



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



ανοικτά μαθήματα  
opencourses

# Διαχείριση Αποβλήτων

## Ενότητα 11 : Βιομηχανικά Στερεά και Υγρά Απόβλητα

Δρ. Σταυρούλα Τσιτσιφλή

Τμήμα Μηχανικών Χωροταξίας, Πολεοδομίας και Περιφερειακής Ανάπτυξης



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

# Άδειες Χρήσης

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



# Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



# Περιεχόμενα ενότητας

- Βιομηχανικά υγρά απόβλητα.
  - Διάκριση βιομηχανικών υγρών αποβλήτων.
  - Παροχή και ποιοτικά χαρακτηριστικά.
  - Ισοδύναμος πληθυσμός.
- Βιομηχανικά στερεά απόβλητα.

# Βιομηχανικά Απόβλητα

- Στερεά απόβλητα: κενά συσκευασίας και στερεά υπολείμματα από την παραγωγική διαδικασία.
- Υγρά απόβλητα: στερεά υπολείμματα διαλυμένα σε υγρό μέσο και άλλα υγρά απόβλητα παραγωγικής διαδικασίας.

# **ΥΓΡΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ**

# Ορισμός

- Υγρά βιομηχανικά απόβλητα είναι τα απόβλητα που απορρίπτονται από χώρους εμπορικής ή βιομηχανικής δραστηριότητας και δεν είναι οικιακά λύματα ή όμβρια ύδατα (Οδηγία 91/271/ΕΟΚ).

# Ποσότητα

- Διαφέρει ανάλογα με την βιομηχανία αλλά και ανάμεσα σε ομοειδείς βιομηχανίες ανάλογα με την δυναμικότητα.
- Η παροχή μπορεί να είναι συνεχής ή διακοπτόμενη.
- Οι διακυμάνσεις της ποσότητας είναι μεγάλες.



# Διάκριση βιομηχανικών υγρών αποβλήτων I

- Απόβλητα με φυσική δράση:
  - Μεταφορά θερμότητας στα νερά του αποδέκτη που αυξάνει την θερμοκρασία του και την μείωση της διαλυτότητας του οξυγόνου.
  - Ύπαρξη λεπτών σωματιδίων σε αιώρηση ή ύπαρξη χρώματος που προκαλούν θολότητα στον αποδέκτη και κατ' επέκταση την μείωση της διείσδυσης του ηλιακού φωτός.
  - Ύπαρξη αερίων σε διάλυση και πτητικών ενώσεων που προκαλούν δυσάρεστες οσμές, μειώνουν την διαλυτότητα του οξυγόνου και έχουν τοξική δράση.

Πηγή: Κούγκολος, 2007

# Διάκριση βιομηχανικών υγρών αποβλήτων II

- Απόβλητα με χημική δράση:
  - Ισχυρά οξέα ή βάσεις μεταβάλλουν το pH του αποδέκτη.
  - Άλατα μετάλλων και στοιχείων που έχουν τοξική δράση.
  - Οργανικές ενώσεις (φαινόλες, χλωριωμένες ενώσεις κλπ.) που έχουν τοξική δράση.
- Απόβλητα με βιολογική δράση:
  - Από βιομηχανίες τροφίμων.
  - Περιέχουν πρωτεΐνες, σάκχαρα, λίπη κλπ.

Πηγή: Κούγκολος, 2007

# Εκτίμηση παροχής υγρών βιομηχανικών αποβλήτων

- Με βάση τη ζήτηση για χρήση.
- Με βάση στατιστικά στοιχεία ανάλογων υπαρχουσών βιομηχανικών μονάδων (πιο ασφαλής εκτίμηση).
- Απευθείας μέτρηση.

Η παροχή παρουσιάζει διακυμάνσεις (εποχικές, ανάλογα με την βιομηχανία, κλπ.).

- Τυπική μέση τιμή =  $5 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{d}$ .
- Η μέγιστη παροχή εκφράζεται δια μέσου του Συντελεστή Μέγιστης Παροχής (ΣΜΠ) = μέγιστη παροχή / μέση παροχή.

# Ποιοτικά χαρακτηριστικά υγρών βιομηχανικών αποβλήτων - Φυσικά

- Φυσικά χαρακτηριστικά (στερεά, οσμή, θερμοκρασία, χρώμα).
- **ΟΛΙΚΑ ΣΤΕΡΕΑ:**
  - Αιωρούμενα στερεά.
  - Διηθούμενα στερεά.
- **ΟΣΜΗ:** προκαλείται από αμίνες, αμμωνία, διαμίνες, υδρόθειο, μερκαπτάνες, οργανικά σουλφίδια.
- **ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ.**
- **ΧΡΩΜΑ.**

# Ποιοτικά χαρακτηριστικά υγρών βιομηχανικών αποβλήτων – Χημικά Ι

- **ΟΡΓΑΝΙΚΑ:** στις αγροβιομηχανίες: πρωτεΐνες 40-60%, υδατάνθρακες 25-50% και λίπη και έλαια 10%.
- Τα οργανικά προκαλούν μείωση του διαλυμένου οξυγόνου στους αποδέκτες και κάποια οργανικά (π.χ. φαινόλες) είναι επικίνδυνα για την υγεία.

Πηγή: Λυμπεράτος κ.α., 2004

# Ποιοτικά χαρακτηριστικά υγρών βιομηχανικών αποβλήτων – Χημικά II

- **Βιοχημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο (BOD<sub>5</sub>):** χρήσιμη ένδειξη της αναμενόμενης απομάκρυνσης οργανικού φορτίου με τη χρήση βιολογικών μεθόδων.
- **Χημικά απαιτούμενο οξυγόνο (COD):** για τα αστικά απόβλητα  $BOD/COD=0,4-0,8$  - για τα βιομηχανικά απόβλητα ο λόγος αυτός μπορεί να είναι ιδιαίτερα χαμηλός - ένδειξη παρουσίας σημαντικής ποσότητας μη βιοαποδομήσιμων οργανικών ενώσεων.
- **Ολικός Οργανικός Άνθρακας (TOC):** οξείδωση παρουσία καταλύτη που μετατρέπει όλο τον οργανικό άνθρακα σε CO<sub>2</sub>.

Πηγή: Λυμπεράτος κ.α., 2004

# Ποιοτικά χαρακτηριστικά υγρών βιομηχανικών αποβλήτων – Χημικά ΙΙΙ (α)

- **ΑΝΟΡΓΑΝΑ:**
  - pH.
  - Ανόργανα άλατα.
  - Αλκαλικότητα.
  - Άζωτο.
  - Φώσφορος.
  - Θείο.

Πηγή: Λυμπεράτος κ.α., 2004

# Ποιοτικά χαρακτηριστικά υγρών βιομηχανικών αποβλήτων – Χημικά III (β)

- **ΑΝΟΡΓΑΝΑ (συνέχεια):**
  - Διάφορες τοξικές ενώσεις και στοιχεία.
  - Ραδιενεργά υλικά.
  - Διεπιφανειακά (surfactants).

Πηγή: Λυμπεράτος κ.α., 2004



# Ποιοτικά χαρακτηριστικά υγρών βιομηχανικών αποβλήτων - Βιολογικά

- Τα υγρά απόβλητα περιέχουν μικροοργανισμούς που μπορεί να είναι παθογόνοι.
- Κολοβακτηρίδια: η παρουσία τους συνεπάγεται παρουσία παθογόνων.

Πηγή: Λυμπεράτος κ.α., 2004

# Ισοδύναμος αριθμός κατοίκων για απόβλητα βιομηχανιών I

Κλάδος βιομηχανίας	Βιομηχανία	Μονάδα παραγωγής	Κατανάλωση νερού ανά μονάδα παραγωγής (m <sup>3</sup> )	I.A.K.
Βιομηχανίες τροφίμων	Εργοστάσιο σιτηρών	1 τόνος σιτηρών	2 – 8	500
	Κονσερβοποιεία λαχανικών	1 τόνος κονσερβών	4 – 14	500
	Εργοστάσιο ζαχαροπλαστικής	1 τόνος γλυκών	6 – 26	40 – 150
	Εργοστάσιο ζάχαρης	1 τόνος τεύτλων	10 – 20	120 – 400
	Επεξεργασία κρεάτων	1 βοοειδές ή 2 χοίροι	0,3 – 0,4	70 – 200
	Γαλακτοκομεία (χωρίς παραγωγή τυριών)	1000 lt γάλακτος	4 – 6	10 – 30
	Γαλακτοκομεία (με παραγωγή τυριών)	1000 lt γάλακτος	10	50 – 250
	Βιομηχανία μαργαρίνης	1 τόνος μαργαρίνης	20	500
	Ζυθοποιεία	1000 lt ζύθου	5 – 20	300 – 2000
	Οινοποιεία – ποτά	1000 lt σταφύλια	4 – 6	1500 - 2000
Βιομηχανίες δέρματος και υφανσίμων υλών	Βυρσοδεψεία	1 τόνος ακατέργαστων δερμάτων	40 – 60	1000 – 4000
	Πλυντήρια μαλλιού	1 τόνος μαλλιού	30 – 70	2000 – 3000
	Λευκαντήρια	1 τόνος εμπορεύματος	50 – 100	250 – 350
	Βαφεία	1 τόνος εμπορεύματος	20 – 50	2000 – 3500
Καθαριστήρια	Πλυντήρια	1 τόνος ρούχων	5	700 – 2300

# Ισοδύναμος αριθμός κατοίκων για απόβλητα βιομηχανιών II

Βιομηχανίες ξύλου και χαρτιού	Εργοστάσιο κυτταρίνης	1 τόνος κυτταρίνης	200 – 400	<b>3000 – 4000</b>
	Εργοστάσιο χαρτιού	1 τόνος χαρτιού	125 – 1000	<b>100 – 300</b>
Χημικές βιομηχανίες	Εργοστάσιο σαπυνοποιίας - απορρυπαντικών	1 τόνος σαπουνία	15	<b>1000</b>
	Εργοστάσιο ελαστικών	1 τόνος προϊόντων	100 – 150	<b>150</b>
	Εργοστάσιο πλαστικών	1 τόνος προϊόντων	500	<b>200</b>
Διάφορες βιομηχανίες	Εργοστάσιο κεραμικών	1 απασχολούμενος	0,8 lt/ημ	<b>1</b>
	Εργοστάσιο μηχανολογικών	1 απασχολούμενος	40 lt/ημ	<b>1</b>
	Εργοστάσιο χαλύβδινων κατασκευών	1 απασχολούμενος	40 – 200 lt/ημ	<b>1</b>
	Επεξεργασίας σιδήρου	1 απασχολούμενος	60 lt/ημ	<b>1 – 10</b>
	Χυτήρια	1 τόνος υλικού	3 – 8	<b>12 – 30</b>
	Εργοστάσιο ψυχρής ελάσεως	1 τόνος προϊόντων	8 – 50	<b>8 – 50</b>
	Εργοστάσιο εκμετάλλευσης μεταλλευμάτων σιδήρου	1 m <sup>3</sup> μεταλλευμάτων	16	<b>560</b>

# **ΣΤΕΡΕΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ**

# Στερεά Απόβλητα

- Περιλαμβάνουν:
  - Άχρηστα υλικά παρόμοιας σύστασης με τα αστικά απορρίμματα.
  - Στερεά βιομηχανικά απόβλητα (π.χ. ιλύες, υπολείμματα επεξεργασίας, υπολείμματα αγροτικών προϊόντων).
- Τα άχρηστα υλικά που έχουν παρόμοια σύσταση με τα αστικά απορρίμματα μπορούν να διαχειριστούν με παρόμοιες μεθόδους με τα αστικά απορρίμματα.
- Πολλά βιομηχανικά απόβλητα χαρακτηρίζονται επικίνδυνα – απαιτείται ειδική επεξεργασία.

Πηγή: Νταρακάς, 2006

# Ρυθμός παραγωγής βιομηχανικών στερεών αποβλήτων

Φορτία βιομηχανικών απορριμμάτων	(δεδομένα WHO, 1982)
τρόφιμα (κονσέρβες - κατεψυγμένα)	0.04 - 0.06 ton/ton προϊόντος
σφαγεία	0.035 <sup>**</sup>
ζυθοποιία	0.02 <sup>**</sup>
επεξεργασία μαλλιού	0.04 - 5.7 (λάσπη από επεξεργασία υγρών)
επεξεργασία βαμβακιού	0.01 - 2.3 (ομοίως)
βυρσοδεψία (με χρωμικά)	0.09 - 1.7 tn/1000 δέρματα
χαρτόμυλοι	0.05 ton/ton προϊόντος
χρώματα	0.08 <sup>**</sup>
φαρμακευτικά	0.8 <sup>**</sup>
αντιβιοτικά	0.6 - 80 (λάσπη από επεξεργασία υγρών)
χαλυβουργία	0.04 - 0.78
παραγωγή μολύβδου	0.09 - 0.47
παραγωγή ψευδάργυρου	0.02 - 1.1
επιμεταλλώσεις	0.04 - 0.25
παραγωγή χαλκού	0.02 - 3.0
τυπογραφεία-εκδοτήρια	0.08 - 0.1 <sup>**</sup>
διύλιση πετρελαίου	1.3 - 3.3 <sup>**</sup>
λιπαντικά	6.1 <sup>**</sup>
ελαστικό	0.01 - 0.3 ton/ton πρώτης ύλης
αυτοκίνητα	0.6 - 0.8 ton/όχημα
αλούμινα από βωξίτη	2 ton/ton προϊόντος
φωσφορικό οξύ	4.5 ton/ ton P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
ζιζανιοκτόνα	0.2 ton/ton προϊόντος

# Κατηγοριοποίηση βιομηχανιών I

- Επεξεργασία και μεταποίηση γάλακτος.
- Επεξεργασία και μεταποίηση για την παραγωγή προϊόντων διατροφής από ζωικές πρώτες ύλες.
- Επεξεργασία και μεταποίηση για την παραγωγή προϊόντων διατροφής από φυτικές πρώτες ύλες.
- Φινιριστήρια – βαφεία.
- Βυρσοδεψεία.
- Χαρτοποιία.
- Παραγωγή και μεταποίηση μετάλλων.

Πηγή: Νταρακάς, 2006

# Κατηγοριοποίηση βιομηχανιών II

- Λιπάσματα.
- Φαρμακευτικά προϊόντα.
- Φυτουγειονομικά προϊόντα και βιοκτόνα.
- Παραγωγή εκρηκτικών υλών.
- Παραγωγή οργανικών χημικών.
- Παραγωγή ανόργανων χημικών.

Πηγή: Νταρακάς, 2006



# Βιβλιογραφία

- Λυμπεράτος Γ., Γιαπιτζάκης Κ., Κομνίτσας Κ., (2004), «*Βιομηχανικά Υγρά Απόβλητα*», Τόμος Β του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Διαχείριση Υγρών Αποβλήτων, ΕΑΠ, Πάτρα.
- Νταρακάς Ε., (2006), «*Επεξεργασία Βιομηχανικών Αποβλήτων*», ΑΠΘ.
- Perry R.H. and Green D., (1984), “Perry’s Chemical Engineers’ Handbook”, McGraw-Hill, Singapore.



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



# Τέλος Ενότητας 11

