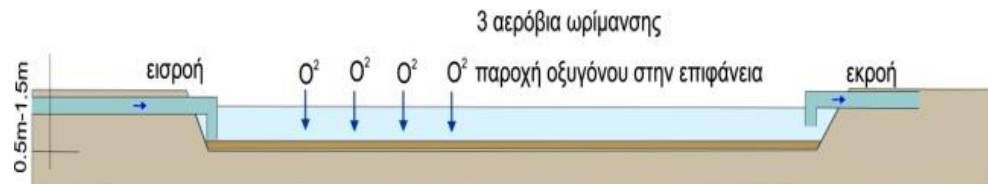
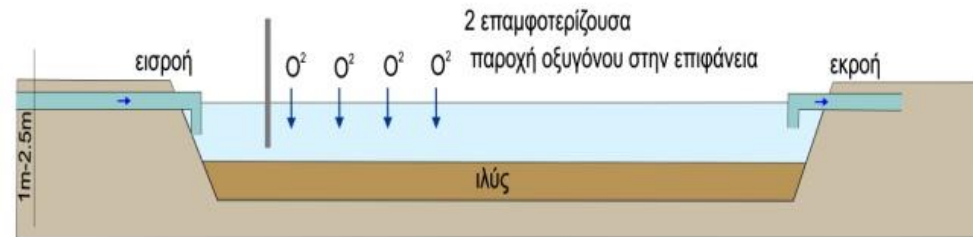
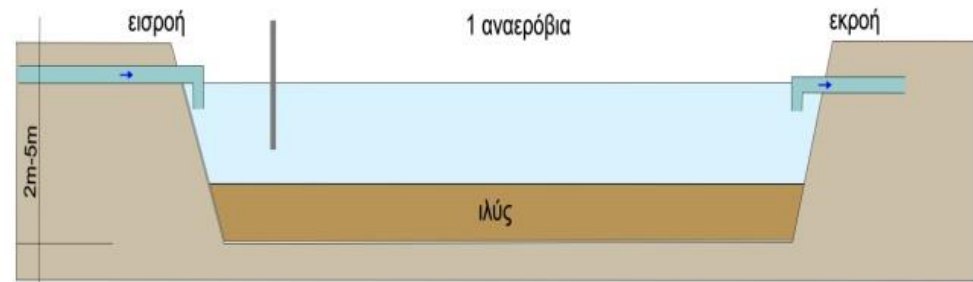
- Δεξαμενές σταθεροποίησης ή οξείδωσης
- Συστήματα υγροτόπων
- Υδατικά συστήματα με επιπλέοντα φυτά
- Υδατικά συστήματα με υδρόβια πανίδα

Συστήματα δεξαμενών σταθεροποίησης

- Ανοιχτές δεξαμενές που βασίζονται στο ηλιακό φως, μικροβιακή ζωή & φυτά που αναπτύσσονται.

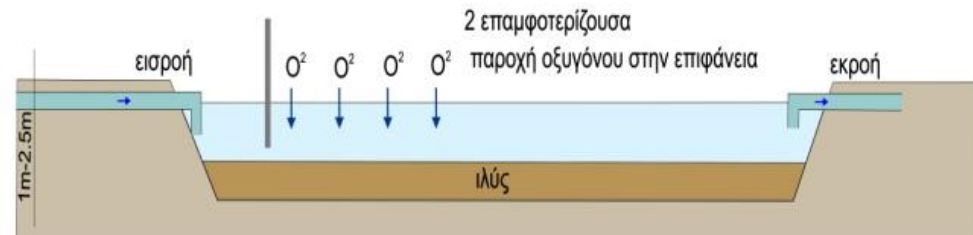
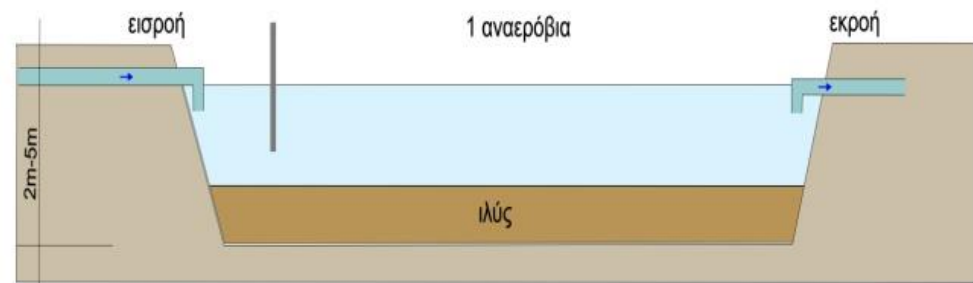
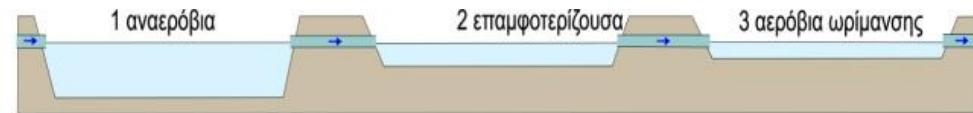
- Τύποι δεξαμενών:

- Αναερόβιες
- Ωρίμανσης
- Αερόβιες
- Αεριζόμενες
- Επαμφοτερίζουσες



Συστήματα δεξαμενών σταθεροποίησης

- Η απόδοση διαφορετική και εξαρτάται από διάφορους παράγοντες (κυρίως τοπικούς):
 - ▣ Ηλιακό φως,
 - ▣ Θερμοκρασία,
 - ▣ Κλίμα,
 - ▣ Οργανικό και υδραυλικό φορτίο,
 - ▣ Σχήμα και γεωμετρικά χαρακτηριστικά,
 - ▣ Διεύθυνση της δεξαμενής ως προς τον επικρατούντα άνεμο,
 - ▣ Χαρακτηριστικά αποβλήτων.



Δεξαμενές σταθεροποίησης

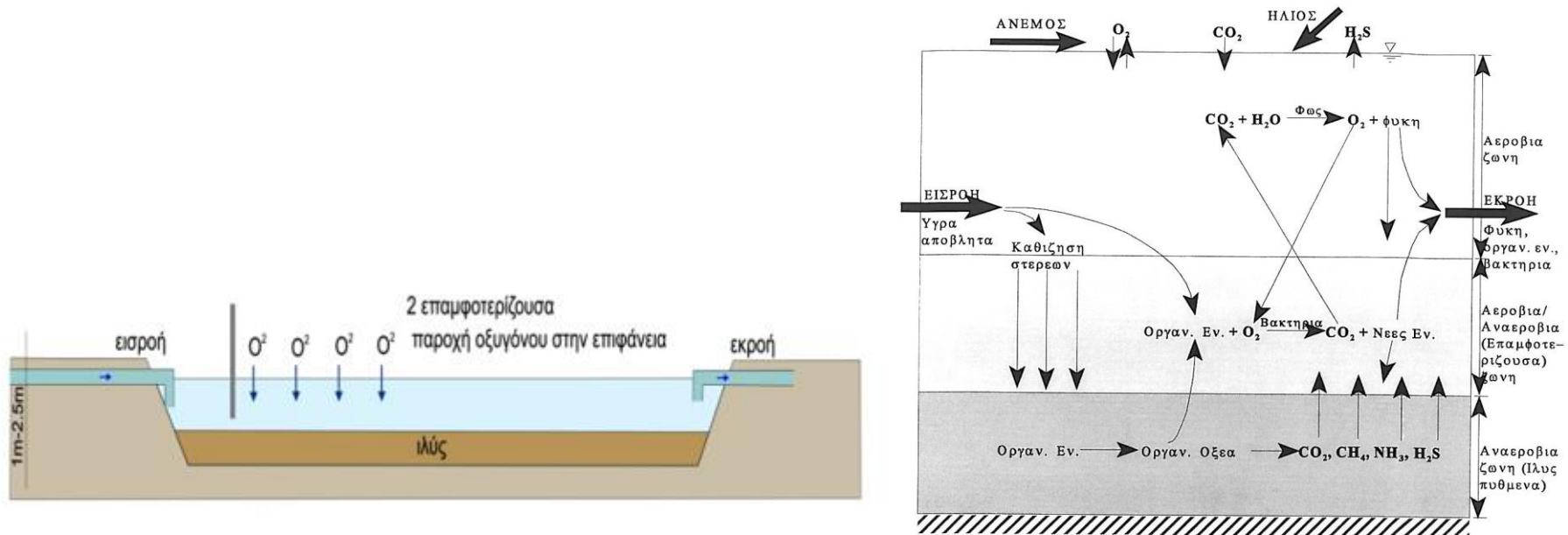
- How Does a Lagoon Treat Wastewater?
- <https://www.youtube.com/watch?v=fx0GMhIMly0>
- 2.0 Facultative Lagoons
- <https://www.youtube.com/watch?v=JDyrVHBUgtE>

Αερόβιες δεξαμενές (aerobic)

- Η πιο απλή μορφή δεξαμενής οξείδωσης.
- Μεγάλες χωμάτινες και σχετικά ρηχές και περιέχουν φύκη και βακτήρια.
- Δύο τύποι:
 - Αερόβιες υψηλού ρυθμού: μεγιστοποιείται η παραγωγή φυκών, για αυτό το βάθος διατηρείται πολύ μικρό έως 45cm, οπότε το φως εισέρχεται σε όλο το βάθος
 - Αερόβιες χαμηλού ρυθμού: μεγιστοποιείται η παραγωγή οξυγόνου και το βάθος φτάνει μέχρι 1.5m.
- Και στις δύο περιπτώσεις το οξυγόνο εισέρχεται στη δεξαμενή με φυσικό αερισμό από την ελεύθερη επιφάνεια (μέσω ανέμου ή διάχυση) και παράγεται κατά τη φωτοσύνθεση.
- Συνήθης χρόνος παραμονής 10-40 ημέρες.

Επαμφοτερίζουσες (αερόβιες-αναερόβιες) δεξαμενές (facultative)

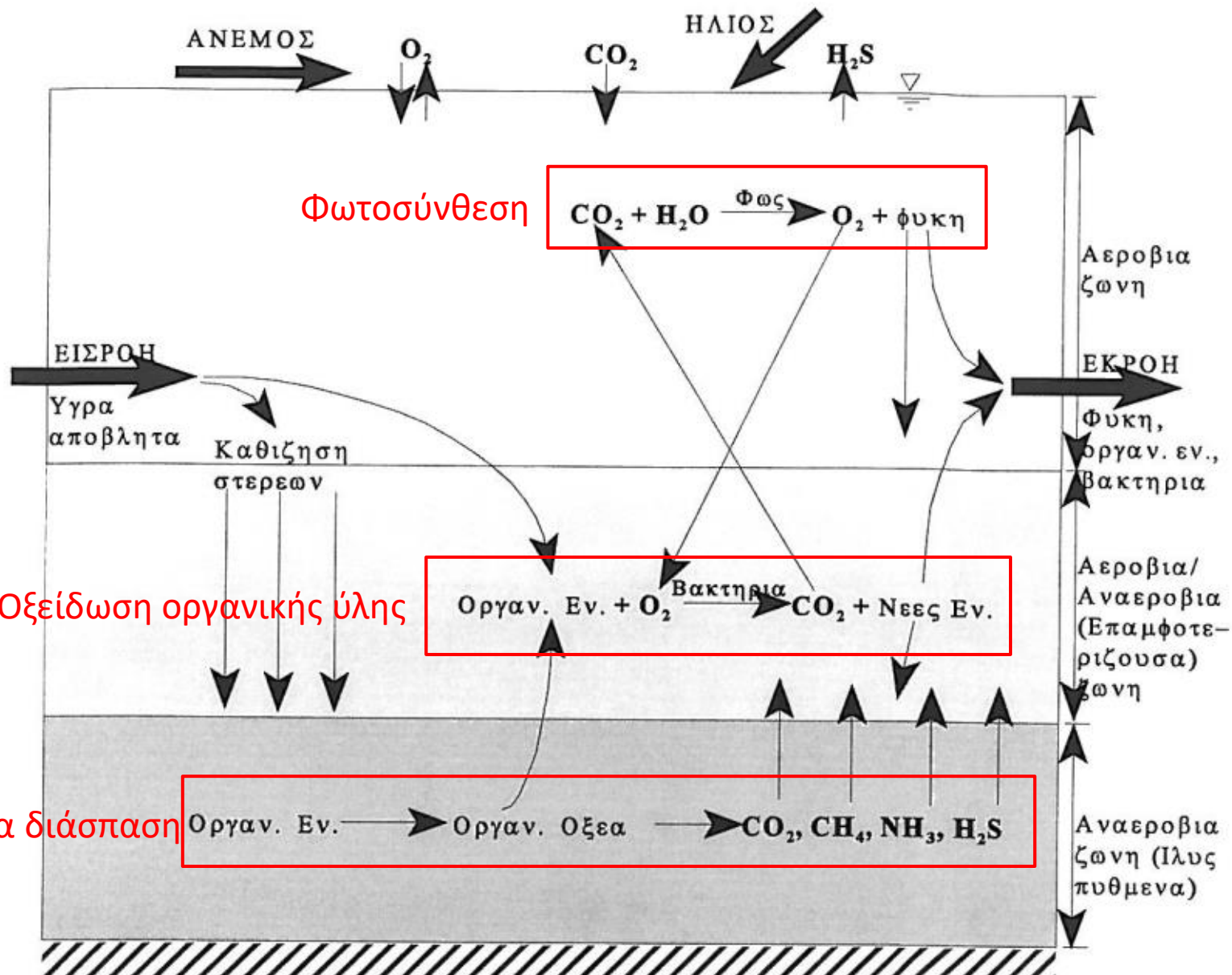
- Στο ανώτερο στρώμα επικρατούν αερόβιες συνθήκες, στο μεσαίο στρώμα αερόβιες-αναερόβιες συνθήκες και στο κατώτερο επικρατούν αναερόβιες.
- Το βάθος μεταβάλλεται από 1.2-2.5m και ο συνήθης χρόνος παραμονής είναι 5-30 ημέρες.



Σχήμα 6.3. Διεργασίες σε Επαμφοτερίζουσα Δεξαμενή Σταθεροποίησης (Hendricks and Pote 1974)



Αναερόβια διάσπαση



Αργή συσσώρευση
ιλός → απομάκρυνση
κάθε 10-15 χρόνια

Σχημα 6.3. Διεργασίες σε Επαμφοτεριζουσα Δεξαμενη
Σταθεροποιησης (Hendricks and Pote 1974)

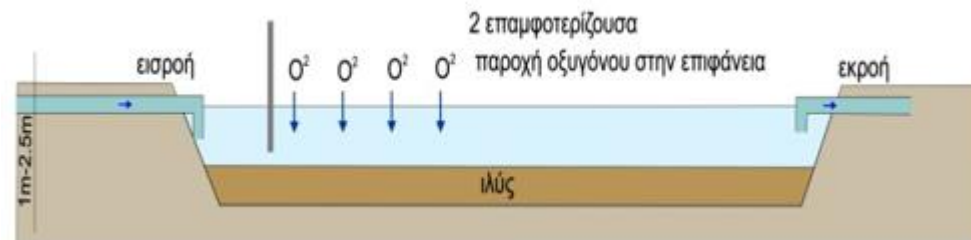
Αναερόβιες δεξαμενές

- Χρησιμοποιούνται σε ειδικές περιπτώσεις μόνο, πχ για την επεξεργασία ισχυρών οργανικών υγρών αποβλήτων (πχ βιομηχανικών και αγροτικών-γεωργικών) με υψηλές συγκεντρώσεις στερεών.
- Βάθος συνήθως 2-5m (μέχρι και 9m).
- Χρόνος παραμονής 20-50 ημέρες.
- Κύριες αντιδράσεις αυτές που λαμβάνουν χώρα στο κατώτερο στρώμα σχήματος 6.3 (δημιουργία οξέων και ζύμωση παραγωγής μεθανίου).
- Επαμφοτερίζουσες δεξαμενές μπορεί να καταλήξουν σε αναερόβιες (ή μπορεί να γίνουν παροδικά) λόγω αύξησης του οργανικού φορτίου πάνω από το όριο σχεδιασμού.



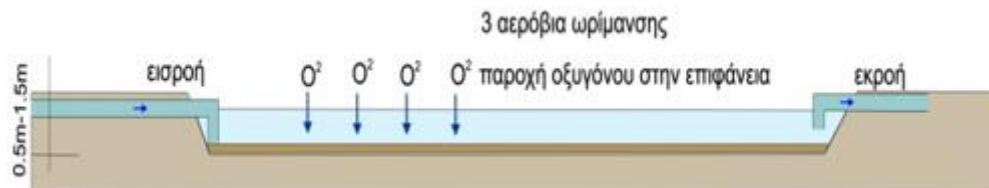
Αεριζόμενες δεξαμενές

- Απαιτούν εξωτερική ενέργεια πέρα από ηλιακή, αιολική και βαρύτητας → δεν μπορούν να θεωρηθούν ως καθαρά φυσικά συστήματα.
- Αποτελούν σχετικά οικονομική εναλλακτική λύση σε σχέση με τα συμβατικά.
- Ο αερισμός είναι συνήθως επιφανειακός και χρησιμοποιείται για την παροχή ικανοποιητικής ποσότητας οξυγόνου (κυρίως στο ανώτερο αερόβιο στρώμα της δεξαμενής) και όχι για να προκαλέσει ανάμιξη ή να συγκρατήσει τα στερεά σε αιώρηση.
- Βάθος συνήθως 2-10m.



Τριτοβάθμιες δεξαμενές (tertiary maturation ponds)-ωρίμανσης

- Αερόβια δεξαμενή όπου το οργανικό φορτίο είναι πολύ χαμηλό.
- Χρησιμοποιούνται συνήθως στο τελικό στάδιο καθαρισμού για παραπέρα αφαίρεση παθογόνων μικροοργανισμών.
- Τα περισσότερα συστήματα πολλαπλών δεξαμενών καταλήγουν σε δεξαμενή ωρίμανσης.
- Αφαίρεση παθογόνων, παρασίτων και ιών.
- Κύρια δράση: αφαίρεση παθογόνων μικροοργανισμών και κάποια αφαίρεση BOD_5 . Σχεδιάζονται για την αφαίρεση περιττωματικών βακτηριδίων (κολοβακτηρίδια, fecal coliforms).
- Βάθος που μεταβάλλεται από 1-1.5m



Πίνακας 3.10.: Συνιστώμενες φορτίσεις δεξαμενών σταθεροποίησης για οικιακά λύματα (Αμπαδίνη, 2009).

Κλιματικές συνθήκες περιβάλλοντος	Φόρτιση επιφάνειας ^α (g BOD ₅ /m ² .ημ.)	Ισοδύναμο πληθυσμού ^β (άτ./1000 m ²)	Χρόνος συγκρατήσεως ^γ (ημ.)
Παγωμένες περιοχές με εποχιακό κάλυμμα πάγου, ομοιόμορφα χαμηλή θερμοκρασία και μεταβλητή ηλιοφάνεια	< 1	< 20	> 200
Ψυχρό εποχιακό κλίμα με εποχιακό κάλυμμα πάγου και μέτριες θερινές θερμοκρασίες για βραχύ διάστημα	1 - 5	20 - 100	100 – 200
Εύκρατο μέχρι ημιτροπικό κλίμα, περυτωσιακό κάλυμμα πάγου, όχι παρατεταμένη συννεφιά (κάλυψη του ουρανού)	5 - 15	100 - 300	33 - 100
Τροπικό κλίμα, ομοιόμορφη κατανομή του ηλιακού φωτός και της θερμοκρασίας χωρίς εποχιακή συννεφιά	15 - 35	300 - 700	17 - 33

α: Η εκτίμηση στηρίζεται στην παραδοχή, ότι η εισροή είναι ίση με την εκροή (δηλ. οι απώλειες εξατμίσεως και διηθήσεως ισοφαρίζονται με τη βροχόπτωση)

β: Παραδοχή BOD₅ = 50 gr/άτ.ημ. (αναπτυσσόμενες χώρες)

γ: Παραδοχή q = 100 l/άτ.ημ.

Πίνακας 3.11.: Παράμετροι σχεδιασμού δεξαμενών (Αμπαδίνη, 2009).

Παράμετρος	Είδος δεξαμενής			
	Αερόβια	Αερόβια – αναερόβια (επαμφοτερίζουσα)	Αναερόβια	Αεριζόμενη
Φορτίο (g BOD ₅ /m ² .ημ.)	6,7 – 13,5	1,70 – 5,60	22,4 – 56,0	-
Βάθος (m)	0.9-1.5	1.2-2.5	2-5	2-10
Χρόνος συγκράτησης (ημ.)	10 - 40	7 - 30	20 - 50	3 – 10
Άριστη θερμ. (°C)	20	20	30	20
Μετατροπή ^α BOD ₅ (%)	80 - 95	80 - 95	50 - 85	80 – 95
Αιωρ. στερεά απορροής ^β (mg/l)	140 - 340	160 - 400	80 - 160	260 – 300

α: Ποσοστό μετατροπής του εισερχόμενου οργανικού φορτίου σε στερεά και κυτταρικό ιστό, που αν αφαιρεθούν από την απορροή δίνουν το βαθμό ελαττώσεως του BOD₅

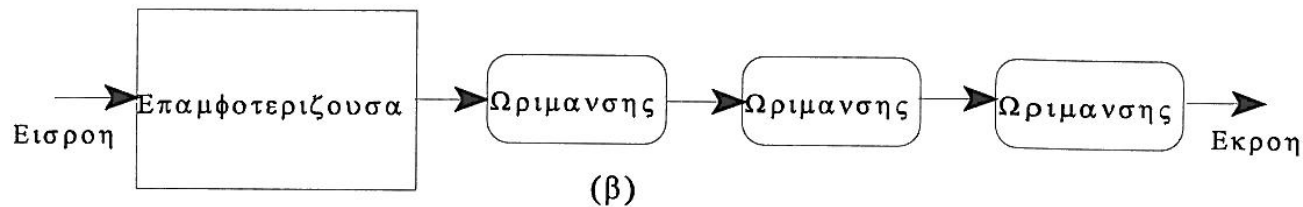
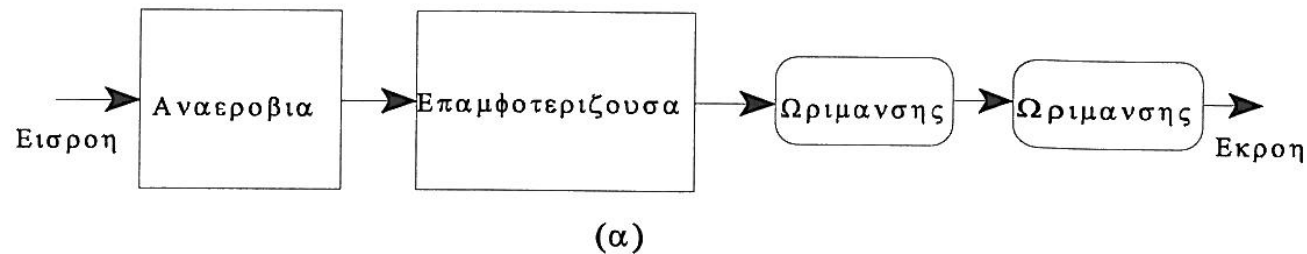
β: Περιλαμβάνουν φύκη, μικροοργανισμούς και υπολείμματα από τα εισερχόμενα αιωρούμενα στερεά και βασίζονται σε εισερχόμενο διαλυτό BOD₅ = 200 mg/l και εισερχόμενα SS = 200 mg/l

Συνδυασμός δεξαμενών

- Τοποθέτηση σε σειρά ή παράλληλα για την επεξεργασία ειδικής σύστασης αποβλήτων ή την αύξηση της απόδοσης του καθαρισμού.
- Η απόδοση αυξάνεται όταν η δεξαμενή κατασκευάζεται ώστε να είναι χωρισμένη σε κελιά.
- Ο συνδυασμός μπορεί να γίνει και με άλλα είδη φυσικών συστημάτων,. Πχ με υγροτόπους, σηπτική δεξαμενή κ.λπ.

Συνδυασμός δεξαμενών

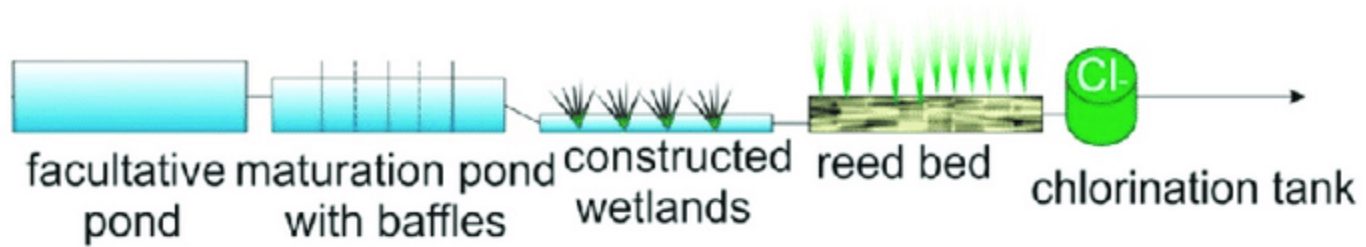
- Συνήθως πιο οικονομική η κατασκευή περισσότερων από μια δεξαμενές.
- Πληθυσμός ≤ 1000 κατοίκων



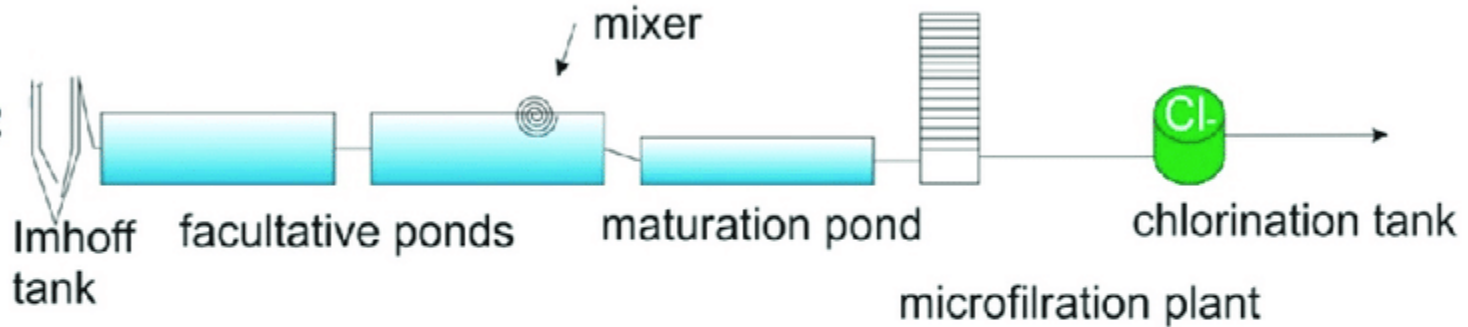
Σχημα 6.5. Τυπικά Συστηματα Δεξαμενων

- Πληθυσμός ≥ 1000 κατοίκων $\rightarrow$ συνήθως περισσότερες δεξαμενές να δουλεύουν παράλληλα.

WSP1



WSP2



WSP3



WSP4

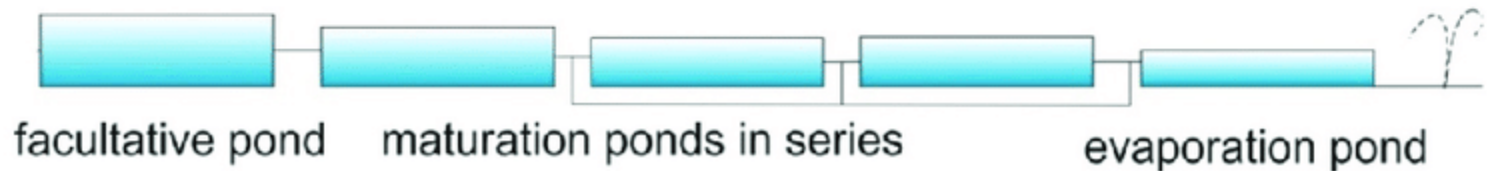


Figure 3: The step-wise procedure to follow for each algal reactor tank to maintain a healthy supply of algae.

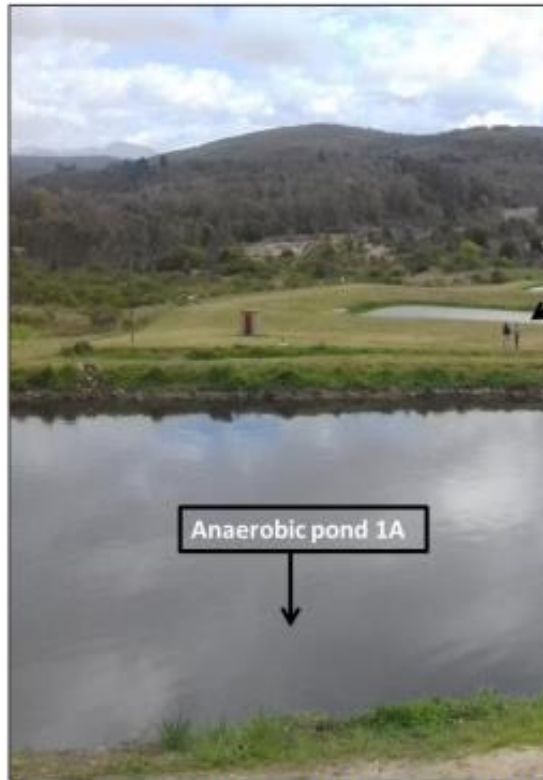
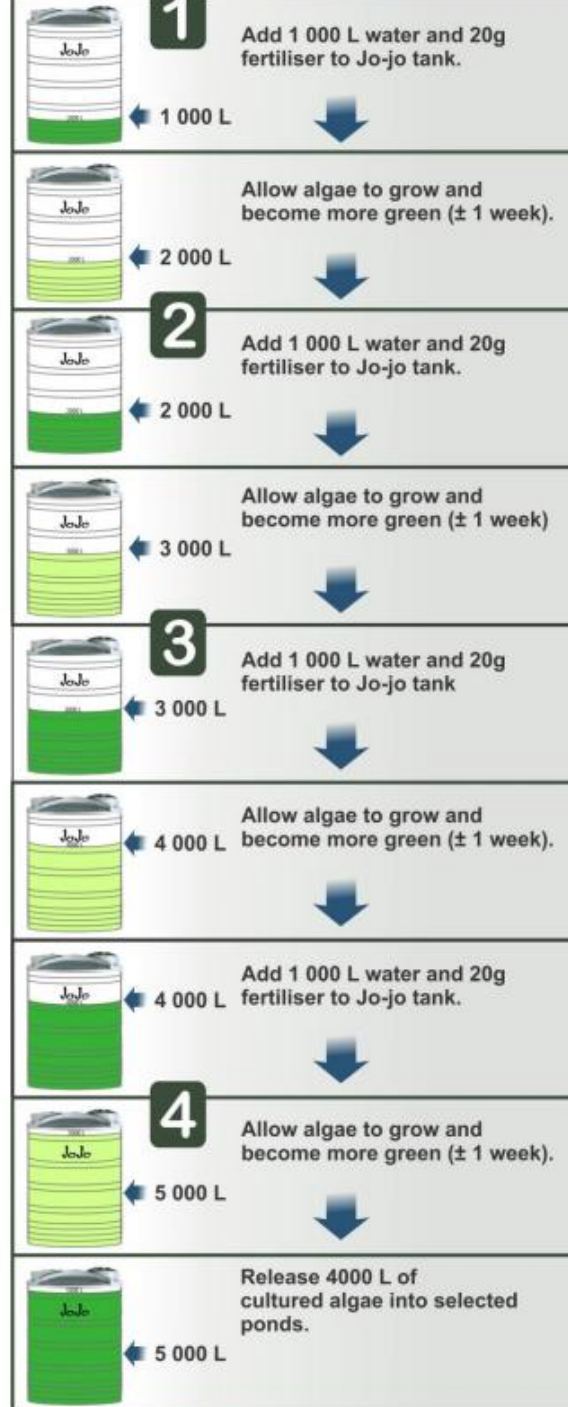


Figure 1: Layout of the Brandwacht Waste consisting of three types of waste stabilisation



Πίνακας 6.3. Είδη Δεξαμενών Σταθεροποίησης (Metcalf & Eddy 1991).

Αρ.	Είδος	Λειτουργία	Χαρακτηριστικά	Εφαρμογή
1	Αερόβια Χαμηλού Ρυθμού	Αερόβια	Αερόβιες συνθήκες σε όλο το βάθος	Λύματα με διαλυμένες οργανικές ενώσεις και εκροές από δευτεροβάθμιο καθαρισμό
2	Αερόβια Υψηλού Ρυθμού		Μέγιστη παραγωγή φυκών	Λύματα με διαλυμένες οργανικές ενώσεις, αφαίρεση θρεπτικών αλάτων
3	Τριτοβάθμια δεξαμενή ωρίμανσης		Αερόβιες συνθήκες σε όλο το βάθος αλλά το οργανικό φορτίο είναι πολύ μικρό	Παραπέρα καθαρισμός εκροών από δευτεροβάθμιες εγκαταστάσεις (κυρίως αφαίρεση παθογόνων μικροοργανισμών)
4	Αεριζόμενη - Επαμφοτερίζουσα	Αερόβια-Αναερόβια	Βαθύτερη από τις προηγούμενες. Τεχνητή εισαγωγή αέρα στο ανώτερο στρώμα. Το οξυγόνο παρέχεται με τον τεχνητό αερισμό και την φωτοσύνθεση. Τα ενδιάμεσα στρώματα είναι επαμφοτερίζοντα και το στρώμα του πυθμένα αναερόβιο.	Ακατέργαστα οικιακά λύματα, βιομηχανικά λύματα
5	Επαμφοτερίζουσα		Όπως προηγουμένως αλλά ο αερισμός του ανωτέρου στρώματος γίνεται μόνο με φυσικό τρόπο.	
6	Αναερόβια Προεπεξεργασία	Αναερόβια	Σε όλο το βάθος επικρατούν αναερόβιες συνθήκες	Ακατέργαστα οικιακά λύματα, βιομηχανικά λύματα
7	Συστήματα δεξαμενών	Αναερόβια ακολουθούμενη από επαμφοτερίζουσα	Διάφοροι συνδυασμοί των ανωτέρω. Συνήθως επαμφοτερίζουσες δεξαμενές ακολουθούνται από αερόβιες.	Ακατέργαστα οικιακά λύματα, βιομηχανικά λύματα και αφαίρεση παθογόνων

Πίνακας 6.4. Κύριες Παράμετροι Σχεδιασμού Δεξαμενών Σταθεροποίησης (Metcalf & Eddy 1991).

Παράμετρος	Αερόβια Χαμηλού Ρυθμού	Αερόβια Υψηλού Ρυθμού	Αερόβια Ωρίμανσης	Επαμφοτερίζουσα	Αναερόβια	Αεριζόμενη
Κατάσταση ανάμιξης	Μέση	Μέση	Μέση	Καλή στο άνω στρώμα		Καλή σε όλο το βάθος
Μέγεθος (ha)	<4	0.2 - 0.8	0.8 - 4	0.8 - 4	0.2 - 0.8	0.8 - 4
Τοποθέτηση	Σε σειρά ή παράλληλα	Σε σειρά	Σε σειρά ή παράλληλα	Σε σειρά ή παράλληλα	Σε σειρά	Σε σειρά ή παράλληλα
Χρόνος Παραμονής (ημέρες)	10 - 40	4 - 6	5 - 20	5 - 30	20 - 50	3 - 10
Βάθος (m)	0.9 - 1.2	0.30 - 0.45	0.9 - 1.5	1.2 - 2.4	2.4 - 4.8	1.8 - 6.0
pH	6.5 - 10.5	6.5 - 10.5	6.5 - 10.5	6.5 - 8.5	6.5 - 7.2	6.5 - 8.0
Περιοχή Θερμοκρασίας (°C)	0 - 30	5 - 30	0 - 30	0 - 50	6 - 50	0 - 30
Βέλτιστη Θερμοκρασία (°C)	20	20	20	20	30	20
Φορτίο BAO_5 (kg/ha/ημέρα)	65 - 135	90 - 180	<17	55 - 200	225 - 560	
Απόδοση σε BAO_5 (%)	80 - 95	80 - 95	60 - 80	80 - 95	50 - 85	80 - 95
Κύρια προϊόντα	Φύκη, CO_2 , βακτήρια	Φύκη, CO_2 , βακτήρια	Φύκη, CO_2 , βακτήρια, NO_3	Φύκη, CO_2 , CH_4 , βακτήρια	CO_2 , CH_4 , βακτήρια	CO_2 , βακτήρια
Συγκέντρωση φυκών (mg/L)	40 - 100	100 - 260	5 - 10	5 - 20	0 - 5	0
Συγκέντρωση Αιωρουμένων στερεών στη εκροή (mg/L)	80 - 140	150 - 300	10 - 30	40 - 60	80 - 160	80 - 250

Συστήματα υδροχαρών φυτών

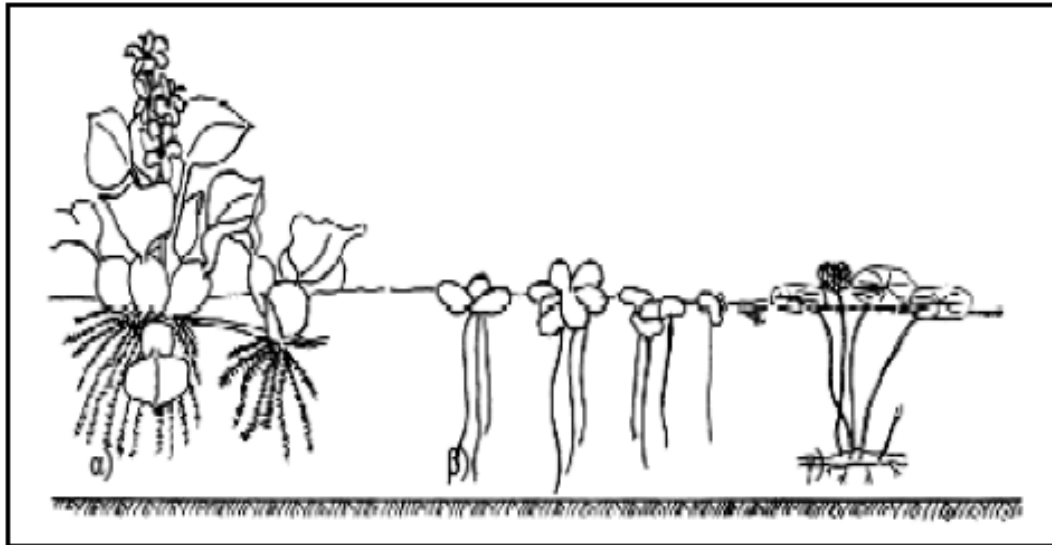
- Παρόμοια με δεξαμενές σταθεροποίησης με τη διαφορά τη **προσθήκη υδροχαρών φυτών**, για την περαιτέρω επεξεργασία των υγρών αποβλήτων.
- Τύποι συστημάτων:
 - ❑ με επιπλέοντα υδροχαρή φυτά
 - ❑ με βυθισμένα υδροχαρή φυτά.
- **Εκτεταμένο ριζικό σύστημα** → ένα υπόστρωμα για την ανάπτυξη μικροοργανισμών → αποδόμηση ρύπων → υψηλή απόδοση.

Συστήματα υδροχαρών φυτών

- Προτείνονται για χρήση στη δεξαμενή ωρίμανσης με σκοπό την μείωση BOD_5 , ΑΣ, αζώτου και φωσφόρου με τη μείωση της περιεκτικότητας σε φύκη.
- Αυξημένη αφαίρεση φωσφόρου και αζώτου.

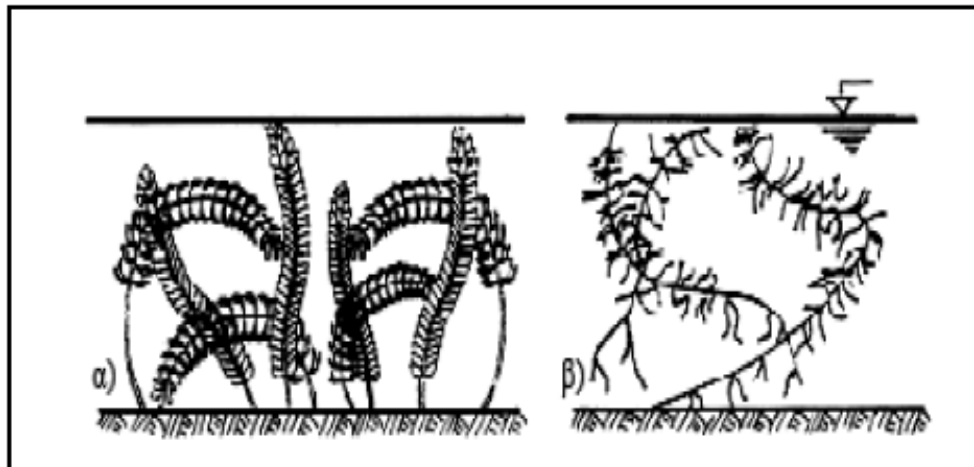
Συστήματα με επιπλέοντα υδροχαρή φυτά

- Τα φυτά επιπλέουν στην επιφάνεια του νερού, με τα φύλλα έξω από το νερό προς τον ήλιο και τις ρίζες αναρτημένες μέσα στην δεξαμενή, από όπου γίνεται η απορρόφηση των θρεπτικών συστατικών.
- Πρόβλημα η ανάπτυξη κουνουπιών → απαιτείται συχνή συντήρηση και βιολογικός έλεγχος με ψάρια τα οποία τρέφονται με νύμφες κουνουπιών.



Συστήματα με βυθισμένα υδροχαρή φυτά (ριζωμένα)

- ❑ Φυτεύονται τα κατάλληλα φυτά στην τελευταία δεξαμενή ωρίμανσης ενώ αυτή είναι άδεια.
- ❑ Η δεξαμενή γεμίζει με αργό ρυθμό με την εκροή της προηγούμενης δεξαμενής (να μην σκεπάζονται τελείως τα φυτά).
- ❑ Προτεινόμενο βάθος περίπου 50cm.
- ❑ Φυτά ενδημικά (π.χ. *Phragmites communis*, *Scirpus lacustris*).
- ❑ Απαιτούν συντήρηση: αφαίρεση νεκρής φυτικής ύλης σε ετήσια βάση, αποφυγή ανάπτυξης κουνουπιών σε σκιερά σημεία.



**Υδατικά συστήματα
(βασισόμενα στο νερό,
υδροχαρή φυτά και
υδρόβια πανίδα):**

- Δεξαμενές σταθεροποίησης ή οξείδωσης
- Συστήματα υγροτόπων
- Υδατικά συστήματα με επιπλέοντα φυτά
- Υδατικά συστήματα με υδρόβια πανίδα

**Χερσαία ή εδαφικά
(βασισόμενα στο
έδαφος):**

- Βραδέως ρυθμού ή βραδείας εφαρμογής
- Ταχείας διήθησης
- Αβαθούς διάχυτης επιφανειακής ροής
- Διάθεση ιλύος στο έδαφος

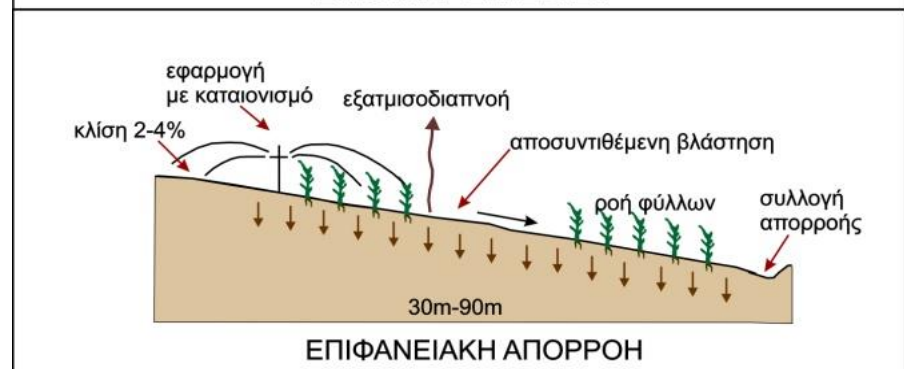
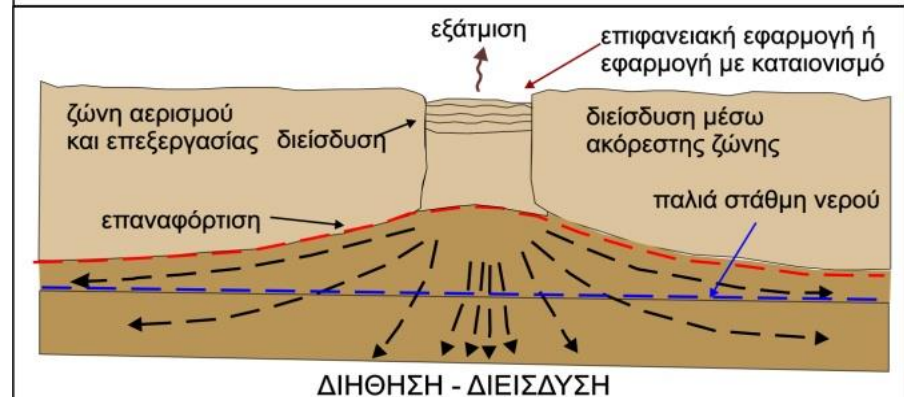
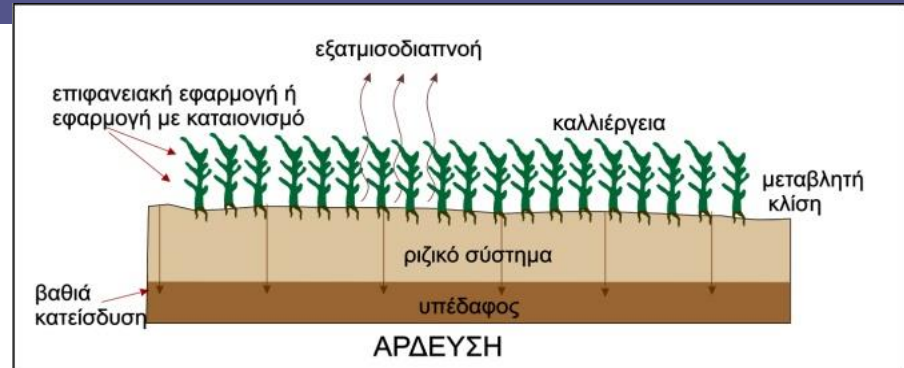
Εδαφικά συστήματα επεξεργασίας

➤ Στηρίζονται στις φυσικές, χημικές & βιολογικές διεργασίες που λαμβάνουν χώρα στο έδαφος.

➤ Προεπεξεργασία → κατάκλιση εκτάσεων → περαιτέρω επεξεργασία με διάφορες διεργασίες στο έδαφος-υδροφόρος-ατμόσφαιρα-λύματα.

➤ Διακρίνονται σε συστήματα:

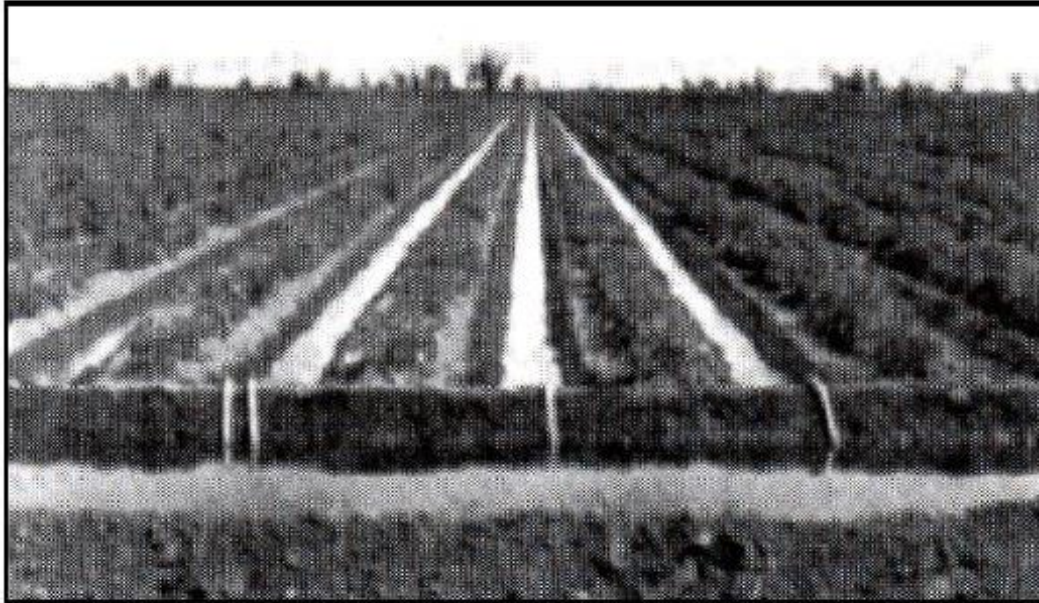
- Βραδείας διήθησης (Slow rate systems, SRS)
- Ταχείας διήθησης (Rapid infiltration systems)
- Επιφανειακής απορροής (Overland flow systems, OFS)
- Συνδυασμένα (Combination land systems)



Σύστημα βραδείας εφαρμογής



α. Διαδικασίες κατά την
επιφανειακή διάθεση



Σχήμα 3.12.: Εφαρμογή προεπεξεργασμένων εκροών με αυλάκια (Αγγελάκης και Τσομπανόγλου, 1995).



Εφαρμογή με
μεθόδους
καταιονισμού ή
επιφανειακής
άρδευσης (λεκάνες και
αυλάκια στάγδην)

Υπόγειο υδροφορέα,
επιφανειακά νερά,
σταγμιστικά δίκτυα.

Μη συνεχής εφαρμογή
αποβλήτου
(ενδιάμεσοι κύκλοι 4-
10 ημέρες).

Εδαφικά συστήματα βραδείας εφαρμογής

Πίνακας 3.4.: Σύγκριση χαρακτηριστικών τοποθεσίας και σχεδίασης εναλλακτικών φυσικών συστημάτων βραδείας εφαρμογής (Angelakis, 2001).

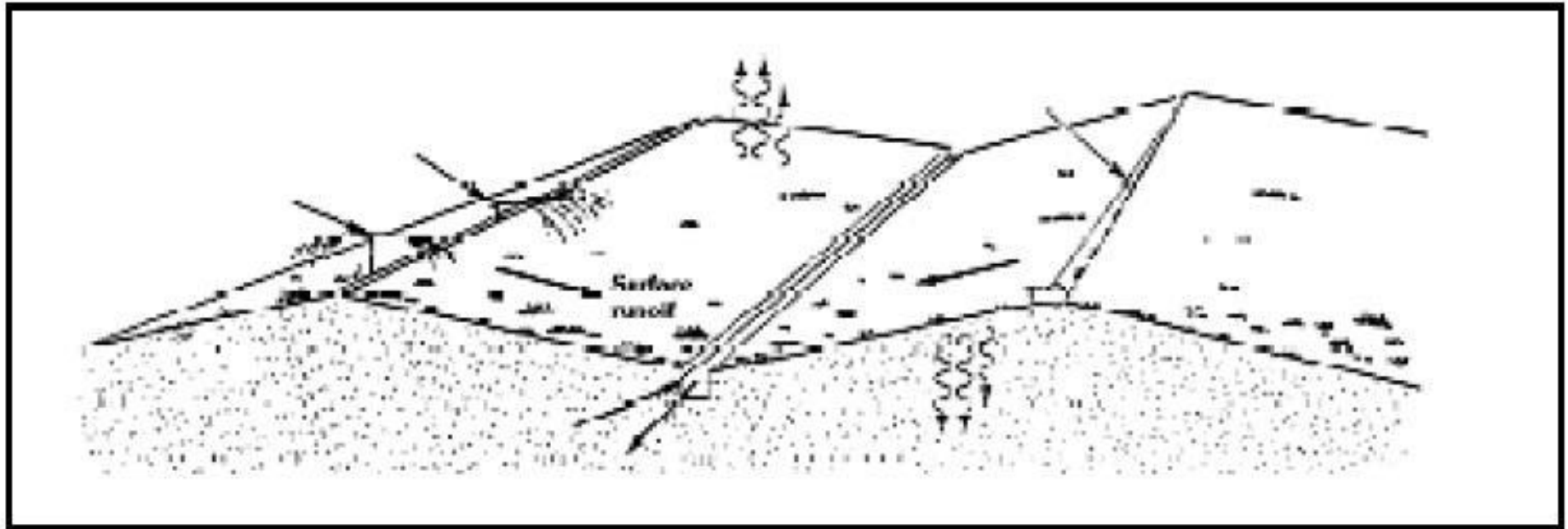
Χαρακτηριστικό	Τύπος 1	Τύπος 2	Τύπος 3
Κλίση	20% καλλιεργούμενες και 40% μη καλλιεργούμενες θέσεις		
Υδραυλική αγωγιμότητα εδάφους	Μέτρια		
Βάθους εδάφους (m)	> 0,6		
Βάθος υπόγειου υδροφορέα	0,60 – 3,10		
Κλιματικές συνθήκες	Αποθήκευση σε ψυχρά κλίματα		
Τεχνική εφαρμογής υδραυλικού φορτίου	Με καταιονισμό ή επιφανειακά ^α		
Ρυθμός φορτίου BOD ₅ (Kg/στρ.d)	0,3 – 1,1		
Ρυθμός υδραυλικού φορτίου (m/yr)	2 - 7	1,5 – 3,0	10 - 15
Απαιτούμενη έκταση (στρ./(10^3 m ³ /d)) ^β	60 - 200	200 - 600	25 - 35
Ελάχιστο επίπεδο προεπεξεργασίας	Πρωτοβάθμια καθίζηση ^γ		
Τελική διάθεση εφαρμοζόμενου υδραυλικού φορτίου	Εξατμισιοδιαπνοή και φιλτράρισμα		
Ανάγκη για βλάστηση	Απαιτείται		
Υπόγειο στραγγιστικό	Δεν απαιτείται		Απαιτείται

α: Περιλαμβάνει εφαρμογή με αυλάκια

β: Η έκταση δεν περιλαμβάνει ουδέτερη ζώνη, δρόμους και άλλους κοινόχρηστους χώρους

γ: Εξαρτάται από τη χρήση της εκροής και τον τύπο της φυτικής βλάστησης

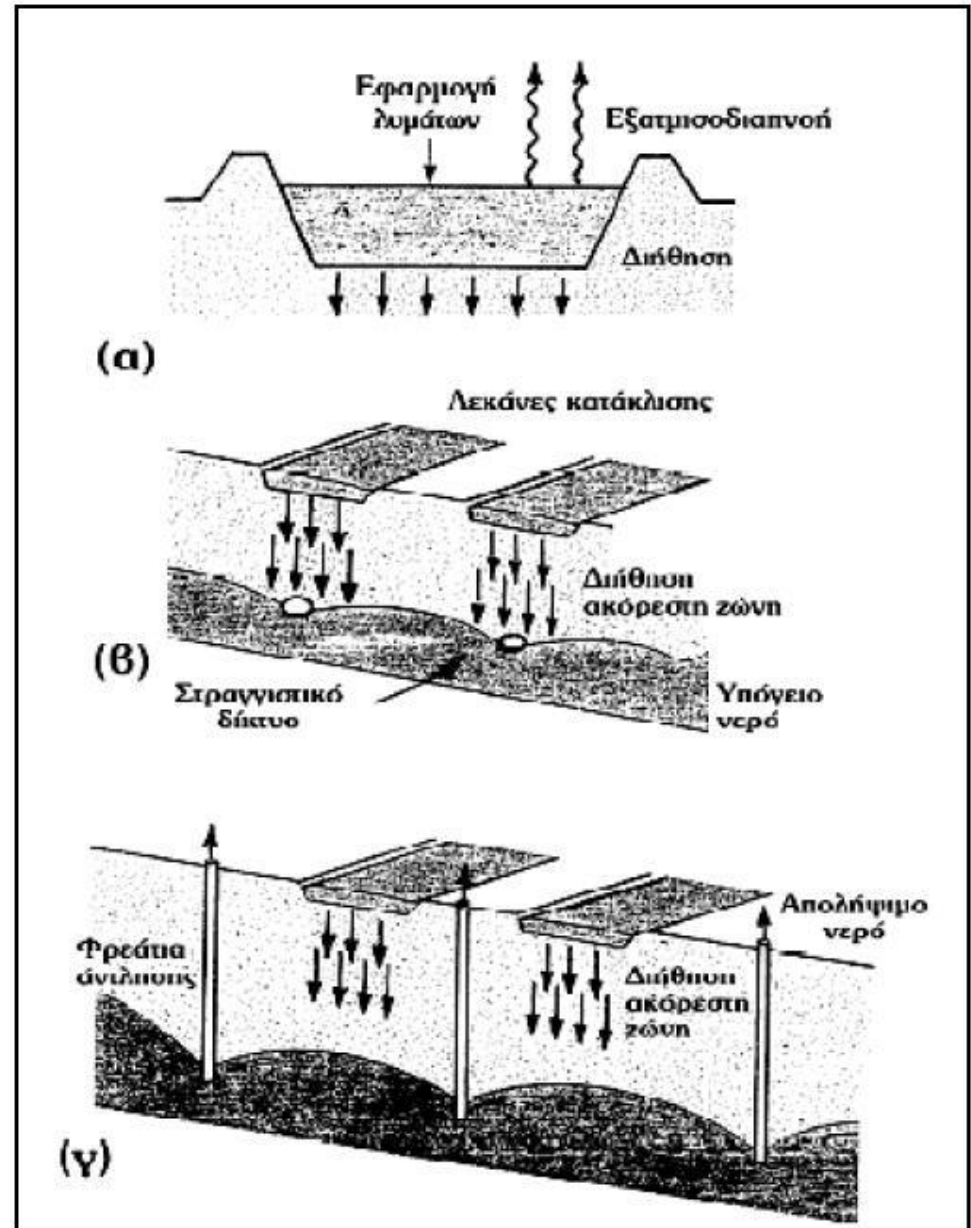
Σύστημα επιφανειακής εφαρμογής



Σύστημα ταχείας εφαρμογής

α) διαδικασίες κατά τη διάθεση,
β) στραγγιστικό δίκτυο
απόληψης λυμάτων, και
γ) φρεάτια απόληψης λυμάτων.

- Στα συστήματα βραδείας διήθησης και επιφανειακής απορροής, η βλάστηση αποτελεί σημαντική παράμετρο, ενώ σε αυτά της ταχείας διήθησης η βλάστηση δεν είναι απαραίτητη.



Πίνακας 3.1.: Σύγκριση χαρακτηριστικών θέσης και σχεδιασμού των εναλλακτικών φυσικών συστημάτων επεξεργασίας (Metcalf and Eddy, 1991, Crites and Tchobanoglous, 1998, Crites et al., 2000 και Angelakis, 2001).

Χαρακτηριστικά	SR (τύπος 1)	SR (τύπος 2)	RI	OF
Κλίση	20% καλλιεργούμενες και 40% μη καλλιεργούμενες θέσεις		Μη κρίσιμο	2 έως 8%
Υδραυλική αγωγιμότητα	Μέτρια		Ταχεία κατά τη διάρκεια εφαρμογής	Μικρή
Βάθος υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα (m)	> 3		1,5 – 3,1 κατά τη διάρκεια της ξήρανσης	Μη κρίσιμο
Κλίμα	Χειμερινή αποθήκευση σε ψυχρά κλίματα		Μη κρίσιμο	Μη κρίσιμο
Τεχνικές εφαρμογής	Εκτοξευτήρας ή επιφανειακή ^β		Συνήθως επιφανειακή	Εκτοξευτήρας ή επιφανειακή
Ρυθμοί φορτίου BOD ₅ (Kg/στρ. d)	0,30 – 1,10		4,50 – 18,00	0,550 – 2,25
Ρυθμός υδραυλικού φορτίου (m/yr)	1,50 – 3,00	2,00 – 7,00	6,10 – 91,50	7,30 – 56,70
Απαιτούμενη έκταση (στρ./ (10 ³ m ³ /d)) ^α	200 - 600	60 - 200	40 - 60	65 - 48
Ελάχιστη απαιτούμενη προεπεξεργασία	Πρωτοβάθμια καθίζηση ^γ			Εσχάρωση
Διάθεση εφαρμοζόμενης εκροής	Εξατμισιοδιαπνοή και διήθηση		Κυρίως διήθηση	Επιφανειακή απορροή και εξατμισιοδιαπνοή και μικρή διήθηση
Βλάστηση	Απαιτείται		Προαιρετική ^δ	Απαιτείται ^ε

α: Η έκταση δεν περιλαμβάνει ουδέτερη ζώνη, δρόμους και άλλους κοινόχρηστους χώρους

β: Περιλαμβάνει αυλάκια και τομές εδάφους

γ: Εξαρτάται από τη χρήση της εκροής και τον τύπο της φυτικής βλάστησης

δ: Μερικές φορές χρησιμοποιείται χορτοτάπητας

ε: Χρησιμοποιούνται υδρο-ανεκτικοί χορτοτάπητες

Υδατικά συστήματα (βασισόμενα στο νερό, υδροχαρή φυτά και υδρόβια πανίδα):

- Δεξαμενές σταθεροποίησης ή οξείδωσης
- Συστήματα υγροτόπων
- Υδατικά συστήματα με επιπλέοντα φυτά
- Υδατικά συστήματα με υδρόβια πανίδα

Χερσαία ή εδαφικά (βασισόμενα στο έδαφος):

- Βραδέως ρυθμού ή βραδείας εφαρμογής
- Ταχείας διήθησης
- Αβαθούς διάχυτης επιφανειακής ροής
- Διάθεση ιλύος στο έδαφος

Τεχνητοί Υγρότοποι

ΤΕΧΝΗΤΟΙ ΥΓΡΟΤΟΠΟΙ

Τεχνητοί Υγρότοποι

- Συστήματα **κατασκευασμένα** από τον άνθρωπο με τέτοιο τρόπο ώστε να **προσομοιώνουν** τη λειτουργία των φυσικών υγροτόπων στην απομάκρυνση των ρύπων.
- Χρησιμοποιούν **φυσικές, βιολογικές & χημικές διεργασίες**, οι οποίες βασίζονται στο νερό, το έδαφος, την ατμόσφαιρα (τον ήλιο & τον αέρα), τα φυτά & τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ των μικροοργανισμών.
- Χρησιμοποιούν **ανανεώσιμες πηγές ενέργειας**.

ΤΕΧΝΗΤΟΙ ΥΓΡΟΤΟΠΟΙ

Κύρια χαρακτηριστικά:

- Έχουν νερό σε σχετικά μικρό βάθος
- Έχουν χαρακτηριστικά εδάφη
- Έχουν χαρακτηριστική βλάστηση
- Διαφέρουν σε μέγεθος και χαρακτηριστικά

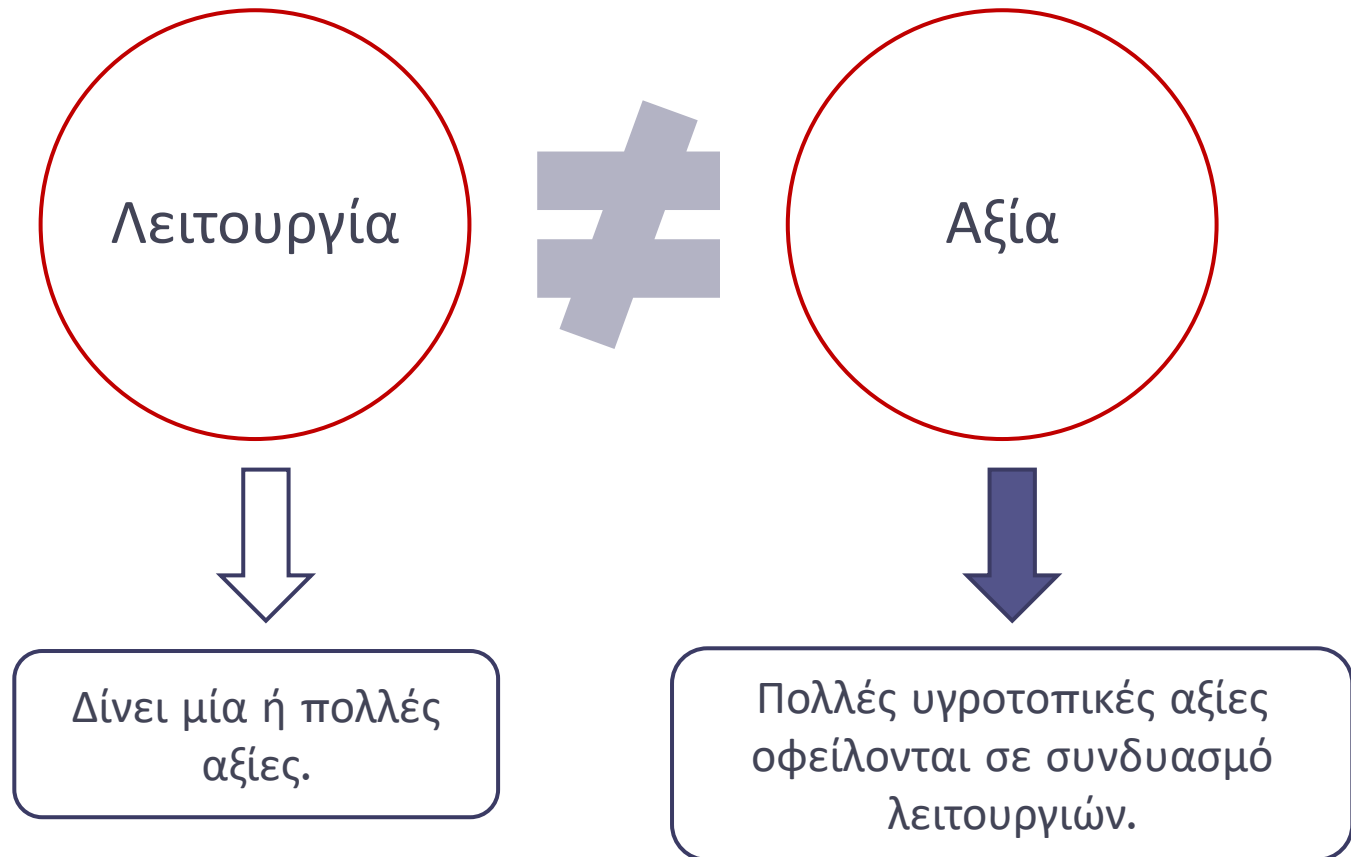
Λειτουργίες υγροτόπων

Οι υγρότοποι, ανάλογα με τη δομή τους και τις διεργασίες που συμβαίνουν στη λεκάνη απορροής, επιτελούν ποικίλες φυσικές λειτουργίες.



Απορρέουν από αυτές διάφορες αξίες για τον άνθρωπο.

Λειτουργίες υγροτόπων



Συνεργισμός: Η αξία των λειτουργιών ενός συμπλέγματος υγροτόπων μπορεί να είναι μεγαλύτερη εκείνης που θα προέκυπτε από το άθροισμα των αξιών που θα είχαν οι υγρότοποι αυτοί αν ήταν απομονωμένοι.

Αξίες των υγροτόπων

- Με τον όρο «αξίες» εννοούμε τις υπηρεσίες και αγαθά που προσφέρουν οι υγρότοποι στον άνθρωπο.
- **Απορρέουν** από τις φυσικές λειτουργίες των υγροτόπων.
- **Λειτουργική ανάλυση** ενός υγροτόπου:
 - Ποιες λειτουργίες συμβαίνουν σε έναν υγρότοπο
 - Αντικειμενική διαδικασία
- **Διαπίστωση αξιών** ενός υγροτόπου για τον άνθρωπο → επηρεάζεται από υποκειμενικούς παράγοντες.
- Οι αξίες των υγροτόπων **δεν** είναι ανεξάρτητες μεταξύ τους.
 - Η αναβάθμιση ή υποβάθμιση της μιας προκαλεί αντίστοιχα την αναβάθμιση ή υποβάθμιση μιας ή περισσότερων άλλων αξιών.

Αξίες των υγροτόπων

1. Βιολογική (βιοποικιλότητα)
2. Υδρευτική
3. Αρδευτική
4. Αλιευτική
5. Κτηνοτροφική
6. Αντιπλημμυρική
7. Αξία βελτιωτική της ποιότητας του νερού
8. Αξία αναψυχής
9. Πολιτιστική
10. Προστασία από τον ανθρωπογενή εμπλουτισμό της ατμόσφαιρας με διοξείδιο του άνθρακα
11. Θηραματική
12. Επιστημονική
13. Εκπαιδευτική
14. Υλοτομική
15. Υδροηλεκτρική
16. Αλατοληπτική
17. Αμμοληπτική
18. Αντιδιαβρωτική
19. Ιαματική
20. Μεταφορική

Λειτουργίες των υγροτόπων



Εμπλουτισμός υπόγειων υδροφόρων

Τροποποίηση πλημμυρικών φαινομένων

Παγίδευση ιζημάτων και άλλων ουσιών

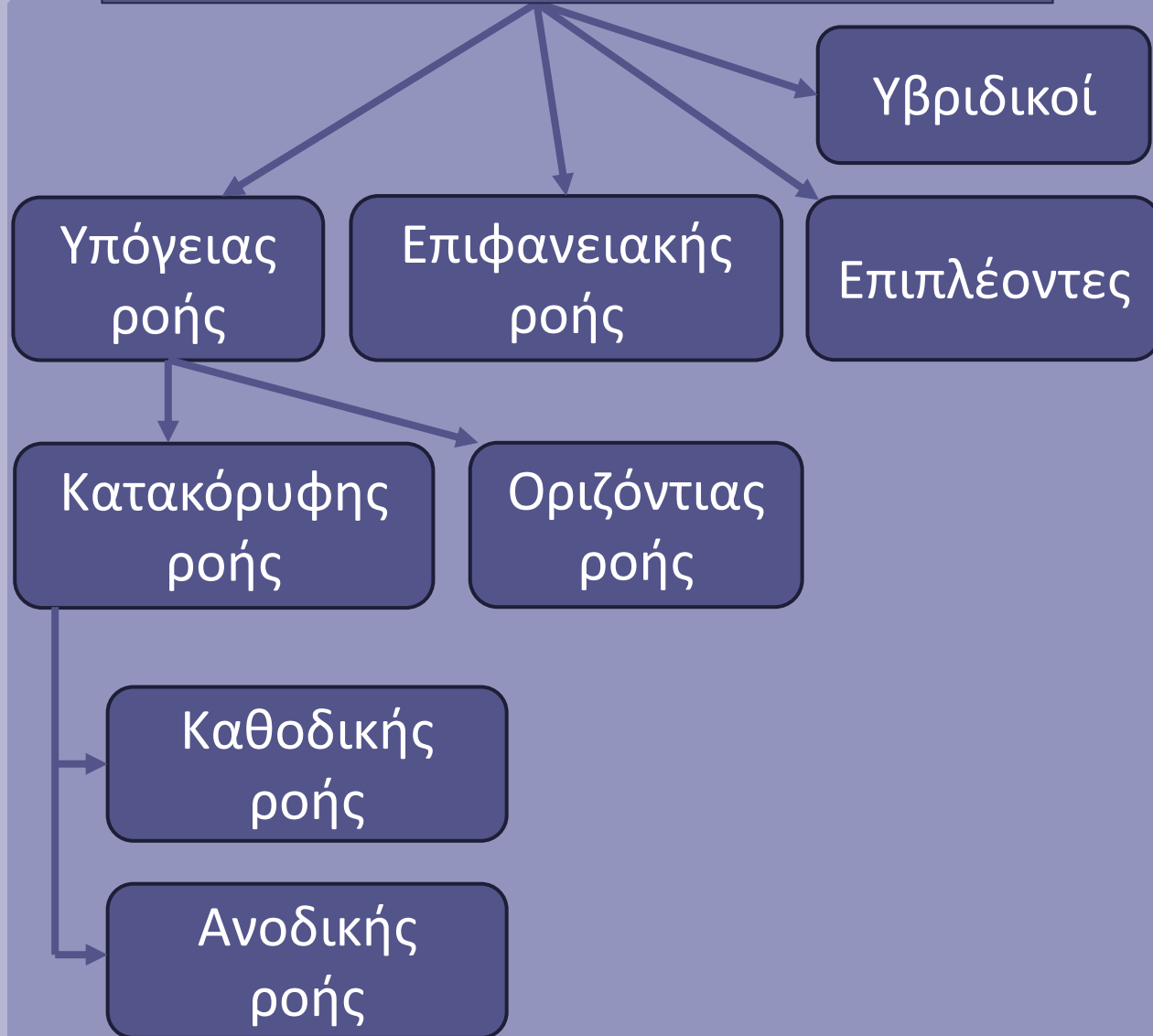
Απορρόφηση διοξειδίου του άνθρακα

Αποθήκευση και ελευθέρωση θερμότητας

Δέσμευση ηλιακής ακτινοβολίας και στήριξη τροφικών πλεγμάτων

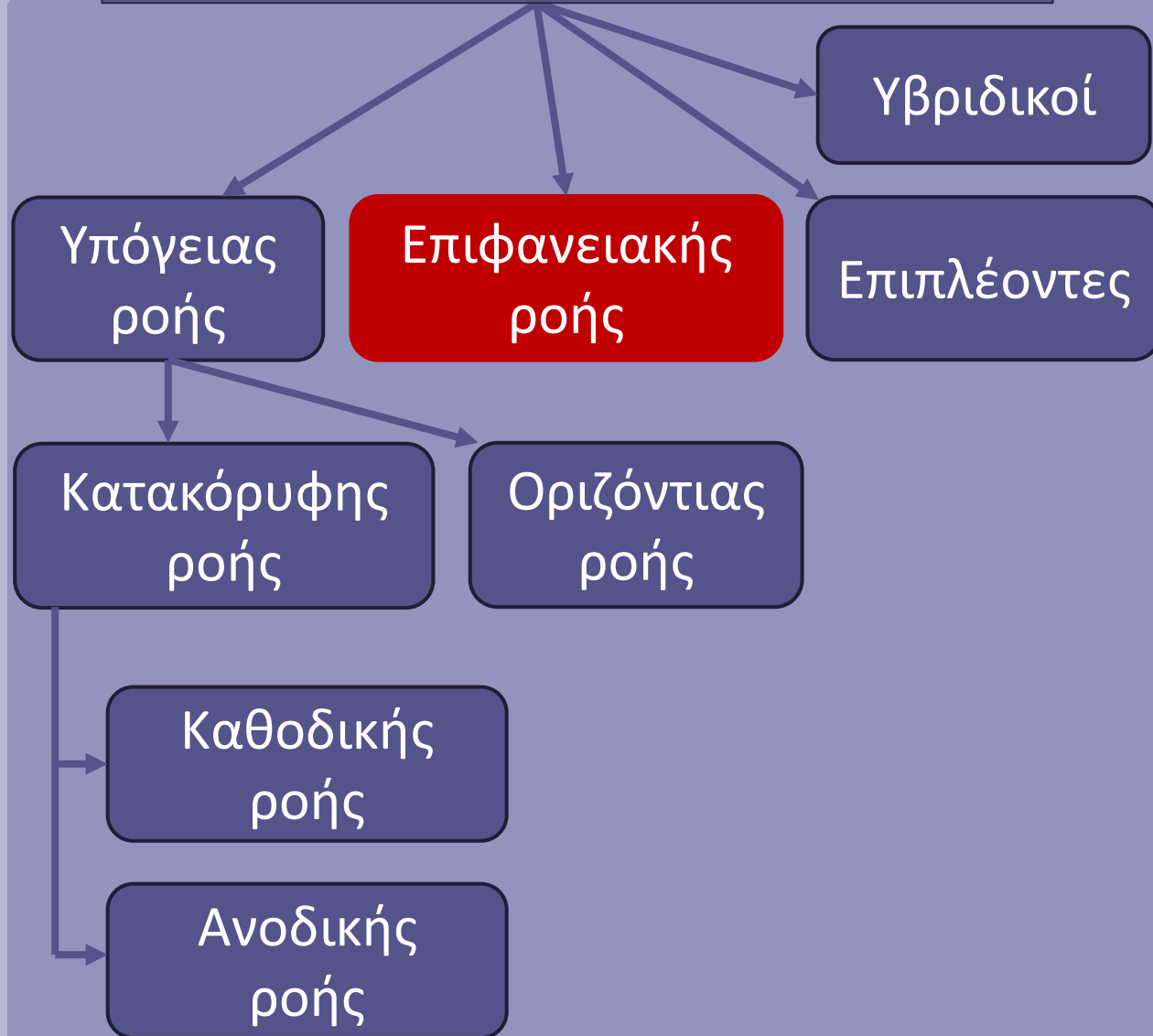
Τεχνητοί Υγρότοποι

ΤΕΧΝΗΤΟΙ ΥΓΡΟΤΟΠΟΙ

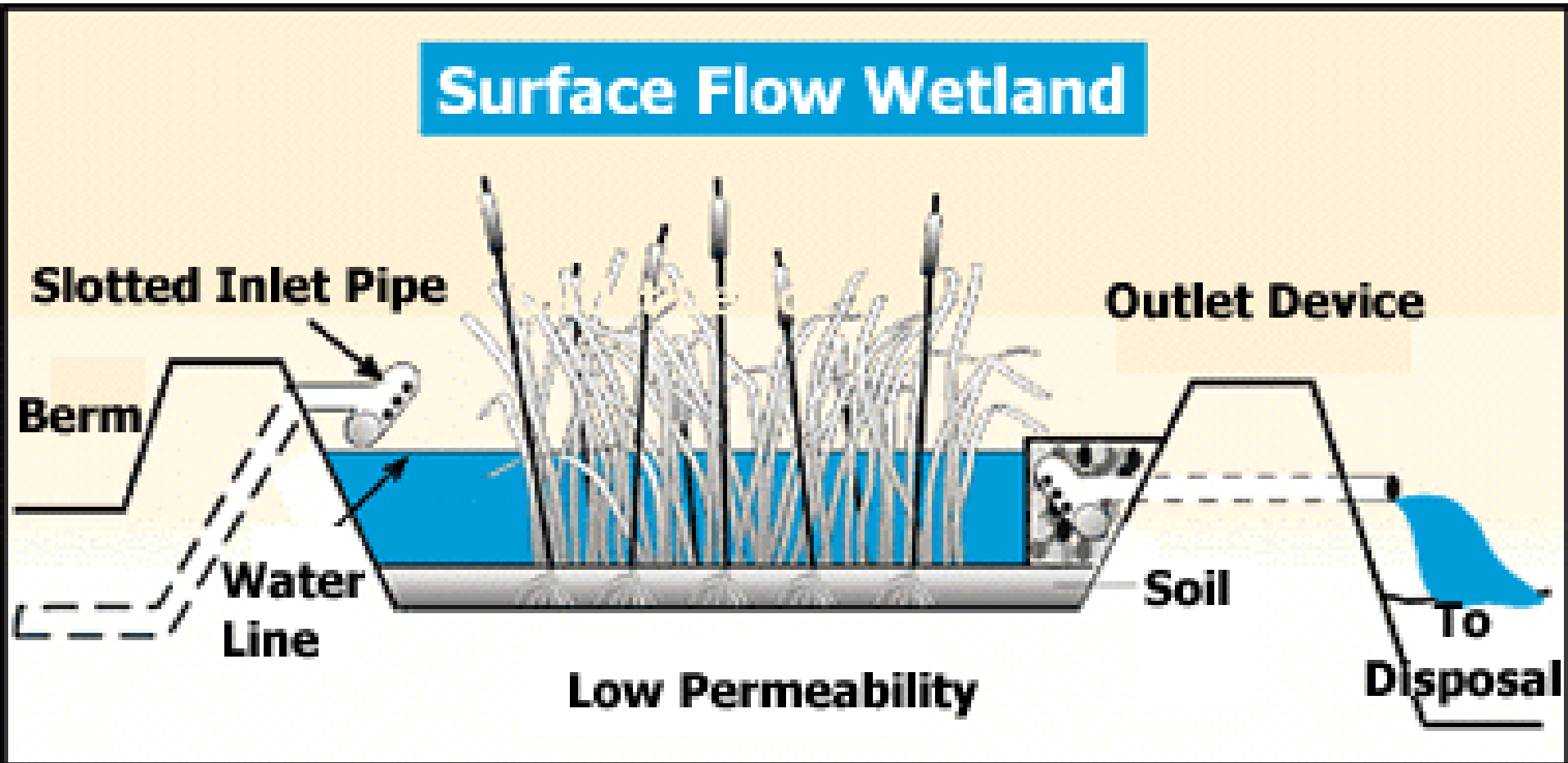


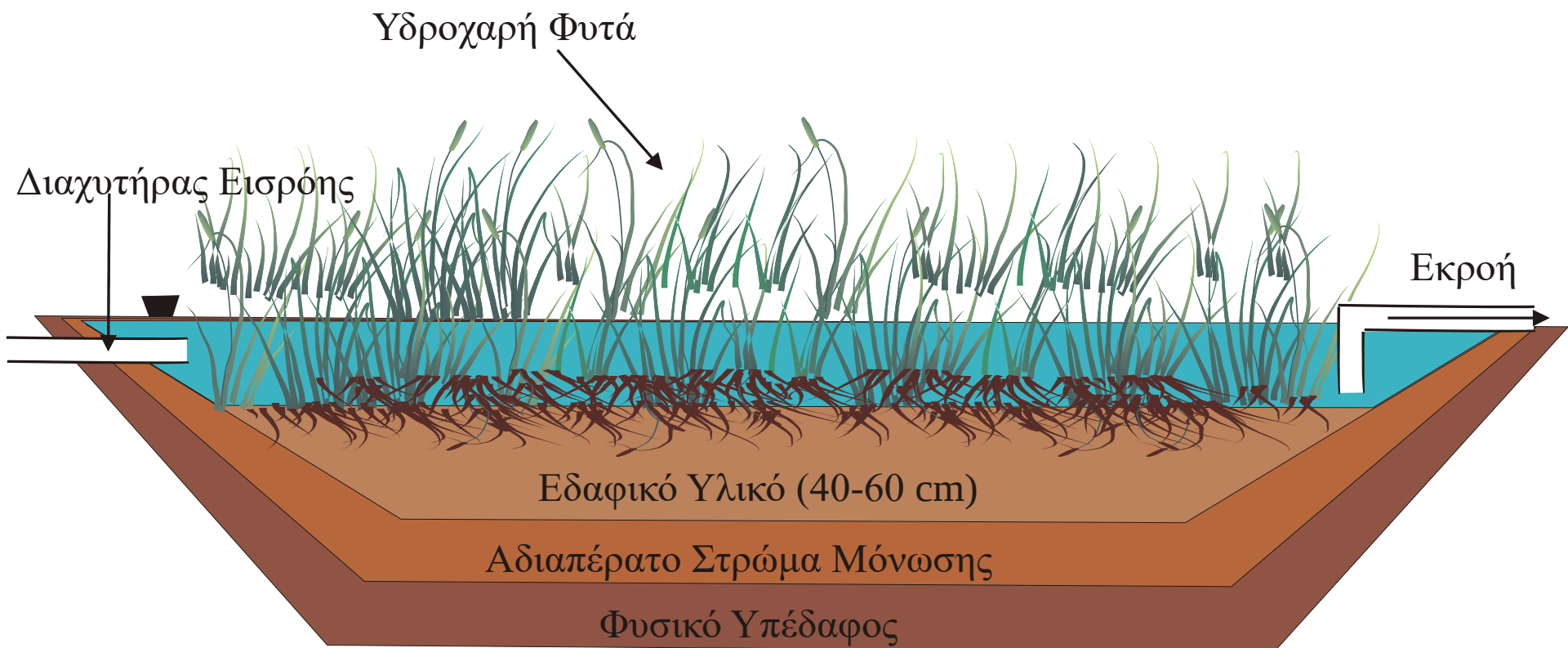
Τεχνητοί Υγρότοποι

ΤΕΧΝΗΤΟΙ ΥΓΡΟΤΟΠΟΙ



ΤΥ επιφανειακής ροής (FWS CWs)





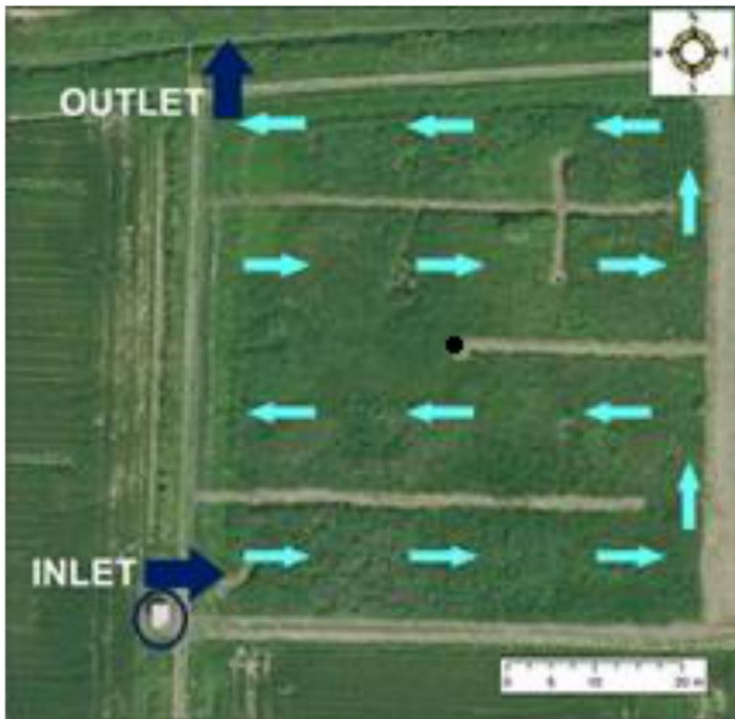
ΤΥ επιφανειακής ροής (FWS CWS)

- ❑ Τα συστήματα αυτά αποτελούνται από μια ή περισσότερες **στεγανές αβαθείς λεκάνες ή τάφρους (40 έως 60 cm βάθος)**, στις οποίες έχει προστεθεί έδαφος ή άλλο κατάλληλο **πληρωτικό υλικό** που στηρίζει την υγρατοπική βλάστηση (π.χ., ψαθί, καλάμι και/ή βούρλο), και έχουν εξοπλιστεί με **κατάλληλους σωλήνες εισροής και εκροής**.
- ❑ Το υγρό απόβλητο ρέει σε βάθη από **10 μέχρι 45 εκατοστά**, και είναι **εκτεθειμένο στην ατμόσφαιρα, τον αέρα και την άμεση ηλιακή ακτινοβολία**.
- ❑ Το νερό ρέει μέσω του υγρατόπου και έρχεται σε επαφή με τους κόκκους του εδάφους και τα μέρη του φυτού, επιτρέποντας έτσι μια σειρά φυσικών, βιολογικών και χημικών διεργασιών, οι οποίες συμβάλλουν στην υποβάθμιση και την **απομάκρυνση διαφόρων ρύπων**.
- ❑ Μια **ανοξική/αναερόβια ζώνη** επικρατεί στο κατώτερο στρώμα του υγρατοτόπου, ενώ κοντά στην επιφάνεια επικρατεί **μια αερόβια ζώνη**, η οποία οξυγονώνεται με φυσικό επαναερισμό μέσω της κίνησης των φυτών λόγω του αέρα.
- ❑ Παρόλο που το στρώμα εδάφους κάτω από το νερό είναι αναερόβιο, οι **ρίζες των φυτών απελευθερώνουν οξυγόνο** στην περιοχή, δημιουργώντας ένα περιβάλλον με πολύπλοκη βιολογική και χημική δραστηριότητα.
- ❑ Ωστόσο, σχεδόν το στάσιμο νερό αυξάνει την πιθανότητα αναπαραγωγής **κουνουπιών**.



Παράδειγμα ΤΥΕΡ για την επεξεργασία αγροτικών απορροών

Surface flow constructed wetlands (SFCW) scheme.



(a)



(b)

Tolomio et al. (2019). Multi-Year N and P Removal of a 10-Year-Old Surface Flow Constructed Wetland Treating Agricultural Drainage Waters

ΤΥ επιφανειακής ροής (FWS CWs)

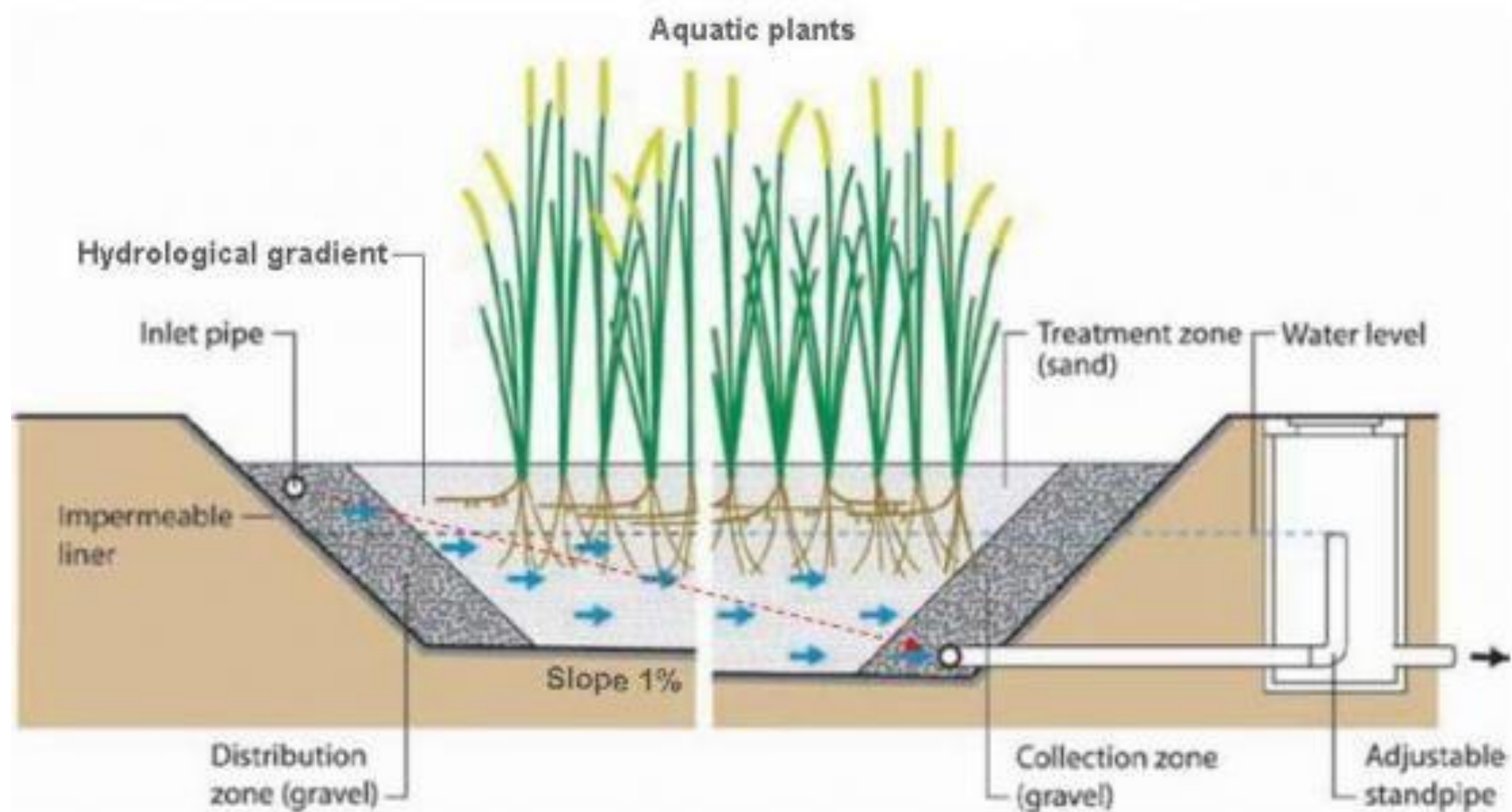
- Αποτελεσματικοί στην απομάκρυνση αιωρούμενων στερεών (SS) και BOD_5 .
- Υψηλή απομάκρυνση αζώτου (N), παθογόνων και άλλων ρύπων (π.χ. βαρέα μέταλλα).
- Περιορισμένη αφαίρεση φωσφόρου (P).
- Διακύμανση διαλυμένου οξυγόνου (DO): Υψηλή κοντά στην επιφάνεια-σχεδόν μηδέν κοντά στον πυθμένα.
- Οι τυπικές εφαρμογές: προηγμένη επεξεργασία δευτερογενών λυμάτων & επεξεργασία απορροής υδάτων.
- Συνήθως εξοπλισμένα με ένα στάδιο προεπεξεργασίας.
- Συνήθως απαιτούν υψηλότερη επιφάνεια σε σύγκριση με άλλους τύπους ΤΥ για την ίδια ροή λυμάτων και τα ίδια χαρακτηριστικά.
- Τείνουν να μοιάζουν καλύτερα με τους φυσικούς υγρότοπους και, ως εκ τούτου, παρέχουν περισσότερα οφέλη για τα ενδιαφέροντα της άγριας ζωής.

Τεχνητοί Υγρότοποι

ΤΕΧΝΗΤΟΙ ΥΓΡΟΤΟΠΟΙ



ΤΥ οριζόντιας υπόγειας ροής (HSF CWs)



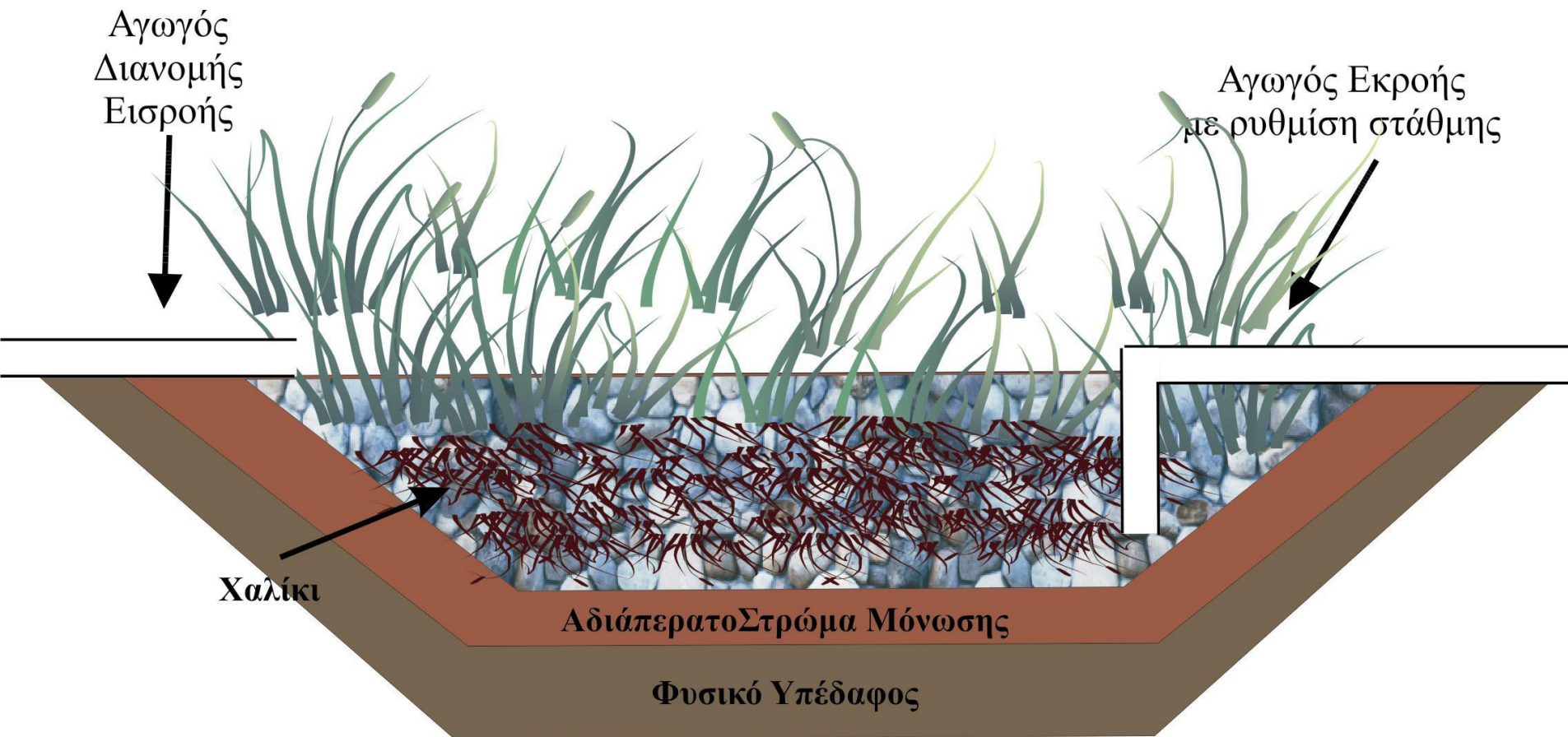
Αγωγός
Διανομής
Εισροής

Αγωγός Εκροής
με ρυθμίστη στάθμης

Χαλίκι

Αδιάπερατο Στρώμα Μόνωσης

Φυσικό Υπόδαφος

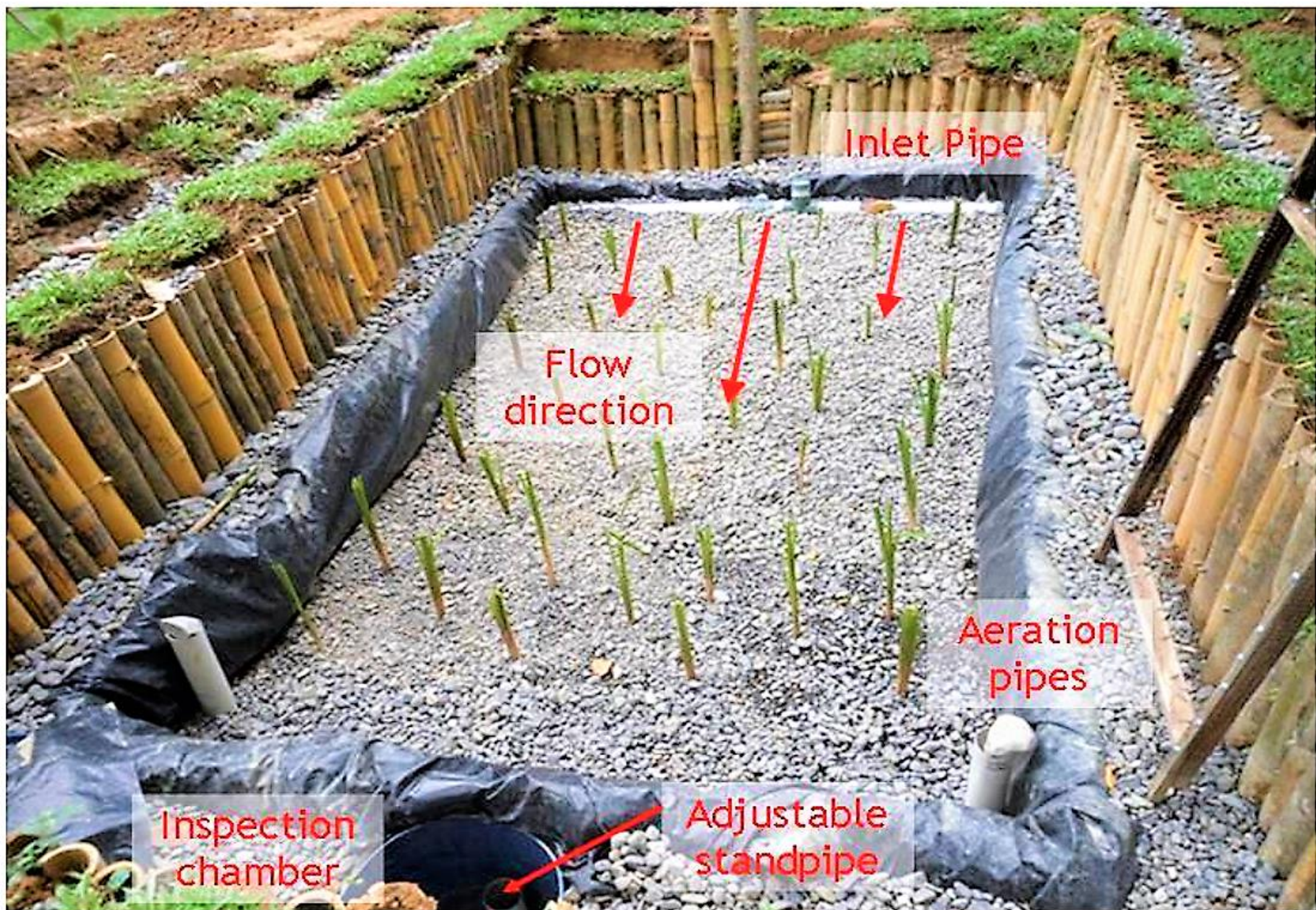


ΤΥ οριζόντιας υπόγειας ροής (HSF CWs)

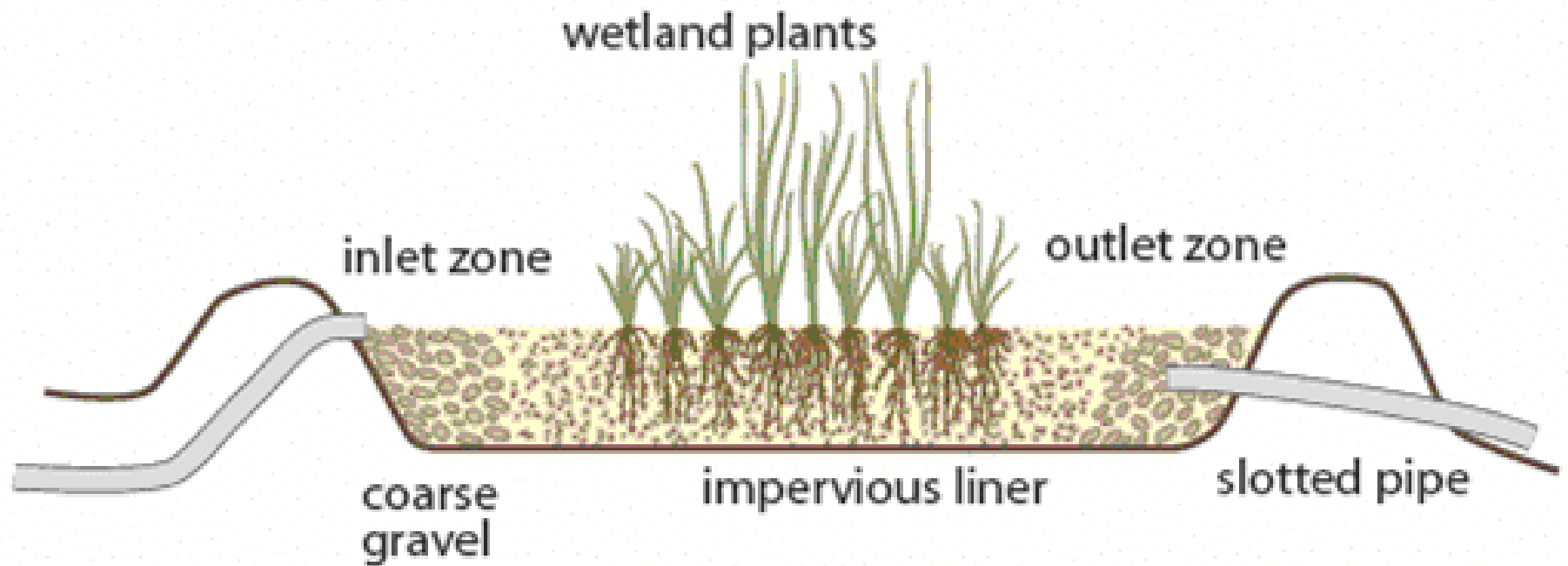
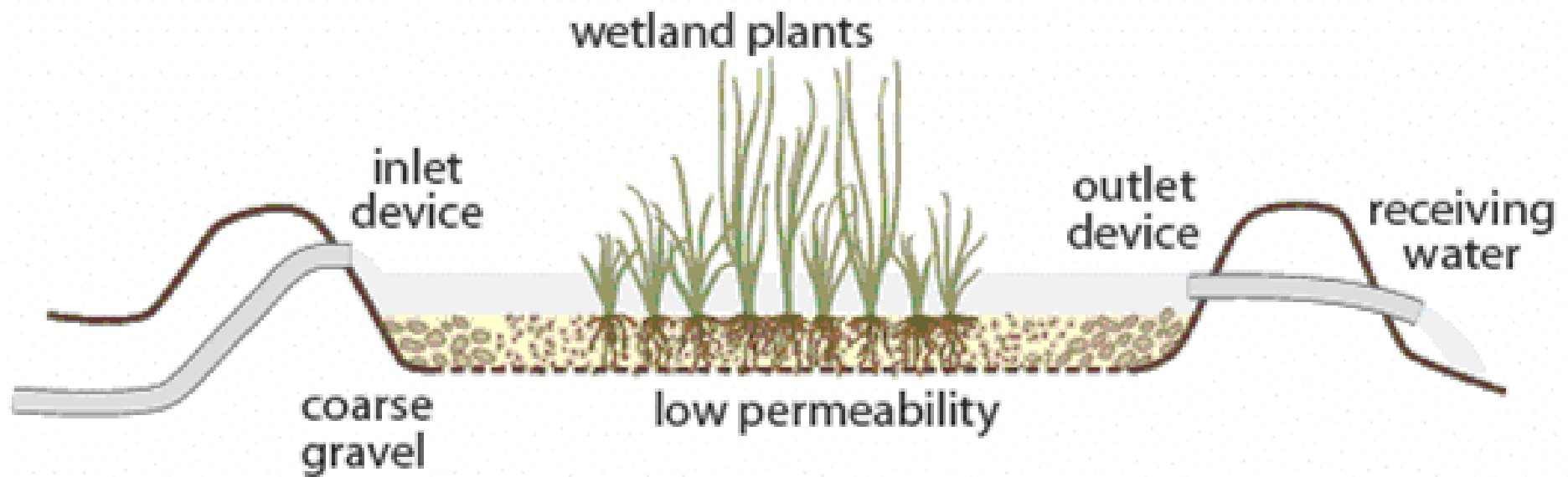
- Αποτελούνται από **μεγάλες λεκάνες** – κανάλια με πληρωτικό υλικό όπως χαλίκι και άμμο, φυτεμένες με υδροχαρή βλάστηση.
- Έχουν βάθος περίπου **0,5 με 1 m** και έχουν **στεγανοποιηθεί** (πεπιεσμένη αργιλική στρώση ή γεωμεμβράνη) για τη κατακράτηση των στραγγισμάτων.
- Το υπόστρωμα, το οποίο συνήθως είναι χαλίκι ή μείγμα άμμου και χαλικιού, υποστηρίζει την ανάπτυξη της βλάστησης.
- Το βάθος του υποστρώματος κυμαίνεται μεταξύ 30 και 80 cm ανάλογα με το βάθος της ρίζας του φυτού, ενώ ο πυθμένας του στρώματος καλύπτεται από μια αδιαπέραστη γεωμεμβράνη.
- Το υγρό απόβλητο διατηρείται κάτω **από την επιφάνεια του πορώδους μέσου –υποστρώματος** και κινείται ανάμεσα στο υπόστρωμα και γύρω από το ριζικό σύστημα.
- Η **κύρια διαφορά** με τα FWS CWs είναι ότι δεν υπάρχει επιφάνεια νερού που εκτίθεται στην ατμόσφαιρα, καθώς το νερό ρέει οριζόντια κατά μήκος της κλίνης κάτω από την επιφάνεια του υποστρώματος μέσω των πόρων του πορώδους μέσου και των ριζών του φυτού.
- Η κλίση πρέπει να έχει μήκος έτσι ώστε να **μεγιστοποιείται η διαδρομή της ροής**.
- Μια ευρεία **ζώνη εισόδου** χρησιμοποιείται για την ομοιόμορφη διανομή του λύματος.
- Η κλίση του πυθμένα είναι συνήθως **1-3%** εφαρμόζεται συνήθως για την προώθηση της βαρυτικής ροής του νερού.
- Όσον αφορά τη βλάστηση, κατάλληλο θεωρείται οποιοδήποτε φυτό με **ριζικό σύστημα** που αναπτύσσεται σε **βάθος** και μπορεί να αναπτυχθεί σε περιβάλλον υγρό και πλούσιο σε θρεπτικά άλατα.
- Η **απομάκρυνση των ρύπων** γίνεται μέσω της επαφής του αποβλήτου με το πληρωτικό υλικό και το ριζικό σύστημα.

ΤΥ οριζόντιας υπόγειας ροής (HSF CWs)

- Σε σύγκριση με τα συστήματα EP, οι ΤΥΟΥΡ (HSF CWs) έχουν υψηλότερο επενδυτικό κόστος, αν και η ζήτηση περιοχής είναι μικρότερη.
- Τα συστήματα HSF είναι αποτελεσματικά στην επεξεργασία αστικών λυμάτων. Η παρουσία φυτικών ριζών και πορωδών μέσων ευνοεί την ανάπτυξη του βιοφίλμ, το οποίο ενισχύει την απομάκρυνση της οργανικής ύλης (OM) και του SS, ενώ η απομάκρυνση των θρεπτικών ουσιών (N και P) συνήθως φτάνει σε χαμηλότερα επίπεδα.





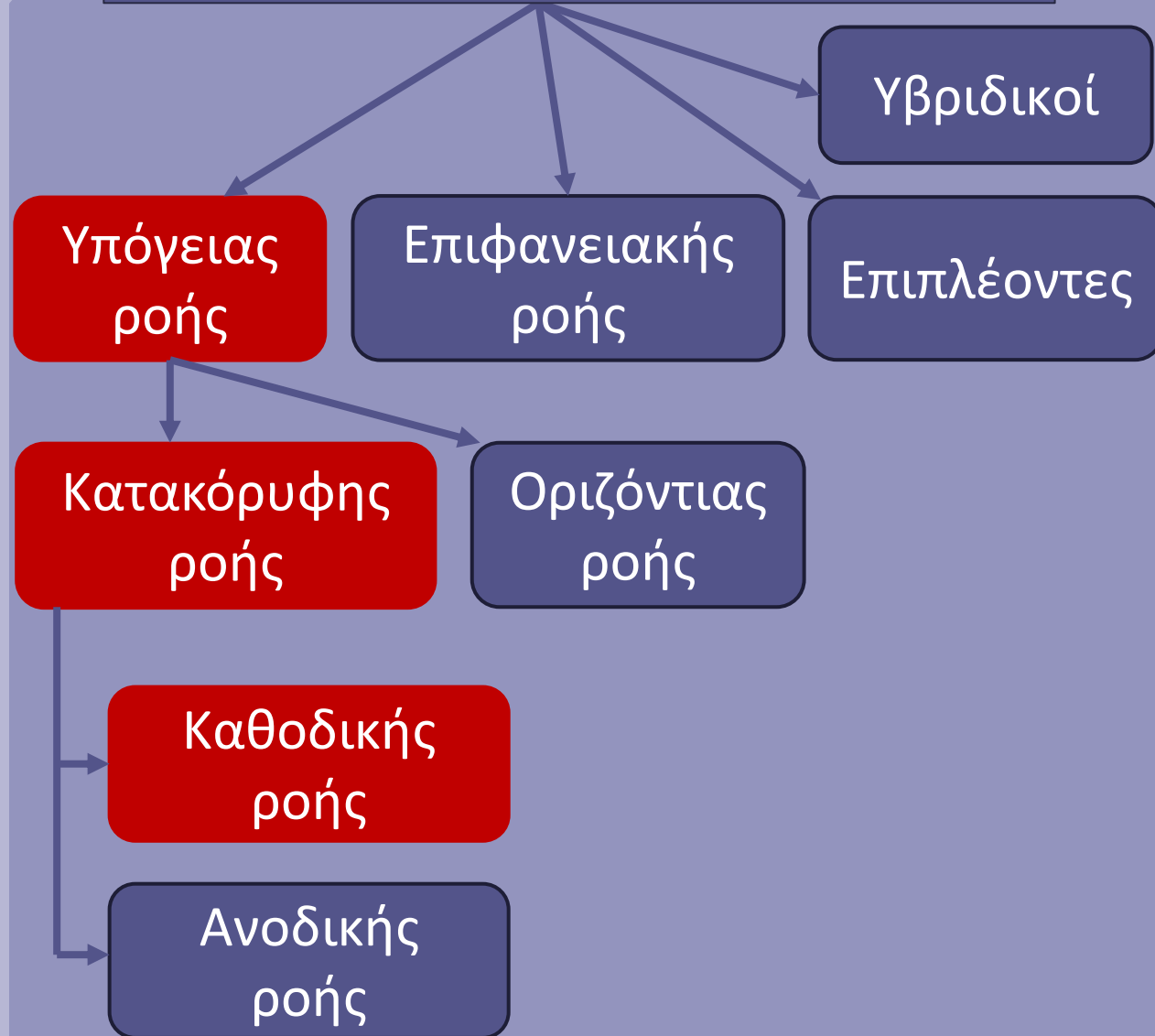


ΤΥ οριζόντιας υπόγειας ροής (HSF CWs)

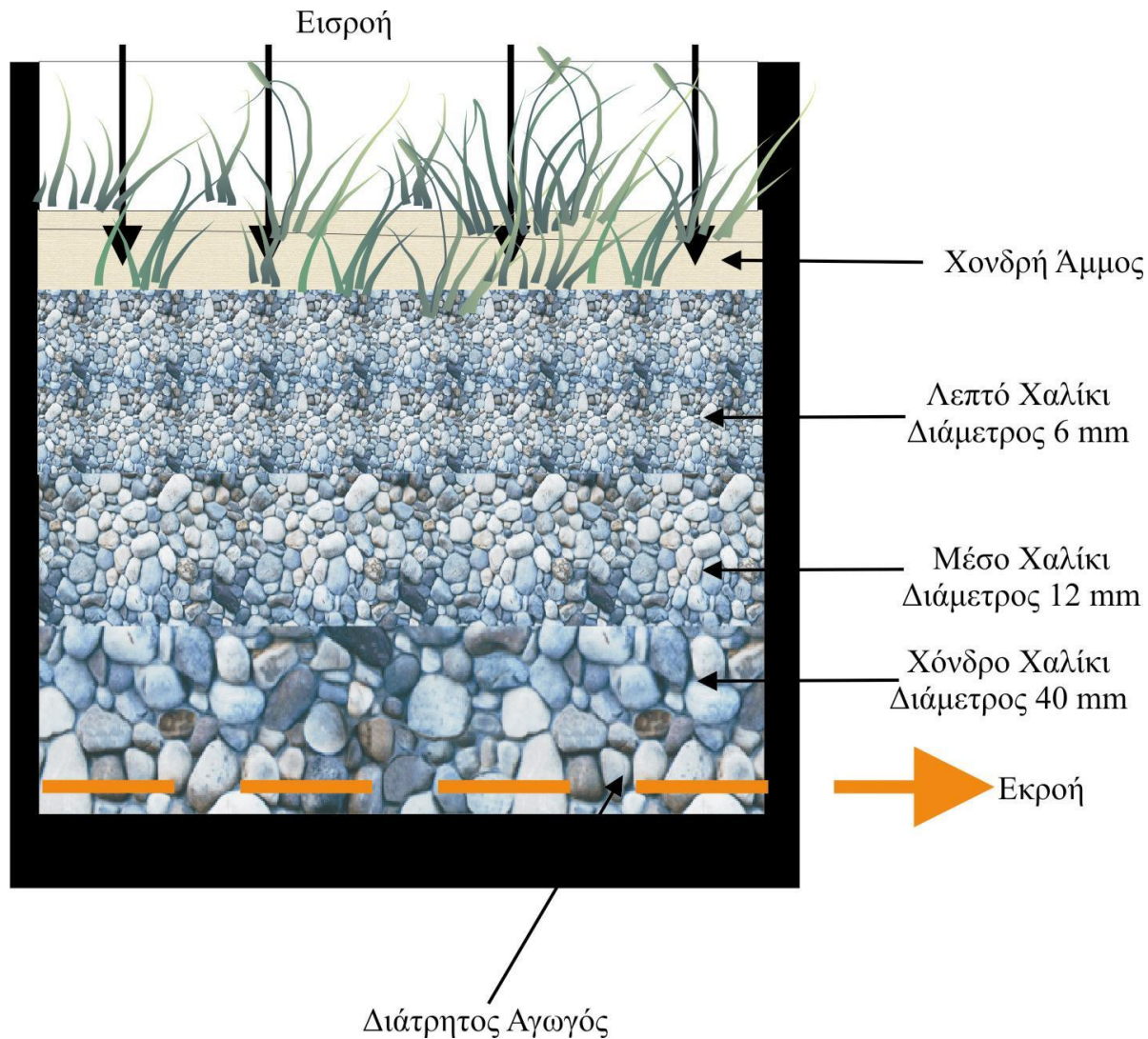
- Σε σύγκριση με τα συστήματα EP, οι ΤΥΟΥΡ (HSF CWs) έχουν υψηλότερο επενδυτικό κόστος, αν και η ζήτηση περιοχής είναι μικρότερη.
- Τα συστήματα HSF είναι αποτελεσματικά στην επεξεργασία αστικών λυμάτων. Η παρουσία φυτικών ριζών και πορωδών μέσων ευνοεί την ανάπτυξη του βιοφίλμ, το οποίο ενισχύει την απομάκρυνση της οργανικής ύλης (OM) και του SS, ενώ η απομάκρυνση των θρεπτικών ουσιών (N και P) συνήθως φτάνει σε χαμηλότερα επίπεδα.

Τεχνητοί Υγρότοποι

ΤΕΧΝΗΤΟΙ ΥΓΡΟΤΟΠΟΙ



ΤΥ κατακόρυφης ροής (VF CWs)



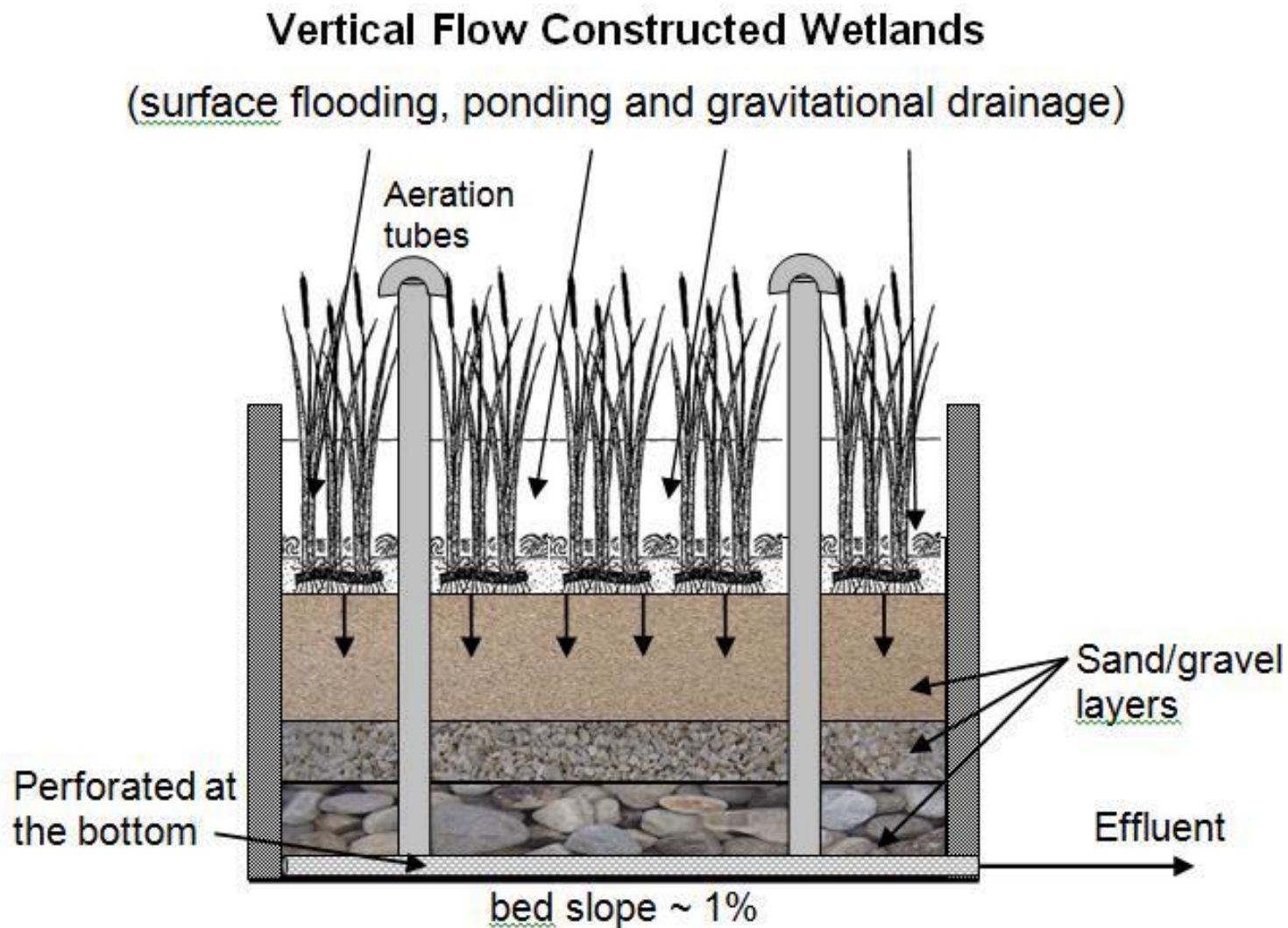
ΤΥ κατακόρυφης ροής (VF CWs)

- ❑ Η πιο **κοινή ρύθμιση** συστήματος περιλαμβάνει μία κλίνη γεμάτη με στρώματα χαλικιού / άμμου με αυξανόμενη διαβάθμιση με βάθος.
- ❑ Το **βάθος** της κλίνης κυμαίνεται από 0,9 έως 1,20 m
- ❑ Το κάτω μέρος της κλίνης έχει μια μικρή **κλίση** (1-2%), η οποία επιτρέπει τη συλλογή νερού και αποχέτευσης από τη μονάδα.
- ❑ Ομοίως με τους άλλους τύπους CW, ο πυθμένας καλύπτεται από **γεωμεμβράνη** ή μπορεί να είναι κατασκευασμένος από οπλισμένο σκυρόδεμα.
- ❑ Το υγρό απόβλητο εφαρμόζεται στην **επιφάνεια** μέσω ενός δικτύου διάτρητων σωλήνων ώστε να επιτευχθεί ομοιόμορφη κατάκλιση (τα λύματα εφαρμόζονται σε μεγάλες παρτίδες στην επιφάνεια της κλίνης).
 - πλημμυρίζοντας ολόκληρη την επιφάνεια,
 - δημιουργία για σύντομο χρονικό διάστημα συγκέντρωσης νερού 3-5 cm, και
 - στη συνέχεια, διήθηση και αποστράγγιση κάθετα από τη βαρύτητα μέσω των πορωδών μέσων (υπόστρωμα)
 - και συλλέγεται στον πυθμένα, όπου βρίσκεται ένα σύστημα διάτρητων σωλήνων συλλογής και αερισμού.

ΤΥ κατακόρυφης ροής (VF CWs)

- ❑ Η κλίνη αποτελείται από διάφορα στρώματα.
- ❑ Το **πρώτο στρώμα** κοντά στον πυθμένα περιλαμβάνει χαλίκι αποστράγγισης (20 εκ. πάχος το ελάχιστο), το πιο πάνω αποτελείται **από χαλίκι και άμμο** (10-30 εκ. πάχος) και το επιφανειακό στρώμα περιλαμβάνει τη **βλάστηση**, η οποία αναπτύσσεται σε βάθος.
- ❑ Το συνολικό βάθος κυμαίνεται μεταξύ **0,9 μ μέχρι 1,2 μ** με ελάχιστη κλίση πυθμένα 1%.
- ❑ Δύο φάσεις εμφανίζονται σε αυτά τα συστήματα: αυτό της **κατάκλισης και αυτό της ηρεμίας**.
- ❑ Η πιο σημαντική διαφορά ανάμεσα σε ένα σύστημα κατακόρυφης και ένα οριζόντιας υπόγειας ροής δεν είναι τόσο η κατεύθυνση της ροής όσο οι φάσεις της κατάκλισης και ξήρανσης καθώς και των ενισχυμένων αερόβιων συνθηκών στους Κ.Ρ, παράγοντες που οδηγούν σε **μειωμένες απαιτήσεις έκτασης**.

ΤΥΚΡ με διαλείπουσα φόρτιση (καθοδική ροή-downflow)



ΤΥΚΡ με διαλείπουσα φόρτιση (καθοδική ροή-downflow)

Το υγρό απόβλητο **εφαρμόζεται ομοιόμορφα** (με κατάλληλη συσκευή ή δίκτυο διάτρητων σωλήνων) σε μεγάλους όγκους στην επιφάνεια του κρεβατιού σε πολύ σύντομο χρονικό διάστημα, πλημμυρίζοντας έτσι ολόκληρη την επιφάνεια CW



Η ταχεία εισαγωγή λυμάτων στην επιφάνεια δημιουργεί **προσωρινή συγκέντρωση νερού 3-5 cm** και προσωρινές κορεσμένες συνθήκες στα ανώτερα στρώματα.



Στη συνέχεια, το νερό **αποστραγγίζεται** κάθετα από τη βαρύτητα μέσω των πορωδών στρωμάτων μέσω της κλίνης σε κατάσταση ακόρεστης ροής.



Καθώς το νερό αποστραγγίζεται, αέρας από την ατμόσφαιρα **εισέρχεται** στο σύστημα και γεμίζει τον κενό χώρο των μέσων.



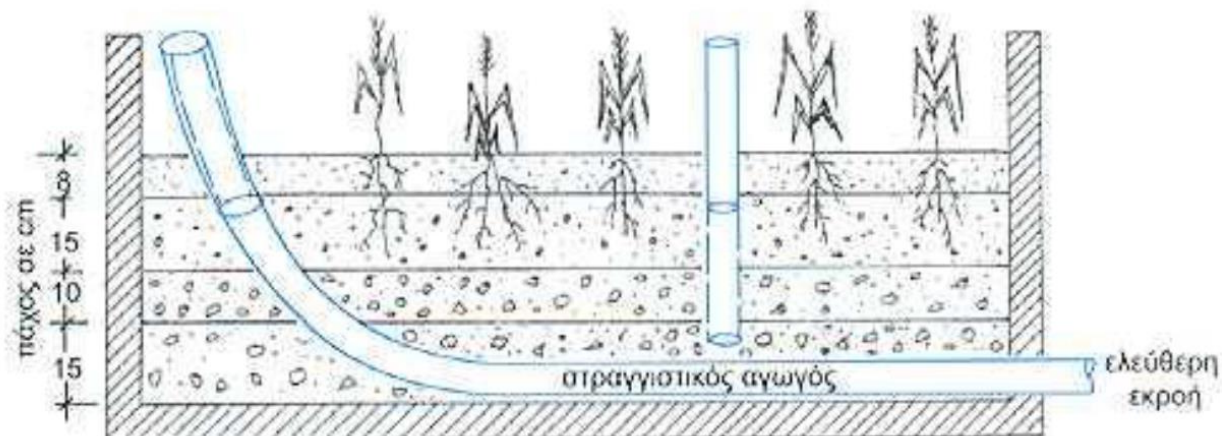
Μετά την πλήρη αποστράγγιση του νερού, εφαρμόζεται **περίοδος ανάπαυσης** για την πλήρη αποκατάσταση των αερόβιων συνθηκών εντός της κλίνης και για να επιτραπεί η οξείδωση του συσσωρευμένου ΟΜ ώστε να αποφευχθεί η απόφραξη της κλίνης.

- Αυτή η στρατηγική τροφοδοσίας ευνοεί επίσης τη **διαδικασία νιτροποίησης**.
- Συνήθως, ο **αριθμός των δόσεων** λυμάτων ανά ημέρα δεν είναι πολύ υψηλός (3-10), προκειμένου να επιτραπεί η πλήρης αποστράγγιση του φορτωμένου νερού μεταξύ δύο παρτίδων.

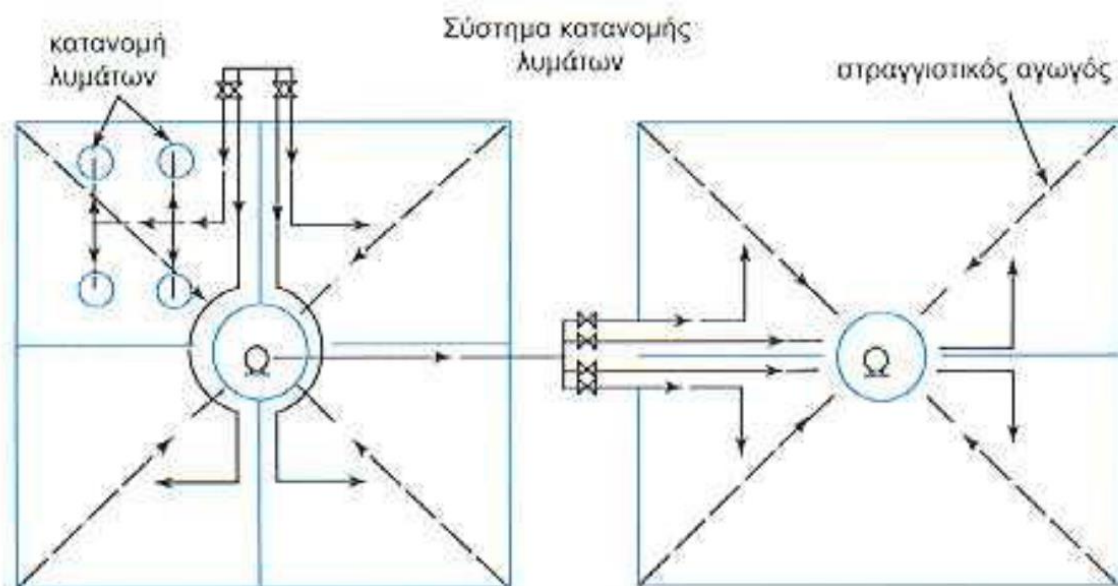
ΤΥ κατακόρυφης ροής (VF CWs)

- **Καθεστώς τροφοδοσίας:**
 - Υψηλότερη ικανότητα μεταφοράς οξυγόνου (OTC),
 - Ενίσχυση του αερισμού,
 - Αερόβιες συνθήκες για την νιτροποίηση και αποσύνθεση οργανικής ύλης,
 - Δεν ευνοείται η απονιτροποίηση,
 - Περιορισμένη απομάκρυνση P.

- Έχουν **μικρότερες απαιτήσεις εμβαδού** (έως $2 \text{ m}^2 / \text{pe}$) σε σύγκριση με ΤΥ ΟΥΡ (συνήθως $5-10 \text{ m}^2 / \text{pe}$), γεγονός που συνεπάγεται επίσης χαμηλότερο κόστος κατασκευής.



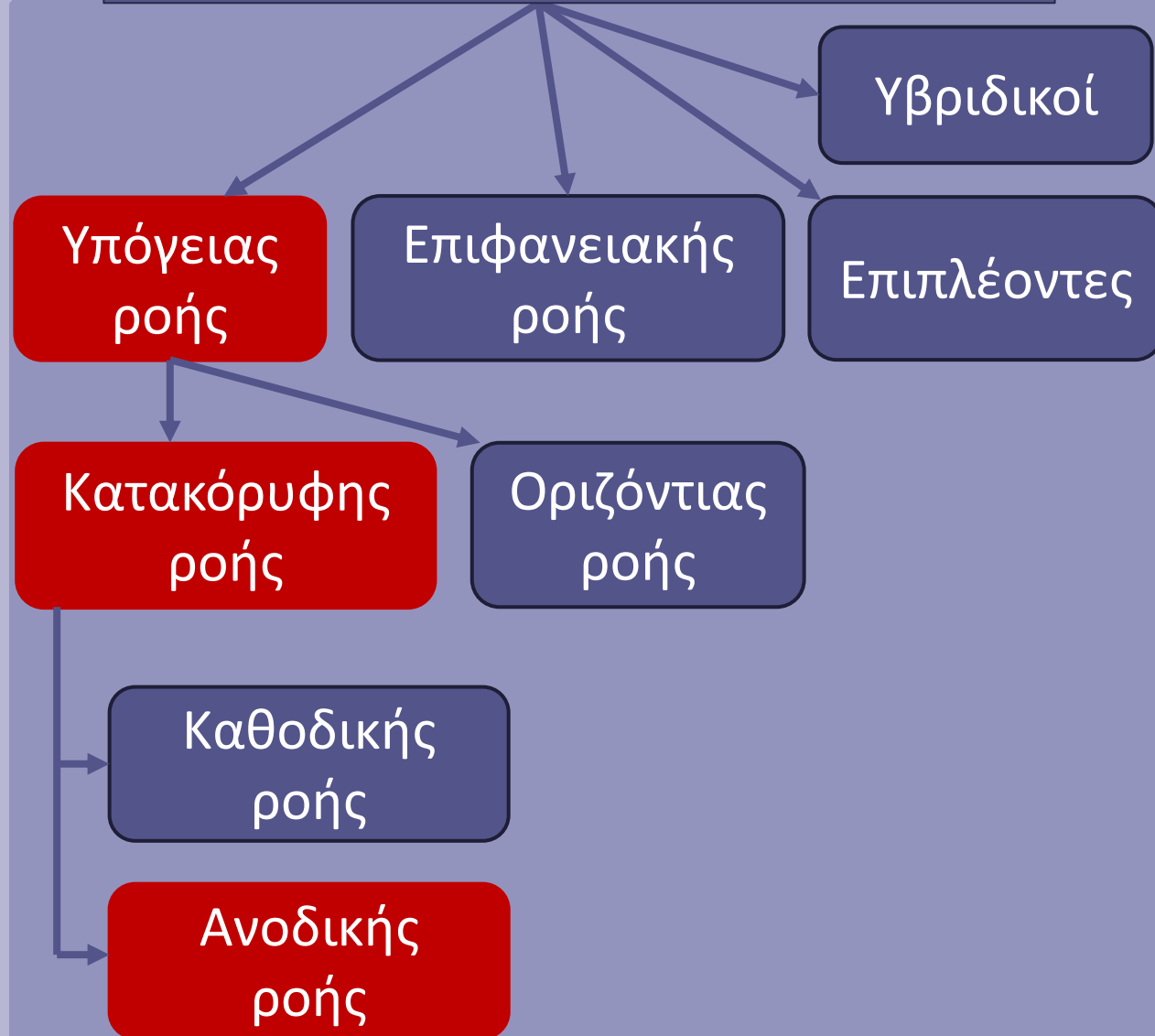
Σχήμα 12.21 Κατακόρυφη τομή λεκάνης τεχνητών υδροτόπων κατακόρυφης ροής, όπου φαίνονται οι σωλήνες στράγγισης και αερισμού.



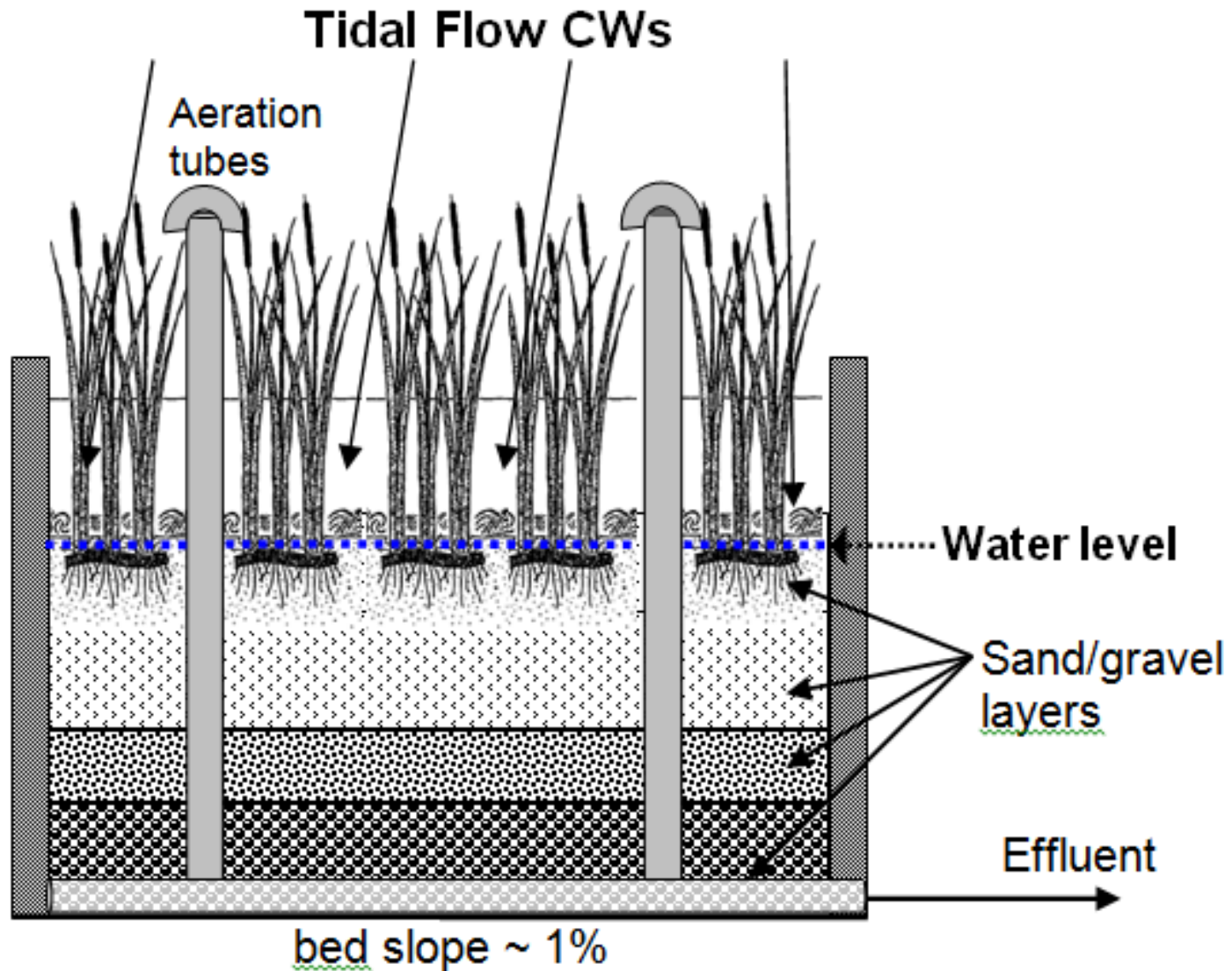
Σχήμα 12.22 Οριζοντιογραφία συστήματος δύο δεξαμενών τεχνητών υδροτόπων κατακόρυφης ροής για το πρώτο και το δεύτερο στάδιο επεξεργασίας.

Τεχνητοί Υγρότοποι

ΤΕΧΝΗΤΟΙ ΥΓΡΟΤΟΠΟΙ



ΤΥΚΡ πλημμυρικής ροής



ΤΥΚΡ πλημμυρικής ροής

- ❑ Βασίζεται στην **τακτική πλήρωση** της κλίνης με λύματα (δημιουργώντας κορεσμένες συνθήκες) ακολουθούμενη από **αποστράγγιση** (ακόρεστες συνθήκες).
- ❑ Ο αέρας που υπάρχει μέσα στους πόρους του υποστρώματος αναγκάζεται να **διαφύγει** από την κλίνη και το σύστημα σταδιακά διαποτίζεται με λύματα.
- ❑ Μετά από μια ορισμένη χρονική περίοδο, κατά την οποία η κλίνη παραμένει πλήρως βυθισμένη, ξεκινά η αποστράγγιση λυμάτων. Στη συνέχεια, απορροφάται καθαρός αέρας από την ατμόσφαιρα στην κλίνη, καθώς τα λύματα αποχέτευσης λειτουργούν ως παθητική αντλία αέρα.
- ❑ Τα **πλεονεκτήματα** αυτής της στρατηγικής τροφοδοσίας είναι ο **αυξημένος χρόνος επαφής** μεταξύ των λυμάτων και των συστατικών CW (ρίζες φυτών, πορώδη μέσα, βιοφίλμ) που οδηγεί σε βελτιωμένες απομακρύνσεις ρύπων.
- ❑ Ο **εισερχόμενος αέρας** ευνοεί τη δημιουργία αερόβιων συνθηκών στην κλίνη (αυξημένη μεταφορά οξυγόνου) και ενισχύει τη μικροβιακή δραστηριότητα.
- ❑ Συνήθως, τα συστήματα περιλαμβάνουν πολλές παράλληλες, έτσι ώστε ο τρόπος πλήρωσης και αποστράγγισης να μπορεί να εφαρμόζεται εναλλακτικά.
- ❑ Λόγω των πλεονεκτημάτων επεξεργασίας τους, οι υγρότοποι παλιρροιακής ροής έχουν δοκιμαστεί κυρίως για ειδικούς τύπους λυμάτων με υψηλά φορτία ρύπων, π.χ. **γεωργία**.

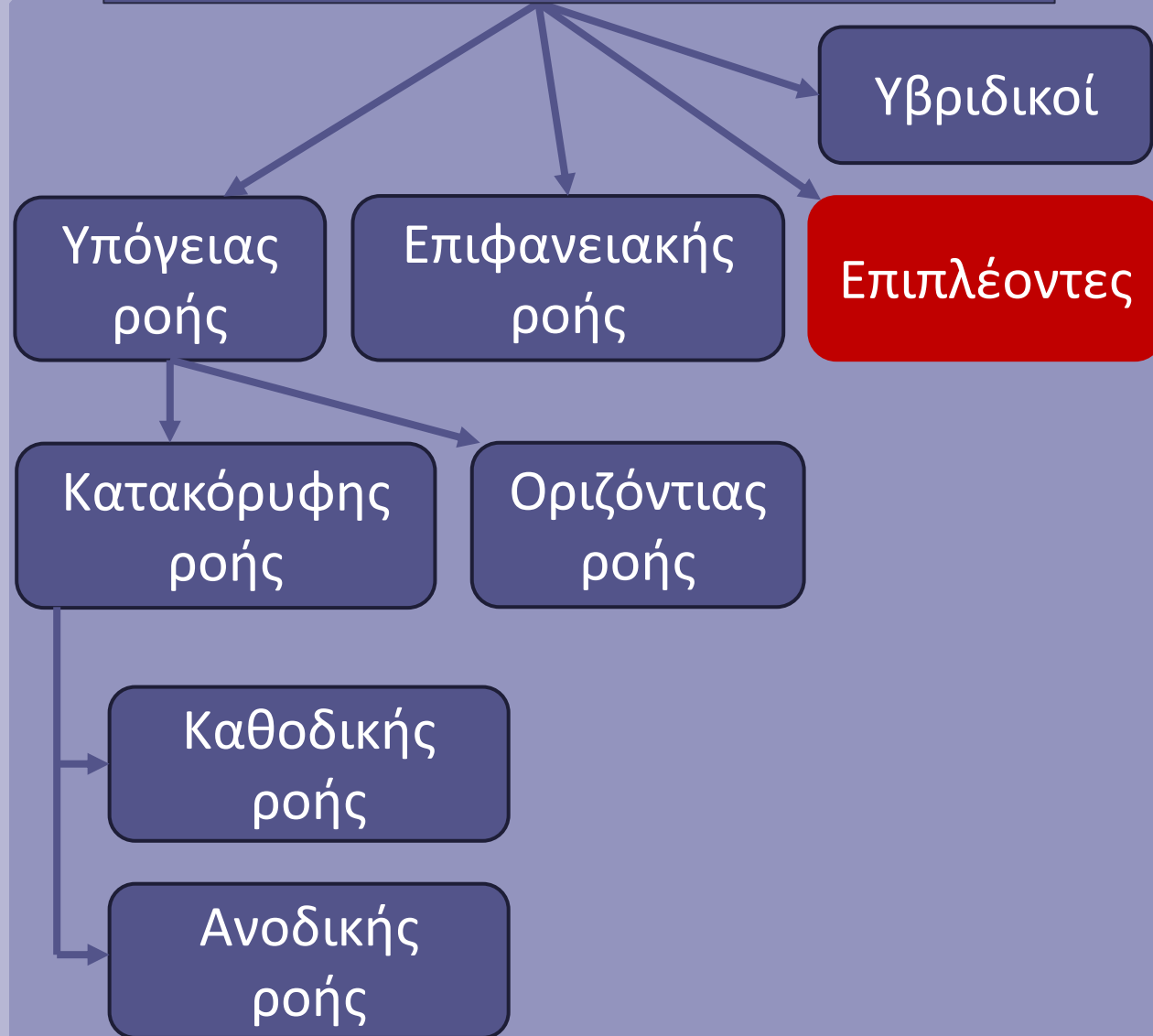
Σύγκριση Επιφανειακής-Υπόγειας Ροής

Πλεονεκτήματα Υπόγειας Ροής:

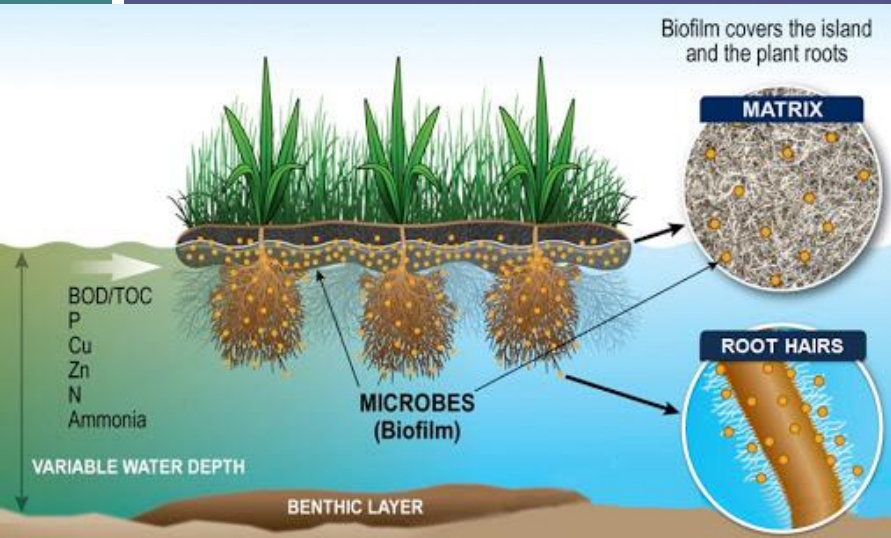
- Πιο αποτελεσματικοί Βιολογικοί αντιδραστήρες
- Δεν υπάρχουν κουνούπια
- Το απόβλητο δεν είναι εκτεθειμένο στην ατμόσφαιρα
- Περιορισμένη επίδραση της θερμοκρασίας
- Μικρότερη επιφάνεια
- Τα επιφανειακής ροής έχουν μεγαλύτερη οικολογική αξία

Τεχνητοί Υγρότοποι

ΤΕΧΝΗΤΟΙ ΥΓΡΟΤΟΠΟΙ



Επιπλέοντες ΤΥ (floating CWs)



BIOHAVEN FLOATING WETLAND



Επιπλέοντες TY (floating CWs)

- ❑ Τα **κύρια χαρακτηριστικά** τους περιλαμβάνουν:
 - χαρακτηριστικά και από τα δύο CW
 - και συστήματα λιμνών.
- ❑ Η **βασική διαφορά** σε σύγκριση με τα συστήματα FWS, HSF και VF είναι ότι τα φυτά δεν εγκαθίστανται σε πορώδη μέσα ή έδαφος αλλά σε ένα στοιχείο που επιπλέει πάνω από το νερό.
- ❑ Η **πλατφόρμα** είναι συνήθως κατασκευασμένη από πλαστικό για να είναι ανθεκτική σε διάφορες υδραυλικές και περιβαλλοντικές συνθήκες και επιτρέπει την ανάπτυξη αναδυόμενων μακροφυτών.
- ❑ Αυτά τα είδη φυτών αναπτύσσουν ένα εκτεταμένο και πυκνό **ριζικό σύστημα** κάτω από την πλατφόρμα και μέσα στο νερό.
- ❑ Το σύστημα **επιπλέει** σε μια ελεύθερη επιφάνεια νερού και, ως εκ τούτου, δεν επηρεάζεται από τη διαφορετική στάθμη του νερού σε ποτάμια, λίμνες, κανάλια κ.λπ.
- ❑ Το **ριζικό σύστημα** παρέχει την απαραίτητη περιοχή προσκόλλησης για τη δημιουργία βιοφίλμ και λειτουργεί ως φυσικό φίλτρο, ενώ τα φυτά προσλαμβάνουν θρεπτικά συστατικά για την ανάπτυξή τους απευθείας από τη στήλη νερού.

Επιπλέοντες ΤΥ (floating CWs)

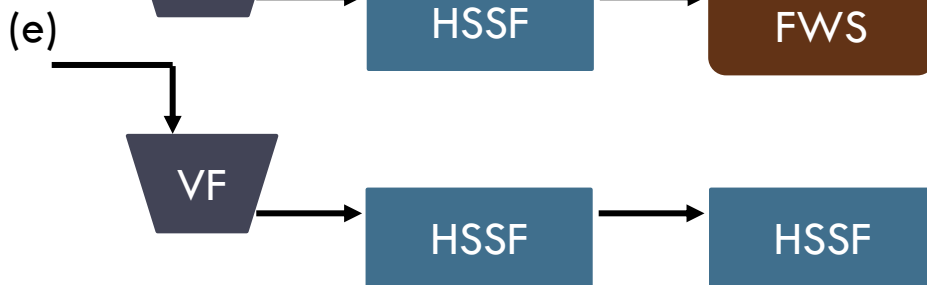
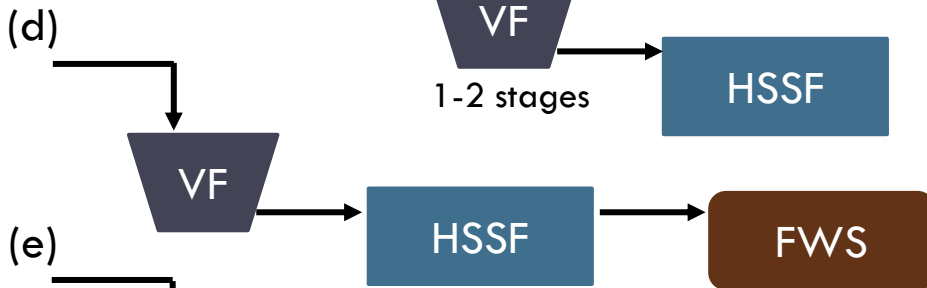
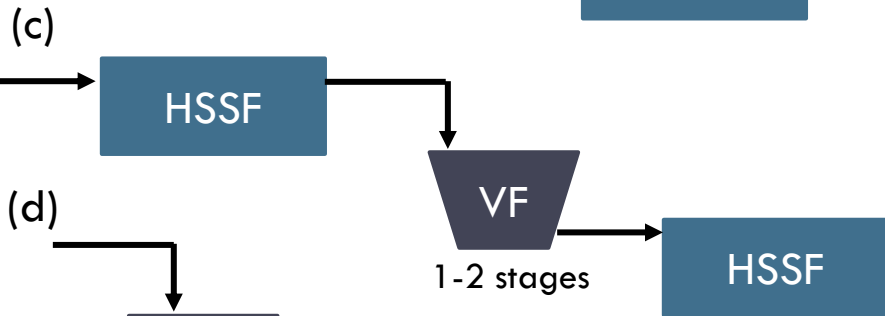
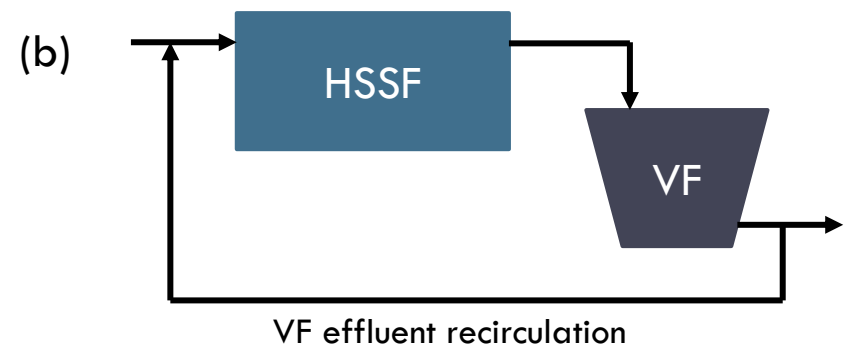
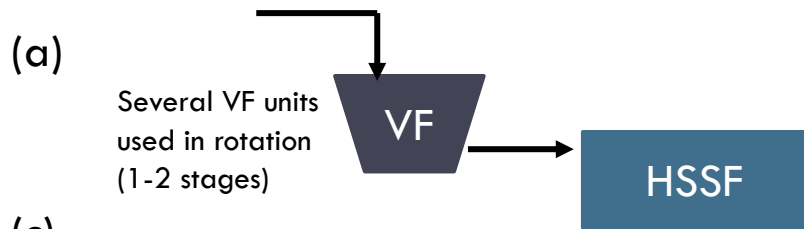


Τεχνητοί Υγρότοποι

ΤΕΧΝΗΤΟΙ ΥΓΡΟΤΟΠΟΙ



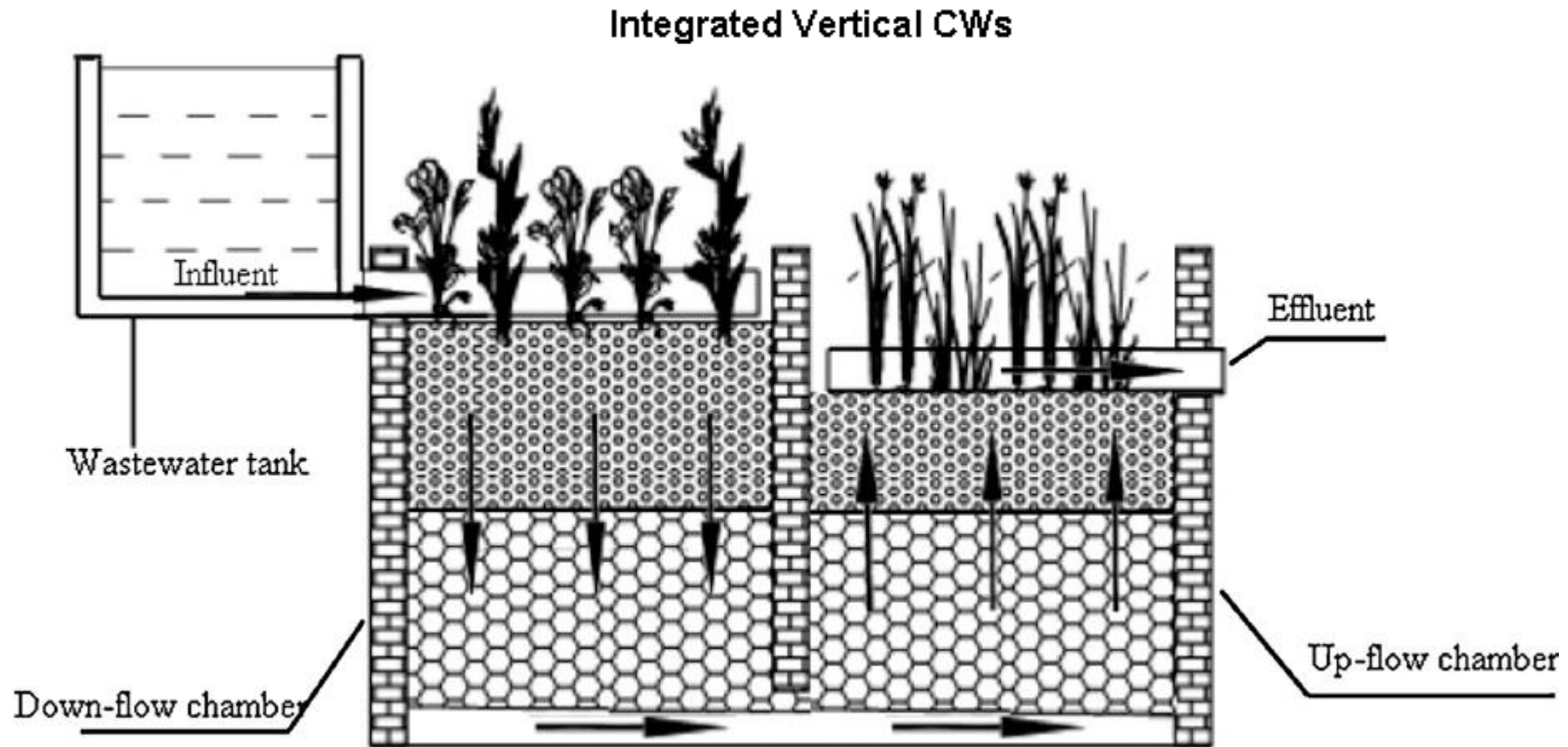
Υβριδικοί ΤΥ



Υβριδικοί ΤΥ

- ❑ **Συνδυασμοί** διαφόρων τύπων CW, κυρίως VF CWs και HSF CWs, με στόχο τη βελτίωση της συνολικής απόδοσης.
- ❑ Η ιδέα είναι η **εκμετάλλευση των πλεονεκτημάτων** του ενός τύπου για την **εξισορρόπηση των μειονεκτημάτων** του άλλου.
- ❑ Έτσι, το γεγονός ότι τα συστήματα HSF έχουν χαμηλότερη ικανότητα νιτροποίησης λόγω περιορισμένου OTC μπορεί να αντισταθμιστεί με VFCW που είναι αποτελεσματικά στη νιτροποίηση (υψηλότερο OTC).
- ❑ Από την άλλη πλευρά, τα HSF CW παρέχουν καλές συνθήκες για απονιτροποίηση, σε αντίθεση με τα VF CWs.
- ❑ Γενικά, υπάρχουν **δύο κοινοί τύποι** υβριδικών συστημάτων:
 - ένα στάδιο με μονάδες VF που ακολουθούνται από σειρές HSF σε σειρά
 - ένα στάδιο HSF ακολουθούμενο από μονάδες VF

Ολοκληρωμένοι ΤΥΚΡ (IVFCW)



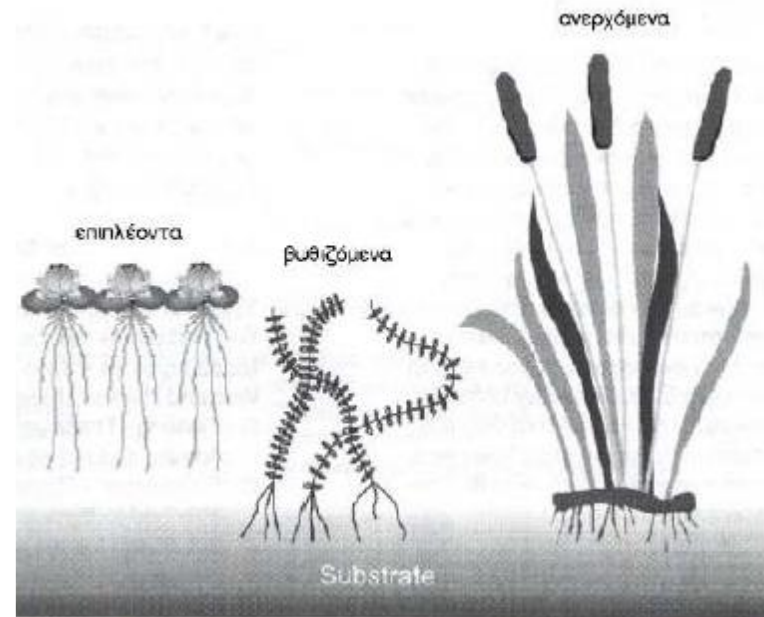
Ολοκληρωμένοι ΤΥΚΡ (IVFCW)

- ❑ Αυτό το σύστημα είναι ουσιαστικά ένας άλλος τύπος **υβριδικών CWs**.
- ❑ Τα IVFCW περιλαμβάνουν κάθετη μονάδα που έχει φυτευτεί **προς τα κάτω** και ακολουθείται από κάθετη μονάδα που έχει φυτευτεί **προς τα πάνω**. Τα δύο συστήματα χωρίζονται από ένα τοίχωμα κατάτμησης.
- ❑ Το κατακόρυφο σύστημα κατάρρευσης είναι συνήθως 10 cm υψηλότερο από αυτό της ροής, έτσι ώστε το νερό να ρέει από το πρώτο στο δεύτερο σύστημα χωρίς τη χρήση οποιασδήποτε αντλίας.
- ❑ Τα IVFCWs θεωρούνται πολλά υποσχόμενα συστήματα για την αφαίρεση αζώτου, καθώς και για την αφαίρεση COD και TP.
- ❑ Οι **αερόβιες διεργασίες** (π.χ. νιτροποίηση) εμφανίζονται στην άνω ρίζα ζώνη στην κλίση downflow, ενώ οι **αναερόβιες διεργασίες** (π.χ. απονιτροποίηση, μείωση θεικών, μεθανογένεση) κυριαρχούν στην ανάντη κλίση.
- ❑ Επομένως, ο **συνδυασμός** μονάδων καθοδικής και άνω ροής παρέχει καλή αποτελεσματικότητα επεξεργασίας.
- ❑ Ο μεγαλύτερος χρόνος κατακράτησης λυμάτων και η υψηλότερη μεταφορά οξυγόνου λόγω του μήκους ροής ενισχύουν αυτήν την απόδοση.

Βλάστηση

Κριτήρια επιλογής:

1. Οικολογική αποδεκτικότητα,
2. Αντοχή στις τοπικές κλιματικές συνθήκες,
3. Αντοχή στους ρύπους & συνθήκες υπερτροφικού στάσιμου νερού,
4. Γρήγορη ανάπτυξη, διάδοση & εξάπλωση,
5. Γρήγορη προσαρμογή,
6. Υψηλή ικανότητα απομάκρυνσης ρύπων.



Αναδυόμενα φυτά

Κοινή ονομασία	Επιστημον ονομασία	Τεμπερασία, °C		Μέγιστη Αλατότητα (‰)	Δραστικό εύρος pH
		Εκκόλαψη σπόρου			
Ψαθί	<i>Typha</i> spp.	12-24		20	4-10
Καλάμι	<i>Phragmites communis</i>				
Βούρλο	<i>Juncus</i> spp.				
Τύφη	<i>Scirpus</i> spp.				
Σπαθόχορτο	<i>Carex</i> spp.				



Ρόλος της βλάστησης



Μεγάλες επιφάνειες για
παραγωγή βιοφίλμ

Άμεση πρόσληψη και
αποθήκευση θρεπτικών
συστατικών

Μεταφορά οξυγόνου στην
ριζόσφαιρα

Επιφάνειες προσκόλλησης για
μικροοργανισμούς

Φυσικά συστήματα vs Συμβατικά συστήματα

Φυσικά συστήματα έναντι συμβατικών συστημάτων επεξεργασίας λυμάτων

Επεξεργασία λυμάτων

	Συμβατικά	Φυσικά
Σκοπός	Μοναδικός	Πολλαπλός
Οφέλη για το περιβάλλον	Χαμηλής προτεραιότητας	Υψηλής προτεραιότητας
Κατασκευή	Απαιτήση μηχανικών μερών, χρήση τεχνητών υλικών	Δεν απαιτούνται μηχανικά μέρη, χρήση φυσικών υλικών
Ενεργειακές απαιτήσεις	Μεγάλες απαιτήσεις σε συμβατικές πηγές ενέργειας, χρήση ηλεκτρισμού	Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, χρήση των φυτών
Μηχανισμοί μεταφοράς	Αντλίες, φυσητήρες	Βαρύτητα, φυσικές-βιολογικές διεργασίες
Διεργασίες	Ελεγχόμενες από ανθρώπινο παράγοντα	Φυσικές-βιολογικές-χημικές
Τόπος εγκατάστασης	Ανεξάρτητος, άνευ σημασίας	Κρίσιμος, εξαρτάται από την κλίμακα & τις τοπικές συνθήκες
Αναμενόμενος χρόνος ζωής	Σχετικά μικρός	Μεγάλος
Απόδοση	Ελεγχόμενη αλλά ανεπαρκής σε έκτακτο γεγονός (απρόσμενα υψηλό φορτίο)	Εξαρτώμενη από το κλίμα, ευπροσάρμοστη & ανεκτική στις διακυμάνσεις της ροής & στις συγκεντρώσεις των ρυπαντών
Λειτουργικό κόστος	Υψηλό, συνεχής έλεγχος & εξειδικευμένο προσωπικό	Χαμηλό
Απαιτήση σε έκταση	Χαμηλή	Υψηλή
Κόστος εγκατάστασης	Υψηλό	Χαμηλό

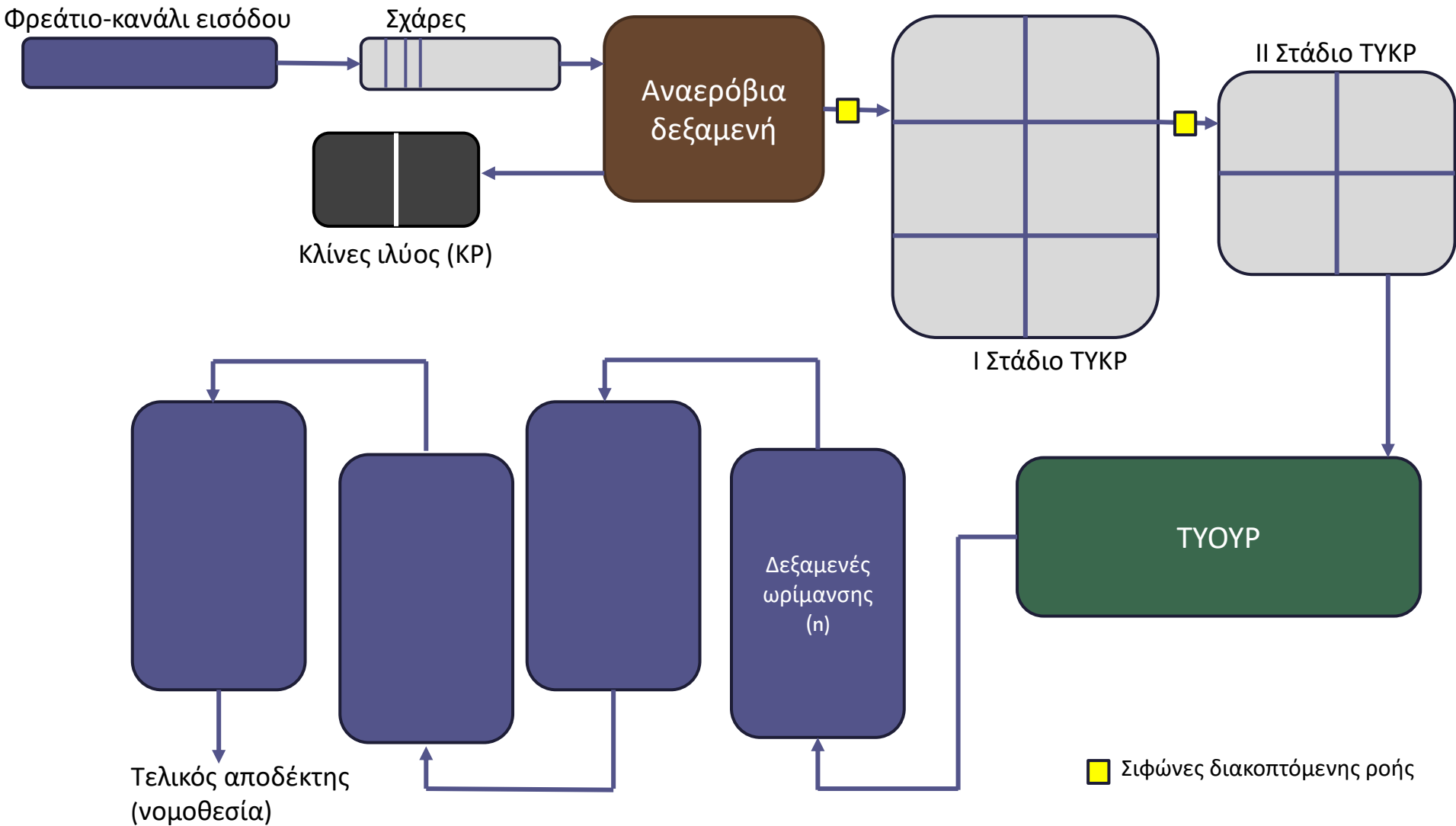
Μηχανισμοί έμφραξης

- Οι αναγνωρισμένοι μηχανισμοί που συμβάλλουν στις διαδικασίες έμφραξης είναι:
 - ▣ Συσσώρευση οργανικών και ανόργανων στερεών
 - ▣ Παραγωγή βιομάζας
 - ▣ Σύνθεση υλικού απόφραξης
 - ▣ Εφέ ρίζας
 - ▣ Χημικές διεργασίες



Clogging

Παράδειγμα ολοκληρωμένου φυσικού συστήματος



Εφαρμογές-παραδείγματα

Εφαρμογές ΤΥ

Χρησιμοποιούνται για την επεξεργασία:

- Αστικά απόβλητα,
- Αστικές απορροές,
- Βιομηχανικά υγρά απόβλητα,
- Διασταλάγματα ΧΥΤΑ,
- Αγροτικές απορροές,
- Αγροβιομηχανικά απόβλητα
- Τροφικά απόβλητα (πχ επεξεργασία λαχανικών, παραγωγή ζάχαρης, επεξεργασία κρέατος),
- Ζωικά υγρά απόβλητα,
- Αποστραγγίσεις ορυχείων,
- Εκροές διυλιστηρίων,
- Λύματα από την επεξεργασία άμμου και λαδιού,
- Λύματα από την επεξεργασία φυσικού αερίου,
- Πολτοποίηση και χαρτί,
- Διαχείριση της λάσπης που προέρχεται από τις συμβατικές μονάδες επεξεργασίας υγρών αποβλήτων.

Reviving Lake Hauz Kaz

- Delhi
- ~52 ha





dz





- ❑ Constructed wetlands for wastewater treatment
- ❑ <https://www.youtube.com/watch?v=arVtT-RCc7k>

- ❑ Floating Wetlands
- ❑ <https://www.youtube.com/watch?v=iyfyr-l0CUU>

- ❑ Reviving a lake using artificial wetlands in Delhi
- ❑ <https://www.youtube.com/watch?v=PZJB7WIfRNw>

- ❑ Constructed Wetland Treatment System - Barratta Creek
- ❑ https://www.youtube.com/watch?v=vhSFrQuKu_s

- ❑ Why Wetlands are Nature's Super-Systems | WWT
- ❑ <https://www.youtube.com/watch?v=8Mm2tMlcEYE>

Παράδειγμα ολοκληρωμένου συστήματος Νέα Μάδυτος (Χαλκιδική)

3000p.e.

- (1) Screen
- (2) Primary settling tank (Imhoff tank)
- (3) 1st stage VFCWs (8 cells, 1360m²)
- (4) 2nd stage VFCWs (6 cells, 1020m²)
- (5) 3rd stage VFCWs (6 cells, 1170m²)
- (6) 2 maturation ponds (5000m², 1-1.5m deep, 4500-7000m³, T=13-20d)
- (7) Sludge tanks (4 VFCWs, 140m² each)

(2)-(5): Porous media: 1 m,
Layers (from bottom to top): cobbles (0.15m),
coarse gravel (0.10m), fine gravel (0.6m), coarse
sand (0.15m)

(7): Porous media: 0.45m
Layers (from bottom to top): cobbles (0.10m),
coarse gravel (0.15m), fine gravel (0.10m),
coarse sand (0.10m).

Vegetation: *Phragmites Australis*

Georgios D. Gikas, Vassilios A. Tsihrintzis & Christos S. Akratos (2011): Performance and modeling of a vertical flow constructed wetland-maturation pond system, *Journal of Environmental Science and Health, Part A*, 46:7, 692-708, <http://dx.doi.org/10.1080/10934529.2011.571579>

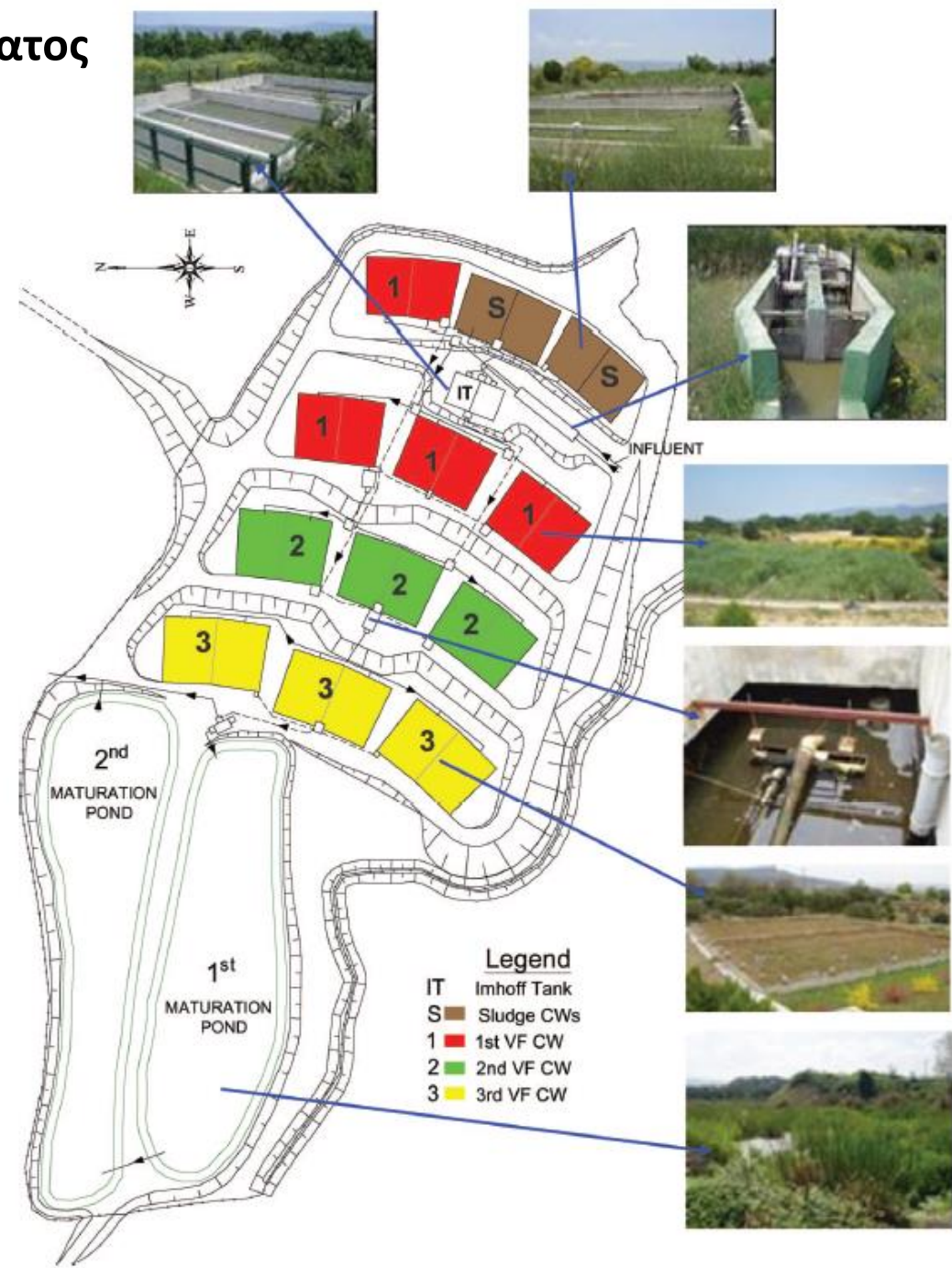


Fig. 1. Facility layout. (color figure available online)

Νέα Μάδυτος



Παράδειγμα ολοκληρωμένου συστήματος Κορέστεια (Κοζάνη)

- 600p.e.
- 150L/p.e./d
- 90m³/d

Table 4. Design parameters for WTP of Korestia.

Parameter	Load (g/p.e./d)	Concentration (mg/L)
Biological Oxygen Demand, BOD	50	333
Total Suspended Solids, TSS	52	350
Total Kjeldahl Nitrogen, TKN	10	67
Total Phosphorus, TP	1.2	8

Table 5. Technical specifications of Korestia facility.

Parameter	1 st stage	2 nd stage	3 rd stage
Type of bed	TYKP	TYKP	TYOYP
Number of beds	3	2	1
Length (m)	18.0	18.0	21.5
Width (m)	16.5	16.5	42.0
Area (m²)	891	594	903
Depth (cm)	90	90	50
Number of plants	4 plants /m²	4 plants /m²	4 plants /m²
Plant species	<i>Phragmites australis</i>	<i>Phragmites australis</i>	<i>Phragmites australis</i>

- Porous media:
- 1st stage CWs: 0.90 m, layers (from bottom to top): cobbles 0.2 m, coarse gravel 0.2 m, fine gravel 0.5 m
- 2nd stage CWs: 0.90 m, cobbles 0.2 m, fine gravel 0.3 m, river sand 0.4 m
- 3rd stage CW 50 cm of gravel
- Vegetation: *Phragmites australis*

- LEGEND**
- A1, A2, A3 = 1st stage VF CW
 - B1, B2 = 2nd stage VF CW
 - C = 3rd stage HSF CW
 - SC = Screening
 - PV = Pump Vault
 - S = Siphon

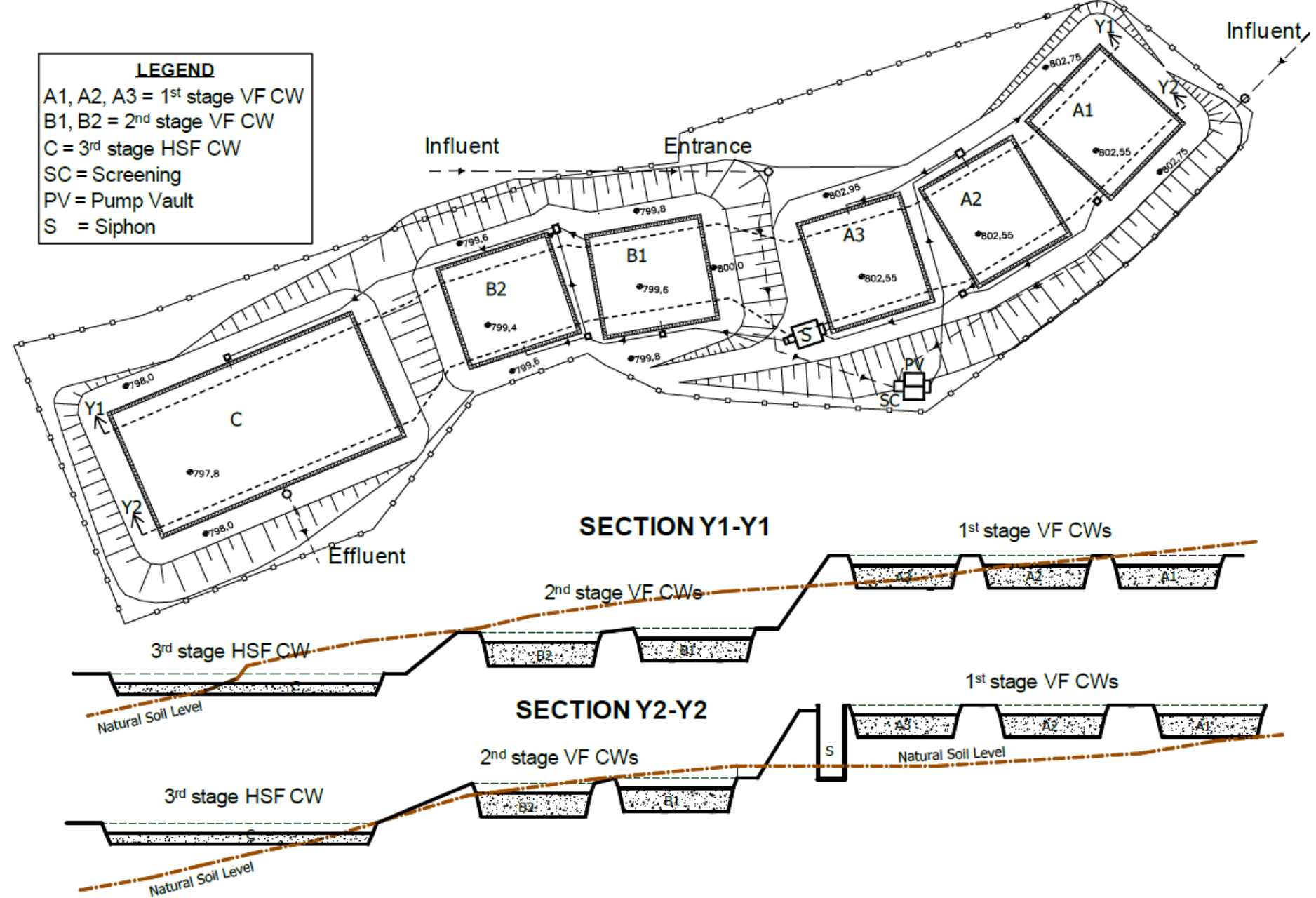


Figure 1. Facility plan view and sections Y1-Y1 and Y2-Y2 of Korestia facility.

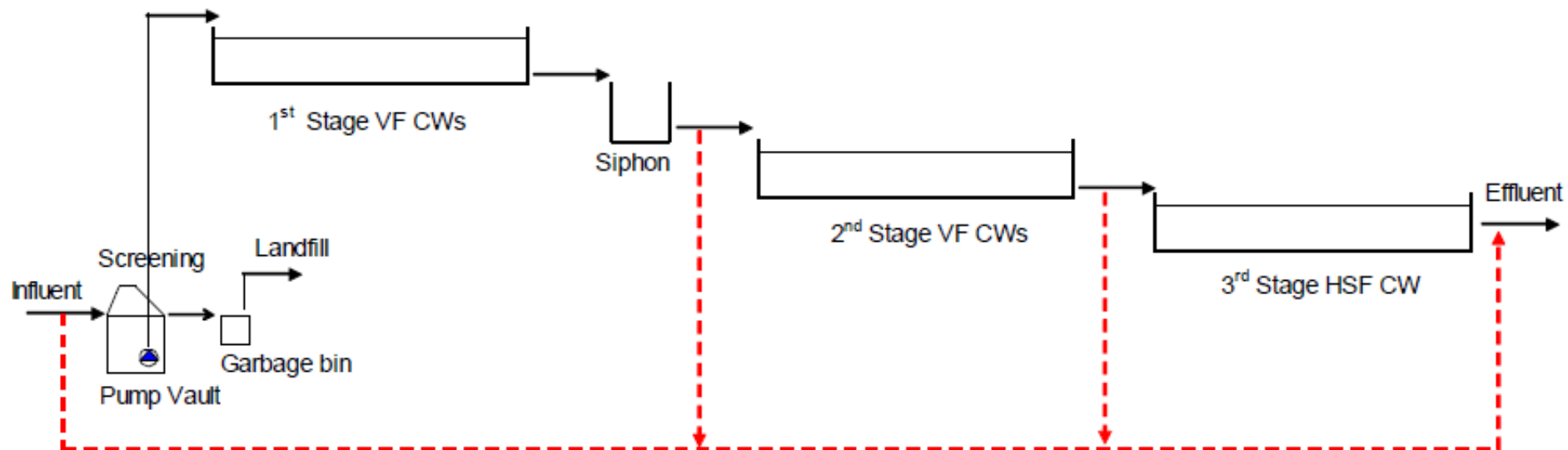


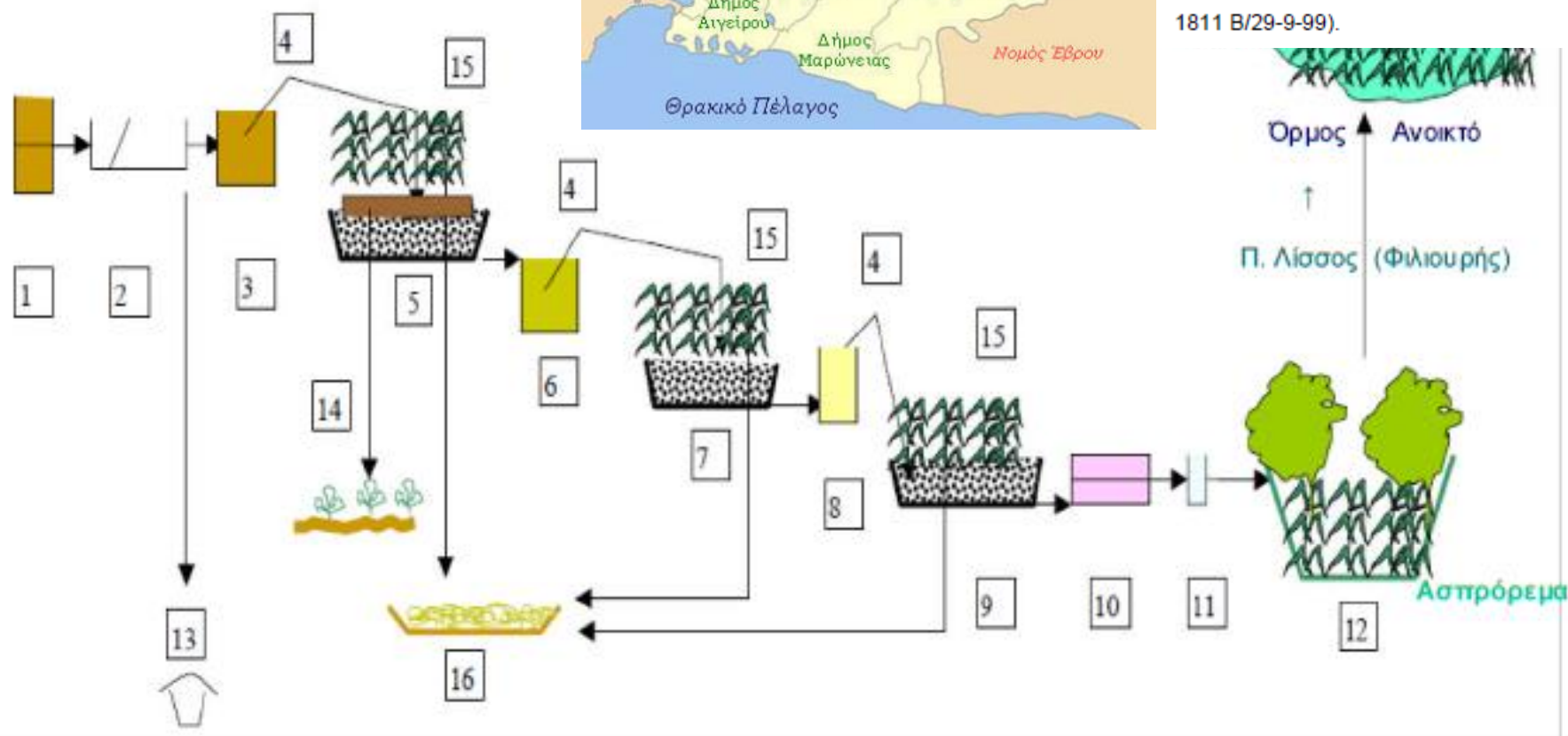
Figure 2. Flow diagram of Korestia facility.

Παράδειγμα ολοκληρωμένου συστήματος Κοινότητα Οργάνης

Επεξεργασία υγρών αποβλήτων με τη μέθοδο των τεχνητών υγροτόπων –Εφαρμογή σε ορεινή περιοχή του Ν. Ροδόπης



Τα επεξεργασμένα λύματα θα διατίθενται στο Ασπρόρεμα (368,0m) και τελικά στον Όρμο Ανοικτό, ο οποίος δεν είναι χαρακτηρισμένος ως ευαίσθητος αποδέκτης (ΚΥΑ 5673/400/97, ΦΕΚ 192Β/ 14-3-97 και η τροποποίηση αυτής ΚΥΑ 19661, ΦΕΚ 1811 Β/29-9-99).



Εικόνα 5.1: Διάγραμμα Ροής [1: φρεάτιο εισόδου, 2: εσχάρωση, 3-6-8: Φρεάτιο σιφωνισμού.

4:Τροφοδοσία μέσω Σιφωνα, 5: Κλίνες κατακόρυφης ροής (Α' στάδιο), 7:Κλίνες κατακόρυφης ροής (Β' στάδιο), 9: Κλίνες οριζόντιας ροής (Γ' στάδιο),
10: Μονάδα απολύμανσης UV, 11: Φρεάτιο Εξόδου,
12: Ασπρόρεμα, 13:Κάδος συλλογής απορριμμάτων, 14: Χωνεμένη λάσπη ως εδαφοβελτιωτικό,
15: Καλάμια (Phragmites australis), 16: Δεξαμενή κομποστοποίησης καλαμικών]

Παράδειγμα ολοκληρωμένου συστήματος Κοινότητα Οργάνης

Επεξεργασία υγρών αποβλήτων με τη μέθοδο των τεχνητών υγροτόπων –Εφαρμογή σε ορεινή περιοχή του Ν. Ροδόπης

Πίνακας 5.2: Χαρακτηριστικά των κλινών επεξεργασίας Ε.Ε.Λ. Οργάνης

	Κλίνη 1 ^ο βάθμιας Επεξεργασίας (Στάδιο Ι)	Κλίνη 2 ^ο βάθμιας Επεξεργασίας (Στάδιο ΙΙ)	Κλίνη 3 ^ο βάθμιας Επεξεργασίας (Στάδιο ΙΙΙ)
Ωφέλιμη επιφάνεια (m ² /ι.κ.)	1,5	1,0	≈1,5
Συνολικός αριθμός κλινών - δεξαμενών	3	2	4
Ωφέλιμη Επιφάνεια κλίνης (m ²)	375 (16,7 x 22,4)	375 (16,7 x 22,4)	475,8 (52,0 x 9,15)
Επιφάνεια κλίνης (m ²) Εξωτ. Διαστάσεις (m x m)	431 (18,1 x 23,8)	431 (18,1 x 23,8)	551 (53,2 x 10,35)
Συνολική Επιφάνεια (m ²)	1293	862	2204

Αγροβιομηχανίες



1. Κονσερβοποιίες φρούτων-λαχανικών
2. Γαλακτοβιομηχανίες (γαλακτοκομικά προϊόντα)
3. Ζυθοποιίες και οινοποιίες (αποστακτήρια)
4. Βιομηχανίες παραγωγής και συσκευασίας κρέατος (συμπεριλαμβανομένων και των κτηνοτροφικών μονάδων και ορνιθοτροφείων)
5. Εγκαταστάσεις παραγωγής ζάχαρης
6. Βιομηχανίες παραγωγής ποικίλων τροφών, όπως τουρσιά, καφές, ρύζι, αναψυκτικά κλπ
7. Ελαιοτριβεία
8. Επεξεργασία βρώσιμων λαδιών (ρευστά λάδια, μαργαρίνες, μαγειρικά λίπη)
9. Γεωργικά λιπάσματα (αζωτούχα, φωσφορούχα, καλιούχα κλπ)

Παραδείγματα αγροβιομηχανιών: Σύσταση αποβλήτων

150

Πηγή: Γκέκας Β. και Μπαλτά Κ. (2003). Βιομηχανία τροφίμων και περιβάλλον. Εκδόσεις Τζιόλα , ISBN 960-418-057-6

Πίνακας Ισοδύναμων Κατοίκων ρύπανσης
αγροβιομηχανιών

Αγροβιομηχανία	ανά	ΜΙΠ
Βιομηχανία γάλακτος	1000 L γάλακτος	25-70
Τυροκομείο	1000 L γάλακτος	45-230
Σφαγείο	1000 kg βάρους	130-400
Ορνιθοτροφείο	10 κοτόπουλα	1.2-2.5
Βιομηχανία ζάχαρης	1000 kg τευτλών	45-70
Παραγωγή βύνης	1000 kg σιτατιού	10-100
Ζυθοποιεία	1000 L ζύθου	150-350
Αποστακτήρια	1000 kg δημητριακών	2000-3000
Παραγωγή ζύμης	1000 kg ζύμης	5000-7000
Βιομηχανία αμύλου	1000 kg σιτάρι/καλαμπόκι	500-900
Παραγωγή κρασιού	1000 kg κρασιού	100-140

Σύσταση αποβλήτων διαφόρων αγροβιομηχανιών

Αγροβιομηχανία	COD (g/L)	BOD ₅ (g/L)	TN (mg/L)	TP (mg/L)
Βιομηχανία ζάχαρης	75-100	5-7	-	-
Παραγωγή αμύλου από:				
Πατάτα	57	49	480	17
Σιτάρι	21.75-52.5	18.6-37.5	650-2500	12-270
Καλαμπόκι	8-30	9.5-14	500-1350	-
Κονσερβοποιεία:				
Τουρσί	15-85	10-55	-	-
Φρούτα	4-5.7	0.7-1.7	-	-
Λαχανικά	0.7-9	0.3-6	-	-
Σφαγεία/ Επεξεργασία:				
Κρεάτων	1-6	1-4	140-580	10-80
Γαλακτοκομικά	0.7-2.9	0.5-2	50-280	20-100
Χυμοί φρούτων	3-6	1.5-3	-	-
Ζυθοποιεία	1.8-3	1.1-1.5	30-80	10-30
Παραγωγή μαγιάς (ζύμης)	5-25	3.5-18	500-1200	10-50
Παραγωγή ζωοτροφών	18-26.5	1.37-23.7	250-5600	-

Χαρακτηριστικά αποβλήτων αγροβιομηχανικών μονάδων

- Εξαιρετικά υψηλό οργανικό φορτίο, μέρος του οποίου είναι δύσκολα και αργά βιοαποδομήσιμο (λόγος BOD/COD)
- Εποχικότητα στην παραγωγή
- Μικρές παροχές προερχόμενες από πολλές διάσπαρτες και μικρές μονάδες (πχ ελαιοτριβεία, κονσερβοποιεία τομάτας κλπ)
- Σχετική έλλειψη απαραίτητων θρεπτικών συστατικών για βιολογική επεξεργασία



Χαρακτηριστικά (συνέχεια)

- Χαμηλό ή υψηλό pH, υψηλή θερμοκρασία
- Ανόργανα άλατα (χλωριούχα, ενώσεις σιδήρου, αζώτου και φωσφόρου, σκληρότητα κλπ.)
- Οργανικές ενώσεις που δεσμεύουν οξυγόνο και δημιουργούν ανεπιθύμητες αναερόβιες συνθήκες
- Οξέα και αλκάλια (θειϊκό οξύ, υδροξείδιο νατρίου κλπ)
- Αιωρούμενα στερεά
- Επιπλέοντα υλικά (λίπη-έλαια)
- Τοξικές ουσίες ανόργανες ή οργανικές. Πολλές από τις ουσίες αυτές είναι τοξικές για την υδρόβια ζωή και δεν απομακρύνονται με τις συμβατικές μεθόδους επεξεργασίας (όπως τα αστικά λύματα)
- Μικροοργανισμοί, είτε παθογόνοι (πχ μικρόβια εντερολοιμώξεων από σφαγεία) είτε συντελεστές βιοαποδόμησης
- Θερμά υγρά από συμπυκνωτές και εγκαταστάσεις ψύξεως



ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΥΠΟΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΟΙΝΟΠΟΙΕΙΩΝ

Παθογόνοι μικροοργανισμοί
φυτών και ζώων



Θανατώνονται οι οργανισμοί του
υδάτινου οικοσυστήματος



Φυτοτοξική δράση

Ευτροφισμός σε λίμνη



River basin	Stream name	Investigated topic	Endpoint (State/Effect)	Evrotas	Evrotas River	Effects of OMW on water and effects of disposing OMW	Water physicochemical quality (low levels of COD, phenols and nutrient levels in Evrotas river. Increased phenols in Skoura and Vrontamas station due to the olive mills)
Pamisos, Nedon, Aris, Belikas and Epis	Pamisos, Nedon, Aris, Belikas and Epis and their estuaries	Effects of OMW on water quality	Water quality (Downgraded especially in November and December. Elevated levels of phenols, high concentrations of ammonium and inorganic phosphorus)				Attenuation capacity of river sediments (High attenuation capacity. Phenols were reduced from 2.0 to 1.0 mg/l and COD from 30.3 to 6.3 mg/l in 68 days)
Epis	Epis and its estuary	Effects of OMW on water quality	Physicochemical quality (Increased values of Mn, Cu, Ni, phenols, ammonium, nitrates)				Soil physicochemical quality after irrigation with treated OMW (increased conductivity, pH, nitrogen, nitrate-N and organic matter, lower ammonia-N)
Evrotas	Kotitsanis, Vordoniatis, Yerakaris and Skatias tributaries	Effects of OMW on benthic macroinvertebrates and ecological status	Water pollution (increased COD, BOD ₅ , TSS, chloride, phenols, sewage bacteria levels, decreased O ₂ concentrations)				Groundwater quality (increased phenolic compounds, ammonia, TOC and COD. Leaching of loads from the surface to the groundwater)
			Macroinvertebrate assemblages (decreased number and abundance of taxa, degraded biocommunity structure)	Aposelemis	Prinopotamos	Effects of OMW on water quality and benthic fauna	Benthic macroinvertebrate community loss during wastewater discharge. Intensity of the effects was proportional to the volume and duration of water in the stream bed. Streams receiving OMW with high water velocity that retained water for 7–8 months, species richness declined to 41%, while in streams with less water supply and flow duration, species richness loss reached approximately 71%
			Biological quality and ecological status (downgraded from good and high to moderate and bad)				
Evrotas	Kotitsanis, Vordoniatis, Yerakaris and Skatias tributaries	Effects of OMW on small streams	Physicochemical quality (good to moderate)				
			Biological quality and ecological status (moderate to bad)				
			Water pollution (high levels of BOD ₅ , COD, TSS and phenols, low DO)				

Νομοθεσία

Ενώ δεν επιτρέπεται η απόρριψη ανεπεξέργαστων ΥΑ ελαιοτριβείων περίπου 1.5 εκατ. τόνοι απορρίπτονται ετησίως σε ποταμούς, χείμαρρους, λίμνες και θάλασσα

➤ Νόμος Υ2/2600/2001 → όριο φαινολών 0.5mg/L

➤ Δεν υπάρχει συγκεκριμένη νομοθεσία για την επεξεργασία, διαχείριση και απόρριψη των ΥΑΕ σε επιφανειακούς αποδέκτες

➤ Υπουργεία ΥΠΑΝΥΠ και ΥΠΠΕΚΑ:

- Δημοσίευση κατευθυντήριας γραμμής για τη διαχείριση των ΥΑΕ (Government Gazette B21/13-01-2012)
- Εφαρμογή περιβαλλοντικών δεσμεύσεων για συγκεκριμένες αγροβιομηχανικές δραστηριότητες (Government Gazette B'1275/11-04-2012)
- Μεθόδους επεξεργασίας (προπεξεργασία) για την αποφυγή απευθείας διάθεσης σε υδάτινους αποδέκτες

Αποδεκτά όρια διάθεσης υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείων σε διάφορους αποδέκτες

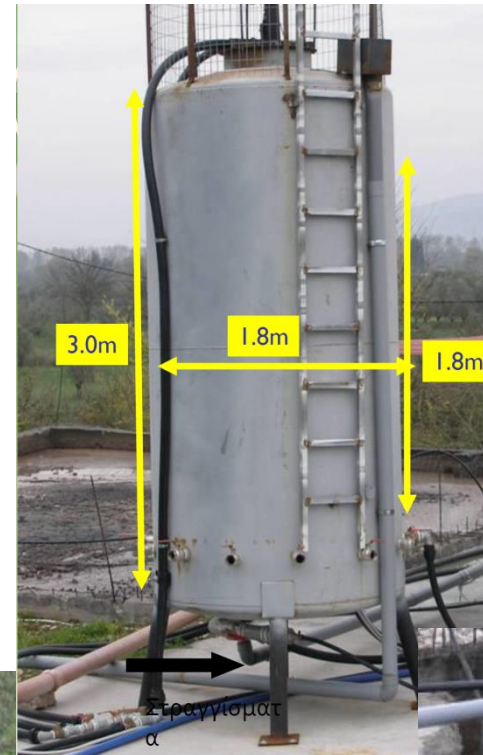
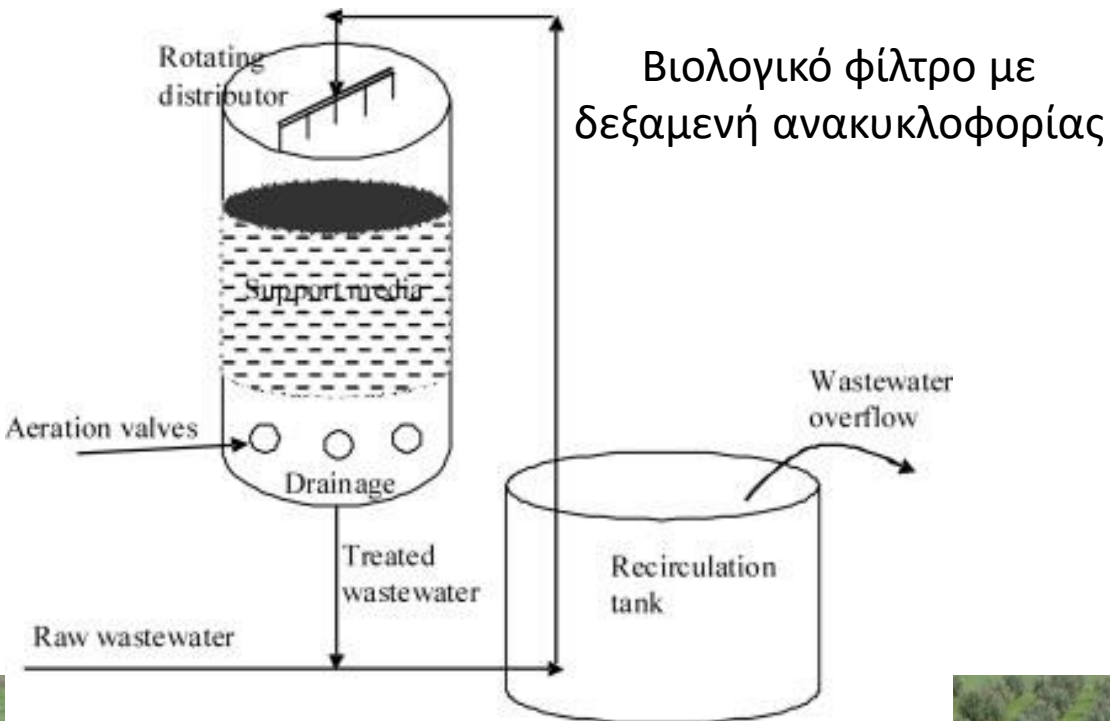
Παράμετρος (mg/L)	Επιφανειακά νερά	Θάλασσα	Αποχετευτικούς αγωγούς
pH	6-9	6-9	6-9
BOD	40	40	500
COD	120	120	1000
TSS	40	50	500
Λίπη και έλαια	5	5	40
Ολικές φαινόλες	0.5	0.5	5

Επεξεργασία ΥΑΕ με ΤΥ

Εφαρμογή ΤΥ
για τη
διαχείριση
κατσίγαρου

- **1^ο στάδιο** επεξεργασίας: Βιολογικό αερόβιο φίλτρο (αντιδραστήρας σταθερής κλίνης)
- **2^ο στάδιο** επεξεργασίας: Τεχνητοί υγρότοποι (πιλοτικοί ΤΥΚΡ, μεγάλης κλίμακας ΤΥΕΡ κ.λπ)

1^ο στάδιο επεξεργασίας: Αντιδραστήρας σταθερής κλίνης



Michailides et al. (2011). A full-scale system for aerobic biological treatment of olive mill wastewater

1^ο στάδιο επεξεργασίας: Αντιδραστήρας σταθερής κλίνης



Υλικό πλήρωσης:

Τύπος Random

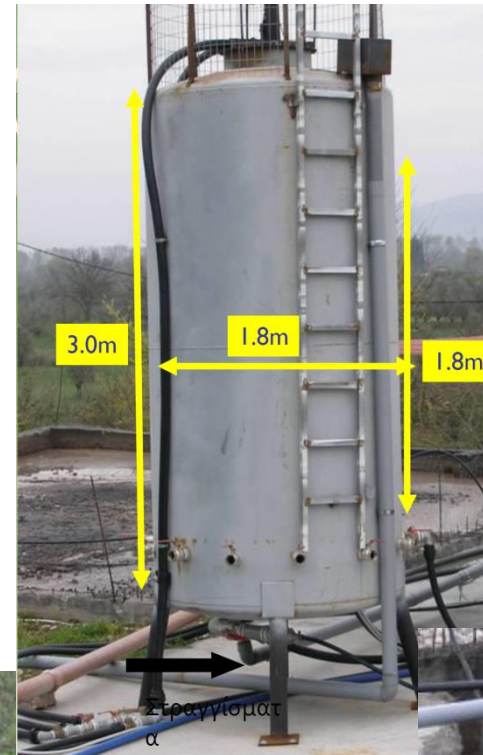
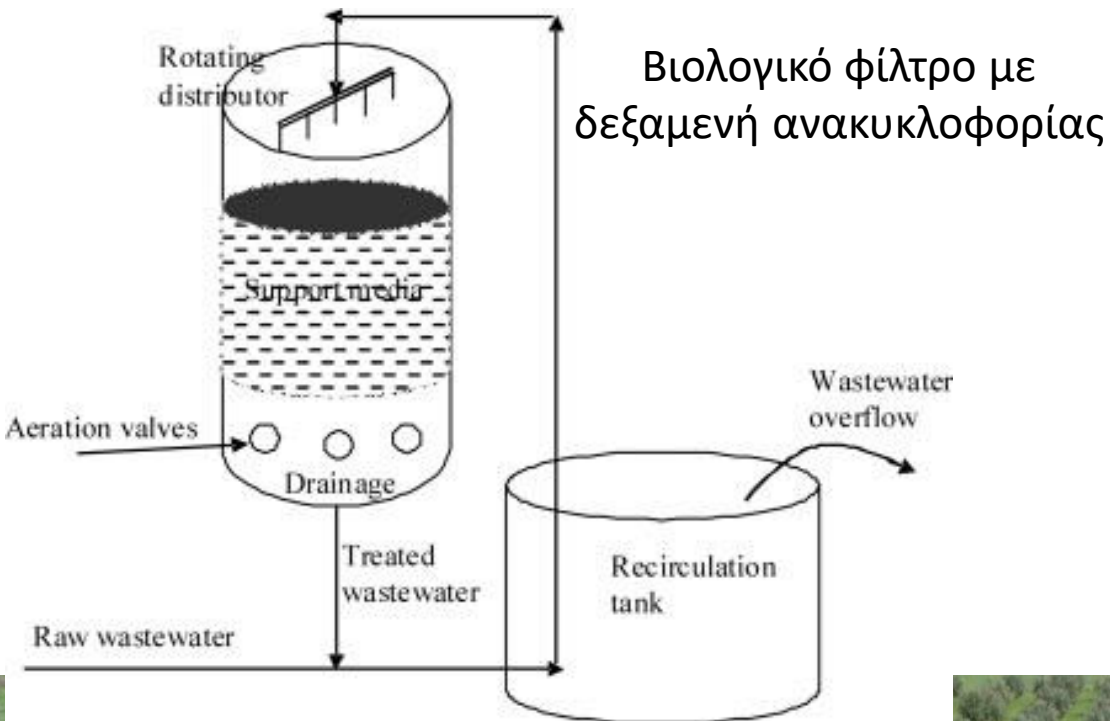
Υλικό HDPE

Ειδική επιφάνεια $188\text{m}^2/\text{m}^3$

Βάρος $53\text{ kg}/\text{m}^3$



1^ο στάδιο επεξεργασίας: Αντιδραστήρας σταθερής κλίνης



Πηγή: Michailides et al. (2011). A full-scale system for aerobic biological treatment of olive mill wastewater.

1^ο στάδιο επεξεργασίας: Αντιδραστήρας σταθερής κλίνης

- ❑ Μικροοργανισμοί προσκολλημένοι στην επιφάνεια πληρωτικού υλικού συγκέντρωση βιομάζας σε υψηλά επίπεδα
- ❑ Αυξάνεται η ικανότητα επεξεργασίας του αντιδραστήρα
- ❑ Αυξάνεται η σταθερότητα της διεργασίας απομάκρυνσης
- ❑ Μειώνεται δραστικά η παραγόμενη λάσπη
- ❑ Παροχή οξυγόνου με φυσικό τρόπο
- ❑ Δεν απαιτείται εξειδικευμένο προσωπικό
- ❑ Ελαχιστοποίηση λειτουργικού κόστους και συντήρησης

1^ο στάδιο επεξεργασίας: Αντιδραστήρας σταθερής κλίνης



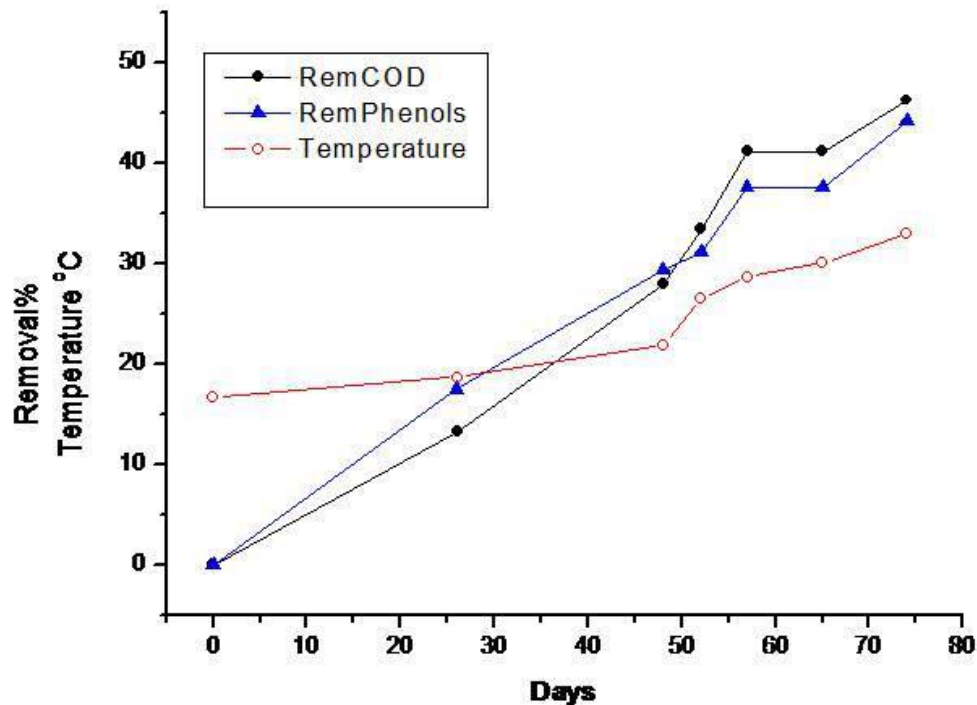
Εκροή από αντιδραστήρα

Τσιμεντένια Δεξαμενή 500 m³



1^ο στάδιο επεξεργασίας: Αντιδραστήρας σταθερής κλίνης

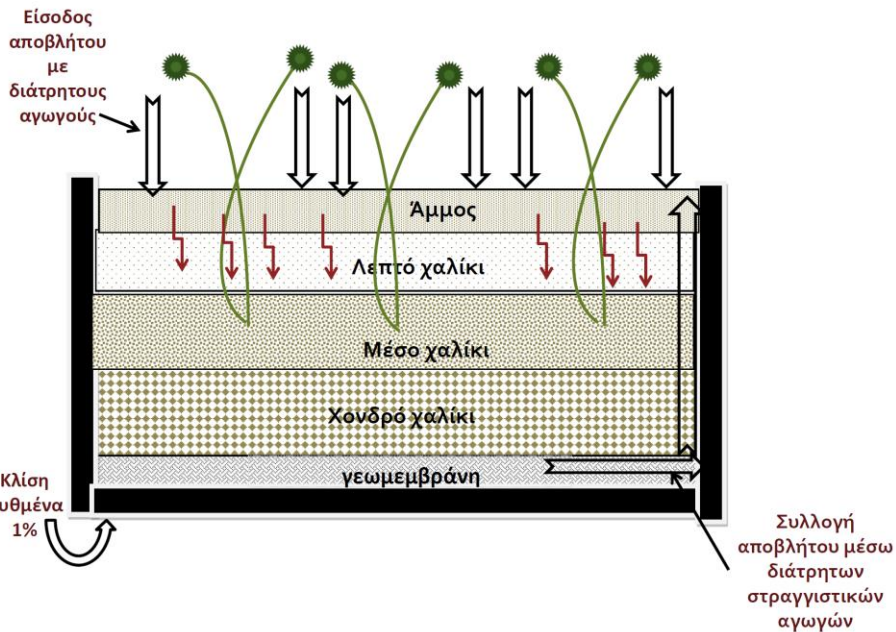
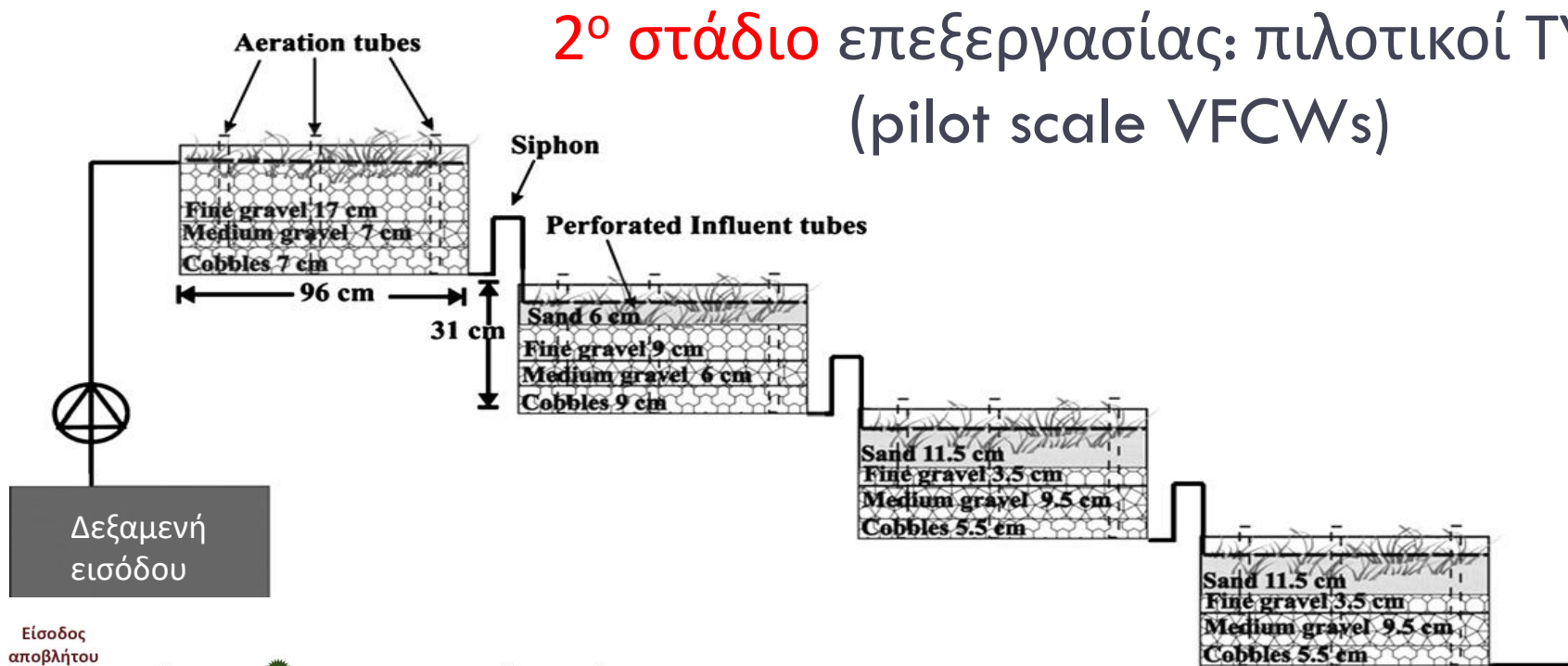
Χαρακτηριστικά φρέσκου αποβλήτου	Παράμετρος	ΥΑΕ
	Ολικά αιωρούμενα στερεά (TSS), g/L	26.5
	Πτητικά αιωρούμενα στερεά (VSS), g/L	22.08
	Διαλυτές φαινόλες, g/L	3.32
	Διαλυτό COD (d-COD), g/L	19.95
	BOD ₅ , g/L	13.28
	pH	4.6



Συνοπτικά Αποτελέσματα:

- ❑ Λειτουργία 80 ημερών
- ❑ Απομάκρυνση COD κατά 46.4%
- ❑ Απομάκρυνση φαινολών κατά 44.1%
- ❑ Απομάκρυνση συνολικού COD 5336 Kg

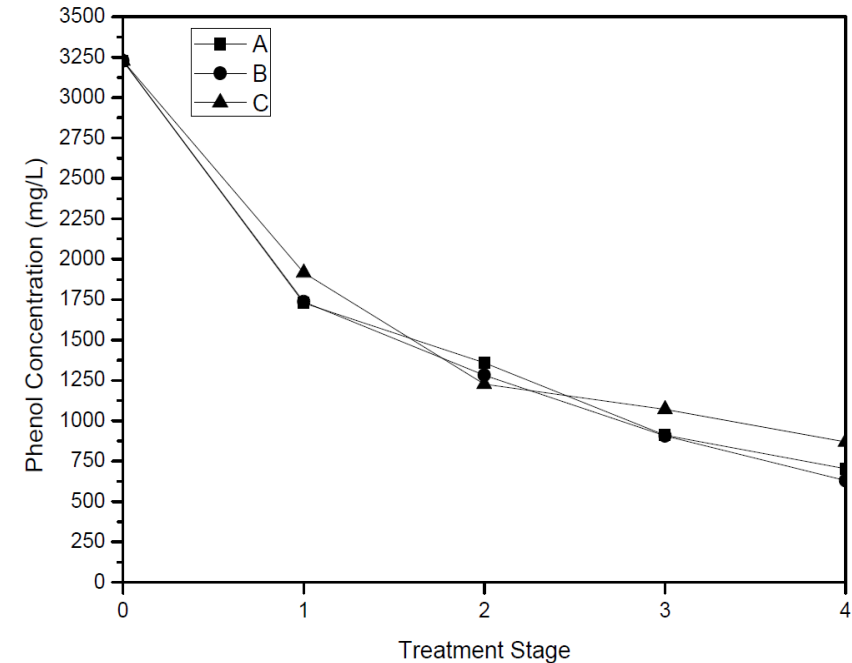
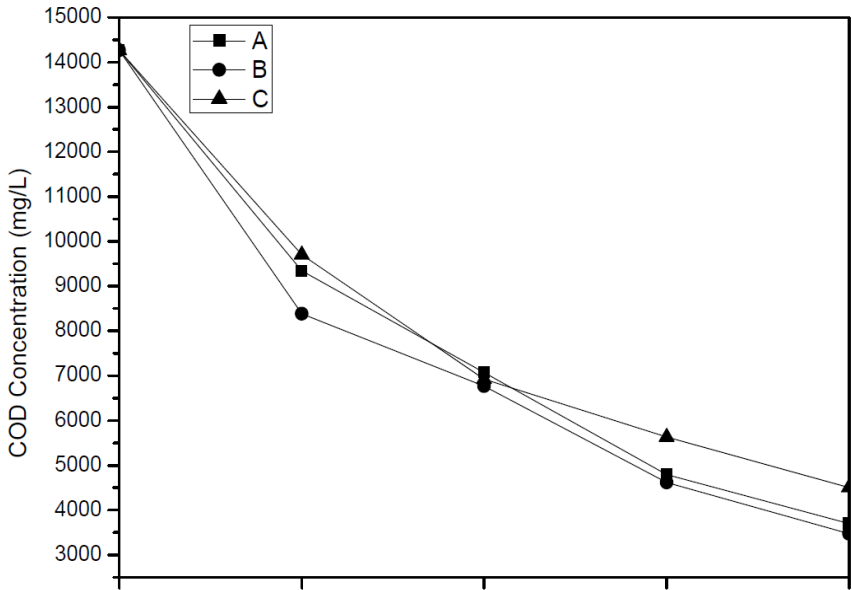
2^ο στάδιο επεξεργασίας: πιλοτικοί ΤΥ-ΚΡ (pilot scale VFCWs)



Δοχείο συλλογής επεξεργασμένου αποβλήτου

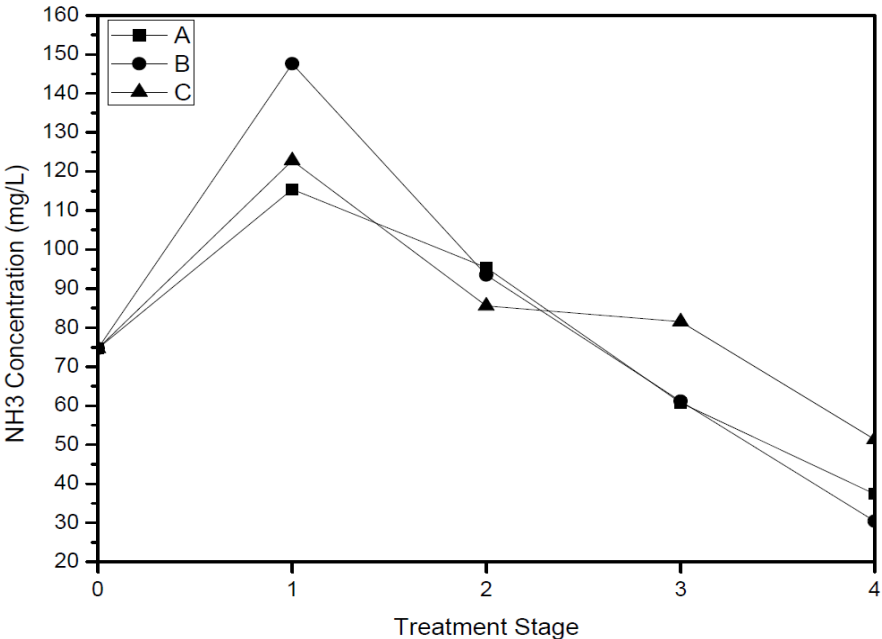
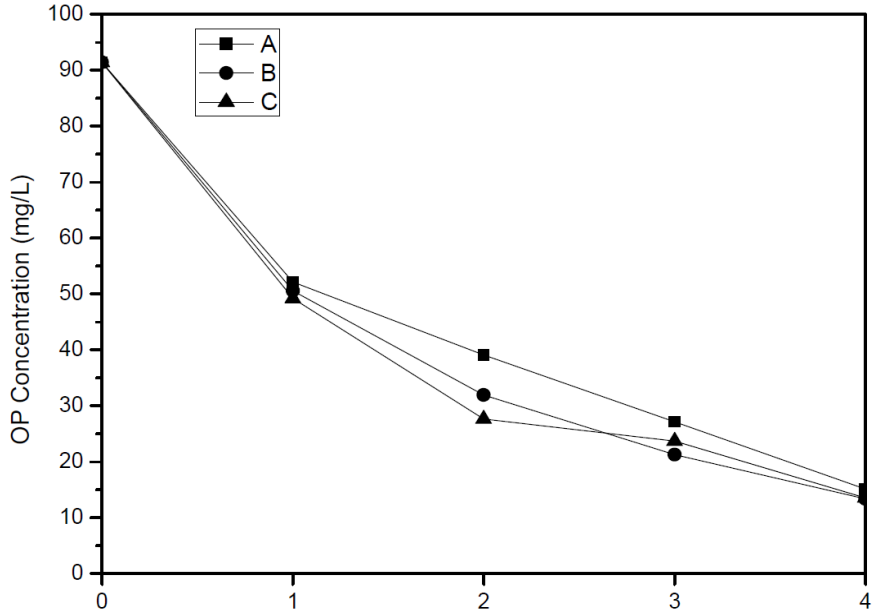
2^ο στάδιο επεξεργασίας: πιλοτικοί ΤΥ-ΚΡ (pilot scale VFCWs)

		A	B	C
COD (mg/L)	0	14120	14120	14120
	1	10192	9215	10342
	2	7932	7893	7438
	3	5325	4967	6266
	4	3580	3710	5214
	Απόδοση (%)	71	74	63
Phenols (mg/L)	0	2841	2841	2841
	1	1923	1462	1359
	2	1545	1462	1359
	3	1088	998	1230
	4	1014	657	1025
	Απόδοση (%)	72	77	63
OP (mg/L)	0	95	95	95
	1	47	47	47
	2	38	28	29
	3	21	19	23
	4	12	11	15
	Απόδοση (%)	87	87	84
TKN (mg/L)	0	506	506	506
	1	280	252	420
	2	168	196	210
	3	117	168	170
	4	99	97	145
	Απόδοση (%)	75	76	62
NH ₃ (mg/L)	0	123	123	123
	1	149	160	138
	2	122	84	92
	3	72	57	80
	4	36	32	52
	Απόδοση (%)	70	74	58



2^ο στάδιο επεξεργασίας: πιλοτικοί ΤΥ-ΚΡ (pilot scale VFCWs)

		A	B	C
COD (mg/L)	0	14120	14120	14120
	1	10192	9215	10342
	2	7932	7893	7438
	3	5325	4967	6266
	4	3580	3719	5214
	Απόδοση (%)	71	74	63
Phenols (mg/L)	0	2841	2841	2841
	1	1923	1462	1359
	2	1545	1462	1359
	3	1088	998	1230
	4	1014	657	1025
	Απόδοση (%)	72	77	63
OP (mg/L)	0	95	95	95
	1	47	47	47
	2	38	28	29
	3	21	19	23
	4	12	11	15
	Απόδοση (%)	87	87	84
TKN (mg/L)	0	506	506	506
	1	280	252	420
	2	168	196	210
	3	117	168	170
	4	99	97	145
	Απόδοση (%)	75	76	62
NH ₃ (mg/L)	0	123	123	123
	1	149	160	138
	2	122	84	92
	3	72	57	80
	4	36	32	52
	Απόδοση (%)	70	74	58



2^ο στάδιο επεξεργασίας: πιλοτικοί ΤΥ-ΚΡ (pilot scale VFCWs)

		A	B	C
COD (mg/L)	0	14120	14120	14120
	1	10192	9215	10342
	2	7932	7893	7438
	3	5325	4967	6266
	4	3580	3719	5214
	Απόδοση (%)	71	74	63
Phenols (mg/L)	0	2841	2841	2841
	1	1923	1462	1359
	2	1545	1462	1359
	3	1088	998	1230
	4	1014	657	1025
	Απόδοση (%)	72	77	63
OP (mg/L)	0	95	95	95
	1	47	47	47
	2	38	28	29
	3	21	19	23
	4	12	11	15
	Απόδοση (%)	87	87	84
TKN (mg/L)	0	506	506	506
	1	280	252	420
	2	168	196	210
	3	117	168	170
	4	99	97	145
	Απόδοση (%)	75	76	62
NH ₃ (mg/L)	0	123	123	123
	1	149	[χωρίς τίτλο] 160	138
	2	122	84	92
	3	72	57	80
	4	36	32	52
	Απόδοση (%)	70	74	58

Υψηλές αποδόσεις αφαίρεσης



Συγκεντρώσεις εξόδου
παρέμειναν υψηλές

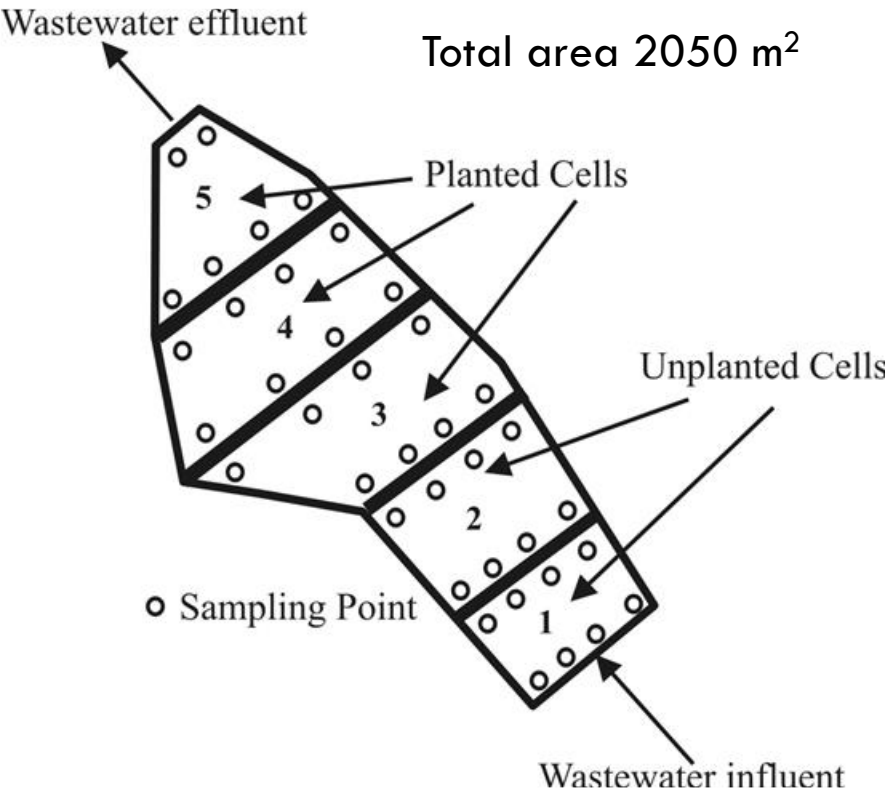


Επεξεργασμένο ΥΑΕ ακατάλληλο
ακόμη για άρδευση ή απευθείας
απόθεση σε φυσικό αποδέκτη



Περαιτέρω βήμα επεξεργασίας

2^ο στάδιο επεξεργασίας: ΤΥ-ΕΡ πλήρους κλίμακας



Ημέρα φύτευσης καλαμιών

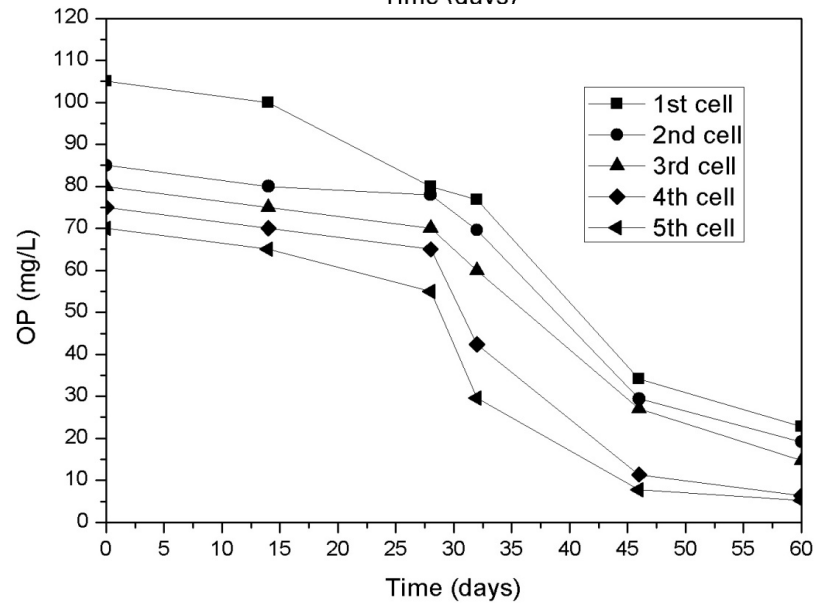
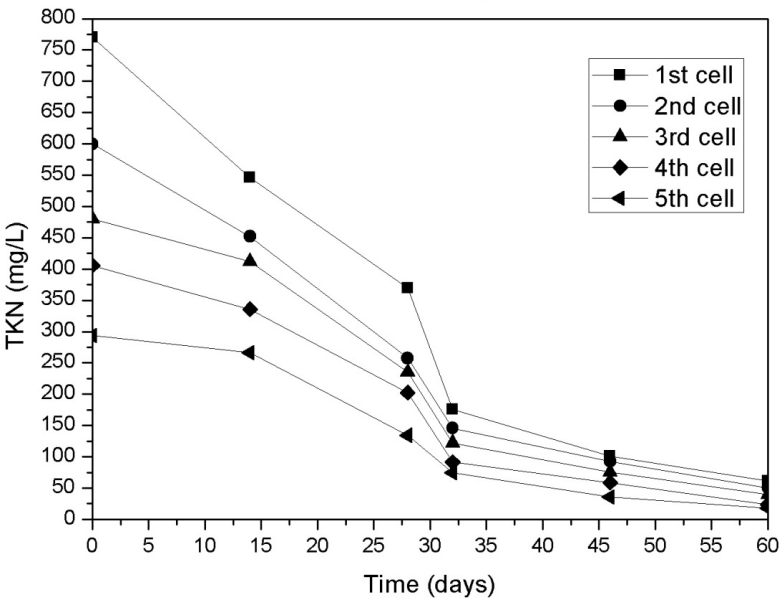
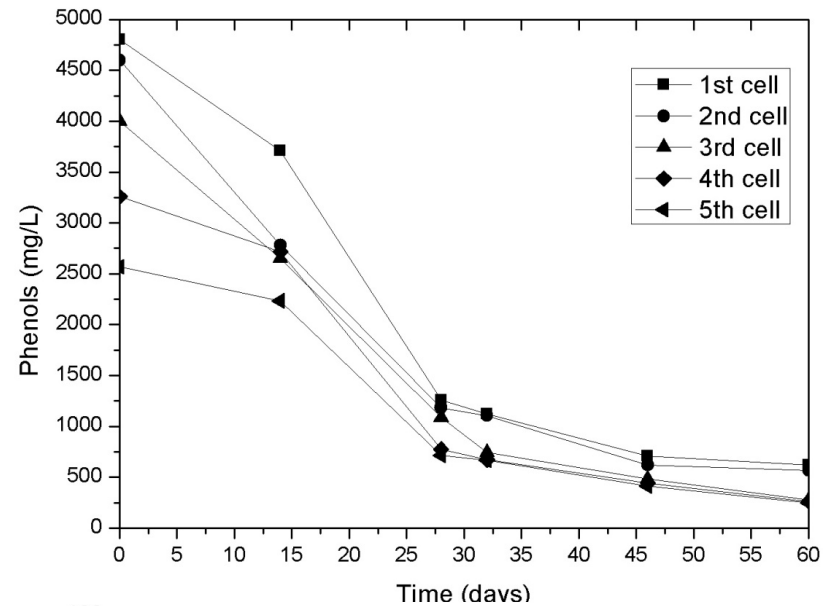
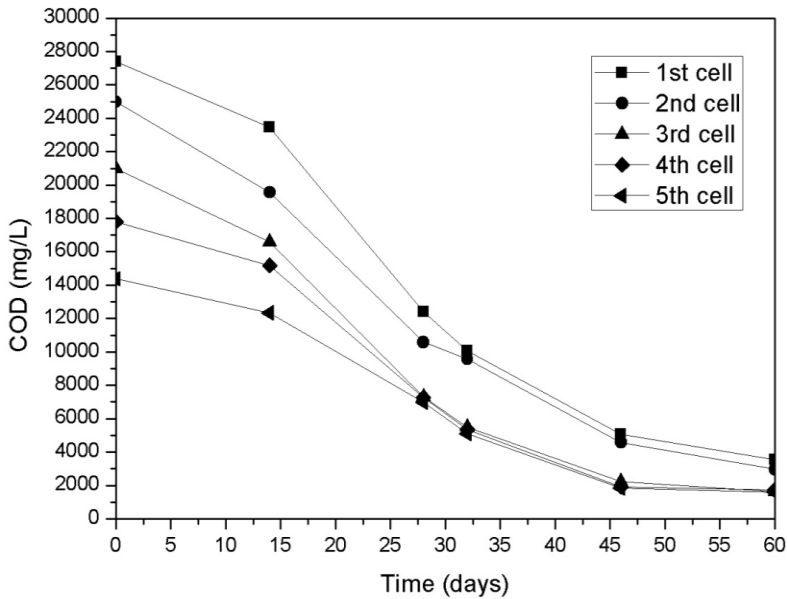


Δύο μήνες μετά την φύτεψη



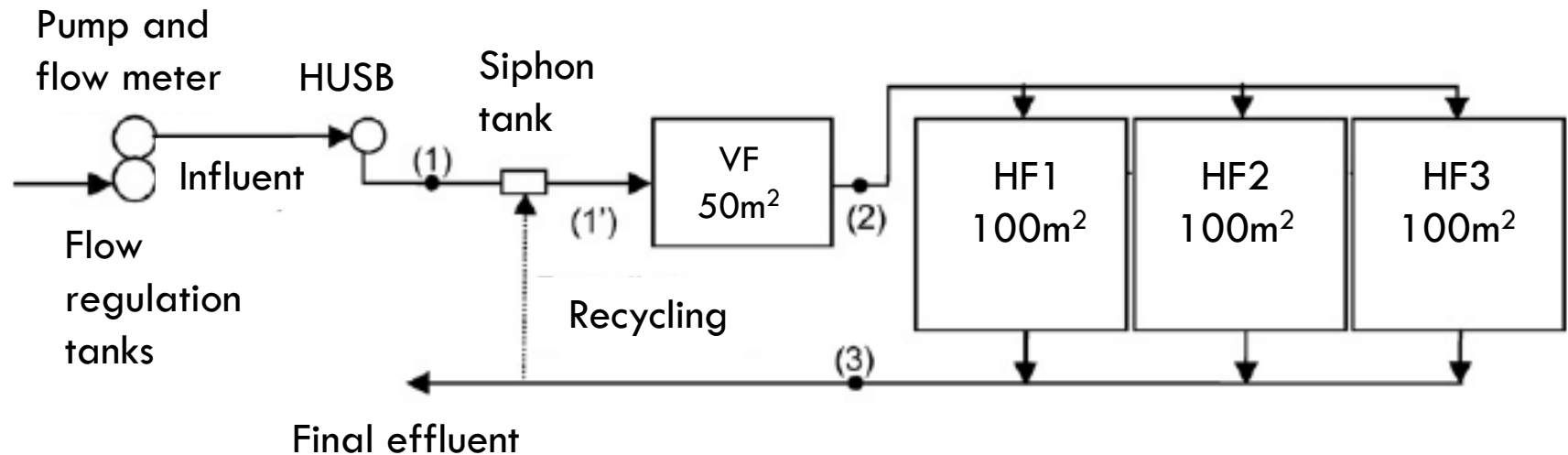
Πηγή: Michailides et al. (2015). Start-up of a free water surface constructed wetland for treating olive mill wastewater

2^ο στάδιο επεξεργασίας: ΤΥ-ΕΡ πλήρους κλίμακας



Πηγή: Michailides et al. (2015). Start-up of a free water surface constructed wetland for treating olive mill wastewater

ΤΥ για την επεξεργασία λυμάτων οινοποιίας



ΤΥ για την επεξεργασία λυμάτων από οινοποιία

The overall VF + HF CW system average removal efficiencies

- Over 85% of TSS
- Over 70% of COD
- 75% of BOD₅
- 50% of total Kjeldhal nitrogen (TKN)
- 55% of NH₃-N and
- 20% of phosphates.

ΤΥ για την επεξεργασία αποβλήτων από άλλες αγροβιομηχανίες

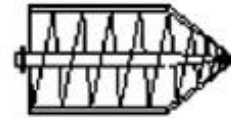
- Cattle feedlots
- Piggeries-Swine barns
- Slaughterhouses and similar activities

ΤΥ για την επεξεργασία κοπριάς χοίρων

1. Liquid pig manure is collected under the slats of pig houses and gravity fed to outside storage tanks



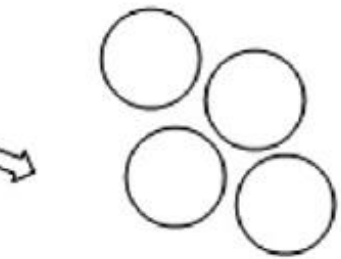
2. Anaerobic digestion of pig manure and grass silage



3. Solid-liquid separation of digestate by decanter centrifuge



4. Solid fraction is mixed with sawdust and composted



5. Liquid fraction is diluted and treated by integrated constructed wetlands

ΤΥ για την επεξεργασία κοπριάς χοίρων-Πλεονεκτήματα

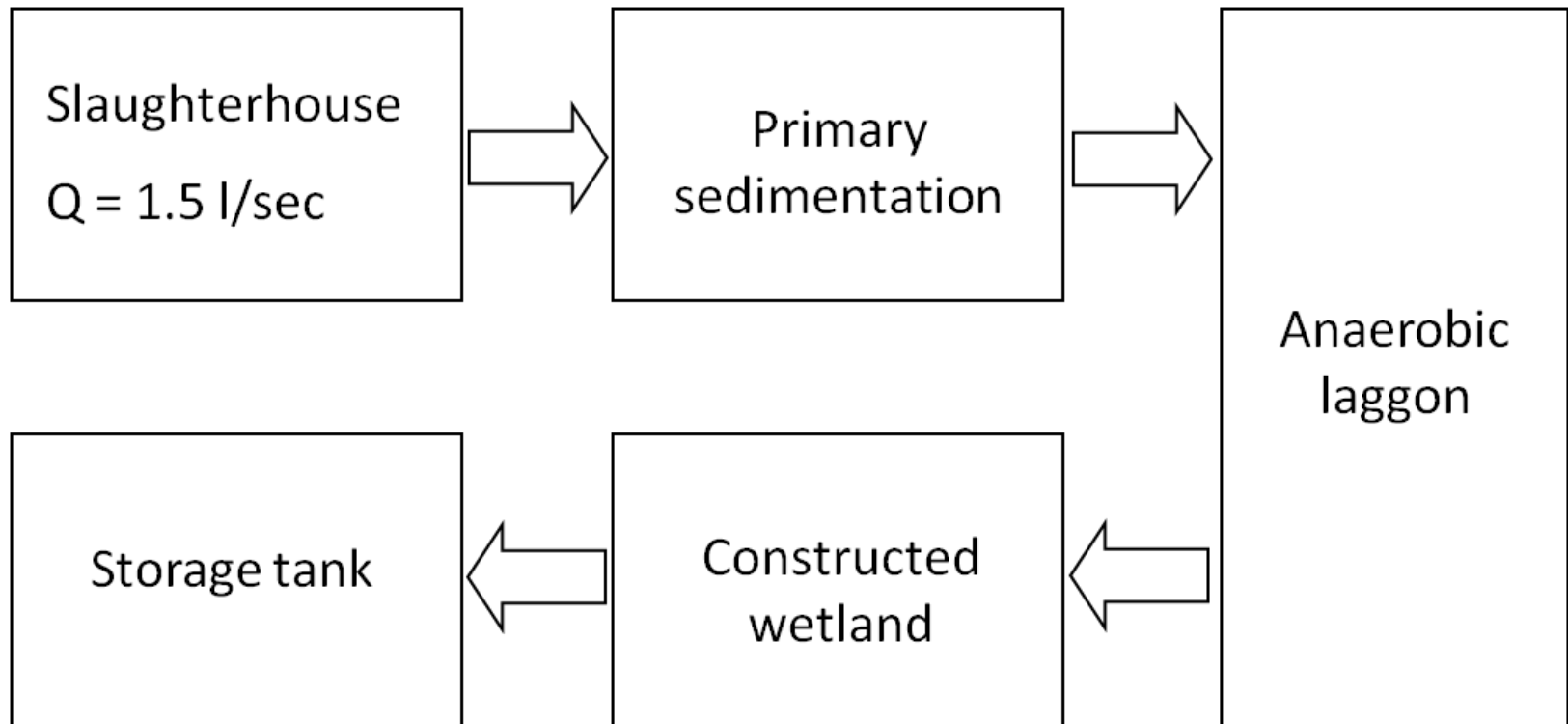
For **small** piggeries with **sufficient land**, the proposed CW system is

- ☐ a viable,
- ☐ sustainable
- ☐ in situ and
- ☐ cost-effective alternative

to anaerobic digestion, bio-membranes and other standard wastewater treatment methods such as the activated sludge process which are

- ☒ expensive and
- ☒ maintenance-intensive.

ΤΥ για την επεξεργασία λυμάτων από σφαγεία



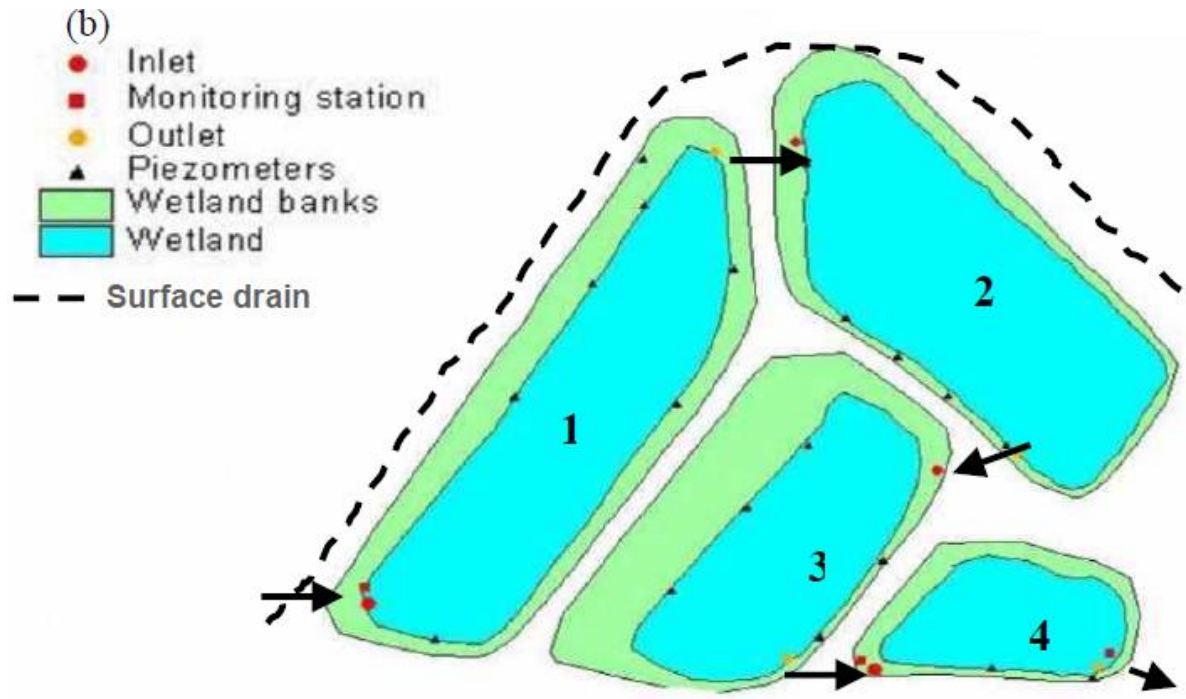
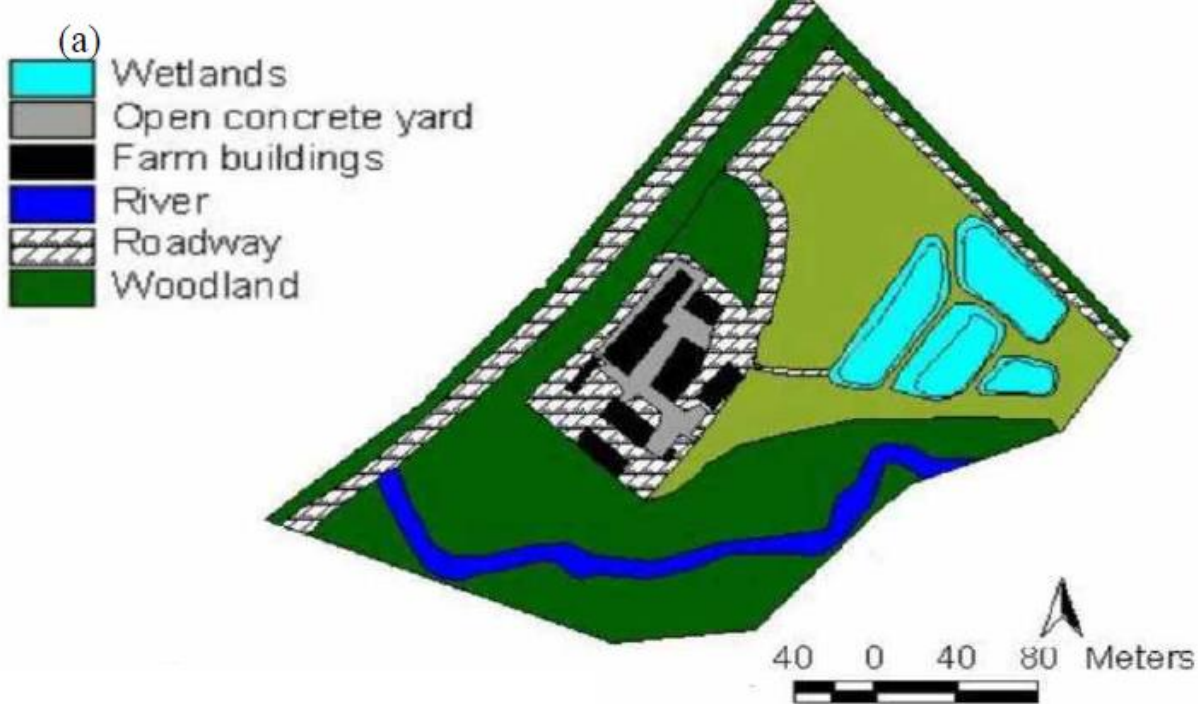
ΤΥ για την επεξεργασία λυμάτων από σφαγεία

- The wetland accounted for almost 30% of the organic matter removal.
- Overall removal of BOD_5 was 91%, on average.
- COD reduction averaged 89%.
- Organic nitrogen removals were approximately 80%.
- Phosphorus removal, on average, was null.
- Coliform removal in the wetland was between 2 to 3.5 logs.

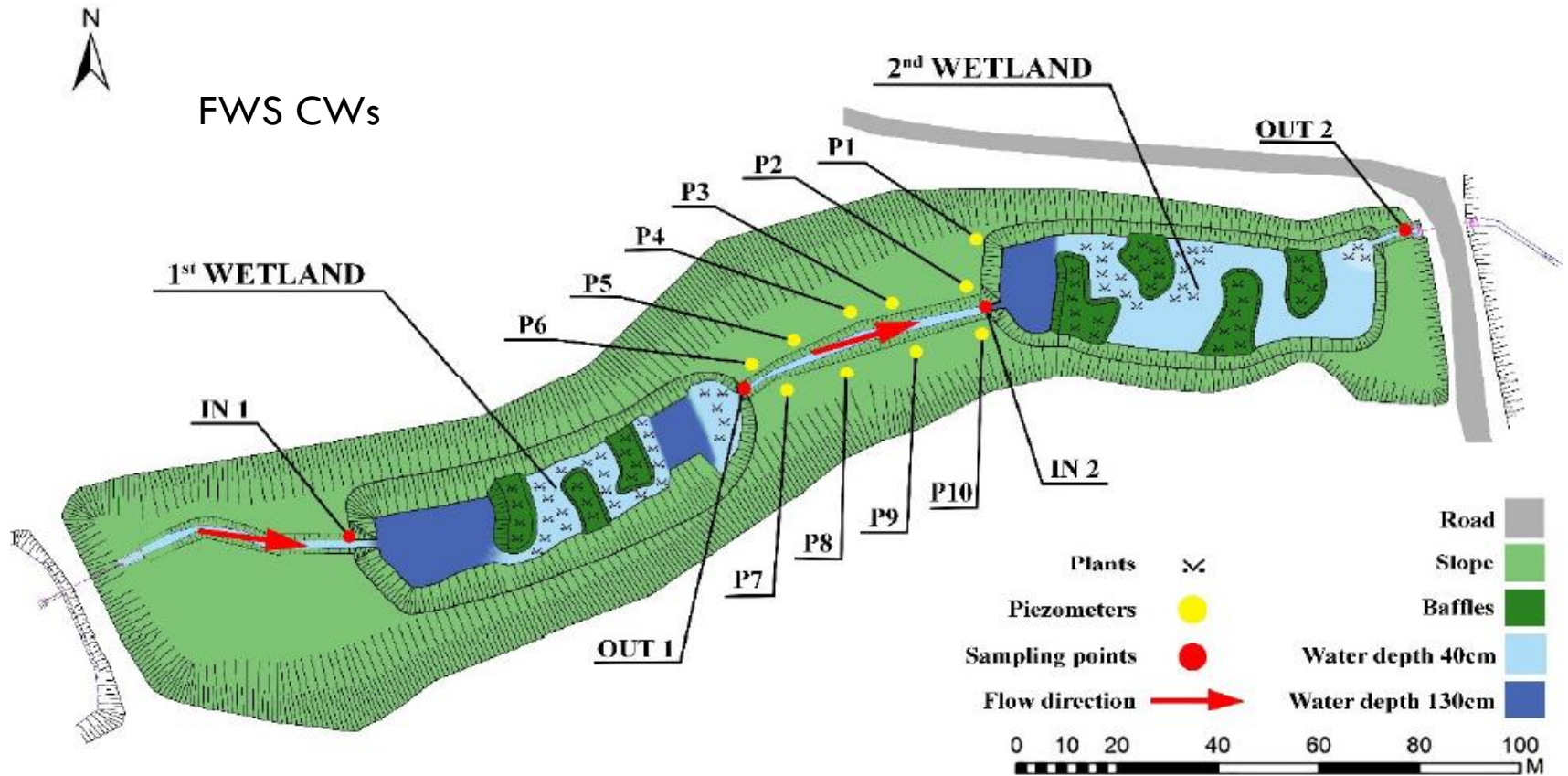
Επεξεργασία αγροτικών απορροών

Farmyard dirty water:

- rainfall on open farmyard areas (2,031 m²),
- farmyard manure and silage effluents,
- dairy and yard washings from a 42-cow organic dairy unit.

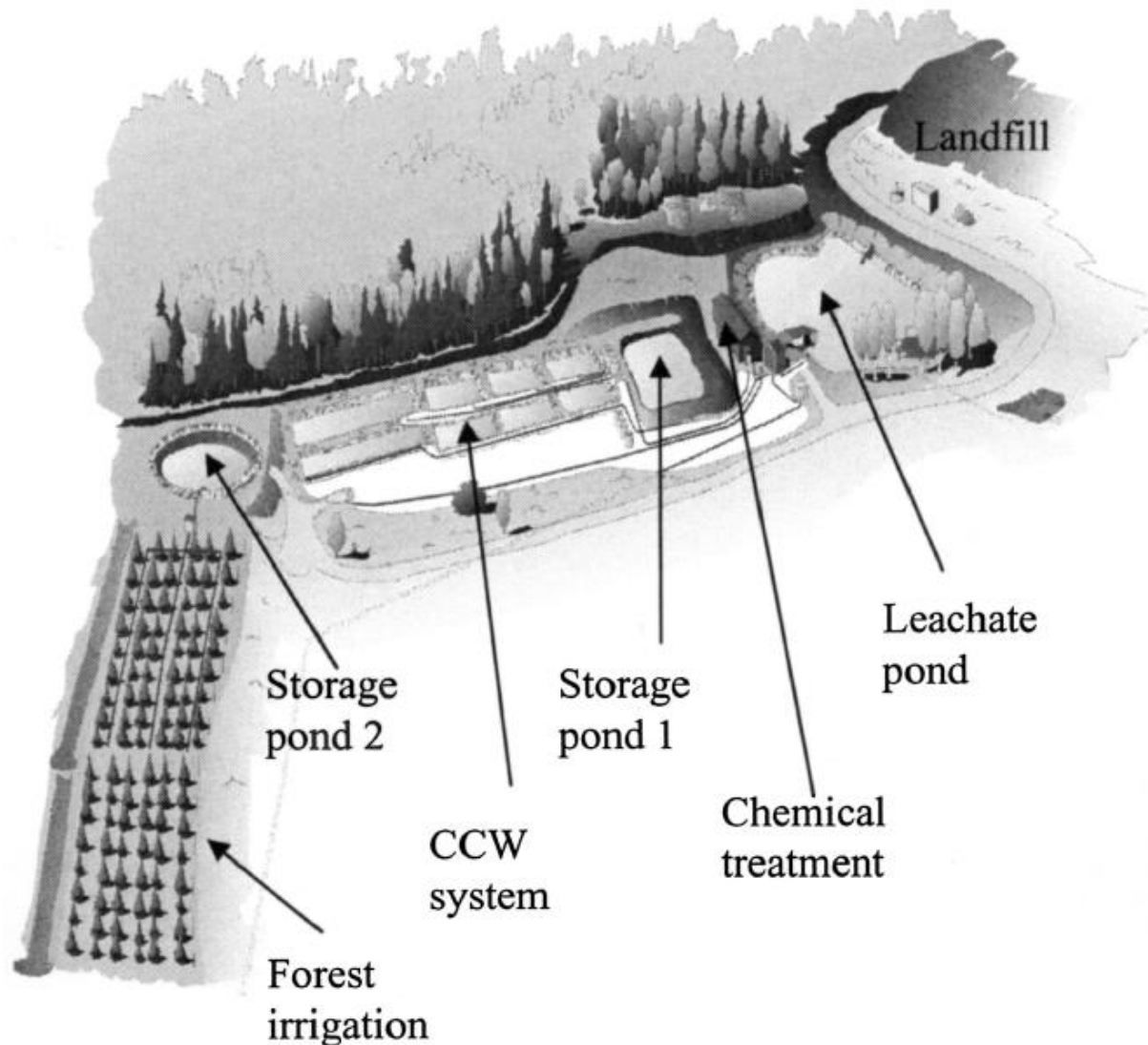


Επεξεργασία αγροτικών απορροών

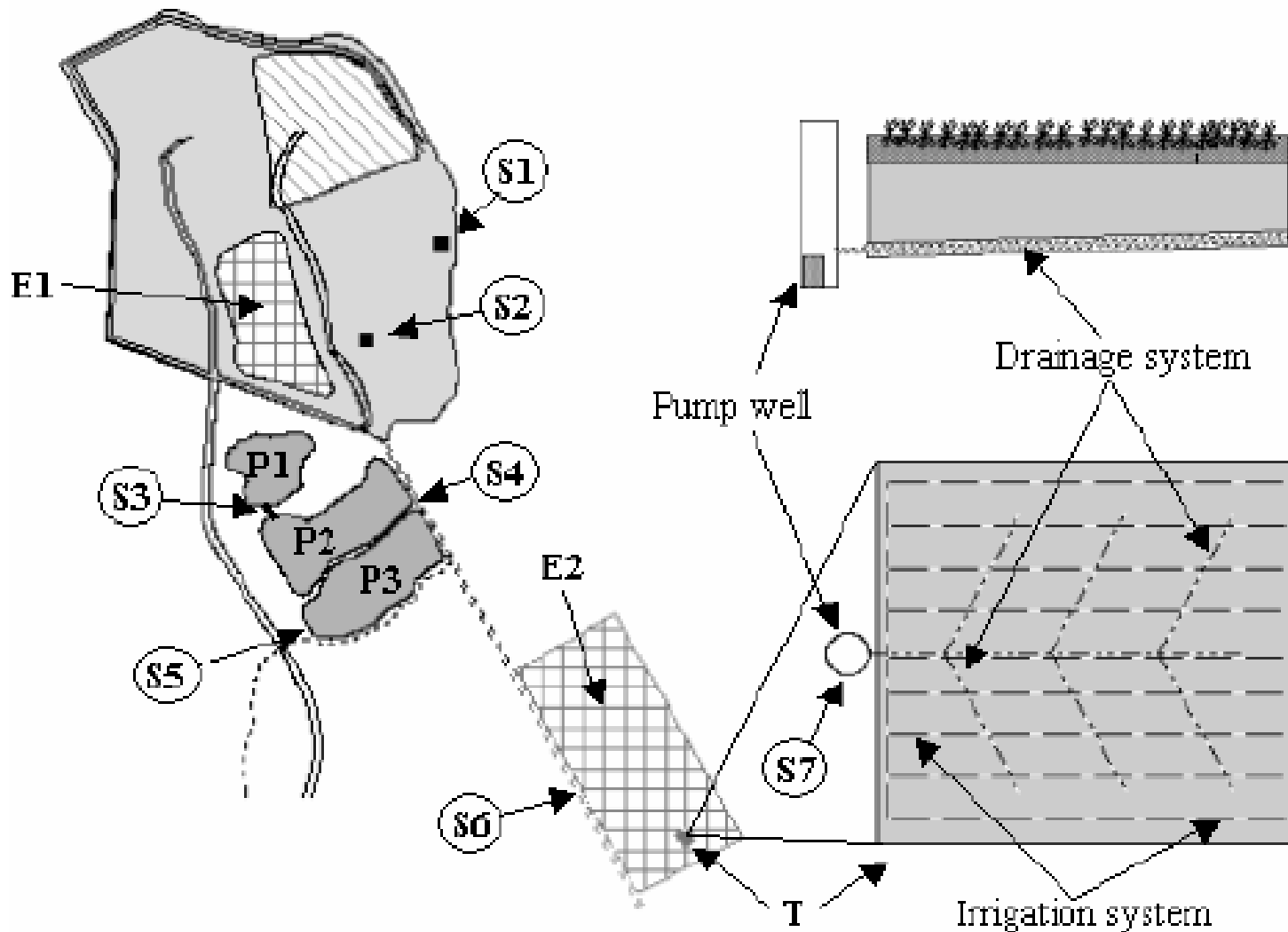


Layout of the Vända free water surface constructed wetland system (0.45 ha) capturing runoff from 2.2 km² catchment area.

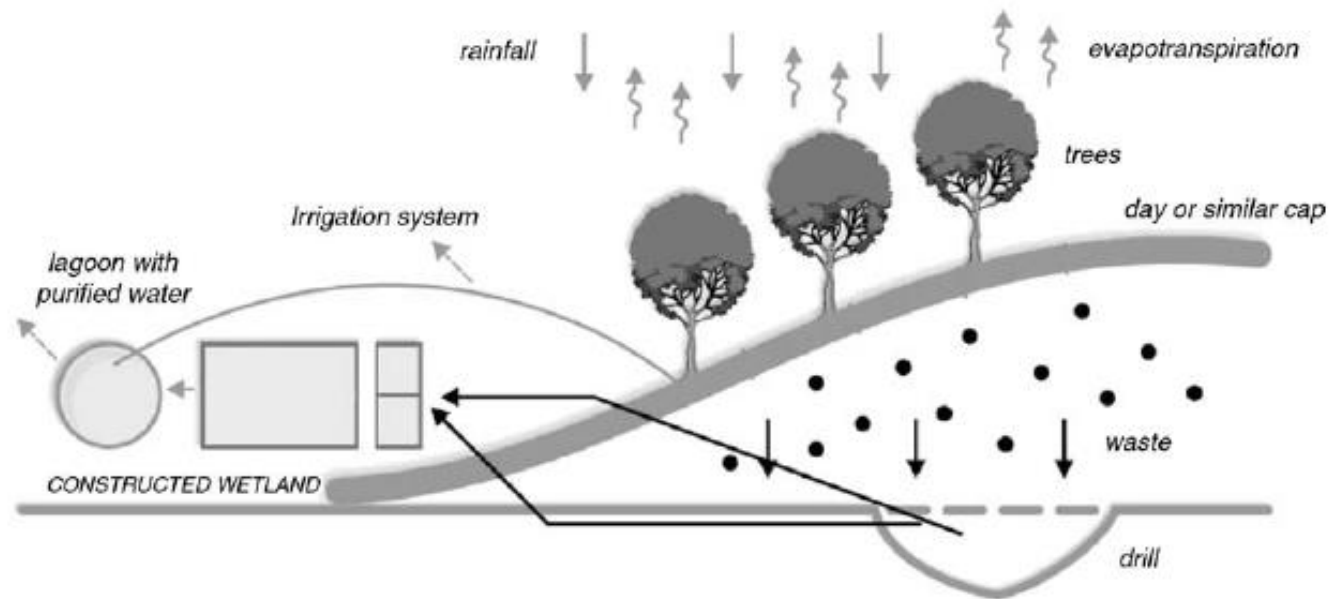
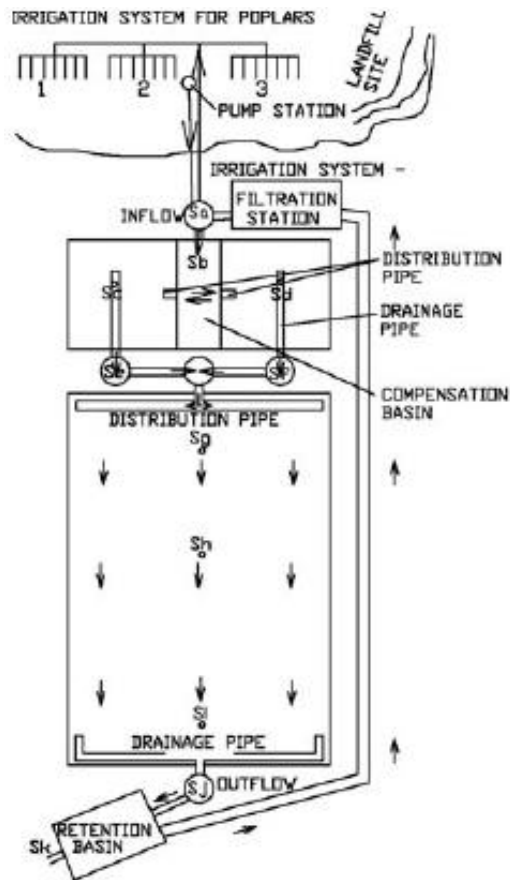
CWs for Landfill Leachate Treatment



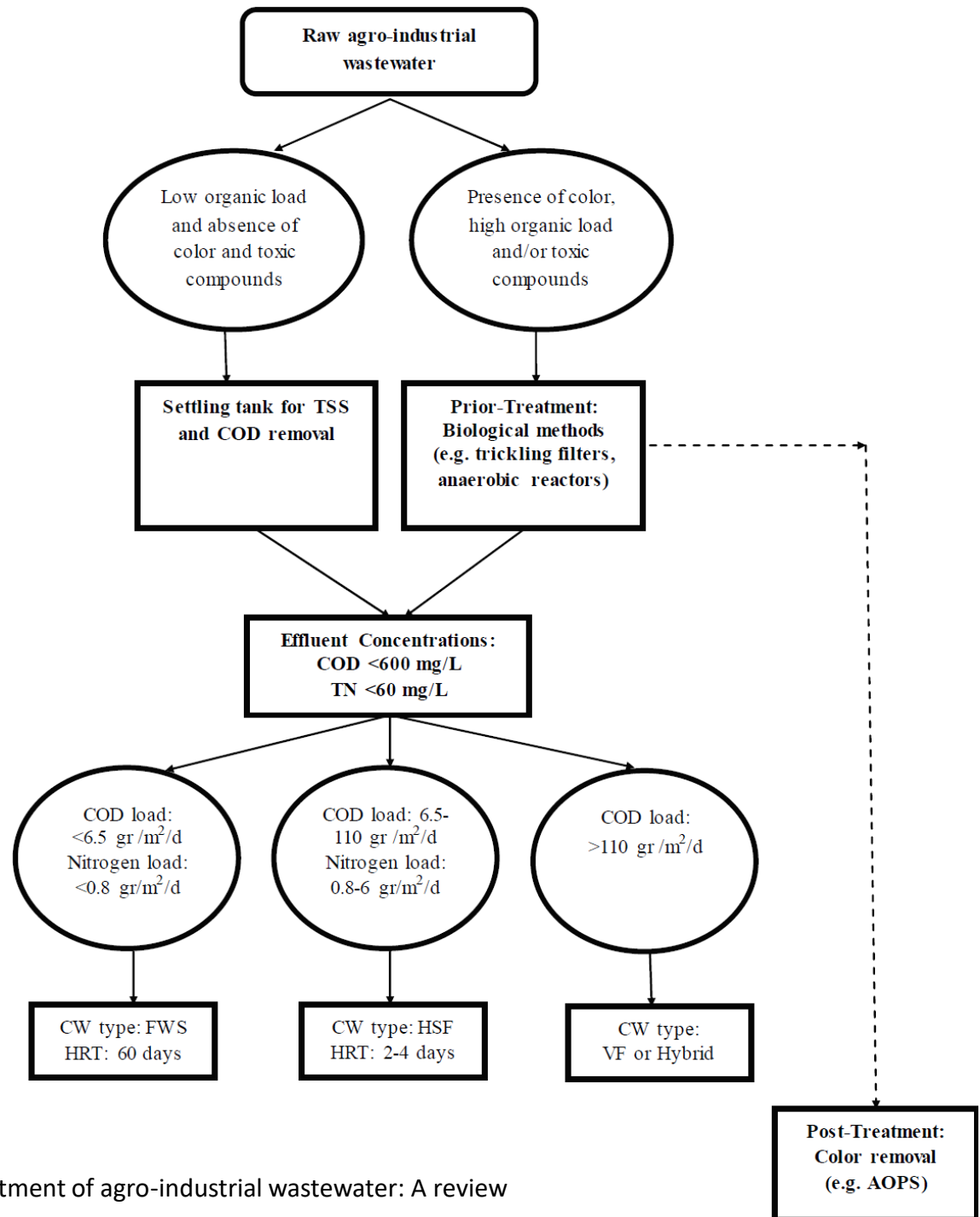
NTS for Landfill Leachate Treatment



CWs for Landfill Leachate Treatment



Decision tree for
designing CWs treating
agro-industrial
wastewater



FWS CWs treating agro-industrial wastewater treatment by CWs

Wastewater type	CW surface area, m ²	Surface load, g/m ² per day				Removed surface load, g/m ² per day			
		C	TKN	TP	TSS	C	TKN	TP	TSS
Animal farm	120.6	2.74	3.5	–	–	–	–	–	–
Dairy	100	6.5	0.8	0.12	4.8	6.37	0.64	0.11	4.61
Dairy	500	–	–	–	–	–	–	–	–
Dairy	4265	6.84	–	0.05	2.55	6.22	–	0.04	2.52
Animal farm	327	–	0.95–1.62	0.33–0.34	–	–	0.38–0.65	0.05	–
Animal farm	220	7.14	1.23	1.1	24.2	4.2	0.7	0.32	15.0
Animal farm	440	1.9–6.1	0.7–4.0	0.8–1.6	4.4–8.2	0.9–2.7	0.3–1.8	0.16–0.32	1.8–3.3
Animal farm	440	8.13–87.1	0.4–3.5	–	3425–35109	3.3–34.5	0.2–1.6	–	1370–14044
Dairy	630	20.36	23.2	–	67.36	0.61	6.0	–	24.2
OMW		5–15	–	–	–	4.3–12.9	–	–	–
Animal farm	241.2	10.7–12	3.7–4.4	1–1.6	11.5–18.8	6.4–7.2	2.9–3.5	0.3–0.5	10.6–17.3
Animal farm	440	–	2.3	1.2	–	–	0.9	0.09	–

HSF CWs treating agro-industrial wastewater treatment by CWs

Wastewater type	CW surface area, m ²	Surface load, g/m ² per day				Removed surface load, g/m ² per day			
		C	TKN	TP	TSS	C	TKN	TP	TSS
Dairy	138.6	52.6	1.9	0.514	14.8	14.7	0.5	0.14	6.7
Dairy	10–15	26.8–45.3	–	–	–	24.1–40.8	–	–	–
Dairy	138.6 (each cell)	51.3	1.96	0.5	24.6	38.9	0.55	0.23	22.1
Dairy	72	110.1	5.84	1.15	62.3	101.3	2.83	0.70	56.6
Winery	127–850	23.6–35.2	0.6–2.7	0.08–0.2	–	22.4–33.4	0.4–1.9	–	–
Dairy	50–1900	5.7–8.3	0.56–1.97	0.17–1.71	–	4.5–6.6	0.2–0.8	0.12–1.2	–
Animal farm	18	9.7–47.3	0.7–4.54	–	–	4.85–23.6	0.42–2.7	–	–
Dairy	1.63	8.6–34.5	1.3–4.9	OP: 0.3–1.1	0.2–0.7	5.2–20.7	0.78–2.94	OP: 0.09–0.33	0.16–0.56
Dairy	100	17	–	–	–	16.7	–	–	–
Dairy	892	68.5	–	0.6	16	–	–	–	–
Trout farm	23.9	9.8	8.9	0.49	–	19.8	1.1	0.27	–
Dairy	19	0.9–4.1	0.6–2.7	0.2–0.8	1.9–8.5	0.76–3.5	0.4–1.8	0.12–0.48	1.5–6.5
Animal farm	6000	0.17–0.26	0.15–0.68	–	0.21–1.85	0.12–0.18	0.09–0.48	–	0.07–0.93
Dairy	398	29.4	3.4	2	8.4	11.2	1.45	0.5	4.9
Animal farm	31.1	39–137	6.9–26.2	1.5–4.7	30.3–62.4	31.2–110	1.03–3.9	0.7–2.1	29.4–60.5
Animal farm	0.9	4.2	–	0.2016	6.1	–	–	–	–
Dairy	600	–	–	–	–	–	–	–	–
Dairy	20	–	–	–	–	–	–	–	–
Cheese whey	1.1	19–110	–	–	–	2–109	–	–	–
Animal farm	0.25	3.2	0.104	0.265	–	2.24	0.08	0.21	–
Animal farm	4500	0.14	0.03	0.005	–	0.13	0.03	0.005	–
Winery	350	2–49	–	–	–	1.4–34.3	–	–	–
OMW	0.85	77.03	1.08	0.42	9.32	53.1	0.13	0.23	4.6
		Phenols: 16.85				Phenols: 13.2			
Sugarcane	0.9	47.2–94.8	–	–	–	37.8–75.8	–	–	–
Dairy	7600	1.2	–	–	0.21	1.14	–	–	0.2
Dairy	260	–	0.7–2.9	0.004–0.013	–	–	0.4–1.7	0.0004–0.0013	–
Animal farm	4500	–	0.007	0.004	–	–	0.005	0.001	–
Dairy	160	–	–	–	–	–	–	–	–

VF and hybrid CWs treating agro-industrial wastewater treatment by CWs

Wastewater type	CW surface area, m ²	Surface load, g/m ² per day				Removed surface load, g/m ² per day			
		C	TKN	TP	TSS	C	TKN	TP	TSS
VF									
Winery	127–850	23.6–35.2	0.6–2.7	0.08–0.2	–	22.4–33.4	0.4–1.9	–	–
OMW		15	–	–	–	12.9	–	–	–
OMW		114.71	–	OP: 2.74	–	82.5	–	OP: 2.6	–
OMW		6589	175	20.0	–	4810	131	17.6	–
		Phenols: 997				Phenols: 748			
Animal farm	0.5	51.7	22.5	1.84	14	31.0	15.8	1.1	13.3
Animal farm	n.a.	36–474	46–79	8–174	73–1836	21.6–284	20.7–35.6	6.4–139	–
Cheese whey	0.03	10	–	–	–	3	–	–	–
Animal farm	575	–	575	–	35		491	–	32.8
Hybrid									
Dairy	1990	1.28	0.74	0.10	1.96	1.2	0.68	0.09	1.92
Animal farm	0.5	51.7	22.5	1.84	14	31.0	15.8	1.1	13.3
Animal farm	120	–	1.4–1.5	–	–	–	0.98–1.05	–	–
Vinegar	730	23.4	0.3	0.06	–	67	83	62	–
Winery	350	30.4	–	–	–	22.3	–	–	–
Dairy, swine and potato starch	168–2151	24–92	–	–	–	19.2–73.6	–	–	–
Dairy	80	50–1500	50–1500	1.5–40	20–400	45–1350	32.5–975	0.8–21	18.8–376
Dairy	1.87	173.5	–	2	22.3	156	–	1.6	20.1