

Εισαγωγή στην περιβαλλοντική μηχανική

Αθανάσιος Γ. Κούγκολος
*Αναπληρωτής Καθηγητής,
Τμήμα Μηχανικών Χωροταξίας,
Πολεοδομίας & Περιφερειακής Ανάπτυξης,
Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας*

ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΤΖΙΟΛΑ

Περιεχόμενα

Μέρος πρώτο

Αέριοι ρύποι και καθαρισμός αερολυμάτων

Κεφάλαιο 1

Η ατμόσφαιρα

1. Δομή και χημική σύσταση της ατμόσφαιρας	3
1.1 Άσκηση	5
2. Χημικές- φωτοχημικές αντιδράσεις στην ατμόσφαιρα	6
3. Θερμοκρασιακή αναστροφή και προβλήματα αέριας ρύπανσης	7

Κεφάλαιο 2

Ρύπανση της ατμόσφαιρας

1. Παράμετροι ρύπανσης	11
1.2 Βασικές έννοιες	12
1.3 Διαστάσεις της ατμοσφαιρικής ρύπανσης	13
2. Οξειδία του αζώτου	14
3. Οξειδία του θείου, SO _x	15
3.1 Όξινη βροχή	17
3.2 Άσκηση	18
4. Μονοξειδίο του άνθρακα	18
5.1 Το φαινόμενο του θερμοκηπίου	20
5.2 Αντιμετώπιση του φαινομένου του θερμοκηπίου	23
6. Η τρύπα του όζοντος	24
7. Υδρογονάνθρακες	26
7.1 Γενικά	26
7.2 Πολυκυκλικοί Αρωματικοί Υδρογονάνθρακες	27
7.3 Οι ΠΑΥ στην ατμόσφαιρα	28
8. Μόλυβδος	29
9. Αμίαντος	30
10. Αιωρούμενα σωματίδια	32
11.1 Διοξίνες και Φουράνια	33
11.2 Γενικά	33
11.3 Χημική σύσταση-προέλευση- επίδραση στην υγεία	36
11.4 Μηχανισμοί σχηματισμού	38
11.5 Δειγματοληψία-ανάλυση	39
11.6 Απομάκρυνση των διοξινών και φουρανίων	40
12. Αυτοκίνητα και περιβάλλον	41

13. Καπνομίχλη	42
13.1 Καπνομίχλη τύπου Λονδίνου (Smog του Λονδίνου)	42
13.2 Φωτοχημική ομίχλη (Smog του Λος-Άντζελες)	43
13.3 Μεταφορές, μετακινήσεις και περιβάλλον	44
14. Πρότυπα ποιότητας αέρα για τους κυριότερους ατμοσφαιρικούς ρύπους	47

Κεφάλαιο 3

Μέθοδοι καθαρισμού αερολυμάτων

1. Εισαγωγή	49
2. Περιορισμός της ρύπανσης από αέρια	49
2.1 Συμπύκνωση	49
2.2 Απορρόφηση	50
2.3 Προσρόφηση	50
2.4 Καύση - θερμική οξειδωση	51
2.5 Χημική κατεργασία αερολυμάτων	51
3. Περιορισμός της ρύπανσης από αιωρούμενα σωματίδια	52
3.1 Θάλαμοι βαρύτητας	52
3.2 Αεροκυκλώνες	52
3.3 Σακκόφιλτρα	54
3.4 Πύργοι έκπλυσης-ψεκασμού	54
3.5 Ηλεκτρόφιλτρα	55
3.6 Άσκηση	55
3.7 Άσκηση	56

Μέρος δεύτερο

Ποιότητα νερών

Κεφάλαιο 4

Νερό

1. Το πρόβλημα της διαχείρισης των υδάτινων πόρων	61
2. Πηγές νερού και ύδρευση οικισμών και πόλεων	62
3. Ποιότητα του πόσιμου νερού	65
4. Επεξεργασία του νερού	66
4.1 Μέθοδοι απολύμανσης	67
4.2 Συγκριτική αξιολόγηση των μεθόδων απολύμανσης νερού	69
4.3 Άλλες διεργασίες που χρησιμοποιούνται στην επεξεργασία νερού	69
5. Αναλυτική εξέταση νερών, απόνερων και λάσπης	70
5.1 Γενικά	70
5.2 Προσδιορισμός μετάλλων	71
5.3 Προσδιορισμός ανοργάνων αμετάλλων συστατικών	75
5.4. Προσδιορισμός οργανικών συστατικών	77
6. Ευτροφισμός	79
6.1 Άσκηση	81
7. Απορρυπαντικά	82
8. Ρύπανση νερών	82
8.1 Ποιοτική προστασία του νερού	84

8.2 Υδατογενή λύματα (απόνερα)	85
8.2.1 Ταξινόμηση των υδατογενών λυμάτων	85
8.2.2 Απόβλητα με φυσική δράση.....	85
8.2.3 Απόβλητα με χημική δράση.....	86
8.2.4 Απόβλητα με βιολογική δράση.....	86
9. Η κοινοτική οδηγία 2000/60 και η Ελληνική εναρμόνιση.....	87
9.1 Εισαγωγή	87
9.2 Σύντομο ιστορικό της πολιτικής της Ευρωπαϊκής Ένωσης για το νερό	87
9.3 Παρουσίαση της Οδηγίας	87
9.4 Η ελληνική εναρμόνιση.....	89

Κεφάλαιο 5

Υδατική τοξικολογία - Προσδιορισμός τοξικότητας

1. Γενικά	91
1.1 Η έννοια της τοξικότητας.....	91
1.2 Αναγκαιότητα οικοτοξικολογικών αναλύσεων.....	93
2. Πειράματα προσδιορισμού τοξικότητας	94
2.1 Πείραμα ακινητοποίησης της Daphnia	97
2.2 Δοκιμές Toxkits	98
2.3 Πείραμα Daphtoxkit	100
3.1 Συνδυασμένη τοξικότητα	100
3.1.1 Άσκηση	102
3.1.2 Άσκηση	103
4. Πειράματα μεταλλάξεων	103
5.1 Περιπτώσεις όπου μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι αναλύσεις προσδιορισμού τοξικότητας	104
5.2 Χρήση των αναλύσεων προσδιορισμού τοξικότητας για τον έλεγχο ποιότητας εκροών	105
5.3 Βασικές αρχές στα πειράματα προσδιορισμού τοξικότητας	106
5.4 Βιολογικές δοκιμασίες σε εκροές αποβλήτων	107
5.5 Νομοθετικό πλαίσιο για τις οικοτοξικολογικές αναλύσεις.....	108
5.6 Οικοτοξικολογικές αναλύσεις των υερών του Παγασητικού.....	109
6. Ασθένειες που οφείλονται σε τοξικές ουσίες	110
7.1 Τοξικότητα του υδραργύρου	110
7.2 Τοξικότητα άλλων ανόργανων συστατικών	110
8.1 Τοξικές οργανικές ενώσεις	111
8.2 Χλωριωμένοι αλειφατικοί υδρογονάνθρακες	112
8.3 Πολυχλωριωμένα διφαινύλια.....	112
8.4 Παρασιτοκτόνα	113
8.5 Οργανοχλωριωμένες ενώσεις	113
8.6 Άλλα παρασιτοκτόνα	115

Κεφάλαιο 6

Γενικά χαρακτηριστικά υγρών αποβλήτων

1. Τύποι αποχετευτικών συστημάτων	117
1.2 Μειονεκτήματα και πλεονεκτήματα παντοροϊκού και χωριστικού συστήματος ..	117
2. Χαρακτηριστικά των αποβλήτων.....	119

2.1 Φυσικά χαρακτηριστικά	119
2.2 Χημικά χαρακτηριστικά	121
2.2.1 Οργανικά συστατικά	121
2.2.3 Παράμετροι που χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση οργανικού φορτίου	122
2.2.4 Ανόργανα συστατικά αποβλήτων	124
2.2.5 Αέρια στα απόβλητα	126
2.3. Βιολογικά χαρακτηριστικά αποβλήτων	126
2.3.1 Κατηγορίες και είδη μικροοργανισμών	127
2.3.2 Δραστηριότητες των μικροοργανισμών	128
2.3.3 Παθογόνοι μικροοργανισμοί	128
3. Ισοδύναμο πληθυσμού	129
3.1 Άσκηση	130
4. Χημικές αντιδράσεις και αντιδραστήρες στην επεξεργασία αποβλήτων	130
4.1 Επίδραση της θερμοκρασίας στη μέτρηση του οργανικού φορτίου	131
4.2 Σχέση του BOD5 με το BODL	132
4.3 Άσκηση	133
5. Ισοζύγια μάζας	134
5.1 Ισοζύγιο μάζας συντηρητικού ρύπου	134
6. Καμπύλη υποχώρησης οξυγόνου σε υδάτινα ρεύματα	136
6.1 Άσκηση	137
6.2 Άσκηση	138
7. Ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά των αστικών λυμάτων	141
7.1. Παροχή αποβλήτων	141
7.2. Σύσταση των αποβλήτων	142
7.3 Διαδικασία σχεδιασμού εγκαταστάσεων επεξεργασίας αποβλήτων	143
7.4 Χαρακτηριστικά συστημάτων επεξεργασίας αποβλήτων-επιλογή μεθόδων	144

Κεφάλαιο 7

Μονάδες επεξεργασίας υγρών αποβλήτων

1. Στάδια επεξεργασίας αποβλήτων	147
2. Προκαταρκτική επεξεργασία	148
2.1 Εσχάρωση	149
2.1.1 Εφαρμογές σχάρων	149
2.1.2 Χοντρές σχάρες	150
2.1.3 Σχάρες χειροκίνητου καθαρισμού	150
2.1.4 Σχάρες μηχανοκίνητου καθαρισμού	150
2.1.5 Επεξεργασία και διάθεση των συγκρατούμενων στερεών από σχάρες	151
2.1.6 Λεπτές σχάρες	152
2.1.7 Μικροσχάρες	152
2.2 Πολτοποιητής	153
2.3 Εξάμμωση	153
2.3.1 Απομάκρυνση άμμου	155
2.3.2 Επιλογή εξαμμοστή	156
2.4 Λιποσυλλογή	156
3. Πρωτοβάθμια (πρωτογενής) επεξεργασία	157
3.1 Πρωτοβάθμια καθίζηση	158
3.2 Αρχή λειτουργίας	158

3.3 Στοιχεία σχεδιασμού δεξαμενών πρωτοβάθμιας καθίζησης	159
3.4 Χημική επεξεργασία και καθίζηση - Χημική κροκίδωση	161
4. Δευτεροβάθμια επεξεργασία	161
4.1 Συστήματα ενεργού ιλύος	162
4.1.1 Παραλλαγές συστημάτων ενεργού ιλύος	166
4.1.2 Άσκηση	167
4.1.3 Άσκηση	168
4.2 Αεριζόμενες Λίμνες – Λίμνες σταθεροποίησης	168
4.2.1 Αερόβιες δεξαμενές σταθεροποίησης	169
4.2.2 Επαμφοτερίζουσες (αερόβιες-αναερόβιες) δεξαμενές σταθεροποίησης	170
4.2.3 Αναερόβιες δεξαμενές σταθεροποίησης	171
4.2.4 Αεριζόμενες δεξαμενές	171
4.2.5 Καθολικά αερόβιες δεξαμενές	171
4.2.6 Αερόβιες-αναερόβιες δεξαμενές (μικτές)	173
4.2.7 Δεξαμενές τύπου παρατεταμένου αερισμού	173
4.2.8 Εφαρμογές δεξαμενών σταθεροποίησης	173
4.3 Βιολογικά φίλτρα ή χαλικοδιυλιστήρια	174
4.4 Βιολογικοί δίσκοι	175
4.5 Αποκεντρωμένα συστήματα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων	175
4.6 Άσκηση	178
5. Τριτοβάθμια επεξεργασία	178
6. Απολύμανση	179
6.1 Απολύμανση με χλωρίωση	179
6.2 Απολύμανση με όζον	180
6.3 Απολύμανση με ακτινοβολία UV	181
6.4 Απολύμανση με διοξείδιο του χλωρίου	181
6.5 Επιλογή μεθόδου απολύμανσης	182
7. Επεξεργασία ιλύος	184
7.1 Πάχυνση	184
7.1.1 Πάχυνση βαρύτητας	185
7.1.2 Πάχυνση με επίπλευση	185
7.1.3 Πάχυνση με μηχανικά μέσα	185
7.2 Αφυδάτωση λάσπης	186
7.3 Χώνευση λάσπης	186
7.4 Διάθεση ιλύος από επεξεργασία λυμάτων	187
8. Βόθροι απορροφητικοί και σηπτικοί	189
9. Φυσικά συστήματα επεξεργασίας	190
9.1 Χωροθέτηση τεχνητού υδροβιότοπου	191
10. Ανάκτηση και επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων λυμάτων	192
10.1 Επαναχρησιμοποίηση λυμάτων για άρδευση καλλιεργειών	194
11. Απόβλητα ελαιοτριβείων	195
11.1 Μέθοδοι επεξεργασίας αποβλήτων ελαιοτριβείων	197
12. Χωροθέτηση μονάδων επεξεργασίας υγρών αποβλήτων	201
13. Μελέτη τοξικότητας βιομηχανικών και αστικών αποβλήτων	204
14. Νόμοι που προστατεύουν υγροτόπους	205
15. Νομοθετικό πλαίσιο για τη διαχείριση και επεξεργασία των υγρών αποβλήτων	207
15.1 Προσδιορισμός ευαίσθητων και λιγότερο ευαίσθητων περιοχών	208

16. Αποχετευτικό δίκτυο	210
17. Διαδικασίες ωρίμανσης έργων ή μονάδων επεξεργασίας αστικών λυμάτων	211
18. Διάθεση λυμάτων και υγρών βιομηχανικών αποβλήτων σε φυσικούς αποδέκτες	211

Μέρος τρίτο

Στερεά απόβλητα

Κεφάλαιο 8

Εισαγωγή στη διαχείριση στερεών αποβλήτων

1. Το πρόβλημα γενικά.....	217
2. Το πρόβλημα στην Ελλάδα	217
3. Απορρίμματα	219
4. Διαχείριση απορριμμάτων	220
5. Απόρριψη - Κατόρυξη - υγειονομική ταφή.....	220
6. Βιομηχανικές μέθοδοι.....	221
7. Εκλεκτική συλλογή	222
8. Αειφορική διαχείριση απορριμμάτων	222
9. Τύποι απορριμμάτων	224
10. Προέλευση απορριμμάτων	226
11. Πυκνότητα	227
12. Υγρασία	228
13. Θερμογόνος δύναμη.....	228
14. Ποσότητα απορριμμάτων	229
15. Σύνθεση απορριμμάτων	230
16. Άσκηση	230
17. Διαχείριση στερεών αποβλήτων σε ελληνικές περιοχές	231
17.1 Διαχείριση στερεών αποβλήτων στη Θεσσαλία.....	233
17.2 Διαχείριση στερεών αποβλήτων στην Αττική.....	237

Κεφάλαιο 9

Συλλογή απορριμμάτων

1. Προσωρινή αποθήκευση απορριμμάτων	239
2. Διάκριση της συλλογής σε σχέση με το απορριμματοφόρο	239
3. Τύποι απορριμματοφόρων	240
3.1 Άσκηση	240
4. Βελτιστοποίηση διαδρομών απορριμματοφόρων	242
5. Μέθοδος των μονών κόμβων	242
6. Σταθμοί μεταφόρτωσης απορριμμάτων	246

Κεφάλαιο 10

Υγειονομική ταφή - Κατόρυξη

1. Εισαγωγή	247
2. Διάφοροι τρόποι υγειονομικής ταφής απορριμμάτων	247
2.1 Παραδοσιακή διάθεση απορριμμάτων	249
2.2 Διάθεση με συμπίεση	250
2.3 Διάθεση μετά από θραύση (λεπτοτεμαχισμό).....	250
2.4 Κατόρυξη σε μπάλες (δεματοποίηση)	251

2.5 Εξόρυξη παλαιών απορριμμάτων	251
2.6 Αποθήκευση απορριμμάτων σε υπερυψωμένο κτίριο από μπετόν	251
2.7 Λιπασματοποίηση επί τόπου στο χώρο διάθεσης	251
3 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα Υγειονομικής Ταφής απορριμμάτων	252
4. Παράμετροι επιλογής κατάλληλου χώρου για υγειονομική ταφή.....	253
4.1 Μεθοδολογία επιλογής κατάλληλων χώρων για ΧΥΤΑ	254
4.2 Γενικά κριτήρια χωροθέτησης ΧΥΤΑ	256
4.3 Παραδείγματα βαθμολόγησης υποκριτηρίων για ΧΥΤΑ	259
5.1 Περιβαλλοντική διαχείριση ΧΥΤΑ- προστασία από τα διασταλάζοντα νερά	260
5.2 Περιβαλλοντική διαχείριση ΧΥΤΑ - προστασία από το βιοαέριο	262
6 Μέθοδοι πλήρωσης χώρων διάθεσης.....	263
6.1 Μέθοδος πλήρωσης με φατνώματα με εκσκαφή	263
6.2 Μέθοδος πλήρωσης επιπέδων εκτάσεων χωρίς εκσκαφή	264
6.3 Μέθοδος πλήρωσης λάκκων	264
7.1. Άσκηση	264
7.2 Άσκηση	265

Κεφάλαιο 11

Επιλεκτική συλλογή - Ανακύκλωση

1. Γενικά	267
2. Απορρίμματα που ανακυκλώνονται	267
3. Συσκευασία και ανακύκλωση	268
3. Υλικά συσκευασίας	268
4. Κριτήρια αξιολόγησης συσκευασίας από οικολογική άποψη	269
5. Κατανάλωση υλικών συσκευασίας	270
6. Κατανάλωση φυσικών πόρων στην παραγωγή πρώτων υλών διαφόρων συσκευασιών	270
7. Δαπάνες ανακύκλωσης	270
8. Κέρδη από την ανακύκλωση.....	271
9. Συστήματα επιλεκτικής συλλογής	271
10. Ανακύκλωση χαρτιού	272
11. Ανακύκλωση πλαστικών	272
11.2 Πολυβινυλοχλωρίδιο και προστασία περιβάλλοντος	273
12. Ανακύκλωση αλουμινίου	274
13. Ανακύκλωση γυαλιών	274

Κεφάλαιο 12

Βιομηχανικές μέθοδοι διαχείρισης απορριμμάτων

1. Καύση - αποτέφρωση.....	275
2. Απορρίμματα κατάλληλα προς καύση	275
3. Απαιτούμενη προεπεξεργασία	276
4. Προβλήματα προκαλούμενα από την καύση- Μέθοδοι καθαρισμού αερολυμάτων ..	276
5. Ανάκτηση της θερμότητας	276
6. Κομποστοποίηση	277
6.1 Μηχανική επεξεργασία πριν από την κομποστοποίηση.....	277
6.2 Παράμετροι που είναι σημαντικές για τη ζύμωση	278
6.3 Φάσεις της ζύμωσης	278

6.4 Πρακτικές μέθοδοι ζύμωσης	279
6.5 Άσκηση	279

Κεφάλαιο 13

Βιομηχανικά και επικίνδυνα απόβλητα

1. Διάκριση επικινδύνων αποβλήτων	281
1.2 Διάκριση βιομηχανικών επικινδύνων αποβλήτων	282
2. Εκχυλιστική μέθοδος τοξικότητας	282
3. Αδρανοποίηση τοξικών αποβλήτων	283
3.1 Χημική μετατροπή	283
3.2 Απομάκρυνση επικινδύνων συστατικών	284
3.3 Σταθεροποίηση και στερεοποίηση	284
4. Νοσοκομικά απόβλητα	285
5. Διαχείριση τοξικών και επικινδύνων αποβλήτων στην Ελλάδα	288

Μέρος τέταρτο

Ραδιενέργεια

Κεφάλαιο 14

Ραδιενέργεια και ραδιενεργά απόβλητα

1. Γενικά	291
2. Πηγές, επιδράσεις και εφαρμογές της ακτινοβολίας	292
3. Ακτινοβολία περιβάλλοντος	293
4. Ανεκτά όρια ακτινοβολίας	293
5. Ραδιενεργά απόβλητα	294
5.1 Απεμπλουτισμένο ουράνιο	294

Παράρτημα

Θεσμικό πλαίσιο διαχείρισης στερεών αποβλήτων στην Ελλάδα

1. Εισαγωγή	297
2. Βασικό θεσμικό πλαίσιο	297
2.2 Οι Κοινοτικές Οδηγίες	298
2.2 Ελληνικό θεσμικό πλαίσιο	300
3. Γενικές κατευθύνσεις της πολιτικής διαχείρισης στερεών αποβλήτων	302
3.1 Η εθνική πολιτική	302
3.2 Πολιτική της Ευρωπαϊκής Ένωσης	304
3.2.1 Πρόληψη	304
3.2.2 Επαναχρησιμοποίηση – Ανακύκλωση – Ανάκτηση Ενέργειας	305
3.2.3 Ανάκτηση υλικών	305
3.2.4 Τελική διάθεση	306
4. Σχεδιασμός της διαχείρισης των στερεών αποβλήτων	307
4.1 Φορείς Διαχείρισης Απορριμμάτων	308
4.2 Πλαίσιο ολοκληρωμένου σχεδιασμού για τη Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων (Δ.Σ.Α.) σε Νομαρχιακό ή Περιφερειακό επίπεδο	308

5. Διαδικασία Περιβαλλοντικής Αδειοδότησης	316
5.1 Προμελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΠΠΕ)	316
5.2 Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΜΠΕ) Δ.Σ.Α.	321
5.3 Χορήγηση Άδειας Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων	324
5.3 Δημοπράτηση Έργων ή Δραστηριοτήτων Διαχείρισης Αποβλήτων	324
Βιβλιογραφία	329
Λεξιλόγιο αγγλικών όρων	335
Ευρετήριο	341