

Διάλεξη 11

***Εφαρμογές και Παραδείγματα από την
Επεξεργασία Βιομηχανικών Αποβλήτων***



Βιομηχανίες που παράγουν απόβλητα προς επεξεργασία

- Βιομηχανίες μεταποίησης φρούτων και λαχανικών
- Βιομηχανίες γάλακτος
- Βιομηχανίες κρέατος, πουλερικών και ιχθύων
- Βιομηχανίες ποτών
- Ελαιοτριβεία
- Υφαντουργεία – Βαφεία
- Βυρσοδεψία
- Χαρτοβιομηχανίες
- Υψικάμινοι και Χαλυβουργεία
- Διύλιση πετρελαίου - Πετροχημικά



Βιομηχανίες μεταποίησης φρούτων και λαχανικών

Τα υγρά απόβλητα περιέχουν κυρίως επιπλέοντα στερεά, οργανική ύλη και υπολείμματα μυκητοκτόνων και αντιοξειδωτικών ουσιών

N	4-20
P	0.5-20
Αιωρούμενα στερεά	0-4500
Διαλυμένα στερεά	1300-3000
Φυτοφάρμακα	0.2-0.9



Βιομηχανίες μεταποίησης φρούτων και λαχανικών

Η επεξεργασία υγρών αποβλήτων περιλαμβάνει:

- Εσχάρωση
- Κατακάθιση
- Κροκύδωση $Al_2(SO_4)_3$
- Απολύμανση με Cl ή άλλο οξειδωτικό μέσο

Τέλος η **βιολογική επεξεργασία** με το σύστημα ενεργοποιημένης λάσπης μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα μείωση του BOD ως και 95%



Βιομηχανίες Γάλακτος

Το κυριότερο πρόβλημα αποτελεί ο **ορός γάλακτος (τυρόγαλα)** που παρουσιάζει υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες και οξέα. Άλλοι σημαντικοί ρυπαντές είναι τα αιωρούμενα στερεά, φωσφορικά και αζωτούχες ενώσεις

BOD	100-4000 mg/L
Αιωρούμενα στερεά	2000 mg/L
Θερμοκρασία αποβλήτων	8-38°C
P	12-210 mg/l
Cl	50-2500 mg/l
N	1-14 mg/l



Διεργασίες και συστήματα που χρησιμοποιούνται στην επεξεργασία υγρών αποβλήτων της βιομηχανίας γάλακτος

Πρωτοβάθμια Επεξεργασία

- Εσχάρωση
- Καθίζηση
- Επίπλευση
- Χημική Κατακρήμνιση

Δευτεροβάθμια Επεξεργασία

- Χαλικοδιυλιστήρια
- Ενεργοποιημένη λάσπη
- Δεξαμενή διαχωρισμού



Βιομηχανίες κρέατος, πουλερικών και ιχθυών

Τα παραπροϊόντα περιέχουν αίμα, λίπη, αζωτούχα, αιωρούμενα στερεά και ιόντα ως κύριους ρυπαντές:

BOD	500-1500
Λίπη	250-1000
N	50-115
Cl	50-550
PO ₄	7-27

Η επεξεργασία περιλαμβάνει απομάκρυνση των στερεών με πλέγματα (πρωτοβάθμια) και βιολογική επεξεργασία σε αναεροβικά συστήματα χώνευσης με μείωση του BOD κατά 97%. Αεροβικά συστήματα οδηγούν σε μείωση του BOD κατά 40-60% για χρόνους παραμονής 2-10 ημέρες

Βιομηχανίες Ποτών

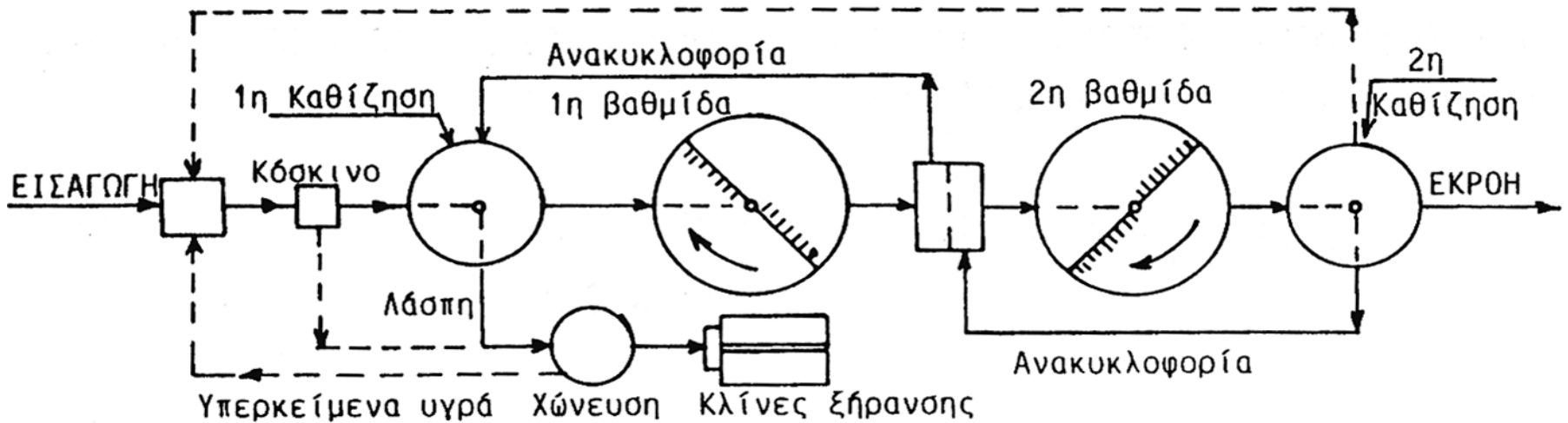
Τα υγρά απόβλητα των βιομηχανιών ποτών περιέχουν κυρίως αιωρούμενα στερεά (700 mg/L) και υψηλό οργανικό φορτίο που κυμαίνεται σε τιμές BOD 1600 mg/L

Η επεξεργασία αποβλήτων από βιομηχανίες ποτών περιλαμβάνει:

- Πρωτοβάθμια απομάκρυνση των στερεών με εσχάρες
- Δευτεροβάθμια μείωση του οργανικού φορτίου σε αερόβια συστήματα (χαλικοδιυλιστήρια, λίμνες, ενεργοποιημένης λάσπης) με μείωση του BOD5 ως και 85%



Βιομηχανίες Ποτών



Διβάθμιο Χαλικοδιυλιστήριο



Ελαιοτριβεία

- Τα ελαιοτριβεία παράγουν απόβλητα με υψηλό οργανικό φορτίο (14,000-62,000 mg/L BOD) και υψηλή οξύτητα
- Η επεξεργασία των αποβλήτων περιλαμβάνει εξουδετέρωση της οξύτητας με CaO (ασβέστη) σε συνδυασμό με κροκύδωση.
- Ακολουθεί καθίζηση για 2 ώρες τουλάχιστον με συνεχή αφαίρεση της λάσπης που καθιζάνει.
- Η λάσπη που συγκομίζεται διατίθεται απευθείας σε αγρούς ή ακολουθεί χώνευση και στράγγιση σε κλίνες ξήρανσης

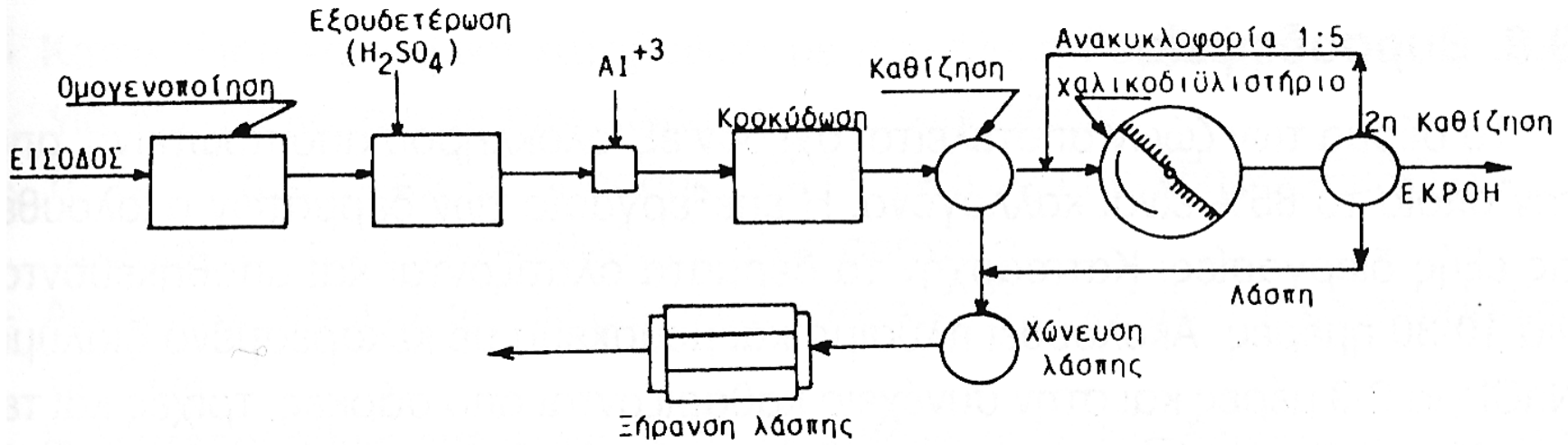


Υφαντουργεία - Βαφεία

- Τα απόβλητα περιέχουν λίπη, διαλυτά στερεά, ίνες, ανόργανα άλατα ή οργανικά χημικά (χρώματα) και βαρέα μέταλλα
- Το BOD κυμαίνεται ανάλογα με το υλικό που επεξεργάζεται η βιομηχανία από 200-600 mg/L για βαμβάκι ως και 1800-8000 mg/L για συνθετικά υλικά (nylon)

Η επεξεργασία περιλαμβάνει εξουδετέρωση του pH, προσθήκη κροκυδωτικών ($Al_2(SO_4)_3$), καθίζηση στην συνέχεια βιολογική επεξεργασία σε χαλικοδιυλιστήρια ή συστήματα ενεργοποιημένης λάσπης και τέλος απολύμανση με Cl_2 ή O_3

Υφαντουργεία - Βαφεία



Σύστημα επεξεργασίας αποβλήτων από μονάδες επεξεργασίας βάμβακος

Τα απόβλητα από βαφεία περιέχουν συνήθως χρωστικές που απομακρύνονται με προσρόφηση σε κλίνες με ενεργό άνθρακα



Βυρσοδεψία

Σύνθεση αποβλήτων βυρσοδεψίων

BOD (mg/L)	89000
Λίπη	20000
Αιωρούμενα Στερεά	138000
Cr ολικό	3500
Θειούχα	7000
Αλκαλικότητα (CaCO ₃)	99
pH	1-12



Βυρσοδεψία-Επεξεργασία Αποβλήτων

- Εσχάρωση για απομάκρυνση διαλυτών στερεών
- Κροκύδωση και κατακάθιση με την προσθήκη $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ ή $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$
- Αναγωγή Cr^{+6} με την προσθήκη θειικού υποσιδήρου FeSO_4
- Βιολογική επεξεργασία όπου απομακρύνεται συνήθως 90-95% του οργανικού φορτίου
- Απομάκρυνση αζωτούχων ρύπων NH_4 , NO_3 με νιτροποιητικά και απονιτροποιητικά βακτήρια σε αερόβιες και αναερόβιες διεργασίες αντίστοιχα



Χαρτοβιομηχανίες

- Τα απόβλητα των χαρτοβιομηχανιών περιέχουν λιγνίνη, ταννίνες, σάκχαρα, κυτταρίνη και ανόργανα χημικά αντιδραστήρια που χρησιμοποιούνται κατά την παρασκευή πολτού όπως Na_2S , NaOH (μέθοδος Kraft)
- Τα χημικά αντιδραστήρια για την παρασκευή του πολτού ανακυκλώνονται ενώ τα εναπομείναντα απόβλητα υφίστανται επεξεργασία που περιλαμβάνει
- Κατακάθιση που οδηγεί σε μείωση του BOD κατά 30%
- Βιολογική επεξεργασία σε συστήματα ενεργοποιημένης λάσπης ή άλλα αερόβια συστήματα που οδηγούν σε περαιτέρω μείωση του BOD ως και 95%



Υψικάμιννοι και Χαλυβουργεία

Οι κύριοι ρύποι που περιέχονται στα απόβλητα χαλυβουργείων είναι φαινόλες, NH_3 και τα κυανιούχα ενώ συχνά παρατηρείται και υψηλή οξύτητα

- Οι φαινόλες απομακρύνονται με εκχύλιση
- Τα αιωρούμενα στερεά απομακρύνονται με διήθηση και κατακάθιση μετά από χημική επεξεργασία με πολυηλεκτρολύτες
- Η οξύτητα μειώνεται με προσθήκη $\text{Ca}(\text{OH})_2$
- Τα κυανιούχα απομακρύνονται συνήθως με χλωρίωση σε αλκαλικό περιβάλλον αν όμως στα απόβλητα περιέχονται υψηλές συγκεντρώσεις φαινολών τότε τα κυανιούχα θα πρέπει να απομακρυνθούν βιολογικά διότι υπάρχει κίνδυνος να σχηματιστούν χλωροφαινόλες



Διύλιση Πετρελαίου - Πετροχημικά

BOD (mg/L)	100-1000
Αιωρούμενα στερεά	150-4000
Πτητικά στερεά	150-4000
Αλκαλικότητα	120-3000
Αμμωνία	5-80
Θειούχα	20-80
pH	6.5-8.4

Οι υδρογονάνθρακες αποτελούν τους κύριους οργανικούς ρύπους στα απόβλητα διυλιστηρίων πετρελαίου



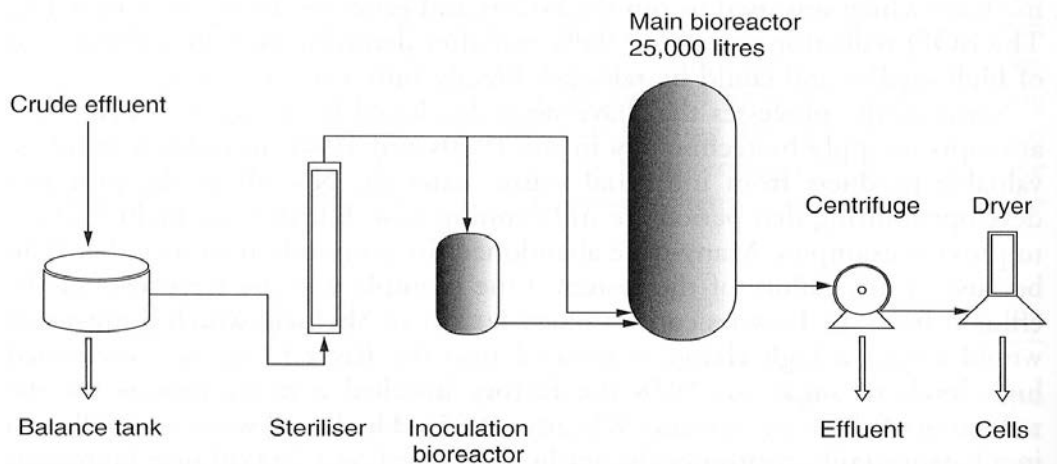
Επεξεργασία αποβλήτων από διυλιστήρια

- Οι υδρογονάνθρακες απομακρύνονται σε διαχωριστικές δεξαμενές με βαρύτητα παραμένει όμως μια ποσότητα γύρω στα 5-35 mg/L κυρίως σε γαλακτοποιημένη μορφή, τα οποία μπορούν να απομακρυνθούν με επίπλευση
- Τα αιωρούμενα στερεά απομακρύνονται με κροκύδωση με πολυηλεκτρολύτες και καθίζηση
- Η βιολογική επεξεργασία πραγματοποιείται σε αεριζόμενες δεξαμενές και συστήματα ενεργοποιημένης λάσπης που οδηγούν σε μείωση του BOD κατά 80-90%



Επεξεργασία Αποβλήτων Βιομηχανίας Ζάχαρης

- Υγρά απόβλητα που περιέχουν υψηλές συγκεντρώσεις σακχάρων διοχετεύονται, ύστερα από αποστείρωση σε αντιδραστήρα που έχει εμβολιαστεί με τη ζύμη ***Candida utilis***.
- Η ζύμη χρησιμοποιεί τα σάκχαρα για την ανάπτυξη της με συνέπεια παραγωγή υψηλών ποσοτήτων μυκηλιακής μάζας αλλά και μείωση του BOD κατά 50%.
- Τα απόβλητα μπορούν να διοχετευτούν σε φυσικά υδροφόρα χωρίς πρόβλημα ενώ η μυκηλιακή μάζα συγκομίσθηκε, ξηράνθηκε και πουλήθηκε σε βιομηχανίες παραγωγής ζωικών τροφών



Διεργασία Symba – Επεξεργασία αποβλήτων βιομηχανίας μεταποίησης πατάτας

- Στόχος: η παραγωγή ζωικής τροφής από την αποσύνθεση αποβλήτων από την μεταποίηση πατάτας.
- Χρησιμοποιούνται οι ζύμες *Candida utilis* & *Endomycopsis fibriguler* που έχουν συμπληρωματική δράση καθώς η *E. fibriguler* διασπά το άμυλο με την βοήθεια αμυλασών και στην συνέχεια η *C. utilis* αναπτύσσεται στα παραγόμενα σάκχαρα.
- Η κυτταρική μάζα των δύο ζυμών συγκομίζεται και χρησιμοποιείται ως ζωική τροφή ύστερα από κατάλληλη επεξεργασία.



Διεργασία Pekilo

Χρησιμοποιείται για την επεξεργασία αποβλήτων που προκύπτουν από την επεξεργασία για την παραγωγή χαρτιού

- Το **πρώτο στάδιο** περιλαμβάνει την απομάκρυνση SO_2 (τοξικό για τους μικροοργανισμούς)
- Το **δεύτερο στάδιο** περιλαμβάνει την αποστείρωση των αποβλήτων και την διοχέτευση τους σε βιο-αντιδραστήρα
- Στο **τρίτο στάδιο** προστίθενται P, καλιούχα άλατα και NH_3 και ο αντιδραστήρας εμβολιάζεται με τον μύκητα *Paecilomyces*.
- Στο **τελικό στάδιο** ο μύκητας αναπτύσσεται και παράγει περίπου 15 tn βιομάζας που συγκομίζεται, ξηραίνεται και χρησιμοποιείται ως ζωική τροφή αφού αποτελείται από 69% πρωτεΐνες.

