

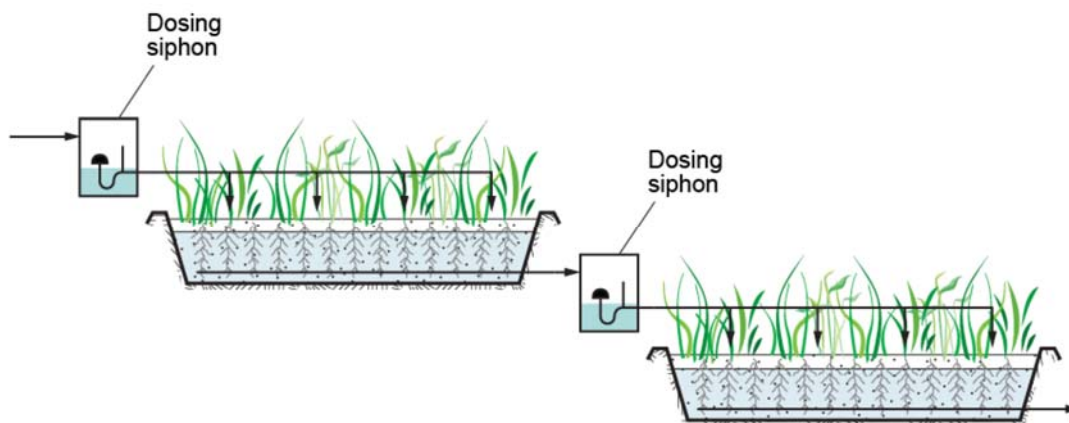
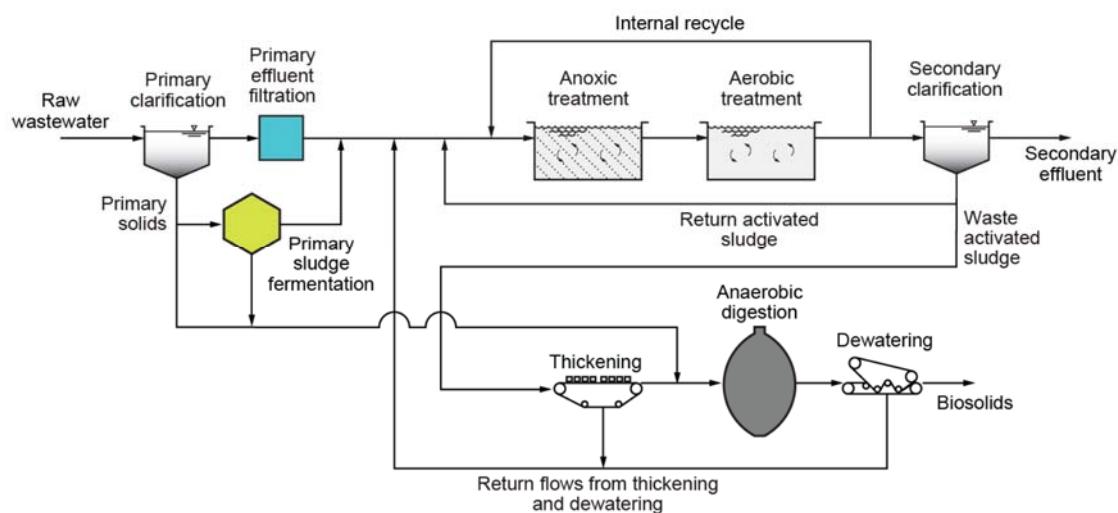
Διεύθυνση: Σουλίου 2, Νέα Πέραμος, ΤΚ 64007

Τηλ-Φαξ: 25940 22731

Ιστοσελίδα: [www.sd-eco.gr](http://www.sd-eco.gr)

Ηλ. Δ/ση: [info@sd-eco.gr](mailto:info@sd-eco.gr)

## Αποκεντρωμένα Συστήματα Επεξεργασίας Υγρών Αποβλήτων



### Πίνακας Περιεχομένων

1.# Γενικά .....	1#
2.# Συμβατικά Συστήματα .....	4#
3.# Φυσικά Συστήματα .....	5#
4.# Συνδυασμένα Συστήματα .....	6#
5.# Βιβλιογραφικές Αναφορές .....	7#
5.1.#Ελληνόγλωσσες .....	7#
5.2.#Ξενόγλωσσες .....	7#

### Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1.#Κυριότεροι Τύπου ΑΣΕΥΑ .....	2#
Εικόνα 2.#Τεχνητοί Υγροβιότοποι .....	5#
Εικόνα 3.#Συνδυασμένο Σύστημα Αναερόβιου Αντιδραστήρα & Τεχνητών Υγροβιότοπων .....	6#

## 1. Γενικά

Ο στόχος της αειφορικής διαχείρισης των υγρών αποβλήτων θα πρέπει να είναι η μεγιστοποίηση της επαναχρησιμοποίησής τους και η ανάκτηση των παραπροϊόντων της επεξεργασίας τους (Libralato, Ghirardini, & Avezzù, 2012).

Η συλλογή, η επεξεργασία και η διάθεση είναι τα τρία βασικά τμήματα οποιουδήποτε Συστήματος Επεξεργασία Υγρών Αποβλήτων (ΣΕΥΑ). Τα Αποκεντρωμένα Συστήματα Επεξεργασία Υγρών Αποβλήτων (ΑΣΕΥΑ) ελαχιστοποιούν τη συλλογή των υγρών αποβλήτων και εστιάζουν στα υπόλοιπα δύο τμήματα (Massoud, Tarhini, & Nasr, 2009).

Τα ΑΣΕΥΑ είναι κατάλληλα για αραιοκατοικημένες κοινότητες, για τις οποίες παρουσιάζουν καλύτερη σχέση κόστους - οφέλους από τα κεντρικά. Η απόδοσή τους εξαρτάται από την εγκατάσταση ενός συστήματος που εξασφαλίζει τη συχνή επίβλεψη και συντήρησή τους (Massoud et al., 2009).

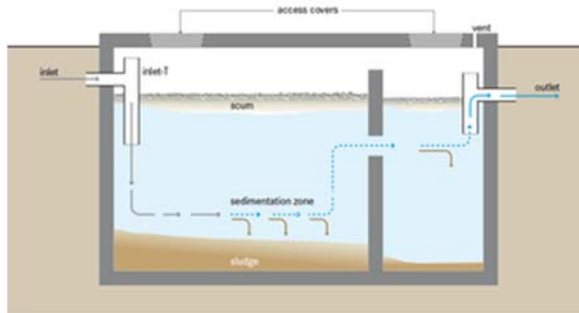
Τα προβλήματα που παρατηρούνται στις περιαστικές περιοχές των αναπτυσσόμενων χωρών, σε σχέση με την επεξεργασία και διάθεση των υγρών αποβλήτων μέσω κεντρικών συστημάτων, έχουν οδηγήσει στην υιοθέτηση χρήσης ΑΣΕΥΑ (Parkinson & Tayler, 2003).

Στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής (ΗΠΑ) το 20% των νοικοκυριών χρησιμοποιούν ΑΣΕΥΑ, από τα οποία το 10 - 20% παρουσιάζουν λειτουργικά προβλήματα κυρίως λόγω της υπέρβασης της μακροχρόνιας διηθητικής ικανότητας του εδάφους, στο οποίο διατίθενται τα επεξεργασμένα λύματα (Gibbons et al., 2015).

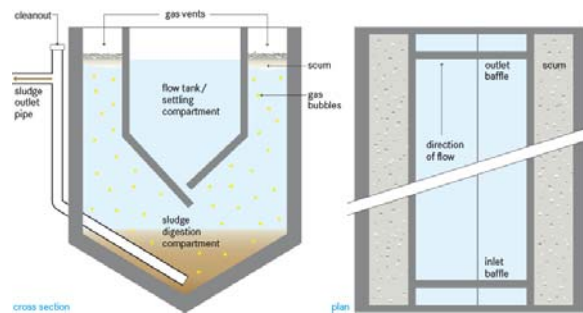
Η τάση χρήσης ΑΣΕΥΑ αντί κεντρικών συστημάτων συντέλεσαν στην επίτευξη συγκεκριμένων στόχων ανάπτυξης για την τρέχουσα χιλιετία που έχουν τεθεί από τον Οργανισμό Ηνωμένων Εθνών (ΟΗΕ), όπως η μείωση στο μισό του πληθυσμού δίχως πρόσβαση σε κατάλληλο ποιοτικά πόσιμο νερό και σε βασικές υποδομές αποχέτευσης έως το 2015 (Libralato et al., 2012).

Η διεθνής τάση σήμερα είναι η μετάβαση από τα ιδιωτικά ΑΣΕΥΑ που εξυπηρετούν μία κατοικία σε συστήματα που εξυπηρετούν συγκροτήματα κατοικιών ή μικρές κοινότητες, δορυφορικά συστήματα ή ακόμη και ημι-κεντρικά συστήματα (Libralato et al., 2012).

Υπολογίζεται ότι υπάρχουν περίπου 70 διαφορετικοί τύποι ΑΣΕΥΑ, στους οποίους συμπεριλαμβάνονται συμβατικά (μηχανικά) και φυσικά συστήματα. Ο συνηθέστερος είναι αυτός που αποτελείται από σηπτική δεξαμενή και απορροφητικό βόθρο ή υπεδάφιο πεδίο διάθεσης, ενώ ευρέως χρησιμοποιείται και η Δεξαμενή Imhoff (Massoud et al., 2009). Όπου απαιτείται δευτεροβάθμια (ή και τριτοβάθμια) επεξεργασία, χρησιμοποιούνται συμπαγή (compact) Μηχανικά Συστήματα (Εικόνα 1), τα οποία συνήθως βασίζονται στις τεχνολογίες του Παρατεταμένου Αερισμού, των Διακοπτόμενων Κύκλων Λειτουργίας (Sequencing Batch Reactor - SBR), των Μεμβρανών (Membrane Biological Reactor – MBR) και των Περιστρεφόμενων Βιοδίσκων (Rotating Biological Contactor – RBC) ή Φυσικά Συστήματα όπως Δεξαμενές Σταθεροποίησης, Τεχνητοί Υγροβιότοποι και Εδαφικά Συστήματα.



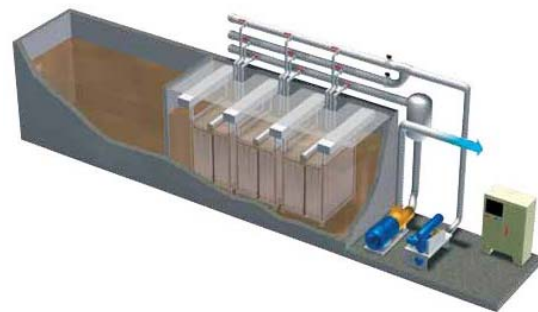
(α) Σηπτική Δεξαμενή



(β) Δεξαμενή Imhoff



(γ) SBR



(δ) MBR

**Εικόνα 1. Κυριότεροι Τύπου ΑΣΕΥΑ**

Η επιλογή της κατάλληλης τεχνολογίας επεξεργασίας και διάθεσης για τα ΑΣΕΥΑ βασίζεται σε δύο κύριους παράγοντες: την οικονομική δυνατότητα και την καταλληλότητα. Ως Βέλτιστη Διαθέσιμη Τεχνολογία (ΒΔΤ) ορίζεται αυτή που είναι δυνατή να χρηματοδοτηθεί, είναι περιβαλλοντικά συμβατή και κοινωνικά αποδεκτή (Massoud et al., 2009).

Συγκρίνοντας 3 διαφορετικούς τύπους ΑΣΕΥΑ, δηλαδή ένα κλασικό Σύστημα Ενεργού Ιλύος (ΣΕΙ) 500 Ισοδύναμων Κατοίκων (ΙΚ), ένα Εδαφικό Σύστημα Βραδείας Εφαρμογής (ΕΣΥΒΕ) 120 ΙΚ και ένα Σύστημα Τεχνητών Υγροβιότοπων (ΣΤΥ) 120 ΙΚ (τα δύο τελευταία πειραματικά) - με όρους Ανάλυσης Κύκλου Ζωής (ΑΚΖ / Life Cycle Assessment - LCA) - παρατηρήθηκε ότι (Machado et al., 2007):

- Σε ό,τι αφορά την εξάντληση των φυσικών αποθεμάτων, το μεγαλύτερο αποτύπωμα φαίνεται ότι έχει το ΣΤΥ για την κατασκευή και το ΣΕΙ για τη λειτουργία.
- Σε ό,τι αφορά την παγκόσμια υπερθέρμανση, το μεγαλύτερο αποτύπωμα φαίνεται ότι έχει το ΣΕΙ για την κατασκευή και για τη λειτουργία. Το ΕΣΥΒΕ και το ΣΤΥ έχουν αρνητικό ανθρακικό αποτύπωμα κατά τη λειτουργία, αφού ουσιαστικά δεσμεύουν CO<sub>2</sub> για τη λειτουργία τους.

- Σε ό,τι αφορά τη μείωση της στοιβάδας του όζοντος, το μεγαλύτερο αποτύπωμα φαίνεται ότι έχει το ΣΤΥ και το ΣΕΙ για τη λειτουργία. Το ΣΤΥ φαίνεται να έχει σημαντικό αποτύπωμα και κατά την παύση λειτουργίας του.
- Σε ό,τι αφορά την προκαλούμενη φωτοχημική ρύπανση, το μεγαλύτερο αποτύπωμα φαίνεται ότι έχει το ΣΤΥ για την κατασκευή και το ΣΕΙ για τη λειτουργία.
- Σε ό,τι αφορά τον κίνδυνο πρόκλησης όξινης βροχής, το μεγαλύτερο αποτύπωμα φαίνεται ότι έχει το ΣΤΥ για την κατασκευή και το ΣΕΙ για τη λειτουργία.
- Σε ό,τι αφορά τον κίνδυνο πρόκλησης ευτροφισμού, το αποτύπωμα και των τριών συστημάτων είναι παρόμοιο.

Το αρχικό κόστος επένδυσης των ΑΣΕΥΑ δυναμικότητας μεταξύ 50 και 200 ΙΚ κυμαίνεται μεταξύ 400 και 200 €/ΙΚ, αντίστοιχα, ενώ το ετήσιο λειτουργικό τους κόστος κυμαίνεται μεταξύ 60 και 20 €/ΙΚ/έτος, αντίστοιχα (Nogueira et al., 2009).

Σε άλλη πολύ πιο πρόσφατη μελέτη (Garfí, Flores, & Ferrer, 2017), έδειξε ότι - μεταξύ 3 διαφορετικών συστημάτων δυναμικότητας 1.500 ΙΚ (Συμβατικό Σύστημα Ενεργού Ιλύος, Υβριδικό Σύστημα Τεχνητών Υγροβιότοπων και Δεξαμενή Σταθεροποίησης Αλγών Υψηλού Ρυθμού) - το Συμβατικό Σύστημα έχει 2 έως 5 φορές μεγαλύτερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τα άλλα δύο (φυσικά συστήματα).

Αυτό αποδίδεται στη μεγαλύτερη απαίτηση σε ενέργεια και χημικά για τη λειτουργία του συμβατικού συστήματος. Οι επιπτώσεις αυτές οφείλονται κυρίως στη λειτουργία του συστήματος και λιγότερο στην κατασκευή του (12% επί του συνόλου των επιπτώσεων).

Σε ό,τι αφορά τα δύο φυσικά συστήματα, οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις ήταν πιο ομοιόμορφα κατανομημένες κατά τις φάσεις της κατασκευής και λειτουργίας.

Το αρχικό κόστος επένδυσης των 3 συστημάτων εκτιμήθηκε ίσο με:

- 540,93 €/ΙΚ για το Συμβατικό Σύστημα
- 210,36 €/ΙΚ για το Σύστημα Τεχνητών Υγροβιότοπων
- 164,14 €/ΙΚ για τη Δεξαμενή Σταθεροποίησης

Το κόστος λειτουργίας και συντήρησης των 3 συστημάτων εκτιμήθηκε ίσο με:

- 0,79 €/m<sup>3</sup> για το Συμβατικό Σύστημα
- 0,40 €/m<sup>3</sup> για το Σύστημα Τεχνητών Υγροβιότοπων
- 0,42 €/m<sup>3</sup> για τη Δεξαμενή Σταθεροποίησης

## 2. Συμβατικά Συστήματα

Τις δύο τελευταίες δεκαετίες έχουν αναπτυχθεί πολλά είδη συμπαγών (compact) προκατασκευασμένων μηχανικών συστημάτων επεξεργασίας υγρών αποβλήτων.

Γενικά, τα μηχανικά συστήματα δε βρίσκουν εφαρμογή στις αναπτυσσόμενες χώρες λόγω του υψηλού κόστους κατασκευής και λειτουργίας, σε αντίθεση με τα φυσικά συστήματα (Massoud et al., 2009).

Τα τελευταία έτη, όμως, δίνεται έμφαση από τις κατασκευάστριες εταιρίες στη μείωση του λειτουργικού (κυρίως ενεργειακού) τους κόστους.

Ένα τέτοιο παράδειγμα αποτελεί το Παθητικά Αεριζόμενο Βιολογικό Φίλτρο. Αποτελέσματα από την πιλοτική λειτουργία τέτοιων συστημάτων έχουν δείξει ότι η απόδοσή τους σε αφαίρεση Ολικών Αιωρούμενων Στερών (TSS), Βιοχημικά Απαιτούμενου Οξυγόνου (BOD) και Χημικά Απαιτούμενου Οξυγόνου (COD) μπορεί να φτάσει έως και 97%, 93% και 91%, αντίστοιχα (Abou-Elela, Hellal, Alyb, & Abo-Elenin, 2017).

Άλλο παράδειγμα αποτελεί το Αναερόβιο Σύστημα Μεμβρανών. Τα πειραματικά αποτελέσματα του συγκεκριμένου συστήματος έδειξαν ότι η απομάκρυνση του COD, του Ολικού Αζώτου (TN) και του Ολικού Φωσφόρου (TP) ανέρχεται σε 80%, 64% και 67%, αντίστοιχα. Η κατανάλωση ενέργειας του συστήματος ανήλθε σε περίπου 0,5 kWh/m<sup>3</sup> (Panga, Wub, Lia, Yua, & Zhang, 2017).

Επίσης, λόγω της αυστηροποίησης των ορίων εκροής, οι κατασκευάστριες εταιρίες προσανατολίζονται στην έρευνα και ανάπτυξη (αποκεντρωμένων) συστημάτων που μπορούν να εξασφαλίσουν αυτές τις απαιτήσεις. Τέτοιο παράδειγμα αποτελεί ο Βιοαντιδραστήρας με Διάφραγμα και Διακοπτόμενο Αερισμό, ο οποίος μπορεί να αφαιρέσει το 60 - 81% του TN, μειώνοντας τη συγκέντρωσή του στην εκροή κάτω από 3 mg/l (Liu & Wang, 2017).

Παρατηρείται, επίσης, με το πέρασμα των ετών, σημαντική αύξηση των εγκατεστημένων Αναερόβιων Συστημάτων (Upflow Anaerobic Sludge Blanket - UASB), τα οποία, όμως, παρουσιάζουν τα εξής μειονεκτήματα (Chernicharo, van Lier, Noyola, & Bressani Ribeiro, 2015):

- αδυναμία επεξεργασίας θρεπτικών συστατικών θαζώτου φωσφόρου)
- προβλήματα οσμών

Τέλος, σε πειραματικό στάδιο βρίσκονται και μέθοδοι ηλεκτροχημικής επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων (Radjenovic & Sedlak, 2015).

### 3. Φυσικά Συστήματα

Τα Φυσικά Συστήματα Επεξεργασίας Λυμάτων είναι ιδιαίτερα διαδεδομένα στην Ευρώπη και τις ΗΠΑ (Tsihrintzis & Gikas, 2014) και τυγχάνουν ευρείας και επιτυχούς εφαρμογής σε οικισμούς με πληθυσμό μικρότερο των 3.000 ΙΚ.

Στις περισσότερες των περιπτώσεων προτιμώνται οι τεχνητοί υγροβιότοποι (Εικόνα 2), οι οποίοι - σε σχέση με τα συμβατικά συστήματα αντίστοιχης δυναμικότητας - διαθέτουν τα εξής πλεονεκτήματα:

- μικρότερο κατασκευαστικό και λειτουργικό κόστος
- απλή λειτουργία
- μεγάλη αποδοτικότητα και αντοχή στην αφαίρεση ρύπων

ενώ το βασικότερο μειονέκτημά τους είναι η απαιτούμενη έκταση (Tsihrintzis & Gikas, 2014).

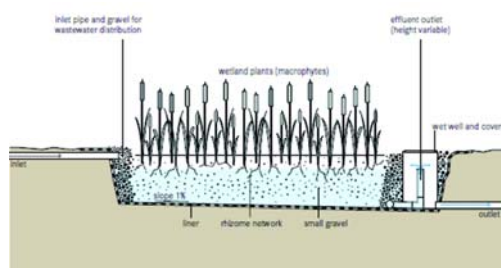
Οι δύο τύποι των τεχνητών υγροβιότοπων είναι οι οριζόντιας και οι κατακόρυφης ροής. Ενώ αρχικά χρησιμοποιούνταν ευρέως οι οριζόντιας ροής, σταδιακά το ενδιαφέρον στράφηκε στους κατακόρυφης ροής λόγω της καλύτερης απόδοσής τους σε αφαίρεση αμμωνίας (νιτροποίηση) και της μικρότερης απαιτούμενης επιφάνειάς τους (Tsihrintzis & Gikas, 2014).

Πρόσφατα έχουν σχεδιαστεί υβριδικά συστήματα που συνδυάζουν τους δύο τύπους. Ο πιο αποτελεσματικός συνδυασμός σε αφαίρεση Βιοχημικά Απαιτούμενου Οξυγόνου (BOD), Χημικά Απαιτούμενου Οξυγόνου (COD), αμμωνίας και μικροοργανισμών έχει αποδειχτεί ότι είναι η τοποθέτηση υγροβιότοπων κατακόρυφης ροής πριν από τους οριζόντιας ροής (Tsihrintzis & Gikas, 2014).

Οι τεχνητοί υγροβιότοποι, πέραν της επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων, επιτελούν κι άλλες λειτουργίες, όπως αναψυχή, καταφύγια άγριας ζωής, συγκράτηση εδαφών, αντιδιαβρωτική προστασία, κ.α (Ezeah, Reyes, & Gutiérrez, 2015).

Επίσης, οι τεχνητοί υγροβιότοποι, πέραν της επεξεργασίας λυμάτων μικρών οικισμών, μπορούν να επεξεργαστούν απορροές από αγροτικές καλλιέργειες, κτηνοτροφικά απόβλητα, ακόμη και βιομηχανικά υγρά απόβλητα.

Στην Ελλάδα τα συστήματα τεχνητών υγροβιότοπων που χρησιμοποιούνται για την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων είναι ελάχιστα. Οι παλιότερες εν λειτουργία μονάδες είναι στη Νέα Μάδυτο της Θεσσαλονίκης και το Γομάτι της Χαλκιδικής και επεξεργάζονται τα λύματα των οικισμών (Tsihrintzis & Gikas, 2014). Τα τελευταία χρόνια γίνονται προσπάθειες εγκατάστασης τέτοιων συστημάτων ανά την Ελλάδα μέσω της εκπόνησης σχετικών μελετών. Συγκρίνοντας το κατασκευαστικό κόστος των φυσικών συστημάτων με αυτό ενός συμβατικού συστήματος αντίστοιχης δυναμικότητας (Rotating Biological Contactor – RBC) στην Ελλάδα, φαίνεται ότι αυτό είναι από 20% έως και 100% υψηλότερο, ενώ η απαιτούμενη έκταση των φυσικών συστημάτων μπορεί να είναι από 5 έως και 20 φορές μεγαλύτερη (Μάρκου & Τσιχριντζής, 2003).

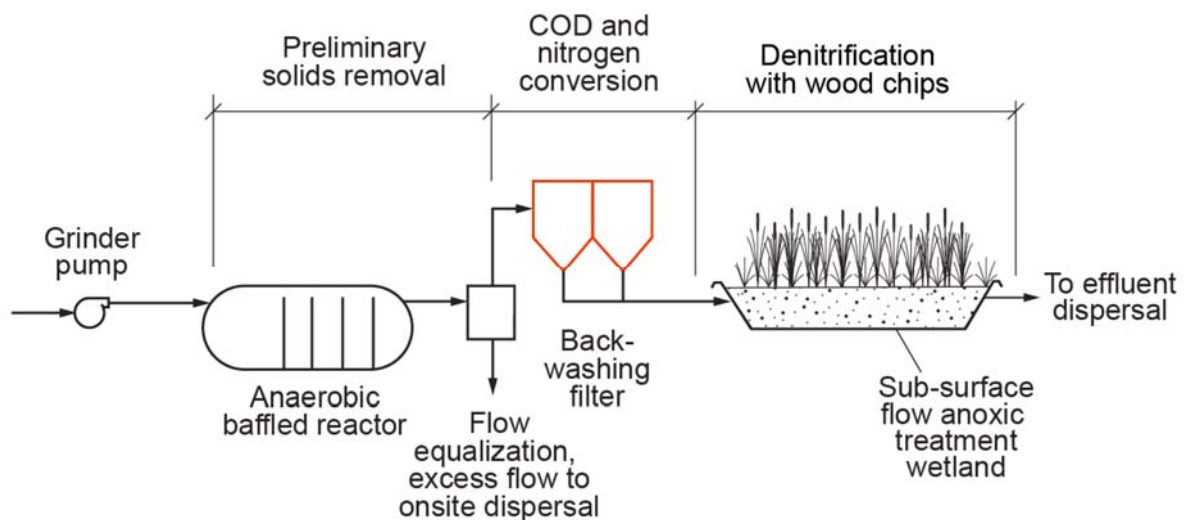


Εικόνα 2. Τεχνητοί Υγροβιότοποι

#### 4. Συνδυασμένα Συστήματα

Πρόσφατα, διερευνώνται οι δυνατότητες συνδυασμένων ΑΣΕΥΑ, δηλαδή συμβατικών και φυσικών, σε ό,τι αφορά τη βελτιστοποίηση αφαίρεσης ρύπων και τη μείωση του κατασκευαστικού και λειτουργικού κόστους. Ένα τέτοιο σύστημα που διερευνήθηκε (δυναμικότητας 400 ΙΚ) συνδυάζει έναν αναερόβιο αντιδραστήρα που προεπεξεργάζεται το υγρό απόβλητο, το οποίο στη συνέχεια οδηγείται σε τεχνητούς υγροβιότοπους οριζόντιας και κατακόρυφης ροής (Εικόνα 3). Η απόδοση του αναερόβιου αντιδραστήρα σε αφαίρεση TSS, BOD και COD ήταν 91%, 77% και 78%, αντίστοιχα, κάτι που οδηγεί σε μείωση της απαιτούμενης επιφάνειας των τεχνητών υγροβιότοπων. Το κατασκευαστικό κόστος του συστήματος εκτιμήθηκε σε 80\$/ΙΚ, ενώ το ετήσιο κόστος λειτουργίας και συντήρησης σε 520\$, τιμές ιδιαίτερα χαμηλές συγκρινόμενες με συστήματα αντίστοιχης δυναμικότητας (Singh et al., 2009).

Με βάση τα αποτελέσματα ενός παρόμοιου συστήματος που όμως συνέκρινε τεχνητούς υγροβιότοπους οριζόντιας ροής, φυτεμένους με δύο διαφορετικά είδη καλαμιών (*Phragmites* sp. και *Typha* sp.), το κατασκευαστικό κόστος εκτιμήθηκε ίσο με 120\$/m<sup>3</sup>/d για το πρώτο και 120\$/m<sup>3</sup>/d για το δεύτερο. Η απαιτούμενη επιφάνεια, όμως, για το πρώτο είδος ήταν 24% λιγότερη από αυτή που απαιτείται για το δεύτερο (Jamshidi, Akbarzadeh, Kwang-Sung Woo, & Valipour, 2014).



Εικόνα 3. Συνδυασμένο Σύστημα Αναερόβιου Αντιδραστήρα & Τεχνητών Υγροβιότοπων



## 5. Βιβλιογραφικές Αναφορές

### 5.1. Ελληνόγλωσσες

Μάρκου, Δ., & Τσιχριντζής, Β. (2003). *Σύγκριση Διαφόρων Φυσικών Συστημάτων Επεξεργασίας Υγρών Αποβλήτων*. Paper presented at the 9ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ελληνικής Υδροτεχνικής Ένωσης, Θεσσαλονίκη.

### 5.2. Ξενόγλωσσες

Abou-Elela, S. I., Hellal, M. S., Alyb, O. H., & Abo-Elenin, S. A. (2017). Decentralized wastewater treatment using passively aerated biological filter. *Environmental Technology*.

Chernicharo, C. A. L., van Lier, J. B., Noyola, A., & Bressani Ribeiro, T. (2015). Anaerobic sewage treatment: state of the art, constraints and challenges. *Reviews in Environmental Science and Bio/Technology*, 14, 649–679.

Ezeah, C., Reyes, C. A. R., & Gutiérrez, J. F. C. (2015). Constructed Wetland Systems as a Methodology for the Treatment of Wastewater in Bucaramanga Industrial Park. *Journal of Geoscience and Environment Protection*, 3, 1-14.

Gibbons, A., Brye, K. R., Dunn, S., Gbur, E. E., Sharpley, A. N., & Zhang, W. (2015). Increased Effluent Dosage Effects on On-Site Wastewater Treatment Systems of Differing Architecture Type. *Journal of Environmental Protection*, 6, 651-670.

Jamshidi, S., Akbarzadeh, A., Kwang-Sung Woo, K. S., & Valipour, A. (2014). Wastewater treatment using integrated anaerobic baffled reactor and Bio-rack wetland planted with Phragmites sp. and Typha sp. *Journal of Environmental Health Science & Engineering*, 12(131), 1-12.

Libralato, G., Ghirardini, A. V., & Avezzi, F. (2012). To centralise or to decentralise: An overview of the most recent trends in wastewater treatment management. *Journal of Environmental Management*, 94, 61-68.

Liu, G., & Wang, J. (2017). Achieving advanced nitrogen removal for small flow wastewater using a baffled bioreactor (BBR) with intermittent aeration. *Journal of Environmental Management*, 199, 222-228.

Machado, A. P., Urbano, L., Brito, A. G., Janknecht, P., Salas, J. J., & Nogueira, R. (2007). Life cycle assessment of wastewater treatment options for small and decentralized communities. *Water Science & Technology*, 56(3), 15–22.

Nogueira, R., Brito, A. G., Machado, A. P., Janknecht, P., Salas, J. J., Vera, L., & Martel, G. (2009). Economic and environmental assessment of small and decentralized wastewater treatment systems. *Desalination and Water Treatment*, 4, 16–21.

Massoud, M., Tarhini, A., & Nasr, J. (2009). Decentralized approaches to wastewater treatment and management: Applicability in developing countries. *Journal of Environmental Management*, 90, 652–659.

Panga, H., Wub, P., Lia, L., Yua, Z., & Zhang, Z. (2017). Effective biodegradation of organic matter and biogas reuse in a novel integrated modular anaerobic system for rural wastewater treatment: A pilot case study. *Chemical Engineering & Processing: Process Intensification*, 119, 131-139.

Parkinson, J., & Tayler, K. (2003). Decentralized wastewater management in peri-urban areas in low-income countries. *Environment & Urbanization*, 15(1), 75-90.

Radjenovic, J., & Sedlak, D. L. (2015). Challenges and Opportunities for Electrochemical Processes as Next-Generation Technologies for the Treatment of Contaminated Water. *Environmental Science & Technology*, 49, 11292–11302.

Singh, S., Haberl, R., Moog, O., Roshan Raj Shrestha, R.R., Shrestha, P., & Shrestha, R. (2009). Performance of an anaerobic baffled reactor and hybrid constructed wetland treating high-strength wastewater in Nepal—A model for DEWATS. *Ecological Engineering*, 35, 654–660.

Tsihrintzis, V. & Gikas, G. (2014). Municipal wastewater treatment using constructed wetlands. *Water Utility Journal*, 8, 57-65.

Δεκέμβριος 2017,

Ο συντάκτης,



Δημήτρης Μάρκου #

Περιβαλ. & Υδραυλ. Μηχανικός, M.Sc.