

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΚΑΙ ΕΠΙΣΤΗΜΗ

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ - ΧΑΔΑ - ΧΥΤΑ -
ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ

nremmas@env.duth.gr

Περιβαλλοντικές επιπτώσεις

- Η εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων είναι η διαδικασία με την οποία διαπιστώνονται και αξιολογούνται οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις ενός έργου εν όψει απόφασης για την υλοποίησή του
- Η διαδικασία εκτίμησης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων αποτελεί μεταφορά στο δίκαιο των ευρωπαϊκών χωρών ενός θεσμού αμερικανικής προέλευσης

Περιβαλλοντικές επιπτώσεις

«Η εκτίμηση των επιπτώσεων μιας σχεδιασμένης δραστηριότητας στο περιβάλλον».

- Εκτίμηση Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΕΠΕ) εισάχθηκε στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής (ΗΠΑ) στο τέλος της δεκαετίας του 60
- Στις 27 Ιουνίου 1985 η Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ) εξέδωσε την Οδηγία 85/337/ΕΟΚ
- Τροποποιήθηκε με τις Οδηγίες 97/11/ΕΚ, 2003/35/ΕΚ, 2009/31/ΕΚ, 2011/92/ΕΚ και 2014/52/ΕΕ

Περιβαλλοντικές επιπτώσεις

- Οδηγία 85/337/ΕΟΚ

Ένα από τα πλέον σημαντικά κείμενα της κοινοτικής νομοθεσίας, καθιέρωσε ένα σύστημα προκαταρκτικής εκτίμησης των επιπτώσεων που μπορούν να έχουν τα σχέδια δημόσιων και ιδιωτικών έργων στο περιβάλλον και καλύπτει την πραγματοποίηση κατασκευαστικών έργων και άλλων επεμβάσεων στο φυσικό περιβάλλον ή στο τοπίο

Μια Μ.Π.Ε. πρέπει σύμφωνα με τη νομολογία του ΣτΕ να “έχει τα χαρακτηριστικά επιστημονικής εργασίας της οποίας θεμελιώδες γνώρισμα είναι η λογική θεμελίωση και τεκμηρίωση των κρίσεων”

Περιβαλλοντικές επιπτώσεις

- Οδηγία 97/11/ΕΚ

Αποτελεί τροποποίηση της οδηγίας 85/337 με τρία βασικά χαρακτηριστικά:

- ❖ τη διεύρυνση και αναδιάρθρωση του καταλόγου των έργων που υποβάλλονται υποχρεωτικά σε περιβαλλοντική μελέτη (screening)
- ❖ τη συμπλήρωση της οριοθέτησης του θεματικού πεδίου (scoring)
- ❖ τη θέσπιση διαδικασίας ελέγχου της πληρότητας των ΜΠΕ (review)

Περιβαλλοντικές επιπτώσεις

- Οδηγία 2003/35/ΕΚ
 - ❖ Η οδηγία αυτή αναφέρεται γιατί εισήγαγε την παράμετρο της συμμετοχής του κοινωνικού συνόλου στην κατάρτιση ορισμένων σχεδίων και προγραμμάτων που αφορούν στο περιβάλλον, δίνοντας επίσης τη δυνατότητα πρόσβασης στη δικαιοσύνη
 - ❖ Επιδιώχθηκε η εναρμόνιση με την Οικονομική Επιτροπή για την Ευρώπη του ΟΗΕ για την πρόσβαση σε πληροφορίες, τη συμμετοχή των πολιτών στη λήψη αποφάσεων και την πρόσβαση στη δικαιοσύνη για θέματα σχετικά με το περιβάλλον

Περιβαλλοντικές επιπτώσεις

- Αρχές που διέπουν τη διαδικασία εκτίμησης
 - ❖ Επιχειρείται σε κάθε περίπτωση η τήρηση της αρχής της πρόληψης, την οποία και εξυπηρετούν τρεις ειδικότερες αρχές:
 - ❖ Η αρχή της έγκαιρης εκτίμησης
 - ❖ η αρχή της συνολικής ή σφαιρικής εκτίμησης
 - ❖ η αρχή της διαβάθμισης των επιπτώσεων

Περιβαλλοντικές επιπτώσεις

- Οδηγία 2014/52/ΕΕ

Ενδεικτικά αναφέρεται η αντικατάσταση του αρ.3 της 2011/92:

Στην εκτίμηση περιβαλλοντικών επιπτώσεων εντοπίζονται, περιγράφονται και αξιολογούνται δεόντως, με βάση κάθε μεμονωμένη περίπτωση, οι άμεσες και έμμεσες σημαντικές επιπτώσεις ενός έργου:

α) στον πληθυσμό και την ανθρώπινη υγεία

β) στη βιοποικιλότητα, και ιδίως τα προστατευόμενα είδη και ενδιαιτήματα με βάση την οδηγία 92/43/ΕΟΚ και την οδηγία 2009/147/ΕΚ

γ) στο έδαφος, τα ύδατα, τον αέρα και το κλίμα

δ) στα υλικά αγαθά, την πολιτιστική κληρονομιά και το φυσικό τοπίο

ε) στην αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων που αναφέρονται στα στοιχεία α) έως δ)

Περιβαλλοντικές επιπτώσεις

- Η δομή της διαδικασίας κατά τις κοινοτικές οδηγίες
- ❖ Σε ένα πρώτο στάδιο εξετάζονται οι άμεσες και έμμεσες επιπτώσεις ενός σχεδίου σε παράγοντες όπως ο άνθρωπος, η πανίδα, η χλωρίδα, το έδαφος, τα ύδατα, ο αέρας, το κλίμα, η πολιτιστική κληρονομιά και η αλληλεπίδραση αυτών
- ❖ Σε δεύτερο στάδιο εκδίδεται η σχετική άδεια
- ❖ Σε τρίτο στάδιο πραγματοποιείται η διαδικασία πληροφόρησης και διαβούλευσης, επίκεντρο της οποίας είναι η ενημέρωση του κοινού

Περιβαλλοντικές επιπτώσεις

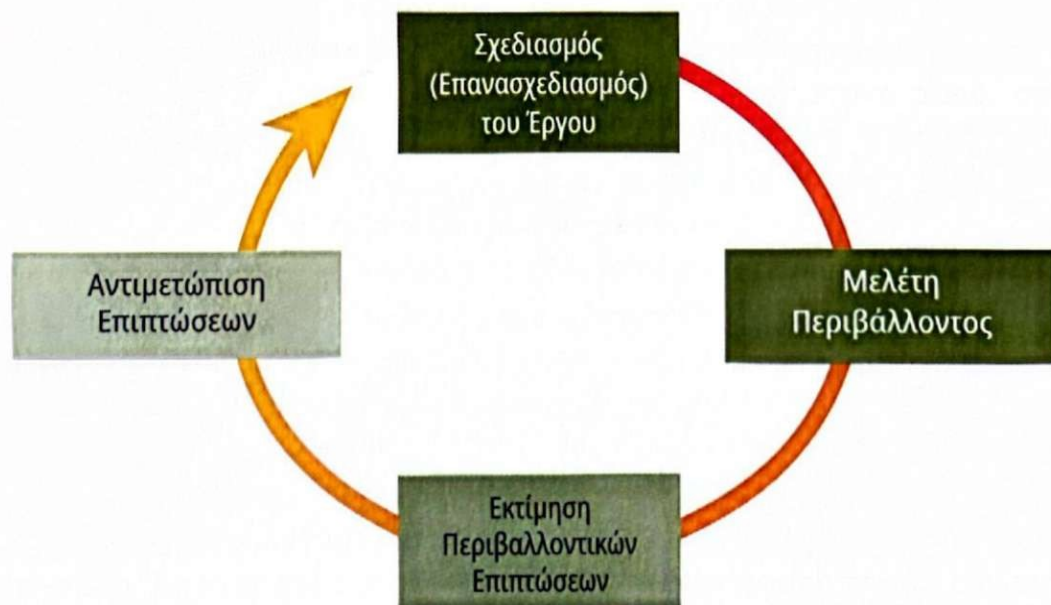
- Τα αποτελέσματα επομένως της διαδικασίας εκτίμησης περιβαλλοντικών επιπτώσεων θα πρέπει να απαντούν σε μια σειρά από ερωτήματα:
 - Είναι το έργο κατά βάση επιτρεπτό;
 - Σε ποια θέση θα πρέπει να υλοποιηθεί;
 - Αντιστοιχεί στις καθιερωμένες προδιαγραφές, πρότυπα και τεχνικούς κανονισμούς;
 - Είναι το έργο επιτρεπτό ως προς τη επιλεγείσα θέση, λύση και σχεδιασμό των μέτρων άμβλυνσης, επανόρθωσης και αντιστάθμισης;

Περιβαλλοντικές επιπτώσεις

- Τα αποτελέσματα επομένως της διαδικασίας εκτίμησης περιβαλλοντικών επιπτώσεων θα πρέπει να απαντούν σε μια σειρά από ερωτήματα:
 - Αντιστοιχεί το υλοποιημένο έργο στη συγκεκριμένη και κοινά αποδεκτή λύση;
 - Αντιστοιχούν οι πραγματικές περιβαλλοντικές μεταβολές στις προγνώσεις της διαδικασίας εκτίμησης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων;
- ...ώστε να προκύπτουν σαφή, μετρήσιμα και σημαντικά οφέλη για όλους του εμπλεκόμενους

Περιβαλλοντικές επιπτώσεις

- Η Εκτίμηση των Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων είναι η διαδικασία κατά την οποία αξιολογούνται οι επιπτώσεις που είναι πιθανόν να επιφέρει στο περιβάλλον η υλοποίηση μιας απόφασης της διοίκησης σχετικά με την πραγματοποίηση έργων πριν ακόμα από την υλοποίησή τους



Αναγνώριση-διαλογή – ποιες επιπτώσεις να εξεταστούν;
Περιγραφή έργου / αναπτυξιακής δράσης και εναλλακτικές
Περιγραφή της βασικής περιβαλλοντικής κατάστασης
Προσδιορισμός των κυριότερων επιπτώσεων

Πρόβλεψη των επιπτώσεων
Αξιολόγηση και εκτίμηση της σημασίας των επιπτώσεων
Προσδιορισμός μέτρων άμβλυνσης των επιπτώσεων

Μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων (ΜΠΕ)

Ανασκόπηση

Λήψη απόφασης

ΑΠΟΔΕΚΤΗ

Παρακολούθηση μετά την απόφαση
Έλεγχος των προβλέψεων και των μέτρων άμβλυνσης

Τυπική πορεία της διαδικασίας εκτίμησης περιβαλλοντικών επιπτώσεων με αλληλεπίδραση μεταξύ των σταδίων

Δημόσια διαβούλευση

Επανυποβολή

Επανασεδιασμός

ΑΠΟΡΡΙΠΤΕΤΑΙ

Περιβαλλοντικές επιπτώσεις

- Μέθοδοι και βασικά θέματα
 - ❖ Αναφορά μεθόδων
 - ❖ Σύνοψη βασικών ζητημάτων, δήλωση προγράμματος παρακολούθησης
- Ιστορικό του προτεινόμενου αναπτυξιακού έργου
 - ❖ Προκαταρκτικές μελέτες: σκοπιμότητα, σχεδιασμός, εναλλακτικές, επιλογή θέσης
 - ❖ Περιγραφή του χώρου/Περιβαλλοντικές συνθήκες
 - ❖ Περιγραφή του προτεινόμενου έργου
 - ❖ Δραστηριότητες και πρόγραμμα κατασκευής

Περιβαλλοντικές επιπτώσεις

- Εκτίμηση Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων - θεματικές ενότητες
 - ❖ Χρήση γης, τοπίο και οπτική ποιότητα
 - ❖ Γεωλογία, τοπογραφία και εδάφη
 - ❖ Υδρολογία και ποιότητα νερών
 - ❖ Ποιότητα αέρα και κλίμα
 - ❖ Οικολογία: χερσαία και υδρόβια
 - ❖ Θόρυβος
 - ❖ Μεταφορές
 - ❖ Κοινωνικο-οικονομικές συνθήκες
 - ❖ Αλληλεπιδράσεις μεταξύ των επιπτώσεων

Περιβαλλοντικές επιπτώσεις

- Από τη στιγμή που έχει ολοκληρωθεί η διαδικασία Εκτίμησης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων όλες οι πληροφορίες θα πρέπει να παρουσιαστούν με κάποιο συστηματικό τρόπο
- Το επόμενο στάδιο είναι η σύνταξη μιας τελικής έκθεσης αξιολόγησης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων
- Στη διεθνή βιβλιογραφία αυτή αναφέρεται ως
 - ❖ Environmental Impact Assessment
 - ❖ Environmental Impact Statement
 - ❖ Environmental Assessment Report
 - ❖ Environmental Effects Statement
- Στην Ελλάδα ως Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων

Α.Σ.Α. - Χ.Α.Δ.Α.



Χώρος Ανεξέλεγκτης Διάθεσης Αποβλήτων (ΧΑΔΑ)

Α.Σ.Α. - Χ.Α.Δ.Α.



Χώρος Ανεξέλεγκτης Διάθεσης Αποβλήτων (ΧΑΔΑ)

Α.Σ.Α. - Χ.Υ.Τ.Α.



Χώρος Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων (ΧΥΤΑ) - Μύκονος

A.Σ.Α. - Χ.Υ.Τ.Α.



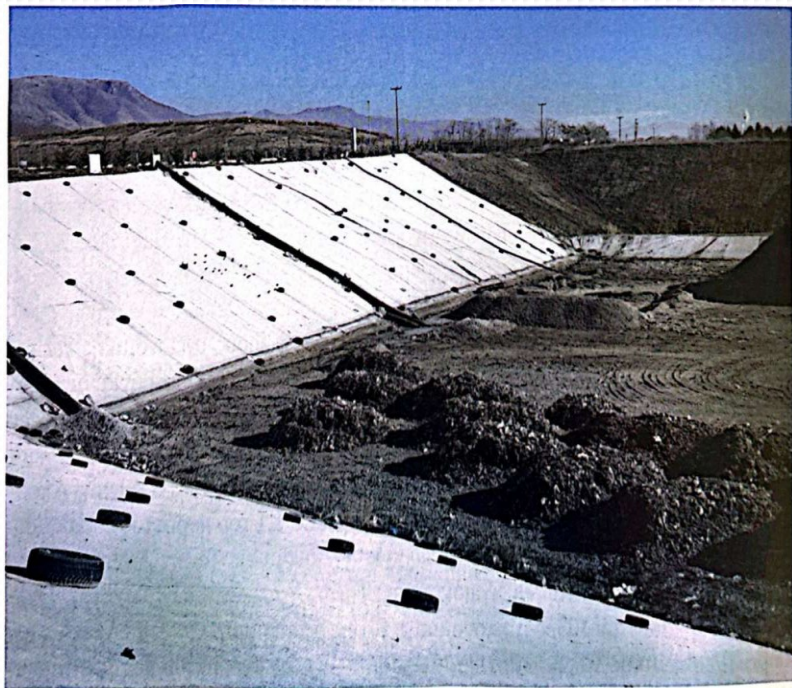
Σίφνος ↗



Χαλκίδα ↗

← Λαμία

Α.Σ.Α. - Χ.Υ.Τ.Α.



Κοζάνη



Μαυροράχη



Α.Σ.Α. - Χ.Υ.Τ.Α.



Έδεσσα

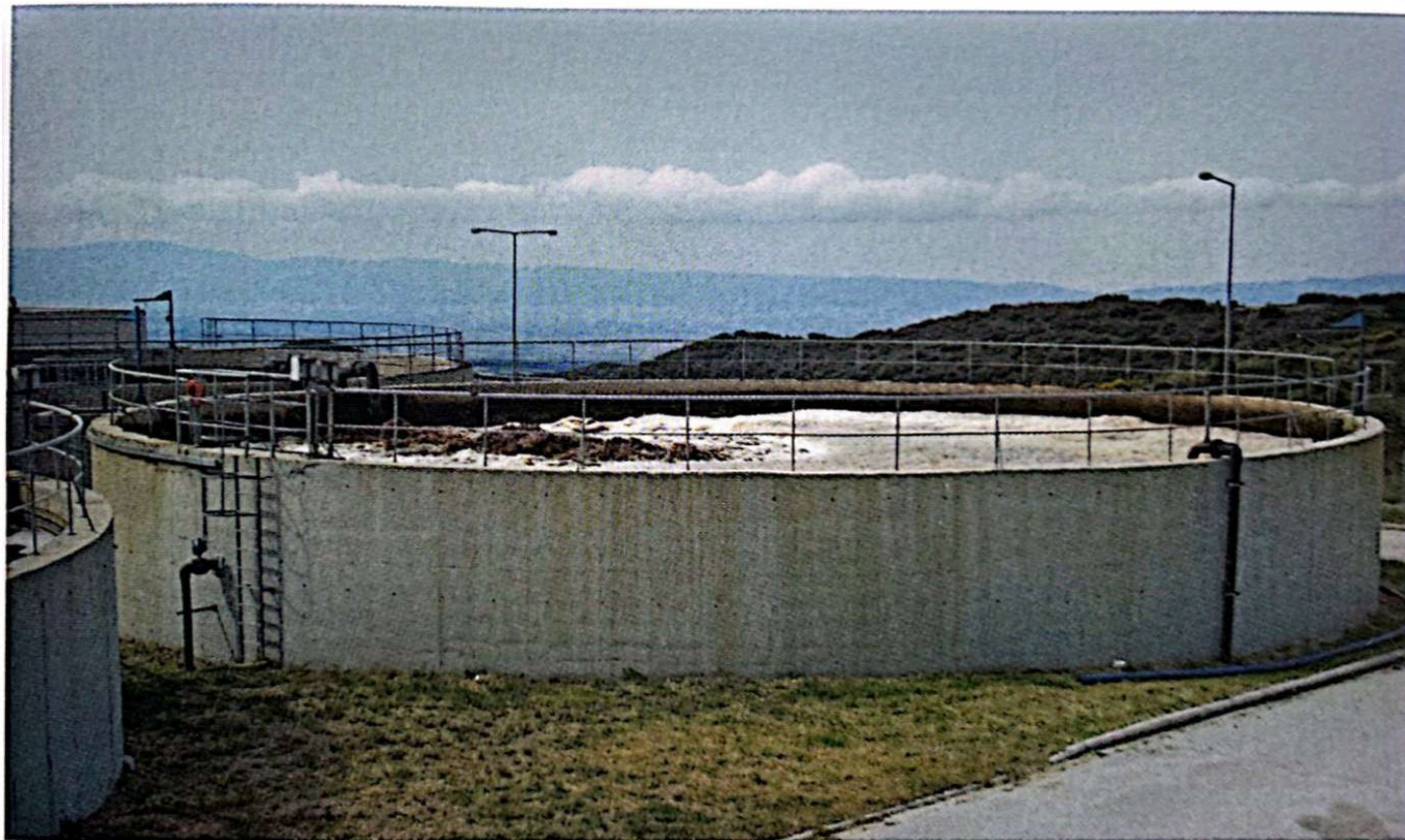
A.Σ.A. - Χ.Υ.Τ.Α.



ΔΙΑΣΤΑΛΑΓΜΑ



ΔΙΑΣΤΑΛΑΓΜΑ



Χ.Υ.Τ.Α.

- Η εναπόθεση των απορριμμάτων πραγματοποιείται συνήθως σε διαδοχικές στρώσεις 2 – 3 μέτρων, μεταξύ των οποίων παρεμβάλλονται στρώσεις κάλυψής τους από χώμα
- Η επιφάνεια του πυθμένα περιέχει αργιλικά υλικά και επιπρόσθετη στρώση γεφυφάσματος ώστε να είναι αδιαπέραστη και να προστατεύεται ο υδροφόρος ορίζοντας

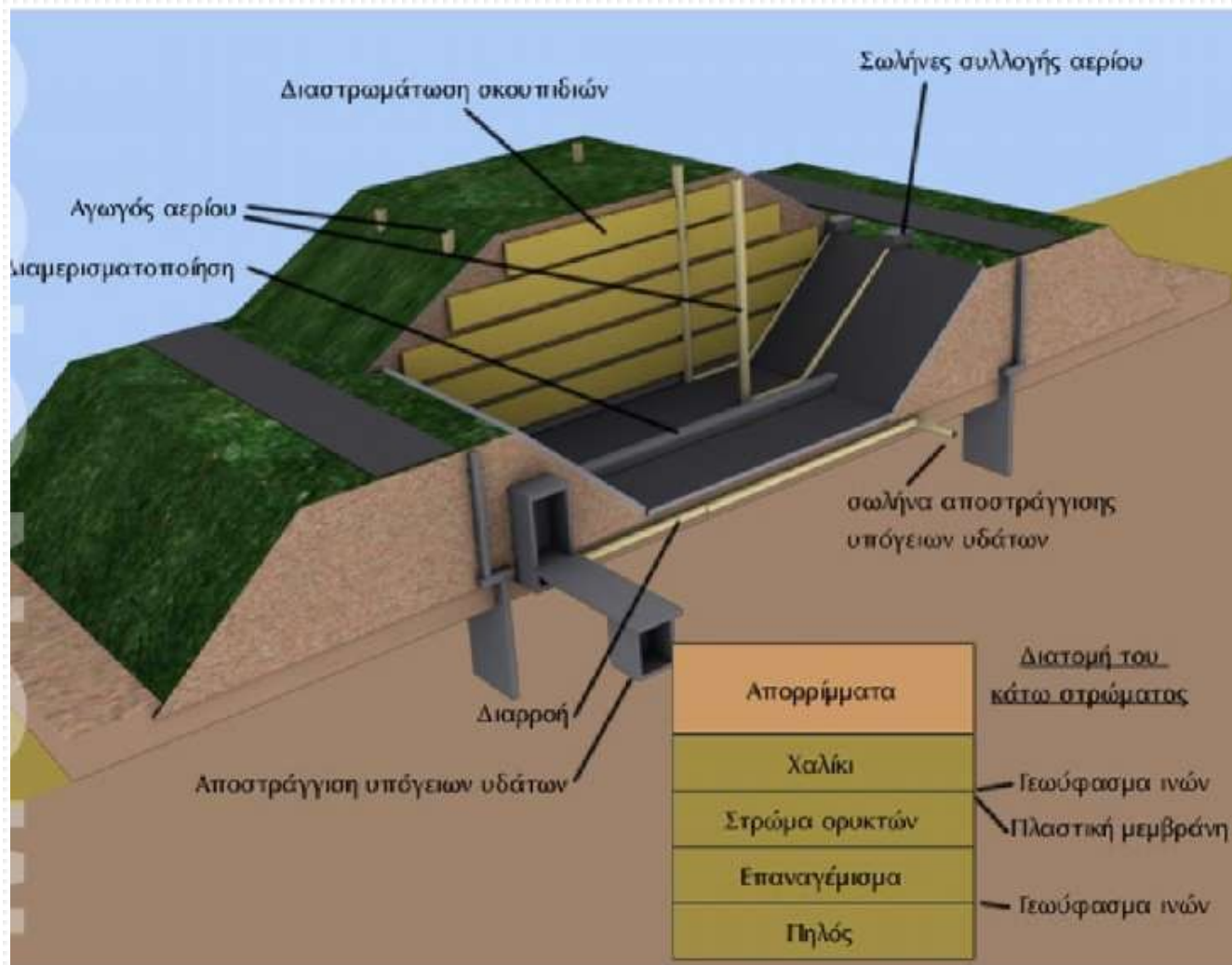
Χ.Υ.Τ.Α.

- Η ταφή των ΑΣΑ δεν στοχεύει στην ανάκτηση υλικών ή ενέργειας και δημιουργεί σημαντικές περιβαλλοντικές απειλές
- Ένας ΧΥΤΑ παραμένει βιοχημικώς ενεργός για πολλές δεκαετίες
- Υπολογίζεται γύρω στα 50 χρόνια, από τα οποία 20 χρόνια αφορούν τη λειτουργία του και 30 χρόνια την παρακολούθηση του

Χ.Υ.Τ.Α.

- Ένας ΧΥΤΑ απαιτεί:
 - ❖ μακροπρόθεσμη παρακολούθηση
 - ❖ συντήρηση
 - ❖ να ληφθεί υπόψη η πιθανότητα αστοχίας
 - ❖ συντήρηση του δικτύου σωλήνων για τη συλλογή βιοαερίου και των στραγγισμάτων
 - ❖ μείωση των πιθανοτήτων ατυχήματος

A.Σ.A. - Χ.Υ.Τ.Α.



Α.Σ.Α. - Χ.Υ.Τ.Α.

- Προϋποθέσεις για την επιλογή χώρου:
 - ❖ Φυσικές κοιλότητες στην επιφάνεια του εδάφους
 - ❖ Ύπαρξη πλήρους γεωλογικής και γεωτεχνικής μελέτης της περιοχής για προστασία υπόγειων υδάτων
 - ❖ Τοποθεσίες μακριά από κατοικημένες περιοχές εξαιτίας της όχλησης από οσμές και αέρια που παράγονται υπό αναερόβιες συνθήκες



Α.Σ.Α. - Χ.Υ.Τ.Α.

- Δύο μέθοδοι κατασκευής:
 - ❖ Απόθεση απορριμμάτων σε λεπτά στρώματα τα οποία διαχωρίζονται μεταξύ τους με στρώματα εδάφους
 - ❖ Απόθεση απορριμμάτων κάθε μέρας σε κύβους που στο τέλος της ημέρας καλύπτονται με λεπτό στρώμα εδάφους και συμπιέζονται



Α.Σ.Α. - Χ.Υ.Τ.Α.

Έκθεση Παγκόσμιας Τράπεζας του 2012

- το έτος 2002: 0,64 kg στερεών αποβλήτων/άτομο & ημέρα
- το έτος 2012: 1,2 kg στερεών αποβλήτων/άτομο & ημέρα
- εκτιμάται ότι, το έτος 2025 θα είναι 1,42 kg σε σύνολο 4,3 δισεκατομμυρίων αστικού πληθυσμού

Χ.Υ.Τ.Α.

Χώροι Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων (Χ.Υ.Τ.Α.)

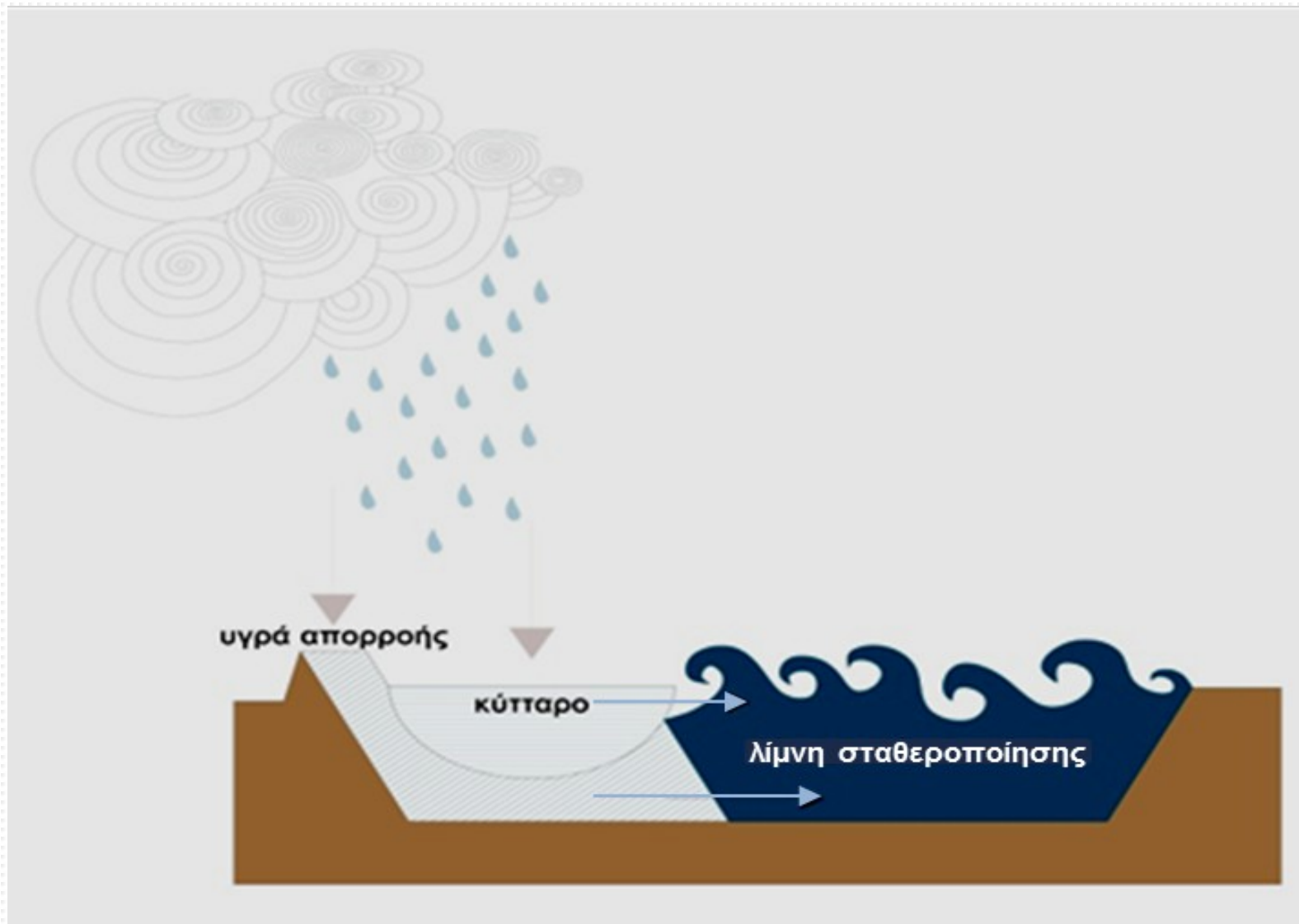
- χαμηλό κόστος εφαρμογής
- ελεγχόμενοι χώροι απόθεσης
- περιορισμός περιβαλλοντικών κινδύνων
- συμβολή στην αποδόμηση ρυπογόνων συστατικών

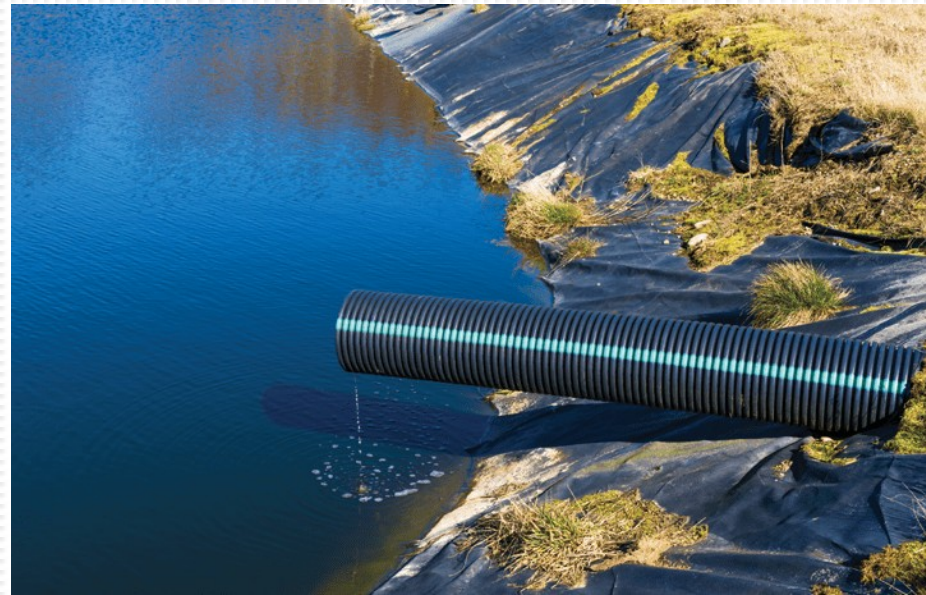
Χ.Υ.Τ.Α.

Πολύπλοκα συστήματα επηρεαζόμενα από:

- υδρολογικές
- εποχικές
- κλιματικές συνθήκες
- επίπεδα υγρασίας
- θερμοκρασία
- βαθμό συμπίεσης και
- τρόπο απόθεσης των στερεών

Χ.Υ.Τ.Α. – Παραγωγή Διασταλαγμάτων





Απεικόνιση σχηματισμού του διασταλάγματος σε Χ.Υ.Τ.Α.

Χ.Υ.Τ.Α. – Παραγωγή Διασταλαγμάτων

Σύσταση και ποσότητα διασταλαγμάτων

- βροχόπτωση και εισχώρηση υδάτων
- προ-επεξεργασία στερεών αποβλήτων
- βαθμός συμπίεσης και τρόπος απόθεσης
- υγρασία, σύσταση και διαπερατότητα των στερεών
- ανακυκλοφορία διασταλάγματος εντός Χ.Υ.Τ.Α.
- εσωτερική θερμοκρασία
- ηλικία Χ.Υ.Τ.Α.

Βιοδιεργασίες σε Χ.Υ.Τ.Α.

Ηλικία Χ.Υ.Τ.Α.

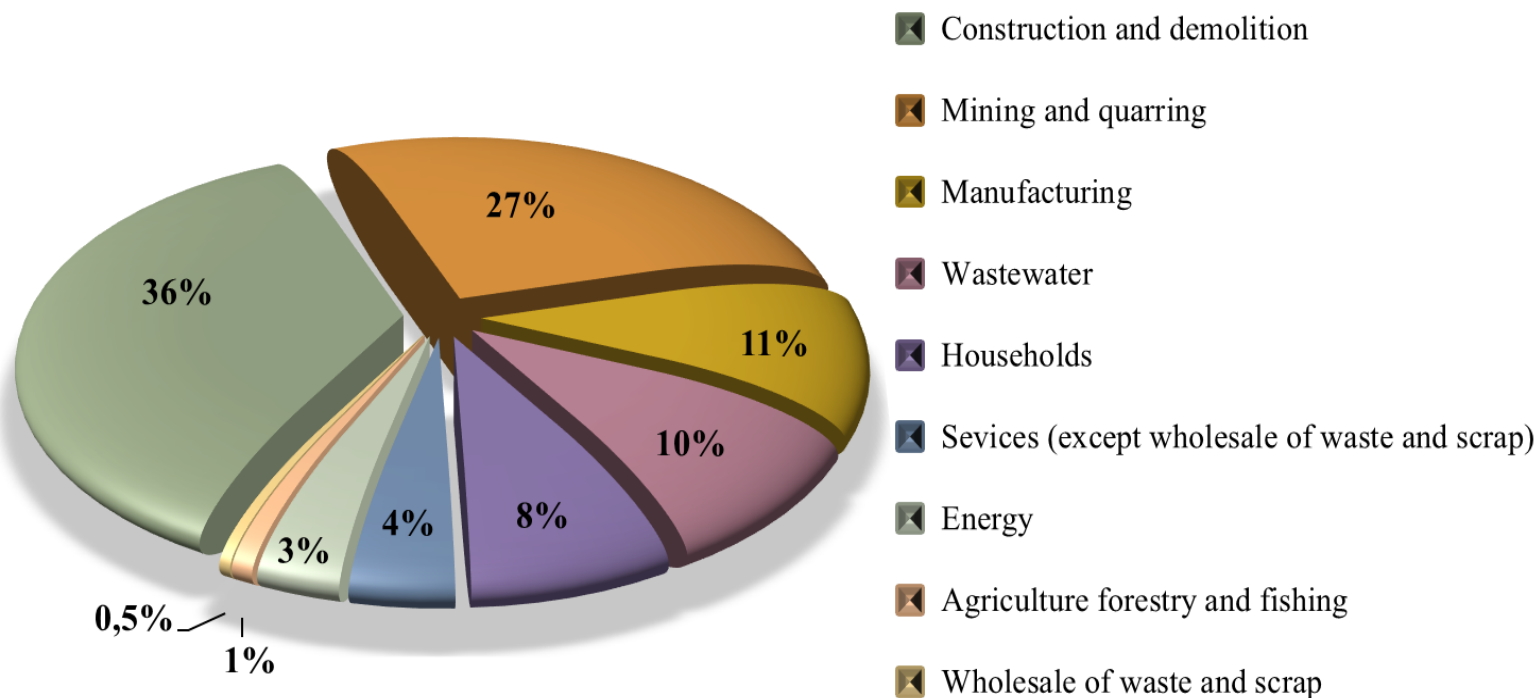
- αρχικό στάδιο έως 1 έτος
- ενδιάμεσο στάδιο έως 5 έτη
- στάδιο ωρίμανσης έως 10 έτη

Διασταλάγματα

- φρέσκα (υψηλός λόγος BOD/COD)
- ενδιάμεσης ηλικίας
- ώριμα (χαμηλός λόγος BOD/COD)

Χ.Υ.Τ.Α. – Παραγωγή Διασταλαγμάτων

- Type of wastes generated in EU-28 in year 2018



Χ.Υ.Τ.Α. – Παραγωγή Διασταλαγμάτων

- MSW composition in various countries, as % on wet basis

Country	Organic (%)	Paper (%)	Glass (%)	Metal (%)	Plastic (%)	Miscellaneous combustible (%)	Textile (%)	Special/Hazardous waste (%)	Fines (%)
Argentina	53.8	7.5	6.6	1.2	9.8	-	-	-	-
Canada	51.7	6.6	2.8	6.8	15.0	4.0	-	13	-
China	42.8-50.8	4.0-11.6	1.9-3.5	0.5-1.7	6.7-13.7	1.2-5.9	1.9-4.2	0.3-3.7	19.2
Denmark	42.2	15.8	2.1	2.3	12.6	17.6	3.3	0.7	-
Finland	24.2	15.5	2.5	3.8	21.6	20.1	10.5	1.7	-
India	33.0	3.0	0.5	0.5	7.0	3.0	22.0	31.0	-
Italy	26.7	24.5	2.2	2.1	20.2	-	0.7	0.5	18.3
Malaysia	27.9-42.9	24.0-30.8	0.4-1.4	0.7-1.4	15.8-25.2	1.1-1.9	3.0-4.1	0.4-1.1	-
Norway	25.8	31.5	5.3	5.5	13.2	11.8	3.8	-	-
Russia	24.2	20.0	12.5	0.6	18.7	1.9	2.0	0.6	11.2
South Africa	21.3	16.2	7.8	6.7	22.6	6.4	0.2	19.1	-
Spain	79.5-82.4	2.2-3.1	0.4-2.1	0.2-0.3	4.5-6.0	-	0.02-0.3	-	7.5-8.4
USA	21.6	23.1	4.2	8.8	12.2	6.2	5.8	12.1*	-

Τυπική σύσταση Α.Σ.Α.

Υλικά	Αττική (%)	Θεσσαλονίκη (%)	Μέση τιμή Ελλάδα (%)
Ζυμώσιμα	48,5	52,0	49,0
Χαρτί	22,0	18,0	20,0
Υφάσματα, ξύλο, λάστιχα	3,5	9,0	5,0
Πλαστικά	10,5	4,0	8,5
Μέταλλα	4,2	6,0	4,5
Γυαλί	3,5	4,0	4,5
Αδρανή	3,3	4,0	3,0
Λοιπά	4,5	3,0	5,5

Περιβαλλοντικοί κίνδυνοι

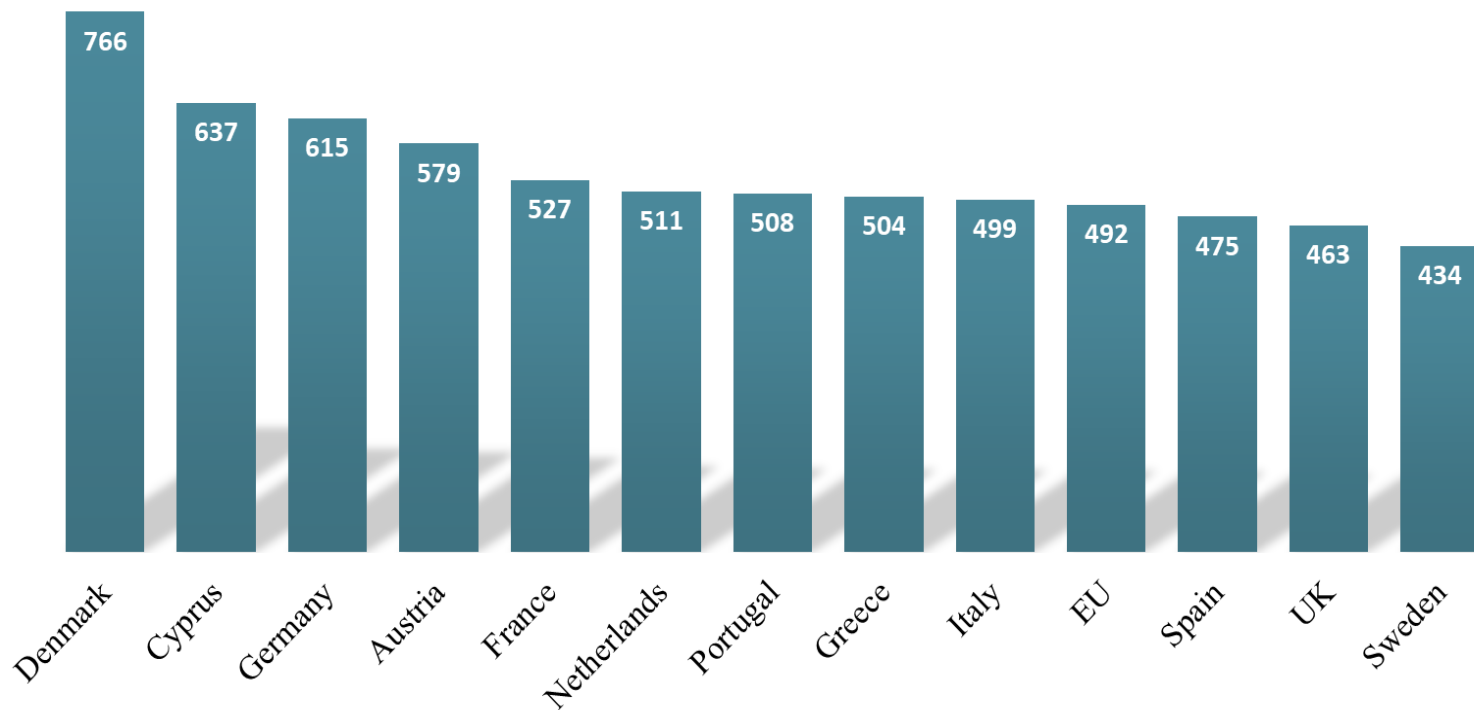
Στάδιο	Επικινδυνότητα	Δείκτες	Ιεράρχηση προτεραιοτήτων
Κατασκευής	Συνέπειες	Ασφάλεια - Υγιεινή	0,328
		Περιβαλλοντικοί	0,534
		Οικονομικοί – Κοινωνικοί - Πολιτιστικοί	0,138
	Πιθανότητα κινδύνου	Ασφάλεια - Υγιεινή	0,313
		Περιβαλλοντικοί	0,511
		Οικονομικοί – Κοινωνικοί - Πολιτιστικοί	0,176

Περιβαλλοντικοί κίνδυνοι

Στάδιο	Επικινδυνότητα	Δείκτες	Ιεράρχηση προτεραιοτήτων
Λειτουργίας	Συνέπειες	Ασφάλεια - Υγιεινή	0,353
		Περιβαλλοντικοί	0,508
		Οικονομικοί – Κοινωνικοί - Πολιτιστικοί	0,139
	Πιθανότητα κινδύνου	Ασφάλεια - Υγιεινή	0,163
		Περιβαλλοντικοί	0,721
		Οικονομικοί – Κοινωνικοί - Πολιτιστικοί	0,116

Χ.Υ.Τ.Α. – Παραγωγή Διασταλαγμάτων

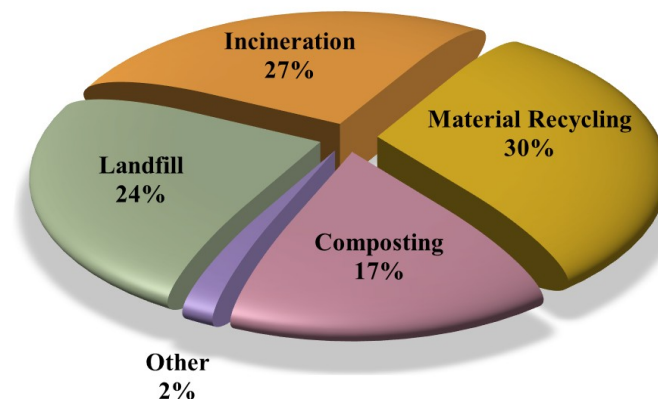
- Municipal waste generation in EU-28, in kg per capita



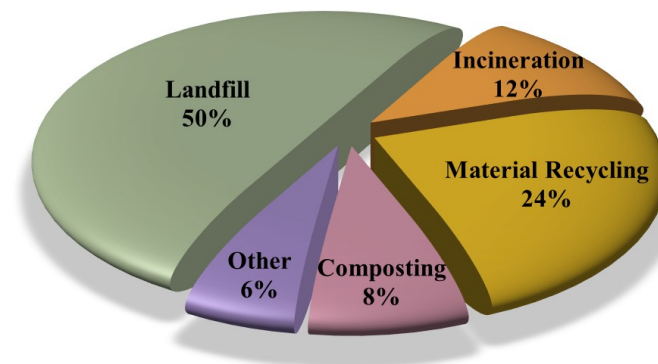
Χ.Υ.Τ.Α. – Παραγωγή Διασταλαγμάτων

Comparative analysis
of MSW management
approaches
in Europe (A) and (B)
the United
States of America

(A)

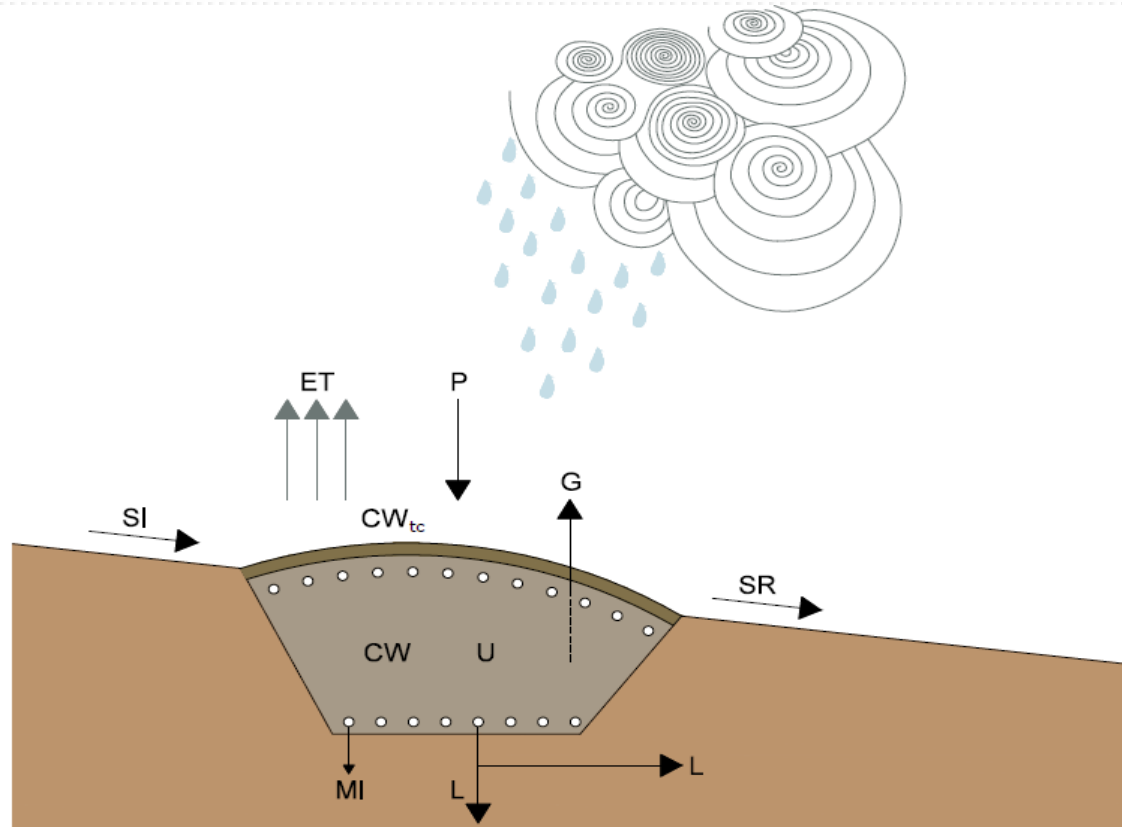


(B)



Χ.Υ.Τ.Α. – Παραγωγή Διασταλαγμάτων

- Υπολογισμός της ποσότητας του παραγόμενου διασταλάγματος σύμφωνα με τους Kjeldsen & Beaven

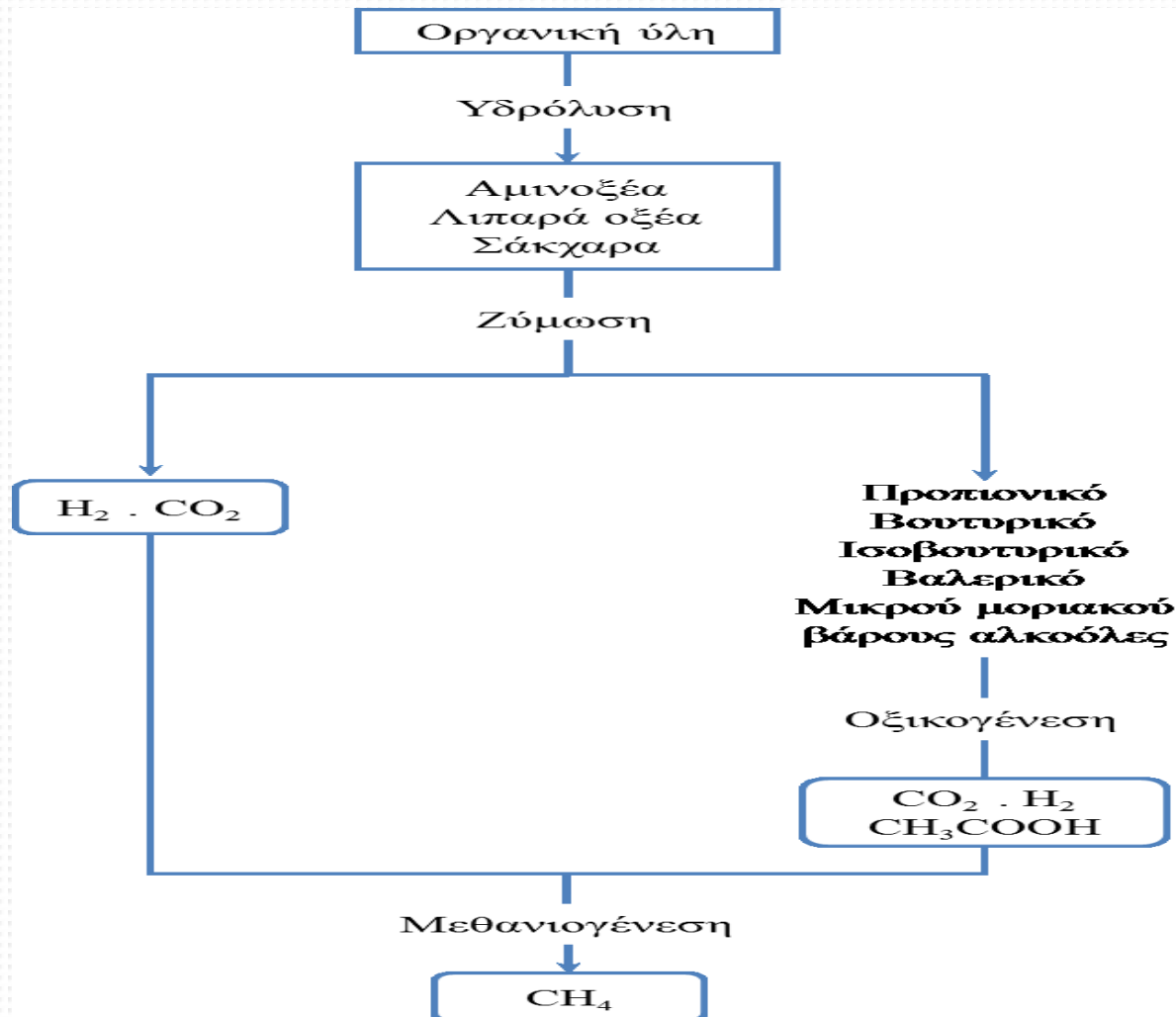


Βιοδιεργασίες σε Χ.Υ.Τ.Α.

Στάδια έως τη σταθεροποίηση

- Τα κύρια στάδια αποδόμησης των συστατικών του διασταλάγματος είναι τέσσερα
 - ❖ Αρχικό αερόβιο στάδιο μικρής διάρκειας
 - ❖ Στάδιο υδρόλυσης μεγαλομοριακών ενώσεων και ζύμωση των μονομερών τους (οξεοποίηση)
 - ❖ Βιομετατροπή των προϊόντων της ζυμώσεως (εκτός του οξικού) σε οξικό (οξικοποίηση)
 - ❖ Στάδιο της μεθανιογένεσης
 - ❖ Περιορισμένης κλίμακας εισχώρηση οξυγόνου σε τμήματα του κυττάρου

Βιοδιεργασίες σε Χ.Υ.Τ.Α.



Βιοδιεργασίες σε Χ.Υ.Τ.Α.

Ποιοτικά χαρακτηριστικά του διασταλάγματος

- Τα χαρακτηριστικά του διασταλάγματος είναι δυνατό να εκτιμηθούν μέσω του προσδιορισμού παραμέτρων, όπως
 - ❖ το βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο (BOD),
 - ❖ το χημικά απαιτούμενο οξυγόνο (COD) ή TOC,
 - ❖ το pH και η ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC),
 - ❖ τα αιωρούμενα στερεά (SS),
 - ❖ το ολικό κατά Kjeldahl άζωτο και το αμμωνιακό άζωτο ($\text{NH}_4^+\text{-N}$)

Βιοδιεργασίες σε Χ.Υ.Τ.Α.

- Οι συγκεντρώσεις των ρύπων προσεγγίζουν τις μεγαλύτερες δυνατές τιμές τους μέσα σε ένα χρονικό διάστημα έως τριών ετών από την έναρξη της λειτουργίας ενός Χ.Υ.Τ.Α. και ακολουθούν σταθερά καθοδική πορεία κατά τα επόμενα χρόνια μέχρι την σταθεροποίησή τους
- Η παραδοχή αυτή φαίνεται να ισχύει τόσο για τις βασικές παραμέτρους χαρακτηρισμού του διασταλάγματος, όπως είναι το BOD και το COD, καθώς και για τον πληθυσμό των βακτηρίων
- Εξαίρεση φαίνεται να ακολουθεί η συγκέντρωση του αμμωνιακού αζώτου

Μέθοδοι επεξεργασίας διασταλαγμάτων

Οι χρησιμοποιούμενες μέθοδοι περιλαμβάνουν

- Την επεξεργασία των διασταλαγμάτων εντός του Χ.Υ.Τ.Α. (*in situ* επεξεργασία), δηλαδή στο χώρο παραγωγής τους, την προώθησή τους στο δίκτυο επεξεργασίας υγρών αποβλήτων
- τη μεταφορά τους εκτός του σημείου παραγωγής, ώστε να καταστεί εκεί δυνατή η απομάκρυνση των ρυπαντικών συστατικών τους
- Η επιλεχθείσα μέθοδος μπορεί να διαφέρει ανάλογα με τη σύσταση του διασταλάγματος και τις συνθήκες που συντελούν στον σχηματισμό του

Μέθοδοι επεξεργασίας διασταλαγμάτων

Φυσικοχημική επεξεργασία

- In-situ αερισμός
- Χημική οξείδωση
- Επίπλευση
- Κροκίδωση/συσσωμάτωση
- Υπερδιήθηση
- Προσρόφηση σε ενεργό άνθρακα
- Αντίστροφη ώσμωση
- Θερμική επεξεργασία

Βιολογική επεξεργασία

- Αερόβια-ανοξικά συστήματα ενεργού ιλύος
- Αναερόβια επεξεργασία
- Λίμνες σταθεροποίησης
- Συνεπεξεργασία διασταλαγμάτων και αστικών υγρών αποβλήτων

Εναλλακτικοί τρόποι επεξεργασίας

- Άρδευση σε λιβάδια
- Ανακυκλοφορία εντός του Χ.Υ.Τ.Α.
- Φυσική εξάτμιση διασταλάγματος

Μέθοδοι επεξεργασίας διασταλαγμάτων

Βιολογικές μέθοδοι

- Τα βιολογικά συστήματα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων χρησιμοποιούνται επιτυχώς για την απομάκρυνση οργανικών και ανόργανων συστατικών
- Η επαρκής γνώση για την παρουσία συγκεκριμένων μικροοργανισμών, η ηλικία της ιλύος, ο λόγος F/M, ο υδραυλικός χρόνος παραμονής και τα επίπεδα **διαλυμένου οξυγόνου** αποτελούν σημαντικούς παράγοντες ελέγχου της διαδικασίας αποδόμησης των συστατικών του διασταλάγματος

Διαδικασία νιτροποίησης

Νιτροποίηση

- Η σύσταση ενός υγρού αποβλήτου συνήθως περιλαμβάνει τόσο οργανικό όσο και ανόργανο άζωτο
- Κατά την αμμωνιοποίηση πραγματοποιείται ανοργανοποίηση του οργανικού αζώτου, παράγοντας αμμωνία, μέρος της οποίας προσλαμβάνεται από τους μικροοργανισμούς για επίτευξη της κυτταρικής σύνθεσης και το υπόλοιπο ελευθερώνεται ως αμμωνιακά στο υγρό απόβλητο

Διαδικασία νιτροποίησης

Νιτροποίηση

- Η οξείδωση της αμμωνίας σε νιτρικά λαμβάνει χώρα σε δύο στάδια,
- AOB
- NOB
- Ο σχηματισμός των νιτρωδών γίνεται από στελέχη του γένους *Nitrosomonas* και *Nitrosospira*, ενώ επίσης στελέχη του γένους *Nitrosococcus* μπορούν να συμμετέχουν στη μετατροπή αυτή.

Διαδικασία νιτροποίησης

Νιτροποίηση

- Η ακολουθούμενη οξείδωση των νιτρωδών σε νιτρικά πραγματοποιείται τόσο από στελέχη του γένους *Nitrobacter*, όσο και από στελέχη του γένους *Nitrospira*
- Η συνολική διαδικασία είναι σχετικά αργή αφού παρόλο που οι πραγματοποιηθείσες αντιδράσεις είναι εξώθερμες, η ανάπτυξη των στελεχών των γενών *Nitrosomonas* και *Nitrobacter* είναι χρονοβόρα λόγω της αυτότροφης ανάπτυξης
- Παράμετροι για την νιτροποίηση

Διαδικασία νιτροποίησης

Amo



- οξειδωτές της αμμωνίας (AOB)
- οξειδωτές των νιτρωδών (NOB)

Αργή διαδικασία λόγω της αυτότροφης ανάπτυξης

Διαδικασία απονιτροποίησης

Απονιτροποίηση

- Το δεύτερο στάδιο της αφαίρεσης αζώτου περιλαμβάνει τη μετατροπή των σχηματισθέντων νιτρικών σε μοριακό άζωτο (ή σε κάποιες περιπτώσεις σε οξείδια του αζώτου)
- Χημειοτερότροφοι μικροοργανισμοί χρησιμοποιούν ως τελικό δέκτη ηλεκτρονίων αντί για το οξυγόνο τα νιτρικά ή τα νιτρώδη ιόντα
- Οι μικροοργανισμοί που συμμετέχουν στην πορεία αυτή είναι προαιρετικά αναερόβια βακτήρια (π.χ. μέλη των γενών *Pseudomonas*, *Alcaligenes*, *Acinetobacter*)

Διαδικασία απονιτροποίησης

Απονιτροποίηση

- Η σύνθεση της αναγωγής των νιτρωδών στην κυτταρική μεμβράνη αναστέλλεται από την παρουσία οξυγόνου και έτσι η βιομετατροπή των νιτρωδών λαμβάνει χώρα μόνο υπό ανοξικές συνθήκες
- Η συνολική αντίδραση, η οποία είναι ιδιαίτερα εξώθερμη πραγματοποιείται συνήθως από ετερότροφα απονιτροποιητικά βακτήρια που χρησιμοποιούν οργανικά συστατικά για τη σύνθεση κυττάρων και την αναγωγή των νιτρικών σε μοριακό άζωτο

Διαδικασία απονιτροποίησης

Απονιτροποίηση

- Σε επιβαρυμένα απόβλητα οι υψηλές συγκεντρώσεις αμμωνίας και κατά συνέπεια νιτρικών προς αναγωγή, προϋποθέτουν τη διαθεσιμότητα ικανής ποσότητας δότη ηλεκτρονίων που συχνά δεν είναι πλήρως διαθέσιμος στο επεξεργαζόμενο υγρό απόβλητο
- Η απονιτροποίηση καταναλώνει περίπου 3,7 g ευκόλως βιοδιασπώμενου COD ανά g NO_3^- -N, σχηματίζοντας ταυτόχρονα 0,45 g νέα κύτταρα και 3,57 g αλκαλικότητας

Διαδικασία απονιτροποίησης

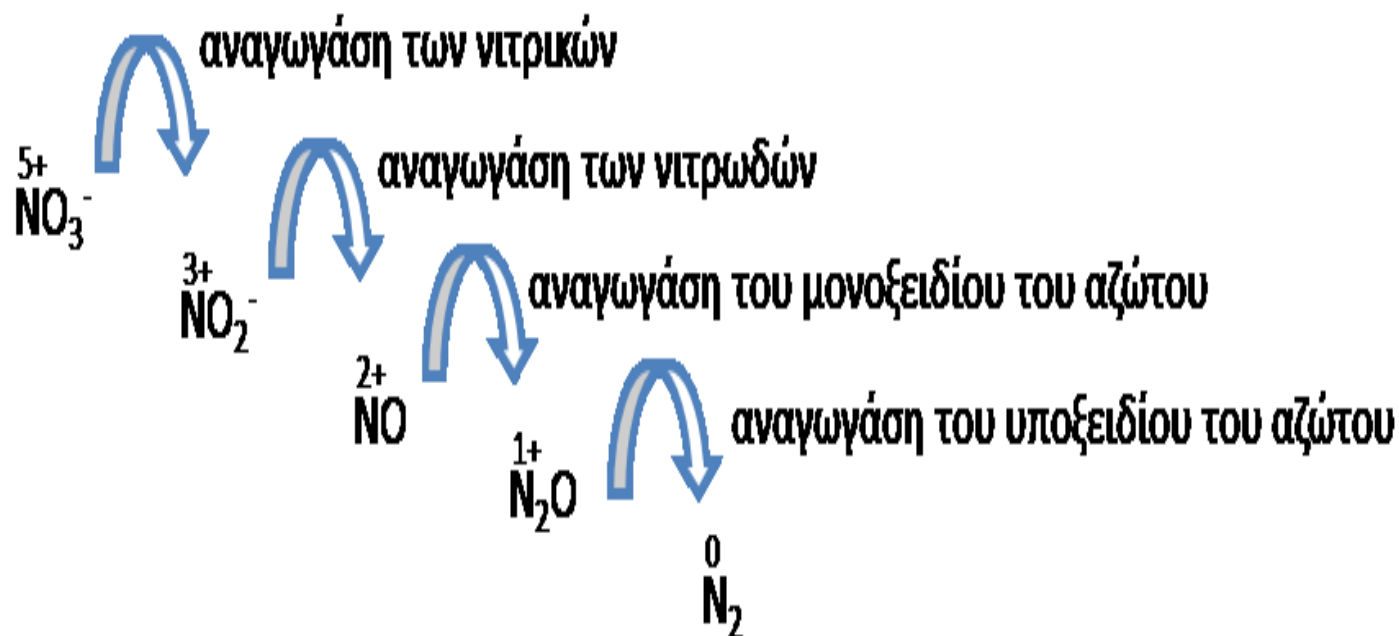
Nir



- ιδιαιτέρως εξώθερμες διεργασίες
- χημειοτερότροφοι μικροοργανισμοί
- τελικός δέκτης ηλεκτρονίων τα νιτρικά ή τα νιτρώδη
- ενζυμο κλειδί στη διαδικασία: Nir

Διαδικασία απονιτροποίησης

Απονιτροποίηση



Επεξεργασία διασταλαγμάτων

Συστήματα μεμβρανών

- Οι βιοαντιδραστήρες μεμβρανών στηρίζονται στη βιολογική αποδόμηση των θρεπτικών συστατικών του υγρού αποβλήτου που τίθεται υπό επεξεργασία μέσω της
 - ❖ μικρο-
 - ❖ νανο-
 - ❖ υπερ-διήθησης
 - ❖ αντίστροφης ώσμωσης

Επεξεργασία διασταλαγμάτων

Συστήματα μεμβρανών

- Βάσει του πορώδους τα κυριότερα είδη μεμβρανών είναι:
 - ❖ Μεμβράνες μικροδιήθησης (MF)
 - ❖ Μεμβράνες Υπερδιήθησης (UF)
 - ❖ Μεμβράνες Νανοδιήθησης (NF)
 - ❖ Μεμβράνες Αντίστροφης Όσμωσης (RO)

Επεξεργασία διασταλαγμάτων

Συστήματα μεμβρανών

- για την μικροδιήθηση το μέγεθος των πόρων της μεμβράνης κυμαίνεται μεταξύ 0,1-10 μm ώστε το διήθημα να περιλαμβάνει νερό και διαλυτά σε αυτό συστατικά,
- για την υπερδιήθηση το μέγεθος αυτό κινείται μεταξύ 0,01-0,1 μm με το διήθημα να περιέχει νερό και διαλυτά μόρια,
- μειώνεται στην νανοδιήθηση, όπου οι πόροι βρίσκονται μεταξύ 0,001-0,01 μm
- για την αντίστροφη ώσμωση το μέγεθος των πόρων είναι ακόμη μικρότερο, μεταξύ 0,0001-0,001 μm

Επεξεργασία διασταλαγμάτων

Συστήματα μεμβρανών

- Τα κύρια υλικά κατασκευής των μεμβρανών αποτελούνται από μεγαλομοριακές ενώσεις όπως:

1. Πολυπροπυλένιο
2. Ακρυλονιτρίλιο
3. Πολυβινυλοφθορίδιο
4. Πολυτετραφθοροαιθυλένιο (Teflon)
5. Αλειφατικά πολυαμίδια (Nylon)
6. Αρωματικά πολυαμίδια

Επεξεργασία διασταλαγμάτων

Συστήματα μεμβρανών

- Πλεονεκτήματα

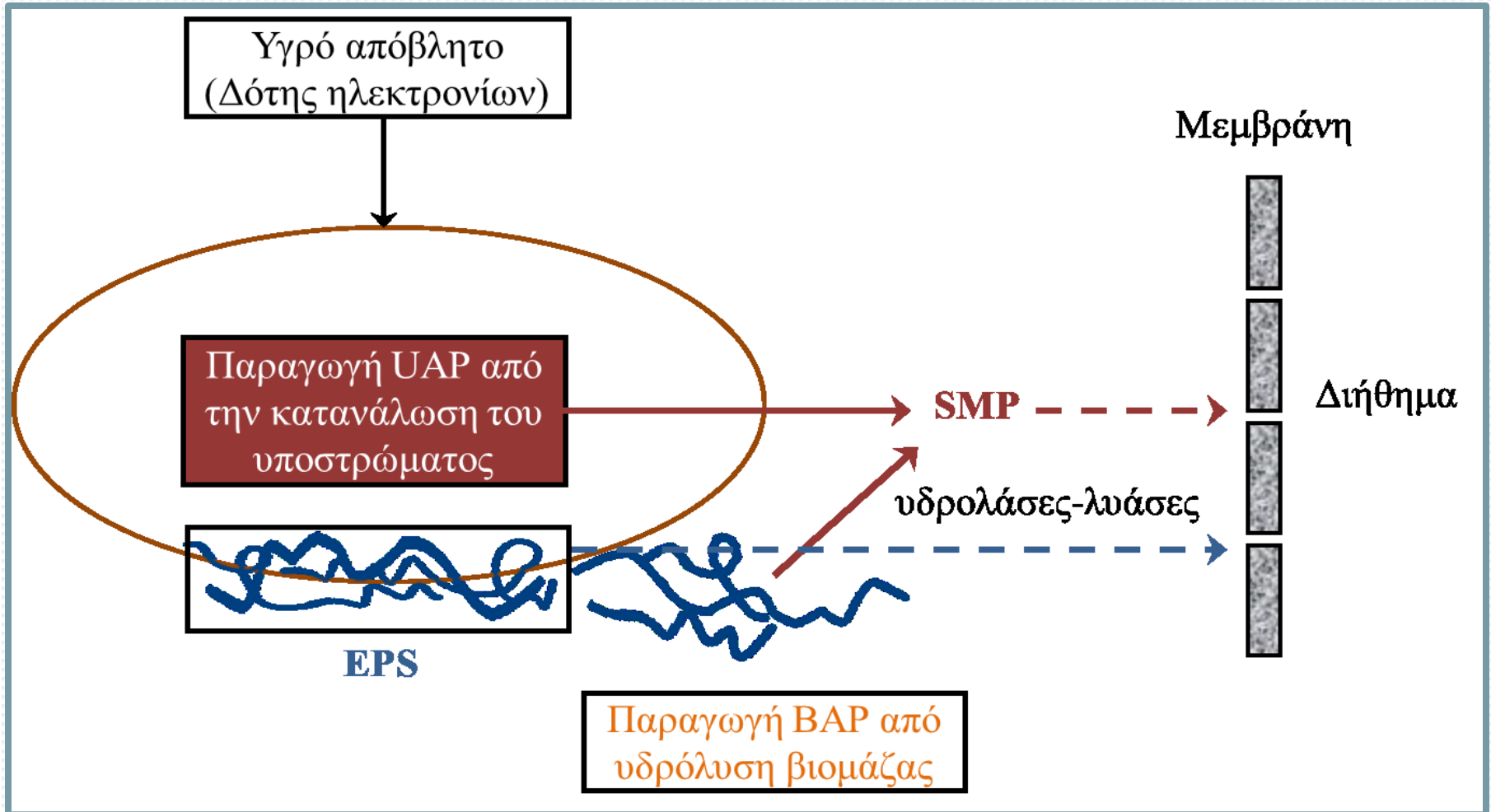
α) η παραλαβή εκροής με μειωμένα θρεπτικά συστατικά (BOD, COD, ολικό άζωτο) σε ένα μόνο στάδιο,

β) ηλικία της ιλύος (SRT) που παρέχει έλεγχο των βιολογικών διεργασιών και πλούσια σε μικροοργανισμούς προσαρμοσμένη βιομάζα,

γ) ο έλεγχος διακυμάνσεων στο εισερχόμενο οργανικό φορτίο και η αντιμετώπιση των μεταβολών αυτών από τη βιομάζα

δ) η μειωμένη και ελεγχόμενη παραγωγή ιλύος σε σχέση με άλλες αερόβιες διεργασίες

Έμφραξη της μεμβράνης



Εξωκυτταρικά βιοπολυμερή

- Η έμφραξη οργανικής προέλευσης προκαλείται από την εναπόθεση βιοπολυμερών στην επιφάνεια της μεμβράνης, όπως είναι:
 - οι πρωτεΐνες
 - οι πολυσακχαρίτες
 - τα νουκλεϊκά οξέα
 - τα φωσfolιπίδια
 - τα εξωκυτταρικά ένζυμα



Λόγω του μικρού τους μεγέθους και της εύκολης μεταφοράς τους κατά τη διήθηση του μικτού υγρού δημιουργούν ανάσχεση της ροής διαμέσου των πόρων της μεμβράνης

Εξωκυτταρικά βιοπολυμερή

- Τα συστατικά που ελευθερώνονται κατά τη μικροβιακή δραστηριότητα στο μικτό υγρό, εξαιτίας της:
 - ❖ σύνθεσης και της λύσης των κυττάρων
 - ❖ διάχυσής τους από την κυτταρική μεμβράνη
 - ❖ έκκρισής τους κατά τις αλληλεπιδράσεις των οργανισμών

αποτελούν στο σύνολό τους το διαλυτό μικροβιακό προϊόν

Soluble Microbial Product - SMP

Εξωκυτταρικά βιοπολυμερή

Soluble Microbial Product - SMP

- Ένας επιπλέον διαχωρισμός διακρίνει το διαλυτό μικροβιακό προϊόν σε αυτό που παράγεται
 - ❖ κατά την κατανάλωση του διαθέσιμου υποστρώματος του μικτού υγρού και χαρακτηρίζεται ως UAP (utilization-associated products)
 - ❖ κατά την υδρόλυση πολυμερών σε μικρότερου μοριακού βάρους ενώσεις και χαρακτηρίζεται ως BAP (biomass-associated products)
 - ❖ από τα προϊόντα της κυτταρικής λύσης.

Εξωκυτταρικά βιοπολυμερή

Soluble Microbial Product - SMP

- Έτσι, η παραγωγή του διαλυτού μικροβιακού κλάσματος προέρχεται είτε από το μεταβολισμό του υποστρώματος από τους μικροοργανισμούς (utilization-associated products), είτε από τη βιομάζα ως αποτέλεσμα της υδρόλυσης κυτταρικών δομών και της λύσης των κυττάρων
- Ποιες είναι οι συνθήκες που ευνοούν τον σχηματισμό τους

Εξωκυτταρικά βιοπολυμερή

Soluble Microbial Product - SMP

- τα βακτήρια σχηματίζουν οργανικά διαλυτά συστατικά (SMP) ως απόρροια της ενδογενούς αναπνοής σε περιόδους έλλειψης θρεπτικού υποστρώματος
- η ύπαρξη σημαντικού πλεονάσματος ενέργειας που προέρχεται από την παρουσία επαρκούς εξωτερικής πηγής άνθρακα μπορεί επίσης να ευνοήσει τον σχηματισμό τους
- συχνή είναι η έκκριση διαλυτών οργανικών συστατικών για τη διατήρηση της ωσμωτικής ισορροπίας διαμέσου της κυτταρικής μεμβράνης

Εξωκυτταρικά βιοπολυμερή

Soluble Microbial Product - SMP

- απότομη μεταβολή στη διαθεσιμότητα των οργανικών συστατικών είναι ικανή να προκαλέσει τον άμεσο θάνατο ορισμένων βακτηρίων και την έκλυση SMP
- μικρή συγκέντρωση βασικών για τους μικροοργανισμούς θρεπτικών οδηγεί στο σχηματισμό SMP ως μηχανισμό προσαρμογής στην αυξανόμενη ανάγκη της ενεργού ιλύος σε θρεπτικά
- διαλυτό μικροβιακό προϊόν παράγεται τέλος από αλλαγές στην ωσμωτική πίεση (αλατότητα) και τη θερμοκρασία

Εξωκυτταρικά βιοπολυμερή

Extracellular polymeric substances - EPS

- Τα EPS αποτελούνται κατά κύριο λόγο από:
 - ❖ πολυσακχαρίτες, οι οποίοι είναι πολυμερή μονομερών γλυκοζιτών, όπως γλυκόζη, μανόζη, ριβόζη και γαλακτόζη
 - ❖ πρωτεΐνες, που η πρωτοταγής τους δομή προέρχεται από τη σύνδεση αμινοξέων, όπως γλουταμινικό, ασπαρτικό, αλανίνη, λευκίνη και κυστεΐνη
 - ❖ λιπίδια, νουκλεϊκά και χουμικά οξέα μπορούν επίσης να εντοπιστούν σε μικρότερο βαθμό

Εξωκυτταρικά βιοπολυμερή

Extracellular polymeric substances - EPS

- Τα εξωκυτταρικά πολυμερή:
 - ❖ περιλαμβάνουν ένα ισχυρά προσκολλημένο στη βιομάζα τμήμα και
 - ❖ ένα εξωτερικό, το οποίο παρουσιάζει ένα ασθενέστερο δεσμό με τη νιφάδα
 - ❖ Συνήθως, τα προσκολλημένα πρωτεϊνικά συστατικά αποτελούν μέρος του εσωτερικού τμήματος των EPS, ενώ οι πολυσακχαρίτες εντοπίζονται στο εξωτερικό τμήμα

Πλήρους κλίμακας μονάδα επεξεργασίας

Διαστάλαγμα

Φρέσκο-Μέσης ηλικίας

Προέλευση

Χ.Υ.Τ.Α. Χαλκιδικής

Βιοαντιδραστήρας

SBR – MBR (Full-Scale)

Στοιχεία συστήματος

Παράλληλοι SBR 350 m³

Ενεργός άνθρακας 3 m³

Κροκίδωση-Συσσωμάτωση-Καθίζηση
7.8 m³

MBR (UF) 100 m²

Οργανικό φορτίο

3,095 mg COD/L

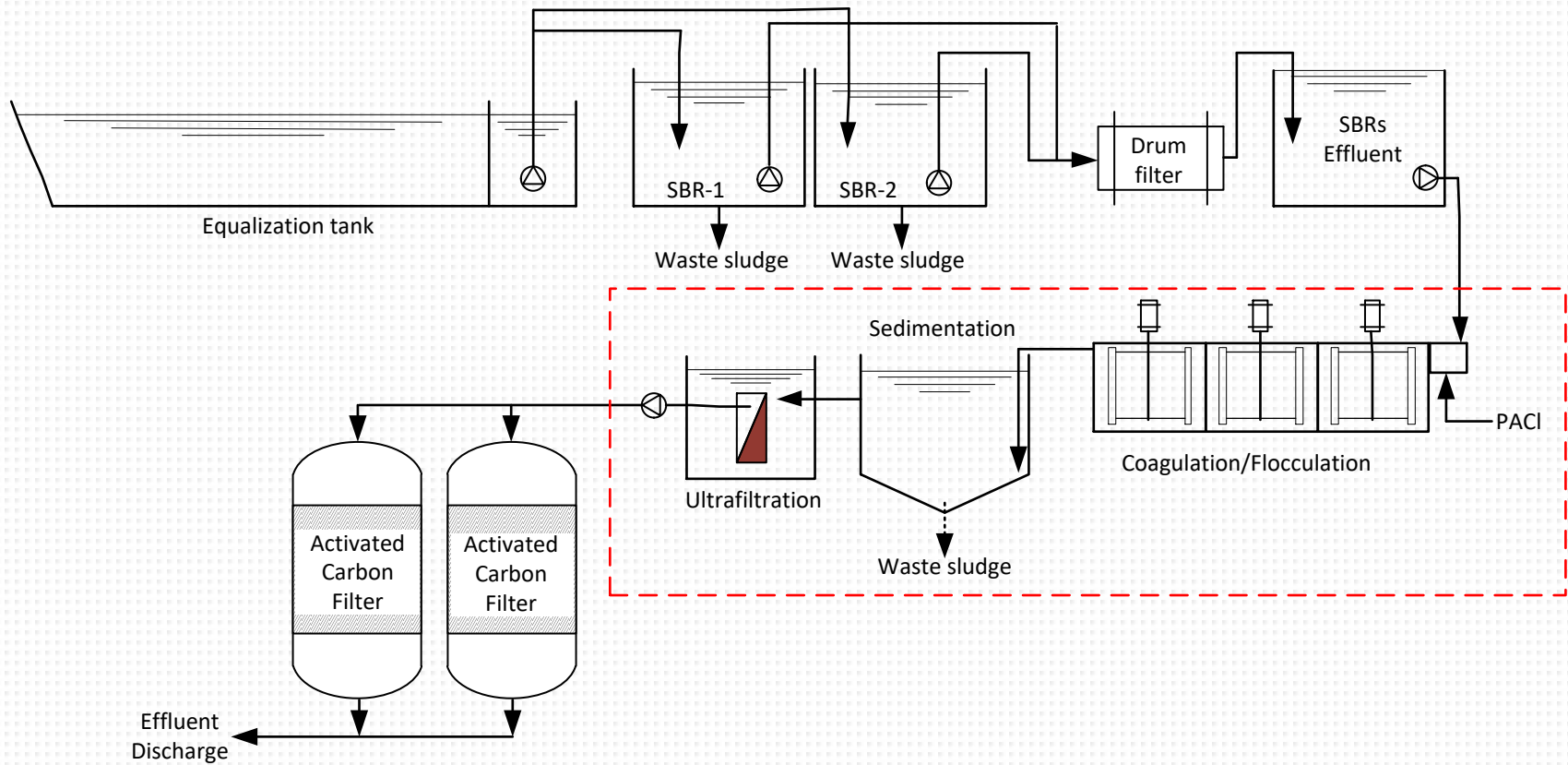
Συγκέντρωση αμμωνιακών

1,054 mg NH₄⁺ /L

BOD/COD

0.22

Αποτελέσματα



Τοποθεσία - Στοιχεία

Συντεταγμένες: 40.3978216827412, 23.209079705507712

(40°23'52.2"N 23°12'32.7"E)

(Ανθεμόντα – Χαλκιδική)

Ι.Κ.: 40,000

Απόθεση στερεών: 95 tn/d

Παραγωγή Διασταλάγματος: 30 m³/d

Δεξαμενή σταθεροποίησης: 2,500 m³

Εδαφική κάλυψη ΧΥΤΑ: 4.4 ha (44,000 m² ή 44 στρ.)

Ύψος βροχόπτωσης: 439 mm/y

Τοποθεσία - Στοιχεία

Ποσοστό υγρασίας στερεών: 51.4% w/w d.w.

Ανόργανα: 15.9% w/w d.w.

Πτητικά: 84.1% w/w d.w.

Οργανικός άνθρακας: 42.8% w/w d.w.

Ολικό άζωτο: 1.3% w/w d.w.

Αμμωνιακό άζωτο: 0.05% w/w d.w.

HRT: 12d

SRT: 80d

Ενεργειακή κατανάλωση: 780 kWh/d

Κόστος

Χρηματοδότηση: 75% Ε.Ε. & 25 Εθνικοί πόροι

Έτος κατασκευής: 2007

Κόστος επένδυσης: 5,513,522.12 €

Κόστος μονάδων SBR: 558,000.00 €

Κόστος νέου συστήματος: 100,000.00 €

(SBRs-C/F/S-UF-GAC)

Parameter	Units	Mean ± STDEV
pH	-	7.8 ± 0.12
EC	mS/cm	18.0 ± 1.4
BOD	mg/L	680 ± 174
COD	mg/L	3,095 ± 706
BOD/COD	-	0.22
NH ₄ ⁺ -N	mg/L	1,054 ± 141
TKN	mg/L	1,175 ± 164
NH ₄ ⁺ -N/TKN	-	0.90
TP	mg/L	22 ± 3.0
Al	µg/L	1,134
As	µg/L	95
Cd	µg/L	0.26
Cr	µg/L	420
Co	µg/L	73
Cu	µg/L	64
Fe	µg/L	10,715
Pb	µg/L	13
Mn	µg/L	634
Hg	µg/L	1.1
Ni	µg/L	677
Se	µg/L	3.4
Sn	µg/L	151
Zn	µg/L	302

Heavy Metal	Legislation limits set by the Greek Government Gazette 354/B/08-03- 2011 for restricted or unrestricted irrigation (µg/L)	Raw Leachate (µg/L)	SBRef (µg/L)	C/F/Sout (µg/L)	UFout (µg/L)
Al	5,000	1,134	741	32,862	1,332
As	100	95	89	12	9
Cd	10	0.26	0.37	0.13	0.125
Cr	100	420	238	49	54
Co	50	73	72	25	37
Cu	200	64	60	24	31
Fe	3,000	10,715	4,126	306	176
Pb	100	13	4.9	1.5	1.2
Mn	200	634	242	88	79
Hg	2	1.1	0.79	0.5	0.5
Ni	200	677	633	312	389
Se	20	3.4	2.5	0.86	1.6
Sn	No limit set	151	37	4.5	3.5
Zn	200	302	257	165	109

Parameter	Influent	Effluent	Change
pH	7.8 ± 0.12	8.5 ± 0.1	+9.0%
EC (mS/cm)	18.0 ± 1.4	10.8 ± 0.3	-40.0%
BOD (mg/L)	680 ± 174	10.0 ± 1.5	-98.5%
COD (mg/L)	3,095 ± 706	315 ± 99	-89.8%
BOD/COD	0.22	0.01	-95.5%
NH ₄ ⁺ -N (mg/L)	1,054 ± 141	84 ± 24	-92.0%
TKN (mg/L)	1,175 ± 164	98 ± 10	-91.7%
NH ₄ ⁺ -N/TKN	0.90	0.86	-4.4%
Color Number (m ⁻¹)	2.04 ± 0.34	0.62 ± 0.23	-69.6%