

Μηχανική υγρών αποβλήτων

Επεξεργασία και επαναχρησιμοποίηση

Τόμος Β΄

4^η έκδοση

Metcalf & Eddy, Inc

Αναθεωρημένο από:

George Tchobanoglous

*Professor Emeritus of Civil and Environmental Engineering
University of California, Davis*

Franklin L. Burton

*Consulting Engineer
Los Altos, California*

H. David Stensel

*Professor of Civil and Environmental Engineering
University of Washington, Seattle*

Μεταφραστές:

Αθανάσιος Κούγκολος

*Αναπληρωτής Καθηγητής
Παν. Θεσσαλίας*

Πέτρος Σαμαράς

*Αναπληρωτής Καθηγητής
ΤΕΙ Δυτ. Μακεδονίας*

ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΤΖΙΟΛΑ

Περιεχόμενα

Σχετικά με τους συγγραφείς	iii
Πρόλογος της Ελληνικής έκδοσης	xii
Πρόλογος των συγγραφέων	xiv
Ευχαριστίες των συγγραφέων	xviii
Πρόλογος της Metcalf & Eddy	xxi

Περιεχόμενα Τόμου Α'

Κεφάλαιο 1

Τεχνολογίες επεξεργασίας υγρών αποβλήτων: Περίληψη

1.1 Ορολογία	2
1.2 Η επίδραση της νομοθεσίας στην τεχνολογία επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων	3
1.3 Υγεία και περιβαλλοντικές απόψεις στη διαχείριση υγρών αποβλήτων	8
1.4 Χαρακτηριστικά των υγρών αποβλήτων	11
1.5 Επεξεργασία υγρών αποβλήτων	13
1.6 Ανάκτηση και επαναχρησιμοποίηση των υγρών αποβλήτων	27
1.7 Διαχείριση βιοστερεών και υπολειμματικών υλικών	29

Κεφάλαιο 2

Συστατικά των υγρών αποβλήτων

2.1 Συστατικά των υγρών αποβλήτων	35
2.2 Δειγματοληψίες και αναλυτικές διαδικασίες	36
2.3 Φυσικά χαρακτηριστικά	52
2.4 Ανόργανα αμέταλλα συστατικά	72
2.5 Μεταλλικά συστατικά	97
2.6 Συσσωματωμένα οργανικά συστατικά	101
2.7 Μεμονωμένα οργανικά συστατικά	125
2.8 Βιολογικά Χαρακτηριστικά	131
2.9 Πειράματα προσδιορισμού τοξικότητας	162

Κεφάλαιο 3**Ανάλυση και επιλογή των παροχών υγρών αποβλήτων και των φορτίων των βυστατικών**

3.1 Συστατικά της ροής των υγρών αποβλήτων	187
3.2 Πηγές και παροχές υγρών αποβλήτων	188
3.3 Στατιστική ανάλυση των παροχών, των συγκεντρώσεων, των συστατικών και των φορτίων μάζας	207
3.4 Ανάλυση των δεδομένων παροχής των υγρών αποβλήτων	215
3.5 Ανάλυση δεδομένων συστατικών φορτίων μάζας	218
3.6 Επιλογή των παροχών σχεδιασμού και των φορτίων μάζας	237

Κεφάλαιο 4**Εισαγωγή στην ανάλυση και επιλογή διεργασιών**

4.1 Αντιδραστήρες που χρησιμοποιούνται στην επεξεργασία υγρών αποβλήτων...	259
4.2 Ανάλυση ισοζυγίων μάζας	265
4.3 Προσομοίωση της ιδανικής ροής σε αντιδραστήρες	270
4.4 Ανάλυση της μη-ιδανικής ροής σε αντιδραστήρες με χρήση ιχνηθετών	274
4.5 Προσομοίωση της μη-ιδανικής ροής σε αντιδραστήρες.....	292
4.6 Αντιδράσεις, ταχύτητες αντιδράσεων και συντελεστές ταχύτητας αντίδρασης	307
4.7 Προσομοίωση της κινητικής των διεργασιών επεξεργασίας	321
4.8 Διεργασίες που περιλαμβάνουν μεταφορά μάζας.....	339
4.9 Εισαγωγή στην επιλογή διεργασιών	357

Κεφάλαιο 5**Φυσικές διεργασίες**

5.1 Εσχάρωση	379
5.2 Μείωση μεγέθους των χονδρών στερεών	400
5.3 Εξισορρόπηση ροής	404
5.4 Ανάμιξη και συσσωμάτωση	419
5.5 Θεωρία διαχωρισμού με βαρύτητα	441
5.6 Απομάκρυνση άμμου	470
5.7 Πρωτοβάθμια καθίζηση	484
5.8 Καθίζηση υψηλού ρυθμού	503
5.9 Διαχωριστές στροβίλου και διαχωριστές δίνης μεγάλης κλίμακας για απόβλητα από παντοροϊκά συστήματα και για όμβρια ύδατα	511
5.10 Επίπλευση	513
5.11 Μεταφορά οζυγόνου	520
5.12 Συστήματα αερισμού	527
5.13 Απομάκρυνση πτητικών οργανικών ενώσεων (Volatile Organic Compounds, VOC) με αερισμό	560

Κεφάλαιο 6**Χημικές διεργασίες**

6.1 Ο ρόλος των χημικών διεργασιών στην επεξεργασία των υγρών αποβλήτων ..	587
6.2 Βασικές αρχές της χημικής κροκίδωσης	590
6.3 Χημική καθίζηση για τη βελτίωση της απόδοσης μονάδων επεξεργασίας	610
6.4 Απομάκρυνση φωσφόρου με χημική κατακρήμνιση	620
6.5 Απομάκρυνση βαρέων μετάλλων και διαλυμένων ανόργανων ουσιών με χημική κατακρήμνιση	637
6.6 Χημική οξείδωση	640
6.7 Χημική εξουδετέρωση, έλεγχος δημιουργίας επικαθίσεων και σταθεροποίηση	652
6.8 Αποθήκευση χημικών, τροφοδοσία, σωληνώσεις και συστήματα ελέγχου	660

Κεφάλαιο 7**Βασικές αρχές της βιολογικής επεξεργασίας**

7.1 Επισκόπηση της βιολογικής επεξεργασίας υγρών αποβλήτων	676
7.2 Σύνθεση και ταξινόμηση των μικροοργανισμών	684
7.3 Εισαγωγή στο μικροβιακό μεταβολισμό	695
7.4 Βακτηριακή αύξηση και ενεργητική	698
7.5 Κινητική μικροβιακής αύξησης	718
7.6 Προσομοίωση των διεργασιών επεξεργασίας αιωρούμενης βιομάζας	730
7.7 Απομάκρυνση υποστρώματος σε διεργασίες προσκολλημένης βιομάζας	749
7.8 Αερόβια βιολογική οξείδωση	756
7.9 Βιολογική νιτροποίηση	761
7.10 Βιολογική απονιτροποίηση	768
7.11 Βιολογική απομάκρυνση φωσφόρου	779
7.12 Αναερόβια ζύμωση και οξείδωση	787
7.13 Βιολογική απομάκρυνση τοξικών και δύσκολα διασπάσιμων οργανικών ενώσεων	795
7.14 Βιολογική απομάκρυνση βαρέων μετάλλων	806

Κεφάλαιο 8**Βιολογικές διεργασίες επεξεργασίας αιωρούμενης βιομάζας**

8.1 Εισαγωγή στις διεργασίες της ενεργού ίλως	825
8.2 Χαρακτηρισμός των υγρών αποβλήτων	8845
8.3 Θεμελιώδεις αρχές της διεργασίας ανάλυσης και ελέγχου	846
8.4 Διεργασίες για την απομάκρυνση του BOD και τη νιτροποίηση	882
8.5 Διεργασίες για τη βιολογική απομάκρυνση του αζώτου	935
8.6 Διεργασίες για τη βιολογική απομάκρυνση του φωσφόρου	993
8.7 Επιλογή και σχεδιασμός των εγκαταστάσεων για τις διεργασίες ενεργού ιλύος	1015
8.8 Αεριζόμενες λίμνες αιωρούμενης βιομάζας	1046

8.9 Βιολογική επεξεργασία με διαχωρισμό μεμβρανών	1064
8.10 Μοντέλα προσομοίωσης σχεδιασμού	1071

Περιεχόμενα Τόμου Β'

Κεφάλαιο 9

Διεργασίες προσκολλημένης βιομάζας και συνδυασμένης βιολογικής επεξεργασίας

9.1 Ιστορικό	1103
9.2 Βιολογικά Φίλτρα	1107
9.3 Περιστρεφόμενοι βιολογικοί δίσκοι	1160
9.4 Συνδυασμένες διεργασίες αερόβιας επεξεργασίας	1173
9.5 Ενεργός ιλύς με υλικό πλήρωσης σταθερής στιβάδας	1188
9.6 Εμβλαπτιζόμενες διεργασίες προσκολλημένης βιομάζας	1194
9.7 Διεργασίες απονιτροποίησης προσκολλημένης βιομάζας	1201

Κεφάλαιο 10

Αναερόβιες διεργασίες επεξεργασίας αιωρούμενης και προσκολλημένης βιομάζας

10.1 Σκοπιμότητα της αναερόβιας επεξεργασίας	1227
10.2 Γενικοί παράγοντες σχεδιασμού για τις διεργασίες αναερόβιας επεξεργασίας 1231	
10.3 Διεργασίες αναερόβιας αιωρούμενης βιομάζας	1244
10.4 Αναερόβιες διεργασίες στρώματος ιλύος	1255
10.5 Αναερόβιες διεργασίες προσκολλημένης βιομάζας	1271
10.6 Άλλες αναερόβιες διεργασίες επεξεργασίας	1279

Κεφάλαιο 11

Προχωρημένη επεξεργασία υγρών αποβλήτων

11.1 Ανάγκη για προχωρημένη επεξεργασία των υγρών αποβλήτων	1296
11.2 Τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται για την προχωρημένη επεξεργασία	1297
11.3 Εισαγωγή στη διήθηση χώρου	1304
11.4 Επιλογή και στοιχεία σχεδιασμού για φίλτρα διήθησης χώρου	1334
11.5 Διήθηση επιφανείας	1371
11.6 Διεργασία διήθησης με μεμβάνες	1377
11.7 Προσρόφηση	1420

11.8 Απογύμνωση αερίου	1451
11.9 Ανταλλαγή ιόντων	1475
11.10 Διεργασίες προχωρημένης οξείδωσης	1494
11.11 Απόσταξη	1501

Κεφάλαιο 12

Διεργασίες απολύμανσης

12.1 Νομοθετικές διατάξεις για την απολύμανση αποβλήτων	1521
12.2 Θεωρία της απολύμανσης	1522
12.3 Απολύμανση με χλώριο	1536
12.4 Απολύμανση με διοξείδιο του χλωρίου	1572
12.5 Αποχλωρίωση	1576
12.6 Σχεδιασμός διατάξεων χλωρίωσης και αποχλωρίωσης	1581
12.7 Απολύμανση με όζον	1608
12.8 Άλλες χημικές μέθοδοι απολύμανσης	1619
12.9 Απολύμανση με υπεριώδη ακτινοβολία UV	1622
12.10 Σύγκριση των εναλλακτικών τεχνολογιών απολύμανσης	1662

Κεφάλαιο 13

Επαναχρησιμοποίηση νερού

13.1 Ανάκτηση και επαναχρησιμοποίηση υγρών αποβλήτων: Εισαγωγή	1680
13.2 Δημόσια υγεία και περιβαλλοντικά θέματα επαναχρησιμοποίησης του νερού 1690	
13.3 Εισαγωγή στην εκτίμηση επικινδυνότητας	1705
13.4 Τεχνολογίες ανάκτησης νερού	1719
13.5 Αποθήκευση του ανακτημένου νερού	1736
13.6 Άρδευση γεωργικών εκτάσεων και χώρων πρασίνου	1749
13.7 Βιομηχανική επαναχρησιμοποίηση νερού	1762
13.8 Εμπολουτισμός υπόγειου υδροφορέα με ανακτημένο νερό	1775
13.9 Σχεδιασμένη έμμεση και άμεση επαναχρησιμοποίηση για πόσιμο νερό	1785
13.10 Επίλογος στα θέματα επαναχρησιμοποίησης νερού	1795

Κεφάλαιο 14

Επεξεργασία, επαναχρησιμοποίηση και διάθεση των στερεών και βιοστερεών

14.1 Προέλευση στερεών, χαρακτηριστικά και ποσότητες	1809
14.2 Κανονισμοί για την επαναχρησιμοποίηση και διάθεση των στερεών στις ΗΠΑ .	1820
14.3 Διαγράμματα ροής επεξεργασίας στερεών	1826

14.4 Αντληση ιλύος και επιπλεόντων	1832
14.5 Προκαταρκτικές διεργασίες	1847
14.6 Πάχυνση	1854
14.7 Εισαγωγή στη σταθεροποίηση	1869
14.8 Αλκαλική σταθεροποίηση	1871
14.9 Αναερόβια χώνευση	1877
14.10 Αερόβια χώνευση	1914
14.11 Κομποστοποίηση	1932
14.12 Βελτίωση της ιλύος	1943
14.13 Αφυδάτωση	1949
14.14 Ξήρανση με θερμότητα	1975
14.15 Αποτέφρωση.....	1985
14.16 Ισοζύγιο μάζας στερεών	1993
14.17 Διάθεση των βιοστερεών στο έδαφος.....	2012
14.18 Μεταφορά και αποθήκευση των βιοστερεών	2028

Κεφάλαιο 15

Ζητήματα που αφορούν την απόδοση της μονάδας επεξεργασίας

15.1 Ανάγκη αναβάθμισης της απόδοσης των εγκαταστάσεων επεξεργασίας	2043
15.2 Αξιοπιστία των μεθόδων επεξεργασίας και επιλογή των σχεδιαστικών αξιών 2046	
15.3 Διαχείριση Οσμών	2061
15.4 Εισαγωγή στον αυτόματο έλεγχο της διεργασίας	2095
15.5 Ενεργειακή αποδοτικότητα στην επεξεργασία υγρών αποβλήτων	2131
15.6 Αναβάθμιση των μονάδων επεξεργασίας υγρών αποβλήτων	2136
15.7 Σημαντικοί στοχασμοί για το σχεδιασμό των νέων μονάδων επεξεργασίας υγρών αποβλήτων	2152

Παράρτημα Α

Συντελεστές μετατροπής	Π-1
------------------------------	-----

Παράρτημα Β

B1 Πυκνότητα του αέρα σε άλλες θερμοκρασίες	Π-10
B2 Μεταβολές της ατμοσφαιρικής πίεσης με το υψόμετρο	Π-10

Παράρτημα Γ

Φυσικές ιδιότητες του νερού	Π-13
-----------------------------------	------

Παράρτημα Δ

Διαλυτότητα του διαλυμένου οξυγόνου στο νερό ως προς την αλατότητα και τη βαρομετρική πίεση Π-17

Παράρτημα Ε

Πίνακες MPN και η χρήση τους Π-21

Παράρτημα Ζ

Ισορροπία των ανθρακικών Π-25

Παράρτημα Η

Διαγράμματα Moody για την ανάλυση ροής σε αγωγούς Π-29

Παράρτημα Θ

Ακρωνύμια Π-31

Παράρτημα Ι

Γλωσσάρι..... Π-41

Παράρτημα Κ

Οδηγός ταχείας εύρεσης Π-47

Ευρετήριο

Ελληνικών όρων..... Ε-1

Αγγλικών όρων Ε-5