



ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΑΝΟΙΚΤΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

Διαχείριση Υγρών Αποβλήτων



Τόμος Β'

Βιομηχανικά Υγρά Απόβλητα

Γεράσιμος
Λυμπεράτος

Κωνσταντίνος
Γιαπιτζάκης

Κωνσταντίνος
Κορνίτσας



Βιομηχανικά Υγρά Απόβλητα

Σημείωση

Το ΕΑΠ είναι υπεύθυνο για την επιμέλεια έκδοσης και την ανάπτυξη των κειμένων σύμφωνα με τη Μεθοδολογία της εξ Αποστάσεως Εκπαίδευσης. Για την επιστημονική αρτιότητα και πληρότητα των συγγραμμάτων την αποκλειστική ευθύνη φέρουν οι συγγραφείς, κριτικοί αναγνώστες και ακαδημαϊκοί υπεύθυνοι που ανέλαβαν το έργο αυτό.



ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΑΝΟΙΚΤΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
Σχολή Θετικών Επιστημών και Τεχνολογίας

Πρόγραμμα Σπουδών
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

Θεματική Ενότητα
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

Τόμος Β'

Βιομηχανικά Υγρά Απόβλητα

ΓΕΡΑΣΙΜΟΣ ΛΥΜΠΕΡΑΤΟΣ
Καθηγητής Τμήματος Χημικών Μηχανικών
Πανεπιστημίου Πατρών

ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΓΙΑΠΙΤΖΑΚΗΣ
Professor of Environmental Engineering
The Cooper Union School of Engineering

ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΚΟΜΝΙΤΣΑΣ
Αναπληρωτής Καθηγητής Τμήματος Ορυκτών Πόρων
Πολυτεχνείου Κρήτης

ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΑΝΟΙΚΤΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
Σχολή Θετικών Επιστημών και Τεχνολογίας

Πρόγραμμα Σπουδών
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

Θεματική Ενότητα
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

Τόμος Β'
Βιομηχανικά Υγρά Απόβλητα

Συγγραφή

ΓΕΡΑΣΙΜΟΣ ΛΥΜΠΕΡΑΤΟΣ
Καθηγητής Τμήματος Χημικών Μηχανικών
Πανεπιστημίου Πατρών

ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΓΙΑΠΙΤΖΑΚΗΣ
Professor of Environmental Engineering
The Cooper Union School of Engineering

ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΚΟΜΝΙΤΣΑΣ
Αναπληρωτής Καθηγητής Τμήματος Ορυκτών Πόρων
Πολυτεχνείου Κρήτης

Κριτική Ανάγνωση
ΑΝΔΡΕΑΣ ΑΓΓΕΛΑΚΗΣ
Συνεργαζόμενος Ερευνητής ΕΘΙΑΓΕ & Τεχνικός Σύμβουλος FAO και ΕΔΕΥΑ

Ακαδημαϊκός Υπεύθυνος για την επιστημονική επιμέλεια του τόμου
ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΦΕΡΕΝΤΙΝΟΣ
Καθηγητής Τμήματος Γεωλογίας Πανεπιστημίου Πατρών

Επιμέλεια στη μέθοδο της εκπαίδευσης από απόσταση
ΧΡΗΣΤΟΣ ΚΟΡΔΟΥΛΗΣ

Γλωσσική Επιμέλεια
ΣΤΕΦΑΝΙΑ ΣΚΑΡΤΣΗ

Συντονισμός ανάπτυξης εκπαιδευτικού υλικού και γενική επιμέλεια των εκδόσεων
ΟΜΑΔΑ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΕΡΓΟΥ ΕΑΠ / 1997–2004

ISBN: 960–538–370–5

Κωδικός Έκδοσης: ΔΙΑ 60/2

Copyright 2004 για την Ελλάδα και όλο τον κόσμο

ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΑΝΟΙΚΤΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

Οδός Παπαφλέσσα & Υψηλάντη, 26222 Πάτρα – Τηλ.: 2610 314094, 314206 Φαξ: 2610 317244

Σύμφωνα με το Ν. 2121/1993, απαγορεύεται η συνολική ή αποσπασματική αναδημοσίευση του βιβλίου αυτού ή η αναπαραγωγή του με οποιοδήποτε μέσο χωρίς την άδεια του εκδότη.

Περιεχόμενα

Πρόλογος	11
Ορισμοί	17

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

Νομικό πλαίσιο και προβληματισμοί

<i>Σκοπός, Προσδοκώμενα αποτελέσματα, Έννοιες κλειδιά, Εισαγωγικές παρατηρήσεις</i>	19
1.1 Διεθνές συμβατικό δίκαιο	21
1.2 Κοινοτικό περιβαλλοντικό δίκαιο	24
1.3 Ελληνικό δίκαιο	26
1.4 Προβληματισμοί	28
<i>Σύνοψη</i>	30
<i>Βιβλιογραφία</i>	30

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Ποσοτικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά υγρών βιομηχανικών αποβλήτων

<i>Σκοπός, Προσδοκώμενα αποτελέσματα, Έννοιες κλειδιά, Εισαγωγικές παρατηρήσεις</i>	31
2.1 Προσδιορισμός της παροχής των αποβλήτων	33
2.1.1 Εκτίμηση της παροχής των υγρών βιομηχανικών αποβλήτων	33
2.1.2 Μέτρηση της παροχής των υγρών βιομηχανικών αποβλήτων	34
2.2 Ποιοτικά χαρακτηριστικά των υγρών βιομηχανικών αποβλήτων	36
2.2.1 Φυσικά χαρακτηριστικά (στερεά, οσμή, θερμοκρασία, χρώμα	36
2.2.2 Χημικά χαρακτηριστικά	38
2.2.3 Βιολογικά χαρακτηριστικά	41
2.2.1 Διακυμάνσεις στα ποιοτικά χαρακτηριστικά των αποβλήτων	41
<i>Σύνοψη</i>	43
<i>Βιβλιογραφία</i>	43

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

Δυνατότητα συνεπεξεργασίας βιομηχανικών αποβλήτων με αστικά λύματα με ή χωρίς προεπεξεργασία

<i>Σκοπός, Προσδοκώμενα αποτελέσματα, Έννοιες κλειδιά, Εισαγωγικές παρατηρήσεις</i>	45
3.1 Κοινωνικοοικονομικοί παράγοντες	47
3.2 Τεχνικοί / Επιστημονικοί παράγοντες	48
<i>Σύνοψη</i>	53
<i>Βιβλιογραφία</i>	53

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

Μείωση του όγκου ή και της ισχύος υγρών βιομηχανικών αποβλήτων με ή χωρίς ανάκτηση πρώτων υλών

<i>Σκοπός, Προσδοκώμενα αποτελέσματα, Έννοιες κλειδιά, Εισαγωγικές παρατηρήσεις</i>	55
4.1 Μείωση του όγκου των αποβλήτων	57
4.2 Μείωση της ισχύος των αποβλήτων	60
<i>Σύνοψη</i>	65
<i>Βιβλιογραφία</i>	66

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

Συνδυασμένη φυσικοχημική και βιολογική επεξεργασία μη βιοαποδομήσιμων υγρών αποβλήτων

<i>Σκοπός, Προσδοκώμενα αποτελέσματα, Έννοιες κλειδιά, Εισαγωγικές παρατηρήσεις</i>	67
5.1 Εναλλακτικοί συνδυασμοί φυσικοχημικών και βιολογικών διεργασιών	69
5.2 Κλασική φυσικοχημική επεξεργασία και προχωρημένες διεργασίες οξείδωσης	70
5.3 Οζονισμός	72
<i>Σύνοψη</i>	83
<i>Βιβλιογραφία</i>	84

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

Συνδιαχείριση υγρών βιομηχανικών αποβλήτων με ανάκτηση ενέργειας

<i>Σκοπός, Προσδοκώμενα αποτελέσματα, Έννοιες κλειδιά,</i>	
<i>Εισαγωγικές παρατηρήσεις</i>	89
6.1 Η σημασία της συνεπεξεργασίας των υγρών βιομηχανικών αποβλήτων	91
6.2 Παραγωγή βιοαερίου με αναερόβια χώνευση	93
<i>Σύνοψη</i>	106
<i>Βιβλιογραφία</i>	107

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

Φυσικές, χημικές και βιολογικές διεργασίες επεξεργασίας βιομηχανικών αποβλήτων

<i>Σκοπός, Προσδοκώμενα αποτελέσματα, Έννοιες κλειδιά,</i>	
<i>Εισαγωγικές παρατηρήσεις</i>	111
7.1 Εξισορρόπηση ροών ή και φορτίων	113
7.2 Αναλογική διάθεση αποβλήτων	115
7.3 Εξουδετέρωση pH	116
7.4 Απομάκρυνση αιωρούμενων στερεών	119
7.5 Απομάκρυνση κολλοειδών	123
7.6 Απομάκρυνση ανόργανων διαλυμένων στερεών	125
7.7 Απομάκρυνση οργανικών ουσιών	127
7.8 Απομάκρυνση θρεπτικών συστατικών	128
<i>Σύνοψη</i>	131
<i>Βιβλιογραφία</i>	131

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

Βιομηχανικές ύλες

<i>Σκοπός, Προσδοκώμενα αποτελέσματα, Έννοιες κλειδιά,</i>	
<i>Εισαγωγικές παρατηρήσεις</i>	133
8.1 Ποσοτικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά βιομηχανικών υλών	134

8.2	Μέθοδοι επεξεργασίας βιομηχανικών υλών	135
8.2.1	Αερόβια χώνευση	136
8.2.2	Αναερόβια χώνευση	136
8.2.3	Διήθηση κενού	137
8.2.4	Έκπλυση στερεών σωματιδίων	137
8.2.5	Αποξήρανση υλός σε στρώμα άμμου	137
8.2.6	Παραγωγή εδαφοβελτιωτικών	138
8.2.7	Φυγοκέντρωση	138
8.3	Μέθοδοι διάθεσης / Χρήσης βιομηχανικών υλών	139
8.3.1	Δεξαμενές υλός	139
8.3.2	Υγρή καύση	140
8.3.3	Αποξήρανση και καύση	141
8.3.4	Διάθεση στη θάλασσα	141
8.3.5	Υγεινολογική ή ασφαλής ταφή	141
8.3.6	Διάθεση στο έδαφος	142
	<i>Σύνοψη</i>	144
	<i>Βιβλιογραφία</i>	145

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9

Διάθεση υγρών βιομηχανικών αποβλήτων

	<i>Σκοπός, Προσδοκώμενα αποτελέσματα, Έννοιες κλειδιά, Εισαγωγικές παρατηρήσεις</i>	147
9.1	Διάθεση υγρών αποβλήτων σε φρεάτια ή γεωτρήσεις	148
9.2	Διάθεση αποβλήτων στο έδαφος	150
9.3	Απορρύπανση εδαφών ρυπασμένων με υγρά βιομηχανικά απόβλητα	154
	<i>Σύνοψη</i>	155
	<i>Βιβλιογραφία</i>	156

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10

Επεξεργασία υγρών βιομηχανικών αποβλήτων από επιλεγένες βιομηχανίες

<i>Σκοπός, Προσδοκώμενα αποτελέσματα, Έννοιες κλειδιά,</i>	
<i>Εισαγωγικές παρατηρήσεις</i>	157
10.1 Βιομηχανία πετρελαίου	159
10.2 Μεταλλοβιομηχανία	161
10.3 Βιομηχανίες επιμετάλλωσης	163
10.4 Κλωστοϋφαντουργία	163
10.5 Βιομηχανία χάρτου και χαρτομάζας	164
10.6 Φαρμακευτική βιομηχανία	168
10.7 Βιομηχανία ξύλου και επίπλων	170
10.8 Χημική βιομηχανία	172
10.9 Βιομηχανία ηλεκτρονικών	173
<i>Σύνοψη</i>	174
<i>Βιβλιογραφία</i>	175

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11

Υγρά απόβλητα μεταλλευτικής – μεταλλουργικής βιομηχανίας

<i>Σκοπός, Προσδοκώμενα αποτελέσματα, Έννοιες κλειδιά,</i>	
<i>Εισαγωγικές παρατηρήσεις</i>	177
11.1 Τύποι υγρών αποβλήτων	180
11.2 Όξινη απορροή μεταλλείων	182
11.2.1 Εισαγωγή	182
11.2.2 Οξύτητα και αλκαλικότητα	185
11.2.3 Δημιουργία της ΟΑΜ	186
11.2.4 Αντιδράσεις οξείδωσης – Δημιουργίας οξύτητας	187
11.2.5 Αντιδράσεις εξουδετέρωσης	190
11.2.6 Ο ρόλος των βακτηρίων	191
11.2.7 Στάδια δημιουργίας και μετανάστευση της ΟΑΜ	192
11.2.8 Πρόβλεψη της πιθανότητας δημιουργίας ΟΑΜ	194

11.3	Μέθοδοι ελέγχου της όξινης απορροής	197
11.3.1	Προληπτικές μέθοδοι	197
11.3.2	Μέθοδοι περιορισμού	201
11.3.3	Διορθωτικές μέθοδοι επέμβασης	203
11.4	Περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά παραγόμενης ιλύος	212
11.5	Τεχνητοί υγρότοποι (Constructed wetlands)	213
11.5.1	Μηχανισμοί απομάκρυνσης ρυπαντών	216
11.5.2	Σχεδιασμός τεχνητών υγροτόπων	218
11.5.3	Επιλογή, μέγεθος και απόδοση τεχνητών υγροτόπων	222
11.5.4	Μελέτη περίπτωση. Επεξεργασία όξινης απορροής του μεταλλείου Wheal Jane	225
	<i>Σύνοψη</i>	231
	<i>Βιβλιογραφία</i>	232

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 12

Πρόληψη της ρύπανσης στη βιομηχανία

	<i>Σκοπός, Προσδοκώμενα αποτελέσματα, Έννοιες κλειδιά, Εισαγωγικές παρατηρήσεις</i>	237
12.1	Η νέα φιλοσοφία της προστασίας του περιβάλλοντος	239
12.1.1	Ιστορική αναδρομή	239
12.1.2	Νέα προσέγγιση στην προστασία του περιβάλλοντος	240
12.1.3	Νέα βιομηχανική αναπτυξιακή φιλοσοφία	241
12.2	Ανασκόπηση των τεχνικών που οδηγούν σε πρόληψη ρύπανσης	243
12.3	Ανάπτυξη και εφαρμογή προγραμμάτων πρόληψης της ρύπανσης	246
12.3.1	Στοιχεία επιτυχημένων προγραμμάτων ΕΡ	247
12.4	Οφέλη των προγραμμάτων πρόληψης της ρύπανσης	251
12.5	Οικονομικά στοιχεία των προγραμμάτων	254
12.6	Σχεδιασμός κύκλου ζωής	256
12.7	Εμπόδια στην εφαρμογή προγραμμάτων πρόληψης της ρύπανσης	259
12.8	Πρόληψη ρύπανσης σε διάφορες βιομηχανικές δραστηριότητες	264
12.9	Επίλογος	267

<i>Σύνοψη</i>	268
<i>Πηγές Πληροφοριών για Πρόληψη της Ρύπανσης</i>	269
<i>Απαντήσεις Ασκήσεων Αυτοαξιολόγησης</i>	273
<i>Απαντήσεις Δραστηριοτήτων</i>	289