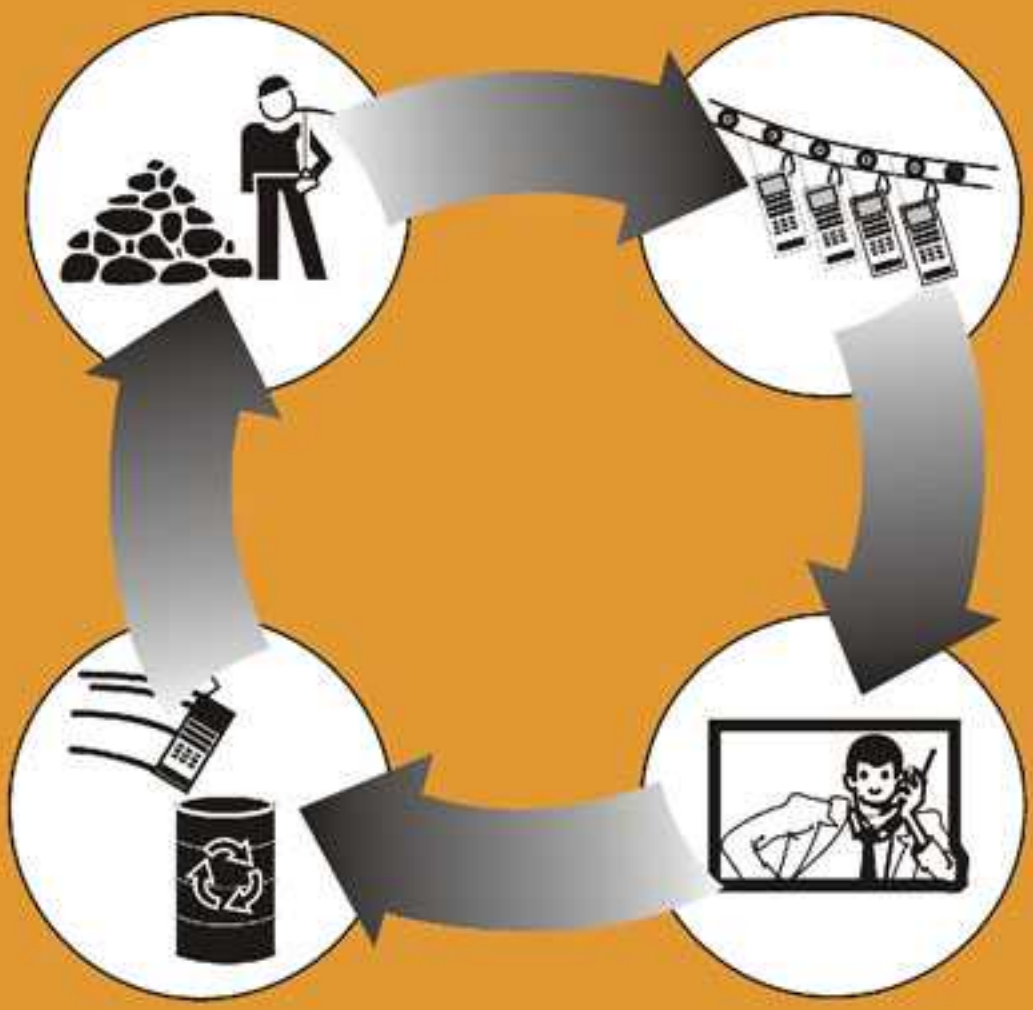
ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΚΛΕΙΔΑΡΙΘΜΟΣ

ΔΕΥΤΕΡΗ ΑΜΕΡΙΚΑΝΙΚΗ ΕΚΔΟΣΗ

ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΟΙΚΟΛΟΓΙΑ



T.E. GRAEDEL • B.R. ALLENBY

Με πρόλογο για την ελληνική έκδοση από τον **Εμμανουήλ Δ. Αδαμίδη**, *Πανεπ. Πατρών*

ΚΛΕΙΔΑΡΙΘΜΟΣ

Περιεχόμενα

Πρόλογος συγγραφέων 15

Πρόλογος ελληνικής έκδοσης 19

ΜΕΡΟΣ Ι Εισαγωγή στο αντικείμενο 21

Κεφάλαιο 1 Ανθρωπότητα και περιβάλλον 23

1.1 Η τραγωδία των δημόσιων κτημάτων 23
1.2 Η βασική εξίσωση 27
1.3 Μεγάλοι Στόχοι 31
1.3.1 Σύνδεση των Μεγάλων Στόχων με την περιβαλλοντική επιστήμη 33
1.3.2 Στοχευμένες δραστηριότητες των τεχνολογικών κοινωνιών 35
1.3.3 Ενέργειες για μια εκβιομηχανισμένη κοινωνία 36
1.4 Αντιμετώπιση της πρόκλησης 37
Πρόσθετη βιβλιογραφία 40
Ασκήσεις 41

Κεφάλαιο 2 Η έννοια της βιομηχανικής οικολογίας 43

2.1 Απο τη σύγχρονη στην προνοητική σκέψη 43
2.2 Σύνδεση της βιομηχανικής δραστηριότητας με την περιβαλλοντική και την κοινωνική επιστήμη 46
2.3 Βασικά ερωτήματα της βιομηχανικής οικολογίας 48
2.4 Μια γενική εικόνα 49
Πρόσθετη βιβλιογραφία 51
Ασκήσεις 52

Κεφάλαιο 3 Τεχνολογική αλλαγή και ένας κίνδυνος σε εξέλιξη 53

3.1 Ιστορική αλληλουχία στην τεχνολογική εξέλιξη 53
3.2 Προσεγγίσεις στον κίνδυνο 58
3.3 Εκτίμηση επικινδυνότητας 62
3.4 Ενημέρωση για τα αποτελέσματα της εκτίμησης 64
3.5 Διαχείριση επικινδυνότητας 65
Πρόσθετη βιβλιογραφία 67
Ασκήσεις 68

ΜΕΡΟΣ ΙΙ Το φυσικό, βιολογικό και κοινωνικό πλαίσιο 71

Κεφάλαιο 4 Η σχέση της βιολογικής οικολογίας με την τεχνολογία 73

4.1 Ας σκεφτούμε την αναλογία 73
4.2 Βιολογικοί και βιομηχανικοί οργανισμοί 74
4.3 Τροφικές αλυσίδες: δίκτυα μεταφοράς τροφής και ενέργειας 78
4.4 Πληθυσμιακή οικολογία 83
4.5 Ταξινόμηση συγκεκριμένων συναρτήσεων 86
4.6 Η χρησιμότητα της οικολογικής προσέγγισης 90
Πρόσθετη βιβλιογραφία 90
Ασκήσεις 91

Κεφάλαιο 5 Η κατάσταση των πόρων 93

5.1 Εισαγωγή 93
5.2 Χρόνοι εξάντλησης και ανεπαρκείς πόροι 93
5.3 Συνδυασμένοι πόροι 96
5.4 Ενεργειακοί πόροι 97
5.4.1 Ενέργεια και μεταλλευτικοί πόροι 97
5.4.2 Πηγές ενέργειας 97
5.4.3 Η κατάσταση των ενεργειακών πόρων 98
5.5 Ενεργειακά περιορισμένοι μεταλλευτικοί πόροι 100
5.6 Γεωγραφική κατανομή των πόρων 101
5.7 Περιβαλλοντικοί περιορισμοί πόρων 102
5.8 Σωρευτικές καμπύλες εφοδιασμού 104
5.9 Υδάτινοι πόροι 105
5.10 Περίληψη 106
Πρόσθετη βιβλιογραφία 107
Ασκήσεις 108

Κεφάλαιο 6 Κοινωνία και πολιτισμός 109

6.1 Κοινωνία, πολιτισμός, και βιομηχανική οικολογία 109
6.2 Πολιτιστικές δομές και χρονικές κλίμακες 110
6.3 Η ιδιωτική επιχείρηση σε ένα κοινωνικό πλαίσιο 113
6.4 Περιβαλλοντολογία, τεχνολογία και κοινωνία 114
Πρόσθετη βιβλιογραφία 118
Ασκήσεις 119

Κεφάλαιο 7 Κυβερνήσεις, νόμοι και οικονομία 121

7.1 Κυβερνητικές δομές και δραστηριότητες 121
7.2 Σκέψεις για τη διεθνή διακυβέρνηση 125
7.3 Βιομηχανική οικολογία και νομικό σύστημα 126
7.3.1 Θεμελιώδη νομικά ζητήματα 127
7.3.2 Νομική μελέτη ειδικών περιπτώσεων σχετικών με τη βιομηχανική οικολογία 130
7.4 Οικονομία και βιομηχανική οικολογία 132
7.4.1 Αποτίμηση 132
7.4.2 Προεξοφλητικά επιτόκια 134
7.4.3 Αναλύσεις κόστους-οφέλους 134
7.4.4 Πράσινη λογιστική 135
7.4.5 Υποκαταστασιμότητα έναντι συμπληρωματικότητας 136
7.4.6 Εξωτερικές επιδράσεις 137
7.5 Χρηματοοικονομική διαχείριση, κεφάλαιο και επένδυση 137
Πρόσθετη βιβλιογραφία 140
Ασκήσεις 140

ΜΕΡΟΣ III Περιβαλλοντικός σχεδιασμός 143

Κεφάλαιο 8 Βιομηχανικό προϊόν: σχεδίαση και ανάπτυξη 145

8.1 Η πρόκληση της σχεδίασης προϊόντος 145
8.2 Εννοιολογικά εργαλεία για σχεδιαστές προϊόντων 147
8.2.1 Ο πίνακας επιλογής Pugh 147
8.2.2 House of Quality 149
8.3 Σχεδίαση για X 150
8.4 Ομάδες σχεδίασης προϊόντων 152
8.5 Η διαδικασία υλοποίησης του προϊόντος 154
Πρόσθετη βιβλιογραφία 156
Ασκήσεις 157

Κεφάλαιο 9 Σχεδίαση και λειτουργία βιομηχανικών διεργασιών 159

9.1 Η πρόκληση της σχεδίασης διεργασιών 159
9.2 Πρόληψη της ρύπανσης 160
9.3 Η πρόκληση της επάρκειας νερού 164
9.4 Ο κύκλος ζωής μιας διεργασίας 166
9.4.1 Εφοδιασμός με πόρους 166
9.4.2 Εφαρμογή διεργασίας 167
9.4.3 Λειτουργία της κύριας διεργασίας 167
9.4.4 Λειτουργία συμπληρωματικής διεργασίας 168
9.4.5 Ανακαίνιση, ανακύκλωση, κατάργηση 168
9.5 Μέθοδος της ανάλυσης διεργασιών 169
9.5.1 Η ίδια η διεργασία 169
9.5.2 Ο εξοπλισμός της διεργασίας 170
9.5.3 Συμπληρωματικές διεργασίες 171
9.6 Βασικές οδηγίες για τη σχεδίαση και λειτουργία διεργασιών 171
9.7 Επιπτώσεις στις επιχειρήσεις 172
Πρόσθετη βιβλιογραφία 173
Ασκήσεις 173

Κεφάλαιο 10 Επιλογή υλικών 175

10.1 Σκέψεις για την επιλογή υλικών 175
10.2 Υλικά και περιβαλλοντικοί κίνδυνοι 176
10.3 Πηγές υλικών και κύριες χρήσεις 179
10.3.1 Απόλυτη αφθονία 179
10.3.2 Επιπτώσεις της εξόρυξης και της επεξεργασίας υλικών 180
10.3.3 Διαθεσιμότητα και καταλληλότητα ανακυκλωμένων υλικών 182
10.4 Υποκατάσταση υλικών 184
10.5 Πολυπαραμετρική επιλογή υλικών 187
10.6 Μείωση υλικού 193
10.7 Οδηγίες για την επιλογή υλικών 195
Πρόσθετη βιβλιογραφία 196
Ασκήσεις 196

Κεφάλαιο 11 Σχεδιασμός για ενεργειακή αποδοτικότητα 197

11.1 Ενέργεια και βιομηχανία 197
11.2 Βασικοί μεταποιητικοί κλάδοι 199
11.3 Κλάδοι ενδιάμεσης μεταποίησης 201
11.4 Ανάλυση της χρησής ενέργειας 202

11.5 Γενικές μέθοδοι περιορισμού της χρήσης ενέργειας 204
11.5.1 Θέρμανση, αερισμός και κλιματισμός 205
11.5.2 Φωτισμός 206
11.5.3 Επιτόπου παραγωγή ενέργειας 206
11.5.4 Ενεργειακό νοικοκύρεμα 208
11.6 Περίληψη 209
Πρόσθετη βιβλιογραφία 210
Ασκήσεις 210

Κεφάλαιο 12 Διανομή προϊόντων 211
12.1 Εισαγωγή 211
12.2 Γενικά θέματα συσκευασίας 212
12.3 Στερεά κατάλοιπα συσκευασιών 214
12.4 Υγρές και αέριες εκπομπές 218
12.5 Μεταφορά και εγκατάσταση 218
12.6 Περίληψη 220
Πρόσθετη βιβλιογραφία 221
Ασκήσεις 221

Κεφάλαιο 13 Αλληλεπίδραση με το περιβάλλον κατά τη χρήση του προϊόντος 223
13.1 Εισαγωγή 223
13.2 Παραγωγή στερεών καταλοίπων κατά τη χρήση του προϊόντος 223
13.3 Παραγωγή υγρών καταλοίπων κατά τη χρήση του προϊόντος 224
13.4 Παραγωγή αερίων καταλοίπων κατά τη χρήση του προϊόντος 225
13.5 Κατανάλωση ενέργειας κατά τη χρήση του προϊόντος 225
13.6 Προϊόντα που διασκορπίζονται σκόπιμα 226
13.7 Προϊόντα που διασκορπίζονται χωρίς πρόθεση 228
13.8 Σχεδίαση για εύκολη συντήρηση 229
Πρόσθετη βιβλιογραφία 232
Ασκήσεις 232

Κεφάλαιο 14 Σχεδιασμός για το τέλος της ωφέλιμης ζωής 233
14.1 Εισαγωγή 233
14.2 Γενικά ζητήματα του τέλους της ωφέλιμης ζωής 237
14.3 Ανακατασκευή 239
14.4 Ανακύκλωση 241
14.4.1 Μέταλλα 241
14.4.2 Πλαστικά 243
14.4.3 Δασικά προϊόντα 244

14.5 Συναρμολόγηση 245
14.6 Προγραμματισμός για ανακύκλωση 246
14.6.1 Σχεδιασμός για αποσυναρμολόγηση 246
14.6.2 Σχέδια για έκτακτα περιστατικά 249
14.6.3 Προτεραιότητες ανακύκλωσης 250
Πρόσθετη βιβλιογραφία 252
Ασκήσεις 252

Κεφάλαιο 15 Εισαγωγή στην αποτίμηση του κύκλου ζωής 253
15.1 Ο κύκλος ζωής των βιομηχανικών προϊόντων 253
15.2 Το πλαίσιο της αποτίμησης του κύκλου ζωής 256
15.3 Καθορισμός στόχου και εύρους 259
15.4 Καθορισμός ορίων 260
15.4.1 Όρια σταδίου ζωής 260
15.4.2 Όρια του επιπέδου λεπτομερειών 261
15.4.3 Τα όρια του φυσικού οικοσυστήματος 261
15.4.4 Όρια στο χώρο και το χρόνο 262
15.4.5 Καθορισμός ορίων 264
15.5 Τρόποι απόκτησης δεδομένων 264
Πρόσθετη βιβλιογραφία 267
Ασκήσεις 269

Κεφάλαιο 16 Τα στάδια της ανάλυσης επιπτώσεων και της ερμηνείας 271
16.1 Ανάλυση επιπτώσεων της αποτίμησης του κύκλου ζωής 271
16.2 Βιομηχανικές προτεραιότητες: το σύστημα ivl/volvo eps 273
16.3 Ερμηνεία των αποτελεσμάτων 280
16.3.1 Ρητές και μη ρητές προτάσεις 280
16.3.2 Πίνακες προτεραιοτήτων 282
16.4 Διαγράμματα καθορισμού προτεραιοτήτων 285
16.4.1 Το διάγραμμα προτεραιοτήτων κατά τομέα υπευθυνότητας 285
16.4.2 Το διάγραμμα προτεραιοτήτων σταδίων ζωής 286
16.5 Ανακεφαλαίωση 287
Πρόσθετη βιβλιογραφία 288
Ασκήσεις 289

Κεφάλαιο 17 Απλοποίηση της αποτίμησης του κύκλου ζωής 291
17.1 Το συνεχές της αποτίμησης 291
17.2 Διαφύλαξη της προοπτικής 292
17.3 Η μήτρα της απλοποιημένης αποτίμησης κύκλου ζωής 294

17.4 Γραφήματα στόχων 296
17.5 Αξιολόγηση βασικών αυτοκινήτων του παρελθόντος και σημερινών 297
17.6 Συν και πλην της απλοποιημένης αποτίμησης του κύκλου ζωής 304
17.7 Ανακεφαλαίωση 306
Πρόσθετη βιβλιογραφία 307
Ασκήσεις 307

Κεφάλαιο 18 Η εταιρική εργαλειοθήκη της βιομηχανικής οικολογίας 309

18.1 Στάδια και κλίμακες του βιομηχανικού οικολογικού μάνατζμεντ 309
18.2 Το πρώτο στάδιο: συμμόρφωση προς τους κανονισμούς 309
18.3 Το δεύτερο στάδιο: πρόληψη της ρύπανσης 310
18.4 Το τρίτο στάδιο: περιβαλλοντικός σχεδιασμός 311
18.5 Περιβαλλοντικές ευκαιρίες στις πύλες ελέγχου της διαδικασίας υλοποίησης προϊόντος 312
18.6 Ο μηχανικός της βιομηχανικής οικολογίας και η εργαλειοθήκη 317
18.7 Εργαλεία βιομηχανικής οικολογίας του τομέα παροχής υπηρεσιών 317
Πρόσθετη βιβλιογραφία 319
Ασκήσεις 319

ΜΕΡΟΣ IV Εταιρική βιομηχανική οικολογία 321

Κεφάλαιο 19 Διαχείριση της βιομηχανικής οικολογίας στην επιχείρηση 323

19.1 Γενικά 323
19.2 Το περιβάλλον ως στρατηγικός παράγων για την επιχείρηση 324
19.3 Υλοποίηση της βιομηχανικής οικολογίας στην επιχείρηση 326
19.3.1 Συστήματα περιβαλλοντικής διαχείρισης 327
19.3.2 Τακτικές οργανωτικές δομές 329
19.3.3 Προγράμματα εκπαίδευσης 330
19.3.4 Τεχνική υποστήριξη 330
19.3.5 Το Τριπλό Τελικό Αποτέλεσμα 331
Πρόσθετη βιβλιογραφία 332
Ασκήσεις 333

Κεφάλαιο 20 Δείκτες και μετρικές 335

20.1 Η σημασία των δεικτών και των μετρικών 335
20.2 Ανάπτυξη συστημάτων μετρικών 336
20.3 Μετρικές στη βιομηχανία 339
20.4 Παρουσίαση και άθροιση μετρικών 342
20.5 Ιεραρχικά συστήματα μετρικών 343
Πρόσθετη βιβλιογραφία 346
Ασκήσεις 347

Κεφάλαιο 21 Υπηρεσίες, τεχνολογία και περιβάλλον 349

21.1 Ορισμός των υπηρεσιών 349
21.1.1 Υπηρεσίες τύπου άλφα: Ο πελάτης έρχεται στην υπηρεσία 352
21.1.2 Υπηρεσίες τύπου βήτα: Η υπηρεσία πηγαίνει στον πελάτη 353
21.1.3 Υπηρεσίες τύπου γάμμα: Παροχή από απόσταση 353
21.2 Οι περιβαλλοντικές διαστάσεις των υπηρεσιών 354
21.3 Η βιομηχανική οικολογία των επιχειρήσεων παροχής υπηρεσιών 357
21.3.1 Μόχλευση προμηθευτών 357
21.3.2 Εκπαίδευση των καταναλωτών 358
21.3.3 Διευκόλυνση της χρήσης πόρων και προϊόντων περιβαλλοντικά προτιμότερων 359
21.3.4 Υποκατάσταση με υπηρεσίες χαμηλότερης κατανάλωσης υλικών και ενέργειας 360
21.3.5 Οι υπηρεσίες ως πηγή ποιότητας ζωής 360
Πρόσθετη βιβλιογραφία 361
Ασκήσεις 362

ΜΕΡΟΣ V Βιομηχανική οικολογία σε επίπεδο συστημάτων 363

Κεφάλαιο 22 Βιομηχανικά οικοσυστήματα 365

22.1 Η έννοια του οικοσυστήματος 365
22.2 Βιομηχανική συμβίωση 367
22.3 Σχεδιασμός και ανάπτυξη συμβιωτικών βιομηχανικών οικοσυστημάτων 373
22.4 Ροή πόρων στα βιομηχανικά οικοσυστήματα 376
22.5 Πρότυπο και κλίμακα των βιομηχανικών οικοσυστημάτων 379
22.6 Η χρησιμότητα των μεικτών οικολογικών προσεγγίσεων 381
Πρόσθετη βιβλιογραφία 382
Ασκήσεις 382

Κεφάλαιο 23 Μεταβολικές αναλύσεις και αναλύσεις πόρων 383

23.1 Προϋπολογισμοί και κύκλοι 383
23.2 Μεταβολικές αναλύσεις στη βιομηχανική οικολογία 387
23.3 Αναλύσεις πόρων στη βιομηχανική οικολογία 392
23.3.1 Στοιχειακές αναλύσεις 392
23.3.2 Μοριακές αναλύσεις 394
23.3.3 Αναλύσεις ουσιών 395
23.3.4 Αναλύσεις υλικών 395
23.4 Η ισορροπία μεταξύ της φυσικής και της ανθρωπογενούς διακίνησης των πόρων 397
23.5 Η χρησιμότητα των μεταβολικών αναλύσεων και των αναλύσεων πόρων 398
Πρόσθετη βιβλιογραφία 399
Ασκήσεις 399

Κεφάλαιο 24 Ανάλυση συστημάτων, μοντέλα και ανάπτυξη σεναρίων 401

24.1 Σκέψεις σε επίπεδο συστημάτων 401
24.1.1 Η έννοια των συστημάτων 401
24.1.2 Το σύστημα τεχνολογίας αυτοκινήτων 403
24.2 Μοντέλα τεχνολογικών συστημάτων 408
24.2.1 Η έννοια του μοντέλου 408
24.2.2 Σίδηρος και χάλυβας στο Ηνωμένο Βασίλειο: Ένα παράδειγμα μοντέλου 410
24.2.3 Εγκυρότητα ενός μοντέλου 411
24.3 Περιγραφή πιθανών μελλοντικών εξελίξεων 412
24.3.1 Η χρησιμότητα των σεναρίων 412
24.3.2 Το μοντέλο IMAGE για την κλιματική αλλαγή 413
24.3.3 Τα σενάρια της IPPC 2000 415
24.4 Ανάπτυξη μιας προγνωστικής βιομηχανικής οικολογίας 419
Πρόσθετη βιβλιογραφία 420
Ασκήσεις 420

Κεφάλαιο 25 Τεχνική και διαχείριση γήινων συστημάτων 421

25.1 Εισαγωγή στην έννοια 421
25.2 Παραδείγματα ESEM, υλοποιημένα και προτεινόμενα 422
25.2.1 Αποκατάσταση εγκαταλειμμένων βιομηχανικών περιοχών 423
25.2.2 Εκβάθυνση και καθαρισμός υδάτων 423
25.2.3 Αποκατάσταση υγροτόπων σε περιφερειακή κλίμακα 423
25.2.4 Καταπολέμηση της θέρμανσης του πλανήτη 424

25.3 Οι αρχές της ESEM 429
25.3.1 Θεωρητικές αρχές της ESEM 429
25.3.2 Αρχές διακυβέρνησης της ESEM 430
25.3.3 Αρχές σχεδιασμού και τεχνικής μελέτης της ESEM 431
25.4 Το βασικό ερώτημα της ESEM 431
Πρόσθετη βιβλιογραφία 434
Ασκήσεις 434

Κεφάλαιο 26 Το μέλλον της βιομηχανικής οικολογίας 435
26.1 Η βιομηχανική οικολογία στο μέσο της αλλαγής 435
26.2 Η εργαλειοθήκη της βιομηχανικής οικολογίας 437
26.2.1 Εργαλεία για το σχεδιαστή προϊόντων και διεργασιών 437
26.2.2 Εργαλεία για το διευθυντή της επιχείρησης 437
26.2.3 Εργαλεία για τον πάροχο υπηρεσιών 438
26.2.4 Εργαλεία για τον ειδικό στα συστήματα 438
26.2.5 Εργαλεία για το διαμορφωτή πολιτικής 439
26.3 Η βιομηχανική οικολογία ως εξελισσόμενη επιστήμη 439
26.4 Ένας οδικός χάρτης έρευνας στη βιομηχανική οικολογία 443
26.4.1 Θεωρητικοί στόχοι της βιομηχανικής οικολογίας 445
26.4.2 Πειραματικοί στόχοι της βιομηχανικής οικολογίας 446
26.4.3 Στόχοι εφαρμογής της βιομηχανικής οικολογίας 446
26.5 Επαναπροσδιορισμός της πρόκλησης 447
Πρόσθετη βιβλιογραφία 448

Παράρτημα Α Εναλλακτικά συστήματα κασσιτεροκόλλησης: Μια λεπτομερής ειδική μελέτη 449

Παράρτημα Β Μονάδες μέτρησης στη βιομηχανική οικολογία 461

Γλωσσάρι 465

Αγγλοελληνικό λεξικό όρων 475

Ευρετήριο 479

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9

Σχεδίαση και λειτουργία βιομηχανικών διεργασιών

9.1 Η ΠΡΟΚΛΗΣΗ ΤΗΣ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ ΔΙΕΡΓΑΣΙΩΝ

Βιομηχανική διεργασία είναι μια διαδοχή λειτουργιών με σκοπό την επίτευξη ενός συγκεκριμένου τεχνολογικού αποτελέσματος όπως για παράδειγμα η κατασκευή ενός τηλεφώνου από μεταλλικές και πλαστικές πρώτες ύλες. Όπως συμβαίνει με τη σχεδίαση προϊόντων, έτσι και η σχεδίαση βιομηχανικών διεργασιών μπορεί να αποδειχθεί πάρα πολύ σύνθετη και ενδιαφέρουσα. Κατά παράδοση, οι στόχοι ενός σχεδιαστή βιομηχανικών διεργασιών είναι οι εξής:

- Επίτευξη του επιθυμητού τεχνολογικού αποτελέσματος.
- Μεγάλη ακρίβεια στην παραγωγή των προϊόντων που θα περιορίζεται μέσα στα επιθυμητά όρια ανοχών.
- Υψηλή απόδοση με την παραγωγή των προϊόντων στον ελάχιστο δυνατό χρόνο.
- Σχεδίαση μιας διεργασίας που θα διατηρεί υψηλή αξιοπιστία για μεγάλη χρονική περίοδο.
- Ασφάλεια του προσωπικού που θα χρησιμοποιεί τη διεργασία.
- Σχεδίαση της διεργασίας έτσι ώστε να αποτελείται από υπομονάδες και να έχει δυνατότητα αναβάθμισης.
- Σχεδίαση που να εξασφαλίζει ελάχιστο αρχικό κόστος (προμήθεια και εγκατάσταση εξοπλισμού).
- Σχεδίαση που να εξασφαλίζει ελάχιστο λειτουργικό κόστος.

Η βιομηχανική οικολογία επιβάλλει στο σχεδιαστή διεργασιών μερικούς ακόμη πρόσθετους στόχους:

- Πρόληψη της ρύπανσης.
- Μείωση των κινδύνων για το περιβάλλον.
- Σχεδίαση των διεργασιών από τη σκοπιά του κύκλου ζωής του προϊόντος.

Η ανεξάρτητη βελτιστοποίηση καθενός από αυτούς τους στόχους είναι δυνατή μόνο σε πολύ ελάχιστες περιπτώσεις. Συνήθως η επιδίωξη είναι η βέλτιστη ισορροπία ανάμεσα σε όλους αυτούς τους στόχους. Οι στόχοι της βιομηχανικής οικολογίας περιλήφθηκαν πιο πρόσφατα σε σχέση με τους περισσότερους άλλους και, κατά κανόνα, δεν είναι κατανοητοί εξίσου καλά. Γι' αυτόν το λόγο θα προσπαθήσουμε σε αυτό το κεφάλαιο να δώσουμε περιβαλλοντική «καθοδήγηση» στο σχεδιαστή διεργασιών.

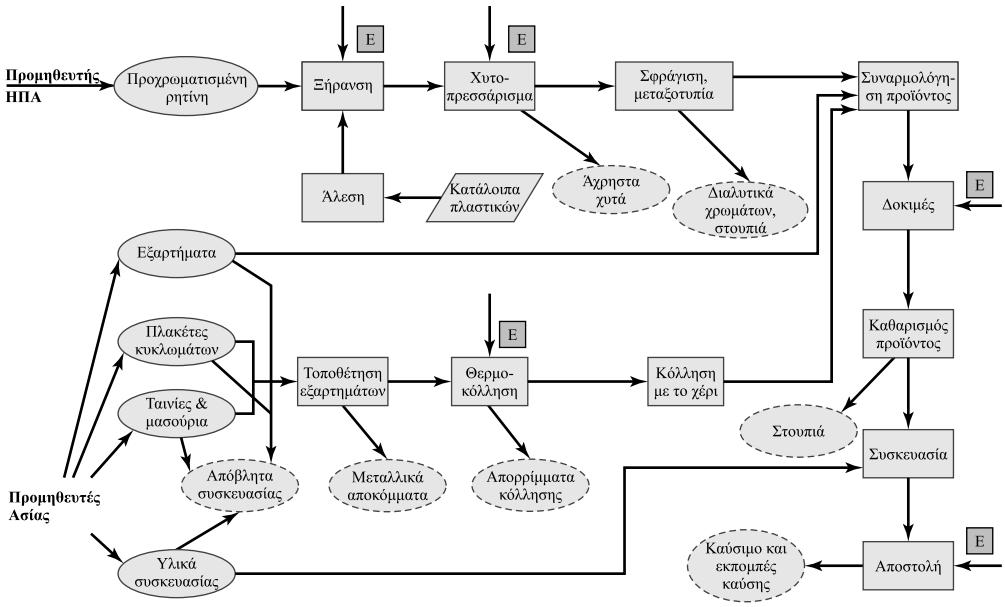
9.2 ΠΡΟΛΗΨΗ ΤΗΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ

Μια από τις βασικές προσεγγίσεις στη σχεδίαση και τη λειτουργία βιομηχανικών διεργασιών είναι η *πρόληψη της ρύπανσης* (pollution prevention, που συχνά αναφέρεται και ως P^2) ή η *καθαρότερη παραγωγή* (cleaner production). Ο αντικειμενικός σκοπός αυτής της δραστηριότητας είναι η μείωση των επιπτώσεων ή των κινδύνων επιπτώσεων για τους εργαζόμενους, τις τοπικές κοινωνίες και το περιβάλλον γενικά, με την πρόληψη της ρύπανσης στην πηγή της. Η σειρά των ενεργειών είναι: ο προσδιορισμός πραγματικών ή πιθανών προβλημάτων, ο εντοπισμός των πηγών τους μέσα στην παραγωγική διεργασία και οι αλλαγές στην πηγή έτσι ώστε να μειωθεί ή να εξαφανιστεί το πρόβλημα.

Η αξιολόγηση της διεργασίας ως προς την πρόληψη της ρύπανσης ασχολείται με τη ροή των επιμέρους λειτουργιών της, την κατανάλωση υλικών, ενέργειας, νερού και άλλων πόρων, με την κατασκευή των επιθυμητών προϊόντων και με τον προσδιορισμό και την ποσοτική εκτίμηση των καταλοίπων. Ένα παράδειγμα διαγράμματος ροής γι' αυτόν το χαρακτηρισμό της διεργασίας (process characterization) φαίνεται στην Εικόνα 9.1. Σε αυτό το στάδιο δεν γίνεται καμία απόπειρα ποσοτικοποίησης οποιασδήποτε ροής. Όσο πιο ολοκληρωμένο είναι το διάγραμμα, τόσο πιο εύκολη θα είναι η μετέπειτα αξιολόγηση.

Οι τεχνικές P^2 για το χειρισμό των ζητημάτων που εντοπίστηκαν κατά το χαρακτηρισμό μιας διεργασίας περιλαμβάνουν:

1. *Την τροποποίηση της διεργασίας*: Αλλαγή μιας διεργασίας για τον περιορισμό ή τη διακοπή της δημιουργίας αποβλήτων.
2. *Την αλλαγή της τεχνολογίας*: Αλλαγή της τεχνολογίας παραγωγής για τον περιορισμό ή τη διακοπή της δημιουργίας αποβλήτων.
3. *Το καλό νοικοκυριό*: Αλλαγές στην τακτική συντήρηση ή στις ρουτίνες λειτουργίας με σκοπό τον περιορισμό ή τη διακοπή της δημιουργίας αποβλήτων.
4. *Την υποκατάσταση των εισροών*: Αλλαγή υλικών της διεργασίας για τον περιορισμό της ποσότητας ή του πιθανού κινδύνου δημιουργίας αποβλήτων.

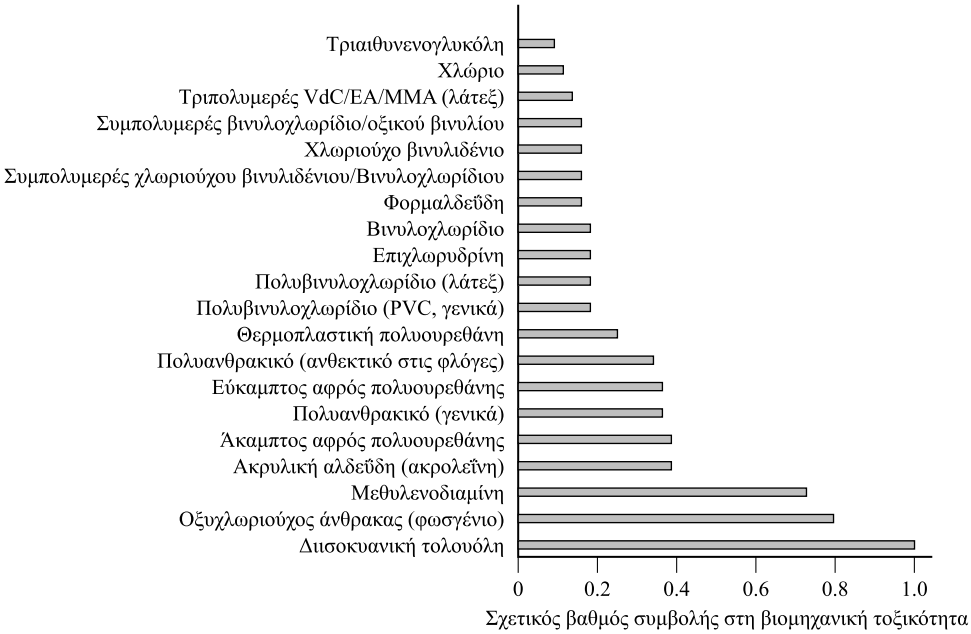


Εικόνα 9.1
Ένα διάγραμμα ροής χαρακτηρισμού της διεργασίας κατασκευής ενός επιτραπέζιου τηλεφώνου. (Με την άδεια της Lucent Technologies).

5. *Την επιτόπου επαναχρησιμοποίηση*: Ανακύκλωση των καταλοίπων μέσα στις εγκαταστάσεις.
6. *Την εξωτερική επαναχρησιμοποίηση*: Ανακύκλωση των καταλοίπων σε χώρους εκτός της αρχικής εγκατάστασης.

Οι κίνδυνοι για την υγεία και το περιβάλλον από τις διαφορετικές παραγωγικές ροές και διεργασίες δεν είναι, ασφαλώς, καθόλου ισοδύναμοι. Για παράδειγμα, μια λεπτομερής μελέτη των ενδιάμεσων προϊόντων διύλισης στην πετροχημική βιομηχανία έδειξε ότι ένας μικρός μόνον αριθμός χημικών ενώσεων είναι υπεύθυνος για το μεγαλύτερο μέρος της ενδεχόμενης τοξικότητας. Τα αποτελέσματα εκείνης της μελέτης, που παρουσιάζονται στην Εικόνα 9.2, δείχνουν ότι η διισοκυανική τολουόλη, ο οξυχλωριούχος άνθρακας (φωσγένιο) και η μεθυλενοδιαμίνη αποτελούν προφανείς στόχους στις προσπάθειες πρόληψης της ρύπανσης (P^2).

Ο David Allen, τώρα του πανεπιστημίου του Τέξας, έδειξε ότι η P^2 μπορεί να προσεγγιστεί σε διαφορετικές χωρικές κλίμακες. Σε μικροκλίμακα –μοριακό επίπεδο– οι διαδρομές μια χημικής σύνθεσης και άλλες διαδικασίες κατασκευής υλικών μπορούν να σχεδιαστούν ξανά με σκοπό τη μείωση των αποβλήτων και της τοξικότητας της διεργασίας. Αυτή η προσέγγιση είναι αρκετά σημαντική και έχει και δικό της όνομα: *πράσινη χημεία* (green chemistry). Στο επίπεδο της γραμμής διεργασίας –μεσαία κλίμακα– η σχεδιαστική μελέτη ασχολείται με προσαρμογές στη θερμοκρασία, την πίεση, το χρόνο επεξεργασίας και άλλα παρόμοια, με τη χρήση



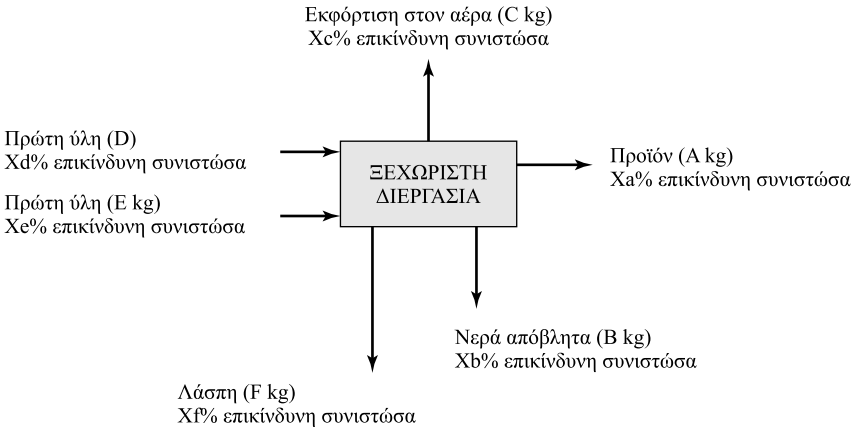
Εικόνα 9.2
Χημικές ενώσεις που συμβάλλουν περισσότερο στη συνολική τοξικότητα των ενδιάμεσων προϊόντων διύλισης στην πετροχημική βιομηχανία (Από άρθρο των S. Fathi-Afshar και J.C. Yang, Design the optimal structure of the petrochemical industry for minimum cost and least gross toxicity of chemical production, *Chemical Engineering Science,* 40, 781–797, 1985).

νερού και ενέργειας, με την παραγωγή υποπροϊόντων, καθώς και με αναπόφευκτες εστίες απωλειών. Οι δραστηριότητες σε αυτήν τη μεσαία κλίμακα είναι εκείνες που συνήθως αποκαλούνται P^2 (ή πρόληψη της ρύπανσης). Τέλος, η μακροκλίμακα, σε επίπεδο τομέα ή διατομεακό, μπορεί να αντιμετωπιστεί με προοπτικές συστημάτων βιομηχανικής οικολογίας στις οποίες τα υποπροϊόντα μπορούν να αξιοποιηθούν εκτός των εγκαταστάσεων όπου παράγονται. Οι δραστηριότητες P^2 στη μικροκλίμακα είναι γενικά εφικτές μόνον εκεί όπου γίνεται η σύνθεση των χημικών ουσιών· οι δραστηριότητες P^2 στη μεσαία κλίμακα και τη μακροκλίμακα μπορούν να λάβουν χώρα οπουδήποτε γίνεται η χρήση χημικών ή άλλων υλικών.

Από τη στιγμή που θα αναγνωριστεί μια χημική ουσία ή μια διεργασία που ενδιαφέρει, μπορεί να εφαρμοστεί η *λογιστική υλικών* (materials accounting) για να βρεθούν οι καλύτερες σειρές ενεργειών. Για μία μόνη διεργασία, το αποτέλεσμα θα ήταν ένα διάγραμμα της μορφής της Εικόνας 9.3. Εδώ καταγράφονται και συγκρίνονται οι ποσότητες των ειδών-στόχων.

Έχοντας εντοπίσει το στόχο και καθορίσει τις ροές, η μείωση ή ο εκμηδενισμός μπορούν να γίνουν με μια διαδικασία πολλών βημάτων:

- Ανασχεδιασμός της διεργασίας για την υποκατάσταση των υλικών που έχουν υψηλή τοξικότητα ή δημιουργούν επιτόπου υλικά υψηλής τοξικότητας με υλικά χαμηλής τοξικότητας.
- Περιορισμός των καταλοίπων από τη διεργασία.

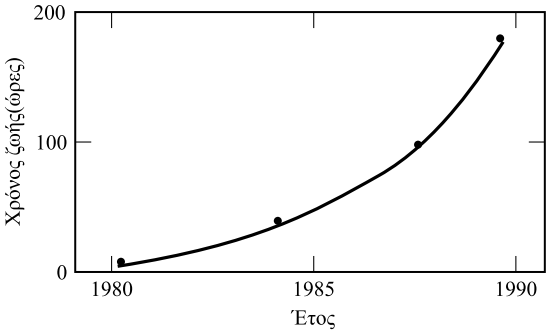


Εικόνα 9.3
Μια ανάλυση διεργασίας επικεντρωμένη στα υλικά κατευθύνεται στη χρήση, τη διατήρηση και την παραγωγή καταλοίπων μιας επικίνδυνης συνιστώσας. (Ανατύπωση με την άδεια του D.G. Willis, Pollution prevention plans—A practical approach, *Pollution Prevention Review,* 347–351, Φθινόπωρο 1991).

- Επαναχρησιμοποίηση των καταλοίπων της διεργασίας.
- Ανασχεδιασμός της διεργασίας με σκοπό οι ανεπιθύμητες ροές καταλοίπων να γίνουν ροές χρήσιμων υποπροϊόντων.

Στην περίπτωση μιας διεργασίας που υπάρχει ήδη ή μόλις ξεκίνησε, είναι γενικά χρήσιμος ένας *έλεγχος αποβλήτων* (waste audit). Είναι σκόπιμο να μελετηθούν *όλες* οι ροές αποβλήτων από την εγκατάσταση, ώστε να αποφασιστεί ποιες από αυτές μπορούν να μειωθούν και πώς. Τα βιομηχανικά διαλυτικά, τα διαλύματα καθαρισμού και τα οξέα είναι συνήθως μερικά από τα σημεία από όπου μπορεί να αρχίσει κανείς. Μια προσέγγιση που αποδείχθηκε πετυχημένη σε αρκετές περιπτώσεις, είναι η αναγέννηση των χημικών διαλυμάτων, η οποία μπορεί συχνά να γίνει με φιλτράρισμα, με καθαρισμό σε ηρεμία, με την προσθήκη σταθεροποιητών, με ανασχεδιασμό του εξοπλισμού της διεργασίας και ούτω καθεξής. Ένα παράδειγμα μιας πραγματικής τέτοιας βελτίωσης φαίνεται στην Εικόνα 9.4. Ένα λουτρό υπεροξειδίου, που κάποτε ήταν μίας χρήσης και μετά απορριπτόταν, ανασχεδιάστηκε σταδιακά σε μια περίοδο ετών και τελικά αντικαθίσταται μόνο κάθε εβδομάδα. Το αποτέλεσμα ήταν η πολύ μεγάλη μείωση τόσο του κόστους, όσο και των υγρών καταλοίπων.

Μια άλλη τεχνική επέκτασης του χρόνου ζωής των διαλυμάτων είναι η ανάκτηση σε λουτρό έκπλυσης (recuperative rinsing). Χρησιμοποιείται κυρίως όταν τα εξαρτήματα ψεκάζονται ή εμβαπτίζονται για να καθαριστούν μετά από μια επιμετάλλωση ή επεξεργασία επιφανειών. Στη συνέχεια, το νερό της έκπλυσης –που περιέχει τα χημικά της επεξεργασίας– μπορεί αντί να απορριφθεί να επιστρέψει στη δεξαμενή της διεργασίας για να αντικατασταθεί απλώς το υγρό που εξατμίστηκε. Η ανάκτηση σε λουτρό έκπλυσης μπορεί να αποδειχθεί πετυχημένη στις περιπτώσεις όπου ασκείται παρακολούθηση και έλεγχος σε μεγάλο βαθμό για τη διατήρηση της ποιότητας.

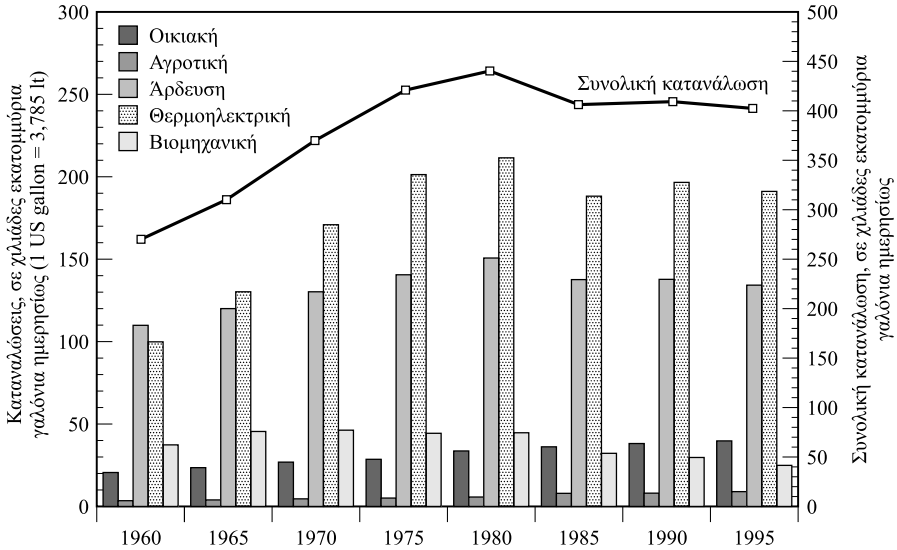


Εικόνα 9.4
Η επέκταση του χρόνου ζωής ενός διαλύματος υπεροξειδίου που χρησιμοποιείται στην κατασκευή ηλεκτρονικών εξαρτημάτων. (Με την άδεια του E. Eckroth, AT&T Microelectronics).

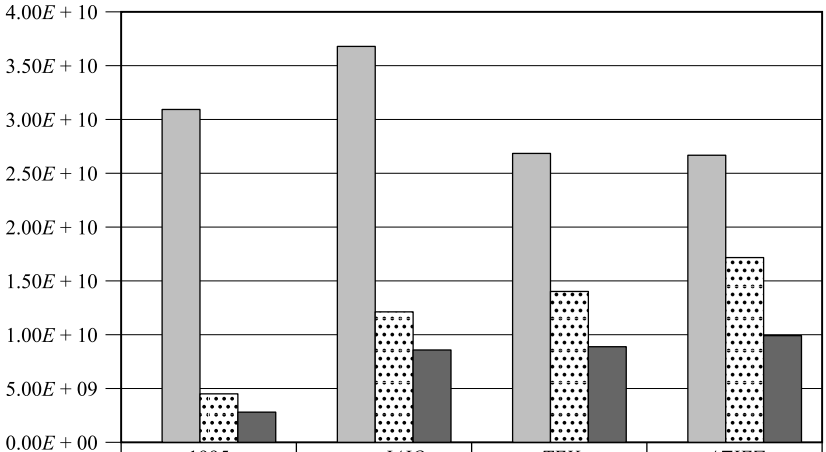
9.3 Η ΠΡΟΚΛΗΣΗ ΤΗΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΝΕΡΟΥ

Πολλές βιομηχανικές διεργασίες καταναλώνουν μεγάλες ποσότητες νερού. Η εξόρυξη και η επεξεργασία μετάλλων και η σύνθεση χημικών ουσιών είναι ιδιαίτερα μεγάλοι καταναλωτές νερού συνολικά, αλλά και άλλοι τομείς –όπως τα ηλεκτρονικά– είναι εξαιρετικά μεγάλοι καταναλωτές· ενώ η εξόρυξη μεταλλεύματος χρειάζεται περίπου 5 γραμμάρια νερού ανά γραμμάριο μεταλλεύματος υπό επεξεργασία, η κατασκευή ολοκληρωμένων κυκλωμάτων υπολογιστών χρειάζεται περίπου 1000 γραμμάρια νερού ανά γραμμάριο τελικού παραγόμενου προϊόντος.

Σε αρκετές από τις πιο ανεπτυγμένες χώρες, η βιομηχανική χρήση νερού μειώνεται, ιδιαίτερα σε κανονικοποιημένη (ποσότητα νερού ανά μονάδα προϊόντος) βάση. Η Εικόνα 9.5α δείχνει ότι στις Ηνωμένες Πολιτείες, για παράδειγμα, η βιομηχανική χρήση παρέμεινε σταθερή στη δεκαετία του 1970 και μειώθηκε κατά το ένα τρίτο ή παραπάνω από το 1980 ως το 1995. Στην Κίνα όμως, η βιομηχανική χρήση νερού αυξάνεται. Η βιομηχανική χρήση νερού στη λεκάνη του Κίτρινου Ποταμού, για παράδειγμα, που αποτελούσε το 12% περίπου του συνόλου το 1995, εκτιμάται ότι θα αυξηθεί κάπου ανάμεσα στο 21% ως το 32% του συνόλου μέχρι το 2025 (Εικόνα 9.5β). Οι αναπτυσσόμενες χώρες λοιπόν αντιμετωπίζουν μια ξεχωριστή πρόκληση, καθώς το νερό έχει κρίσιμο ρόλο στην εξυπηρέτηση των ατομικών αναγκών του αυξανόμενου πληθυσμού τους και στην άρδευση των γεωργικών καλλιεργειών που τους διατρέφουν, αφήνοντας ολοένα και μικρότερες ποσότητες για βιομηχανική κατανάλωση. Παγκόσμια, αλλά ιδιαίτερα στις αναπτυσσόμενες χώρες, η σχεδίαση των βιομηχανικών διεργασιών με τρόπους που θα χρησιμοποιούν το νερό με μεγάλη φειδώ θα αποκτά όλο και μεγαλύτερη προτεραιότητα.



(α)



	1995	ΙΔΙΟ	ΤΕΧ	ΑΞΙΕΣ
ΑΡΔ	3.14E + 10	3.73E + 10	2.73E + 10	2.71E + 10
ΒΙΟ	4.86E + 09	1.24E + 10	1.44E + 10	1.75E + 10
ΟΙΚ	3.24E + 09	8.92E + 09	9.26E + 09	1.03E + 10

(β)

Εικόνα 9.5

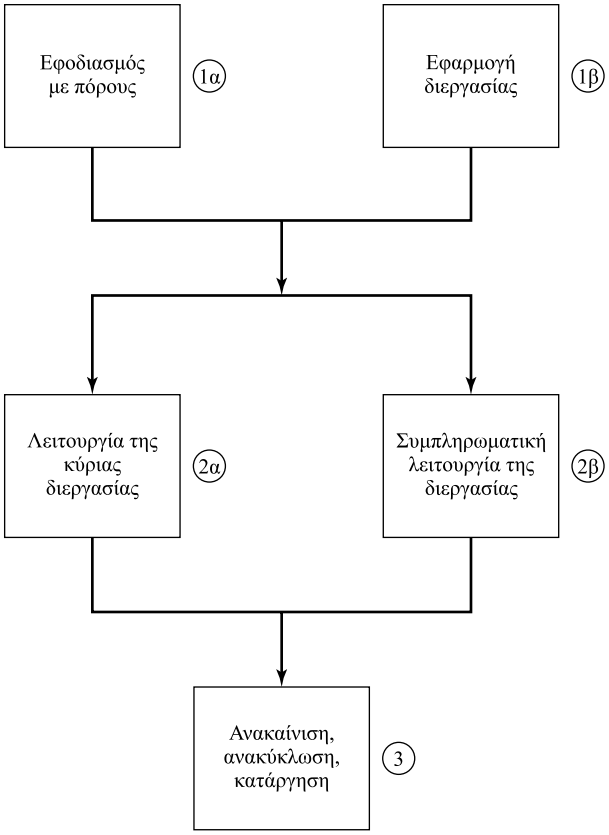
(α) Τάσεις στη χρήση νερού στις Ηνωμένες Πολιτείες, 1960–1995. Ανατύπωση από την εργασία των W.B. Solley, R.R. Pierce, και H.A. Perlman, *Estimated Use of Water in the United States in 1995,* Δελτίο 1200, Denver, CO: U.S. Γεωλογική έρευνα, 1998. (β) Τρέχουσα χρήση νερού στη λεκάνη του Κίτρινου Ποταμού στην Κίνα το 1995 και προβλεπόμενη χρήση νερού για τρία σενάρια το έτος 2025: Χρήση με τον ίδιο γνωστό τρόπο (ΙΔΙΟ), Τεχνολογικός, οικονομικός και ιδιωτικός τομέας (ΤΕΧ), και Αξίες και τρόπος ζωής (ΑΞΙΕΣ). (Από τη μελέτη των K. Strzepek και A. Holt, Local scale implications of the world water scenarios: A case study of water management in the Yellow River Basin in China, *China Water Vision,* The Hague, The Netherlands: Second World Water Forum, σελ. 77–88, 2000).

9.4 Ο ΚΥΚΛΟΣ ΖΩΗΣ ΜΙΑΣ ΔΙΕΡΓΑΣΙΑΣ

Όπως τα προϊόντα έτσι και οι βιομηχανικές διεργασίες έχουν κύκλους ζωής, αν και τα συστατικά μέρη των κύκλων εδώ είναι διαφορετικά. Τα στάδια της ζωής των διαδικασιών διακρίνονται σε τρεις εποχές (Εικόνα 9.6): Ο εφοδιασμός των πόρων και η εφαρμογή της διεργασίας γίνονται ταυτόχρονα· η λειτουργία της κύριας και της συμπληρωματικής διεργασίας γίνονται επίσης ταυτόχρονα· η ανακαίνιση, η ανακύκλωση, και η κατάργησή της είναι το στάδιο του τέλους της ζωής της. Τα χαρακτηριστικά αυτών των σταδίων περιγράφονται παρακάτω.

9.4.1 Εφοδιασμός με πόρους

Το πρώτο στάδιο του κύκλου ζωής κάθε διεργασίας είναι ο εφοδιασμός με τα υλικά που θα χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή των αναλώσιμων πόρων που είναι απαραίτητοι σε όλη τη διάρκεια της ζωής της διεργασίας που εξετάζεται. Ένας παράγοντας είναι η προέλευση των υλικών, τα οποία σε πολλές περιπτώσεις προέρχονται από φυσικά αποθέματα. Εναλλακτικά είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν και ανακυκλωμένα υλικά. Αυτό μπορεί να είναι προτιμότερο από τη χρήση παρθένων



Εικόνα 9.6
Τα στάδια του κύκλου της ζωής μιας βιομηχανικής διεργασίας.

υλικών, επειδή με τα ανακυκλωμένα αποφεύγεται η όχληση του περιβάλλοντος, την οποία συνεπάγεται η χρήση των παρθένων υλικών. Επιπλέον, η ανακύκλωση των υλικών παράγει συνήθως λιγότερα στερεά, υγρά και αέρια κατάλοιπα σε σχέση με την εξόρυξη παρθένων υλικών. Από την άλλη όμως πρέπει να λαμβάνονται πάντα υπόψη και συμβιβασμοί, ειδικά στη χρήση ενέργειας, και η κατάλληλη επιλογή πρέπει να εξετάζεται κατά περίπτωση. Ένα άλλο ζήτημα είναι οι μέθοδοι που θα χρησιμοποιηθούν για την προετοιμασία των υλικών για τη διεργασία. Για παράδειγμα, ανεξάρτητα από την πηγή προέλευσης ενός φύλλου λαμαρίνας που πρόκειται να διαμορφωθεί ώστε να αποτελέσει ένα εξάρτημα, η ίδια η διαμόρφωση και ο καθαρισμός της λαμαρίνας και η συσκευασία του εξαρτήματος θα πρέπει να γίνονται με τρόπο περιβαλλοντικά υπεύθυνο. Οι λειτουργίες των προμηθευτών είναι λοιπόν και αυτές ένα θέμα προς εξέταση καθώς σχεδιάζεται η διεργασία και αργότερα, όταν χρησιμοποιείται.

9.4.2 Εφαρμογή διεργασίας

Ταυτόχρονη με τον εφοδιασμό με τους πόρους είναι και η διαδικασία εφαρμογής της διεργασίας, κατά την οποία εξετάζονται οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις των δραστηριοτήτων που είναι αναγκαίες προκειμένου να λειτουργήσει. Αυτές οι δραστηριότητες περιλαμβάνουν κυρίως την κατασκευή και την εγκατάσταση του εξοπλισμού της διεργασίας, καθώς και την εγκατάσταση άλλων βοηθητικών αλλά απαραίτητων στοιχείων, όπως σωληνώσεων, μεταφορικών ταινιών, αγωγών απαγωγής αερίων και άλλων.

9.4.3 Λειτουργία της κύριας διεργασίας

Μια διεργασία θα πρέπει να σχεδιάζεται με τρόπο που να υπάρχει περιβαλλοντική υπευθυνότητα κατά τη λειτουργία της. Μια τέτοια διεργασία θα πρέπει ιδανικά να περιορίζει τη χρήση επικίνδυνων υλικών, να μειώνει την κατανάλωση ενέργειας, να αποφεύγει ή να περιορίζει τη δημιουργία στερεών, υγρών, και αερίων καταλοίπων, και να διασφαλίζει ότι οποιαδήποτε κατάλοιπα που αναπόφευκτα παράγονται θα μπορούν να χρησιμοποιούνται αλλού στην οικονομία. Οι προσπάθειες θα πρέπει να κατευθύνονται στο σχεδιασμό διεργασιών των οποίων τα δευτερεύοντα προϊόντα θα είναι δυνατόν να πωλούνται σε τρίτους ή να χρησιμοποιούνται σε άλλες διεργασίες μέσα στην ίδια εγκατάσταση. Ιδιαίτερα θα πρέπει να αποφεύγεται η παραγωγή καταλοίπων των οποίων οι επικίνδυνες ιδιότητες καθιστούν δύσκολη την ανακύκλωση ή τη διάθεσή τους. Επειδή οι πετυχημένες διεργασίες μπορεί να διαδοθούν ευρέως σε έναν ολόκληρο βιομηχανικό τομέα, θα πρέπει να σχεδιάζονται έτσι ώστε να λειτουργούν αποδοτικά κάτω από ποικίλες συνθήκες.

Ένας ανέφικτος στόχος –αλλά χρήσιμος οδηγός– θα ήταν, κάθε μόριο που εισέρχεται σε μια βιομηχανική διεργασία να την εγκαταλείπει ενσωματωμένο σε ένα προϊόν που να μπορεί να πουληθεί. Η ενστικτώδης αντίληψη ότι αυτός ο στόχος δεν είναι ρεαλιστικός δεν είναι αναγκαστικά σωστή: Ορισμένες από τις σημερινές βιομηχανικές διεργασίες, όπως η *επίταξη μοριακής δέσμης* (molecular beam epitaxy) πλησιάζουν αυτόν το στόχο και θα τον πλησιάσουν ακόμη περισσότερο στο μέλλον.

9.4.4 Λειτουργία συμπληρωματικής διεργασίας

Συχνά εμφανίζεται η περίπτωση όπου ένας αριθμός βιομηχανικών διεργασιών σχηματίζουν μια συμβιωτική σχέση, όπου δηλαδή καθεμία προϋποθέτει και εξαρτάται από την ύπαρξη των άλλων. Θα πρέπει λοιπόν μια περιεκτική αξιολόγηση διεργασιών να εξετάζει τα περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά όχι μόνο της κύριας διεργασίας, αλλά και των συμπληρωματικών της που προηγούνται ή έπονται. Για παράδειγμα, μια διεργασία οξυγονοκόλλησης προϋποθέτει μια προηγούμενη διαδικασία καθαρισμού των μετάλλων, στην οποία συνήθως χρησιμοποιούνται χλωροφθοράνθρακες που καταστρέφουν το στρώμα του όζοντος. Παρομοίως, μια διεργασία κασσιτεροκόλλησης ακολουθείται από μια διαδικασία καθαρισμού για την απομάκρυνση του διαβρωτικού επιστρώματος της κόλλησης. Αυτό το βήμα απαιτούσε παραδοσιακά επίσης τη χρήση χλωροφθορανθράκων. Οι αλλαγές σε οποιοδήποτε στοιχείο αυτού του συστήματος –επίστρωμα, υλικό της κόλλησης ή διαλυτικό– προκαλεί συνήθως αλλαγές και στα άλλα, αν πρόκειται το συνολικό σύστημα να συνεχίσει να αποδίδει ικανοποιητικά. Ο υπεύθυνος σχεδιαστής της κύριας διεργασίας θα πρέπει να εξετάζει το βαθμό στον οποίο η διεργασία του δημιουργεί περιβαλλοντικές δυσκολίες στις υπόλοιπες συμπληρωματικές διεργασίες, τόσο στην εφαρμογή τους όσο και στη λειτουργία τους.

9.4.5 Ανακαίνιση, ανακύκλωση, κατάργηση

Όλος ο εξοπλισμός μιας διεργασίας κάποτε θα αχρηστευθεί. Θα πρέπει επομένως να είναι σχεδιασμένος έτσι ώστε να βελτιστοποιείται η αποσυναρμολόγηση και η επαναχρησιμοποίησή του, είτε σε μορφή υπομονάδων (που είναι προτιμότερο) είτε ως υλικών. Με αυτή την έννοια, ο εξοπλισμός μιας διεργασίας υπόκειται στις ίδιες μελέτες και προτάσεις που εφαρμόζονται σε κάθε προϊόν: υλικών που να αποσυνδέονται γρήγορα, επισήμανση του είδους των πλαστικών και ούτω καθεξής. Πολλές από αυτές τις σχεδιαστικές αποφάσεις λαμβάνονται από την επιχείρηση κατασκευής του εξοπλισμού που μπορεί να μην είναι η ίδια που τον χρησιμοποιεί, αλλά ο σχεδιαστής της διεργασίας είναι σε θέση να ελέγξει ή να επηρεάσει πολλές ενέργειες ανακύκλωσης περιβαλλοντικά ευαίσθητων τμημάτων του εξοπλισμού με την επιλογή συγκεκριμένων χαρακτηριστικών του σχεδιασμού της αρχικής διεργασίας.

Ένα κλασικό παράδειγμα των επιπτώσεων της παράλειψης της σχεδίασης για ανακύκλωση είναι η πλατφόρμα πετρελαίου Brent Spar. Αυτή η εγκατάσταση στη Βόρεια Θάλασσα σχεδιάστηκε και κατασκευάστηκε στη δεκαετία του 1960, πολύ πριν από την ανάπτυξη της αντίληψης για σχεδίαση που να επιτρέπει την ανακύκλωση, και χρησιμοποιήθηκε ως προσωρινός σταθμός αποθήκευσης αργού πετρελαίου για την εν συνεχεία μεταφόρτωση και μεταφορά του στα διυλιστήρια. Το 1995, μετά από προσεκτική εξέταση των εναλλακτικών δυνατοτήτων, η Royal Dutch Shell αποφάσισε τη βύθιση της ήδη τότε αχρηστευμένης πλατφόρμας στον Ατλαντικό Ωκεανό έξω από τις δυτικές ακτές της Σκωτίας. Αυτή η ενέργεια έγινε αντιληπτή από την Greenpeace, άλλες περιβαλλοντικές οργανώσεις και από τους περισσότερους πολίτες της Δυτικής Ευρώπης ως αντιπροσωπευτική της σπάταλης κοινωνίας και της περιφρόνησης της βιομηχανίας προς το περιβάλλον. Για αρκετές εβδομάδες, καθώς γινόταν ανταλλαγή απόψεων και σκάφη της Greenpeace είχαν

περικυκλώσει την πλατφόρμα, οι πωλήσεις βενζίνης της Shell έπεσαν απότομα. Τελικά, υποχωρώντας στις πιέσεις, η Shell συμφώνησε να ρυμουλκήσει την πλατφόρμα στην ακτή και να πληρώσει πολλά χρήματα για να την κόψει σε κομμάτια, να επεξεργαστεί κατάλληλα τα κατάλοιπα του πετρελαίου και να ανακυκλώσει τα μέταλλα. Δεν έπαιξε κανένα ρόλο ότι η συνολικά προτιμώμενη περιβαλλοντικά επιλογή (αν συνυπολογιστούν η ενέργεια, η έκθεση σε επικίνδυνα υλικά και η χρήση ανακυκλωμένων υλικών) μπορεί να ήταν η βύθιση που αρχικά προτάθηκε. Γεγονός παραμένει ότι η Shell κατέβαλε τεράστιο κόστος, τόσο χρηματικό όσο και από άποψη δημοσίων σχέσεων, για την παράλειψή της να εξετάσει το τελικό στάδιο της ζωής της πλατφόρμας.

9.5 ΜΕΘΟΔΟΣ ΤΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΔΙΕΡΓΑΣΙΩΝ

Η ανάλυση μιας διεργασίας ξεκινάει με τη συλλογή δεδομένων και την εστίαση σε τρεις τομείς: (1) την ίδια την κύρια διεργασία, (2) τον εξοπλισμό που θα χρησιμοποιηθεί σε αυτήν και (3) τις πληροφορίες σχετικά με τις συμπληρωματικές διεργασίες. Όλες οι πληροφορίες θα πρέπει να είναι κατά το δυνατόν ποσοτικές –εφόσον η ποσοτικοποίηση μπορεί να γίνει γρήγορα– αλλά πολλά μπορούν να γίνουν και με ποιοτικά δεδομένα και ο αναλυτής δεν θα πρέπει να βαλτώσει προσπαθώντας να ποσοτικοποιήσει με ακρίβεια τα πάντα.

Αφού συγκεντρωθούν τα δεδομένα, μπορούν να χρησιμοποιηθούν λίστες ελέγχου για να γίνουν αξιολογήσεις. Όπως και προηγουμένως, ο στόχος είναι να γίνουν βελτιώσεις και όχι η απορρόφηση από την κινούμενη άμμο της προσπάθειας να κάνουμε μια τέλεια δουλειά αποτίμησης. Το αποτέλεσμα θα πρέπει να είναι ένας κατάλογος προτάσεων με σειρά προτεραιότητας.

9.5.1 Η ίδια η διεργασία

Η ανάλυση της ίδιας της διεργασίας αρχίζει με τη μελέτη της πραγματικής λειτουργίας της. Είναι σχεδόν βέβαιο ότι η διεργασία χρειάζεται ενέργεια. Ποια είναι η πηγή της ενέργειας; Μπορεί να χρησιμοποιηθεί λιγότερη ενέργεια ή μια πιο ήπια μορφή ενέργειας; Είναι δυνατή η ανάκτηση της ενέργειας ή η συμπαραγωγή της; Μια διεργασία χρειάζεται συχνά χημικές ουσίες. Αν ναι, τι χημικά χρησιμοποιούνται; Μήπως αυτά είναι επικίνδυνα για τους ανθρώπους, για άλλα βιολογικά είδη ή για τα οικοσυστήματα; Προέρχονται τα χημικά από παρθένες πηγές ή είναι προϊόντα ανακύκλωσης; Αν συμβαίνει το δεύτερο, ποιες είναι οι διαθέσιμες πηγές και μέθοδοι ανακύκλωσης;

Αλλά και οι εκροές χρειάζονται επίσης ανάλυση. Ποια είναι τα χημικά υποπροϊόντα της διεργασίας, αν υπάρχουν τέτοια; (Σημειώστε ότι υποπροϊόντα μπορούν να παραχθούν χωρίς εισροή χημικών, επειδή αυτά μπορεί να προέρχονται από την εισερχόμενη πρώτη ύλη, όπως π.χ. κατά τη λειτουργία της τόρνευσης). Αν καταναλώνεται ενέργεια είναι πολύ πιθανόν να εκλύεται θερμότητα. Είναι ο εξοπλισμός της διεργασίας καλά μονωμένος ώστε να χάνεται ελάχιστη θερμότητα; Εναλλακτικά, υπάρχει διάταξη σύλληψης και αξιοποίησης της θερμότητας με κάποιον τρόπο, π.χ. για τη θέρμανση διπλανών γραφείων; (Αξίζει να σημειώσουμε ότι τα περισσότερα νοικοκυριά, γραφεία και οι μη οχληρές εμπορικές λειτουργίες απο-

ΔΕΥΤΕΡΗ ΑΜΕΡΙΚΑΝΙΚΗ ΕΚΔΟΣΗ

ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΟΙΚΟΛΟΓΙΑ

T.E. GRAEDEL • B.R. ALLENBY

Η πρώτη αμερικανική έκδοση αυτού του βιβλίου έδωσε ουσιαστικά τον ορισμό του νέου πεδίου της βιομηχανικής οικολογίας — της αναδιάρθρωσης της τεχνολογικής δραστηριότητας με τέτοιον τρόπο ώστε να περιλαμβάνει και περιβαλλοντικά ζητήματα. Σε αυτή τη δεύτερη αμερικανική έκδοση έχουν ενημερωθεί πολλά από τα ενδιαφέροντα θέματα που είχαν εξεταστεί σε εκείνη την πρώτη έκδοση, όπως

- η αποτίμηση του κύκλου ζωής
- ο περιβαλλοντικός σχεδιασμός προϊόντων
- η ένταξη περιβαλλοντικών ζητημάτων στην ανάπτυξη προϊόντων
- η υιοθέτηση της βιομηχανικής οικολογίας από τις επιχειρήσεις
- οι προϋπολογισμοί και οι κύκλοι

Επιπλέον, η νέα έκδοση περιλαμβάνει ολόκληρα κεφάλαια για θέματα που έχουν γίνει (ή γίνονται όλο και πιο) σημαντικά σε αυτόν τον τομέα, όπως

- η εφαρμογή του βιολογικού μοντέλου στα βιομηχανικά συστήματα
- η κατάσταση των πόρων
- η μετάβαση της οικονομίας από τα προϊόντα στις υπηρεσίες
- η ανάλυση συστημάτων
- οι τεχνικές και η διαχείριση των Γήινων συστημάτων

Αυτή η νέα έκδοση του βιβλίου, ενώ εξακολουθεί να αποτελεί ένα πολύτιμο πρακτικό βοήθημα για τους σχεδιαστές προϊόντων και τα στελέχη επιχειρήσεων, είναι ταυτόχρονα οδηγός αναφοράς για το ευρύτερο έργο της αντιστοίχισης της κοινωνικής εξέλιξης σε έναν πιο αειφόρο κόσμο, αιτιολογώντας έτσι τον ορισμό της βιομηχανικής οικολογίας ως «η επιστήμη και τεχνολογία της αειφορίας».

εκδόσεις ΚΛΕΙΔΑΡΙΘΜΟΣ
Δομικού 4, Σταθμός Λαρίσης, 10440 ΑΘΗΝΑ, Τηλ. 210-5237535

Επισκεφθείτε μας στο Internet
www.klidarithmos.gr

ISBN 978-960-461-202-4
9 789604 612024