Πανεπιστήμιο Πατρών
Τμήμα Μηχανολόγων & Αεροναυπηγών Μηχανικών

Διδακτορική Διατριβή

*Περί συστημικών παρεμβάσεων
σε αειφόρα βιομηχανικά οικοσυστήματα
υπό το πρίσμα της
κοινωνικοτεχνικής προσέγγισης*

Γιάννης Μουζακίτης

Πάτρα
Δεκέμβριος 2008

University of Patras
Mechanical Engineering & Aeronautics Department

Doctoral Thesis

*On systemic interventions
in sustainable industrial ecosystems:
a sociotechnical approach*

Yannis Mouzakitīs

Patras
December 2008

*στη μνήμη του
Δημήτρη Ελευθερίου*

Ευχαριστίες

Η εκπόνηση της διατριβής δε θα είχε ξεκινήσει, συνεχισθεί και ολοκληρωθεί τελικά με επιτυχία, χωρίς την (επιστημονική, ψυχολογική και υλική) στήριξη των γονιών, των δασκάλων και των φίλων μου, τους οποίους και ευχαριστώ θερμά. Κοιτάζοντας όμως πίσω, νιώθω ότι χρωστάω ιδιαίτερη ευγνωμοσύνη σε εκείνους που με τον τρόπο τους με απέτρεψαν από το να διακόψω την εν λόγω προσπάθεια, σε ιδιαίτερα φορτισμένες περιόδους.

Περίληψη

Η ανάπτυξη βιομηχανικών οικοσυστημάτων αποτελεί τη βασική κατεύθυνση της *βιομηχανικής οικολογίας*, η οποία προβάλλει ως ένα από τα πλέον ολοκληρωμένα μοντέλα αειφόρου ανάπτυξης. Η διδακτορική διατριβή αφορά στις συστημικές παρεμβάσεις που απαιτούνται για τη δημιουργία, συντήρηση και ανάπτυξη *βιομηχανικών οικοσυστημάτων* ή *τεχνολογικών θυλάκων* όπως ορίζονται υπό το πρίσμα της κοινωνικοτεχνικής προσέγγισης. Προς αυτήν την κατεύθυνση, η εργασία αποτελεί μια καινοτόμο προσπάθεια, η οποία εστιάζει (σε μικρό και μεγάλο επίπεδο) στα προβλήματα που εμφανίζονται και στις παρεμβάσεις που απαιτούνται κατά τη μετάβαση προς ένα νέο οικοβιομηχανικό τεχνολογικό καθεστώς. Η διατριβή στοχεύει κυρίως στη παραγωγή θεωρίας και καθοδηγητικών πλαισίων σχετικά με τη διαδικασία μετάβασης προς το οικοβιομηχανικό παράδειγμα μέσω δευτερογενούς ανάλυσης υφιστάμενων περιπτώσεων και εφαρμογής θεωρητικών εργαλείων από τα πεδία της *συστημικής επιστήμης* και των *σπουδών τεχνολογίας και επιστήμης*.

Αρχικά, το βιομηχανικό οικοσύστημα αντιμετωπίζεται ως *σύστημα*, δηλαδή ως σύνολο μερών τα οποία παρουσιάζουν αναδυόμενες ιδιότητες, και αναλύεται με τη βοήθεια θεμελιωδών συστημικών χαρακτηριστικών. Στη συνέχεια, το βιομηχανικό οικοσύστημα αντιμετωπίζεται ως *οργάνωση*, δηλαδή ως μια συγκροτημένη ομάδα εμπλεκομένων που στοχεύουν στην πραγμάτωση συγκεκριμένων στόχων, και αναλύονται τα προβλήματα που ανακύπτουν κατά το σχεδιασμό και την υλοποίηση των απαιτούμενων παρεμβάσεων. Τέλος, σε μια συνθετική οπτική, το βιομηχανικό οικοσύστημα αντιμετωπίζεται ως ένα νέο *τεχνολογικό καθεστώς*, δηλαδή ως ένα σύνολο πεποιθήσεων, κανόνων και τεχνολογιών που ρυθμίζει και διαμορφώνει τη βιομηχανική δραστηριότητα, και εξετάζεται η μετάβαση προς ένα οικοβιομηχανικό σύστημα παραγωγής, υπό το πρίσμα της κοινωνικοτεχνικής προσέγγισης, μέσω συστημικών παρεμβάσεων σε σχετικούς τεχνολογικούς θύλακες.

Στη διατριβή προτείνονται ερμηνευτικά και καθοδηγητικά πλαίσια, τα οποία σε μικρό επίπεδο μπορούν να εφαρμοσθούν στη διαχείριση και ανάπτυξη υφιστάμενων βιομηχανικών οικοσυστημάτων, ενώ σε μεγάλο επίπεδο, μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη χάραξη στρατηγικών πολιτικών οικοβιομηχανικής ανάπτυξης.

Abstract

This thesis concerns the systemic interventions required for the development, maintenance and diffusion of *industrial ecosystems* managed as technological niches under the prism of the socio-technical approach. Towards this end, it is an innovative effort that concentrates on the issues emerged and on the interventions required in the transition towards a novel eco-industrial technological regime. The main contribution of the research reported is the development of theoretical constructs, as well as a normative framework for the transition process towards an eco-industrial paradigm. Methodologically, the analysis was based on a secondary research approach and application of theoretical tools from the disciplines of *Systems Science* and *Science and Technology Studies*.

Initially, the industrial ecosystem was considered as a *system* and was analysed through fundamental systems concepts. Following, it was approached as an *organization*, and the associated problems of its transition process were analyzed. Finally, towards a more synthetic view, industrial ecosystems were considered as the constituent parts of a novel *socio-technical regime* of productions systems. The transition towards such an eco-industrial regime was analyzed through systemic interventions in technological niches by reference to existing industrial ecosystems.

The thesis proposes explanatory and prescriptive frameworks for the design of the necessary interventions. At a micro level, the frameworks developed can be applied to the management and further development of existing industrial ecosystems, while at a macro level, they can be used by policy makers in the development of strategies aiming at the diffusion of the eco-industrial paradigm.

“the world is made for man, not man for the world”

Francis Bacon (1620)

*“it’s the end of the world as we know it,
and I feel fine...”*

REM (1987)

Πρόλογος

Το 1962 κυκλοφόρησε το βιβλίο *Silent Spring*, όπου η Αμερικανίδα βιολόγος Rachel Carson υποστήριξε ότι η αδιάκριτη χρήση γεωργικών φαρμάκων μπορεί τελικά να εξοντώσει όλα τα πτηνά, με αποτέλεσμα να φτάσει κάποτε μια άνοιξη, στην οποία να μην ακούγονται τα κελαηδίσματα των πουλιών. Χάρη σε αυτό το βιβλίο, ένα μεγάλο μέρος του κόσμου (συμπεριλαμβανομένης και της επιστημονικής κοινότητας) αντιλήφθηκε για πρώτη φορά τους κινδύνους που απειλούν το περιβάλλον...

Μια δεκαετία αργότερα, το 1972 στη *Συνδιάσκεψη για το Περιβάλλον*, που διεξήχθη στη Στοκχόλμη, όταν τα Ηνωμένα Έθνη ανέπτυξαν μια λίστα με συγκεκριμένα και ορατά ζητήματα όπως όξινη βροχή, ρύπανση, μείωση δασών και βιοποικιλότητας, δεν είχαν ιδέα ότι άγγιζαν τη κορυφή ενός παγόβουνου. Σήμερα, τριανταέξι χρόνια μετά τη Συνδιάσκεψη της Στοκχόλμης, τα Ηνωμένα Έθνη υπολογίζουν ότι με τους υφιστάμενους ρυθμούς κατανάλωσης, από το 2050 και μετά θα χρειαζόμαστε τους φυσικούς πόρους ενός δευτέρου πλανήτη¹. Δεδομένου ότι είναι δύσκολη (τουλάχιστον σε βάθος σαράντα χρόνων) μια διαπλανητική μετακόμιση, ο άνθρωπος θα πρέπει να αναζητήσει άλλους τρόπους διεξόδου...

Ένας από τους θεμελιωτές της σύγχρονης οικολογίας, ο Eugene Odum, περιέγραψε το σύγχρονο αναπτυξιακό αδιέξοδο (φωτογραφίζοντας παράλληλα και τον τρόπο διαφυγής) μέσω μιας εξαιρετικά απλής διατύπωσης: *‘οτιδήποτε αναπτύσσεται, γρήγορα, τυχαία και χωρίς σεβασμό στους μηχανισμούς που το υποστηρίζει, αργά ή γρήγορα θα ξεπεράσει τις υποδομές που είναι αναγκαίες για την ίδια του την ανάπτυξη και θα οδηγηθεί στην καταστροφή’*...

Η συγκεκριμένη εργασία εστιάζει στο πολύπλοκο σύμπλεγμα δραστηριοτήτων και επιπτώσεων που περιγράφεται από τον όρο *‘ανάπτυξη’*. Τα ερεθίσματα για την εκπόνηση της διατριβής είναι πολλά και μπορούν να διατυπωθούν με αναφορές στην σύγχρονη ελληνική πραγματικότητα (ανίχνευση

¹ Βλέπε σχετικό άρθρο με τίτλο ‘Καταναλώνουμε περισσότερο από όσο παράγει η φύση’ στην εφημερίδα *Τα ΝΕΑ* (23/9/2008).

εξασθενούς χρωμίου στον Ασωπό, αυξημένα κρούσματα καρκίνου σε περιοχές που γειτνιάζουν με εργοστάσια της ΔΕΗ κλπ.) ή ακόμα και στην υφιστάμενη κατάσταση του πλανήτη (ερημοποίηση, φαινόμενο του θερμοκηπίου κλπ.). Ανεξάρτητα πάντως από τον τρόπο διατύπωσης και το επίπεδο ανάλυσης, ο κατάλογος με τα ερεθίσματα ήταν, είναι και θα συνεχίσει να παραμένει ανεξάντλητος...

Η παρούσα διατριβή αποτελεί ένα πολύ μικρό πόνημα που εντάσσεται σε μια τεράστια προβληματική: εκείνη της αλληλεπίδρασης της ανθρώπινης δραστηριότητας με το φυσικό περιβάλλον. Ανάμεσα στις πολυάριθμες εναλλακτικές προσεγγίσεις που έχουν κατά καιρούς προταθεί, η διατριβή εστιάζει στην ιδέα της *βιομηχανικής οικολογίας*, μια έννοια η οποία σε πρώτη ανάγνωση ακούγεται οξύμωρη και αντιφατική, καθώς η πρώτη αντίδραση είναι αυτονόητη: πως είναι δυνατόν να συνυπάρξουν αρμονικά η φύση και η βιομηχανία; Η απάντηση βρίσκεται στη δημιουργία βιομηχανικών οικοσυστημάτων, στην ανάπτυξη δηλαδή βιομηχανικών δομών, υποδομών και σχέσεων, οι οποίες θα λειτουργούν με τρόπους ανάλογους με εκείνους των (αποδεδειγμένα αειφόρων) φυσικών οικοσυστημάτων. Με άλλα λόγια, η εφαρμογή των αρχών λειτουργίας της φύσης στο σχεδιασμό βιομηχανικών συστημάτων, μπορεί να αποτελέσει μια πιθανή διέξοδο από την υφιστάμενη (οικονομική, περιβαλλοντική και κοινωνική) κρίση...

Μετά από τη σχετική επεξήγηση, η ιδέα του βιομηχανικού οικοσυστήματος δεν είναι πλέον αντιφατική, αλλά φαντάζει ανεφάρμοστη στην πράξη και ουτοπική. Όσο ουτοπικά και ανεφάρμοστα ήταν τα ταξίδια στο διάστημα πριν πενήντα ή εκατό χρόνια ή η ανάπτυξη του διαδικτύου πριν από είκοσι χρόνια. Σε κάθε περίπτωση, το σίγουρο είναι ότι η βιομηχανική οικολογία αποτελεί ένα όραμα που τοποθετείται εκτός του υφιστάμενου τεχνολογικού παραδείγματος. Και είναι εξαιρετικά σπάνιο το φαινόμενο κατά το οποίο η διέξοδος από μια σύνθετη προβληματική κατάσταση να εμφανίζεται στα πλαίσια του ίδιου του συστήματος που την έχει δημιουργήσει. Η ιστορία έχει

δείξει, ότι τις περισσότερες φορές απαιτείται η αλλαγή του καθεστώτος και η μετάβαση προς ένα νέο...

Κλείνοντας, θα ήθελα να σημειώσω πως η μοναδική οικονομική ενίσχυση για την εκπόνηση της συγκεκριμένης διατριβής, η οποία ξεκίνησε το Νοέμβριο του 2002 και ολοκληρώθηκε μετά από πολυετή περιπλάνηση το Νοέμβριο του 2008, προήλθε από τις πιστώσεις του Ταμείου Συντάξεων Μηχανικών και Εργοληπτών Δημοσίων Έργων (ΤΣΜΕΔΕ). Η συγκεκριμένη ενίσχυση μου έδωσε τη δυνατότητα συμμετοχής και παρουσίασης εργασιών σε διεθνή συνέδρια, αλλά δυστυχώς, εδώ και ένα χρόνο έχει διακοπεί, καθώς σύμφωνα με πρόσφατη γνωμάτευση του Ελεγκτικού Συνεδρίου, *‘ο μεταπτυχιακός φοιτητής δε συνδέεται με οποιαδήποτε σχέση με το Πανεπιστήμιο και επομένως δεν αποτελεί προσωπικό αυτού’...*

Γιάννης Μουζακίτης
Πάτρα, Νοέμβρης 2008

Περιεχόμενα

Περίληψη.....	9
Πρόλογος.....	13
Περιεχόμενα.....	17
Ευρετήρια πινάκων & σχημάτων.....	21
1. Εισαγωγή.....	25
1.1 Περιγραφή του προβλήματος.....	26
1.2 Μεθοδολογία εκπόνησης.....	27
1.3 Θεματολογία & Διάρθρωση.....	32
1.4 Συνεισφορά διατριβής.....	34
1.5 Σύνοψη.....	35
2. Το παράδειγμα της βιομηχανικής οικολογίας.....	37
2.1 Εισαγωγή.....	38
2.2 Προσεγγίζοντας την αειφορία.....	38
2.2 Η μεταφορά του οικοσυστήματος.....	40
2.3 Βιομηχανική Οικολογία: θεωρητική θεμελίωση.....	44
2.4 Η έννοια του βιομηχανικού οικοσυστήματος.....	51
2.5 Βιομηχανική Οικολογία: πρακτικές εφαρμογές	56
2.6 Σύνοψη.....	60
3. Η συστημική θεώρηση	61
3.1 Εισαγωγή.....	62
3.2 Η αναγκαιότητα της συστημικής σκέψης.....	63
3.3 Η συστημική γλώσσα.....	64
3.4 Σκληρές και μαλακές προσεγγίσεις.....	67
3.5 Συστημική επίλυση οργανωσιακών προβλημάτων.....	69
3.6 Σύνοψη.....	74
4. Η προσέγγιση των κοινωνικοτεχνικών συστημάτων.....	75
4.1 Εισαγωγή.....	76
4.2 Σπουδές Επιστήμης & Τεχνολογίας.....	76
4.3 Η αναγκαιότητα της κοινωνικοτεχνικής προσέγγισης.....	79

4.4	Τεχνολογικές μεταβάσεις & συστημικές καινοτομίες.....	82
4.5	Θεωρητικά Εργαλεία.....	85
4.6	Σύνοψη	88
5.	Συστημική σκέψη στα βιομηχανικά οικοσυστήματα.....	89
5.1	Εισαγωγή	90
5.2	Οι υφιστάμενες προσεγγίσεις.....	90
5.3	Η αναγκαιότητα της συστημικής σκέψης.....	93
5.4	Σκοπός & Στόχοι.....	95
5.5	Όρια & Περιβάλλον.....	97
5.6	Στοιχεία & εμπλεκόμενοι.....	100
5.7	Εισροές & εκροές.....	105
5.8	Ανάδυση (συνέργεια).....	107
5.9	Ιεραρχία.....	113
5.10	Δομή & Οργάνωση.....	114
5.11	Έλεγχος & Επικοινωνία.....	120
5.12	Δυναμική (εξέλιξη).....	121
5.13	Το προτεινόμενο πλαίσιο εργασίας.....	125
5.14	Συζήτηση.....	126
5.15	Σύνοψη.....	127
6.	Πλουραλιστικές παρεμβάσεις στα βιομηχανικά οικοσυστήματα.....	129
6.1	Εισαγωγή.....	130
6.2	Οι υφιστάμενες προσεγγίσεις.....	131
6.3	Η αναγκαιότητα της πλουραλιστικής συστημικής παρέμβασης.....	134
6.4	Το προτεινόμενο πλαίσιο εργασίας.....	137
6.5	Το σύστημα προβληματικού πλαισίου.....	139
6.6	Το σύστημα παρέμβασης.....	141
6.7	Το σύστημα νοητικών πόρων.....	143
6.8	Όψεις Βιομηχανικών Οικοσυστημάτων.....	145
6.9	Εφαρμογή συστημικών μεθοδολογιών.....	154
6.10	Συζήτηση.....	158
6.11	Σύνοψη.....	164

7. Κοινωνικοτεχνική προσέγγιση των βιομηχανικών οικοσυστημάτων.....	165
7.1 Εισαγωγή.....	166
7.2 Υφιστάμενες προσεγγίσεις.....	167
7.3 Η αναγκαιότητα της κοινωνικοτεχνικής προσέγγισης.....	168
7.4 Η βιομηχανική οικολογία σαν ένα νέο σύστημα παραγωγής.....	170
7.5 Ο ρόλος της τεχνολογίας στο οικοβιομηχανικό σύστημα παραγωγής.....	173
7.6 Η μετάβαση προς το οικοβιομηχανικό σύστημα παραγωγής.....	175
7.7 Μελέτη του πλαισίου μετάβασης.....	177
7.8 Μελέτη διαχείρισης θυλάκων οικοβιομηχανικής ανάπτυξης.....	180
7.9 Συζήτηση.....	183
7.10 Σύνοψη.....	185
8. Συμπεράσματα.....	187
8.1 Σύνοψη.....	188
8.2 Συμπεράσματα.....	189
8.5 Προοπτικές επέκτασης.....	192
Βιβλιογραφία.....	193
I. Ξενόγλωσση.....	193
II. Ελληνική.....	233
Παραρτήματα	
I. Βιομηχανικά οικοσυστήματα στον κόσμο: συνοπτικοί πίνακες.....	236
II. Βιομηχανικά οικοσυστήματα στην Ευρώπη: μελέτες περιπτώσεων.....	244
1. Hartberg.....	245
2. Styria, Αυστρία.....	246
3. Saint-Vulbas (Parc Industriel Plaine de l'Ain-PIPA), Γαλλία.....	247
4. Wittelsheim (Sphere Eco-Industrie d'Alsace), Γαλλία.....	248
5. Heidelberg-Plaffengrund & Rhine-Neckar, Γερμανία.....	251
6. Karlsruhe (Rhine Harbour), Γερμανία.....	251
7. Redupark, Γερμανία.....	252
8. Ruhr (Emscher Park), Γερμανία.....	253
9. Schkopau (Value Park), Γερμανία.....	253
10. Herning-Ikast Industrial Park, Δανία.....	253

11. Kalundborg, Δανία.....	254
12. Crewe Business Park, Ηνωμένο Βασίλειο.....	257
13. Humber, Ηνωμένο Βασίλειο.....	258
14. Knowsley Park, Ηνωμένο Βασίλειο.....	260
15. Londonderry EIP, Ηνωμένο Βασίλειο.....	260
16. Manchester (Trafford Park), Ηνωμένο Βασίλειο.....	261
17. West Midlands, Ην. Βασίλειο.....	261
18. Torino, (Environment Park), Ιταλία.....	262
19. Arnhem (Kleeffse Waard), Ολλανδία.....	263
20. Apeldoorn (Ecofactorij), Ολλανδία.....	263
21. Dintelroord (Agro industrial complex), Ολλανδία.....	264
22. Emmen (Emmtec Industry & Business Park), Ολλανδία.....	264
23. Hardenberg (Wavin EIP), Ολλανδία.....	264
24. Rotterdam (INES project), Ολλανδία.....	265
25. Rotterdam (Shell project), Ολλανδία.....	266
26. Ter Apelkanaal (Business Park South Groningen), Ολλανδία.....	266
27. Wijster (Van Mera EIP), Ολλανδία.....	267
28. δήμος, Σουηδία.....	267
29. Landskrona, Σουηδία.....	269
30. Μονάδα επεξεργασίας συσκευασιών, Φιλανδία.....	270
31. Jyvaskyla, Φιλανδία.....	271
32. Uimajarju forest industry park, Φιλανδία.....	273
Απόδοση όρων.....	277
I. Αγγλικά → Ελληνικά.....	277
II. Ελληνικά → Αγγλικά.....	280
Σύντομο βιογραφικό σημείωμα.....	281
Λίστα επιστημονικών εργασιών.....	297

Ευρετήρια πινάκων και σχημάτων

I. Ευρετήρια πινάκων

1.1 Στόχοι μελέτης, θεωρήσεις ΒΟΣ & θεωρητικά εργαλεία.....	31
1.2 Συνεισφορά διατριβής.....	34
2.1 Ορισμοί βιομηχανικής οικολογίας.....	47
2.2 Κατευθύνσεις βιομηχανικής οικολογίας.....	50
2.3 Ορισμοί βιομηχανικού οικοσυστήματος.....	52
2.4 Ταξινομήσεις βιομηχανικών οικοσυστημάτων.....	56
3.1 Αναγωγική & Συστημική σκέψη.....	64
3.2 Σκληρές & Μαλακές Προσεγγίσεις.....	68
3.3 Τύποι προβλημάτων – 1.....	70
3.4 Τύποι προβλημάτων – 2.....	71
3.5 Σύστημα Συστημικών Μεθοδολογιών.....	72
3.6 Η μεθοδολογία της Ολικής Συστημικής Παρέμβασης.....	73
4.1 Σπουδές Επιστήμης & Τεχνολογίας.....	78
5.1 Κλάδοι οικονομικής δραστηριότητας.....	102
5.2 Βιομηχανική οικολογία & κλάδοι οικονομικής δραστηριότητας.....	102
5.3 Εμπλεκόμενοι και ρόλοι σε ένα βιομηχανικό οικοσύστημα.....	105
5.4 Εισροές & εκροές βιομηχανικών οικοσυστημάτων.....	106
5.5 Τυπολογία αναδυόμενων ιδιοτήτων.....	108
5.6 Κατηγορίες οικοβιομηχανικής συμβίωσης.....	109
5.7 Ανάδυση σε Βιομηχανικά Οικοσυστήματα στην Ευρώπη.....	111
5.8 Δομή & οργάνωση βιομηχανικών οικοσυστημάτων στην Ευρώπη.....	117
6.9: Μεταβολές οικοσυστημάτων κατά τη διάρκεια της διαδοχής.....	124
6.1 Προβλήματα οικοβιομηχανικής ανάπτυξης.....	132
6.2 Εμπλεκόμενοι και προκλήσεις οικοβιομηχανικής ανάπτυξης.....	133
6.3 Προβληματικά πλαίσια ΒΟΣ – 1.....	140
6.4 Προβληματικά πλαίσια ΒΟΣ – 2.....	140
6.5 Χαρακτηριστικά προβλήματος & επίπεδο παρέμβασης.....	142
6.6 Όψεις βιομηχανικών οικοσυστημάτων.....	147
6.7 Πλουραλιστική παρέμβαση σε ΒΟΣ: σύνθεση των τριών συστημάτων.....	159
6.8 Πλουραλιστική παρέμβαση σε ΒΟΣ: ένα φάσμα προσεγγίσεων.....	163

7.1 Παραδείγματα & χαρακτηριστικά συστημάτων παραγωγής.....	171
7.2 Εμπόδια μετάβασης σε οικοβιομηχανικό σύστημα παραγωγής.....	176
7.3 Πλαίσιο μετάβασης θυλάκων οικοβιομηχανικής ανάπτυξης.....	179
7.4 Διαχείριση στρατηγικών θυλάκων οικοβιομηχανικής ανάπτυξης.....	182
Π.1 Βιομηχανικά Οικοσυστήματα στο διαδίκτυο.....	236
Π.2 Βιομηχανικά Οικοσυστήματα στον κόσμο.....	236
Π.3 Βιομηχανικά Οικοσυστήματα στην Ευρώπη.....	237
Π.4 Βιομηχανικά Οικοσυστήματα στην Αμερική.....	241
Π.5 Βιομηχανικά Οικοσυστήματα σε Ασία και Αυστραλία.....	243
Π.6 Βιομηχανικά Οικοσυστήματα στην Ευρώπη: μελέτες περιπτώσεων.....	244
Π.7 Η βαθμιαία αλλαγή στη βιομηχανική συμβίωση του Kalundborg.....	256
Π.8 Η εξέλιξη του Uimajarju forest industry park.....	274

II. Ευρετήρια σχημάτων

1.1 Περιγραφή του προβλήματος.....	26
1.2 Μεθοδολογία εκπόνησης.....	28
1.3 Ερευνητικά ερωτήματα.....	29
1.4 Διάρθρωση διατριβής.....	32
2.1 Η βιομηχανική συμβίωση του Kalundborg.....	53
2.2 Ταξινόμηση βιομηχανικών οικοσυστημάτων.....	54
3.1 Γενική έννοια του συστήματος.....	65
3.2 Σκληρές & Μαλακές Προσεγγίσεις.....	68
3.3 Η μεθοδολογία της Ολικής Συστημικής Παρέμβασης.....	73
4.1 Συνεξελισσόμενες διαστάσεις τεχνολογικής μετάβασης.....	83
4.2 Τεχνολογική μετάβαση: μια πολυεπίπεδη προσέγγιση.....	84
4.3 Υποσυστήματα κοινωνικοτεχνικών συστημάτων.....	86
4.4 Πλαίσια μετάβασης & διαδικασίες μετασχηματισμού.....	87
5.1 Πλαίσια ανάλυσης βιομηχανικών οικοσυστημάτων.....	92
5.2 Συστημική σκέψη στα βιομηχανικά οικοσυστήματα.....	94
5.3 Περιβαλλοντική απόδοση.....	97
5.4 Αλληλεπιδράσεις περιβάλλοντος & βιομηχανικού οικοσυστήματος.....	100
5.5 Βασικά στοιχεία βιομηχανικών οικοσυστημάτων.....	101
5.6 Ιεραρχία βιομηχανικών οικοσυστημάτων.....	114

5.7 Δομές βιομηχανικών οικοσυστημάτων (με βάση το προϊόν).....	115
5.8 Δομές βιομηχανικών οικοσυστημάτων (με βάση την περιοχή).....	116
5.9 Τύποι οικοσυστημάτων και ροές υλικών.....	122
5.10 Συστημική ανάλυση ΒΟΣ – το προτεινόμενο πλαίσιο εργασίας.....	126
5.11 Χρησιμότητα της συστημικής ανάλυσης.....	127
6.1 Βιομηχανικά Οικοσυστήματα: προβλήματα & παρεμβάσεις.....	134
6.2 Σχεδιασμός συστημικών παρεμβάσεων σε ΒΟΣ.....	137
6.3 Ιεραρχική δομή προβλημάτων και παρεμβάσεων σε ΒΟΣ.....	143
6.4 το Σύστημα Νοητικών Πόρων.....	144
6.5 Όψεις βιομηχανικών οικοσυστημάτων.....	154
6.6 Χρησιμότητα της πλουραλιστικής παρέμβασης.....	162
7.1 Δομή ενός συστήματος οικοβιομηχανικής παραγωγής.....	173
7.2 Η μετάβαση προς το οικοβιομηχανικό καθεστώς – 1.....	184
7.3 Η μετάβαση προς το οικοβιομηχανικό καθεστώς – 2.....	185
Π.1 Το βιομηχανικό σύστημα του Kalundborg (Δανία).....	257
Π.2 Το βιομηχανικό σύστημα του Humber (Ην. Βασίλειο).....	259
Π.3 Το βιομηχανικό σύστημα των West Midlands (Ην. Βασίλειο).....	262
Π.4 Το βιομηχανικό σύστημα ενός δήμου (Σουηδία).....	268
Π.5 Το βιομηχανικό σύστημα της Landskrona (Σουηδία).....	270

1. Εισαγωγή

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο, δίνονται απαντήσεις στα ερωτήματα:

- Ποια είναι η περιοχή ενδιαφέροντος και ποιοι οι στόχοι της διατριβής;
- Ποια μεθοδολογία ακολουθήθηκε;
- Ποιες είναι τα ερευνητικά ερωτήματα;
- Ποιο είναι η θεματολογία των κεφαλαίων που ακολουθούν;
- Ποιοι είναι οι στόχοι και ποια η συνεισφορά της διατριβής;

1.1 Περιγραφή του προβλήματος

Η περιοχή ενδιαφέροντος της διατριβής (βλέπε σχήμα 1.1) είναι η μελέτη της μετάβασης προς ένα τεχνολογικό παράδειγμα¹ το οποίο θα διέπεται από τις αρχές της *βιομηχανικής οικολογίας* (industrial ecology). Πιο συγκεκριμένα, η διατριβή εστιάζει στη μελέτη των προβλημάτων που εμφανίζονται, αλλά και των παρεμβάσεων που απαιτούνται, τόσο σε μικρο-, όσο και σε μακρο επίπεδο. Όπως θα τεκμηριωθεί λεπτομερώς σε επόμενα κεφάλαια, η μελέτη των εν λόγω προβλημάτων και παρεμβάσεων στην υφιστάμενη βιβλιογραφία είναι είτε αποσπασματική (σε μικρο επίπεδο) είτε υποτυπώδης (σε μακρο επίπεδο).

Σχήμα 1.1: Περιγραφή του προβλήματος

Η προσέγγιση που προτείνεται είναι καινοτόμα, καθώς για πρώτη φορά η μετάβαση προς το οικοβιομηχανικό παράδειγμα μελετάται μέσω εννοιών, μεθοδολογιών και πλαισίων ανάλυσης από τα πεδία της *συστημικής επιστήμης* (systems science) και των *σπουδών επιστήμης και τεχνολογίας* (science and technology studies). Με άλλα λόγια τα εν λόγω πεδία (συστημική επιστήμη και σπουδές επιστήμης και τεχνολογίας) χρησιμοποιούνται ως ‘εργαλεία’ ανάλυσης του πεδίου της βιομηχανικής οικολογίας.

¹ Η έννοια *παράδειγμα* αντιστοιχεί στον όρο *paradigm* που εισήγαγε ο Kuhn (1962) αναφερόμενος στο σύνολο των εννοιών, νόμων, θεωριών, εφαρμογών και απόψεων από όπου πηγάζουν συμπαγείς παραδόσεις επιστημονικής έρευνας (κοπερνίκεια αστρονομία, νευτώνεια μηχανική, μοριακή ιατρική κλπ.).

Ο στόχος της διατριβής είναι η δημιουργία νέας θεωρίας στη νέα και αναπτυσσόμενη περιοχή της βιομηχανικής οικολογίας. Με άλλα λόγια, διατυπώνονται για πρώτη φορά προτάσεις, κρίσεις και ιδέες οι οποίες περιγράφουν και ερμηνεύουν την έννοια του *βιομηχανικού οικοσυστήματος* (ΒΟΣ). Με βάση τη νέα θεωρία που παράγεται, αναπτύσσονται καθοδηγητικά πλαίσια, τα οποία μπορούν να αποτελέσουν τη βάση για το σχεδιασμό παρεμβάσεων που στοχεύουν στην αντικατάσταση του υφιστάμενου τεχνολογικού παραδείγματος, από ένα νέο με οικοσυστημικά χαρακτηριστικά. Σε μικρό επίπεδο, τα καθοδηγητικά πλαίσια που αναπτύσσονται μπορούν να χρησιμοποιηθούν από φορείς διαχείρισης υφιστάμενων βιομηχανικών οικοσυστημάτων, ενώ σε ένα μακρό επίπεδο, μπορούν να φανούν χρήσιμα σε φορείς που σχετίζονται με τη χάραξη στρατηγικών περιβαλλοντικών πολιτικών.

1.2 Μεθοδολογία εκπόνησης

Όπως διατυπώθηκε στην προηγούμενη παράγραφο, η περιοχή ενδιαφέροντος της διατριβής είναι η μελέτη της μετάβασης προς ένα οικοβιομηχανικό τεχνολογικό παράδειγμα. Το γεγονός αυτό καθόρισε και το πρώτο μεθοδολογικό βήμα (βλέπε σχήμα 1.2) στην εκπόνηση της εργασίας, το οποίο ήταν η μελέτη του επιστημονικού πεδίου της βιομηχανικής οικολογίας. Η εν λόγω μελέτη επισήμανε αδυναμίες και κενά της υφιστάμενης βιβλιογραφίας, γεγονός που οδήγησε στη διατύπωση ανάλογων ερευνητικών ερωτημάτων, τα οποία με τη σειρά τους προσδιορίζουν τους βασικούς άξονες ανάλυσης της περιοχής ενδιαφέροντος. Το επόμενο βήμα ήταν η αναζήτηση των θεωρητικών εργαλείων τα οποία θα χρησιμοποιηθούν κατά τη διερεύνηση των ερωτημάτων. Τα εργαλεία αυτά ² ανήκουν στα γνωστικά αντικείμενα της *συστημικής επιστήμης* και των *σπουδών επιστήμης και τεχνολογίας*, γεγονός που οδήγησε στη μελέτη των εν λόγω προσεγγίσεων. Στη συνέχεια έγινε η σύνθεση της περιοχής ενδιαφέροντος και των θεωρητικών εργαλείων μέσα από την

² Η αναγκαιότητα για την επιλογή των συγκεκριμένων προσεγγίσεων τεκμηριώνεται στις παραγράφους 5.3, 6.3 και 7.3.

εφαρμογή υφιστάμενων αλλά και την ανάπτυξη νέων πλαισίων ανάλυσης. Τα αποτελέσματα της σύνθεσης οδήγησαν στη δημιουργία νέας θεωρίας, για την οποία μιλήσαμε στην προηγούμενη παράγραφο.

Σχήμα 1.2: Μεθοδολογία εκπόνησης

Μια πρώτη παρατήρηση, είναι ότι η μελέτη των τριών επιστημονικών περιοχών (βιομηχανική οικολογία, συστημική επιστήμη, σπουδές επιστήμης και τεχνολογίας), αφορά τόσο το θεωρητικό πλαίσιο του κάθε πεδίου, όσο και τις υφιστάμενες εφαρμογές του. Ειδικά για τις πρακτικές εφαρμογές της βιομηχανικής οικολογίας, διεξήχθη μια μεγάλης έκτασης δευτερογενής έρευνα³, τα αποτελέσματα της οποίας παρουσιάζονται στα Παραρτήματα. Με τον τρόπο αυτό, η παραγόμενη θεωρία δεν υπαγορεύεται αποκλειστικά από την ανάλυση εννοιών (με βάση τη μελέτη της σχετικής βιβλιογραφίας), αλλά στηρίζεται και στην παρατήρηση (μελέτη υφιστάμενων περιπτώσεων οικοβιομηχανικής συμβίωσης)

Αξιίζει επίσης να σημειώσουμε, ότι η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε δεν έχει την ακριβή ‘*γραμμική ροή*’ που αποτυπώνεται στο σχήμα 1.3. Για παράδειγμα, η μελέτη του πεδίου της βιομηχανικής οικολογίας δεν περιορίστηκε μόνο στο πρώτο στάδιο της διατριβής, αλλά αντίθετα συνεχίστηκε μέχρι την

³ Στη δευτερογενή έρευνα (secondary research) τα δεδομένα δε συλλέγονται από έρευνα πεδίου, αλλά προέρχονται από υπάρχοντα στοιχεία που είναι διαθέσιμα στο διαδίκτυο, σε εκθέσεις, σε βάσεις δεδομένων, σε επιστημονικές εργασίες κλπ.

ολοκλήρωσή της, τροφοδοτώντας συνεχώς με νέα δεδομένα το θεωρητικό πλαίσιο (και κατ' επέκταση τα συμπεράσματα) της διατριβής.

Στο σημείο αυτό, κρίνεται σκόπιμο να γίνει μια σύντομη παρουσίαση των ερευνητικών ερωτημάτων (βλέπε σχήμα 1.3), οι οποίες καθόρισαν τους στόχους της εργασίας. Η περιοχή ενδιαφέροντος της διατριβής (εξέταση της μετάβασης προς ένα οικοβιομηχανικό τεχνολογικό καθεστώς σε μικρο και μακρο επίπεδο) μας οδήγησε σε δυο ομάδες ερωτημάτων:

Σχήμα 1.3 Ερευνητικά ερωτήματα

- τι προβλήματα εμφανίζονται και τι παρεμβάσεις απαιτούνται στην περίπτωση ενός υφιστάμενου βιομηχανικού οικοσυστήματος; (εξέταση σε μικρο επίπεδο)
- τι προβλήματα εμφανίζονται και τι παρεμβάσεις απαιτούνται στην περίπτωση που ο στόχος είναι η αντικατάσταση του υφιστάμενου τεχνολογικού καθεστώτος από ένα νέο με οικοβιομηχανικά χαρακτηριστικά; (εξέταση σε μακρο επίπεδο)

Η επιλογή μας για διερεύνηση των παραπάνω ερωτημάτων μέσω της συστημικής και της κοινωνικοτεχνικής προσέγγισης, έκανε απαραίτητη τη δημιουργία ενός *συστήματος αναφοράς*, όπου το βιομηχανικό οικοσύστημα θα περιγράφεται ολιστικά μέσα από θεμελιώδεις συστημικές έννοιες. Το σύστημα

αναφοράς θα αποτελέσει το πλαίσιο, βάση του οποίου θα επισημανθούν οι τα προβλήματα και τα σχεδιασθούν οι παρεμβάσεις τόσο σε μακρο, όσο και σε μικρο επίπεδο. Το γεγονός αυτό, διαμόρφωσε το τρίτο ερευνητικό ερώτημα, το οποίο σχετίζεται με τη δημιουργίας μιας οντολογίας⁴ για τα βιομηχανικά οικοσυστήματα και διατυπώνεται ως εξής:

- Πως μπορεί να περιγραφεί συστημικά ένα βιομηχανικό οικοσύστημα;

Εξυπακούεται φυσικά ότι η εξέταση του τελευταίου ερευνητικού ερωτήματος (συστημική περιγραφή) πρέπει να προηγηθεί χρονικά των δυο άλλων ερωτημάτων.

Κάθε ένα από τα ερευνητικά ερωτήματα που έχουν διατυπωθεί, έχει διαφορετικό προσανατολισμό και εστιάζει σε διαφορετικές όψεις του βιομηχανικού οικοσυστήματος. Για το λόγο αυτό, κρίνεται σκόπιμο να δημιουργηθούν τρία επίπεδα ανάλυσης, τα οποία μπορούν να προσδιοριστεί με βάση (βλέπε πίνακα 1.1):

- το στόχο μελέτης,
- τη θεώρηση του βιομηχανικού οικοσυστήματος και τέλος
- τα θεωρητικά εργαλεία⁵ που χρησιμοποιούνται.

Πιο συγκεκριμένα:

- Αρχικά, όταν ο στόχος είναι η συστημική περιγραφή, το βιομηχανικό οικοσύστημα αντιμετωπίζεται ως *σύστημα*, δηλαδή ως ένα πολύπλοκο και εξαιρετικά διασυνδεδεμένο δίκτυο μερών, το οποίο ως σύνολο επιδεικνύει αναδυόμενες ιδιότητες. Στην περίπτωση αυτή, οι βασικές έννοιες που θα χρησιμοποιηθούν για την ανάπτυξη της οντολογίας, προέρχονται από τη *Γενική Θεωρία Συστημάτων* (von Bertalanffy, 1968).
- Στη συνέχεια, όταν ο στόχος είναι η επίλυση των προβλημάτων που ανακύπτουν σε ένα μικρο επίπεδο, το βιομηχανικό οικοσύστημα αντιμετωπίζεται ως *οργάνωση*, δηλαδή ως μια συγκροτημένη ομάδα

⁴ Με τον όρο οντολογία, αναφερόμαστε στην περιγραφή μέσα από μία σειρά χαρακτηριστικών και ιδιοτήτων.

⁵ Τα θεωρητικά εργαλεία που αναφέρονται ανήκουν στα πεδία της Συστημικής Επιστήμης και των Σπουδών Επιστήμης και Τεχνολογίας, και θα περιγραφούν στα αντίστοιχα κεφάλαια.

εμπλεκόμενων, οι οποίοι συνδέονται με κοινές πεποιθήσεις και αγωνίζονται για την πραγμάτωση συγκεκριμένων στόχων. Για το σχεδιασμό των κατάλληλων συστημικών παρεμβάσεων, χρησιμοποιούνται τα πλαίσια εργασίας της *Ολικής Συστημικής Παρέμβασης* (Flood & Jackson, 1991) και της *Κριτικής Προσέγγισης* (Mingers, 1997).

Πίνακας 1.1: Στόχοι μελέτης, θεωρήσεις ΒΟΣ & θεωρητικά εργαλεία

στόχος μελέτης	θεώρηση βιομηχανικού οικοσυστήματος	θεωρητικά εργαλεία
συστημική περιγραφή	<i>σύστημα</i> (εξαιρετικά διασυνδεδεμένο δίκτυο μερών, το οποίο επιδεικνύει αναδυόμενες ιδιότητες)	Γενική Θεωρία Συστημάτων (von Bertalanffy, 1968)
σχεδιασμός παρεμβάσεων σε υφιστάμενη βιομηχανική συμβίωση	<i>οργάνωση</i> (συγκροτημένη ομάδα εμπλεκόμενων που αγωνίζεται για την πραγμάτωση κοινών στόχων)	Ολική Συστημική Παρέμβαση (Flood & Jackson, 1991) Κριτική Προσέγγιση (Mingers, 1997)
μετάβαση προς οικοβιομηχανικό σύστημα παραγωγής	<i>τεχνολογικό καθεστώς</i> (σύνολο κανόνων και τεχνολογιών, που ρυθμίζει και διαμορφώνει τη βιομηχανική δραστηριότητα)	Κοινωνικοτεχνικό σύστημα (Geels, 2004) Μελέτη Πλαισίου Μετάβασης (Smith et al., 2005) Διαχείριση Στρατηγικών Θυλάκων (Kemp et al., 1998)

- Τέλος, όταν ο στόχος είναι η αντικατάσταση του υφισταμένου συστήματος παραγωγής, το βιομηχανικό οικοσύστημα αντιμετωπίζεται ως *τεχνολογικό καθεστώς*, δηλαδή ως ένα σύνολο θεωρήσεων, πεποιθήσεων, κανόνων, και τεχνολογιών, το οποίο ρυθμίζει και διαμορφώνει τη βιομηχανική δραστηριότητα. Προς αυτή την κατεύθυνση, χρησιμοποιούνται οι προσεγγίσεις του *κοινωνικοτεχνικού συστήματος* (Geels, 2004), του Πλαισίου Μετάβασης (Smith et al., 2005) και της *Διαχείρισης Στρατηγικών Θυλάκων* (Kemp et al., 1998).

Τα τρία επίπεδα ανάλυσης που παρουσιάστηκαν διαδραμάτισαν σημαντικό ρόλο όχι μόνο στην εκπόνηση της διατριβής, αλλά όπως θα δούμε στην επόμενη παράγραφο καθόρισαν τη διάρθρωση και τη θεματολογία των κεφαλαίων.

1.3 Θεματολογία & Διάρθρωση

Η διατριβή αποτελείται από οχτώ κεφάλαια και δύο παραρτήματα (βλέπε σχήμα 1.4). Πιο συγκεκριμένα:

- το πρώτο κεφάλαιο τοποθετεί επιστημονικά τη διατριβή και περιγράφει τους στόχους, τη μεθοδολογία που ακολουθήθηκε, τη συνεισφορά, και τη θεματολογία των κεφαλαίων που θα ακολουθήσουν.
- το δεύτερο κεφάλαιο αναφέρεται στο παράδειγμα της *βιομηχανικής οικολογίας*, καθώς παρουσιάζονται οι υφιστάμενοι ορισμοί, οι βασικές κατευθύνσεις, και τα οφέλη που προκύπτουν από την εφαρμογή της. Επιπλέον, συνοψίζονται οι ορισμοί, οι αρχές λειτουργίας, οι βασικοί τύποι και οι πρακτικές εφαρμογές της έννοιας του *βιομηχανικού οικοσυστήματος*.

Σχήμα 1.4: Διάρθρωση διατριβής

- το τρίτο κεφάλαιο αναφέρεται στη *συστημική θεώρηση*. Παρουσιάζονται οι βασικές έννοιες και προσεγγίσεις σχετικά με τη συστημική σκέψη, τη

συστημική πρακτική καθώς και τη δημιουργική επίλυση οργανωσιακών προβλημάτων με την εφαρμογή συστημικών μεθοδολογιών.

- το τέταρτο κεφάλαιο αναφέρεται στην προσέγγιση των *κοινωνικοτεχνικών συστημάτων*. Παρουσιάζονται οι έννοιες του τεχνολογικού καθεστώτος, της μετάβασης αυτού, ενώ αναλύεται ο ρόλος των τεχνολογικών θυλάκων και της στρατηγικής τους διαχείρισης.
- στο πέμπτο κεφάλαιο, όπου το βιομηχανικό οικοσύστημα αντιμετωπίζεται ως *σύστημα* και αναλύεται μέσω θεμελιωδών συστημικών χαρακτηριστικών, ενώ αναπτύσσεται ένα πλαίσιο για τη συστημική ανάλυση των βιομηχανικών οικοσυστημάτων.
- στο έκτο κεφάλαιο όπου το βιομηχανικό οικοσύστημα αντιμετωπίζεται ως *οργάνωση*, μελετώνται τα προβλήματα που ανακύπτουν κατά την οικοβιομηχανική ανάπτυξη, ενώ προτείνεται και ένα πλαίσιο για το σχεδιασμό μιας πολυμεθοδολογικής συστημικής παρέμβασης.
- στο έβδομο κεφάλαιο, όπου το βιομηχανικό οικοσύστημα αντιμετωπίζεται ως ένα νέο *σύστημα παραγωγής - τεχνολογικό καθεστώς*, μελετάται η μετάβαση από το υφιστάμενο τεχνολογικό καθεστώς στο οικοβιομηχανικό, υπό το πρίσμα της κοινωνικοτεχνικής προσέγγισης.
- το όγδοο κεφάλαιο συνοψίζει τα συμπεράσματα που προέκυψαν κατά την εκπόνηση της διατριβής και παρουσιάζει μια σειρά από προοπτικές επέκτασης της έρευνας που διεξήχθη.
- στα παραρτήματα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από τη δευτερογενή έρευνα που διεξήχθη. Πιο συγκεκριμένα το Παράρτημα I περιλαμβάνει συνοπτικούς πίνακες σχετικούς με την εμφάνιση βιομηχανικών οικοσυστημάτων σε Ευρώπη, Αμερική και Ασία, ενώ στο Παράρτημα II περιγράφονται εν συντομία 32 μελέτες περιπτώσεων οικοβιομηχανικής ανάπτυξης από την Ευρώπη.

1.4 Συνεισφορά διατριβής

Επιγραμματικά, η διατριβή αποτελεί μια καινοτόμο προσπάθεια, καθώς για πρώτη φορά συνδυάζονται τα πεδία της *βιομηχανικής οικολογίας*, της *συστημικής επιστήμης*, και των *σπουδών τεχνολογίας και επιστήμης*. Το γεγονός αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία μιας πρωτότυπης ‘δεξαμενής γνώσης’, η οποία αναφέρεται στα οντολογικά χαρακτηριστικά των βιομηχανικών οικοσυστημάτων, στα εμφανιζόμενα προβλήματα και τις κατάλληλες παρεμβάσεις, και τέλος στη μετάβαση προς ένα νέο οικοβιομηχανικό παράδειγμα. Η νέα θεωρία που αναπτύσσεται στα πλαίσια της διατριβής, μπορεί να παρουσιασθεί συνοπτικά με βάση τα τρία προτεινόμενα επίπεδα ανάλυσης (βλέπε πίνακα 1.2).

Σε ένα πρώτο επίπεδο, όπου το βιομηχανικό οικοσύστημα αντιμετωπίζεται ως *σύστημα*, η διατριβή μέσω της συστημικής περιγραφής και του προτεινόμενου πλαισίου συμβάλει στη θεωρητική θεμελίωση και τη διεύρυνση του πεδίου της βιομηχανικής οικολογίας, καθώς συνθέτει τις υφιστάμενες προσεγγίσεις και επισημαίνει αδυναμίες και κενά της υπάρχουσας βιβλιογραφίας. Επιπλέον το προτεινόμενο πλαίσιο παρέχει τη δυνατότητα για μια συστηματική αποτύπωση ενός βιομηχανικού οικοσυστήματος, κάνοντας ένα βήμα πέρα από τις ‘απλές περιγραφές’ που κυριαρχούν στη σχετική βιβλιογραφία (Mouzakitis et al., 2003a).

Πίνακας 1.2: Συνεισφορά διατριβής

θεώρηση ΒΟΣ	συνεισφορά
<i>σύστημα</i>	θεωρητική θεμελίωση & διεύρυνση πεδίου, συστηματική αποτύπωση υφιστάμενου ΒΟΣ
<i>οργάνωση</i>	διερεύνηση προβλημάτων (μικρο επίπεδο), σχεδιασμός παρεμβάσεων
<i>τεχνολογικό καθεστώς</i>	διερεύνηση προβλημάτων (μάκρο επίπεδο), μελέτη & ερμηνεία παραδειγματικής αλλαγής

Σε ένα δεύτερο επίπεδο, όπου το βιομηχανικό οικοσύστημα αντιμετωπίζεται ως *οργάνωση*, η διατριβή μέσω της συστημικής μελέτης μιας προβληματικής κατάστασης και των προτεινόμενων πλαισίων, συμβάλει στο σχεδιασμό μιας πλουραλιστικής και πολυμεθοδολογικής συστημικής

παρέμβασης, ξεπερνώντας τις σχετικές ‘αποσπασματικές’ αναφορές της υφιστάμενης βιβλιογραφίας (Mouzakitis et al., 2007; 2005; 2003b).

Τέλος, όταν το βιομηχανικό οικοσύστημα αντιμετωπίζεται ως ένα νέο τεχνολογικό καθεστώς, η διατριβή μέσω της κοινωνικοτεχνικής προσέγγισης και των προτεινόμενων ερμηνευτικών πλαισίων συμβάλει –μέσα από μια εντελώς νέα σκοπιά– στη μελέτη της παραδειγματικής αλλαγής που οραματίζεται η βιομηχανική οικολογία (Adamides and Mouzakitis, 2008; Mouzakitis et al., 2006).

Η συνεισφορά για κάθε επίπεδο ανάλυσης, παρουσιάζεται λεπτομερώς στο αντίστοιχο κεφάλαιο, ενώ αναπτύσσεται συνολικά στο κεφάλαιο 8, όπου συνοψίζονται τα συμπεράσματα. Πέρα από τις παραπάνω διαπιστώσεις, στη συνεισφορά της διατριβής θα πρέπει να συμπεριλάβουμε και τη δημιουργία μιας μεγάλης βάσης πληροφοριών που σχετίζεται με τις πρακτικές εφαρμογές της οικοβιομηχανικής ανάπτυξης (βλέπε Παραρτήματα).

Κλείνοντας, αξίζει να υπογραμμίσουμε τη συνεισφορά της διατριβής στην ελληνική πραγματικότητα, όπου οι ερευνητικές προσπάθειες στο πεδίο της βιομηχανικής οικολογίας βρίσκονται σε εμβρυακό στάδιο.

1.5 Σύνοψη

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο περιγράφονται:

- η περιοχή ενδιαφέροντος και οι στόχοι της διατριβής
- η μεθοδολογία εκπόνησης
- η διάρθρωση και η θεματολογία των κεφαλαίων και τέλος
- η συνεισφορά της διατριβής.

2. Το παράδειγμα της βιομηχανικής οικολογίας

Η *βιομηχανική οικολογία*, η οποία διαμορφώνει το βασικό θεωρητικό πλαίσιο της διατριβής, προβάλλεται ως ένα ολοκληρωμένο μοντέλο αειφόρου ανάπτυξης. Στις επόμενες παραγράφους δίνονται απαντήσεις στα ερωτήματα:

- Ποιος ο ορισμός, οι διαστάσεις και οι βασικές προσεγγίσεις της *αειφόρου ανάπτυξης*;
- Πως οδηγήθηκε η επιστημονική κοινότητα στη σύλληψη της *βιομηχανικής οικολογίας*; Ποια η χρησιμότητα της μεταφοράς του οικοσυστήματος στη μελέτη της βιομηχανικής ανάπτυξης;
- Τι ορίζουμε σήμερα ως *βιομηχανική οικολογία*, ποια είναι τα οφέλη από την εφαρμογή της και ποιες οι βασικές κατευθύνσεις της;
- Τι ορίζουμε σήμερα *βιομηχανικό οικοσύστημα*, ποιες είναι οι αρχές λειτουργίας του και ποιοι είναι οι βασικοί τύποι βιομηχανικών οικοσυστημάτων;
- Ποια είναι η κατάσταση στο πεδίο των πρακτικών εφαρμογών;

2.1 Εισαγωγή

Είδαμε σε προηγούμενο κεφάλαιο¹, ότι έχει αναπτυχθεί ένας μεγάλος αριθμός προσεγγίσεων, καθεμία από τις οποίες προτείνει ένα διαφορετικό μοντέλο ανάπτυξης, το οποίο μπορεί συμβάλει στη μετάβαση προς το όραμα της αειφόρου ανάπτυξης. Από όλες αυτές τις προσεγγίσεις, η *βιομηχανική οικολογία*, είναι η μοναδική η οποία έχει αποκτήσει τον τίτλο της ‘επιστήμης της αειφορίας (science of sustainability)’, ενώ έχει χαρακτηριστεί και ως ‘η επόμενη βιομηχανική επανάσταση’ (Lifset, 1997; Allenby, 1999; IEEE, 2000). Ακόμα και αν οι παραπάνω χαρακτηρισμοί είναι υπερβολικοί, το σίγουρο είναι ότι η βιομηχανική οικολογία προσφέρει ένα διαφορετικό τρόπο θέασης του βιομηχανικού συστήματος.

Το συγκεκριμένο κεφάλαιο στοχεύει σε μια σύντομη παρουσίαση της *βιομηχανικής οικολογίας* και διαρθρώνεται ως εξής: αρχικά γίνεται μια αναφορά στο χρονικό της σύλληψης της έννοιας της βιομηχανικής οικολογίας και στη χρήση της μεταφοράς² του οικοσυστήματος. Κατόπιν, παρουσιάζονται οι βασικές θεωρήσεις, τα οφέλη και οι κατευθύνσεις της βιομηχανικής οικολογίας και στη συνέχεια περιγράφεται η έννοια του *βιομηχανικού οικοσυστήματος*. Το κεφάλαιο ολοκληρώνεται με την παρουσίαση και κριτική των πρακτικών εφαρμογών του πεδίου.

2.2 Προσεγγίζοντας την αειφορία

Αν η δεκαετία του ’80 έγινε μεταξύ άλλων γνωστή γιατί γέννησε την περιβαλλοντική αφύπνιση, η δεκαετία του ’90 συνδέεται με την ανακάλυψη της *αειφορίας* (sustainability). Ο μεγάλος σταθμός³ στην πορεία νομιμοποίησης του όρου ήταν τα τέλη του 1987, όταν η *Παγκόσμια Επιτροπή για το Περιβάλλον και*

¹ Για εναλλακτικές προσεγγίσεις της αειφόρου ανάπτυξης, βλέπε παράγραφο 1.5.

² Με τον όρο μεταφορά (metaphor), εννοούμε τη χρησιμοποίηση μιας έννοιας (εν προκειμένω του οικοσυστήματος) με σκοπό την κατανόηση ή και την ερμηνεία μιας άλλης (του βιομηχανικού συστήματος). Για το ρόλο της μεταφοράς στη συστημική σκέψη, βλέπε παράγραφο 4.5, ενώ για μεταφορικές περιγραφές βιομηχανικών οικοσυστημάτων, βλέπε παράγραφο 7.8.

³ Για μια ιστορική αναδρομή στην έννοια της αειφόρου ανάπτυξης, βλέπε Reid (1995), Hens and Nath (2003), Μοδινό (2003) και IISD (2007).

την Ανάπτυξη παρέδιδε την αναφορά⁴ της στη Γενική Συνέλευση των Ηνωμένων Εθνών βάσει της οποίας: *‘η Αειφόρος Ανάπτυξη⁵ είναι η ανάπτυξη η οποία ικανοποιεί τις ανάγκες του παρόντος χωρίς να εμποδίζει τις μελλοντικές γενιές να ικανοποιήσουν τις δικές τους ανάγκες’ (WCED, 1987).* Οι ασαφείς διατυπώσεις του (αν όχι οι γενικολογίες) του συγκεκριμένου ορισμού είχαν τις ανάλογες αντιδράσεις. *‘Η αειφορία είναι μια ‘καλή ιδέα’ που ουσιαστικά, δεν μπορεί να εφαρμοσθεί στην πράξη’*, σημειώνει ο O’Riordan (1988). Κάποιοι, είναι πιο καυστικοί, όπως ο Smith (1991) που δηλώνει ότι *‘η αειφορία είναι ένας φιλεύσπλαχνος τρόπος να καταστρέφεις το περιβάλλον’*, ενώ ο Marcuse (1998) διαπιστώνει πως *‘η αειφορία και η κοινωνική δικαιοσύνη δε βαδίζουν απαραίτητα χέρι-χέρι’*.

Στην ιστοσελίδα⁶ των Ηνωμένων Εθνών, η αρμόδια Διεύθυνση Αειφόρου Ανάπτυξης παραθέτει έναν ετερόκλητο κατάλογο⁷ με άξονες δράσεις όπου συνυπάρχουν έννοιες και κατευθύνσεις όπως ατμόσφαιρα, φτώχεια, μικρά νησιά, όρη και ραδιενεργά απόβλητα. Η εν λόγω λίστα είναι ενδεικτική της χαοτικής κατάστασης που επικρατεί όχι μόνο στους άξονες δράσης, αλλά και στις διαφορετικές ερμηνείες (Sneddon, 2006) και τα επίπεδα εφαρμογής (Newman, 2006) της αειφορίας. Σε κάθε περίπτωση, η αειφόρος ανάπτυξη αποτελεί στόχο εθνικών κυβερνήσεων (Moran et al, 2008), τοπικών αρχών (Selman, 2000), αλλά και επιχειρήσεων (Rotheroe et al., 2003). Επιπλέον, έχει καταγραφεί μια ευρεία γκάμα από διαφορετικές ιδεολογικές προσεγγίσεις

⁴ Ο τίτλος της αναφοράς ήταν *Our common Future*, αλλά έγινε γνωστή ως *Brundtland Report*, από το όνομα της πρωθυπουργού της Νορβηγίας που είχε ορισθεί επικεφαλής της επιτροπής.

⁵ Στα ελληνικά ο όρος *sustainable development* έχει αποδοθεί και με την έκφραση *βιώσιμη ανάπτυξη*. Επίσης για τις εννοιολογικές διαφορές ανάμεσα σε αειφορία (sustainability) και αειφόρο ανάπτυξη (sustainable development) βλέπε Reid (1995) και Dresner (2002).

⁶ Βλέπε <http://www.un.org/esa/sustdev/sdissues/sdissues.htm>

⁷ Ο κατάλογος περιλαμβάνει δράσεις στους εξής τομείς: γεωργία, ατμόσφαιρα, βιοποικιλότητα, βιοτεχνολογία, ανάπτυξη ικανοτήτων, κλιματικές αλλαγές, καταναλωτικά και παραγωγικά πρότυπα, δημογραφικά ζητήματα, ερημοποίηση και ξηρασία, διαχείριση φυσικών καταστροφών, εκπαίδευση και συνειδητοποίηση, ενέργεια, χρηματοδότηση, δάση, πόσιμο νερό και εγκαταστάσεις υγιεινής, υγεία, οικισμός ανθρώπων, δείκτες αειφόρου ανάπτυξης, βιομηχανία, διάχυση πληροφοριών για την υποστήριξη της λήψης αποφάσεων και την ενεργή συμμετοχή, ολοκληρωμένοι μηχανισμοί λήψης αποφάσεων, διεθνές δίκαιο, διεθνής συνεργασία, θεσμικές ρυθμίσεις, διαχείριση της γης, μείζονες ομάδες, όρη, εθνικές στρατηγικές, ωκεανοί και θαλάσσιο περιβάλλον, φτώχεια, επιστήμες, μικρά νησιά, τουρισμός, τεχνολογία, τοξικές χημικές ουσίες, εμπόριο, μεταφορές, επικίνδυνα, ραδιενεργά και στερεά απόβλητα

(Hopwood et al., 2005), αλλά και συγκεκριμένα ‘εργαλεία’ [Robért (2000), Robért et al. (2002), Blewitt (2008)], που έχουν αναπτυχθεί και στοχεύουν στην κατεύθυνση της αειφορίας.

Σύμφωνα με την πλέον δημοφιλή διατύπωση, η αειφορία περιλαμβάνει τρεις διαστάσεις που αντιστοιχούν στα τρία αλληλοεξαρτώμενα συστήματα (οικονομία, κοινωνία, περιβάλλον), των οποίων η καλή λειτουργία αποτελεί αναγκαία συνθήκη για την επίτευξη της (Τσαντίλης, 2003; Lozano, 2008). Σε μια διαφορετική ερμηνεία, ο Huber (2004) υποστηρίζει πως η αειφόρος ανάπτυξη, πρέπει να συνδυάζει:

- *επάρκεια* (sufficiency), η οποία εστιάζει στον ανθρώπινο παράγοντα και (μέσω του αυτοπεριορισμού σε ζητήματα ικανοποίησης αναγκών) στοχεύει στον περιορισμό της κατανάλωσης φυσικών πόρων
- *αποδοτικότητα*⁸ (efficiency), η οποία εστιάζει στο ρόλο της τεχνολογίας και στοχεύει στην αύξηση της παραγωγικότητας πόρων (resource productivity) και την αποϋλικοποίηση (dematerialisation)
- *αρμονική συνύπαρξη* (consistency), η οποία εστιάζει σε επίπεδο τεχνολογικών δομών και υποδομών και στοχεύει στην ενσωμάτωση του βιομηχανικού μεταβολισμού στα πλαίσια των φυσικών οικοσυστημάτων.

Όπως θα δούμε στις επόμενες παραγράφους, η βιομηχανική οικολογία, δεν περιορίζεται στις διαστάσεις τις επάρκειας και αποδοτικότητας, όπως η πλειοψηφία των υφιστάμενων αειφορικών προσεγγίσεων, αλλά εστιάζει και στην κατεύθυνση της αρμονικής συνύπαρξης.

2.3 Η μεταφορά του οικοσυστήματος

Ο όρος οικολογία⁹ εμφανίστηκε για πρώτη φορά στα 1866 από έναν ένθερμο υποστηρικτή του Κάρολου Δαρβίνου, το Γερμανό βιολόγο Haeckel, ο οποίος συνδυάζοντας τις ελληνικές λέξεις *οίκος* και *λόγος* (*oekologie*)

⁸ Για τον εξαιρετικά επιδραστικό ρόλο που διαδραματίζει η έννοια της οικο-αποδοτικότητας (eco-efficiency) στα πλαίσια της αειφόρου ανάπτυξης, αλλά και της βιομηχανικής οικολογίας, βλέπε [Tyteca (1996), Ayres et al. (1997), Ehrenfeld (2005)]

⁹ Για μια ιστορική μελέτη της επιστήμης της οικολογίας βλέπε Ακό (1992)

αναφέρθηκε στο *‘σύνολο της επιστήμης των σχέσεων των οργανισμών με το περιβάλλον, που περιλαμβάνει, με την ευρεία έννοια όλες τις συνθήκες ύπαρξης’* (Haeckel, 1866). Βέβαια, από τα τέλη του 19^{ου} αιώνα μέχρι σήμερα, έχουν αλλάξει πολλά σε σχέση με τη χρήση και τη σημασία του όρου. Με αφετηρία τις συστηματικές φυτογεωγραφικές και γεωβιολογικές μελέτες, η οικολογία αποτελεί πλέον άξονα άσκησης πολιτικής, κίνημα, κοσμολογία αλλά και επιστημονική υποήπειρο (Μοδινός, 1996). Σε έναν ευρύ ορισμό, η οικολογία ασχολείται με τη μελέτη των αλληλεπιδράσεων μεταξύ των στοιχείων ενός συστήματος βασιζόμενη σε μια σειρά από έννοιες (κλίμακα, όρια, κοινότητα, οικοσύστημα, σταθερότητα, ομοιοστάση, ανάδραση, αυτορύθμιση, φέρουσα ικανότητα, επιβίωση, εξέλιξη, προσαρμογή, επιλογή κλπ.) που έχουν τις ρίζες τους στην βιολογία αλλά και σε συγγενή επιστημονικά πεδία όπως θεωρία συστημάτων και κυβερνητική (Emberlin, 1996). Το αποτέλεσμα ήταν η οικολογία – μια κατεξοχήν διακλαδική επιστήμη¹⁰ – να αποκτήσει παράλληλα και άλλες διαστάσεις πέραν της αυστηρά βιολογικής όπως εφαρμοσμένη, πολιτική, κοινωνική, οργανωσιακή κ.α.

Στηριζόμενη στη ολιστική θεώρηση, η οικολογική σκέψη ήταν εκείνη που εστίασε πρώτη¹¹ στις επιπτώσεις (και ιδιαίτερα σε εκείνες που δε γίνονται αντιληπτές μέσω μιας μηχανιστικής αντίληψης) της ανθρώπινης δραστηριότητας στο φυσικό περιβάλλον. Προχώρησε δε πέρα από την αποτύπωση των καταστροφών, κάνοντας μια διάκριση στα αίτια της κρίσης (Comoner, 1971), ενώ δεν είναι λίγες οι φορές που πρότεινε μια ριζοσπαστική προοπτική αντιμετώπισης των σύγχρονων προβλημάτων (Γκορζ, 1981; Μπούκτσιν, 1993). Τέλος η ολιστική θεώρηση της οικολογίας έφτασε στην απώτατη εκδοχή της προτείνοντας νέες θεωρήσεις για τη ζωή στο πλανήτη με τη διατύπωση της ιδέας πως η Γη λειτουργεί σαν ένας μοναδικός οργανισμός ο οποίος καθορίζει και διατηρεί τις απαραίτητες συνθήκες επιβίωσης (Lovelock, 1993).

¹⁰ Για τη σχέση επιστημολογίας και οικολογίας, βλέπε Wilden (1997).

¹¹ Για τη συμβολή της επιστήμης της οικολογίας στη μελέτη του σύγχρονου αναπτυξιακού αδιεξόδου βλέπε παράγραφο 2.1.

Η ιδέα της Βιομηχανικής Οικολογίας υπήρχε πολύ πριν την εμφάνιση του όρου¹². Ήδη από τα τέλη της δεκαετίας του 1940, συστημικοί οικολόγοι οι οποίοι ασχολούνται με τη μελέτη βιοχημικών κύκλων, αντιμετωπίζουν το βιομηχανικό σύστημα σαν τμήμα της βιόσφαιρας (Hutchinson , 1948; Odum et al., 1955). Βέβαια, όπως συμβαίνει στις περισσότερες περιπτώσεις όπου έχουμε την εμφάνιση ενός νέου όρου, η αρχική χρησιμοποίηση του, δε στηρίζεται πάντα στο ίδιο σκεπτικό, ούτε αναφέρεται κατ' ανάγκη στο ίδιο αντικείμενο. Έτσι στη περίπτωση της βιομηχανικής οικολογίας, ο όρος χρησιμοποιήθηκε αρχικά είτε για τη περιγραφή του περιφερειακού οικονομικού περιβάλλοντος των επιχειρήσεων (Hoffman, 1971), είτε ως ένα 'πράσινο' σλόγκαν από βιομηχανικά λόμπυ των Η.Π.Α μετά από τη δημιουργία του United States Environmental Protection Agency – US EPA (Gussow and Meyers, 1970).

Στην Ιαπωνία, το υψηλό περιβαλλοντικό κόστος της βιομηχανικής ανάπτυξης, ωθεί το υπουργείο Διεθνούς Εμπορίου και Βιομηχανίας στον επαναπροσδιορισμό των οικονομικών δραστηριοτήτων σε ένα 'οικολογικό πλαίσιο'. Μια από τις ομάδες εργασίας που θα δημιουργηθούν, φέρει το όνομα *Βιομηχανία-Οικολογία* και είναι επιφορτισμένη με τον επαναπροσδιορισμό του βιομηχανικού συστήματος με όρους επιστημονικής οικολογίας. Αν και 'φιλοσοφικού' χαρακτήρα, η τελική έκθεση της συγκεκριμένης ομάδας εργασίας κεντρίζει το ενδιαφέρον βιομηχανιών και μέσων μαζικής ενημέρωσης (Watanabe, 1972). Παρά το γεγονός ότι οι ιδέες της βιομηχανικής οικολογίας ήταν ήδη γνωστές σε Ευρώπη και Αμερική, η Ιαπωνία θα είναι η πρώτη χώρα όπου θα ληφθούν σοβαρά υπόψη και να γίνουν αξιόλογες προσπάθειες για την υλοποίηση τους σε μεγάλη κλίμακα.

Η πρώτη εμφάνιση πάντως του όρου *βιομηχανικό οικοσύστημα* σε αντιστοιχία με την έννοια που χρησιμοποιείται σήμερα, τοποθετείται χρονικά στο 1977, με τη παρουσίαση της εργασίας του Αμερικάνου γεωχημικού Preston¹³

¹² Για το χρονικό της εξέλιξης της βιομηχανικής οικολογίας βλέπε Erkman (1997; 2001).

¹³ Η εργασία του Cloud η οποία είναι αφιερωμένη στο Nicolas Georgescu-Roegen (1971; 1990) ο οποίος λίγα χρόνια αργότερα θα αναδειχθεί σε πρωτοπόρο των βιο-οικονομικών, προτείνει την εξέταση ενός οικονομικού συστήματος με βάση τους νόμους της θερμοδυναμικής.

στην ετήσια συνάντηση της Γερμανικής Γεωλογικής Εταιρείας (Cloud, 1977). Επόμενος μεγάλος σταθμός στην ιστορία της βιομηχανικής οικολογίας είναι στα 1983, όπου στο Βέλγιο, μια εξαμελής ομάδα επιστημόνων από διαφορετικά πεδία παρουσιάζει μια σύνοψη της βελγικής οικονομίας, όχι με τη συνηθισμένη μέθοδο των νομισματικών μονάδων αλλά μέσω ροών υλικών και ενέργειας, εστιάζοντας στη παραγωγή, διανομή και κατανάλωση επτά βασικών προϊόντων (σίδηρο, γυαλί, πλαστικό, μόλυβδο, ξύλο, χαρτί και τρόφιμα) (Billen et al., 1983).

Η ληξιαρχική πράξη γέννησης του επιστημονικού πεδίου της βιομηχανικής οικολογίας θα πρέπει να καταχωρηθεί στα 1989 με την εργασία των R. Frosch και N. Galloroulos (στελέχη και οι δυο στη General Motors), στην ειδική έκδοση του περιοδικού *Scientific American* με θέμα *Managing Planet Earth*. Στο άρθρο τους¹⁴, οι συγγραφείς διαπιστώνουν ότι το παραδοσιακό μοντέλο της βιομηχανικής δραστηριότητας με βάση το οποίο οι παραγωγικές διεργασίες προσλαμβάνουν πρώτες ύλες και παράγουν προϊόντα προς κατανάλωση και απόβλητα προς διάθεση οφείλει να μετασχηματισθεί σε ένα περισσότερο ‘ολοκληρωμένο’ μοντέλο (Frosch and Galloroulos, 1989). Το νέο μοντέλο ανάπτυξης ονομάζεται *βιομηχανικό οικοσύστημα* και για την περιγραφή του οι συγγραφείς στηρίζονται στη μεταφορά των βιολογικών οικοσυστημάτων. Παρά το γεγονός ότι σε ένα αυστηρό πλαίσιο εξέτασης η εργασία δεν ανέφερε κάτι το πρωτότυπο, το συγκεκριμένο άρθρο όχι μόνο έτυχε μεγάλου ενδιαφέροντος στην επιστημονική κοινότητα, αλλά είναι μακράν το πλέον αναφερόμενο στη σχετική βιβλιογραφία. Τρία χρόνια αργότερα, η βιομηχανική οικολογία θα παρεισφρήσει και σε επιχειρηματικούς κύκλους, όταν ο Hardin Tibbs (1992), γράφει μια εικοσασέλιδη μπροσούρα με τίτλο *‘Industrial ecology: an environmental agenda for industry’*. Η συγκεκριμένη εργασία μετέφερε την ιδέα των Frosch και Galloroulos χρησιμοποιώντας όμως το κατάλληλο λεξιλόγιο για την κατανόηση και διάδοση της μεταφοράς του οικοσυστήματος σε στελέχη και συμβούλους επιχειρήσεων.

¹⁴ Αξίζει να σημειωθεί ότι ο τίτλος του άρθρου είναι *Strategies for Manufacturing*, αφού ο αρχικά προτεινόμενος τίτλος *Manufacturing – the industrial ecosystem view* δεν έγινε αποδεκτός !

Κλείνοντας τη παράγραφο, να υπογραμμίσουμε πως η μεταφορική περιγραφή του φυσικού οικοσυστήματος:

- συνεχίζει να συμβάλει στη θεωρητική θεμελίωση της βιομηχανικής οικολογίας, καθώς κατέχει εξέχουσα θέση, όχι μόνο στην πρώιμη αλλά και στη σύγχρονη βιβλιογραφία του πεδίου [Ehrenfeld (2003; 2004), Spiegelman (2003), Isenmann (2003a; b), Johansson (2002), Korhonen (2004e), Wells (2006), Nielsen (2007)].
- έχει αποτελέσει πηγή έμπνευσης για τη δημιουργία και ενός ακόμη επιστημονικού πεδίου: των *οικονομικών της οικολογίας* (ecological economics) [Costanza (1991), Hayes and Lynne (2004), Ayres (2004)]
- έχει αρκετά κοινά με τη μεταφορά του *μεταβολισμού* (Johansson, 2002), η οποία οδήγησε στη σύλληψη της ιδέας του *βιομηχανικού μεταβολισμού*¹⁵ (industrial metabolism) [Ayres (1989), Ayres and Simonis (1994), Lifset (2004)]

Τέλος, αξίζει να αναφέρουμε έχει καταγραφεί και η αντιστροφή της ιδέας της βιομηχανικής οικολογίας: πιο συγκεκριμένα, στο περιοδικό *Biochemical Society Transactions*, ομάδα μικροβιολόγων μοντελοποίησε τις μεταβολικές ατραπούς σε ένα κύτταρο, χρησιμοποιώντας τη μεταφορά των βιομηχανικών διεργασιών (Ortega et al., 1999).

2.4 Βιομηχανική οικολογία: θεωρητική θεμελίωση

Σε μια από τις πρώτες προσεγγίσεις του πεδίου, ο Tibbs (1992) απαριθμεί έξη χαρακτηριστικά των φυσικών οικοσυστημάτων τα οποία μπορούν να υιοθετηθούν από τη σύγχρονη βιομηχανική δραστηριότητα:

- στα φυσικά συστήματα δεν υπάρχει η λογική του ‘αποβλήτου’, καθώς οτιδήποτε μπορεί να απορροφηθεί με εποικοδομητικό τρόπο και να επαναχρησιμοποιηθεί κάπου αλλού μέσα στο ευρύτερο σύστημα (παράδειγμα: το διοξείδιο του άνθρακα που εκλύεται από τα ζώα, απορροφάται από τα φυτά ως πρώτη ύλη για τη φωτοσύνθεση

¹⁵ Για ένα χρονικό στην εξέλιξη του βιομηχανικού μεταβολισμού βλ. Fischer Kowalski (2001; 2003).

- τα θρεπτικά που είναι απαραίτητα για την επιβίωση του ενός είδους, προέρχονται από τη φθορά και την αποσύνθεση ενός άλλου (παράδειγμα: βακτήρια και μύκητες αποσυνθέτουν νεκρά ζώα παρέχοντας την πρώτη ύλη για την ανάπτυξη φυτών).
- οι τοξικές ουσίες δεν αποθηκεύονται ή μεταφέρονται αφειδώς σε επίπεδο συστήματος, αλλά συντίθενται και χρησιμοποιούνται σε όσο το δυνατόν μικρότερη κλίμακα και με βάση τις εκάστοτε ανάγκες, (παράδειγμα: το δηλητήριο των φιδιών παράγεται από αδένες που βρίσκονται ακριβώς πίσω από τα δόντια).
- τα υλικά και η ενέργεια βρίσκονται σε διαρκή κυκλοφορία, ενώ η μεταφορά τους γίνεται με ιδιαίτερα ραφινάτο τρόπο. Το σύστημα στηρίζεται αποκλειστικά στην ηλιακή ενέργεια η οποία είναι δυνατόν να αποθηκευτεί με τη μορφή φυσικών καυσίμων (παράδειγμα: ο κύκλος του αζώτου, από την ατμόσφαιρα, στις πρωτεΐνες και πάλι πίσω στον αέρα, επιτυγχάνεται μέσω μιας πολύπλοκης μεταβολικής αλυσίδας βακτηρίων, ζώων και φυτών).
- στο φυσικό οικοσύστημα ο ρόλος της πληροφορίας είναι ουσιώδης (παράδειγμα: οι μεταβολικές και ενστικτώδεις δραστηριότητες των ειδών είναι αποθηκευμένες στο DNA και διαμορφώνουν σε μεγάλο βαθμό τη συμπεριφορά των οικοσυστημάτων).
- σε ένα οικοσύστημα η συνεργασία και ο ανταγωνισμός είναι αλληλοσυνδεδεμένοι και διατηρούνται σε ισορροπία (παράδειγμα: η συμπεριφορά των ειδών στα οικοσυστήματα τροποποιείται συνεχώς λόγω μεταβολών σε κλιματολογικές συνθήκες, διαθεσιμότητα τροφής, εισβολή νέων ειδών κλπ.).

Σε μια από τις επόμενες εργασίες του πεδίου, οι Lowe and Evans (1995) συνοψίζουν τη φιλοσοφία της βιομηχανικής οικολογίας σε τέσσερις αρχές:

- όλες οι βιομηχανικές επιχειρήσεις (κατασκευές, υπηρεσίες και υποδομές) αποτελούν φυσικά συστήματα τα οποία οφείλουν να λειτουργούν στα πλαίσια των δυνατοτήτων των τοπικών οικοσυστημάτων και της βιόσφαιρας.

- η δυναμική και οι αρχές λειτουργίας που διέπουν τα οικοσυστήματα αποτελούν πηγή έμπνευσης για το σχεδιασμό και τη διαχείριση των βιομηχανικών συστημάτων
- η επίτευξη υψηλής (ενεργειακής και υλικής) αποδοτικότητας στην παραγωγή, χρήση, ανακύκλωση και παροχή υπηρεσιών θα οδηγήσει σε ανταγωνιστικά πλεονεκτήματα και οικονομικά οφέλη
- ο απώτερος σκοπός της οικονομικής δραστηριότητας είναι η βιωσιμότητα του πλανήτη και των τοπικών οικοσυστημάτων, χωρίς τα οποία η έννοια της επιχειρηματικής επιτυχίας είναι άνευ αντικειμένου.

Παρά την ομοφωνία στην αναγκαιότητα χρήσης της μεταφοράς του οικοσυστήματος, μέχρι σήμερα δεν υπάρχει ένας ευρέως αποδεκτός ορισμός για το πεδίο της βιομηχανικής οικολογίας. Οι κυριότεροι λόγοι είναι η έλλειψη συμφωνίας για την έκταση των εφαρμογών της καθώς και οι διαφωνίες σχετικά με την επιστημολογική της φύση¹⁶. Σε κάθε περίπτωση όμως, οι υφιστάμενοι ορισμοί (βλέπε πίνακα 2.1) συμφωνούν στη *συστημικότητα* του πεδίου, γεγονός που συνηγορεί υπέρ της εφαρμογής της συστημικής σκέψης ¹⁷ που θα παρουσιαστεί στο κεφάλαιο 5.

Όσον αφορά τα οφέλη της οικοβιομηχανικής προσέγγισης, οι Lowe and Evans (1995) σε μια από τις πρώτες προσπάθειες αποτύπωσης των πλεονεκτημάτων, τα διαχωρίζουν σε τρεις κατηγορίες:

- *βιομηχανία*: όπου το βασικότερο όφελος είναι η δημιουργία ανταγωνιστικών προϊόντων, που οφείλεται στη μείωση του κόστους παραγωγής (λόγω της αυξημένης αποδοτικότητας στη χρήση υλικών και ενέργειας, αλλά και της αποφυγής ενδεχόμενων περιβαλλοντικών προστίμων). Επιπλέον η συνεργασία των επιχειρήσεων θα βοηθήσει στην αντιμετώπιση του οικονομικού κόστους σε δημιουργία υποδομών.

¹⁶ Σχετικά με την θετικιστική/περιγραφική (positive/descriptive) ή κανονιστική/καθοδηγητική (normative/prescriptive) φύση της βιομηχανικής οικολογίας, υπάρχει μια εκτεταμένη βιβλιογραφία [Ehrenfeld (1997; 2000), Boons and Roome (2000), Lifset and Graedel (2002), Korhonen (2004b)].

¹⁷ Για την αναγκαιότητα της συστημικής σκέψης στα βιομηχανικά οικοσυστήματα, βλέπε παραγράφους 5.3 και 6.3.

Πίνακας 2.1 : Ορισμοί βιομηχανικής οικολογίας

Πηγή	Ορισμός
Allenby (1992)	... αποτελεί μια <i>συστημική</i> προσέγγιση της οικονομικής δραστηριότητας και των σχέσεων της με τα βασικά βιολογικά, χημικά και φυσικά συστήματα, η οποία στοχεύει στη θεμελίωση και διατήρηση αειφόρου οικονομικής, πολιτιστικής & τεχνολογικής εξέλιξης για την ανθρωπότητα
Jelinski et al. (1992)	... παρουσιάζει μια νέα αντίληψη στο σχεδιασμό των προϊόντων και διαδικασιών και στην υλοποίηση των αειφόρων στρατηγικών βιομηχανικής ανάπτυξης που στηρίζεται στη μεταφορά των φυσικών οικοσυστημάτων
Tibbs (1992)	... στηρίζεται στον τρόπο λειτουργίας του φυσικού περιβάλλοντος και προτείνει το σχεδιασμό των βιομηχανικών υποδομών σαν να ήταν μια σειρά από αλληλοσυνδεόμενα οικοσυστήματα
Lowe (1993)	... προτείνει μια συνολική <i>συστημική</i> προσέγγιση για το σχεδιασμό και τη διαχείριση του βιομηχανικού συστήματος, στα πλαίσια λειτουργίας των τοπικών οικοσυστημάτων και της παγκόσμιας βιόσφαιρας
Frosch & Uenohara (1994)	... προσφέρει στο βιομηχανικό σύστημα μια ολοκληρωμένη <i>συστημική</i> προσέγγιση στη διαχείριση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων (από τη χρήση ενέργειας, υλικών και κεφαλαίων). Για τη βελτιστοποίηση της χρήσης πόρων (και την ελαχιστοποίηση των ροών αποβλήτων προς το περιβάλλον) απαιτούνται: κατανόηση του μεταβολισμού (χρήση και μετασχηματισμός) υλικών και ενέργειας, πληροφόρηση για τις πηγές και τις πιθανές χρήσεις των αποβλήτων και κατάλληλοι μηχανισμοί ενίσχυσης (αγορές, νομοθεσίες, πρωτοβουλίες)
Ehrenfeld (1994)	... αποτελεί ένα αναλυτικό πλαίσιο εργασίας μεγάλης κλίμακας που βοηθάει στο προσδιορισμό και την καταγραφή των ροών υλικών και τεχνουργημάτων που δραστηριοποιούνται στα πλαίσια ενός δικτύου παραγωγών και καταναλωτών
White (1994)	... σχετίζεται με τη μελέτη των ροών υλικών και ενέργειας (σε βιομηχανία και κατανάλωση), των επιπτώσεων των ροών αυτών στο περιβάλλον και των επιδράσεων των οικονομικών, πολιτικών, ρυθμιστικών και κοινωνικών παραγόντων στη χρήση και στο μετασχηματισμό των πόρων
Graedel & Allenby (1995)	... προτείνει την εξέταση του βιομηχανικού συστήματος όχι σε απομόνωση από τα περιβάλλοντα συστήματα, αλλά σε αρμονία με αυτά. Πρόκειται για μία <i>συστημική</i> προσέγγιση, με στόχο τη βελτιστοποίηση των συνολικών κύκλων υλικών, από τις πρώτες ύλες, στα υλικά, στα τμήματα προϊόντων, στα τελικά προϊόντα, στα προϊόντα σε απόσυρση και στην τελική εναπόθεση. Οι παράγοντες που θα βελτιστοποιηθούν είναι οι πόροι, η ενέργεια και τα οικονομικά κεφάλαια.
Kirschner (1995)	... εφαρμόζει τις αρχές των φυσικών συστημάτων (όπως φέρουσα ικανότητα, ροές υλικών, προσαρμοστικότητα και αλληλοσύνδεση) σε συστήματα που έχουν δημιουργηθεί από τον άνθρωπο
Lifset (1997)	... αποτελεί ένα πεδίο που εξετάζει συστηματικά σε τοπικό, περιφερειακό και παγκόσμιο επίπεδο, τις χρήσεις και ροές υλικών και ενέργειας σε προϊόντα, διεργασίες, βιομηχανικούς κλάδους και εθνικές οικονομίες. Εστιάζει στο ρόλο της βιομηχανίας στη μείωση των περιβαλλοντικών φορτίων σε όλο τον κύκλο ζωής προϊόντος από την εξόρυξη των πρώτων υλών, στην παραγωγή και χρήση των αγαθών, αλλά και στη διαχείριση των παραγόμενων αποβλήτων

- *περιβάλλον*: όπου σημειώνεται το προφανές, δηλαδή η μείωση τόσο στη δημιουργία ρυπαντών όσο και στη ζήτηση φυσικών πόρων. Επιπλέον οι συγγραφείς σημειώνουν ότι τα οικοβιομηχανικά συστήματα θα αποτελέσουν μία *ρεαλιστική επίδειξη* του αειφόρου μοντέλου ανάπτυξης, γεγονός που μπορεί να πυροδοτήσει την ανάπτυξη καινοτομιών στα σχετικά πεδία (αντιρύπανση, ανάκτηση πόρων, αποσυναρμολόγηση προϊόντων) και να οδηγήσει σε νέα πράσινα μοντέλα επιχειρηματικής λειτουργίας
- *κοινωνία*: καθώς οι κυβερνήσεις βρίσκουν στη βιομηχανική οικολογία ένα πολύτιμο εργαλείο άσκησης αναπτυξιακής πολιτικής που μπορεί να οδηγήσει σε νέες θέσεις εργασίας σε ‘πράσινες’ βιομηχανικές μονάδες.

Σε μια διαφορετική προσέγγιση, οι Cote and Hall (1995) συνόψισαν τα οφέλη από την εφαρμογή των αρχών της βιομηχανικής οικολογίας ως εξής:

- διατήρηση φυσικών και οικονομικών πόρων
- μειωμένα κόστη σε παραγωγή, υλικά, ενέργεια, επεξεργασία λυμάτων, περιβαλλοντική συμμόρφωση
- βελτιωμένη επιχειρησιακή λειτουργία, δημόσια υγεία αλλά και εικόνα
- επιπλέον οικονομικές εισφορές μέσω της πώλησης αποβλήτων.

Όπως επισημάναμε νωρίτερα, η βιομηχανική οικολογία παρουσιάζει μια ευρεία γκάμα όσον αφορά το πεδίο εφαρμογών της. Ο Tibbs (1995), σε μια από τις πρώτες προσπάθειες οργάνωσης του πεδίου, αναφέρει ότι η βιομηχανική οικολογία περιλαμβάνει έξι περιοχές, οι οποίες είναι:

- *η ανάπτυξη βιομηχανικών οικοσυστημάτων*, που περιλαμβάνει την δημιουργία κλειστών βρόγχων μέσω ανακύκλωσης, μεγιστοποίησης χρήσης ανακυκλωμένων υλικών στη παραγωγή, αξιοποίησης αποβλήτων κλπ.
- *η εξισορρόπηση των εισροών/εκροών της βιομηχανικής δραστηριότητας σε σχέση με τη φέρουσα ικανότητα (carrying capacity) του οικοσυστήματος*, που σχετίζεται με την απόκτηση γνώσης για την κατάσταση και την δυναμική των οικοσυστημάτων του πλανήτη, τον τρόπο λειτουργίας και την επίβλεψη/παρακολούθηση της υφιστάμενης περιβαλλοντικής κατάστασης.

- *αποϋλικοποίηση των βιομηχανικών ροών* (dematerialisation) , που σχετίζεται με τη χρησιμοποίηση λιγότερων ποσοτήτων υλικών και ενέργειας για τη παραγωγή του ίδιου (ή αν είναι δυνατό και ποιοτικά καλύτερου) προϊόντος (do more with less).
- *η βελτίωση του βιομηχανικού μεταβολισμού*, που σχετίζεται με τη βελτίωση της απόδοσης των διεργασιών σε επίπεδο βιομηχανικής μονάδας ή διεργασίας (και όχι σε διεπιχειρησιακό συνεργατικό επίπεδο, όπως στην περίπτωση των βιομηχανικών οικοσυστημάτων).
- *η υιοθέτηση συστημικών προτύπων στη χρήση ενέργειας*, που εστιάζει κυρίως στην οικονομία του υδρογόνου και τέλος
- *η υιοθέτηση των κατάλληλων πολιτικών* που θα οδηγήσουν στην παραδειγματική αλλαγή που οραματίζεται η βιομηχανική οικολογία.

Ο Erkman (1997) συνοψίζει τις κατευθύνσεις του Tibbs (1995) και διαβλέπει στη βιομηχανική οικολογία δυο κατευθύνσεις ανάπτυξης:

- τα *οικοβιομηχανικά πάρκα* και τις *νησίδες αειφορίας* (islands of sustainability) που σχετίζονται με την εφαρμογή των διατροφικών δικτύων (food webs) των οικοσυστημάτων σε δίκτυα επιχειρήσεων και
- την κατεύθυνση της *αποϋλικοποίησης*, της *απανθρακοποίησης* (decarbonisation) της ενέργειας και της *οικονομίας των υπηρεσιών*¹⁸ (service economy), η οποία προωθεί την πώληση υπηρεσιών και όχι προϊόντων.

Σε μια διαφορετική θεώρηση, οι Lifset & Graedel (2002), διαπιστώνουν πως η βιομηχανική οικολογία μπορεί να αναπτυχθεί προς τρία διαφορετικά επίπεδα. Πιο συγκεκριμένα, διακρίνουν:

- το *εταιρικό*¹⁹ *επίπεδο* (firm level), στο οποίο ανήκουν οι πρωτοβουλίες του σχεδιασμού για το περιβάλλον (design for environment), της αντιρύπανσης (pollution prevention), της οικο-αποδοτικότητας (eco-efficiency) και της πράσινης λογιστικής (green accounting)

¹⁸ Για την οικονομία της κυκλοφορίας βλέπε Stahel and Jackson (1993) και Lifset (2000).

¹⁹ Για ανάπτυξη συγκεκριμένων εργαλείων που σχετίζονται με την εισαγωγή της οικοβιομηχανικής σκέψης σε εταιρικό επίπεδο βλέπε van Berkel et al. (1997a;b).

- το *διεπιχειρησιακό επίπεδο* (between firms level), όπου αναφέρονται οι δραστηριότητες των οικοβιομηχανικών πάρκων, των κύκλων ζωής προϊόντος, και πρωτοβουλίες που σχετίζονται με συγκεκριμένους βιομηχανικούς κλάδους
- το *περιφερειακό/παγκόσμιο επίπεδο* (regional/global level), στο οποίο κατατάσσουν τις κατευθύνσεις της ανάλυσης ροών υλικών και ενέργειας (material/energy flow studies), της *αποϋλικοποίησης*, της *απανθρακοποίησης*.

Η μελέτη της βιβλιογραφίας καταδεικνύει πως υπάρχουν αρκετές προσεγγίσεις που περιγράφουν με διαφορετικό τρόπο τις κατευθύνσεις της βιομηχανικής οικολογίας (βλέπε πίνακα 2.2). Σε κάθε περίπτωση όμως, η κατεύθυνση της ανάπτυξης βιομηχανικών οικοσυστημάτων είναι εκείνη που πηγάζει άμεσα από τη μεταφορά των φυσικών οικοσυστημάτων, και μπορεί να έχει τα περισσότερα οφέλη (Erkman, 1997; Korhonen, 2004a). Βέβαια το γεγονός αυτό την καθιστά και την πλέον προβληματική²⁰ σε επίπεδο πρακτικών εφαρμογών.

Πίνακας 2.2: Κατευθύνσεις βιομηχανικής οικολογίας

Πηγή	Κατευθύνσεις
Tibbs (1992)	– ανάπτυξη βιομηχανικών οικοσυστημάτων
	– εξισορρόπηση με φέρουσα ικανότητα
	– αποϋλικοποίηση των ροών
	– βιομηχανικός μεταβολισμός
	– χρήση ενέργειας
	– υιοθέτηση πολιτικών
Erkman (1997)	– οικοβιομηχανικά πάρκα & νησίδες αειφορίας
	– αποϋλικοποίηση & οικονομία των υπηρεσιών
Lifset & Graedel (2002)	– εταιρικό επίπεδο
	– δι-επιχειρησιακό επίπεδο
	– περιφερειακό επίπεδο
Graedel & Allenby (2003)	– τεχνολογικά προϊόντα & διαδικασίες
	– βιομηχανικά & κοινωνικά συστήματα
Korhonen (2004)	– ροές υλικών & ενέργειας
	– οργανωσιακά & δομικά χαρακτηριστικά
Harper & Graedel (2004)	– εννοιολογική (conceptual) βιομηχανική οικολογία
	– επιχειρησιακή (operational) βιομηχανική οικολογία
	– συστημική (systemic) βιομηχανική οικολογία

²⁰ Για τα προβλήματα της οικοβιομηχανικής ανάπτυξης, βλέπε παραγράφους 7.2, 7.5 και 8.6.

Συνοψίζοντας, η βιομηχανική οικολογία είναι μια συστημική προσέγγιση η οποία υιοθετώντας αρχές και χαρακτηριστικά λειτουργίας των φυσικών οικοσυστημάτων (ποικιλία, συνδεσιμότητα, αλληλεξάρτηση, συμβίωση, συνεργασία, προσαρμογή, φέρουσα ικανότητα κλπ.) μπορεί να οδηγήσει σε ανάπτυξη τριπλού κέρδους (win-win-win), καλύπτοντας όλες τις διαστάσεις (οικονομική, περιβαλλοντική, κοινωνική) της αειφορίας [Allenby and Cooper (1994), Benyus (1997), Ehrenfeld (2000), Korhonen (2001a), Hardy and Graedel (2002), Geng and Cote (2002)]. Κλείνοντας τη συγκεκριμένη παράγραφο, οφείλουμε να υπογραμμίσουμε ένα σημαντικό σημείο: το επίθετο 'βιομηχανικός' στους όρους *βιομηχανική οικολογία* και *βιομηχανικό οικοσύστημα*, δεν αναφέρεται μόνο στην παραγωγή προϊόντων και ενέργειας, αλλά σε όλους τους τομείς της ανθρώπινης δραστηριότητας όπως γεωργία, μεταφορές, παροχή υπηρεσιών, κατανάλωση κλπ (Lifset, 1997).

2.5 Η έννοια του βιομηχανικού οικοσυστήματος

Η μελέτη της βιβλιογραφίας, καταδεικνύει πως όπως ακριβώς συνέβη και με την έννοια της *βιομηχανικής οικολογίας*, έτσι και στην περίπτωση του *βιομηχανικού οικοσυστήματος*, δεν υπάρχει ένας κοινά αποδεκτός ορισμός (βλέπε πίνακα 2.3). Επιπλέον, υπάρχουν διαφορετικές διατυπώσεις²¹, οι οποίες περιγράφουν με διαφορετικές λέξεις την ιδέα της μεταφοράς του τρόπου λειτουργίας του φυσικού οικοσυστήματος, σε επίπεδο βιομηχανικής οργάνωσης. Για την απόδοση της εν λόγω ιδέας, στα πλαίσια της συγκεκριμένης διατριβής θα ακολουθηθεί ο όρος *βιομηχανικό σύστημα*, ο οποίος είναι πιο γενικός και καλύπτει όλες τις προαναφερόμενες διατυπώσεις.

Το πλέον γνωστό βιομηχανικό οικοσύστημα, το οποίο έχει χαρακτηριστεί και ως *η Μέκκα της βιομηχανικής οικολογίας* (Cohen and Rosenthal, 2004). βρίσκεται στο Kalundborg της Δανίας. Πρόκειται για μια βιομηχανική συμβίωση

²¹ Χαρακτηριστικά, αναφέρονται οι όροι: *βιομηχανικό οικοσύστημα* (industrial ecosystem), *οικοβιομηχανικό πάρκο* (eco-industrial park), *νησίδα αειφορίας* (island of sustainability), *οικοβιομηχανική δικτύωση* (eco-industrial networking), *οικοβιομηχανική ανάπτυξη* (eco-industrial development), *βιομηχανική συμβίωση* (industrial symbiosis). Για περισσότερες λεπτομέρειες σχετικά με τη χρήση των συγκεκριμένων όρων, βλέπε LeBreton et al. (2004).

Πίνακας 2.3
Ορισμοί βιομηχανικού οικοσυστήματος

Πηγή	Ορισμός
Frosch & Gallopoulos (1989)	Το <i>βιομηχανικό οικοσύστημα</i> σχετίζεται με το μετασχηματισμό του παραδοσιακού μοντέλου της βιομηχανικής δραστηριότητας – στο οποίο το κάθε εργοστάσιο χρησιμοποιεί πρώτες ύλες και παράγει προϊόντα προς πώληση και απόβλητα προς διάθεση – σε ένα πιο ολοκληρωμένο σύστημα, όπου η κατανάλωση ενέργειας και υλικών βελτιστοποιείται, και τα παραπροϊόντα μιας διαδικασίας χρησιμοποιούνται σαν πρώτη ύλη σε μια άλλη διαδικασία.
Lowe et al. (1996)	Ένα <i>οικοβιομηχανικό πάρκο</i> είναι μια κοινότητα επιχειρήσεων (κατασκευαστικών, αλλά και παροχής υπηρεσιών), οι οποίες στοχεύουν σε αυξημένη περιβαλλοντική και οικονομική απόδοση μέσω συνεργασιών σε ζητήματα ενέργειας, υλικών και νερού. Με τον τρόπο αυτό, η κοινότητα επιχειρήσεων επιτυγχάνει οφέλη που είναι μεγαλύτερα από το άθροισμα των επιμέρους που θα είχαν επιτευχθεί στη περίπτωση που η <i>κάθε επιχείρηση βελτιστοποιούσε μόνη την απόδοση της</i> .
PCSD (1996)	Ένα <i>οικοβιομηχανικό πάρκο</i> είναι μια κοινότητα επιχειρήσεων που συνεργάζονται μεταξύ τους και με την τοπική κοινότητα με σκοπό την αποτελεσματική κοινή χρήση πόρων (πληροφορίες, υλικά, νερό, ενέργεια, υποδομές και φυσικό περιβάλλον), η οποία οδηγεί σε οικονομικά και περιβαλλοντικά οφέλη και ταυτόχρονη ανάπτυξη των ανθρώπινων πόρων, των επιχειρήσεων και της τοπικής κοινότητας.
Manahan (1999)	Η <i>βιομηχανική συμβίωση</i> είναι μια σχέση ισχυρής αλληλεξάρτησης ανάμεσα σε δυο επιχειρήσεις, που βασίζεται στην ανταλλαγή υλικών και ενέργειας, και παρουσιάζει αμοιβαία πλεονεκτήματα.
Chertov (2000)	Η <i>βιομηχανική συμβίωση</i> συμπλέκει οντότητες – που παραδοσιακά λειτουργούσαν ξεχωριστά η μία από την άλλη – και μέσω ανταλλαγών υλικών, ενέργειας, νερού και παραπροϊόντων, τους προσδίδει ανταγωνιστικό πλεονέκτημα. Τα κλειδιά για τη βιομηχανική συμβίωση είναι η συνεργασία καθώς και οι συνεργατικές δυνατότητες που προσφέρει η γεωγραφική εγγύτητα.
Korhonen et al. (2001)	Σε ένα οικοσύστημα τα υλικά ανταλλάσσονται μεταξύ των οργανισμών, η ενέργεια δεσμεύεται στα πλαίσια τροφικών αλυσίδων, ενώ η μοναδική εισροή στο σύστημα είναι η ηλιακή ενέργεια. Σε ένα <i>βιομηχανικό οικοσύστημα</i> , οι συμμετέχοντες στηριζόμενοι στο φυσικό μοντέλο ανακύκλωσης, συνεργάζονται χρησιμοποιώντας ροές απόβλητων (υλικών και ενέργειας) έτσι ώστε να ελαχιστοποιηθούν τόσο οι εισροές ενέργειας και (φυσικών) πρώτων υλών, όσο και οι εκροές του συστήματος.
Graedel & Allenby (2003)	Ένα οικοσύστημα αποτελείται από τα αλληλεπιδρόντα μέρη του φυσικού και βιολογικού κόσμου. Αντίστοιχα, ένα <i>βιομηχανικό οικοσύστημα</i> αποτελείται από αλληλεπιδρόντα μέρη του τεχνολογικού και μη τεχνολογικού κόσμου. Οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ των συμμετεχόντων περιλαμβάνουν ανταλλαγές υλικών και παρουσιάζουν μια δομή, αντίστοιχη με εκείνη της τροφικής αλυσίδας.

που ξεκίνησε πριν από πενήντα σχεδόν χρόνια, σε μια μικρή βιομηχανική ζώνη, εκατό χιλιόμετρα περίπου δυτικά της Κοπεγχάγης (βλέπε σχήμα 2.1).

Σχήμα 2.1 Η βιομηχανική συμβίωση του Kalundborg²²
[προσαρμογή από Καρβούνη και Γεωργακέλλο (2003)]

Με δεδομένο ότι το βιομηχανικό οικοσύστημα αποτελεί την κεντρική έννοια της διατριβής και θα αναλυθεί διεξοδικά στο κεφάλαιο 6, όπου θα εξετασθεί υπό το πρίσμα θεμελιωδών συστημικών εννοιών (σκοπός, στόχοι, όρια, περιβάλλον, στοιχεία, εμπλεκόμενοι, εισροές, εκροές, ανάδυση, ιεραρχία, δομή, οργάνωση, έλεγχος, επικοινωνία και δυναμική), στη συγκεκριμένη παράγραφο θα περιοριστούμε στην παρουσίαση των κυριότερων προσεγγίσεων που αναφέρονται στους διαφορετικούς τύπους βιομηχανικών οικοσυστημάτων.

Μια πρώτη προσέγγιση έρχεται από τους Martin et al. (1996) οι οποίοι προτείνουν ότι τα βιομηχανικά οικοσυστήματα μπορούν να ταξινομηθούν με βάση δυο άξονες (βλέπε σχήμα 2.2) :

²² Η βιομηχανική συμβίωση του Kalundborg περιγράφεται λεπτομερώς στο Παράρτημα 2.

- *στάδιο ανάπτυξης* διακρίνοντας ανάμεσα σε περιπτώσεις ανάπλασης και αποκατάστασης μολυσμένων περιοχών (καφέ ζώνες – *brownfields*) και νέες βιομηχανικές περιοχές (πράσινες ζώνες – *greenfields*)
- *βαθμός συγκέντρωσης* των εμπλεκόμενων επιχειρήσεων διακρίνοντας ανάμεσα σε *πάρκα* (όπου η διασπορά των επιχειρήσεων είναι η ελάχιστη δυνατή) και *περιφέρειες*, όπου οι συμμετέχοντες καλύπτουν ευρύτερη έκταση.

Σχήμα 2.2: Ταξινόμηση βιομηχανικών οικοσυστημάτων [προσαρμογή από Martin et al. (1996)]

Μια ακόμη τυπολογία έρχεται από τους Boons and Baas (1997) οι οποίοι μελετώντας υφιστάμενα βιομηχανικά οικοσυστήματα από τη πλευρά της οργανωσιακής κοινωνιολογίας και εστιάζοντας σε προβλήματα συντονισμού ανάμεσα σε διαφορετικά υποκείμενα δράσης, κατέληξαν σε τέσσερεις βασικούς τύπους:

- *κύκλος ζωής προϊόντος*, όπου οι συμμετέχοντες οργανώνονται γύρω από ένα συγκεκριμένο προϊόν, όπως αυτοκίνητο, μπαταρία, ηλεκτρικές συσκευές κλπ.
- *κύκλος ζωής υλικού*, όπου ο συνδετικός κρίκος είναι ένα συγκεκριμένο υλικό (αλουμίνιο, χαρτί, πολύτιμα μέταλλα κλπ.)
- *κλαδικός*, όπου η οργάνωση γίνεται ανάμεσα σε επιχειρήσεις του ίδιου κλάδου όπως χημική βιομηχανία, πετρελαιοβιομηχανία κλπ.

- *γεωγραφικός*, όπου οι συμμετέχοντες είναι εγκατεστημένοι σε ικανή απόσταση μεταξύ τους ώστε να αναπτυχθούν συμβιωτικές σχέσεις.

Μια διαφορετική ταξινόμηση έρχεται από τον Lowe (1995), ο οποίος με βάση τον κλάδο των εμπλεκόμενων επιχειρήσεων κατατάσσει τα βιομηχανικά οικοσυστήματα σε πέντε κατηγορίες:

- *αγρο-οικοβιομηχανικά πάρκα*, όπου συμμετέχουν επιχειρήσεις, οι οποίες σχετίζονται με καλλιέργεια, επεξεργασία αγροτικών προϊόντων, παραγωγή τροφίμων, αλλά και μονάδες που λειτουργούν υποστηρικτικά στις παραπάνω (παροχή ενέργειας, εξοπλισμού κλπ.).
- *πάρκα ανάκτησης πόρων*, όπου τα βασικά στοιχεία είναι μονάδες που λειτουργούν ως αποδομητές (decomposers)
- *πάρκα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας*, τα οποία εστιάζουν σε κυψέλες καυσίμων, αιολική ενέργεια, φωτοβολταϊκά τόξα, βιομάζα κλπ.
- *πάρκα παραγωγής ενέργειας*, όπου έχουμε συμπλέγματα επιχειρήσεων που αναπτύσσονται γύρω από σταθμούς παραγωγής ενέργειας.
- *πράσινα πετροχημικά πάρκα*, όπου η βιομηχανική συμβίωση αναπτύσσεται γύρω από διυλιστήρια και τις σχετικές χημικές βιομηχανίες.

Οι Lambert and Boons (2002) χωρίζουν τα βιομηχανικά συστήματα σε τρεις κατηγορίες (κάθε μια από τις οποίες μπορεί να διαχωριστεί εκ νέου σε πράσινες (greenfield) και καφέ (brownfied) ζώνες). Πιο συγκεκριμένα, αναφέρουν:

- τα *βιομηχανικά συμπλέγματα* (industrial complexes), όπου παρουσιάζονται 'σφιχτές' συνδέσεις και ανταλλαγές υλικών και ενέργειας, ανάμεσα σε μικρό αριθμό επιχειρήσεων
- τα *μικτά βιομηχανικά πάρκα* (mixed industrial parks), όπου είναι εγκατεστημένες μικρομεσαίες επιχειρήσεις και δεν παρουσιάζονται ιδιαίτερες συνδέσεις μεταξύ τους, και τέλος
- τις *οικοβιομηχανικές περιφέρειες* (eco-industrial regions), όπου οι επιχειρήσεις παρουσιάζουν μεγαλύτερη γεωγραφική εξάπλωση.

Εξυπακούεται ότι τυπολογίες που αναφέρονται στη βιβλιογραφία (βλέπε πίνακα 2.4) είναι ενδεικτικές, καθώς αρκετές περιπτώσεις βιομηχανικής ανάπτυξης (βλέπε Παράρτημα 2) είναι συνδυαστικές των κατηγοριών που παρατίθενται.

Πίνακας 2.4: Ταξινομήσεις βιομηχανικών οικοσυστημάτων

Κριτήριο	Ταξινόμηση	Πηγές
στάδιο ανάπτυξης	<ul style="list-style-type: none"> - πράσινες ζώνες - καφέ ζώνες 	Martin et al. (1996)
βαθμός συγκέντρωσης	<ul style="list-style-type: none"> - πάρκο - περιφέρεια 	
συντονισμός με βάση	<ul style="list-style-type: none"> - προϊόν - υλικό - κλάδο 	Boons and Baas (1997)
είδος συμβίωσης	<ul style="list-style-type: none"> - περιοχή - ανταλλαγές αποβλήτων - σε επίπεδο επιχείρησης - οικοβιομηχανικό πάρκο - ευρύτερη γεωγραφική περιοχή - επιχειρήσεις που δεν είναι εγκατεστημένες στην ίδια περιοχή 	Chertow (1999)
κλάδος επιχειρήσεων	<ul style="list-style-type: none"> - αγρο-οικοβιομηχανικά πάρκα - πάρκα ανάκτησης πόρων - πάρκα ΑΠΕ - πάρκα παραγωγής ενέργειας - πράσινα πετροχημικά πάρκα 	Lowe (2001)
οργάνωση με βάση	<ul style="list-style-type: none"> - προϊόν - γεωγραφική περιοχή 	Korhonen (2002)
είδος, μέγεθος & γεωγραφική έκταση επιχειρήσεων	<ul style="list-style-type: none"> - βιομηχανικά συμπλέγματα - μικτά βιομηχανικά πάρκα - οικοβιομηχανικές περιφέρειες 	Lambert and Boons (2002)
στόχος	<ul style="list-style-type: none"> - πάρκα προμηθευτών - δίκτυα ανάκτησης πόρων 	Fichtner et al. (2004)

2.6 Βιομηχανική οικολογία: πρακτικές εφαρμογές

Είναι κοινή διαπίστωση ότι στις περισσότερες περιπτώσεις, η απόσταση από τη θεωρητική θεμελίωση μιας ιδέας, μέχρι την πρακτική εφαρμογή είναι μεγάλη. Ακόμη περισσότερο στην περίπτωση της βιομηχανικής οικολογίας, η οποία αποτελεί ένα νέο σχετικά επιστημονικό πεδίο, με αποτέλεσμα οι πρωτοβουλίες που στοχεύουν στην υλοποίηση να βρίσκονται σε εμβρυακό στάδιο. Το γεγονός αυτό, καθιστά το πεδίο των πρακτικών εφαρμογών ιδανικό

για όσους θέλουν να ασκήσουν (σκληρή) κριτική στο παράδειγμα της οικοβιομηχανικής ανάπτυξης (O'Rourke et al., 1996; Bey, 2001).

Πριν προχωρήσουμε στην περιγραφή της υφιστάμενης κατάστασης στον τομέα των πρακτικών εφαρμογών της οικοβιομηχανικής ανάπτυξης, θα πρέπει να αναφέρουμε τον Desrochers (2002a; b; c; 2005), ο οποίος μετά από μια μεγάλης έκτασης ιστορική έρευνα, τεκμηριώνει ότι 'οικοβιομηχανικές' δραστηριότητες όπως η ανακύκλωση και η ανταλλαγή παραπροϊόντων, όχι απλά ήταν γνωστές, αλλά αποτελούσαν κυρίαρχο χαρακτηριστικό της βιομηχανικής ανάπτυξης σε Αμερική και Ευρώπη, ήδη από το 1850. Ο ίδιος, αποδίδει την επικράτηση της αντίθετης άποψης (ότι ανέκαθεν η βιομηχανική δραστηριότητα χαρακτηριζόταν από ένα γραμμικό μοντέλο εξόρυξης-χρήσης-εναπόθεσης) σε δυο λόγους:

- στην έλλειψη μελέτης και αποτύπωσης των οικοβιομηχανικών χαρακτηριστικών της πρώιμης βιομηχανικής περιόδου από τους σύγχρονους ερευνητές και
- στο ρόλο της αγοράς, η οποία επικουρούμενη από ένα μη-φιλικό ρυθμιστικό πλαίσιο, κατέστησαν τις εν λόγω δραστηριότητες μη-ανταγωνιστικές κατά τη διάρκεια του 20^{ου} αιώνα.

Σε κάθε περίπτωση, η υφιστάμενη βιβλιογραφία, μπορεί να υπολείπεται στη μελέτη βιομηχανικών οικοσυστημάτων του παρελθόντος, αλλά είναι σε θέση να προσφέρει ένα σεβαστό αριθμό από περιγραφές περιπτώσεων οικοβιομηχανικής ανάπτυξης²³. Μια πρώτη παρατήρηση που προκύπτει από τη μελέτη των υφιστάμενων βιομηχανικών οικοσυστημάτων²⁴ είναι ο διαχωρισμός ανάμεσα σε:

- περιπτώσεις βιομηχανικής ανάπτυξης, οι οποίες όμως προϋπήρχαν της έννοιας της βιομηχανικής οικολογίας και αναπτύχθηκαν (τουλάχιστον έως κάποια φάση) ανεξάρτητα από αυτή. Τα συγκεκριμένα συστήματα

²³ Για συνοπτικούς πίνακες με βιομηχανικά οικοσυστήματα σε Ευρώπη, Ασία, Αυστραλία και Αμερική, βλέπε Παράρτημα 1.

²⁴ Για περιγραφές βιομηχανικών οικοσυστημάτων που έχουν αναπτυχθεί στην Ευρώπη, βλέπε Παράρτημα 2.

παρουσίαζαν ‘οικοσυστημικά’ χαρακτηριστικά (ανάπτυξη συνεργασιών, ανταλλαγή παραπροϊόντων, αξιοποίηση αποβλήτων κλπ.), επισημάνθηκαν από τους μελετητές του πεδίου, στη συνέχεια αναλύθηκαν υπό το πρίσμα της οικοβιομηχανικής προσέγγισης. Ας μην ξεχνάμε ότι το πλέον δημοφιλές και αναφερόμενο βιομηχανικό οικοσύστημα, στο Kalundborg²⁵ της Δανίας, ανήκει στη συγκεκριμένη κατηγορία. Στη πλειοψηφία των περιπτώσεων, η δημιουργία των συγκεκριμένων συστημάτων δεν ήταν αποτέλεσμα²⁶ ενός συγκεκριμένου σχεδίου δράσεων.

- περιπτώσεις ένσκληπης μετάβαςης, όπου υπάρχει κεντρικός σχεδιασμός, ο οποίος στοχεύει στη δημιουργία βιομηχανικών συστημάτων τα οποία θα λειτουργούν με βάση τις αρχές της βιομηχανικής οικολογίας. Στη πλειοψηφία των περιπτώσεων, η δημιουργία των συγκεκριμένων συστημάτων σχετίζεται με πρωτοβουλίες που έχουν αναπτυχθεί στα πλαίσια τοπικών, περιφερειακών, ή ακόμα και εθνικών σχεδίων δράσης.

Συνοψίζοντας εργασίες ²⁷ [PCSD (1996), Lowe (1997), Fleig (2000), Hollander (2001), Thoresen (2001), Peck (2002), Lambert and Boons (2002), van Leeuwen et al., 2003), Gibbs (2003), Heeres et al. (2004), Opolu (2004), Walther and Spengler (2004), Gibbs et al. (2005), Koenig (2005, Gibbs and Deutz (2007), Chertow (2007), Gibbs et al. (2008)], οι οποίες εστιάζουν στην αξιολόγηση του πεδίου των πρακτικών εφαρμογών της οικοβιομηχανικής ανάπτυξης, μπορούμε να συμπεράνουμε τα εξής:

- η οικοβιομηχανική ανάπτυξη είναι ιδιαίτερα δύσκολη στην εφαρμογή της, καθώς έχει καταγραφεί μια ευρεία γκάμα προβλημάτων²⁸
- σε πολλές περιπτώσεις, οι υφιστάμενες δράσεις μπορεί να έχουν ως αποτέλεσμα την βελτίωση της περιβαλλοντικής απόδοσης, αλλά δεν παρουσιάζουν κάποιο ουσιαστικό οικοβιομηχανικό χαρακτηριστικό²⁹

²⁵ Για την περιγραφή της βιομηχανικής συμβίωσης στο Kalundborg, η οποία έχει χαρακτηριστεί και ως *Μέκκα της βιομηχανικής οικολογίας*, βλέπε Παράρτημα 2.

²⁶ Για το θέμα της ένσκληπης ή αναδυόμενης ανάπτυξης βιομηχανικών οικοσυστημάτων, βλέπε παραγράφους 5.11 και 7.7.

²⁷ Για μια κριτική στις υφιστάμενες προσεγγίσεις, βλέπε παραγράφους 5.2, 6.2 και 7.2.

²⁸ Για τα προβλήματα που ανακύπτουν κατά την οικοβιομηχανική ανάπτυξη βλέπε παραγράφους 6.2, 6.5 και 7.6.

- η υφιστάμενη οικοβιομηχανική ανάπτυξη δεν έχει εστιάσει στην κοινωνική διάσταση της κειφόρου ανάπτυξης
- η εφαρμογή του οικοβιομηχανικού παραδείγματος βρίσκεται σε πρώιμο στάδιο ανάπτυξης και οι υφιστάμενες περιπτώσεις δε φαίνεται να παρουσιάζουν μεγάλη διεισδυτικότητα στην κατεύθυνση της μετάβασης του υφιστάμενου τεχνολογικού καθεστώτος.

Θα κλείσουμε την παράγραφο που είναι αφιερωμένη στις πρακτικές εφαρμογές της οικοβιομηχανικής ανάπτυξης με τις γλαφυρές διαπιστώσεις δυο γνωστών μελετητών του πεδίου. Θα αναφέρουμε πρώτα τον Lowe (2001), ο οποίος σε μία ιδιαίτερα αυστηρή διατύπωση, συμπεραίνει ότι: *‘πολλοί χρησιμοποιούν τον όρο οικοβιομηχανικό πάρκο με σχετικά χαλαρό τρόπο. Για να αποτελεί μια προσπάθεια ένα πραγματικό οικοβιομηχανικό πάρκο, πρέπει να είναι κάτι περισσότερο από:*

- *μια απλή ανταλλαγή ή ένα δίκτυο ανταλλαγών*
- *μια ομάδα επιχειρήσεων που συνεργάζονται σε ζητήματα ανακύκλωσης*
- *ένα σύνολο από επιχειρήσεις που δραστηριοποιούνται στο πεδίο της τεχνολογίας περιβάλλοντος*
- *ένα σύνολο από επιχειρήσεις που παράγουν ‘πράσινα’ προϊόντα*
- *ένα πάρκο σχεδιασμένο γύρω από ένα συγκεκριμένο θέμα (πχ. πάρκο ηλιακής ενέργειας)*
- *ένα πάρκο που έχει κατασκευαστεί με τρόπο φιλικό προς το περιβάλλον*
- *μία περιοχή μεικτής δραστηριότητας (βιομηχανική, εμπορική και οικιστική)’.*

Στα ίδια πλαίσια με τον Lowe, ο Peck (2002) είναι ακόμη πιο σύντομος (και καυστικός), καθώς διαπιστώνει ότι *‘το φύτεμα δέντρων, ή η επαναχρησιμοποίηση του νερού της βροχής είναι μια καλή αρχή, αλλά δεν αποτελεί οικοβιομηχανική ανάπτυξη’.*

²⁹ Για μια συστηματική καταγραφή των περιβαλλοντικών δραστηριοτήτων και πρωτοβουλιών που αναπτύσσονται στα βιομηχανικά οικοσυστήματα, βλέπε παράγραφο 5.8.

2.7 Σύνοψη

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο περιγράφηκε εν συντομία η έννοια της βιομηχανικής οικολογίας. Πιο συγκεκριμένα, παρουσιάστηκαν:

- η σύλληψη της ιδέας της βιομηχανικής οικολογίας και η χρήση της μεταφοράς του οικοσυστήματος
- οι βασικές αρχές, οι υφιστάμενοι ορισμοί, τα οφέλη και οι κατευθύνσεις της βιομηχανικής οικολογίας
- οι ορισμοί και οι διαφορετικοί τύποι των βιομηχανικών οικοσυστημάτων
- μια αποτύπωση της κατάστασης στο τομέα των πρακτικών εφαρμογών του πεδίου.

3. Η συστημική θεώρηση

Όλοι οι υφιστάμενοι ορισμοί της *βιομηχανικής οικολογίας* δίνουν έμφαση στη *συστημική φύση* της οικοβιομηχανικής προσέγγισης. Στο κεφάλαιο 3 παρουσιάζονται οι βασικές έννοιες και μεθοδολογίες της *συστημικής σκέψης*, η οποία αποτελεί το βασικό θεωρητικό πλαίσιο τόσο για την συστημική περιγραφή των βιομηχανικών οικοσυστημάτων (κεφάλαιο 5) όσο και για την εξέταση των προβλημάτων και το σχεδιασμό των κατάλληλων παρεμβάσεων (κεφάλαιο 6). Πιο συγκεκριμένα, για την παρουσίαση της συστημικής σκέψης, δίνονται απαντήσεις στα ερωτήματα:

- Τι εννοούμε με τον όρο *σύστημα*;
- Ποια η αναγκαιότητα της *συστημικής σκέψης*;
- Ποια η διαφορά ανάμεσα στις *μαλακές* και τις *σκληρές* συστημικές προσεγγίσεις;
- Πως μπορεί να αναλυθεί συστημικά ένα *προβληματικό πλαίσιο*;
- Πως μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι συστημικές μεθοδολογίες στην *επίλυση οργανωσιακών προβλημάτων*;
- Τι εννοούμε με τον όρο *πλουραλιστική συστημική παρέμβαση*;

3.1 Εισαγωγή

Η μετάβαση προς τη βιώσιμη κοινωνία, είναι ένα μεγάλο εγχείρημα, όπου εμπλέκεται ένα εξαιρετικά διασυνδεδεμένο δίκτυο συντελεστών και η *συστημική σκέψη*, μπορεί να συμβάλει τόσο σε επίπεδο διατύπωσης στόχου (που θέλουμε να πάμε), όσο και προσδιορισμού μέσων (πως θα πάμε) [Σοφούλης (2003), Δεκλερής (2005), Seiffert and Loch C. (2005), Hjorth and Bagheri (2006)]. Επίσης, τόσο οι τεχνικές της *επιχειρησιακής έρευνας*, όσο και η προσέγγιση του *πολυμεθοδολογικού πλουραλισμού*, εργαλεία τα οποία χρησιμοποιούνται στα πλαίσια της διατριβής, έχουν αξιολογηθεί θετικά όσον αφορά την εφαρμογή τους στα πλαίσια της αειφόρου ανάπτυξης (Gasparatos et al., 2008, Leopold-Wildburger et al., 2009).

Στους υφιστάμενους ορισμούς της *βιομηχανικής οικολογίας*¹ δίνεται έμφαση στη *συστημική προσέγγιση* του πεδίου. Βέβαια, η λέξη *σύστημα* είναι ένας όρος που χρησιμοποιείται από όλους ευρέως και καθημερινά. Ο στόχος του συγκεκριμένου κεφαλαίου είναι η σύντομη παρουσίαση της σύγχρονης συστημικής σκέψης, όπου η έννοια *σύστημα* χρησιμοποιείται όχι μόνο για να αναφερθούμε σε διατεταγμένα στοιχεία, αλλά σε έναν ιδιαίτερο τρόπο οργάνωσης των σκέψεων μας για τον κόσμο. Η συστημική προσέγγιση είναι εκείνη που θα προσφέρει το βασικό θεωρητικό πλαίσιο για τη διερεύνηση των δυο από τις τρεις υποθέσεις εργασίας² της διατριβής: περιγραφή των βιομηχανικών οικοσυστημάτων (κεφάλαιο 5) και σχεδιασμός παρεμβάσεων προς επίλυση των εμφανιζόμενων προβλημάτων (κεφάλαιο 6).

Το κεφάλαιο 3 διαρθρώνεται ως εξής: αρχικά παρουσιάζεται η αναγκαιότητα της συστημικής σκέψης, και οι βασικές έννοιες της *συστημικής γλώσσας* (*systems language*). Στη συνέχεια περιγράφονται οι διαφορές ανάμεσα στις μαλακές και τις σκληρές προσεγγίσεις, ενώ συζητείται ο τρόπος με τον οποίο η συστημική σκέψη μπορεί να συμβάλει στην επίλυση οργανωσιακών προβλημάτων.

¹ Για τους υφιστάμενους ορισμούς της βιομηχανικής οικολογίας, βλέπε παράγραφο 2.4.

² Για τις υποθέσεις εργασίας της διατριβής, βλέπε και παράγραφο 1.2.

3.2 Η αναγκαιότητα της συστημικής σκέψης

Η προσυστημική σκέψη χαρακτηριζόταν από διαμάχες μεταξύ μηχανιστικής προσέγγισης και βιταλισμού (Flood and Jackson, 1991). Η μηχανιστική σκέψη βασίζεται στην ανάλυση και στην αναγωγή, καθώς θεωρεί ότι όλα τα αντικείμενα και τα φαινόμενα μπορούν να γίνουν κατανοητά υπό όρους θεμελιωδών στοιχείων. Παρόλα αυτά, το μηχανιστικό μοντέλο δεν μπορούσε να εξηγήσει τη συμπεριφορά πολύπλοκων φαινομένων, επιτρέποντας έτσι στο βιταλισμό (ζωτικοκρατία) να διατυπώνει εικασίες πως κάποια μυστηριώδης δύναμη ενοικούσε σε πολύπλοκες οντότητες, όπως οι οργανισμοί.

Η συστημική σκέψη³ εμφανίζεται για πρώτη φορά στη δεκαετία του 1940, ως απάντηση στην αποτυχία της μηχανιστικής σκέψης να εξηγήσει βιολογικά φαινόμενα. Υποστηρίζει πως οι οργανισμοί πρέπει να αντιμετωπίζονται ως συνολικές οντότητες ή συστήματα, των οποίων η ταυτότητα και η ακεραιότητα πρέπει να γίνουν σεβαστές. Οι πρώτοι συστημικοί επιστήμονες αναφέρουν ότι οι οργανισμοί έχουν *αναδυόμενες* (emergent) ιδιότητες, οι οποίες δεν υπάρχουν στα τμήματά τους. Η βασική θεώρηση των μηχανιστών ότι το σύμπαν αποτελείται από κομμάτια, τακτοποιημένα ιεραρχικά, καθένα από τα οποία μπορούν να μελετηθούν ανεξάρτητα, τίθεται υπό αμφισβήτηση. Βέβαια, η συστημική σκέψη, αναπτύχθηκε ως εναλλακτική της μηχανιστικής και αποδείχτηκε ικανοποιητικότερη για την εξήγηση όχι μόνο πολύπλοκων βιολογικών, αλλά και κοινωνικών φαινομένων. Είναι χαρακτηριστικό το παράδειγμα οργανώσεων που απέτυχαν να λειτουργήσουν καλά ως όλον, όταν όλα τα μέρη τους βελτιστοποιήθηκαν χωριστά.

Μια τέτοια μετατόπιση από τη μηχανιστική στη συστημική σκέψη (βλέπε πίνακα 3.1). χαρακτηρίζεται από αλλαγές στον τρόπο με τον οποίο αντιμετωπίζουμε ορισμένες έννοιες και φαινόμενα. Για παράδειγμα, στη μηχανιστική σκέψη, ένα *σύστημα* είναι ένα σύνολο μερών, όπου 'το όλο είναι ίσο με το άθροισμα των μερών'. Στη συστημική σκέψη, 'το όλο υπερβαίνει το άθροισμα των μερών του',

³ Για μια ιστορική αναδρομή στην εξέλιξη της συστημικής σκέψης βλέπε von Bertalanffy (1968) και Checkland (1981).

αφού *σύστημα* είναι ένα πολύπλοκο και εξαιρετικά διασυνδεδεμένο δίκτυο μερών, το οποίο ως σύνολο επιδεικνύει ιδιότητες που δεν ενυπάρχουν στα μέρη που το αποτελούν (Flood and Jackson, 1991).

Πίνακας 3.1: Αναγωγική & Συστημική σκέψη
[προσαρμογή από Leonard & Beer (1994)]

αναγωγική σκέψη		συστημική σκέψη
εστιάζει σε	μέρη	σύνολα
αιτιότητα	γραμμική (Α προκαλεί Β)	κυκλική (Α προκαλεί Β που προκαλεί Γ που προκαλεί Α)
παρατηρητής	αντικειμενικός	υποκειμενικός
περιβάλλον	δεν επηρεάζει	επηρεάζει ισχυρά
αλήθεια	μοναδική	πολλές
εξωτερικότητες	ασήμαντες	σημαντικές
προβλήματα	επιλύονται	αναλύονται

Κλείνοντας τη συγκεκριμένη παράγραφο, να σημειώσουμε πως η συστημική σκέψη δεν ασχολείται με ένα συγκεκριμένο είδος φαινομένων (όπως η φυσική ή η χημεία), δεν αποτελεί μια σύνθεση επιμέρους επιστημονικών πεδίων (όπως η βιοχημεία), ούτε εστιάζει σε μια περιοχή ενδιαφέροντος που απαιτεί τη συμβολή πολλών γνωστικών αντικειμένων (όπως η διοίκηση επιχειρήσεων). Η συστημική σκέψη αποτελεί μία *μετα-επιστήμη (meta-discipline)*, το αντικείμενο της οποίας είναι εν δυνάμει όλα τα επιστημονικά πεδία (Chekland, 1981).

3.3 Η συστημική γλώσσα

Στην προηγούμενη παράγραφο παρουσιάστηκε η αναγκαιότητα της συστημικής σκέψης, ενώ δόθηκαν και οι απαραίτητοι ορισμοί του συστήματος. Στο σημείο αυτό, θα παρουσιαστούν οι κύριες έννοιες μιας γενικευμένης αντίληψης για το σύστημα (βλέπε σχήμα 3.1).

Σχήμα 3.1: Γενική έννοια του συστήματος
[προσαρμογή από Flood & Jackson (1991)]

Για μια ολοκληρωμένη περιγραφή ενός συστήματος, οι όροι που χρησιμοποιούνται στην εικόνα (εισροή, εκροή, όρια, περιβάλλον, υποσύστημα, σχέση, στοιχείο) συμπληρώνονται από έννοιες όπως συνέργεια, ιδιότητες, μετασχηματισμός, ανάδραση, σκοπός, ομοιόσταση, επικοινωνία, έλεγχος, ταυτότητα και ιεραρχία. Πιο συγκεκριμένα, ένα σύστημα απαρτίζεται από έναν αριθμό *στοιχείων* και από τις *σχέσεις* που αναπτύσσονται μεταξύ τους. Γύρω από το διαδραστικό σύνολο στοιχείων, μπορεί να χαραχθεί ένα *όριο*, το οποίο διαχωρίζει το σύστημα από το *περιβάλλον*. Στη περίπτωση που το όριο είναι διαπερατό και επιτρέπει *εισροές* από το περιβάλλον και *εκροές* σε αυτό, το σύστημα ονομάζεται *ανοικτό*. Ένα σύστημα το οποίο σε ένα μεταβαλλόμενο περιβάλλον διατηρεί *ταυτότητα* και σταθερές μετασχηματιστικές διαδικασίες στο χρόνο, επιδεικνύει κάποια μορφή *ελέγχου*. Σημαντικό ρόλο στην *ομοιόσταση*⁴ ενός συστήματος εκτός από τον έλεγχο, διαδραματίζει η *επικοινωνία* και η ανταλλαγή πληροφοριών ανάμεσα στα στοιχεία. Ο όρος *συνέργεια* αναφέρεται στην αυξημένη αξία μερών από τα οποία αποτελείται το σύστημα. Τα συστήματα εκδηλώνονται σε ιεραρχίες, ώστε ένα σύστημα που εξετάζουμε μπορεί να θεωρηθεί και υποσύστημα ενός ευρύτερου συστήματος. Ο βιολόγος von Bertalanffy (1951; 1968) διατυπώνοντας τη *Γενική Θεωρία Συστημάτων* (*General System Theory*) εξέλαβε τον έμβιο οργανισμό ως μοντέλο

⁴ Με τον όρο *ομοιόσταση*, αναφερόμαστε στην διατήρηση ενός συστήματος σε μια σταθερή δυναμική κατάσταση απέναντι σε μεταβαλλόμενο περιβάλλον.

και παρατήρησε ότι οι παραπάνω συστημικές έννοιες αφορούν όλα τα είδη συστημάτων.

Η *Γενική Θεωρία Συστημάτων* από την εποχή της διατύπωσης της μέχρι σήμερα, έχει να επιδείξει μεγάλο πλήθος εφαρμογών με αναφορές σε ένα ευρύ φάσμα επιστημών (Rapoport, 1986). Ως χαρακτηριστικά (και τελείως διαφορετικά μεταξύ τους παραδείγματα) αναφέρουμε εργασίες που ανήκουν στο πεδίο της επιχειρησιακής έρευνας (Sagasti and Mitroff, 1973) και της γεωγραφίας (Haigh, 1985) ή ακόμα και μελέτες που αναφέρονται στην ηλιακή ακτινοβολία (Chernoj, 1988), την ανάπτυξη λογισμικού (Vos, 1994), ή σε ένα εθνικό σύστημα καινοτομίας (Kwanjai, 2000). Στα πλαίσια της διατριβής, οι βασικές έννοιες της Γενικής Θεωρίας Συστημάτων, θα χρησιμοποιηθούν για την ανάπτυξη μιας οντολογίας που στοχεύει στη συστημική περιγραφή της έννοιας του βιομηχανικού οικοσυστήματος

Νωρίτερα επισημάναμε ότι η Γενική Θεωρία Συστημάτων μπορεί να εφαρμοσθεί σε όλους τους τύπους των συστημάτων. Για να παρουσιάσουμε τα διαφορετικά είδη συστημάτων, θα στηριχθούμε στην τυπολογία⁵ του Checkland (1971), ο οποίος διακρίνει τέσσερις κατηγορίες:

- φυσικά (natural) συστήματα, τα οποία αναφέρονται σε συστήματα που υπάρχουν στο σύμπαν (από υποατομικά σωματίδια, έως γαλαξίες)
- τεχνητά (designed) συστήματα, τα οποία έχουν κατασκευαστεί από τον άνθρωπο και μπορεί να είναι απτά (πχ. εργαλεία, μηχανές) ή αφηρημένα (πχ. μαθηματικά)
- συστήματα ανθρώπινης δραστηριότητας (human activity systems), τα οποία έχουν δημιουργηθεί από τον άνθρωπο για να επιτελούν μια συγκεκριμένη σύνθετη λειτουργία,
- κοινωνικά (social) συστήματα, όπως ένα επιμελητήριο, ένας μη κυβερνητικός οργανισμός κλπ.

⁵ Για διαφορετικές προσεγγίσεις στα είδη συστημάτων βλέπε και Boulding (1956), Jordan (1968) και Jackson (2003).

Όπως θα δούμε στη συνέχεια της διατριβής⁶, ένα βιομηχανικό οικοσύστημα αποτελεί ένα σύμπλεγμα συστημάτων που κατανέμονται σε όλο το φάσμα της τυπολογίας του Checkland.

3.4 Σκληρές και μαλακές προσεγγίσεις

Ορισμένοι μελετητές της συστημικής σκέψης χρησιμοποιούν συστημικές έννοιες για να μελετήσουν καταστάσεις και φαινόμενα σαν να επρόκειτο για πραγματικά συστήματα. Για κάποιους άλλους, ο *πραγματικός κόσμος* θεωρείται πολύπλοκος για να περιγραφεί με συστημικά μοντέλα, τα οποία χρησιμοποιούνται ως αφηρημένες δομές για την οργάνωση των σκέψεων μας σε προβληματικές καταστάσεις. Το γεγονός αυτό έχει οδηγήσει σε δυο παραδείγματα⁷ (σκληρά & μαλακά), τα οποία έχουν διαφορετικές υποθέσεις και οδηγούν σε διαφορετικές μεθοδολογίες.

Η σκληρή άποψη, θεωρεί ότι ο κόσμος αποτελείται από συστήματα, τα προβλήματα είναι επιλύσιμα, ενώ οι στόχοι και οι σκοποί μπορούν να προσδιοριστούν εύκολα και αντικειμενικά. Η μαλακή προσέγγιση χρησιμοποιεί την έννοια του συστήματος ως μέσο για την οργάνωση των σκέψεων σε προβληματικές καταστάσεις, όπου οι συμμετέχοντες δεν έχουν απαραίτητα την ίδια άποψη για την υφιστάμενη κατάσταση. Με άλλα λόγια, οι μαλακές προσεγγίσεις αναπτύχθηκαν για να χρησιμοποιηθούν σε κακοδομημένα προβληματικά πλαίσια⁸, όπου δεν είναι σαφής η απάντηση στο ερώτημα 'τι συγκροτεί το πρόβλημα'. Έτσι, όταν οι σκληρές προσεγγίσεις εστιάζουν στο πως θα φθάσουμε σε προκαθορισμένους σκοπούς, οι μαλακές ασχολούνται με τη διατύπωση των ιδίων των σκοπών. Οι βασικές διαφορές ανάμεσα στη μαλακή και τη σκληρή θεώρηση συνοψίζονται στον πίνακα 3.2.

⁶ Για την ανάλυση ενός βιομηχανικού οικοσυστήματος με βάση τη συγκεκριμένη τυπολογία, βλέπε παράγραφο 5.7.

⁷ Για την επιστημολογική έννοια του παραδείγματος βλέπε παράγραφο 1.3.

⁸ Για μια συστημική ανάλυση των προβληματικών πλαισίων, βλέπε παράγραφο 3.5.

Πίνακας 3.2: Σκληρές & Μαλακές Προσεγγίσεις
[βασισμένος σε Checkland (1981) και Pidd (2004a;b)]

	Σκληρή Προσέγγιση	Μαλακή Προσέγγιση
πραγματικός κόσμος	οργανωμένος σε συστήματα	χαώδης
συστημικότητα	υπάρχει στον κόσμο	υπάρχει στη διαδικασία έρευνας
ερώτημα	<i>πως πρέπει να γίνει;</i>	<i>τι πρέπει να γίνει;</i>
στόχος	βελτιστοποίηση	διερεύνηση απόψεων
μοντέλα	αντιπροσωπεύουν τον πραγματικό κόσμο	αντιπροσωπεύουν απόψεις για τον πραγματικό κόσμο
είδος μοντέλων	ποσοτικά	ποιοτικά
δεδομένα	πραγματικά ή πειραματικά	υποκειμενικές κρίσεις

Ο διαχωρισμός ανάμεσα σε σκληρή και μαλακή θεώρηση αποτελεί κεντρικό ζήτημα του πεδίου της *Επιχειρησιακής Έρευνας και Συστημικής Επιστήμης* (Paterson, 2004). Άλλοι τις αντιμετωπίζουν σαν μη συμβατές⁹, άλλοι σαν αλληλοσυμπληρούμενες προσεγγίσεις, ενώ δε λείπουν κι εκείνοι που θεωρούν ότι οι σκληρές προσεγγίσεις εμπεριέχονται στις μαλακές (βλέπε σχήμα 3.2).

Σχήμα 3.2: Σχέση σκληρών (Σ) & μαλακών (Μ) προσεγγίσεων
[προσαρμογή από Pidd (2004a)]

Ο Mingers (1997) σημειώνει πως ανάμεσα στη σκληρή (θετικιστική) και στη μαλακή (ερμηνευτική) προσέγγιση, τοποθετείται το παράδειγμα της κριτικής συστημικής σκέψης (critical systems thinking), το οποίο δέχεται την ορθότητα και των δυο θεωρήσεων και προτείνει την υιοθέτηση του μεθοδολογικού πλουραλισμού (methodological pluralism) (Roth, 1987). Η ουσία

⁹ Με την έκφραση *μη συμβατός*, αποδίδεται ο όρος *incommensurable*.

ου μεθοδολογικού πλουραλισμού (πολυμεθοδολογία) έγκειται στη χρησιμοποίηση δύο ή περισσοτέρων συστημικών μεθοδολογιών (ή τμημάτων τους) οι οποίες δεν ανήκουν απαραίτητα στο ίδιο επιστημολογικό παράδειγμα, στα πλαίσια της αντιμετώπισης ενός συγκεκριμένου προβλήματος. Έτσι προκύπτει η ιδέα των *πλουραλιστικών συστημικών παρεμβάσεων*, η μελέτη της οποίας στα πλαίσια της οικοβιομηχανικής ανάπτυξης θα παρουσιαστεί στο κεφάλαιο 5.

3.5 Συστημική επίλυση οργανωσιακών προβλημάτων

Ο Checkland (1981) θεωρεί ότι υπάρχει μια σαφής διαχωριστική γραμμή ανάμεσα στη *συστημική σκέψη* (systems thinking) και στη *συστημική πρακτική* (systems practice): στην πρώτη περίπτωση, ο στόχος είναι η απόκτηση και η οργάνωση γνώσης μέσα από το επιστημολογικό παράδειγμα της συστημικής θεώρησης, ενώ στη δεύτερη ο στόχος είναι η χρησιμοποίηση των συστημικών εννοιών, μεθόδων και μεθοδολογιών στην επίλυση πραγματικών προβλημάτων¹⁰. Σε ένα συστημικό πλαίσιο ανάλυσης, η επίλυση προβλημάτων σχετίζεται με την αλληλεπίδραση δύο συστημάτων (Checkland, 1981):

- το *σύστημα περιεχομένου προβλήματος* (problem-content system), το οποίο συνδέεται με την αντίληψη και περιγραφή του προβλήματος, οι οποίες γίνονται με συστημικούς όρους και
- το *σύστημα επίλυσης προβλήματος* (problem-solving system), το οποίο σχετίζεται με το σχεδιασμό και την υλοποίηση των κατάλληλων παρεμβάσεων με τη βοήθεια συστημικών μεθοδολογιών.

Ο παραπάνω διαχωρισμός σε *περιεχόμενο* και *επίλυση* προβλήματος θα αποτελέσει τη βάση για το σχεδιασμό συστημικών παρεμβάσεων με σκοπό την επίλυση των προβλημάτων που ανακύπτουν κατά την οικοβιομηχανική

¹⁰ Με τον όρο πραγματικό πρόβλημα, αναφερόμαστε στον αγγλικό όρο real-world problem οποίος είναι ιδιαίτερα δημοφιλής στη συστημική βιβλιογραφία και έχει προσδιοριστεί από τον Checkland (1981) ως εξής: ‘*a real-world problem is a problem which arise in the everyday world of events and ideas, and may perceived differently by different people. Such problems contrast by laboratory problems which are constructed by an investigator who defines them in terms of form, content and boundaries and decides what to take into account and what to leave out.*’

ανάπτυξη (βλέπε κεφάλαιο 6). Στη συνέχεια της παραγράφου, θα παρουσιαστούν εν συντομία ορισμένα θεωρητικά εργαλεία που συμβάλλουν στην συστημική θεώρηση των προβλημάτων και των απαιτούμενων παρεμβάσεων, και τα οποία θα χρησιμοποιηθούν στη συνέχεια της διατριβής.

Ξεκινώντας από το *περιεχόμενο προβλήματος*, ο Ackoff (1974), ένας από τους πρωτοπόρους στην επίλυση προβληματικών καταστάσεων, υπογράμμισε τη διαφορά ανάμεσα σε προβλήματα και κυκεώνες προβλημάτων. Ο Pidd (2003) διεύρυνε τον παραπάνω διαχωρισμό σε ένα φάσμα τριών αρχετυπικών καταστάσεων, οι οποίες αποτυπώνουν τις διαφορετικές κατηγορίες προβλημάτων. Πιο συγκεκριμένα, ο Pidd (βλέπε πίνακα 3.3) αναφέρεται σε:

- *γρίφους* (puzzles), δηλαδή απλές προβληματικές καταστάσεις στις οποίες είναι σε γενικές γραμμές ξεκάθαρο τι πρέπει να γίνει, και το πώς θα γίνει. Η εύρεση στις λύσης σχετίζεται με την εφαρμογή γνωστών μεθόδων.
- *μεμονωμένα προβλήματα* (problems), δηλαδή καταστάσεις στις οποίες είναι ξεκάθαρο τι πρέπει να γίνει, αλλά δεν είναι φανερό το πώς. Με άλλα λόγια, το πρόβλημα είναι σαφώς ορισμένο, αλλά απαιτούνται ειδικές γνώσεις και δεξιότητες για τον προσδιορισμό μιας αποδεκτής λύσης.
- *κυκεώνες προβλημάτων* (messes), δηλαδή καταστάσεις στις οποίες υπάρχει ασυμφωνία στο τι πρέπει να γίνει, αλλά και στο γιατί. Ως εκ τούτου, δεν είναι δυνατόν να διατυπωθεί το πώς θα γίνει, οπότε πριν την εύρεση μιας 'μεθόδου επίλυσης', απαιτείται η δόμηση και η σαφής διατύπωση του προβλήματος.

Πίνακας 3.3

Τύποι προβλημάτων - 1 [προσαρμογή από Pidd (2003)]

Μέθοδος επίλυσης	Διατύπωση προβλήματος	
	σαφής	υπό συζήτηση
σαφής	γρίφος	κυκεώνες
υπό συζήτηση	πρόβλημα	προβλημάτων

Σε μια διαφορετική προσέγγιση, ο Jackson (2003) αναλύει τα υφιστάμενα προβληματικά πλαίσια με βάση δυο διαστάσεις (βλέπε πίνακα 3.4):

- τις σχέσεις των συμμετεχόντων (σε συμφωνία, πλουραλιστικές και εξαναγκαστικές), ανάλογα με το αν υπάρχουν κοινά συμφέροντα και συμβατότητα σε αξίες και πεποιθήσεις και
- του τύπου συστήματος (απλό, πολύπλοκο), ο οποίος εξαρτάται από τον αριθμό των στοιχείων, τις μεταξύ τους σχέσεις, το βαθμό οργάνωσης κλπ

Πίνακας 3.4

Τύποι προβλημάτων - 2 [προσαρμογή από Jackson (2003)]

τύπος συστήματος	σχέσεις συμμετεχόντων		
	σε συμφωνία (Σ)	πλουραλιστικές (Π)	εξαναγκαστικές (Ε)
απλό (Α)	Α-Σ	Α-Π	Α-Ε
πολύπλοκο (Π)	Π-Σ	Π-Π	Π-Ε

Τόσο η τυπολογία του Pidd (2003) όσο και εκείνη του Jackson (2003) θα χρησιμοποιηθούν στο κεφάλαιο 6, για τη συστημική περιγραφή των προβληματικών πλαισίων που ανακύπτουν κατά την οικοβιομηχανική ανάπτυξη¹¹.

Η σύνδεση ανάμεσα στον τύπο των προβληματικών πλαισίων και στη μεθοδολογία που μπορεί να εφαρμοσθεί σε κάθε περίπτωση, γίνεται μέσα από το *Σύστημα Συστημικών Μεθοδολογιών* (βλέπε Πίνακα 3.5), το οποίο αναγνωρίζει τη μερικότητα κάθε μεθοδολογίας, αξιοποιεί την ποικιλία των υφιστάμενων προσεγγίσεων και αποτελεί τη βάση για μια συστημικά βασισμένη *επίλυση προβλημάτων*. Μια βασική παρατήρηση είναι πως η επιλογή συστημικής μεθοδολογίας *πρέπει να αποκομίζει πληροφορίες* από το Σύστημα Συστημικών Μεθοδολογιών και *δεν πρέπει να καθοδηγείται από αυτό* (Flood and Jackson, 2001). Ας μην ξεχνάμε άλλωστε, ότι το τι παίρνει για δεδομένο η κάθε μεθοδολογία σχετικά με την περιγραφή του προβλήματος, τον τύπο του συστήματος και τη διάσταση των συμμετεχόντων, παραμένει πάντοτε υπό συζήτηση. Η πρόωρη ή περιορισμένη εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με το

¹¹ Για τη συστημική περιγραφή των προβλημάτων που εμφανίζονται σε βιομηχανικά οικοσυστήματα, βλέπε παράγραφο 6.5.

υφιστάμενο προβληματικό πλαίσιο μπορεί να αποφευχθεί μέσα από τη διαδικασία της *Ολικής Συστημικής Παρέμβασης*.

Πίνακας 3.5
Σύστημα Συστημικών Μεθοδολογιών
[προσαρμογή από Jackson and Keys (1984)]

τύπος συστήματος	σχέσεις συμμετεχόντων		
	σε συμφωνία	πλουραλιστικές	εξαναγκαστικές
απλό	ΕΕ, ΣΑ, ΜΣ, ΣΔ	ΣΚΣ, ΑΕΣΥ	ΚΣΕ
πολύπλοκο	ΔΒΣ, ΓΣΘ, ΚΤΣ, ΕΘ	ΔΠ, ΜΜΣ	???

ΕΕ: επιχειρησιακή έρευνα, ΣΑ: συστημική ανάλυση, ΜΣ: μηχανική συστημάτων, ΣΔ: συστημική δυναμική, ΔΒΣ: διάγνωση βιώσιμου συστήματος, ΓΣΘ: γενική συστημική θεωρία, ΚΤΣ: κοινωνικοτεχνικό σύστημα, ΕΘ: ενδεχομενική θεωρία, ΣΚΣ: σχεδίαση κοινωνικών συστημάτων, ΑΕΣΥ: ανάδειξη & έλεγχος στρατηγικών υποθέσεων, ΔΠ: διαδραστικός προγραμματισμός, ΜΜΣ: μεθοδολογία μαλακών συστημάτων, ΚΣΕ: κριτική συστημική ευρετική

Η *Ολική Συστημική Παρέμβαση* (βλέπε σχήμα 3.2) συνδυάζει τη δημιουργική σκέψη για τη φύση των προβληματικών καταστάσεων, χρησιμοποιώντας τις συστημικές μεταφορές¹², σε συνδυασμό με την ορθή επιλογή μιας συστημικής μεθοδολογίας, βασισμένης στη γνώση που αποκτήθηκε από το *Σύστημα Συστημικών Μεθοδολογιών*.

Η *Ολική Συστημική Παρέμβαση* αποτελεί μια μετα-μεθοδολογία (καθώς συνδυάζει συστημικές μεταφορές και μεθοδολογίες) η οποία αναπτύσσεται σε τρεις φάσεις (βλέπε πίνακα 3.6):

- η πρώτη φάση είναι εκείνη της *δημιουργικότητας*, όπου χρησιμοποιούνται οι συστημικές μεταφορές (εστιάζοντας την προσοχή σε διαφορετικές όψεις της υφιστάμενης οργάνωσης) και τίθενται ερωτήματα σχετικά με τη διατύπωση του προβλήματος, τους στόχους της σχεδιαζόμενης παρέμβασης κλπ.
- στη συνέχεια ακολουθεί η φάση της *επιλογής* μιας μεθοδολογίας (ή σειράς μεθοδολογιών), η οποία ανταποκρίνεται στην κατάσταση της οργάνωσης,

¹² Οι *μεταφορικές περιγραφές* ή *μεταφορές* (metaphors) υποδηλώνουν ένα τρόπο σκέψης και θέασης που διαπερνά τον τρόπο με τον οποίο αντιλαμβανόμαστε τον κόσμο γενικότερα (Morgan, 1997). Οι Flood & Jackson (1991) σημειώνουν πως οι μεταφορές μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως φίλτρα για να εξετάσουμε προβληματικές καταστάσεις. Οι πλέον συνηθισμένες μεταφορές είναι εκείνες της μηχανής, του εγκεφάλου, του οργανισμού και της κουλούρας. Για μεταφορικές περιγραφές των βιομηχανικών οικοσυστημάτων, βλέπε παράγραφο 6.8.

όπως αυτή διατυπώθηκε στη φάση της δημιουργικότητας και στηρίζεται στο Σύστημα Συστημικών Μεθοδολογιών

Σχήμα 3.3: Η μεθοδολογία της Ολικής Συστημικής Παρέμβασης
[προσαρμογή από Flood and Jackson (2001)]

- τέλος, κατά τη φάση της *εφαρμογής*, ο στόχος είναι η χρησιμοποίηση των μεθοδολογιών που επιλέχθηκαν στην προηγούμενη φάση, και η διατύπωση συγκεκριμένων προτάσεων που θα συμβάλουν στην επίλυση του υφιστάμενου προβλήματος.

Πίνακας 3.6
Η μεθοδολογία της Ολικής Συστημικής Παρέμβασης
[προσαρμογή από Flood and Jackson (2001)]

φάση	καθήκον	εργαλεία	αποτέλεσμα
δημιουργικότητα	διερεύνηση σκοπών, διατύπωση προβλημάτων	συστημικές μεταφορές	δεσπόζουσες και εξαρτημένες μεταφορές για την αποσαφήνιση των σημαντικότερων εκδοχών
επιλογή	επιλογή συστημικής μεθοδολογίας (ή μεθοδολογιών)	σύστημα συστημικών μεθοδολογιών	επιλογή δεσπόζουσας και εξαρτημένων μεθοδολογιών
εφαρμογή	εφαρμογή συγκεκριμένων προτάσεων	εφαρμογή συστημικών μεθοδολογιών	κατάλληλη και συντονισμένη παρέμβαση

Κλείνοντας, να σημειώσουμε πως η *Ολική Συστημική Παρέμβαση*, θα αποτελέσει τη βάση για το προτεινόμενο πλαίσιο εργασίας που αφορά το

σχεδιασμό πλουραλιστικών συστημικών παρεμβάσεων στα πλαίσια της οικοβιομηχανικής ανάπτυξης.

3.6 Σύνοψη

Το κεφάλαιο 3 περιγράφει τις βασικές έννοιες και προσεγγίσεις της συστημικής σκέψης, η οποία αποτελεί τη θεωρητική βάση για την περιγραφή των βιομηχανικών οικοσυστημάτων (βλέπε κεφάλαιο 5) και το σχεδιασμό πλουραλιστικών παρεμβάσεων για την επίλυση των προβλημάτων που εμφανίζονται κατά την οικοβιομηχανική ανάπτυξη (βλέπε κεφάλαιο 6). Συνοπτικά, στο κεφάλαιο 3 παρουσιάστηκαν:

- ο ορισμός του *συστήματος* και η αναγκαιότητα της *συστημικής σκέψης*
- οι βασικές έννοιες της συστημικής σκέψης
- οι διαφορές ανάμεσα σε *μαλακές* και *σκληρές προσεγγίσεις* και τέλος
- πως εφαρμόζεται η συστημική σκέψη στην επίλυση οργανωσιακών προβλημάτων.

4. Η προσέγγιση των κοινωνικοτεχνικών συστημάτων

Σε ένα μάκρο επίπεδο θεώρησης, η υιοθέτηση του οικοβιομηχανικού τρόπου παραγωγής είναι άμεσα συνδεδεμένη με τη μετάβαση προς ένα νέο τεχνολογικό παράδειγμα. Στο κεφάλαιο 4 αναπτύσσονται οι βασικές έννοιες και παραδοχές της *κοινωνικοτεχνικής προσέγγισης*, η οποία αποτελεί το βασικό θεωρητικό πλαίσιο για την μελέτη της μετάβασης προς ένα οικοβιομηχανικό *τεχνολογικό καθεστώς* που θα παρουσιασθεί στο κεφάλαιο 7. Πιο συγκεκριμένα, η κοινωνικοτεχνική προσέγγιση παρουσιάζεται μέσω απαντήσεων σε ερωτήματα όπως:

- Ποιο είναι το αντικείμενο των *Σπουδών Επιστήμης & Τεχνολογίας*;
- Ποια η αναγκαιότητα της *κοινωνικοτεχνικής προσέγγισης*;
- Τι αποτελεί ένα *κοινωνικοτεχνικό σύστημα*;
- Πως ορίζεται η έννοια της *τεχνολογίας* υπό το πρίσμα της κοινωνικοτεχνικής προσέγγισης;
- Τι εννοούμε με τον όρο *τεχνολογική μετάβαση* και *συστημική καινοτομία*;
- Πως μπορεί να μελετηθεί μια *τεχνολογική μετάβαση*;

4.1 Εισαγωγή

Έχει επισημανθεί πως η αειφορία είναι άμεσα συνδεδεμένη με τη μετάβαση προς ένα νέο τεχνολογικό καθεστώς [Berkhout (2002), Tukker and Butter (2007)]. Η μελέτη της εν λόγω μετάβασης, υπό το πρίσμα της κοινωνικοτεχνικής προσέγγισης, μπορεί να συμβάλει τόσο σε επίπεδο ερμηνείας, όσο και σε εκείνο της διακυβέρνησης και άσκησης πολιτικής [Elzen et al. (2004a), Smith et al. (2005), Meadowcroft (2005)].

Υπό το πρίσμα της κοινωνικοτεχνικής προσέγγισης, η τεχνολογία δεν είναι απλά ένα σύνολο γνώσεων και τεχνουργημάτων. Απεναντίας, αποτελεί ένα ετερογενές σύμπλεγμα κοινωνικών και τεχνικών στοιχείων, τα οποία αλληλεπιδρούν και συνεξελίσσονται. Με άλλα λόγια, η μετάβαση σε ένα *τεχνολογικό παράδειγμα*¹, συνδέεται με μεταβολές τόσο κοινωνικού όσο και τεχνικού χαρακτήρα.

Το συγκεκριμένο κεφάλαιο στοχεύει σε μια σύντομη παρουσίαση της *προσέγγισης των κοινωνικοτεχνικών συστημάτων* και διαρθρώνεται ως εξής: αρχικά γίνεται μια αναφορά στις *Σπουδές Επιστήμης & Τεχνολογίας*, οι οποίες είναι η επιστημονική ομπρέλα, υπό την οποία αναπτύχθηκε η κοινωνικοτεχνική προσέγγιση. Κατόπιν, παρουσιάζονται οι βασικές θεωρήσεις και η αναγκαιότητα της κοινωνικοτεχνικής προσέγγισης και στη συνέχεια περιγράφονται οι έννοιες της *τεχνολογικής μετάβασης* και *καινοτομίας συστήματος*. Το κεφάλαιο ολοκληρώνεται με την παρουσίαση τριών συγκεκριμένων πλαισίων που έχουν αναπτυχθεί στα πλαίσια της προσέγγισης των κοινωνικοτεχνικών συστημάτων και τα οποία θα χρησιμοποιηθούν στην ανάλυση που θα διεξαχθεί στο κεφάλαιο 7.

4.2 Σπουδές Επιστήμης & Τεχνολογίας

Οι *Σπουδές Επιστήμης και Τεχνολογίας (Science and Technology Studies – STS)* μελετούν τον τρόπο με τον οποίο οι κοινωνικές, πολιτικές και πολιτιστικές αξίες επηρεάζουν την επιστημονική έρευνα και τις τεχνολογικές καινοτομίες,

¹ Για την έννοια του παραδείγματος (paradigm) βλέπε και παράγραφο 1.1.

και το πώς εκείνες με τη σειρά τους επηρεάζουν την κοινωνία, την πολιτική και την κουλτούρα (Hackett et al., 2008). Με άλλα λόγια, η βασική θεώρηση του πεδίου είναι η *κοινωνική ενσωμάτωση* της επιστήμης και της τεχνολογίας. Οι Σπουδές Επιστήμης και Τεχνολογίας αποτελούν ένα διεπιστημονικό (συνδυάζουν ιστορία της τεχνολογίας, ιστορία και φιλοσοφία της επιστήμης, κοινωνιολογία, οικονομική και πολιτική επιστήμη), και αναπτυσσόμενο ² επιστημονικό πεδίο που θεμελιώθηκε στα τέλη της δεκαετίας του '70, αν και η αλληλεπίδραση κοινωνίας - επιστήμης είχε επισημανθεί από ορισμένους μελετητές αρκετές δεκαετίες νωρίτερα (Fleck, 1935).

Στα πλαίσια των *Σπουδών Επιστήμης & Τεχνολογίας* έχουν διεξαχθεί μελέτες (βλέπε πίνακα 4.1) οι οποίες έχουν εστιάσει είτε σε συγκεκριμένα τεχνουργήματα και τεχνολογίες (πετρελαιοκινητήρας, ηλεκτρική ενέργεια κλπ.), είτε σε πιο σύνθετα συμπλέγματα (μεταφορές, βιομηχανική παραγωγή, διαδίκτυο κλπ.). Σε κάθε περίπτωση έχουν αναπτυχθεί αρκετές προσεγγίσεις, κάθε μια από τις οποίες παρουσιάζει διαφορετικό πλαίσιο ερμηνείας και ανάλυσης. Οι κυριότερες από αυτές είναι:

- η *Κοινωνική Κατασκευή της Τεχνολογίας* (*Social Construction of Technology* – SCOT), μια εξελικτική³ προσέγγιση, σύμφωνα με την οποία κάθε τεχνολογική αλλαγή, είναι αποτέλεσμα διαδικασιών δοκιμής και λάθους (trial & error), παραλλαγής (variation) και επιλογής (selection) (Bijker, 1995; Kline and Pinch, 1996).
- η *Θεωρία Συντελεστών Δικτύων* (*Actor-Network Theory* – ANT), στην οποία δίνεται έμφαση στα δίκτυα που σχηματίζονται ανάμεσα σε συντελεστές δράσης, χωρίς την ύπαρξη των οποίων ένα τεχνούργημα ή μια τεχνολογία δεν θα μπορούσε να εδραιωθεί (Latour, 1987; Law and Callon, 1992)

² Αξίζει να σημειωθεί πως η *Society for Social Studies of Science* ιδρύθηκε το 1975, ενώ η *European Society for the Study of Science and Technology* το 1985. Αυτή τη στιγμή, παγκοσμίως υπάρχουν γύρω στα τριάντα πανεπιστήμια, τα οποία προσφέρουν τη δυνατότητα για απόκτηση πτυχίου στο πεδίο των Σπουδών Επιστήμης και Τεχνολογίας (Wikipedia, 2008).

³ Η βασική διαφορά της Κοινωνικής Κατασκευής της Τεχνολογίας και των εξελικτικών οικονομικών (evolutionary economics) είναι ότι η πρώτη προσέγγιση υποστηρίζει πως οι διαδικασίες της παραλλαγής και επιλογής είναι αποτέλεσμα ανθρώπινης δράσης (Geels, 2005a).

- η *Θεωρία Μεγάλων Τεχνικών Συστημάτων* (*Large Technical Systems Theory* – LTST), η οποία εστιάζει στον κύκλο ζωής των συστημάτων μεγάλης κλίμακας, και δεν εξετάζει τις μεταβάσεις αυτών (Hughes, 1983; Mayntz and Hughes, 1988; Coutard, 1999).
- τέλος, μια θεώρηση που έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια των Σπουδών Επιστήμης και Τεχνολογίας είναι και η *προσέγγιση των Κοινωνικοτεχνικών Συστημάτων* (Geels, 2004) που αποτελεί και το αντικείμενο μελέτης του συγκεκριμένου κεφαλαίου.

Πίνακας 4.1
Σπουδές Επιστήμης & Τεχνολογίας

Πηγή	Περιοχή ενδιαφέροντος
Hughes (1983)	δίκτυα ηλεκτροδότησης
Latour (1987)	κινητήρας Diesel
Law and Callon (1992)	αεροπλοΐα
Schot et al., (1994)	ηλεκτροκίνητο αυτοκίνητο
Bijker (1995)	ποδήλατο, βακελίτης, λάμπα πυρακτώσεως
Kline and Pinch (1996)	αυτοκινητοβιομηχανία
Coutard (1999)	διαδίκτυο
Van den Ende (1999)	ηλεκτρονικός υπολογιστής
Belz (2004)	αγροτροφικό σύμπλεγμα
Correlije & Verbong (2004)	άνθρακας/φυσικό αέριο
Elzen et al. (2004); Kemp & Rotmans (2004); Geels (2002; 2005a)	συγκοινωνίες & μεταφορές
Kivisaari et al. (2004)	συστήματα υγείας
Shove (2004)	πλούσιμο ρούχων
Geels (2005a)	ιστιοφόρα/ατμόπλοια, μηχανές αεροσκαφών
Geels (2005b), Geels and Kemp (2007); Quitzau (2007)	ύδρευση & αποχέτευση
Geels (2006)	βιομηχανική παραγωγή

Ο Geels (2005a) επισημαίνει πως παρά τις επιμέρους διαφορές τους, οι παραπάνω προσεγγίσεις συμφωνούν σε ένα βασικό σημείο: η τεχνολογία είναι ετερογενής⁴ και δεν αποτελεί απλά μια υλική επιινόηση (*‘technology is heterogeneous, not just a material contraption’*). Η ετερογενής φύση της τεχνολογίας θα συζητηθεί στην επόμενη παράγραφο, όπου παρουσιάζεται και η θεώρηση της κοινωνικοτεχνικής προσέγγισης στο ερώτημα ‘τι είναι τεχνολογία’.

4.3 Η αναγκαιότητα⁵ της κοινωνικοτεχνικής προσέγγισης

Στη σχετική βιβλιογραφία, η πλειομέτρη των υφιστάμενων ορισμών συνδέουν τη *τεχνολογία*, με την εκπλήρωση μιας *κοινωνικής λειτουργίας* (societal function). Για παράδειγμα, ο Grubler (1998) σημειώνει ότι *‘η τεχνολογία δίνει στους ανθρώπους τη δυνατότητα να διευρύνουν τις ικανότητες τους και να εκτελέσουν εργασίες, τις οποίες διαφορετικά δε θα μπορούσαν να πραγματοποιήσουν’*. Ο Ayres (1996) είναι πιο κατατοπιστικός σχετικά με τη φύση αυτών των ‘εργασιών’: *‘η τεχνολογία μπορεί να θεωρηθεί σαν ένας συνδυασμός γνώσης και κατάλληλων μέσων, μέσω του οποίου επιτυγχάνεται ο μετασχηματισμός υλικών, ενέργειας και πληροφορίας, από λιγότερο σε περισσότερο επιθυμητές μορφές’*. Οι Weaver et al. (2000) σχολιάζοντας τους υφιστάμενους ορισμούς, συμπεραίνουν πως ορισμένοι από αυτούς εστιάζουν σε απτά και υλικά μέρη (technological ‘hardware’), όπως υποδομές, εξοπλισμός και προϊόντα, ενώ άλλοι αναφέρονται και σε αφηρημένες έννοιες (technological ‘software’) όπως τεχνογνωσία, πρακτικές και άλλες δεξιότητες που απαιτούνται για την παραγωγή και χρήση τεχνουργημάτων.

Βέβαια, η τεχνολογία δεν έχει από μόνη της τη δυνατότητα *‘εκτέλεσης εργασιών’* ή *‘μετασχηματισμού υλικών και ενέργειας’*, όπως αναφέρουν οι ορισμοί που παρατέθησαν. Ένα τηλέφωνο, ένα αυτοκίνητο, ακόμα και το

⁴ Σχολιάζοντας το ρόλο των μηχανικών, ο Law (1987) αναφέρεται στο φαινόμενο του *ετερογενούς σχεδιασμού* (heterogeneous engineering).

⁵ Για την αναγκαιότητα της κοινωνικοτεχνικής προσέγγισης στα πλαίσια της οικοβιομηχανικής ανάπτυξης βλέπε και παράγραφο 7.3.

διαδίκτυο είναι άμεσα συνδεδεμένα με την ανθρώπινη δράση⁶ (human agency), χωρίς την οποία δε μπορούν να φανούν χρήσιμα. Με άλλα λόγια, η τεχνολογία υφίσταται μόνο στο βαθμό που παράγεται και αναπαράγεται μέσω των δικών μας πράξεων ως ανθρώπινων όντων. Για το συγκεκριμένο θέμα, ο Fleck (2000) υπογραμμίζει: *‘τα τεχνουργήματα δεν είναι δυνατόν να εξετασθούν καθαυτά (artefacts per se), αλλά μόνο στα πλαίσια του περιβάλλοντος που χρησιμοποιούνται (artefacts in context)’*. Λειτουργώντας προς μια τέτοια κατεύθυνση η μελέτη τόσο της κοινωνικής όσο και της τεχνικής όψης της τεχνολογίας είναι απαραίτητη. Στο συγκεκριμένο συνδυασμό (τεχνική + οικονομική διάσταση) αναφέρεται ο χαρακτηρισμός *‘ετερογενής’* που αποδόθηκε στην έννοια της τεχνολογίας στο τέλος της προηγούμενης παραγράφου. Ο Hughes (1987) για να αποδώσει την διττή αυτή θεώρηση της τεχνολογίας, χρησιμοποιεί τη μεταφορά του *δικτύου χωρίς ραφές* (seamless web), προκειμένου να περιγράψει τους συνδυασμούς και τις αλληλεπιδράσεις ανάμεσα σε τεχνουργήματα, οργανισμούς (επιχειρήσεις, τράπεζες, ερευνητικά κέντρα), φυσικούς πόρους, επιστημονικούς πόρους (επιστημονικά βιβλία και περιοδικά), νόμους κλπ.

Τοποθετημένη σε ένα διαφορετικό πλαίσιο, η αναγκαιότητα της κοινωνικοτεχνικής προσέγγισης επισημάνθηκε στα μέσα του προηγούμενου αιώνα, όταν η εισαγωγή αυτοματισμών σε ανθρακωρυχεία της Μεγάλης Βρετανίας, δεν επέφερε αύξηση αλλά αντίθετα οδήγησε σε πτώση τους δείκτες παραγωγικότητας. Το *‘παράδοξο’* μελετήθηκε από τους Trist and Bamforth (1951), οι οποίοι αναφέρθηκαν στη συνύπαρξη ανθρώπων και μηχανών στους χώρους εργασίας και ανέδειξαν το ρόλο κοινωνικών παραγόντων όπως είναι η

⁶ Στο σημείο αυτό θα πρέπει να αναφέρουμε ότι σχετικά με την ανθρώπινη δραστηριότητα (human activity) υπάρχουν δυο εντελώς διαφορετικές προσεγγίσεις: η πρώτη θεωρεί ότι τα υποκείμενα δράσης (human actors) είναι οι βασικοί φορείς κοινωνικής αλλαγής (social change) καθώς έχουν απόλυτη ελευθερία δράσης. Η δεύτερη αντίληψη, θεωρεί τα υποκείμενα δράσης απρόσωπα αυτόματα (faceless automata) τα οποία υπόκεινται σε κανόνες και θεσμούς τους οποίους και δεν μπορούν να αλλάξουν. Με άλλα λόγια, η πρώτη προσέγγιση εστιάζει στη δράση, ενώ η δεύτερη στη δομή. Βέβαια, υπάρχουν και προσεγγίσεις (Bourdieu, 1977; Giddens, 1984) που τοποθετούνται στο ενδιάμεσο του διλήμματος δομής-δράσης (structure-agency dilemma), και θεωρούν ότι τα ανθρώπινα όντα δημιουργούν την κοινωνία και είναι ταυτόχρονα δημιουργήματα της (*διπλή ανάμειξη ανθρώπων και θεσμών*).

αλληλεπίδραση, ο συντονισμός κλπ. Οι ίδιοι συνέχισαν τις εργασίες τους στο *Tavistock Institute of Human Relations*, το οποίο έκτοτε αποτελεί ένα βασικό πυλώνα της κοινωνικοτεχνικής σκέψης μέχρι και σήμερα (Emery and Trist, 1973; Trist and Murray, 1993; Griffith and Dougherty, 2001).

Η κοινωνικοτεχνική προσέγγιση μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε πολλά επίπεδα (χώρους εργασίας, επιχειρήσεις κλπ.) και κάτω από διαφορετικό προσανατολισμό (βελτιστοποίηση, οργάνωση παραγωγής κλπ.). Ως εκ τούτου, μπορεί να εφαρμοσθεί και σε ένα ανώτερο επίπεδο ανάλυσης, το οποίο είναι η επίτευξη κοινωνικών λειτουργιών όπως για παράδειγμα οι μεταφορές, οι επικοινωνίες, η παραγωγής ενέργειας κλπ. Στην περίπτωση αυτή, το *κοινωνικοτεχνικό σύστημα* αποτελείται από το σύμπλεγμα των στοιχείων όπως τεχνολογία, συστήματα παραγωγής, υποδομές, δίκτυα συντήρησης, ρυθμιστικό πλαίσιο, πρακτικές χρηστών (user practices), συμβολικά και πολιτισμικά νοήματα (cultural and symbolic meaning), τα οποία αλληλεπιδρούν και συνεξελίσσονται (Geels 2005a). Για παράδειγμα, με βάση τον παραπάνω ορισμό, το κοινωνικοτεχνικό σύστημα στην περίπτωση που το αντικείμενο μελέτης είναι οι οδικές μεταφορές (road transportation) μπορεί να αποτελείται από:

- αυτοκίνητα (τεχνουργήματα)
- τέλη κυκλοφορίας, κώδικα οδικής κυκλοφορίας κλπ (ρυθμιστικό πλαίσιο)
- συνήθειες τρόποι μεταφοράς, προτιμήσεις οδηγών (πρακτικές χρηστών)
- αυτονομία κίνησης⁷, (πολιτισμικά και συμβολικά νοήματα)
- οδικά δίκτυα, σταθμοί ανεφοδιασμού καυσίμων κλπ. (υποδομές)
- έμποροι αυτοκινήτων, συνεργεία κλπ. (δίκτυα διανομής και συντήρησης)
- αυτοκινητοβιομηχανίες (συστήματα παραγωγής).

Υπό το πρίσμα της κοινωνικοτεχνικής προσέγγισης, οι Rip and Kemp (1998) ορίζουν πλέον την τεχνολογία ως *‘μορφώματα που έχουν αποτέλεσμα (configurations that work)’*. Με τον όρο *‘μορφώματα’* οι Rip and Kemp αναφέρονται στη ετερογενή (τεχνική και κοινωνική) φύση της τεχνολογίας, ενώ ο

⁷ Άλλο χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η επιλογή αυτοκινήτου, ως μέσου επίδειξης οικονομικής ευμάρειας.

προσδιορισμός ‘*που έχουν αποτέλεσμα*’, αναφέρεται στο στόχο της τεχνολογίας που είναι η εκπλήρωση μιας λειτουργίας. Η κοινωνικοτεχνική θεώρηση της τεχνολογίας, προτείνει ένα διαφορετικό τρόπο θέασης της τεχνολογικής μετάβασης, ο οποίος παρουσιάζεται στην επόμενη παράγραφο.

4.4 Τεχνολογικές μεταβάσεις & καινοτομίες συστήματος

Οι όροι *τεχνολογική μετάβαση* (technological transition) και *συστημική καινοτομία*⁸ (system innovation), αναφέρονται σε μεταβολές μεγάλης κλίμακας που παρατηρούνται στον τρόπο με τον οποίο φέρονται εις πέρας κοινωνικές λειτουργίες. Όπως είδαμε στην προηγούμενη παράγραφο, οι εν λόγω κοινωνικές λειτουργίες πραγματοποιούνται μέσα από *κοινωνικοτεχνικά συστήματα*, τα οποία αποτελούνται από τεχνολογία, πρακτικές χρηστών, δημοσιονομικές πολιτικές και ρυθμίσεις, υποδομές, συμβολικές έννοιες και επιστημονικές θεωρήσεις (Geels, 2005a). Ως εκ τούτου, μια τεχνολογική μετάβαση, δεν έχει αντίκτυπο μόνο στην τεχνολογία, αλλά παρουσιάζει συνέπειες σε όλο το φάσμα του κοινωνικοτεχνικού συστήματος.

Σε υποσημείωση της προηγούμενης παραγράφου, έγινε αναφορά στο δίπολο δράσης-δομής που ενυπάρχει στη μελέτη των κοινωνικών αλλαγών. Ο Geels (2004a) αναφέρει ότι σε μια τεχνολογική μετάβαση, όπου τα κοινωνικοτεχνικά συστήματα αναπτύσσονται και αναπαράγονται από κοινωνικές ομάδες, οι οποίες δημιουργούν (αλλά και επηρεάζονται από) θεσμούς, θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τρεις διαστάσεις, ανάμεσα στις οποίες παρατηρείται έντονη αλληλεπίδραση (βλέπε σχήμα 4.1) :

- τα υφιστάμενα κοινωνικοτεχνικά συστήματα, (έτσι όπως έχουν ορισθεί στην προηγούμενη παράγραφο)
- τα ανθρώπινα όντα, οι οργανισμοί και οι κοινωνικές ομάδες και
- οι υφιστάμενοι θεσμοί και κανόνες.

⁸ Οι όροι *τεχνολογική μετάβαση* και *συστημική καινοτομία* είναι ουσιαστικά ταυτόσημοι.

Σχήμα 4.1: Συνεξελισσόμενες διαστάσεις τεχνολογικής μετάβασης

[προσαρμογή από Geels (2005a)]

Οι απόψεις που έχουν κατά καιρούς διατυπωθεί για τη μελέτη των συστημικών καινοτομιών, υπό το πρίσμα της κοινωνικοτεχνικής προσέγγισης (Kemp, 1994; Schot et al., 1994; Rip and Kemp, 1998; Kemp et al., 1998; Geels, 2002), συγκλίνουν σε ένα πολυεπίπεδο υπόδειγμα (βλέπε σχήμα 5.2). Εξυπακούεται πως τα τρία επίπεδα που διακρίνονται στο σχήμα, δεν αποτελούν οντολογικές περιγραφές της πραγματικότητας, αλλά αναφέρονται σε έννοιες που βοηθούν στη κατανόηση της πολύπλοκης δυναμικής που χαρακτηρίζει το φαινόμενο της τεχνολογικής μετάβασης. Πιο συγκεκριμένα διακρίνουμε:

- *θύλακες (niches)*, δηλαδή ‘προστατευόμενες περιοχές για την ανάπτυξη και χρήση νέων τεχνολογιών, οι οποίες λειτουργούν σαν ‘θερμοκοιτίδες’ ή σαν περιοχές πειραματισμού’ (Kemp et al., 1998). Ο σκοπός των τεχνολογικών θυλάκων είναι η απόκτηση γνώσης σχετικά με την υιοθέτηση μιας νέας τεχνολογίας, καθώς και η ενίσχυση των σχετικών ρυθμών ανάπτυξης και διάχυσης.
- *καθεστώτα (regimes)*, τα οποία ορίζονται ως ‘το σύνολο των κανόνων που περιλαμβάνονται σε πρακτικές σχεδιασμού, τεχνολογίες, τεχνουργήματα, τεχνολογικές διαδικασίες, χαρακτηριστικά προϊόντων κλπ. και οι οποίοι (κανόνες) έχουν ενσωματωθεί σε θεσμούς και υποδομές’ (Rip and Kemp, 1998). Τέλος, υπάρχουν τα
- *τοπία (landscapes)*, τα οποία είναι ‘μεταβλητές βάθους (background variables), όπως υποδομές, κοινωνικές αξίες, κοσμοθεωρίες (worldviews) και επιστημολογικά παραδείγματα (scientific paradigms), μακροοικονομικά

χαρακτηριστικά, και χαρακτηριστικά του φυσικού περιβάλλοντος, τα οποία μεταβάλλονται πολύ αργά (και με αυτόνομο τρόπο), ενώ εμμέσως καθορίζουν και τις διαδικασίες μετασχηματισμού στα χαμηλότερα επίπεδα'.

Σχήμα 4.2: Τεχνολογική μετάβαση: μια πολυεπίπεδη προσέγγιση

[προσαρμογή από Geels (2002)]

Τα τρία επίπεδα που περιγράψαμε αναπτύσσονται στα πλαίσια μιας φωλιασμένης ιεραρχίας⁹ (nested hierarchy), καθώς οι *θύλακες* είναι ενσωματωμένοι σε ένα *καθεστώς*, ενώ το σύνολο των *καθεστώτων* ενσωματώνεται σε ένα *τοπίο*. Στηριζόμενος στη πολυεπίπεδη προσέγγιση που περιγράφηκε, ο Geels (2004a) καταλήγει στα εξής συμπεράσματα:

- οι συστημικές καινοτομίες ξεκινούν από τους τεχνολογικούς *θύλακες*, αλλά σε μεγάλο βαθμό καθορίζονται από κανόνες του ισχύοντος *καθεστώτος*
- η διάχυση και εν τέλει η επικράτηση νέων τεχνολογιών, σχετίζεται με μεταβολές σε όλα τα επίπεδα. Αξίζει να σημειωθεί πως το υφιστάμενο *καθεστώς* δεν αποτελεί μόνο εμπόδιο, αλλά μπορεί να προσφέρει και ευκαιρίες για ανάπτυξη καινοτομιών
- οι συστημικές καινοτομίες τις περισσότερες φορές είναι το αποτέλεσμα καινοτομιών σε πλήθος τεχνολογιών
- οι συστημικές καινοτομίες δε συνδέονται μόνο με μεταβολές σε τεχνολογία και αγορά, αλλά και με αλλαγές σε ρυθμίσεις, υποδομές, πεποιθήσεις κλπ.

⁹ Για το φαινόμενο της *φωλιασμένης ιεραρχίας*, βλέπε και παράγραφο 5.9.

Οι τεχνολογικές μεταβάσεις μπορούν να είναι είτε εξελικτικές (evolutionary), χωρίς δηλαδή να έχουν σχεδιαστεί λεπτομερώς, είτε να έχουν μια συγκεκριμένη στόχευση (goal-oriented), οπότε και συνδέονται με συγκεκριμένες τεχνολογικές καινοτομίες. Κατά αντιστοιχία, υπάρχουν και δυο προσεγγίσεις (που λειτουργούν συμπληρωματικά) και μπορούν να χρησιμοποιηθούν τόσο στην ανάλυση των εν λόγω φαινομένων, όσο και στο σχεδιασμό των κατάλληλων πολιτικών. Σύμφωνα με την πρώτη προσέγγιση, μια μετάβαση σχετίζεται άμεσα με το πλαίσιο στο οποίο λαμβάνει χώρα, έτσι ώστε ακόμα και αν δεν υπάρχει ένα σαφώς διατυπωμένο όραμα, μια 'επίθεση' στο υφιστάμενο σύστημα μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα τη μετακίνηση προς μια νέα και εν τέλει επιθυμητή κατάσταση (Meadowcraft, 2005; Smith et al., 2005). Η δεύτερη προσέγγιση η οποία θεωρεί δεδομένη την εκ των προτέρων γνώση της επιθυμητής κατάστασης (ή έστω την ύπαρξη ενός σχετικού οράματος) εστιάζει στο ρόλο των τεχνολογικών θυλάκων. Λεπτομέρειες για το πώς μπορεί να μελετηθεί μια τεχνολογική μετάβαση υπό το πρίσμα της κοινωνικοτεχνικής προσέγγισης παρουσιάζονται στην επόμενη παράγραφο, όπου περιγράφονται συγκεκριμένα θεωρητικά εργαλεία.

4.5 Θεωρητικά εργαλεία

Στην προηγούμενη παράγραφο, παρουσιάστηκε το βασικό θεωρητικό πλαίσιο για τη μελέτη μιας συστημικής καινοτομίας, υπό το πρίσμα της κοινωνικοτεχνικής προσέγγισης. Κλείνοντας το συγκεκριμένο κεφάλαιο, θα γίνει παρουσίαση τριών θεωρητικών εργαλείων που έχουν αναπτυχθεί στην υφιστάμενη βιβλιογραφία των τεχνολογικών μεταβάσεων και θα χρησιμοποιηθούν στην κοινωνικοτεχνική προσέγγιση των βιομηχανικών οικοσυστημάτων που θα ακολουθήσει στο κεφάλαιο 7.

Το πρώτο πλαίσιο ανάλυσης (βλέπε σχήμα 4.3) αναφέρεται στη δομή ενός κοινωνικοτεχνικού συστήματος, όπου ο Geels (2002) διακρίνει δυο βασικές λειτουργίες:

- παραγωγή τεχνουργημάτων (production of artefacts) και

- χρήση τεχνουργημάτων (use of artefacts in user practice).

Με τον τρόπο αυτό, οι εμπλεκόμενες κοινωνικές ομάδες μπορούν να διαχωριστούν σε αυτές που ανήκουν στην πλευρά της παραγωγής (επιχειρήσεις, ερευνητικά κέντρα, σχολεία, πανεπιστήμια, τράπεζες κλπ.) και σε εκείνες που δραστηριοποιούνται στην πλευρά χρήσης¹⁰ (καταναλωτές, μη κυβερνητικοί οργανισμοί, μέσα μαζικής ενημέρωσης κλπ.). Η συγκεκριμένη προσέγγιση θα αποτελέσει τη βάση για την περιγραφή ενός οικοβιομηχανικού συστήματος παραγωγής (βλέπε παράγραφο 8.4).

Σχήμα 4.3: Υποσυστήματα κοινωνικοτεχνικών συστημάτων

[προσαρμογή από Geels (2002)]

Το δεύτερο εργαλείο που θα χρησιμοποιηθεί, στηρίζεται στη προσέγγιση των Berkhout et al. (2004), διαφοροποιούνται από το πολυεπίπεδο υπόδειγμα (θύλακες-καθεστώς-τοπίο) του Geels (2002), και υποστηρίζουν, ότι το πλαίσιο μετάβασης (transition context) μιας συστημικής καινοτομίας μπορεί να μελετηθεί με βάση δυο άξονες (βλέπε σχήμα 4.4):

- το *επίπεδο συντονισμού* (level of coordination), δηλαδή το κατά πόσον η μετάβαση ήταν αποτέλεσμα συγκεκριμένου σχεδίου (υψηλός συντονισμός) ή μη ένσκοπων δυναμικών συμπεριφορών (χαμηλός συντονισμός).

¹⁰ Ο Geels (2002) ονομάζει την πλευρά παραγωγής (production side) και *technical variations*, ενώ για την πλευρά χρήσης (functional/user side) προτείνει τον όρο *selection environment*.

- την *προέλευση των πόρων*, (locus of resources) δηλαδή το κατά πόσο οι απαραίτητοι πόροι ήταν από το ίδιο το σύστημα (εσωτερικοί) ή όχι (εξωτερικοί).

Με τον τρόπο αυτό, οι Berkhout et al. (2004) δημιούργησαν μια τυπολογία τεσσάρων περιπτώσεων μετάβασης: *ενδογενής ανανέωση* (endogenous renewal), *αναπροσαρμογή τροχιάς* (reorientation of trajectories), *αναδυόμενος μετασχηματισμός* (emergent transformation) και *ένσκοπη μετάβαση* (purposive transition). Το συγκεκριμένο πλαίσιο θα χρησιμοποιηθεί για τη μελέτη του πλαισίου μετάβασης στις υφιστάμενες περιπτώσεις οικοβιομηχανικής ανάπτυξης (βλέπε παράγραφο 7.7).

Σχήμα 4.4: Πλαίσια μετάβασης & διαδικασίες μετασχηματισμού

[προσαρμογή από Berkhout et al. (2004)]

Τέλος, η τρίτη προσέγγιση σχετίζεται με την υιοθέτηση της *διαχείρισης στρατηγικών θυλάκων* (strategic niche management), δηλαδή μιας στρατηγικής που προτείνει τη καθοδηγούμενη τεχνολογική μετάβαση μέσα από την ένσκοπη δημιουργία 'προστατευμένων χώρων', οι οποίοι με τη σειρά τους θα επιφέρουν αλλαγές στη διαμόρφωση του υφιστάμενου τεχνολογικού καθεστώτος (Kemp et al., 1998). Σύμφωνα με το Geels (2005a), βασικές προϋποθέσεις για τη δημιουργία και ανάπτυξη θυλάκων είναι:

- ο σχηματισμός ενός *κοινωνικού δικτύου υποστήριξης* (social support network) των νέων τεχνολογιών
- η δημιουργία σχετικών καμπύλων μάθησης που στοχεύει στη βελτίωση της αποδοχής των νέων τεχνολογιών και τέλος
- η σαφής διατύπωση των οραμάτων και των διαδικασιών.

Η προσέγγιση της διαχείρισης στρατηγικών θυλάκων θα χρησιμοποιηθεί στην αξιολόγηση των υφιστάμενων περιπτώσεων οικοβιομηχανικής ανάπτυξης (βλέπε παράγραφο 7.8).

4.6 Σύνοψη

Το κεφάλαιο 4 περιγράφει τις βασικές έννοιες και παρουσιάζει τα κυριότερα εργαλεία ανάλυσης της κοινωνικοτεχνικής προσέγγισης, η οποία αποτελεί τη θεωρητική βάση για την ανάλυση των βιομηχανικών οικοσυστημάτων που θα παρουσιασθεί στο κεφάλαιο 8. Συνοπτικά, στο κεφάλαιο 4 παρουσιάστηκαν:

- το αντικείμενο των *Σπουδών Επιστήμης & Τεχνολογίας*
- οι βασικές θεωρήσεις της *κοινωνικοτεχνικής προσέγγισης*
- οι έννοιες της *τεχνολογικής μετάβασης* και *συστημικής καινοτομίας*
- τρία πλαίσια ανάλυσης, τα οποία εδράζονται στην κοινωνικοτεχνική προσέγγιση και αναφέρονται στις τεχνολογικές μεταβάσεις.

5. Συστημική σκέψη στα βιομηχανικά οικοσυστήματα

Η συνεισφορά του συγκεκριμένου κεφαλαίου έγκειται στη συστημική περιγραφή και ανάλυση της έννοιας του βιομηχανικού οικοσυστήματος. Πιο συγκεκριμένα, το βιομηχανικό οικοσύστημα αντιμετωπίζεται ως *σύστημα*, δηλαδή ως σύνολο μερών τα οποία αλληλεπιδρούν και παρουσιάζουν αναδυόμενες ιδιότητες. Στο κεφάλαιο 5, όπου συνδυάζονται τα θεωρητικά πλαίσια της βιομηχανικής οικολογίας (κεφάλαιο 2) και της συστημικής θεώρησης (κεφάλαιο 3) δίνονται ερωτήσεις απαντήσεις στα εξής ερωτήματα:

- Ποια είναι οι υφιστάμενες προσεγγίσεις που έχουν χρησιμοποιηθεί για την ανάλυση των βιομηχανικών οικοσυστημάτων;
- Ποια η αναγκαιότητα και η συμβολή της συστημικής σκέψης στην περιγραφή και ανάλυση των βιομηχανικών οικοσυστημάτων;
- Πως αναλύονται τα βιομηχανικά συστήματα με τη βοήθεια θεμελιωδών συστημικών χαρακτηριστικών (όρια, ανάδυση, δομή, οργάνωση, κλπ.);
- Ποιο είναι το προτεινόμενο πλαίσιο για τη συστημική ανάλυση βιομηχανικών οικοσυστημάτων και ποια η χρησιμότητά του;

5.1 Εισαγωγή

Σε προηγούμενο κεφάλαιο ¹, είδαμε ότι η ιδέα της βιομηχανικής οικολογίας προήλθε από την αναφορά σε ένα -αποδεδειγμένα αιεφόρο- σύστημα: το φυσικό οικοσύστημα. Παρόλα αυτά, η μελέτη της σχετικής βιβλιογραφίας αναδεικνύει μια ιδιόμορφη 'δυσαρμονία': από τη μια πλευρά, ο συστημικός χαρακτήρας του πεδίου της βιομηχανικής οικολογίας υπογραμμίζεται σε όλους τους υφιστάμενους ορισμούς², ενώ την ίδια στιγμή, παρατηρείται έλλειμμα στην εφαρμογή των συστημικών εννοιών, μεθόδων και μεθοδολογιών, τόσο σε επίπεδο σκέψης (ανάλυση και οργάνωση γνώσης), όσο και σε επίπεδο πρακτικής (προσδιορισμός προβληματικών καταστάσεων και σχεδιασμός σχετικών παρεμβάσεων).

Το υφιστάμενο κενό της βιβλιογραφίας στη σύνδεση βιομηχανικής οικολογίας και συστημικής σκέψης, στοχεύει να καλύψει το συγκεκριμένο κεφάλαιο, το οποίο διαρθρώνεται ως εξής: αρχικά περιγράφονται τα υφιστάμενα πλαίσια που έχουν χρησιμοποιηθεί για την ανάλυση βιομηχανικών οικοσυστημάτων και αμέσως μετά παρουσιάζεται η αναγκαιότητα της συστημικής σκέψης. Στη συνέχεια ακολουθεί η συστημική ανάλυση των βιομηχανικών οικοσυστημάτων με βάση δεκαπέντε βασικές συστημικές έννοιες, οι οποίες συντίθενται στο προτεινόμενο πλαίσιο ανάλυσης. Το κεφάλαιου ολοκληρώνεται με την παρουσίαση της χρησιμότητας του προτεινόμενου πλαισίου.

5.2 Οι υφιστάμενες προσεγγίσεις

Στην υφιστάμενη βιβλιογραφία, έχουν χρησιμοποιηθεί κατά καιρούς διάφορα πλαίσια τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ανάλυση και την περιγραφή ενός βιομηχανικού οικοσυστήματος (βλέπε σχήμα 5.1). Σε μια πρώτη προσέγγιση, οι Martin et al. (1996) προτείνουν την ανάλυση με βάση

¹ Για τη μεταφορά του φυσικού οικοσυστήματος βλέπε παράγραφο 2.3.

² Για τους ορισμούς της βιομηχανικής οικολογίας βλέπε παράγραφο 2.4.

τέσσερις άξονες: οικονομικά, περιβαλλοντικά, τεχνικά και ρυθμιστικά (regulatory) ζητήματα.

Οι Hardy and Graedel (2002) σε μια αυστηρά βιολογική προσέγγιση, εστιάζουν στη συνδεσιμότητα (connectance) και αναλύουν τα βιομηχανικά οικοσυστήματα χρησιμοποιώντας τη θεωρία των διατροφικών δικτύων. Έχοντας ως αφετηρία το φυσικό οικοσύστημα, ο Korhonen (2001) προτείνει την ανάλυση ενός βιομηχανικού οικοσυστήματος με βάση τέσσερις βασικές αρχές:

- την *κυκλική ροή (roundput)*, η οποία σχετίζεται με την ανακύκλωση της ύλης και της ροής ενέργειας ανάμεσα στα μέλη του συστήματος
- την *ποικιλότητα (diversity)*, η οποία αφορά τις συνεργασίες μεταξύ των μελών αλλά και τις εισροές/εκροές του συστήματος
- την *τοπικότητα (locality)*, η οποία αναφέρεται στη χρησιμοποίηση των τοπικών ανανεώσιμων φυσικών πόρων, αλλά και της τοπικής διάθεσης των παραγόμενων αποβλήτων και τέλος
- τη *σταδιακή αλλαγή (gradual change)* του τεχνολογικού παραδείγματος.

Η συγκεκριμένη προσέγγιση έχει χρησιμοποιηθεί για την ανάλυση βιομηχανικών οικοσυστημάτων τόσο στη διεθνή βιβλιογραφία (Korhonen and Snakin 2003; 2005) όσο και την - εξαιρετικά περιορισμένη - ελληνική (Βρίγκα κ.α., 2003). Σε μια άλλη οικοσυστημική προσέγγιση, πάλι ο Korhonen (2004) προτείνει τη μελέτη ενός βιομηχανικού οικοσυστήματος με βάση το διαχωρισμό σε ροές (υλικών, ενέργειας και πληροφορίας) και σε δομικά και οργανωσιακά χαρακτηριστικά.

Σε μια διαφορετική προσέγγιση, η οποία εστιάζει την άσκηση πολιτικής, οι Eilering and Vermeulen (2004) συγκρίνουν οχτώ περιπτώσεις οικοβιομηχανικής ανάπτυξης από την Ολλανδία και στηρίζουν την ανάλυση τους σε χαρακτηριστικά όπως το αρχικό όραμα, τη διαδικασία λήψης αποφάσεων, την απόδοση του εγχειρήματος κλπ. Λειτουργώντας προς την ίδια κατεύθυνση, οι Heeres et al. (2004) συγκρίνουν βιομηχανικά οικοσυστήματα σε ΗΠΑ και Ολλανδία, εστιάζοντας σε εμπλεκόμενους, οικονομικά και περιβαλλοντικά οφέλη, αποτελέσματα, παράγοντες επιτυχίας κλπ. Τέλος οι Gibbs and Deutz

(2007) αναλύουν τα οικοβιομηχανικά συστήματα εξετάζοντας τους στόχους, τη φάση ανάπτυξης, το φορέα διαχείρισης, τους τρόπους χρηματοδότησης, αλλά και τα ‘πράσινα’ χαρακτηριστικά που εμφανίζονται (Gibbs et al., 2005).

Η παρουσίαση των υφιστάμενων πλαισίων ανάλυσης (βλέπε σχήμα 5.1) πέρα από το χαρακτήρα της βιβλιογραφικής ανασκόπησης, συμβάλει έμμεσα και στην τεκμηρίωση της χρησιμοποίησης της συστημικής προσέγγισης που θα παρουσιαστεί στην επόμενη παράγραφο.

Σχήμα 5.1: Πλαίσια ανάλυσης βιομηχανικών οικοσυστημάτων

5.3 Η αναγκαιότητα της συστημικής σκέψης

Όπως έχει επισημανθεί³, η συστημική προσέγγιση μπορεί να εφαρμοσθεί με επιτυχία στην πλειοψηφία των -παραδοσιακών και σύγχρονων- γνωστικών αντικειμένων. Στην περίπτωση της βιομηχανικής οικολογίας, η συστημική προσέγγιση δεν είναι απλά θεμιτή, αλλά επιβεβλημένη, καθώς το υπό εξέταση αντικείμενο (στη δεδομένη περίπτωση το βιομηχανικό οικοσύστημα) παρουσιάζει κατεξοχήν συστημικά χαρακτηριστικά. Επιπλέον, στην περίπτωση της οικοβιομηχανικής ανάπτυξης, το ενδιαφέρον εντοπίζεται στα συγκεκριμένα (συστημικά) χαρακτηριστικά, καθώς η ανάπτυξη τους είναι εκείνη που θα συμβάλει στη μετάβαση του υφιστάμενου βιομηχανικού παραδείγματος προς μια αειφόρο κατεύθυνση.

Πέρα όμως από αυτήν την 'αυτονόητη' αναγκαιότητα, η μελέτη των υφιστάμενων πλαισίων ανάλυσης παρέχει επιπλέον λόγους για την υιοθέτηση της συστημικής θεώρησης. Από τις περιγραφές της προηγούμενης παραγράφου, προκύπτει ότι κάθε προσέγγιση παρουσιάζει ένα συγκεκριμένο προσανατολισμό, εστιάζοντας σε αντίστοιχα χαρακτηριστικά και ενδεχομένως, έχει και διαφορετική απεύθυνση (ακαδημαϊκούς, φορείς χάραξης πολιτικής κλπ.). Βέβαια, οι υφιστάμενες προσεγγίσεις δεν είναι αλληλοαποκλειόμενες, αλλά μπορούν να χρησιμοποιηθούν συμπληρωματικά, αφού συνδυαζόμενες καλύπτουν περισσότερα του ενός επιστημονικά πεδία (βιομηχανική οικολογία, διοίκηση και οργάνωση, φυσικές επιστήμες κλπ.). Λειτουργώντας προς μια τέτοια κατεύθυνση, προβάλλει η αναγκαιότητα της συστημικής θεώρησης, η οποία καθιστά δυνατή:

- τη σύνοψη όλων των χαρακτηριστικών που εξετάζουν τα υφιστάμενα πλαίσια ανάλυσης,
- την ανάδειξη και εξέταση νέων χαρακτηριστικών που δεν έχουν ακόμη επισημανθεί,
- την ολιστική σύνθεση, αλλά και δομημένη παρουσίαση όλων των παραπάνω μέσα από ένα διεπιστημονικό κώδικα επικοινωνίας, και τέλος

³ Για τη διεπιστημονικότητα της συστημικής θεώρησης βλέπε και παράγραφο 3.2.

- τη δημιουργία μιας ‘δεξαμενής σκέψης’ σχετικά με τα οντολογικά χαρακτηριστικά των βιομηχανικών συστημάτων, η οποία στη συνέχεια της διατριβής θα αποτελέσει τη βάση για το σχεδιασμό κατάλληλων παρεμβάσεων και για τη μελέτη τους, υπό το πρίσμα της κοινωνικοτεχνικής προσέγγισης.

Με διατυπωμένη πλέον την αναγκαιότητα της συστημικής σκέψης, στις επόμενες παραγράφους θα παρουσιαστούν οι βασικές συστημικές έννοιες (βλέπε σχήμα 5.2), οι οποίες και θα συνενωθούν στο προτεινόμενο πλαίσιο ανάλυσης. Κατά την ανάλυση, θα χρησιμοποιηθούν στοιχεία τόσο από την τη θεωρητική προσέγγιση της υφιστάμενης βιβλιογραφίας, όσο και από τις υφιστάμενες προσπάθειες πρακτικής εφαρμογής (βλέπε Παράρτημα 2). Τα πλεονεκτήματα της συστημικής προσέγγισης θα παρουσιαστούν προς το τέλος του κεφαλαίου, όταν θα συζητηθεί η χρησιμότητα του προτεινόμενου πλαισίου.

Κλείνοντας τη συγκεκριμένη παράγραφο, να αναφέρουμε ότι η αναγκαιότητα της συστημικής προσέγγισης, όχι πλέον στο επίπεδο της θεωρητικής ανάλυσης (συστημική σκέψη), αλλά σε εκείνο του σχεδιασμού και της υλοποίησης παρεμβάσεων (συστημική πρακτική), θα συζητηθεί λεπτομερώς στο κεφάλαιο 6⁴.

Σχήμα 5.2: Συστημική σκέψη στα βιομηχανικά οικοσυστήματα

⁴ Για την αναγκαιότητα της συστημικής πρακτικής βλέπε και παράγραφο 6.3.

5.4 Σκοπός & Στόχοι

'a purpose is an end which can be pursued but never finally achieved (as can an objective or goal). Goal is an end which an individual or a group of individuals may seek to achieve or which may be attributed to a system. Goal differs from purpose in that here is always a yes/no answer to the question: has the goal been achieved? ' Checkland (1981)

Ο άνθρωπος κατασκευάζει ή επινοεί ένσκοπα (purposive) συστήματα, δηλαδή συστήματα τα οποία εξυπηρετούν κάποιο συγκεκριμένο σκοπό (de Rosnay, 1975). Στην περίπτωση των βιομηχανικών οικοσυστημάτων, και όπως προκύπτει από τους υφιστάμενους ορισμούς, σε μια όσο το δυνατό πιο απλή διατύπωση, ο σκοπός (purpose) είναι *‘η ανάπτυξη συνεργασιών που θα οδηγήσει σε ταυτόχρονη περιβαλλοντική, οικονομική και κοινωνική ευημερία για όλους τους εμπλεκόμενους’*. Στηριζόμενοι στην εύστοχη παρατήρηση του Checkland που αναφέρεται στην αρχή της παραγράφου, δεν μπορούμε να αποφανθούμε (τουλάχιστον με πλήρη άρνηση ή κατάφαση) για το κατά πόσο η ως άνω διατύπωση έχει γίνει πραγματικότητα στην περίπτωση ενός συγκεκριμένου οικοβιομηχανικού συστήματος. Η ‘αδυναμία’ αυτή, οδηγεί στον καθορισμό συγκεκριμένων επιμέρους στόχων (goals) η επίτευξη των οποίων φέρνει το σύστημα όλο και πιο κοντά στην εξυπηρέτηση του αρχικού σκοπού. Η εξέταση στο κατά πόσον οι υφιστάμενοι στόχοι έχουν επιτευχθεί οδηγεί στην αξιολόγηση της απόδοσης του συστήματος.

Με τον τρόπο αυτό, η θεματολογία της παραγράφου μετατοπίζεται πλέον από τη διατύπωση του σκοπού στο προσδιορισμό συγκεκριμένων στόχων. Λειτουργώντας προς μια τέτοια κατεύθυνση, ένας τρόπος είναι η αποδόμηση του σκοπού του συστήματος σε επιμέρους *‘κομμάτια’*. Έτσι, στην περίπτωση του βιομηχανικού οικοσυστήματος, ο επιμερισμός μπορεί να γίνει σε στόχους περιβαλλοντικούς, οικονομικούς και κοινωνικούς. Ο τριπλός αυτός διαχωρισμός παραπέμπει ευθέως στις διαστάσεις της αειφόρου ανάπτυξης, αλλά και στις υφιστάμενες δυσκολίες σχετικά με την ανάπτυξη ενός αξιόπιστου και ευρέως αποδεκτού συνόλου δεικτών απόδοσης, ιδίως όσον αφορά τη διάσταση της *κοινωνίας* (Rogers et al., 2006; Moran et al, 2008). Ακόμα και αν παραμερίσουμε

την (έτσι κι αλλιώς παραμελημένη⁵) κοινωνική διάσταση των βιομηχανικών οικοσυστημάτων, τα προβλήματα παραμένουν. Για παράδειγμα, στην περίπτωση της αειφόρου ανάπτυξης, ο ορισμός είναι δεδομένος και ευρέως αποδεκτός, ενώ στο πεδίο της βιομηχανικής οικολογίας, ο μεγάλος αριθμός των σχετικών ορισμών καθιστά το επίθετο 'οικοβιομηχανικός' αρκετά ασαφές ως προς την ερμηνεία, άρα και ως προς την διατύπωση συγκεκριμένων στόχων.

Σε κάθε περίπτωση το τρίπτυχο *στόχοι-απόδοση-δείκτες*, έχει απασχολήσει τη διεθνή βιβλιογραφία και υπάρχουν ορισμένες προσεγγίσεις που εστιάζουν κυρίως στον περιβαλλοντικό χαρακτήρα της οικοβιομηχανικής προσέγγισης (βλέπε σχήμα 5.3). Χαρακτηριστικά αναφέρουμε τους Martin et al. (1996), οι οποίοι εξετάζουν τη περιβαλλοντική απόδοση ενός οικοβιομηχανικού πάρκου, και τους Dewulf and van Langenhove (2005), οι οποίοι αναφέρονται στην περιβαλλοντική επίδοση ενός προϊόντος με βάση της αρχές της βιομηχανικής οικολογίας. Και στις δυο περιπτώσεις, η ασάφεια αποτελεί ένα βασικό πρόβλημα (τουλάχιστον για συγκεκριμένους υποστόχους): για παράδειγμα, πως είναι δυνατόν να υπολογισθεί η αλληλεπίδραση της περιοχής με την άγρια ζωή (wildlife) ή να μετρηθεί η αποδοτικότητα μιας διαδικασίας (process efficiency). Τέλος, σε επίπεδο αξιολόγησης συγκεκριμένων περιπτώσεων πρακτικής εφαρμογής, υπάρχει η εργασία των Eilering and Vermeulen (2004), οι οποίοι βαθμολογούν την απόδοση των βιομηχανικών οικοσυστημάτων με ένα θετικό (+) ή αρνητικό πρόσημο (-), ανάλογα με το αν οι δράσεις που είχαν εξαγγελθεί από τους εκάστοτε φορείς ανάπτυξης υλοποιήθηκαν ή όχι.

Όλα τα παραπάνω καθιστούν ιδιαίτερα δύσκολο το εγχείρημα του προσδιορισμού συγκεκριμένων στόχων και εν γένει της αξιολόγησης της οικοβιομηχανικής απόδοσης, γεγονός που προσδίδει στο συγκεκριμένο πεδίο ιδιαίτερο ερευνητικό ενδιαφέρον.

⁵ Για μια κριτική στη κοινωνική διάσταση της βιομηχανικής οικολογίας, βλέπε και παράγραφο 2.5.

Σχήμα 5.3: Περιβαλλοντική απόδοση

(α) περιοχής (Martin et al. 1996), (β) προϊόντος (Dewulf & van Langenhove, 2005)

5.5 Όρια & Περιβάλλον

'a boundary is a distinction made by an observer which marks the difference between an entity he takes to be a system and its environment. (...) Environment is what lies outside the system boundary'
Checkland (1981)

Είναι αυτονόητο πως ο προσδιορισμός του περιβάλλοντος (όπως άλλωστε και των ορίων) ενός συστήματος είναι υποκειμενικός και σχετικός, αφού εξαρτάται από τους άξονες ανάλυσης που έχουν τεθεί. Για παράδειγμα στη περίπτωση μιας συγκεκριμένης βιομηχανικής περιοχής μπορούμε να λάβουμε υπόψη το οικολογικό αποτύπωμα στην ευρύτερη περιοχή (φυσικό περιβάλλον), τους ανέργους που ενδεχομένως να υπάρχουν στη τοπική κοινότητα (κοινωνικό περιβάλλον), τις περιβαλλοντικές ντιρεκτίβες της

ευρωπαϊκής κοινότητας (νομικό περιβάλλον) κλπ. Σε κάθε μια από τις παραπάνω περιπτώσεις, προσθέτοντας έναν άξονα ανάλυσης, 'δημιουργούμε' ένα νέο περιβάλλον (και κατά συνέπεια όρια) γύρω από το υπό εξέταση σύστημα.

Στη σχετική βιβλιογραφία, και σε μια από τις πρώτες προσεγγίσεις σχετικές με το περιβάλλον των βιομηχανικών οικοσυστημάτων ο Allenby (1994) σημειώνει πως κάθε ανάλυση πρέπει να καλύπτει τα εξής επίπεδα: τεχνικό, νομικό, οικονομικό, πολιτικό και πολιτιστικό. Οι Korhonen and Snakin (2005) επισημαίνουν πως για την επιλογή των ορίων ενός βιομηχανικού οικοσυστήματος θα πρέπει να γίνει σαφής διαχωρισμός της γεωγραφικής κλίμακας (τοπική, περιφερειακή, εθνική, παγκόσμια), των διαστάσεων (οικολογικών, κοινωνικών, πολιτιστικών, οικονομικών) καθώς και των ροών (υλικών, ενέργειας, πληροφορίας).

Για μια πιο συστηματική ανάλυση του περιβάλλοντος μέσα στο οποίο αναπτύσσεται ένα βιομηχανικό οικοσύστημα, μπορούμε να στηριχτούμε στη ανάλυση PEST (Political, Economic, Social, Technical), η οποία χρησιμοποιείται στη στρατηγική επιχειρήσεων και τα τελευταία χρόνια έχει μετεξελιχθεί σε STEEPLED⁶ συμπεριλαμβάνοντας νομικές, ηθικές και δημογραφικές διαστάσεις (legal, ethics, demographics). Ο αμφίδρομος τρόπος με τον οποίο το περιβάλλον επηρεάζει (και επηρεάζεται από) την ανάπτυξη οικοβιομηχανικών συστημάτων αποδίδεται καλύτερα μέσω των παραδειγμάτων⁷ που ακολουθούν.

Ξεκινώντας από το φυσικό περιβάλλον, αναφέρουμε την περίπτωση του Emscher Park, όπου η ύπαρξη ενός μολυσμένου από την έντονη βιομηχανική δραστηριότητα τοπίου, οδήγησε στην εκπόνηση ενός μακρόχρονου σχεδίου ανάπλασης και αποκατάστασης, το οποίο με τη σειρά του επηρέασε (θετικά αυτή τη φορά) το περιβάλλον. Όσον αφορά το οικονομικό περιβάλλον, χαρακτηριστική είναι η περίπτωση του INES Project, όπου αρκετά από τα υπό μελέτη υποέργα, ακυρώθηκαν λόγω του ότι κρίθηκαν οικονομικά ασύμφορα.

⁶ Στην ανάλυση που ακολουθεί, η δημογραφική διάσταση (demographics) έχει αντικατασταθεί από εκείνη του φυσικού περιβάλλοντος (environmental).

⁷ Για τις περιπτώσεις που αναφέρονται, βλέπε και Παράρτημα II.

Αντίστροφα τώρα, η ύπαρξη επιτυχημένων περιπτώσεων οικοβιομηχανικής συμβίωσης, ώθησε τοπικές αρχές, εθνικές κυβερνήσεις, αλλά και την ίδια την Ευρωπαϊκή Κοινότητα να χρηματοδοτήσει αντίστοιχες προσπάθειες (Landskrona). Σε σχέση με το κοινωνικό περιβάλλον, χαρακτηριστικά είναι τα παραδείγματα από την Αγγλία, όπου το κλείσιμο πολλών βιομηχανικών μονάδων οδήγησε σε υψηλό αριθμό ανέργων. Στην περίπτωση αυτή, η κοινωνική κρίση πυροδότησε προσπάθειες επαναλειτουργίας (αυτή τη φορά σε ένα πράσινο πλαίσιο) βιομηχανικών περιοχών (Knowsley Park), οι οποίες δημιούργησαν θέσεις εργασίας, επηρεάζοντας εκ νέου το κοινωνικό περιβάλλον. Όσον αφορά το νομικό περιβάλλον, χαρακτηριστική είναι η νέα κοινοτική νομοθεσία για την απελευθέρωση της ενέργειας, η οποία οδήγησε σε οικοβιομηχανικά ενεργειακά συμπλέγματα (Karlsruhe), ή η ύπαρξη ειδικών νόμων του γερμανικού κράτους σχετικά με την αποκομιδή των υλικών συσκευασίας που είχε αρνητικό αποτέλεσμα στη δημιουργία συμβιωτικών σχέσεων ((Heidelberg-Plaffengrund). Αντίστροφα τώρα, η υιοθέτηση της οικοβιομηχανικής ανάπτυξης οδηγεί τις ΗΠΑ σε αναθεώρηση του ιδιαίτερα ανελαστικού υφιστάμενου νομικού πλαισίου που αφορά τη διαχείριση των βιομηχανικών παραπροϊόντων/αποβλήτων, αφού σε πολλές περιπτώσεις καθιστούσε αδύνατη (=παράνομη) μια ενδεχόμενη ανταλλαγή (Martin et al., 1996). Σχετικά με το τεχνικό περιβάλλον, η ανάπτυξη της τεχνολογίας συμπαραγωγής ενέργειας και θερμότητας ήταν καταλυτικός παράγοντας στην ανάπτυξη συστημάτων (Jyvaskyla), και αντίστροφα η ανάπτυξη της βιομηχανικής οικολογίας οδηγεί σε ανάπτυξη καινοτομιών που σχετίζονται με την αξιοποίηση παραπροϊόντων. Τέλος, η διάσταση του ηθικού περιβάλλοντος και της οικοβιομηχανικής ανάπτυξης έχει επισημανθεί, αλλά δεν έχει ακόμα λάβει την απαραίτητη προσοχή (Allenby, 1999; Lindfelt, 2004). Στο σχήμα 5.4, αποτυπώνονται οι αλληλεπιδράσεις ανάμεσα σε ένα βιομηχανικό οικοσύστημα και στο περιβάλλον του.

Σχήμα 5.4: Αλληλεπιδράσεις περιβάλλοντος & βιομηχανικού οικοσυστήματος

5.6 Στοιχεία & εμπλεκόμενοι

'a system is a complex whole the functioning of which depends on its parts and the interaction between those parts (...)' The term stakeholder refer to any group with an interest in what the system is doing' Jackson (2003)

Μια πρώτη εννοιολογική προσέγγιση για τα βασικά στοιχεία (central nodes) τα οποία αποτελούν ένα βιομηχανικό οικοσύστημα δίνεται από τους Jelinski et al. (1992), οι οποίοι καταλήγουν σε τέσσερα βασικά υποκείμενα δράσης (βλέπε σχήμα 5.5):

- μονάδες που ασχολούνται με αγροτικές καλλιέργειες ή εξόρυξη πρώτων υλών,
- μονάδες που ανήκουν σε κλάδους κατασκευής, επεξεργασίας, μεταποίησης κλπ.
- μονάδες που λειτουργούν ως αποδομητές ⁸, και ασχολούνται με επεξεργασία αποβλήτων και τέλος
- καταναλωτές προϊόντων αλλά και υπηρεσιών.

Απαραίτητη προϋπόθεση για την οικοβιομηχανική ανάπτυξη είναι η δημιουργία κλειστών βρόγχων τόσο στο εσωτερικό του κάθε στοιχείου, όσο και

⁸ Ο όρος *αποδομητές* προέρχεται από την κλασική οικολογία. Οι αποδομητές (ή αποσυνθέτες) είναι βακτήρια και μύκητες, οι οποίοι αποδομούν τη νεκρή οργανική ύλη, συμβάλλοντας έτσι στην απελευθέρωση των θρεπτικών, και την επαναχρησιμοποίηση τους από τα φυτά. Οι αποδομητές είναι ο τελευταίος κρίκος στην τροφική αλυσίδα (φυτά → φυτοφάγα → σαρκοφάγα → αποδομητές) (Emberlin, 1996).

μεταξύ αυτών. Όπως θα επισημανθεί σε επόμενη παράγραφο, όπου θα μελετηθεί η δομή των βιομηχανικών οικοσυστημάτων, το μεγαλύτερο βάρος για τη δημιουργία του κλειστού μοντέλου φέρουν οι *αποδομητές* (όρος δανεισμένος από την κλασσική οικολογία).

Σχήμα 5.5: Βασικά στοιχεία βιομηχανικών οικοσυστημάτων
(προσαρμογή από Jelinski et al., 1992)

Σε μια διαφορετική προσέγγιση, ο Wallner (1999) αναφέρει ότι τα βασικά στοιχεία ενός βιομηχανικού οικοσυστήματος είναι οι επιχειρήσεις. Για το λόγο αυτό, κρίνεται σκόπιμο στο σημείο αυτό, να παρουσιασθεί μια όσο το δυνατόν πληρέστερη εικόνα των επιχειρήσεων οι οποίες αποτελούν ένα βιομηχανικό οικοσύστημα. Λειτουργώντας προς μια τέτοια κατεύθυνσης, θα αναφερθούμε σε χαρακτηριστικά όπως κλάδος, μέγεθος και πλήθος.

Όπως τονίσθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο, το επίθετο *βιομηχανικός* στο όρο '*βιομηχανικής οικολογία*' δεν αναφέρεται μόνο στην ίδια τη βιομηχανία, αλλά σε όλους τους τομείς της ανθρώπινης δραστηριότητας (βλέπε πίνακα 5.1). Παρόλα αυτά, η βιβλιογραφία έχει συγκεκριμένους κλάδους οι οποίοι είτε έχουν μελετηθεί εκτενέστερα, είτε εμφανίζονται συχνότερα σε υφιστάμενες περιπτώσεις πρακτικής εφαρμογής (βλέπε πίνακα 5.2).

Πίνακας 5.1

Κλάδοι οικονομικής δραστηριότητας [προσαρμογή από Manahan (1997)]

Κλάδος	Επεξήγηση/παράδειγμα
παραγωγή τροφίμων (food production)	γεωργία & αλιεία
εξόρυξη μεταλλευμάτων (extractive mineral industries)	σίδηρος, αλουμίνιο
ανανεώσιμοι πόροι (renewable resource industries)	δασοκομία και καλλιέργεια μη βρώσιμων καρπών όπως βαμβάκι
ενέργεια (ανανεώσιμοι πόροι) (renewable energy industry),	ηλιακή, αιολική, ενέργεια από βιομάζα κλπ.
ενέργεια (ορυκτοί πόροι) (extractive energy industry)	εξόρυξη άνθρακα, πετρελαίου, φυσικού αερίου, ουρανίου κλπ.
μεταποίηση (manufacturing)	η μετατροπή πρώτων υλών ή ενδιάμεσων προϊόντων σε αγαθά υψηλότερης αξίας
κατασκευή (construction)	ανέγερση/ οικοδόμηση κτιρίων, δρόμων κλπ.
κοινής ωφέλειας (utilities)	δημιουργία δικτύων διανομής ηλεκτρικής ενέργειας, φυσικού αερίου κλπ.
επικοινωνίες (communications)	τηλεπικοινωνίες, πληροφορική κλπ.
μεταφορές (transportations)	οδικές, σιδηροδρομικές, εναέριες & θαλάσσιες
χονδρικό & λιανικό εμπόριο (wholesale & retail trade)	ενδιάμεσοι μεταξύ παραγωγής και κατανάλωσης/χρήσης
οικονομικά (finance)	τράπεζες και άλλοι χρηματοπιστωτικοί οργανισμοί
υπηρεσίες (services)	περίθαλψη, αναψυχή, κλπ.
εξουσία (government)	τοπικές & εθνικές κυβερνήσεις

Πίνακας 5.2: Βιομηχανική οικολογία & κλάδοι οικονομικής δραστηριότητας

Κλάδος/Προϊόν	Πηγές
εξόρυξη μετάλλων	Chiaro & Joklik (1998); Maertsander (2003); Basu & van Zyl (2006)
παραγωγή ενέργειας	Linden (1994); Torrens and Yeager (1998)
επεξεργασία αποβλήτων	Allen & Behmanesh (1994); Gentaz (2003); Manahan (1999)
αυτοκινητοβιομηχανία	Klimisch (1994)
τηλεπικοινωνίες	Sekutowski (1994)
μεταποίηση	Laudise et al. (1998)
κατασκευή γυαλιού	Tackels (2003); Krivtsov et al. (2004)
χημική βιομηχανία	Francis (2003)
πετρελαιοειδή	Tramier (2003)
χαρτί & ξύλο	Armstrong et al. (1998); Douglas et al. (1998)

Σχετικά με το *μέγεθος* των επιχειρήσεων που συμμετέχουν, οι van Leewen et al. (2003) σημειώνουν ότι οι μεγάλοι μεγέθους βιομηχανικές μονάδες, οι οποίες διαθέτουν σταθερές ροές (αλλά και μεγάλες ποσότητες) αποβλήτων/παραπροϊόντων είναι εκείνες που δημιουργούν αξιόπιστες και σταθερές συμβιωτικές σχέσεις. Από την άλλη πλευρά, οι Lebreton et al. (2004) παρουσιάζουν παραδείγματα όπου μικρές/μικρομεσαίες επιχειρήσεις συνεργάζονται σε δίκτυα ανακύκλωσης, εφοδιαστικής αλυσίδας, κατάρτισης εργαζομένων κλπ. Ανάμεσα στα δυο αυτά άκρα, υπάρχουν τα επονομαζόμενα *μικτά βιομηχανικά πάρκα* (Lambert and Boons, 2002) όπου συνυπάρχουν επιχειρήσεις μικρού και μεγάλου μεγέθους, συνδυάζοντας τις παραπάνω συνεργατικές δραστηριότητες, ενώ συχνά επενδύουν και στη κατασκευή υποδομών κοινής χρήσης όπως μονάδες επεξεργασίας αποβλήτων, μονάδες συμπαραγωγής ενέργειας κλπ.

Όσον αφορά το *πλήθος* των επιχειρήσεων που εμπλέκονται σε ένα οικοβιομηχανικό οικοσύστημα, αρκετοί μελετητές σημειώνουν ότι η αύξηση του αριθμού των εμπλεκόμενων συντελεί στην αύξηση των πιθανών συμβιωτικών σχέσεων καθώς και στη σταθεροποίηση των υφιστάμενων συνδέσεων (Lambert and Boons, 2002; Ster and Ott 2004; Korhonen and Snakin, 2005). Οι Hardy and Graedel (2002) σε μια ποσοτική προσέγγιση, εξετάζουν περιπτώσεις οικοβιομηχανικής συμβίωσης υπό το πρίσμα της θεωρίας των τροφικών δικτύων και καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι αύξηση των συμμετεχόντων πέραν του αριθμού έξι, δε προσφέρει ιδιαίτερα στην αλληλοσύνδεση τους. Άλλωστε το πλεονέκτημα της εμφάνισης οικονομιών κλίμακας που εμφανίζεται με την αύξηση των συμμετεχόντων, συχνά αντισταθμίζεται από την ύπαρξη διαφορετικών στρατηγικών, ενδιαφερόντων και προτιμήσεων (Eilering and Vermeulen, 2004). Τέλος, ο Baas (1998) λειτουργώντας συγκριτικά, θεωρεί ότι το *μέγεθος* των επιχειρήσεων είναι σαφώς πιο σημαντικό χαρακτηριστικό σε σχέση με τον *αριθμό* τους.

Πέρα όμως από τις επιχειρήσεις και την ιδιωτική πρωτοβουλία, σημαντικός είναι και ο ρόλος του δημοσίου. Μελετώντας υφιστάμενες

περιπτώσεις οικοβιομηχανικής ανάπτυξης, αναδεικνύεται η συμμετοχή τοπικών (Burstrom and Korhonen, 2001), περιφερειακών (Lowe et al. 1996) και εθνικών κυβερνήσεων (Mirata, 2004). Οι δημόσιοι φορείς παρέχουν οικονομική στήριξη, συμμετέχουν στα αντίστοιχα όργανα συνδιοίκησης και συντονισμού, αναλαμβάνουν συντονιστικό/διαμεσολαβητικό ρόλο, ενώ συχνά αποτελούν και βασικές μονάδες των συστημάτων μέσω δημοτικών (σταθμοί ανακύκλωσης, μονάδες επεξεργασίας αποβλήτων) και εθνικών (σταθμοί συμπαραγωγής ενέργειας) επιχειρήσεων.

Συχνή είναι επίσης και η άμεση εμπλοκή της τοπικής κοινότητας, η οποία συμμετέχει ως αποδέκτης ενέργειας (σε δίκτυα τηλεθέρμανσης), επεξεργασμένου νερού (για άρδευση), ή άλλων υλικών (λιπασμάτων για καλλιέργεια κλπ.). Σε πολλές περιπτώσεις, κλειδί για την επιτυχία του οικοβιομηχανικού συστήματος ήταν η συμμετοχή βιοτεχνικών/βιομηχανικών επιμελητηρίων, ερευνητικών κέντρων, πανεπιστημίων, σύμβουλων επιχειρήσεων, ακόμα και μη κυβερνητικών οργανισμών.

Οι Heeres et al. (2004) μελετώντας τη φάση του σχεδιασμού ενός οικοβιομηχανικού εγχειρήματος, δεν αρκούνται στην απλή καταγραφή των εμπλεκόμενων, αλλά αναφέρονται και στους ρόλους που μπορεί να διαδραματίσουν οι εμπλεκόμενοι. Πιο συγκεκριμένα, ένας εμπλεκόμενος μπορεί να αποτελεί:

- οδηγό έργου (project initiator/commissioner),
- διαχειριστή έργου (project manager),
- μέλος της ομάδας σχεδιασμού (member of the planning group)
- ενεργό μέλος στην ανάπτυξη του έργου (active participant in project development);
- μέλος που παρέχουν πόρους (provide funds to the project);
- σύμβουλο του έργου (consultant to the project)

Στα πλαίσια της συστημικής προσέγγισης, θα βασιστούμε στον Jackson (2003), ο οποίος υποστηρίζει ότι σε ένα ένσικοπο σύστημα, οι εμπλεκόμενοι μπορούν να έχουν έναν ή περισσότερους από τους παρακάτω ρόλους:

- λήπτες αποφάσεων (decision makers/owners), που έχουν την εξουσία να λαμβάνουν αποφάσεις που επηρεάζουν άμεσα το σύστημα
- συντελεστές δράσης (actors), που είναι επιφορτισμένα με την υλοποίηση των παραπάνω αποφάσεων
- πελάτες (customer/clients), οι οποίοι είτε ωφελούνται είτε ζημιώνονται άμεσα από την εξέλιξη του συστήματος
- μάρτυρες (witnesses), οι οποίοι επηρεάζονται από το σύστημα, αλλά δεν έχουν τη δυνατότητα να το αλλάξουν
- αναλυτές (problem solvers/analysts), που προσπαθούν να (ανα)σχεδιάσουν το σύστημα βελτιώνοντας την απόδοσή του.

Με βάση τις περιπτώσεις οικοβιομηχανικής ανάπτυξης που περιγράφονται στο Παράρτημα II, οι κατηγορίες των εμπλεκόμενων και οι συνήθεις ρόλοι που εκείνοι διαδραματίζουν αποτυπώνονται στον πίνακα 5.3.

Πίνακας 5.3: Εμπλεκόμενοι και ρόλοι σε ένα βιομηχανικό οικοσύστημα

Εμπλεκόμενοι	Ρόλοι				
	Ιδιοκτήτες	Συντελεστές	Πελάτες	Μάρτυρες	Αναλυτές
Επιχειρήσεις	X	X	X		X
Τοπικές αρχές	X	X			X
Εθνικές κυβερνήσεις	X				
Τοπική κοινότητα			X	X	
Πανεπιστήμια, Επιμελητήρια					X
Μη κυβερνητικοί οργανισμοί				X	X

5.7 Εισροές & εκροές

‘input is that which is changed, and output is that which is produced by a transformation process. Inputs and outputs may be concrete (e.g. raw materials, manufactured products) or abstract (e.g. market need and its fulfilment)’ Checkland (1981)

Κάθε βιομηχανικό οικοσύστημα αποτελεί ένα μοναδικό σύμπλεγμα το οποίο περιλαμβάνει και διάφορα είδη συστημάτων. Αν στηριχτούμε στην

τυπολογία ⁹ του Checkland (1981), θα παρατηρήσουμε ότι υπάρχουν εισροές και εκροές και για τους τέσσερεις τύπους συστημάτων (βλέπε πίνακα 5.4).

Πίνακας 5.4: Εισροές & εκροές βιομηχανικών οικοσυστημάτων

Τύπος Συστήματος	Εισροές (→ ΒΟΣ)	Εκροές (ΒΟΣ →)
φυσικά	πρώτες ύλες, νερό, ανανεώσιμες πηγές ενέργειας,	απόβλητα, προϊόντα τέλους χρήσης
τεχνητά	εργαλεία, μηχανές, υποδομές ενδιάμεσα προϊόντα	τελικά προϊόντα
ανθρώπινης δραστηριότητας	νομοθεσία, εκστρατείες ενημέρωσης, οικονομικής ενίσχυσης, εθνικά σχέδια δράσης	προγράμματα
κοινωνικά	πρότυπα, στερεότυπα, ιδεολογίες	

Τα φυσικά συστήματα προσφέρουν τη συντριπτική πλειοψηφία των εισροών που είναι οι φυσικοί πόροι (πρώτες ύλες, νερό, ανανεώσιμες πηγές ενέργειας), ενώ αποτελεί και τον τελικό αποδέκτη των υλικών εκροών (προϊόντα τέλους χρήσης και απόβλητα). Τα τεχνητά συστήματα εμπλουτίζουν τις εισροές/εκροές με εργαλεία, μηχανές, υποδομές, (ενδιάμεσα και τελικά) προϊόντα. Το σύνολο των εισροών/εκροών συμπληρώνεται με λιγότερο απτά στοιχεία (νομοθεσίες, πρότυπα, αλλά και εκστρατείες ενημέρωσης, εθνικά σχέδια δράσης κλπ.), τα οποία βρίσκονται σε διαρκή αλληλεπίδραση με το βιομηχανικό σύστημα και για το λόγο αυτό αποτελούν τόσο εισροές, όσο και εκροές.

Όπως θα δούμε και στο επόμενο κεφάλαιο, η μελέτη των εισροών/εκροών καλύπτει μεγάλο μέρος της σχετικής βιβλιογραφίας, μέσα από προσεγγίσεις και μεθοδολογίες όπως:

- βιομηχανικός μεταβολισμός (industrial metabolism) (Allen, 1994),
- ανάλυση ροών υλικών (material flow analysis) (Sendra et al., 2006)
- ανάλυση ροών ουσιών (substance flow analysis) (Timmermans and Van Holderbeke, 2004)
- ανάλυση κύκλου ζωής (life cycle analysis) (Weidema et al., 2008).

⁹ Για τυπολογίες συστημάτων, βλέπε και παράγραφο 3.3.

5.8 Ανάδυση (συνέργεια)

'Emergence is the principle that whole entities exhibit properties which are meaningful only when attributed to the whole, not to its parts ' Checkland (1981)

Στις αρχές της δεκαετίας του '20, ο βρετανός φιλόσοφος Broad (1925) εισήγαγε τον όρο *αναδυόμενες ιδιότητες*, για να αναφερθεί σε εκείνες ακριβώς τις ιδιότητες που «αναδύονται» σε ένα συγκεκριμένο επίπεδο πολυπλοκότητας, αλλά δεν υπάρχουν σε κατώτερα επίπεδα.

Σύμφωνα με τη θεωρητική θεμελίωση ¹⁰ του βιομηχανικού οικοσυστήματος, οι αναδυόμενες ικανότητες σχετίζονται με την ελάττωση του οικολογικού αποτυπώματος τόσο σε επίπεδο εισροών (χρήση πρώτων υλών) όσο και εκροών (εναπόθεση αποβλήτων) σε ένα πλαίσιο οικονομικής βιωσιμότητας. Σε πρακτικό επίπεδο, η ευρεία διατύπωση, αλλά και η χαλαρή ερμηνεία του όρου *οικοβιομηχανικός* έχει ως αποτέλεσμα την ύπαρξη μιας μεγάλης γκάμας αναδυόμενων δραστηριοτήτων. Για τη συστηματική παρουσίαση των αναδυόμενων δραστηριοτήτων, προτείνεται ο διαχωρισμός τους σε τέσσερις κατηγορίες (βλέπε Πίνακα 5.5):

A. *Ανάπτυξη πράσινων υποδομών*, όπου η συνεργασία των εμπλεκόμενων έχει ως αποτέλεσμα δράσεις οι οποίες μπορούν να κλιμακωθούν ως εξής:

1. *αρχιτεκτονική και χωροταξία*, όπου παρατηρείται χρησιμοποίηση δομικών υλικών που προέρχονται από ανακύκλωση, εφαρμογή των αρχών βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής, πράσινος χωροτακτικός σχεδιασμός, ανάπλαση και αποκατάσταση μολυσμένων περιοχών
2. *υποδομές μικρής κλίμακας*, όπου κατασκευάζονται συλλογικοί αποθηκευτικοί χώροι ή άλλων εγκαταστάσεις όχι υψηλής οικονομικής επένδυσης (π.χ. δίκτυο παροχής πεπιεσμένου αέρα)
3. *υποδομές μεγάλης κλίμακας*, όπως μονάδες βιολογικού καθαρισμού ή/και επεξεργασίας αποβλήτων, σταθμοί συμπαραγωγής ενέργειας και θερμότητας κλπ.

¹⁰ Για τους υφιστάμενους ορισμούς του βιομηχανικού οικοσυστήματος, βλέπε παράγραφο 2.4.

Πίνακας 5.5: Τυπολογία αναδυόμενων ιδιοτήτων
[προσαρμογή από Mouzakitis et al. (2003a)]

Τύπος	Υπο-κατηγορία	Παραδείγματα
A	Πράσινες Υποδομές	1 Αρχιτεκτονική & Χωροταξία πράσινα κτίρια, χρησιμοποίηση υλικών που προέρχονται από ανακύκλωση, συλλογή όμβριων υδάτων, δημιουργία χώρων πράσινου, απορρύπανση περιοχών, αλλαγή χρήσης κλπ.
		2 Υποδομές μικρής κλίμακας αποθηκευτικοί χώροι, οδικά δίκτυα, δίκτυα σωλήνων (τηλεθέρμανση, πεπιεσμένου αέρα), ΑΠΕ (μικρής ισχύος)
		3 Υποδομές μεγάλης κλίμακας σταθμοί ανακύκλωσης, μονάδες επεξεργασίας λυμάτων, μονάδες (συμ)παραγωγής ενέργειας, ΑΠΕ (μεγάλης ισχύος),
B	Θεματολογικό Πάρκο	1 Εκθεσιακό κέντρο επίδειξη τεχνολογιών φιλικών προς το περιβάλλον
		2 Πράσινη Επιχειρηματικότητα επιχειρήσεις περιβαλλοντικής τεχνολογίας (ΑΠΕ, απορρύπανση,) και υπηρεσιών (περιβαλλοντική πιστοποίηση, διαχείριση αποβλήτων)
		3 Ερευνητικό Κέντρο ανάπτυξη και πιλοτική εφαρμογή περιβαλλοντικών καινοτομιών
C	Οικοβιομηχανική Συμβίωση	1 Υπό Δημιουργία σύσταση διερευνητικού φορέα, συλλογή και ανταλλαγή δεδομένων, καλλιέργεια κλίματος εμπιστοσύνης
		2 Χαλαρό σύστημα εκτεταμένο (αλλά όχι μόνιμο) δίκτυο ανταλλαγών ενέργειας ή υλικών προς ανακύκλωση/επαναχρησιμοποίηση
		3 Σφιχτό σύστημα δίκτυο ανταλλαγών (σταθερές & αμφίπλευρες σχέσεις) υλικών, ενέργειας και πληροφορίας
D	Άλλες δραστηριότητες	- προστασία οικοσυστήματος, διαχείριση νερού, κατάρτιση εργαζομένων, πιστοποίηση

B. Ανάπτυξη θεματολογικού πάρκου, το οποίο μπορεί να περιλαμβάνει:

1. *εκθεσιακό κέντρο*, όπου θα επιδεικνύονται σχετικές τεχνολογίες, συμβάλλοντας με αυτό τον τρόπο στη διάχυση των υφιστάμενων καινοτομιών καθώς και στην περιβαλλοντική εκπαίδευση και ευαισθητοποίηση. Σε αυτή την κατηγορία μπορούμε να εντάξουμε και τη δημιουργία πάρκων αναψυχής/ψυχαγωγίας, όπου βεβαρηνμένες βιομηχανικές περιοχές αλλάζουν χρήση και μετατρέπονται σε

οργανωμένους χώρους πρασίνου, αθλητισμού, πολιτιστικής δραστηριότητας κλπ.

2. *κέντρο 'πράσινης' επιχειρηματικότητας*, όπου δραστηριοποιούνται επιχειρήσεις που παρέχουν υπηρεσίες και προϊόντα στους αντίστοιχους τομείς της περιβαλλοντικής διαχείρισης και τεχνολογίας,
3. *ερευνητικό κέντρο*, όπου αναπτύσσονται και εφαρμόζονται πιλοτικά καινοτομίες σχετικές με το περιβάλλον

C. *Ανάπτυξη οικοβιομηχανικής συμβίωσης*, όπου παρατηρούνται δίκτυα ανταλλαγής υλικών και ενέργειας. Οι συγκεκριμένες δραστηριότητες αποτελούν την πεμπτούσια της οικοβιομηχανικής συμβίωσης και ποικίλουν σε αριθμό εμπλεκόμενων, γεωγραφική εξάπλωση κλπ. Σε ένα αρχετυπικό επίπεδο ανάλυσης, οι υφιστάμενες μπορούν να κατηγοριοποιηθούν ως εξής (βλέπε πίνακα 5.6):

Πίνακας 5.6 Κατηγορίες οικοβιομηχανικής συμβίωσης

Χαρακτηριστικό	Κατηγορία οικοβιομηχανικής συμβίωσης		
	υπό δημιουργία	χαλαρή	σφιχτή
επίπεδο ανταλλαγών	υπό διαπραγμάτευση	περιστασιακές & επουσιώδεις	μόνιμες & καθοριστικές
αριθμός εμπλεκόμενων	μικρός ή μεγάλος		μικρός
γεωγραφική έκταση	βιομηχανική περιοχή	ευρεία	περιορισμένη

1. *συμβίωση 'υπό δημιουργία'*, καθώς υπάρχει μεγάλος αριθμός περιπτώσεων όπου παρατηρείται έντονη δραστηριότητα (διοργάνωση συναντήσεων, σύσταση αρμόδιων φορέων κλπ.) προς την κατεύθυνση δημιουργίας συνεργατικών σχέσεων οικοβιομηχανικής συμβίωσης, χωρίς όμως συγκεκριμένα πρακτικά αποτελέσματα. Με άλλα λόγια, συγκεκριμένα συστήματα βρίσκονται στην (ιδιαίτερα δύσκολη και μακροχρόνια) φάση της ανάπτυξης εμπιστοσύνης, ανταλλαγής πληροφοριών, εκπόνησης μελετών σκοπιμότητας κλπ. Άλλωστε ο ακρογωνιαίος λίθος στην αρχική φάση ανάπτυξης των βιομηχανικών οικοσυστημάτων είναι η δημιουργία κατάλληλου κλίματος, στα πλαίσια

του οποίου, εμπλεκόμενοι που προέρχονται από ιδιωτικούς αλλά και δημόσιους φορείς, θα καταφέρουν να λειτουργήσουν με ένα συμμετοχικό και αυτό-οργανωτικό τρόπο (Lowe and Evans, 1995).

2. *‘χαλαρή’ συμβίωση*, όπου οι υφιστάμενες συνδέσεις είναι σχετικά ‘χαλαρές’ (δεν είναι δηλαδή καθοριστική η σχέση ανταλλαγής για την παραγωγική δραστηριότητα των συμμετεχόντων), ο αριθμός των εμπλεκόμενων μεγαλύτερος (σε σχέση με την επόμενη κατηγορία) και η καλυπτόμενη γεωγραφική έκταση ευρύτερη. Στην πλειοψηφία τους πρόκειται είτε για δίκτυα ανακύκλωσης/επαναχρησιμοποίησης, είτε για δίκτυα χρήσης ενέργειας, η οποία προέρχεται είτε από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, είτε από συμπαραγωγή ενέργειας και θερμότητας.

3. *‘σφιχτή συμβίωση*, με μικρό αριθμό εμπλεκόμενων, όπου η μία μονάδα χρησιμοποιεί στη παραγωγική της διαδικασία, σε μόνιμη και σταθερή βάση, παραπροϊόντα μιας άλλης επιχείρησης. Τις περισσότερες φορές οι επιχειρήσεις είναι εγκατεστημένες πολύ κοντά η μία στην άλλη.

D. *Άλλες δραστηριότητες*, όπου οι εμπλεκόμενοι συνεργάζονται σε μια σειρά από ζητήματα τα οποία (άμεσα ή έμμεσα) έχουν ως αντίκτυπο την αυξημένη περιβαλλοντική επίδοση σε επίπεδο συστήματος. Στα πλαίσια αυτά, παρατηρείται μια ευρεία γκάμα δραστηριοτήτων με πιο χαρακτηριστικές περιπτώσεις τη συνεργασία σε ζητήματα εφοδιαστικής αλυσίδας, την περιβαλλοντική πιστοποίηση (σε επίπεδο βιομηχανικής περιοχής), την ανάπτυξη και εφαρμογή μεθόδων και εργαλείων για περιβαλλοντική επίβλεψη και παρακολούθηση, τη κατάρτιση εργαζομένων μέσα από διοργάνωση ημερίδων και σεμιναρίων, τη κοινή χρήση μεταφορικών μέσων (car-pooling), την προσπάθεια σύσφιξης των σχέσεων ανάμεσα σε στελέχη διαφορετικών επιχειρήσεων που *συγκατοικούν* σε μια περιοχή κλπ.

Στηριζόμενοι στην τυπολογία του Πίνακα 5.4 μπορούμε να μελετήσουμε τα βιομηχανικά οικοσυστήματα που περιγράφονται στο παράρτημα II και να διερευνήσουμε τη δυναμική των αναδυόμενων ιδιοτήτων στη πράξη. Τα αποτελέσματα συνοψίζονται στον Πίνακα 5.7.

Πίνακας 5.7: Ανάδυση σε Βιομηχανικά Οικοσυστήματα στην Ευρώπη

Βιομηχανικό Οικοσύστημα		Αναδυόμενες Ιδιότητες											
		Α			Β			C			D	Σύνολο	
		1	2	3	1	2	3	1	2	3		Υπ. (.../9)	Τ. (.../4)
1	Hartberg			X	X	X	X					5	3
2	Styria							X				1	1
3	PIPA	X	X	X							X	4	2
4	SECOIA	X	X								X	3	2
5	Heidelberg						X	X			X	3	2
6	Karlsruhe			X			X					2	2
7	Redupark						X				X	2	2
8	Emscher Park	X	X			X	X					4	2
9	Value Park						X					1	1
10	Herning-Ikast	X	X	X								3	2
11	Kalundborg								X			1	1
12	Crewe Park	X			X	X						3	2
13	Humber			X			X	X					
14	Knowsley Park	X		X							X	3	2
15	Londonderry		X									1	1
16	Trafford Park	X									X	1	2
17	West Midlands						X	X				2	1
18	Torino	X				X	X					3	2
19	Arnhem			X								1	1
20	Apeldoorn									X			1
21	Dintelroord	X										1	1
22	Emmen			X			X					2	2
23	Wavin Park		X	X							X	3	2
24	INES Project		X				X						2
25	Shell Project								X			1	1
26	Ter Apelkanaal								X			1	1
27	Van Mera EIP				X					X		1	2
28	Δήμος			X				X				2	2
29	Landskroma							X		X		2	2
30	Μονάδα επ.								X			1	1
31	Jyvaskylä							X				2	1
32	Uimajarju park								X			1	1
Σύνολο (.../32)	Υποκατηγορία	9	7	10	2	5	3	9	7	5			
	Τύπος	18			5			18			10		

Η μελέτη¹¹ του πίνακα 5.7 καταδεικνύει τα εξής:

- Οι πλέον δημοφιλείς δραστηριότητες είναι οι επενδύσεις σε υποδομές μεγάλης κλίμακας, γεγονός που επιβεβαιώνει τη θέση των Eilering and Vermeulen (2004) σύμφωνα με την οποία τέτοιου είδους ενέργειες είναι πιο εύκολο να υλοποιηθούν (συγκρινόμενες με την ανάπτυξη συμβιωτικών σχέσεων ανταλλαγής) και αποτελούν το πρώτο βήμα προς ένα ολοκληρωμένο βιομηχανικό οικοσύστημα.
- Παράλληλα παρατηρείται μεγάλος αριθμός βιομηχανικών οικοσυστημάτων που βρίσκονται (συχνά για μεγάλο χρονικό διάστημα) 'υπό-δημιουργία', γεγονός που επιβεβαιώνει από τη μια το δύσκολο του εγχειρήματος (ΡΕΦ), και από την άλλη τη διείσδυση που έχει η βιομηχανική οικολογία σαν άξονας άσκησης πολιτικής.
- Συχνό επίσης είναι και το φαινόμενο όπου βιομηχανικές περιοχές, έχοντας κάνει επεμβάσεις μόνο σε επίπεδο αρχιτεκτονικής και χωροταξίας, αυτοπροσδιορίζονται ως οικοβιομηχανικά συστήματα, χωρίς να υπάρχουν ουσιαστικά δείγματα (αλλά ούτε και προοπτικές) συνεργασίας. Πρόκειται για ένα φαινόμενο που έχει επισημανθεί στη σχετική βιβλιογραφία (Baas and Boons, 2004) και αποδίδεται σε λόγους μάρκετινγκ και διαφήμισης.
- Μια άλλη διαπίστωση σχετίζεται με την πολυσυλλεκτικότητα, δηλαδή με το πλήθος των διαφορετικών δραστηριοτήτων κάθε οικοβιομηχανικού συστήματος. Στις περιπτώσεις όπου παρατηρείται ο μεγαλύτερος αριθμός αναδυόμενων δραστηριοτήτων, το πιο πιθανόν είναι η περιοχή να λειτουργεί σαν ερευνητικό/εκθεσιακό κέντρο, όπου τα κτίρια έχουν κατασκευαστεί με βάση αρχές τις πράσινης αρχιτεκτονικής, χωρίς ουσιαστική παρουσία συμβιωτικών σχέσεων. Το φαινόμενο ισχύει και αντίστροφα: οι περιπτώσεις

¹¹ Στον πίνακα 5.7, το σύμβολο x υποδηλώνει την εμφάνιση της συγκεκριμένης αναδυόμενης ιδιότητας, στη συγκεκριμένη περίπτωση οικοβιομηχανικής ανάπτυξης. Η τελευταία στήλη του πίνακα δίνει τον συνολικό αριθμό των αναδυόμενων ιδιοτήτων (σε δύο επίπεδα: τύπους και υποκατηγορίες) για κάθε βιομηχανικό οικοσύστημα, ενώ η τελευταία γραμμή δίνει τη συχνότητα εμφάνισης κάθε ιδιότητας στο σύνολο των εξεταζόμενων βιομηχανικών συστημάτων (και πάλι σε δυο επίπεδα).

που έχουν έντονο οικοβιομηχανικό χαρακτήρα (υποκατηγορίες C2 και C3) δεν έχουν εστιάσει σε άλλες δραστηριότητες.

5.9 Ιεραρχία

‘hierarchy is the principle according to which entities meaningfully treated as wholes are built up of smaller units which are themselves wholes... and so on’ Checkland (1981)

Τα περισσότερα συστήματα από τη μια αποτελούν μέρη μεγαλύτερων συστημάτων και την ίδια στιγμή περιλαμβάνουν μικρότερα συστήματα¹². Με τον τρόπο αυτό εκδηλώνεται το φαινόμενο της *ιεραρχίας*¹³, η οποία δεν αναφέρεται απαραίτητα σε χαρακτηριστικά εξουσίας, αλλά μπορεί να σχετίζεται με στοιχεία λογικής και συμπληρωματικότητας (Leonard & Beer, 1994). Άλλωστε ο Checkland (1982) σημειώνει ότι τα επίπεδα ιεραρχίας σχετίζονται άμεσα με τις αναδυόμενες ιδιότητες κάθε επιπέδου.

Ο Wallner (1999) μεταφέρει στο πεδίο της βιομηχανικής οικολογίας την έννοια του *ολόνιου* (holon¹⁴) και σημειώνει ότι οι επιχειρήσεις μπορούν να συνενωθούν σε ομάδες (clusters), να σχηματίσουν πάρκα, τα οποία με τη σειρά τους θα ενωθούν σε περιφερειακό επίπεδο, δημιουργώντας στο τέλος ένα αλληλένδετο βιομηχανικό οικοσύστημα το οποίο θα λειτουργεί σε πλανητική κλίμακα (βλέπε σχήμα 5.6). Με άλλα λόγια, ο Wallner αναφέρεται στη συστημική έννοια της επανεύρεσης (recursion) η οποία σημαίνει ότι ολόκληρο το σύστημα επαναλαμβάνεται ως ακριβές αντίγραφο στα μέρη που το συνιστούν. Τα γεγονότα αυτά, μας επιτρέπουν να επιλέξουμε διάφορα επίπεδα ανάλυσης για ένα βιομηχανικό οικοσύστημα και να διακρίνουμε ανάμεσα σε υποσυστήματα και μετασυστήματα.

¹² Οι Leonard and Beer (1994), για να περιγράψουν την έννοια της ιεραρχίας, χρησιμοποιούν τη μεταφορά της παραδοσιακής ρώσικης κούκλας, μέσα στην οποία βρίσκεται μία μικρότερη κοκ.

¹³ Σύμφωνα με τον Burrell (1997), ο όρος *ιεραρχία* χρησιμοποιήθηκε πρώτη φορά τον 5^ο αιώνα π.Χ. από τον Διονύσιο τον Αρεοπαγίτη, για την περιγραφή της οργανωτικής δομής του παραδείσου.

¹⁴ Η έννοια του ολόνιου (holon) εισήχθη από τον Arthur Koestler (1967) και ορίζεται σαν κάτι που είναι την ίδια στιγμή και σύνολο (whole), αλλά και μέρος ενός μεγαλύτερου συστήματος.

Σχήμα 5.6: Ιεραρχία βιομηχανικών οικοσυστημάτων

(α) Ολόγια - Συμβολική αναπαράσταση δομών ιεραρχίας (Wallner, 1999)

(β) Επανεύρεση σε μια φωλιασμένη ιεραρχία (Recursion in a nested hierarchy)

5.10 Δομή & Οργάνωση

Σε προηγούμενο κεφάλαιο ¹⁵, όταν παρουσιάστηκαν οι κυριότερες ταξινομήσεις των βιομηχανικών οικοσυστημάτων, αναφέρθηκε η προσέγγιση των Boons and Baas (1997), οι οποίοι αναφέρουν τέσσερεις βασικούς τύπους οργάνωσης: με βάση το προϊόν, το υλικό, τον κλάδο, ή τη γεωγραφική περιοχή. Μερικά χρόνια αργότερα, ο Korhonen (2002) συνοψίζοντας την παραπάνω τυπολογία, διαπιστώνει ότι η οργάνωση συστημάτων οικοβιομηχανικής ανάπτυξης κινείται προς δυο κατευθύνσεις: η πρώτη εστιάζει στο προϊόν, ενώ η δεύτερη αναφέρεται στη γεωγραφική περιοχή. Εξυπακούεται, ότι κάθε ένας από τους δυο αυτούς τύπους οργάνωσης, παρουσιάζει και διαφορετική δομή (δομικά στοιχεία και τρόποι σύνδεσης).

Μελετώντας τη δομή των οικοβιομηχανικών συστημάτων που έχουν οργανωθεί με βάση το προϊόν, συμπεραίνουμε ότι οι επιχειρήσεις που συμμετέχουν είναι ομαδοποιημένες γύρω από τα βασικά στάδια του κύκλου ζωής του προϊόντος και οι συνδέσεις γίνονται μέσω της εφοδιαστικής (κύριας και αντίστροφης) αλυσίδας (βλέπε σχήμα 5.7). Τα παραδείγματα από τη σχετική βιβλιογραφία που επιβεβαιώνουν τη συγκεκριμένη δομή, αναφέρονται είτε σε

¹⁵ Για ταξινομήσεις βιομηχανικών οικοσυστημάτων βλέπε και παράγραφο 2.4.

προϊόντα όπως το αυτοκίνητο (Graedel et al., 2002), είτε σε υλικά όπως το γυαλί Tackels (2003), είτε σε κλάδους όπως η μεταλλουργία (Sagar and Frosch, 1997).

Σχήμα 5.7: Δομές βιομηχανικών οικοσυστημάτων (με βάση το προϊόν)

Στην περίπτωση που το βιομηχανικό οικοσύστημα έχει οργανωθεί με βάση τη γεωγραφική περιοχή, η δομή των βιομηχανικών οικοσυστημάτων μπορεί να κατηγοριοποιηθεί ως εξής (βλέπε σχήμα 5.8):

- *Τύπος 1:* στην κατηγορία αυτή έχουμε μικρό αριθμό επιχειρήσεων, οι οποίες ανά δύο συνεργάζονται ανταλλάσσοντας κάποιο από τα παραπροϊόντα της παραγωγικής τους δραστηριότητας. Τις περισσότερες φορές, οι συνδέσεις έχουν *σφιχτό* χαρακτήρα, με την έννοια ότι η μονάδα που παρέχει το παραπροϊόν αποτελεί σταθερό (και συχνά μοναδικό) προμηθευτή της επιχείρησης που το δέχεται. Με άλλα λόγια, η συνεργασία είναι αναγκαία και απαραίτητη για την παραγωγική δραστηριότητα της επιχείρησης που λειτουργεί ως αποδέκτης. Ένα άλλο χαρακτηριστικό στο συγκεκριμένο τύπο δομής, αποτελεί και η συμμετοχή της τοπικής κοινότητας, η οποία

επιτυγχάνεται κυρίως μέσω μικρών επιχειρήσεων, όπως στην περίπτωση ενός θερμοκηπίου που δέχεται παραπροϊόντα μονάδας πετροχημικής βιομηχανίας, ή μιας ιχθυοκαλλιέργειας που εκμεταλλεύεται το νερό ψύξης που προέρχεται από την παραγωγική δραστηριότητα γειτονικής βιομηχανικής μονάδας.

Σχήμα 5.8: Δομές βιομηχανικών οικοσυστημάτων (με βάση την περιοχή)

- **Τύπος 2:** Στη συγκεκριμένη δομή απαραίτητη είναι η παρουσία μιας βασικής μονάδας (anchor tenant) η οποία λειτουργεί ως ‘καρδιά’ του συστήματος, αφού οι υπόλοιποι εμπλεκόμενοι συνδέονται δορυφορικά (συμμετέχοντας κυρίως ως αποδέκτες σε συνδέσεις *σφιχτού* χαρακτήρα). Η συμμετοχή της τοπικής κοινότητας είναι μεγαλύτερη συγκρινόμενη με εκείνη του τύπου 1, καθώς υπάρχει η έντονη συμμετοχή απλών νοικοκυριών, τα οποία λειτουργούν ως αποδέκτες τηλεθέρμανσης.
- **Τύπος 3:** Στην περίπτωση αυτή, έχουμε μεγάλο αριθμό συμμετεχόντων οι οποίοι συνδέονται μέσω συγκεκριμένων επιχειρήσεων οι οποίες λειτουργούν

ως αποδομητές. Οι συνδέσεις έχουν χαλαρό χαρακτήρα καθώς τις περισσότερες φορές δεν υπάρχει το στοιχείο του αποκλειστικού προμηθευτή. Η παρουσία της τοπικής κοινότητας επιτυγχάνεται μέσω της συμμετοχής (λιγότερο ή περισσότερο ενεργής) στα υφιστάμενα δίκτυα ανακύκλωσης, επαναχρησιμοποίησης κλπ.

- *Τύπος 4:* πρόκειται για συνδυασμό των τριών προηγούμενων τύπων που αναφέρθηκαν σε ένα ολοκληρωμένο βιομηχανικό οικοσύστημα, το οποίο και διαρκώς αναπτύσσεται (όσον αφορά τις επιχειρήσεις που συμμετέχουν, αλλά και την γεωγραφική περιοχή εξάπλωσης), ενώ περιλαμβάνει μεγάλο αριθμό χαλαρών και σφιχτών συνδέσεων. Για παράδειγμα, μια μονάδα συμπαράγωγής ενέργειας και θερμότητας (και οι συνδεόμενες επιχειρήσεις) μπορεί να τροφοδοτηθεί από ένα κέντρο περισυλλογής παραπροϊόντων κατεργασίας ξύλου, το οποίο καθώς λειτουργεί ως αποδομητής, είναι συνδεδεμένο με άλλες μονάδες.

Τα αποτελέσματα από την εξέταση της δομής και της οργάνωσης των υφιστάμενων περιπτώσεων οικοβιομηχανικής ανάπτυξης, συνοψίζονται στον πίνακα 5.8. Συμπερασματικά, κομβική σημασία στη δομή των βιομηχανικών συστημάτων που οργανώνονται με βάση τη γεωγραφική περιοχή διαδραματίζουν:

- οι *αποδομητές*, (μονάδες ανακύκλωσης, ανάκτησης, επεξεργασίας αποβλήτων, εμπορίας υλικών/προϊόντων τέλους χρήσης) οι οποίοι αποτελούν κλειδιά για την ανάπτυξη κλειστών βρόγχων καθώς, λειτουργούν ως ενδιάμεσοι ανάμεσα στον παραγωγό ενός παραπροϊόντος και τον εν δυνάμει χρήστη. Ο ρόλος των αποδομητών οι οποίοι αποτελούν βασικές συνιστώσες των φυσικών οικοσυστημάτων, έχει υπογραμμισθεί τόσο από τις πρώτες εργασίες που θεμελίωσαν θεωρητικά το πεδίο της βιομηχανικής οικολογίας (Allenby and Cooper, 1994; Graedel, 1996) όσο και από μεταγενέστερες, οι οποίες αναφέρονται σε προσπάθειες υλοποίησης (Côté, 2000; Geng and Côté, 2002).

Πίνακας 5.8: Δομή & οργάνωση βιομηχανικών οικοσυστημάτων στην Ευρώπη

Βιομηχανικό Οικοσύστημα	Οργάνωση		Τύπος Δομής			
	Καφέ	Πράσινα	1	2	3	4
1 Hartberg		X	X			
2 Styria	X				X	
3 PIPA	X					
4 SECOIA	X					
5 Heidelberg	X				X	
6 Karlsruhe		X		X		
7 Redupark	X				X	
8 Emscher Park	X					
9 Value Park		X	X			
10 Herning-Ikast		X				
11 Kalundborg	X		X			
12 Crewe Park	X					
13 Humber	X					X
14 Knowsley Park	X			X		
15 Londonderry		X				
16 Trafford Park	X				X	
17 West Midlands	X					X
18 Torino		X				
19 Arnhem		X		X		
20 Apeldoorn		X				
21 Dintelroord		X				
22 Emmen		X	X			
23 Wavin Park	X				X	
24 INES Project	X					
25 Shell Project	X		X			
26 Ter Apelkanaal	X		X			
27 Van Mera EIP		X		X		
28 Δήμος	X					X
29 Landskroma	X					X
30 Μονάδα επ.	X		X			
31 Jyväskylä	X					X
32 Uimajarju park	X					X
Σύνολο (.../32)	21	11	7	4	5	6

- οι *βασικές μονάδες*¹⁶, τις οποίες οι Burnstrom and Korhonen (2001) διακρίνουν σε *φυσικές* και *θεσμικές* (physical & institutional anchor tenant). Όσον αφορά τη φυσική βασική μονάδα, η πλέον συνηθισμένη περίπτωση είναι εκείνη της μονάδας συμπαράγωγής ενέργειας και θερμότητας (για την τροφοδοσία της οποίας μπορεί να χρησιμοποιηθεί συνδυασμός ορυκτών και ανανεώσιμων καυσίμων) (Korhonen and Savolainen, 2001). Για τη θεσμική βασική μονάδα, θα αναφερθούμε στην επόμενη παράγραφο, όπου θα εξετασθούν ο έλεγχος και η επικοινωνία των βιομηχανικών οικοσυστημάτων.

Μια βασική επισήμανση που πρέπει να γίνει κατά τη μελέτη της οργάνωσης των βιομηχανικών οικοσυστημάτων είναι η διαφορά ανάμεσα σε *καφέ* (brownfields) και *πράσινα* (greenfields) πάρκα, δηλαδή βιομηχανικά οικοσυστήματα που 'στήνονται από την αρχή' (from scratch) και συστήματα που είναι αποτέλεσμα παρέμβασης σε υφιστάμενες επιχειρήσεις οι οποίες είναι εγκατεστημένες σε κοντινή απόσταση (Martin et al., 1996; Thoresen, 2000). Ανάμεσα στις δυο προσεγγίσεις, η προοπτική οργάνωσης με βάση τις υπάρχουσες δομές, όπου αξιοποιούνται δυνατότητες που ως ένα βαθμό υφίστανται, κρίνεται ως περισσότερο βιώσιμη και ρεαλιστική (Korhonen et al., 1999; Korhonen 2000; 2001; Gibbs and Deutz, 2005).

Κλείνοντας την παράγραφο που αναφέρεται σε ζητήματα δομής και οργάνωσης, να σημειώσουμε την ύπαρξη της διαφοροποίησης ανάμεσα στα βιομηχανικά οικοσυστήματα που είναι αποτέλεσμα αυτοοργάνωσης (self-organised) και σε εκείνα που δημιουργήθηκαν μετά από κεντρικό σχεδιασμό (engineered). Ο παραπάνω διαχωρισμός αποτελεί ένα ζήτημα που έχει απασχολήσει ιδιαίτερα τη σχετική βιβλιογραφία (Cohen-Rosenthal, 2000) και θα αναλυθεί στην αμέσως επόμενη παράγραφο, αλλά θα τεθεί εκ νέου και στο κεφάλαιο 7, υπό το πρίσμα της κοινωνικοτεχνικής προσέγγισης.

¹⁶ Η έννοια της βασικής μονάδας αποδίδεται στη διεθνή βιβλιογραφία με αρκετούς όρους όπως: *symbiosis institute* (Baas, 1998), *anchor tenant* (Chertow, 1998; Korhonen et al., 1999), *separate co-ordinating unit* (Linnanen and Halme, 1996) ή *initiator* (Brand and de Bruijn, 1999) ή *first tier exporter* (Ayres, 2001).

5.11 Έλεγχος & Επικοινωνία

'control is the process by means of which a whole entity retains its identity and/or performance under changing circumstances. (...) Communication is the transfer of information' Checkland (1981)

Μελετώντας το ζήτημα του ελέγχου στις υφιστάμενες περιπτώσεις οικοβιομηχανικής ανάπτυξης, ανακύπτει το εξής δίπολο: από τη μία υπάρχουν βιομηχανικά οικοσυστήματα που έχουν αυτοοργανωθεί μέσα από μία διαδικασία 'από κάτω προς τα πάνω' (bottom-up) και από την άλλη, υπάρχει μεγάλος αριθμός περιπτώσεων όπου ο έλεγχος είναι κεντρικός και οι επιχειρήσεις καλούνται να συμμετάσχουν σε ένα σύστημα, οι βασικοί κανόνες του οποίου έχουν διαμορφωθεί από άλλους (top-down). Τα τελευταία χρόνια, μεταξύ των δυο ακραίων αυτών καταστάσεων, έχει εμφανιστεί ένα υβριδικό μοντέλο που προσπαθεί να συνδυάσει τις δυο ακραίες προσεγγίσεις ως εξής: φορείς κεντρικής ή περιφερειακής εξουσίας, προσπαθούν μέσα από συντονισμένες προσπάθειες να δημιουργήσουν τις κατάλληλες συνθήκες έτσι ώστε οι επιχειρήσεις μιας συγκεκριμένης περιοχής να έρθουν σε επαφή και να συνδιαμορφώσουν ένα βιομηχανικό οικοσύστημα. Το συγκεκριμένο ζήτημα θα μας απασχολήσει και σε επόμενο κεφάλαιο¹⁷, οπότε και θα γίνει η ανάλυση των υφιστάμενων περιπτώσεων οικοβιομηχανικής συμβίωσης, υπό το πρίσμα της κοινωνικοτεχνικής προσέγγισης.

Η σχετική βιβλιογραφία κλίνει σαφώς υπέρ της προσέγγισης 'από κάτω προς τα πάνω', αναγνωρίζοντας βέβαια και τη σημασία σε διαδικασίες διαμόρφωσης των κατάλληλων συνθηκών για τη δημιουργία συμμετοχικού και αυτοοργανωτικού κλίματος μεταξύ των συμμετεχόντων (Lowe and Evans, 1995; Desrochers, 2004; von Malborg, 2004). Είναι χαρακτηριστικό ότι σε μελέτες οικοβιομηχανικών συστημάτων της Ολλανδίας, ο top-down σχεδιασμός έχει προσδιορισθεί ως αιτία αποτυχίας του εγχειρήματος (Eilering and Vermeulen, 2004), ενώ σε συγκρίσεις ανάμεσα σε περιπτώσεις της ίδια χώρας και των ΗΠΑ, τα αμερικανικά συστήματα παρουσιάζονται λιγότερο αποτυχημένα, λόγω

¹⁷ Για το ζήτημα του ελέγχου και πιο συγκεκριμένα του μοντέλου διακυβέρνησης, βλέπε και παράγραφο 7.8.

απροθυμίας συμμετοχής των επιχειρήσεων, ένα γεγονός που αποδίδεται στην ασφυκτική παρουσία κυβερνητικών φορέων (Heeres et al. 2004).

Όσον αφορά το χαρακτηριστικό της επικοινωνίας, η πρώτη διαπίστωση είναι ότι αποτελεί ένα ζήτημα το οποίο δεν έχει ακόμα μελετηθεί επαρκώς. Η σχετική βιβλιογραφία έχει κάνει τις εξής επισημάνσεις:

- υπάρχουν τεράστιες διαφορές ανάμεσα στους τρόπους που μεταβιβάζονται οι πληροφορίες στα φυσικά οικοσυστήματα (μέσω γονιδίων) και στα ανθρώπινα συστήματα (Korhonen, 2004).
- η επικοινωνία (που σε μεγάλο βαθμό σχετίζεται με τη παραχώρηση πληροφοριών που σχετίζονται με την παραγωγική δραστηριότητα της επιχείρησης) είναι άμεσα συνδεδεμένη με την ανάπτυξη εμπιστοσύνης ανάμεσα στους εμπλεκόμενους, μια διαδικασία ιδιαίτερα κρίσιμη αλλά και χρονοβόρα (Baas and Boons, 2004)
- με δεδομένη την ανάπτυξη εμπιστοσύνης ανάμεσα στις επιχειρήσεις, το ενδιαφέρον μετατοπίζεται στην ανάπτυξη κατάλληλων πληροφοριακών συστημάτων (Sterr and Ott, 2004)
- σημαντικό ρόλο στην οργάνωση της επικοινωνίας (αλλά και στην άσκηση ελέγχου) μπορεί να διαδραματίσει η θεσμική βασική μονάδα (Kincaid and Overcash, 2001), η οποία μπορεί να είναι η ίδια η φυσική βασική μονάδα (στην περίπτωση που υπάρχει, ο φορέας χρηματοδότησης, ή άλλοι εμπλεκόμενοι φορείς (πανεπιστήμια, ερευνητικά ινστιτούτα κλπ).

5.12 Δυναμική (εξέλιξη)

Σε θεωρητικό επίπεδο, η εξέλιξη ενός βιομηχανικού συστήματος έχει προσδιοριστεί μέσω τριών αρχετυπικών καταστάσεων. Πιο συγκεκριμένα, οι Jelinski et al. (1992) μελετώντας την εξέλιξη στις ροές υλικών του φυσικού οικοσυστήματος διέκριναν τρεις τύπους (βλέπε σχήμα 5.9):

- *Τύπος I:* Αναφέρεται στη πρώιμη ιστορία του πλανήτη, οπότε και τα αποθέματα των πόρων ήταν τεράστια και η ποσότητα ζωής αμελητέα. Παρά τις γραμμικές ροές υλικών ανάμεσα στα μέρη του οικοσυστήματος, η

μεγάλη ποσοτική διαφορά ανάμεσα σε πόρους και οργανισμούς έχει ως αποτέλεσμα να μένει ανεπηρέαστη η ποσότητα των διαθέσιμων πόρων.

Σχήμα 5.9: Τύποι οικοσυστημάτων και ροές υλικών

(α) Τύπος I - γραμμική ροή, (β) Τύπος II - ψευδοκυκλική ροή, (γ) Τύπος III - κυκλική ροή
[προσαρμογή από Jelinski et al. (1992)]

- *Τύπος II:* Καθώς όμως οι μορφές ζωής πολλαπλασιάζονται, αρχίζουν να αναπτύσσονται περιορισμοί στη διαθεσιμότητα των πόρων, γεγονός που οδηγεί στην εμφάνιση κυκλικών διεργασιών. Ο συγκεκριμένος τύπος είναι σαφώς πιο αποτελεσματικός σε σχέση με τον προηγούμενο, αλλά δεν είναι βιώσιμος σε βάθος χρόνου, αφού οι ροές είναι προς μία κατεύθυνση και το σύστημα *εξαντλείται*.

- *Τύπος III*: Στο συγκεκριμένο σύστημα επιτυγχάνεται πλήρης κυκλικότητα ροών, με μοναδική εξαίρεση την εισροή ηλιακής ενέργειας.

Οι Jelinski et al. (1992) συνδέουν τους παραπάνω τύπους οικοσυστημάτων με τρόπο χρήσης υλικών στις ανθρώπινες δραστηριότητες. Πιο συγκεκριμένα, ο τύπος I συνδέεται με την ωρίμανση της βιομηχανικής επανάστασης του 18^{ου} αιώνα, με την χρησιμοποίηση άφθονων ποσοτήτων ενέργειας και υλικών, γεγονός που οφείλεται σε μεγάλα βήματα τεχνολογικής προόδου. Στην εξέλιξη του χρόνου διάφοροι παράγοντες (ατμοσφαιρική ρύπανση, κάλυψη διαθέσιμων χώρων ταφής αποβλήτων) λειτουργούν περιοριστικά ασκώντας πίεση, η οποία με τη σειρά της οδηγεί σε ημικυκλικές ροές (ανακύκλωση, ανάκτηση) τύπου II. Προφανώς η κυκλικότητα ισχύει σε ελάχιστα υλικά/προϊόντα, καθώς η πλειοψηφία των ροών στη σύγχρονη βιομηχανική δραστηριότητα παραμένει διασκορπιστική (dissipative). Το συγκεκριμένο μοντέλο κατέχει εξέχουσα θέση στη θεωρία της βιομηχανικής οικολογίας (Richards et al., 1994; Graedel, 1996; Korhonen 2004b), ενώ έχει χρησιμοποιηθεί και για την περιγραφή/αποτύπωση υφιστάμενων περιπτώσεων οικοβιομηχανικής ανάπτυξης (Korhonen and Snakin, 2003; Korhonen and Snakin, 2005).

Σε μια διαφορετική προσέγγιση η εξέλιξη του ισχύοντος βιομηχανικού συστήματος προς την οικοβιομηχανική κατεύθυνση θα περάσει από τις εξής διαδοχικές φάσεις (Tibbs, 1992):

- συμμόρφωση
- ανάληψη πρωτοβουλιών που σχετίζονται με την (μερική) ανακύκλωση
- ανάπτυξη εργαλείων διαχείρισης
- ανάπτυξη ολοκληρωμένων συστημάτων ανακύκλωσης
- σημαντικές αλλαγές σε προϊόντα και συσκευασίες
- ένταξη της προστασίας του περιβάλλοντος στην εταιρική κουλτούρα
- ανάπτυξη βιομηχανικών οικοσυστημάτων
- πλήρες βιομηχανικό οικοσύστημα.

Οι διαπιστώσεις πως κάθε βιομηχανικό οικοσύστημα είναι μοναδικό, πως η δέσμευση από τις αρχικές συνθήκες και η συνακόλουθη ‘εξάρτηση τροχιάς’ (path dependency) είναι ισχυρές, καθιστούν τη δυναμική ένα δύσκολο προς μελέτη πεδίο (Baldwin et al. 2004). Αξίζει επίσης να σημειωθεί πως όταν στη σχετική βιβλιογραφία τίθεται το θέμα της εξέλιξης, γίνεται αναφορά στην οικοσυστημική έννοια της *διαδοχής*¹⁸, η οποία συνοδεύεται από παράθεση μεγάλου αριθμού χαρακτηριστικών που μεταβάλλονται κατά τη μετάβαση προς το στάδιο των ώριμων οικοσυστημάτων (ένα μικρό δείγμα δίνεται στον πίνακα 5.9). Το γεγονός όμως της συνεχιζόμενης αναφοράς σε οικοσυστημικά χαρακτηριστικά και η μη ερμηνεία τους με όρους βιομηχανικής ανάπτυξης, είναι ενδεικτικό της δυσκολίας στην ουσιαστική διατύπωση αναλογιών, ανάμεσα στα φυσικά και τα βιομηχανικά οικοσυστήματα.

Πίνακας 5.9: Μεταβολές οικοσυστημάτων κατά τη διάρκεια της διαδοχής

[προσαρμογή από Odum (1969)]

Χαρακτηριστικό	Εξελισσόμενα Στάδια	Ώριμο ή κλίμαξ Στάδιο
σύνθεση ειδών	γρήγορες μεταβολές	αργές μεταβολές
ποικιλότητα ειδών	αυξάνεται	σταθεροποιείται ή φθίνει
μέγεθος φυτών	μικρό	μεγάλο ¹⁹
κύκλοι ζωής	σύντομοι & απλοί	μεγάλοι & πολύπλοκοι ²⁰
στρατηγικές	γενικευμένες	εξειδικευμένες
διαστρωμάτωση	απλή	σύνθετη
τροφικές σχέσεις	απλές τροφικές αλυσίδες	πολύπλοκα τροφικά δίκτυα
μικτή παραγωγικότητα	χαμηλή	υψηλή
καθαρή παραγωγικότητα	υψηλή	χαμηλή
κύκλοι θρεπτικών	ανοιχτοί	κλειστοί
ανακυκλούμενες ποσότητες	μικρές	μεγάλες ²¹
ρόλος σαπρομάζας	ασήμαντος	σημαντικός

¹⁸ Για ανάλυση της έννοιας της διαδοχής (succession), βλέπε και Odum (1969), η εργασία του οποίου αναφέρεται πολύ συχνά στη σχετική βιβλιογραφία.

¹⁹ Το μέγεθος των κυρίαρχων φυτών είναι μεγάλο στα χερσαία οικοσυστήματα, ενώ ενδέχεται να είναι μικρό στα υδατικά.

²⁰ Οι κύκλοι ζωής είναι μεγάλοι και πολύπλοκοι στα χερσαία οικοσυστήματα, ενώ ενδέχεται να είναι μικροί και σύντομοι στα υδατικά.

²¹ Οι ανακυκλούμενες ποσότητες είναι μεγάλες στα χερσαία οικοσυστήματα, ενώ ενδέχεται να είναι μικρές στα υδατικά.

5.13 Το προτεινόμενο πλαίσιο

Στις προηγούμενες παραγράφους αναλύθηκε η έννοια του βιομηχανικού οικοσυστήματος με βάση θεμελιώδεις έννοιες της συστημικής σκέψης. Αρχικά, παρουσιάστηκαν ο σκοπός και οι στόχοι, οι οποίοι καθορίζουν τον προσανατολισμό ενός ένσικοπου συστήματος. Το επόμενο βήμα έγινε με τον προσδιορισμό των στοιχείων που περιλαμβάνει ένα βιομηχανικό οικοσύστημα, του περιβάλλοντος στο οποίο αυτά λειτουργούν και των ορίων τα οποία διαχωρίζουν στοιχεία και περιβάλλον. Στη συνέχεια παρουσιάστηκαν οι εισροές και οι εκροές του βιομηχανικού οικοσυστήματος και έγινε ανάλυση των αναδυόμενων ιδιοτήτων του. Κατόπιν, εξετάστηκαν η ιεραρχία, η δομή και η οργάνωση των βιομηχανικών οικοσυστημάτων, ενώ η ανάλυση ολοκληρώθηκε με την παρουσίαση του ελέγχου, της επικοινωνίας και της δυναμικής. Κάθε μια από τις συστημικές έννοιες εξετάστηκε με βάση τόσο τη θεωρητική θεμελίωση του πεδίου, όσο και τις προσπάθειες που γίνονται στο επίπεδο των πρακτικών εφαρμογών. Οι παραπάνω συστημικές έννοιες και οι σχετικές κατευθύνσεις ανάλυσης που προέκυψαν από την εξέταση, παρουσιάζονται στο σχήμα 5.10, το οποίο και συνοψίζει το προτεινόμενο πλαίσιο. Είναι απαραίτητες ορισμένες επισημάνσεις:

- Σε αρκετές περιπτώσεις, οι βασικές έννοιες που εμφανίζονται στο σχήμα 6.10 αλληλοκαλύπτονται. Για παράδειγμα το κατά πόσον ένα βιομηχανικό οικοσύστημα είναι αποτέλεσμα αυτοοργάνωσης αποτελεί αντικείμενο τόσο οργάνωσης, όσο και ελέγχου.
- Δεν είναι λίγες οι φορές που για την περιγραφή ενός συγκεκριμένου χαρακτηριστικού δεν υπάρχουν πολλές αναφορές στη σχετική βιβλιογραφία. Χαρακτηριστικά παραδείγματα αποτελούν η μελέτη της επικοινωνίας ανάμεσα στους εμπλεκόμενους, ή ο προσδιορισμός δεικτών απόδοσης που θα συμβάλλει στην αξιολόγηση μιας υφιστάμενης περίπτωσης

Σχήμα 5.10: Συστημική ανάλυση ΒΟΣ – το προτεινόμενο πλαίσιο

5.14 Συζήτηση

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο, η έννοια του βιομηχανικού οικοσυστήματος προσεγγίστηκε μέσα από τη μελέτη βασικών συστημικών εννοιών (σκοπός, στόχοι, όρια, περιβάλλον, στοιχεία, εμπλεκόμενοι, εισροές, εκροές, ανάδυση, ιεραρχία, δομή, οργάνωση, έλεγχος,, επικοινωνία

Η χρησιμότητα της συστημικής ανάλυσης και του προτεινόμενου πλαισίου κινείται σε τρία επίπεδα (βλέπε σχήμα 5.11):

- Σε ένα πρώτο επίπεδο, συμβάλει στη θεωρητική θεμελίωση του πεδίου της βιομηχανικής οικολογίας. Πιο συγκεκριμένα, συνθέτει τις υπάρχουσες θεωρήσεις (οι οποίες ναι μεν έχουν ως αντικείμενο μελέτης το βιομηχανικό οικοσύστημα, αλλά το προσεγγίζουν από διαφορετικές σκοπιές) και συμβάλει στην *οργάνωση της υφιστάμενης θεωρίας*, επαυξάνοντας έτσι τη χρησιμότητα της. Με άλλα λόγια, λειτουργεί σαν σύστημα ταξινόμησης, το

οποίο παρουσιάζει το συγκριτικό πλεονέκτημα να έχει ως κριτήρια τις βασικές συστημικές έννοιες, οι οποίες είναι διεπιστημονικές.

- Σε ένα δεύτερο επίπεδο, συμβάλει στη *διεύρυνση του θεωρητικού πεδίου*, καθώς επισημαίνει ελλείψεις, αδυναμίες και κενά της υφιστάμενης βιβλιογραφίας. Με τον τρόπο αυτό θέτει ερευνητικά ερωτήματα τόσο γενικής (παράδειγμα: πως μπορεί να μελετηθεί η επικοινωνία σε ένα βιομηχανικό οικοσύστημα) όσο και πιο ειδικής μορφής (παράδειγμα: ποια η αλληλεπίδραση του τεχνολογικού περιβάλλοντος με την ανάπτυξη ενός οικοβιομηχανικού οικοσυστήματος), τα οποία μπορούν να αποτελέσουν στόχους για μελλοντική έρευνα.
- Τέλος, παρέχει τη δυνατότητα για μια *συστηματική αποτύπωση* ενός υφιστάμενου βιομηχανικού οικοσυστήματος, η οποία μπορεί να λειτουργήσει συγκριτικά σε ενδεχόμενο μελέτης περισσότερων από μίας περιπτώσεων. Με τον τρόπο αυτό, το προτεινόμενο πλαίσιο κάνει ένα βήμα πέρα από τις ‘απλές περιγραφές’ που κυριαρχούν στη σχετική βιβλιογραφία.

Σχήμα 5.11: Χρησιμότητα της συστημικής ανάλυσης

5.15 Σύνοψη

Το κεφάλαιο 5 αποτελεί την αφετηρία της συνεισφοράς της διατριβής. Πιο συγκεκριμένα, στηριζόμενοι στο θεωρητικό υπόβαθρο της βιομηχανικής οικολογίας (κεφάλαιο 2) και της συστημικής σκέψης (κεφάλαιο 3) και χρησιμοποιώντας τις περιγραφές από τις υφιστάμενες περιπτώσεις οικοβιομηχανικής ανάπτυξης (Παράρτημα II), προτείνουμε ένα νέο συστημικό

πλαίσιο που μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην ανάλυση των βιομηχανικών οικοσυστημάτων. Πέρα από το προτεινόμενο πλαίσιο, η ανάλυση του κεφαλαίου 5 θα αποτελέσει τη βάση για το σχεδιασμό συστημικών πλουραλιστικών παρεμβάσεων (κεφάλαιο 6), ενώ θα συμβάλει και στη μελέτη του βιομηχανικού οικοσυστήματος υπό το πρίσμα της κοινωνικοτεχνικής προσέγγισης (κεφάλαιο 7).

Συνοπτικά, στο κεφάλαιο 5 παρουσιάστηκαν:

- οι υφιστάμενες προσεγγίσεις στην ανάλυση βιομηχανικών οικοσυστημάτων
- η αναγκαιότητα ύπαρξης ενός συστημικού πλαισίου ανάλυσης
- η ανάλυση βιομηχανικών οικοσυστημάτων (τόσο σε θεωρητικό επίπεδο, όσο και στο πεδίο των πρακτικών εφαρμογών) με βάση θεμελιώδεις συστημικές έννοιες (στόχοι, όρια, περιβάλλον, δομή, έλεγχος κλπ.)
- το προτεινόμενο πλαίσιο συστημικής ανάλυσης και η χρησιμότητά του.

6. Πλουραλιστικές παρεμβάσεις στα βιομηχανικά οικοσυστήματα

Η συνεισφορά του συγκεκριμένου κεφαλαίου έγκειται στη συστηματική μελέτη των προβληματικών καταστάσεων που ανακύπτουν στα πλαίσια της οικοβιομηχανικής ανάπτυξης και στο σχεδιασμό μιας *πλουραλιστικής και πολυμεθοδολογικής συστημικής παρέμβασης* που στοχεύει στην επίλυση του υφιστάμενου προβλήματος. Πιο συγκεκριμένα, το βιομηχανικό οικοσύστημα αντιμετωπίζεται ως *οργάνωση*, δηλαδή ως μια συγκροτημένη ομάδα εμπλεκομένων, οι οποίοι συνδέονται με κοινές πεποιθήσεις και αγωνίζονται για την πραγμάτωση συγκεκριμένων στόχων. Στο κεφάλαιο 7 συνδυάζονται τα θεωρητικά πλαίσια της βιομηχανικής οικολογίας (κεφάλαιο 3) και της συστημικής θεώρησης (κεφάλαιο 4), αλλά και τα αποτελέσματα από τη συστημική σκέψη στα βιομηχανικά οικοσυστήματα (κεφάλαιο 6). Στα πλαίσια της ανάλυσης, δίνονται απαντήσεις σε ερωτήματα όπως:

- Ποια είναι τα προβλήματα που ανακύπτουν κατά την ανάπτυξη ενός βιομηχανικού οικοσυστήματος;
- Ποια η αναγκαιότητα της πλουραλιστικής συστημικής παρέμβασης στην επίλυση των παραπάνω προβλημάτων;
- Ποιο είναι το προτεινόμενο πλαίσιο για το σχεδιασμό και την υλοποίηση μιας συστημικής παρέμβασης;
- Πως μπορεί αναλυθεί συστημικά το περιεχόμενο προβλήματος ενός βιομηχανικού οικοσυστήματος;
- Ποιες είναι οι διαφορετικές όψεις ενός βιομηχανικού οικοσυστήματος και πως συνδέονται με τη συστημική παρέμβαση;
- Ποιες συστημικές μεθοδολογίες είναι κατάλληλες για κάθε τύπο προβλήματος;
- Τι αποτελεί τελικά μια πλουραλιστική πολυμεθοδολογική παρέμβαση στην περίπτωση της οικοβιομηχανικής ανάπτυξης;

6.1 Εισαγωγή

Όπως είδαμε στο κεφάλαιο 3, υπάρχει μια σαφής διαχωριστική γραμμή ανάμεσα στη συστημική σκέψη και στη συστημική πρακτική¹,: στην πρώτη περίπτωση, ο στόχος είναι η απόκτηση και η οργάνωση γνώσης μέσα από το επιστημολογικό παράδειγμα της συστημικής θεώρησης, ενώ στη δεύτερη ο στόχος είναι η χρησιμοποίηση των συστημικών εννοιών, μεθόδων και μεθοδολογιών στην επίλυση πραγματικών προβλημάτων

Στο κεφάλαιο 5, κινηθήκαμε στο επίπεδο της συστημικής σκέψης, καθώς χρησιμοποιήθηκαν βασικές συστημικές έννοιες με σκοπό τη συγκρότηση ενός μεθοδολογικού πλαισίου για την ανάλυση ενός βιομηχανικού οικοσυστήματος. Έχοντας λοιπόν θεμελιώσει μια συστημική αντίληψη του οικοβιομηχανικού παραδείγματος, μπορούμε να μεταβούμε στο επίπεδο της συστημικής πρακτικής και πιο συγκεκριμένα στο σχεδιασμό συστημικών παρεμβάσεων που στοχεύουν στην επίλυση προβληματικών καταστάσεων που εμφανίζονται στα πλαίσια της οικοβιομηχανικής ανάπτυξης. Με άλλα λόγια, εάν στο κεφάλαιο 5, η ιδέα του βιομηχανικού οικοσυστήματος εξετάστηκε ως *σύστημα*, δηλαδή ως πολύπλοκο και εξαιρετικά διασυνδεδεμένο δίκτυο μερών, τα οποία επιδεικνύουν συνεργατικές ιδιότητες, στο συγκεκριμένο κεφάλαιο, η ίδια έννοια αντιμετωπίζεται ως *οργάνωση*², δηλαδή ως μια συγκροτημένη ομάδα εμπλεκόμενων³ οι οποίοι συνδέονται (ή έστω επιδιώκουν τη σύνδεση) με κοινές πεποιθήσεις και αγωνίζεται για τη πραγμάτωση συγκεκριμένων στόχων⁴ (Hayek, 1982).

Το υφιστάμενο κενό της βιβλιογραφίας στη σύνδεση συστημικής πρακτικής και της βιομηχανικής οικολογίας, καλύπτεται από το συγκεκριμένο κεφάλαιο, το οποίο διαρθρώνεται ως εξής: αρχικά παρουσιάζονται οι υφιστάμενες προσεγγίσεις σχετικά με τα προβλήματα που εμφανίζονται κατά την οικοβιομηχανική ανάπτυξη και αμέσως μετά τεκμηριώνεται η αναγκαιότητα

¹ Για τη σχέση συστημικής σκέψης και συστημικής πρακτικής, βλέπε και παράγραφο 3.5.

² Εξυπακούεται, ότι σε ένα διαφορετικό επίπεδο ανάλυσης, το βιομηχανικό οικοσύστημα αποτελεί μια μετα-οργάνωση, καθώς αποτελεί ένα σύστημα οργάνωσεων (βλέπε και παράγραφο 5.9).

³ Για τους εμπλεκόμενους ενός βιομηχανικού οικοσυστήματος, βλέπε και παράγραφο 5.6.

⁴ Για τους στόχους ενός βιομηχανικού οικοσυστήματος, βλέπε και παράγραφο 5.4.

της πλουραλιστικής προσέγγισης. Στη συνέχεια παρουσιάζεται το προτεινόμενο πλαίσιο για το σχεδιασμό και την υλοποίηση πλουραλιστικών παρεμβάσεων, το οποίο και αναλύεται διεξοδικά στις παραγράφους που ακολουθούν. Κατά την ανάλυση, παρουσιάζονται κατά σειρά το σύστημα περιεχόμενου προβλήματος, το σύστημα παρέμβασης και το σύστημα των διαθέσιμων νοητικών πόρων. Στα πλαίσια της πλουραλιστικής προσέγγισης, παρουσιάζονται τέσσερις διαφορετικές όψεις των βιομηχανικών οικοσυστημάτων, καθώς και οι συστημικές μεθοδολογίες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν. Το κεφάλαιο ολοκληρώνεται με τη συζήτηση, στην οποία παρουσιάζεται ολοκληρωμένο το πλήρες φάσμα των συστημικών παρεμβάσεων και αναδυόμενων προβλημάτων, το οποίο και συσχετίζεται με επιστημολογικά παραδείγματα, μεθοδολογίες, μεταφορές, εργαλεία κλπ.

6.2 Οι υφιστάμενες προσεγγίσεις

Σε μια από τις πρώτες προσπάθειες καταγραφής των προβλημάτων που εμφανίζονται κατά την οικοβιομηχανική ανάπτυξη, ο Baas (1998) αναφέρει⁵ ότι τα εμπόδια που ανακύπτουν σχετίζονται με:

- το όραμα, αφού η βιομηχανική οικολογία βρίσκεται εκτός του υφιστάμενου τεχνολογικού παραδείγματος,
- την εμπειρία και τη γνώση, όσον αφορά τη μετουσίωση του οράματος σε συγκεκριμένες προσπάθειες,
- την οργανωσιακή δυσκολία στη δημιουργία συνεργατικών σχέσεων
- τη τεχνολογική δυνατότητα που σχετίζεται με την υλοποίηση μιας ανταλλαγής και τέλος
- την οικονομική σκοπιμότητα του εγχειρήματος.

Αντίστοιχα είναι και τα συμπεράσματα των Brand and de Bruijn (1999), οι οποίοι διαχωρίζουν τα ανακύπτοντα προβλήματα σε πέντε κατηγορίες:

⁵ Ο Baas (1998) μελέτησε το οικοβιομηχανικό εγχείρημα (Industrial EcoSystem Project), το οποίο διεξήχθη στα πλαίσια μιας βιομηχανικής περιοχής που βρίσκεται στο λιμάνι του Rotterdam. Για το INES EcoSystem Project, βλέπε και Παράρτημα II.

- τεχνικά, καθώς υπάρχει η πιθανότητα οι εγκατεστημένες σε μια περιοχή επιχειρήσεις να μην *ταιριάζουν* μεταξύ τους
- πληροφοριακά, καθώς υπάρχουν δυσκολίες στην εύρεση χρήσεων για απόβλητα, καθώς και στον εντοπισμό προμηθευτών και αποδεκτών
- οικονομικά, καθώς δεν υπάρχει αξιόπιστη αγορά για την εμπορική εκμετάλλευση των παραπροϊόντων
- ρυθμιστικά (regulatory), αφού συχνά το υφιστάμενο νομικό ⁶ σύστημα αποτελεί τροχοπέδη στην αξιοποίηση των αποβλήτων
- προβλήματα σχετικά με την ανάπτυξη κινήτρων (motivational), αφού οι τάσεις για συνεργασία, ανταλλαγή πληροφοριών και δέσμευση είναι περιορισμένες.

Σε μια διαφορετική προσέγγιση, οι Lowe et al. (1996) αναφέρονται στην ανάπτυξη ενός οικοβιομηχανικού πάρκου, και διακρίνουν τις πέντε ομάδες (τοπική κοινότητα, δυνητικά μέλη, ρυθμιστικές αρχές, φορείς ανάπτυξης/σχεδιασμού/κατασκευής, φορείς διαχείρισης) για καθεμία από τις οποίες παραθέτουν τις βασικότερες προκλήσεις (βλέπε Πίνακα 6.1).

Πίνακας 6.1

Εμπλεκόμενοι και προκλήσεις οικοβιομηχανικής ανάπτυξης (Lowe et al., 1996)

Κατηγορία	Παραδείγματα
τοπική κοινότητα	προσδιορισμός συγκεκριμένων στόχων, εύρεση οικονομικών πόρων, καθορισμός ιδιοκτησιακού καθεστώτος
δυνητικά μέλη	εκτίμηση κόστους/οφέλους, καθορισμός συνεργατών, εύρεση τεχνολογιών, μείωση αβεβαιότητας και αξιοπιστίας
ρυθμιστικές αρχές	απλοποίηση νόμων και περιβαλλοντικών κανονισμών, ενθάρρυνση ανταλλαγής πληροφοριών, ανάπτυξη και μετάδοση τεχνολογίας
φορείς σχεδιασμού και κατασκευής	επιλογή κατάλληλης περιοχής, σχεδιασμός υποδομής για παροχή εξειδικευμένων υπηρεσιών, βιοκλιματική αρχιτεκτονική,
φορείς διαχείρισης	ανάπτυξη πάρκου, διατήρηση συμβιωτικών σχέσεων, 'στρατολόγηση' νέων επιχειρήσεων

Σε μια πιο συστηματικοποιημένη καταγραφή των εμφανιζόμενων δυσκολιών, οι Fichtner et al. (2005), μετά από συνεντεύξεις με στελέχη επιχειρήσεων, διαχωρίζουν τα προβλήματα σε τρία επίπεδα (προσωπικό,

⁶ Για το σχετικό παράδειγμα, βλέπε και παράγραφο 6.5.

επιχείρησης, διεπιχειρησιακό) καθένα από τα οποία μπορεί εκ νέου να αναλυθεί σε επιμέρους κατηγορίες (βλέπε Πίνακα 6.2).

Πίνακας 6.2
Προβλήματα οικοβιομηχανικής ανάπτυξης (Fichtner et al., 2005)

Επίπεδο	Κατηγορία	Παραδείγματα
προσωπικό	γνώση	έλλειψη γνώσης για το τι είναι η βιομηχανική οικολογία, έλλειψη σύνδεσης αιεφορίας και σύνδεσης επιχειρήσεων
	κίνητρο	η συνεργασία εκτός προσωπικών στόχων, βραχυπρόθεσμος προγραμματισμός, παγκοσμιοποίηση ≠ περιφερειακή ανάπτυξη,
	κατάσταση	φόρτος από άλλες εργασίες
επιχείρησης	επικοινωνία	υφιστάμενη δομή περιλαμβάνει διαχωρισμένες αρμοδιότητες, έλλειψη κατάλληλων πληροφοριακών συστημάτων
	νοοτροπία	ανυπαρξία προσανατολισμού προς συνεργασίες, έλλειψη μηχανισμών προώθησης
	πόροι	προτίμηση σε βραχυπρόθεσμα κέρδη, χαμηλή προτεραιότητα σε θέματα αιεφορίας
διεπιχειρησιακό	συνεργασία	νομοθεσία, ανταγωνισμός, ανεπαρκής επικοινωνία, έλλειψη εμπιστοσύνης, εξάρτηση από συνεργάτες, άγνωστος η αναλογία κόστους/οφέλους
	διασύνδεση	νομοθεσία, διαφορετικοί κύκλοι επένδυσης, έλλειψη ποιότητας, ποσότητας και συνέχειας σε υλικά/ενέργεια που θα ανταλλάγουν

Στο σημείο αυτό, κρίνεται σκόπιμο να γίνει μια κριτική των υφιστάμενων προσεγγίσεων υπό το πρίσμα της συστημικής προσέγγισης. Είδαμε σε προηγούμενο κεφάλαιο⁷, ότι σε ένα συστημικό πλαίσιο ανάλυσης, η επίλυση προβλημάτων σχετίζεται με την αλληλεπίδραση του *συστήματος περιεχόμενου προβλήματος*, (αντίληψη και περιγραφή του προβλήματος) και του *συστήματος επίλυσης προβλήματος* (σχεδιασμός και υλοποίηση κατάλληλων παρεμβάσεων). Μέχρι στιγμής, η σχετική βιβλιογραφία έχει εστιάσει κυρίως στην κατηγοριοποίηση των συνηθέστερων προβλημάτων, ενώ όσον αφορά την επίλυση, υπάρχουν αποσπασματικές αναφορές που σχετίζονται με την εφαρμογή συγκεκριμένων μεθόδων ή τεχνικών που έχουν χρησιμοποιηθεί στην

⁷ Για τη συστημική επίλυση προβλημάτων, βλέπε και παράγραφο 3.5.

αντιμετώπιση αντίστοιχων προβλημάτων. Αξιοσημείωτο επίσης είναι το κενό που υπάρχει για το πως τα προβλήματα και οι τρόποι επίλυσης συνδυάζονται και αλληλεπιδρούν (βλέπε σχήμα 6.1).

Σχήμα 6.1: Βιομηχανικά Οικοσυστήματα: προβλήματα & παρεμβάσεις
(α): υφιστάμενες προσεγγίσεις, (β): συστημική και πλουραλιστική προσέγγιση

Οι παραπάνω αδυναμίες καλύπτονται μέσω της προτεινόμενης συστημικής πλουραλιστικής παρέμβασης, η οποία όπως θα δούμε στη συνέχεια δίνει τη δυνατότητα μεθοδολογικής ανάλυσης:

- του εμφανιζόμενου περιεχομένου προβλήματος,
- των υφιστάμενων δυνατοτήτων επίλυσης και
- του τρόπου με τον οποίο τα δυο αυτά συστήματα αλληλεπιδρούν.

Η αλληλεπίδραση των δυο συστημάτων σχετίζεται με την απάντηση σε ερωτήσεις του τύπου: ποια μεθοδολογία (ή ποιος συνδυασμός μεθοδολογιών) είναι κατάλληλος για το συγκεκριμένο περιεχόμενο προβλήματος; Τα αδύναμα σημεία των υφιστάμενων προσεγγίσεων, αποτέλεσαν και την αφετηρία για την εφαρμογή της πλουραλιστικής συστημικής παρέμβασης, η αναγκαιότητα της οποίας τεκμηριώνεται στην επόμενη παράγραφο.

6.3 Η αναγκαιότητα της πλουραλιστικής συστημικής παρέμβασης

Στο προηγούμενο κεφάλαιο⁸ παρουσιάστηκαν οι αιτίες για τις οποίες η συστημική σκέψη είναι απαραίτητη για την ανάλυση της έννοιας των

⁸ Για την αναγκαιότητα της συστημικής σκέψης στα βιομηχανικών οικοσυστημάτων, βλέπε και παράγραφο 5.3.

βιομηχανικών οικοσυστημάτων. Είναι προφανές ότι οι συγκεκριμένοι λόγοι (σύνθεση υφιστάμενων προσεγγίσεων, παρουσίαση μέσα από ένα διεπιστημονικό κώδικα επικοινωνίας κλπ.) ισχύουν στο ακέραιο και στην περίπτωση της συστημικής πρακτικής, η οποία εν προκειμένω σχετίζεται με το σχεδιασμό και την υλοποίηση πλουραλιστικών παρεμβάσεων. Επιπλέον, στην προηγούμενη παράγραφο παρουσιάστηκαν οι αδυναμίες των σχετικών προσεγγίσεων την βιβλιογραφίας, οι οποίες μπορούν να αντιμετωπισθούν στα πλαίσια της συστημικής προσέγγισης. Η αναγκαιότητα για την υιοθέτηση μιας *πλουραλιστικής συστημικής παρέμβασης*⁹, προκύπτει όμως και από τα συμπεράσματα της συστημική ανάλυσης που παρουσιάστηκε στο κεφάλαιο 6, η οποία κατέδειξε πως στα βιομηχανικά οικοσυστήματα υπάρχει:

- μεγάλος αριθμός εμπλεκόμενων, οι οποίοι έχουν διαφορετικούς ρόλους και συχνά διαφορετικά συμφέροντα
- μεγάλη ποικιλία όσον αφορά τη δομή, την οργάνωση, την εμφάνιση αναδυόμενων ιδιοτήτων, αλλά και τα μοντέλα σχεδιασμού και ανάπτυξης
- ισχυρή εξάρτηση από τις αρχικές συνθήκες, με αποτέλεσμα κάθε περίπτωση οικοβιομηχανικής ανάπτυξης να ακολουθεί τη δική της τροχιά, εμφανίζοντας διαφορετικά προβλήματα σε διαφορετικά στάδια ανάπτυξης.

Επιπλέον, η παρουσίαση (με βάση την υφιστάμενη βιβλιογραφία) των εμφανιζόμενων προβλημάτων που πραγματοποιήθηκε στην προηγούμενη παράγραφο καταδεικνύει πως η ένταξη της οικοσυστημικής σκέψης στο σχεδιασμό βιομηχανικών συστημάτων και διαδικασιών, συνοδεύεται από δυσκολίες τόσο σε κλασσικούς τομείς (οικονομικός, τεχνικός), αλλά και σε πιο ‘επιτηδευμένους’ (γνωσιακός, ρυθμιστικός, νοοτροπίας). Άλλωστε ο ίδιος ο *διεπιχειρησιακός/δια-οργανωσιακός* χαρακτήρας της βιομηχανικής οικολογίας συμβάλει αποφασιστικά στην αύξηση του βαθμού δυσκολίας, που σχετίζεται με την υλοποίηση ενός σχετικού εγχειρήματος.

⁹ Για τον ορισμό της *πλουραλιστικής συστημικής παρέμβασης*, βλέπε παράγραφο 3.4. Στη συνέχεια της διατριβής, για λόγους συντομίας, ο όρος ‘πλουραλιστική συστημική παρέμβαση’, θα αναφέρεται ως ‘πλουραλιστική παρέμβαση’.

Με άλλα λόγια, η βιομηχανική οικολογία σχετίζεται με την εισαγωγή της περιβαλλοντικής προβληματικής σε πολύπλοκα δια-οργανωσιακά φαινόμενα (Jermier and Forbes, 2003). Τα ίδια τα βιομηχανικά οικοσυστήματα αποτελούν πολύπλοκα συστήματα (Mouzakitis et al., 2005), τα οποία παρουσιάζουν ένα μεγάλο φάσμα προβληματικών καταστάσεων, τα οποία μπορούν να αντιμετωπισθούν μέσα από ένα ευρύ φάσμα παρεμβάσεων (Mouzakitis et al., 2007). Όπως θα παρουσιάσουμε στη συνέχεια του κεφαλαίου, τόσο οι προβληματικές καταστάσεις, όσο και οι σχετικές παρεμβάσεις ποικίλουν όσον αφορά το μέγεθος, τη χρονική διάρκεια, το βαθμό πολυπλοκότητας κλπ., γεγονός που καθιστά αδύνατη τη χρησιμοποίηση μιας συγκεκριμένης μεθοδολογίας (ή έστω ενός συνόλου μεθοδολογιών), η οποία εφαρμοζόμενη θα καλύπτει κάθε υφιστάμενη ανάγκη.

Κλείνοντας τη συγκεκριμένη παράγραφο, να σημειώσουμε πως η υφιστάμενη βιβλιογραφία θεωρεί ότι η βιομηχανική οικολογία έχει και περιγραφικό (descriptive) αλλά και καθοδηγητικό (prescriptive) χαρακτήρα, ενώ έχει προσδιορισθεί και ως θετικιστική (positive) αλλά και ως κανονιστική (normative) επιστήμη (Ehrenfeld, 2000; 2003, Korhonen, 2004b). Επιπλέον, αποτελεί ένα διεπιστημονικό γνωστικό αντικείμενο το οποίο συνδυάζει φυσικές, θετικές και κοινωνικές επιστήμες (Korhonen, 2004a; Korhonen et al., 2004). Πέρα λοιπόν από την πολυπλοκότητα των εμφανιζόμενων προβληματικών καταστάσεων, η ίδια η πολυπαραδειγματική φύση της βιομηχανικής οικολογίας, καθιστά επιβεβλημένη την πλουραλιστική¹⁰ προσέγγιση, η οποία (διατυπωμένη με συστημικούς όρους) θα καλύπτει τόσο τη *μαλακή*¹¹, όσο και τη *σκληρή* αντιμετώπιση ενός βιομηχανικού οικοσυστήματος. Τέλος, αξίζει να τονισθεί το γεγονός πως για το πεδίο της βιομηχανικής οικολογίας, η υιοθέτηση μιας πλουραλιστικής προσέγγισης, είναι εξαιρετικής σημασίας όχι μόνο για το σχεδιασμό ολοκληρωμένων παρεμβάσεων, αλλά και για τη θεμελίωση ενός στέρεου θεωρητικού υπόβαθρου (Mouzakitis et al., 2006b).

¹⁰ Όλο το φάσμα των πιθανών προσεγγίσεων θα παρουσιασθεί ολοκληρωμένο στην παράγραφο 6.10.

¹¹ Για τη διάκριση ανάμεσα στη μαλακή και τη σκληρή προσέγγιση, βλέπε και παράγραφο 3.4.

6.4 Το προτεινόμενο πλαίσιο

Με δεδομένη την αναγκαιότητα της πλουραλιστικής και συστημικής προσέγγισης, οδηγηθήκαμε στην ανάπτυξη ενός πλαισίου για το σχεδιασμό και την υλοποίηση κατάλληλων παρεμβάσεων οι οποίες στοχεύουν στην επίλυση προβληματικών καταστάσεων που εμφανίζονται κατά την ανάπτυξη βιομηχανικών οικοσυστημάτων (Mouzakitis et al., 2007).

Σε ένα πρώτο επίπεδο (σχήμα 6.2α) το πλαίσιο αποτελεί μια ελαφριά παραλλαγή της Ολικής Συστημικής Παρέμβασης¹² (Flood and Jackson, 1991), αφού περιλαμβάνει τις εξής φάσεις:

Σχήμα 6.2: Σχεδιασμός συστημικών παρεμβάσεων σε ΒΟΣ
[προσαρμογή από Mouzakitis et al. (2007)]

¹² Για την Ολική Συστημική Παρέμβαση, βλέπε και παράγραφο 3.5.

- Η πρώτη φάση είναι εκείνη της *δημιουργικότητας*, κατά την οποία μια δεδομένη προβληματική κατάσταση, εξετάζεται μέσα από διαφορετικές συστημικές μεταφορές, καθεμιά από τις οποίες εστιάζει σε διαφορετικές όψεις του βιομηχανικού οικοσυστήματος. Εκείνο που αναμένεται να προκύψει από τη συγκεκριμένη φάση, είναι μια *κυρίαρχη* μεταφορά¹³ (metaphor), η οποία διαφωτίζει τις βασικές διαστάσεις του συγκεκριμένου προβλήματος, χωρίς βέβαια να αποκλείεται και η συνδρομή άλλων *εξαρτημένων* μεταφορών, οι οποίες θα λειτουργήσουν επικουρικά.
- Στη συνέχεια, ακολουθεί η φάση της *επιλογής*, όπου οι παρεμβαίνοντες καταλήγουν σε μια συστημική μεθοδολογία παρέμβασης (ή σειρά μεθοδολογιών), που ανταποκρίνεται στο συγκεκριμένο περιεχόμενο προβλήματος με βάση την ανάλυση που έγινε στη φάση της δημιουργικότητας. Όπως και στο *Σύστημα Συστημικών Μεθοδολογιών*¹⁴, ο σύνδεσμος ανάμεσα στις δυο πρώτες φάσεις επιτυγχάνεται μέσω των μεταφορών, αφού καθεμιά από αυτές συνδέεται με συγκεκριμένες συστημικές μεθοδολογίες.
- Τέλος, η φάση της *παρέμβασης* σχετίζεται με τη χρησιμοποίηση της συστημικής μεθοδολογίας (ή σειράς μεθοδολογιών) που επιλέχθηκε στο προηγούμενο στάδιο και τη διατύπωση συγκεκριμένων προτάσεων που αφορούν στην επίλυση του προβλήματος.

Η ύπαρξη και εν τέλει η σύνθεση ενός μεγάλου αριθμού συστημικών μεταφορών και μεθοδολογιών αποτελεί εγγύηση της πολύπλευρης και πολυεπίπεδης προσέγγισης. Παρόλα αυτά ο πολυμεθοδολογικός χαρακτήρας της συστημικής προσέγγισης, εδραιώνεται και συστηματικοποιείται μέσα από το δεύτερο επίπεδο του προτεινόμενου πλαισίου (σχήμα 6.2β), το οποίο στηρίζεται στην κριτική προσέγγιση του Mingers (1997a; 1997b). Πιο

¹³ Για την έννοια της *μεταφοράς*, βλέπε και παράγραφο 3.5.

¹⁴ Για το *Σύστημα Συστημικών Μεθοδολογιών*, βλέπε και παράγραφο 3.5.

συγκεκριμένα, ο Mingers διευρύνει την ανάλυση¹⁵ του Checkland (1981) και πρεσβεύει πως ο σχεδιασμός μια πολυμεθοδολογικής παρέμβασης μπορεί να περιγραφεί μέσα από την αλληλεπίδραση τριών συστημάτων:

- το σύστημα περιεχόμενου προβλήματος (problem-content system), το οποίο σχετίζεται με τη συστημική ανάλυση ενός συγκεκριμένου προβλήματος που επισημαίνεται από τους εμπλεκόμενους ,
- το σύστημα παρέμβασης (intervention system), το οποίο σχετίζεται με τους εμπλεκόμενους και το επίπεδο των σχεδιαζόμενων παρεμβάσεων, και τέλος
- το σύστημα νοητικών πόρων (intellectual resources system), το οποίο σχετίζεται με την επιλογή και τη χρήση των θεωριών, μεθοδολογιών και τεχνικών που είναι διαθέσιμες.

Καθένα από τα τρία συστήματα (περιεχόμενο πρόβληματος, παρέμβαση και νοητικοί πόροι) αναλύεται ξεχωριστά στις παραγράφους που ακολουθούν.

6.5 Το σύστημα περιεχομένου προβλήματος

Κατά την ανάπτυξη βιομηχανικών οικοσυστημάτων, εμφανίζονται προβλήματα τα οποία ανήκουν σε όλο το φάσμα των προβληματικών καταστάσεων που παρουσιάστηκαν σε προηγούμενο κεφάλαιο της διατριβής¹⁶. Ξεκινώντας την ανάλυση με βάση την τυπολογία του Pidd (2003), παρατηρούμε ότι στα βιομηχανικά οικοσυστήματα παρουσιάζονται όλα τα επίπεδα των προβλημάτων: *γρίφοι, μεμονωμένα προβλήματα και κυκλώνες προβλημάτων*.

Με βάση την παραπάνω κατηγοριοποίηση, μπορούμε να θεωρήσουμε ότι οι προβληματικές καταστάσεις παρουσιάζουν μια *ιεραρχική δομή*: η ανάπτυξη ενός βιομηχανικού προβλήματος συνδέεται με κυκλώνες προβλημάτων (όπου το ζητούμενο είναι η διατύπωση του ίδιου του προβλήματος), οι οποίοι μπορούν να αναλυθούν σε συγκεκριμένα προβλήματα (όπου το ζητούμενο είναι η επιλογή της μεθόδου επίλυσης) τα οποία με τη σειρά τους μπορούν να επιμερισθούν σε γρίφους (όπου τόσο το πρόβλημα, όσο και η μέθοδος επίλυσης είναι σαφώς

¹⁵ Για την προσέγγιση του Checkland (1981) σχετικά με τη συστημική επίλυση προβλημάτων, βλέπε και παράγραφο 4.5.

¹⁶ Για τη κατηγοριοποίηση των προβληματικών πλαισίων, βλέπε και παράγραφο 3.5

ορισμένα). Η τυπολογία του Pidd (2003) με χαρακτηριστικά παραδείγματα από προβληματικές καταστάσεις οικοβιομηχανικής ανάπτυξης, παρουσιάζεται στον πίνακα 6.3.

Πίνακας 6.3
Προβληματικά πλαίσια ΒΟΣ - 1

Μέθοδος επίλυσης	Διατύπωση προβλήματος	
	σαφής	υπό συζήτηση
σαφής	βελτιστοποίηση υφιστάμενης σύνδεσης	διατύπωση συγκεκριμένων οικοβιομηχανικών προτάσεων
υπό συζήτηση	αξιολόγηση και κατάταξη διαφορετικών οικοβιομηχανικών έργων ¹⁷ για τα οποία έχουν εκπονηθεί σχετικές μελέτες	στα πλαίσια μιας υφιστάμενης βιομηχανικής περιοχής ή ενός εθνικού σχεδίου δράσης

Όσον αφορά τη τυπολογία των Flood and Jackson (2001), μπορούμε να θεωρήσουμε ότι ακόμα και στην περίπτωση που οι εμπλεκόμενοι δεν εμφανίζονται ενοποιημένοι, οι σχέσεις ανάμεσα τους προσδιορίζονται από βασική συμβατότητα συμφέροντος, και (έστω αφαιρετικά διατυπωμένη) συμφωνία ως προς τους σκοπούς. Έτσι, η διάσταση τους εξαναγκασμού στις σχέσεις των συμμετεχόντων μπορεί να παραληφθεί και τα προβλήματα των βιομηχανικών οικοσυστημάτων μπορούν να ομαδοποιηθούν σε μία τετρακύτταρη μήτρα (βλέπε Πίνακα 6.4).

Πίνακας 6.4
Προβληματικά πλαίσια ΒΟΣ - 2

Σύστημα	Συμμετέχοντες	
	σε συνεργασία	μεμονωμένοι
απλά	βλάβη σε υφιστάμενες σωληνώσεις δικτύου ανταλλαγής παραπροϊόντων	δημιουργία συνεργατικού δικτύου για κοινή χρήση πεπιεσμένου αέρα
πολύπλοκα	δημιουργία κοινών αποθηκευτικών χώρων και συντονισμός εφοδιαστικής αλυσίδας	επενδύσεις υψηλού κόστους για κατασκευή νέων υποδομών (σταθμού ανακύκλωσης)

¹⁷ Πρόκειται για συνηθισμένο πρόβλημα που εμφανίζεται στο στάδιο του σχεδιασμού ενός βιομηχανικού οικοσυστήματος, κατά το οποίο έχουν προσδιοριστεί συγκεκριμένα έργα τα οποία και αξιολογούνται βάση οικονομικών και περιβαλλοντικών κριτηρίων. Στη συνέχεια (βλέπε Boons and Baas, 1997).

Σε ένα διαφορετικό πλαίσιο ανάλυσης το οποίο είναι στο πνεύμα της βιομηχανικής οικολογίας, τα προβλήματα που ανακύπτουν μπορούν να ταξινομηθούν με βάση τη διάκριση που έχει προτείνει ο Korhonen (2004a) για την οργάνωση της θεωρίας του πεδίου. Πιο συγκεκριμένα, μπορούμε να αναφερόμαστε σε προβληματικές καταστάσεις που σχετίζονται:

- με ροές υλικών και ενέργειας και
- σε άλλες (πιο σύνθετες) που αναφέρονται σε θέματα δομής και οργάνωσης.

Είναι βέβαια προφανές ότι ένα πρόβλημα υλικών ροών, σχετίζεται εμμέσως και με θέματα οργάνωσης, ενώ από την άλλη, μια αλλαγή στη δομή ενός βιομηχανικού οικοσυστήματος έχει αντίκτυπο και στις ροές υλικών. Για το λόγο αυτό, η περιγραφή ενός συγκεκριμένου προβλήματος είναι πιο ολοκληρωμένη εάν προστεθεί ένας δεύτερος άξονας που θα διαχωρίζει ανάμεσα σε *κυρίαρχα* και *δευτερεύοντα* χαρακτηριστικά. Η συγκεκριμένη κατηγοριοποίηση θα αποτελέσει οδηγό για την ανάλυση του συστήματος παρέμβασης που ακολουθεί.

6.6 Το σύστημα παρέμβασης

Στην προηγούμενη παράγραφο, κατηγοριοποιήσαμε τις προβληματικές καταστάσεις με βάση το κατά πόσο τα (κυρίαρχα και δευτερεύοντα) χαρακτηριστικά τους σχετίζονται με θέματα ροής υλικών ή δομής/οργάνωσης. Ο συγκεκριμένος διαχωρισμός μπορεί να αποτελέσει τον οδηγό και για την κατηγοριοποίηση των απαιτούμενων παρεμβάσεων. Έτσι, είμαστε σε θέση να δημιουργήσουμε μια νέα τετρακύτταρη μήτρα (αντίστοιχη με εκείνες που παρουσιάστηκαν στους πίνακες 6.3 και 6.4), στην οποία διακρίνονται τα εξής επίπεδα παρέμβασης (βλέπε πίνακα 6.5):

- *τεχνικό*, στις απλούστατες περιπτώσεις, όπου η παρέμβαση σχετίζεται αποκλειστικά και μόνο με θέματα ροών υλικών, όπως για παράδειγμα¹⁸ η περιοδική συντήρηση ενός δικτύου τηλεθέρμανσης

¹⁸ Για την καλύτερη κατανόηση των τεσσάρων επιπέδων παρέμβασης, κρίθηκε σκόπιμο, τα παραδείγματα που θα δοθούν να έχουν κοινή αφετηρία: ένα δίκτυο τηλεθέρμανσης.

- *επιχειρησιακό*, όταν η παρέμβαση έχει κυρίως τεχνικό χαρακτήρα, αλλά συνοδεύεται και από μικρότερες αλλαγές σε οργανωτικό επίπεδο, όπως η ποιοτική αναβάθμιση (υψηλότερες θερμοκρασίες, μεγαλύτερη ροή) ενός δικτύου τηλεθέρμανσης
- *βελτιωτικό*, για παρεμβάσεις που στοχεύουν πρωτίστως σε οργανωσιακό και δευτερευόντως σε *υλικό* επίπεδο, όπως για παράδειγμα η γεωγραφική επέκταση ενός δικτύου τηλεθέρμανσης
- *στρατηγικό*, στις περιπτώσεις που αναφέρονται σχεδόν αποκλειστικά σε θέματα οργάνωσης, όπως η διερεύνηση για την δημιουργία ενός σταθμού συμπαραγωγής ενέργειας και θερμότητας.

Πίνακας 6.5

*Χαρακτηριστικά προβλήματος & επίπεδο παρέμβασης
[προσαρμογή από Mouzakis and Adamides (2007)]*

δευτερεύον χαρακτηριστικό	κυρίαρχο χαρακτηριστικό	
	ροές υλικών	δομή & οργάνωση
ροές υλικών	<i>τεχνικό</i>	<i>βελτιωτικό</i>
δομή & οργάνωση	<i>επιχειρησιακό</i>	<i>στρατηγικό</i>

Στην περίπτωση που θέλουμε να αντιστοιχήσουμε τους πίνακες 6.4 και 6.5, μπορούμε να θεωρήσουμε ότι:

- οι παρεμβάσεις τεχνικού χαρακτήρα, αναφέρονται σε απλά συστήματα & συμμετέχοντες που είναι σε συνεργασία,
- οι παρεμβάσεις επιχειρησιακού χαρακτήρα, σε απλά συστήματα & μεμονωμένους συμμετέχοντες
- οι παρεμβάσεις βελτιωτικού χαρακτήρα, σε πολύπλοκα συστήματα & συμμετέχοντες σε συνεργασία
- οι παρεμβάσεις στρατηγικού χαρακτήρα, σε πολύπλοκα συστήματα & μεμονωμένους συμμετέχοντες.

Με άλλα λόγια, οι διορθωτικές κινήσεις μπορούν να καταταχθούν σε ένα φάσμα, στο ένα άκρο του οποίου βρίσκονται οι σχετικά απλές παρεμβάσεις που έχουν *τεχνικό* χαρακτήρα, και στο άλλο άκρο οι σύνθετες με χαρακτήρα

στρατηγικό. Επιπλέον, υπάρχει μια ιεραρχική δομή, αντίστοιχη με εκείνη που παρουσιάστηκε στα προβληματικά πλαίσια (κυκεώνες προβλημάτων → προβλήματα → γρίφοι). Πιο συγκεκριμένα, οι υφιστάμενες περιπτώσεις οικοβιομηχανικής ανάπτυξης μας επιτρέπουν να συμπεράνουμε ότι μια παρέμβαση στρατηγικού χαρακτήρα, πυροδοτεί παρεμβάσεις σε επίπεδο βελτιωτικό και επιχειρησιακό, οι οποίες με τη σειρά τους απαιτούν νέες παρεμβάσεις που αφορούν καθαρά τεχνικά θέματα (βλέπε σχήμα 6.3).

Σχήμα 6.3 Ιεραρχική δομή προβλημάτων και παρεμβάσεων σε ΒΟΣ

6.7 Το σύστημα νοητικών πόρων

Το *σύστημα νοητικών πόρων*¹⁹ αποτελείται από όλα τα εργαλεία, τις θεωρίες, τις μεθοδολογίες, τις τεχνικές και τις μεταφορές που είναι διαθέσιμες και μπορούν να χρησιμοποιηθούν στο σχεδιασμό και την υλοποίηση μιας πλουραλιστικής παρέμβασης (βλέπε σχήμα 6.4).

Στο σημείο αυτό, επειδή οι όροι μεθοδολογίες (methodologies), τεχνικές (techniques), εργαλεία (tools) κλπ. χρησιμοποιούνται ευρέως και συχνά έχουν διαφορετικές ερμηνείες, κρίνεται σκόπιμο να δοθούν οι σχετικοί ορισμοί²⁰ και ορισμένες διευκρινήσεις. Πρώτα από όλα, όλοι οι παραπάνω όροι, αναπτύσσονται και χρησιμοποιούνται στα πλαίσια ενός συγκεκριμένου

¹⁹ Ο όρος σύστημα νοητικών πόρων (intellectual resources system) εισήχθη από τον Mingers (1997)

²⁰ Οι ορισμοί που θα ακολουθήσουν προέρχονται από την εργασία των Mingers & Brocklesby (1996).

επιστημολογικού *παραδείγματος*²¹, το οποίο αποτελεί μια γενικότερη θεώρηση του κόσμου και βασίζεται σε ένα σύνολο φιλοσοφικών υποθέσεων, οι οποίες καθορίζουν τη φύση της έρευνας (στη δεδομένη περίπτωση και της παρέμβασης). Όπως θα δείξουμε στη συνέχεια, ο θετικισμός και η φαινομενολογία είναι δυο βασικά παραδείγματα, κάτω από τα οποία μπορούν να μελετηθούν τα βιομηχανικά οικοσυστήματα.

Σχήμα 6.4: το Σύστημα Νοητικών Πόρων

Η *μεθοδολογία* τώρα, είναι ένα σύνολο οδηγιών ή δραστηριοτήτων, το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί από ένα άτομο στη διεξαγωγή έρευνας ή στην υλοποίηση μιας παρέμβασης. Γενικά, μια μεθοδολογία αναπτύσσεται στα πλαίσια ενός παραδείγματος και εμπεριέχει τις φιλοσοφικές θεωρήσεις και τις αρχές του. Σαν παραδείγματα μεθοδολογιών, θα αναφέρουμε το μοντέλο βιώσιμου συστήματος, τη συστημική δυναμική, τη μεθοδολογία μαλακών συστημάτων κλπ. Η *τεχνική* είναι μια συγκεκριμένη δραστηριότητα, η οποία έχει ένα ξεκάθαρο και σαφώς ορισμένο σκοπό, και χρησιμοποιείται στα πλαίσια μιας μεθοδολογίας. Παραδείγματα τεχνικών αποτελούν η ανάπτυξη ενός μοντέλου για προσομοίωση διακριτών γεγονότων, η διεξαγωγή στατιστικής ανάλυσης, η ανάπτυξη εννοιολογικών μοντέλων για τη μεθοδολογία μαλακών συστημάτων κλπ. Τέλος ένα *εργαλείο*, είναι ένα τεχνούργημα (τις περισσότερες φορές είναι ένα υπολογιστικό πρόγραμμα) το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την επίτευξη μιας μεθοδολογίας ή μιας τεχνικής. Παραδείγματα εργαλείων είναι το Stella (για συστημική δυναμική), το Extend (για προσομοίωση διακριτών γεγονότων) κλπ. Συμπερασματικά, το παράδειγμα απαντάει στο *γιατί* (*why*), η μεθοδολογία στο *τι* (*what*) και η τεχνική στο *πώς* (*how*) (Mingers, 1996b).

²¹ Για της έννοια του *παραδείγματος*, βλέπε και παράγραφο 1.1.

Στο προτεινόμενο σύστημα νοητικών πόρων, πέρα από τις μεθοδολογίες, τα εργαλεία και τις τεχνικές, ξεχωριστή θέση κατέχουν και οι μεταφορές. Όπως παρουσιάστηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο²², οι μεταφορές αποτελούν βασικό μέρος του *Συστήματος Συστημικών Μεθοδολογιών* και είναι καθοριστικές για την επιλογή των συστημικών μεθοδολογιών που θα χρησιμοποιηθούν σε μια παρέμβαση. Στα πλαίσια της διατριβής, έγινε χρήση τεσσάρων μεταφορών (μηχανή, οργανισμός, εγκέφαλος και κουλτούρα) καθεμία από τις οποίες προσέφερε ένα διαφορετικό τρόπο θέασης του βιομηχανικού οικοσυστήματος.

6.8 Όψεις Βιομηχανικών Οικοσυστημάτων

Οι μεταφορές συχνά θεωρούνται ως καλολογικά στοιχεία, όμως η σημασία τους υπερβαίνει κατά πολύ αυτή τη λειτουργία, αφού διεγείρουν τη φαντασία, συμβάλλοντας στην ανθρώπινη δημιουργικότητα (Castoriadis, 1997). Ο Morgan (1997) σημειώνει ότι χρήση μιας μεταφοράς υποδηλώνει έναν τρόπο *σκέψης* και έναν τρόπο *θέασης* που διαπερνούν τον τρόπο με τον οποίο αντιλαμβανόμαστε τον κόσμο γενικότερα. Η έρευνα σε μια μεγάλη ποικιλία επιστημονικών πεδίων έχει καταδείξει ότι οι μεταφορές επηρεάζουν καθοριστικά όχι μόνο τον τρόπο με τον οποίο εκφραζόμαστε στη καθημερινή ζωή, αλλά την επιστήμη, τη γλώσσα και τον τρόπο με τον οποίο σκεφτόμαστε (Knusen, 2003). Ας μην ξεχνάμε άλλωστε, ότι και η ίδια η ιδέα της βιομηχανικής οικολογίας προήλθε από τη μεταφορά του οικοσυστήματος²³.

Οι μεταφορές που παρουσιάζονται στο συγκεκριμένο κεφάλαιο έχουν περιγραφεί λεπτομερώς από το Morgan (1997) και έχουν χρησιμοποιηθεί ευρέως σε άλλα πεδία όπως στην επιχειρησιακή έρευνα και διοικητική επιστήμη (Flood and Jackson, 1991; Pidd, 1995), στον επανασχεδιασμό επιχειρηματικών διαδικασιών (business process reengineering) (Peppard and Preece, 1995), στη μοντελοποίηση επιχειρηματικών διαδικασιών (business process modelling) (Melão

²² Για το ρόλο των μεταφορών στη συστημική προσέγγιση, βλέπε παράγραφο 3.5.

²³ Για τη μεταφορά του οικοσυστήματος, βλέπε και παράγραφο 2.3.

and Pidd, 2000), στην οργάνωση παραγωγής (Assimakopoulos, 1999) ακόμα και στα πληροφοριακά συστήματα (Walsham, 1991).

Στη συνέχεια της παραγράφου, τα βιομηχανικά οικοσυστήματα θα εξετασθούν σαν μηχανές, οργανισμοί, εγκεφαλοι και κοινωνικά μορφώματα²⁴ (Mouzakitis et al., 2007)). Για κάθε μεταφορά, θα παρουσιασθούν οι βασικές υποθέσεις εργασίας, τα πλεονεκτήματα, αλλά και οι υφιστάμενες αδυναμίες. Είναι προφανές ότι το σύνολο της ανάλυσης που θα ακολουθήσει εδράζεται στη βιβλιογραφία της βιομηχανικής οικολογίας και στις υφιστάμενες προσπάθειες επίλυσης (θεωρητικών, αλλά και πρακτικών) ζητημάτων. Κλείνοντας το εισαγωγικό κομμάτι της συγκεκριμένης παραγράφου να υπογραμμίσουμε το αυτονόητο: κάθε μια από τις παρακάτω μεταφορικές περιγραφές θέτει την αντίληψη μας για το βιομηχανικό οικοσύστημα μέσα σε κάποιο πλαίσιο με τρόπο διακριτό, αλλά όχι πλήρη, αφού υπογραμμίζοντας κάποια χαρακτηριστικά, ωθεί κάποια άλλα στη σκιά, δημιουργώντας έτσι μια μονόπλευρη αντίληψη. Για το λόγο αυτό, μια πλουραλιστική παρέμβαση, προϋποθέτει και τις τέσσερεις όψεις, τα βασικότερα σημεία των οποίων συνοψίζονται στον πίνακα 6.6.

²⁴ Η μεταφορά του κοινωνικού κατασκευάσματος (social construct) είναι ταυτόσημη με τη μεταφορά της κουλτούρας (culture) που χρησιμοποιεί ο Morgan (1997).

Πίνακας 6.6
Όψεις βιομηχανικών οικοσυστημάτων
[προσαρμογή από Mouzakitis et al. (2007)]

Μεταφορά	Θεώρηση βιομηχανικών οικοσυστημάτων	Στόχος	επίπεδα παρέμβασης
μηχανή	καθορισμένα σύνολα δραστηριοτήτων που μετατρέπουν εισροές σε εκροές, με σκοπό την υλοποίηση συγκεκριμένων στόχων κάτω από συγκεκριμένα επίπεδα απόδοσης	βελτιστοποίηση, αποτελ/κότητα	τεχνικό, επιχειρησιακό
οργανισμός	ανοιχτά θερμοδυναμικά συστήματα που επικοινωνούν με το περιβάλλον τους και ανταγωνίζονται μεταξύ τους για τους διαθέσιμους πόρους	επιβίωση, ανάπτυξη	επιχειρησιακό, βελτιωτικό
εγκέφαλος	μανθάνουσες οργανώσεις που προσπαθούν να αποκεντρώσουν ικανότητες επεξεργασίας πληροφορίας, λήψης απόφασης και ελέγχου,	αποκέντρωση, αυτοοργάνωση	βελτιωτικό, στρατηγικό
κουλτούρα	συλλογικότητες ανθρώπων που έχουν διαφορετικές κοσμοθεωρίες, πρότυπα, απόψεις, ιδεολογίες, προσδοκίες κλπ.	επικοινωνία, σύνθεση, απόψεων	στρατηγικό

Τα βιομηχανικά οικοσυστήματα ως μηχανές

Η χρήση των μηχανών έχει μετασχηματίσει ριζικά τη φύση όχι μόνο της παραγωγικής διαδικασίας, αλλά και της ανθρώπινης σκέψης, καθώς οι επιστήμονες έχουν καταλήξει σε μηχανιστικές ερμηνείες του φυσικού κόσμου, ενώ φιλόσοφοι και ψυχολόγοι έχουν εκφράσει αντίστοιχες θεωρίες για την ανθρώπινη σκέψη και συμπεριφορά.

Κάτω από τη συγκεκριμένη μεταφορική ερμηνεία, το βιομηχανικό οικοσύστημα αντιμετωπίζεται ως μία μηχανή που απαρτίζεται από αλληλοσυνδεόμενα μέρη, το καθένα από τα οποία παίζει ένα σαφώς ορισμένο ρόλο στη λειτουργία του όλου, ενώ κανόνες λειτουργίας και στόχοι είναι σαφώς ορισμένοι. Το ζητούμενο είναι η *αποτελεσματικότητα* σε χρήση πόρων, χρόνου και κεφαλαίων. Με άλλα λόγια, το βιομηχανικό σύστημα ορίζεται ως ένα καθορισμένο σύνολο δραστηριοτήτων/εργασιών, οι οποίες μετατρέπουν εισροές σε εκροές, με σκοπό την υλοποίηση συγκεκριμένων στόχων και κάτω από συγκεκριμένα επίπεδα απόδοσης. Οι δραστηριότητες/εργασίες μπορούν να

αναλυθούν σε επιμέρους τμήματα, η συμπεριφορά των οποίων καθορίζεται από συγκεκριμένους κανόνες. Έτσι, το βιομηχανικό οικοσύστημα αποτυπώνεται ως ένα σύνολο υφιστάμενων (και όχι εν δυνάμει) ανταλλαγών οι οποίες πρέπει να διατηρηθούν και να βελτιστοποιηθούν.

Η μηχανιστική προσέγγιση είναι χρήσιμη όταν:

- ο στόχος είναι η διατήρηση της παρούσας κατάστασης, όπως για παράδειγμα στην περίπτωση ενός υφιστάμενου (και φυσικά επιτυχημένου) οικοβιομηχανικού συστήματος. Βέβαια, ακόμα και σε αυτή την περίπτωση, η συγκεκριμένη προσέγγιση απαιτεί ένα σταθερό και μη ευμετάβλητο περιβάλλον.
- το υπό μελέτη πρόβλημα είναι σχετικά απλό, όπως για παράδειγμα ο συνδυασμένος προγραμματισμός για τη σύνδεση δυο παραγωγικών διαδικασιών (combined scheduling of two connected processes). Η μηχανιστική προσέγγιση δηλαδή είναι ιδανική για παρεμβάσεις σε τεχνικό επίπεδο και μπορεί να λειτουργήσει επικουρικά σε παρεμβάσεις επιχειρησιακής υφής.
- λειτουργεί ως μέσο επικοινωνίας, για την αποτύπωση της δομής ενός βιομηχανικού οικοσυστήματος. Η βιβλιογραφία σφύζει από γραφικές αποτυπώσεις²⁵, διαγράμματα ροής (Sagar and Frosch, 1997; Côté and Smolenaars, 1997; Korhonen, 2000; Korhonen and Savolainen, 2001; Korhonen et al. 2001), ή μακροσκελείς πίνακες που περιλαμβάνουν αριθμητικά στοιχεία (Lowe and Evans, 1995; Schwarz and Steininger, 1997; Templet, 2004a; Korhonen and Snäkin, 2005).

Από την άλλη πλευρά, η μηχανιστική αντίληψη παρουσιάζει αρκετά μειονεκτήματα καθώς:

- είναι μια κατεξοχήν αφαιρετική (reductionistic) προσέγγιση που εστιάζει στην καθαρά τεχνική πλευρά ενός βιομηχανικού οικοσυστήματος. Το γεγονός αυτό την καθιστά αδύναμη για τη μελέτη σημαντικών χαρακτηριστικών για ένα βιομηχανικό οικοσύστημα, όπως η εξέλιξη, η δυναμική, η

²⁵ Αξίζει να σημειωθεί, ότι το πιο διαδεδομένο σχήμα στη βιβλιογραφία της βιομηχανικής οικολογίας είναι η γραφική αποτύπωση του δικτύου ανταλλαγών της βιομηχανικής συμβίωσης του Kalundborg. Για αντίστοιχα διαγράμματα, βλέπε και παράρτημα II.

προσαρμοστικότητα κλπ. και δε μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη μελέτη της δυναμικής του συστήματος. Άλλωστε όπως σημειώνουν και οι Baldwin et al. (2004): *‘όταν επιδιώκεται η βελτιστοποίηση, η ανομοιότητα, η ποικιλομορφία και η αφθονία, θυσιάζονται’.*

- Βιομηχανικά οικοσυστήματα που λειτουργούν με μηχανιστικό τρόπο, έχουν μεγάλη δυσκολία να προσαρμοστούν σε μεταβαλλόμενες συνθήκες, διότι είναι σχεδιασμένα να επιτυγχάνουν προβλέψιμους και πολύ συγκεκριμένους στόχους. Ακόμη περισσότερο, η μηχανιστική μεταφορά αντικείται στην υιοθέτηση καινοτομιών, η οποία στην περίπτωση της οικοβιομηχανικής ανάπτυξης είναι ουσιώδης.
- Η βιομηχανική οικολογία, αποτελεί μια καινοτόμο προσέγγιση στη βιομηχανική οργάνωση, γεγονός που απαιτεί ευελιξία και ικανότητα για δημιουργική δράση, χαρακτηριστικά που ξεφεύγουν από τα πλαίσια της στενά ορισμένης αποδοτικότητας. Για το λόγο αυτό η μηχανιστική προσέγγιση είναι ακατάλληλη για σχεδιασμό παρεμβάσεων στρατηγικού χαρακτήρα. Ακόμη περισσότερο όταν παραβλέπει την ανθρώπινη διάσταση και δε μπορεί να λειτουργήσει συνθετικά ενοποιώντας διαφορετικές απόψεις των συμμετεχόντων.

Όπως συμβαίνει στα πρώτα στάδια ανάπτυξης των περισσότερων επιστημονικών πεδίων, έτσι και στον τομέα της βιομηχανικής οικολογίας, η μηχανιστική όψη αποτελεί μέχρι σήμερα την κυρίαρχη προσέγγιση. Δεν είναι άλλωστε τυχαία η διαπίστωση πως το μεγαλύτερο μέρος της βιβλιογραφίας σχετίζεται με μελέτες υλικών ροών, αντίστοιχες αναλύσεις συγκεντρώσεων και προσπάθειες βελτιστοποίησης της κυκλικής κυκλοφορίας (Cohen-Rosenthal 2000; den Hond F 2000; Ehrenfeld 2000; Mouzakis et al., 2007).

Τα βιομηχανικά οικοσυστήματα ως οργανισμοί

Όπως είδαμε σε προηγούμενο κεφάλαιο²⁶, η μηχανιστική προσέγγιση αμφισβητήθηκε έντονα, καθώς δε μπορούσε να ερμηνεύσει με επιτυχία πολύπλοκα φαινόμενα. Μια διαφορετική όψη των βιομηχανικών οικοσυστημάτων μπορεί να προέλθει μέσα από τη μεταφορά του οργανισμού, η οποία έχει τις ρίζες της στη βιολογία. Πιο συγκεκριμένα, η μεταφορική προσέγγιση πηγάζει από τις ιδέες του von Bertalanffy (1968), ο οποίος αναγνώρισε τη σημασία του περιβάλλοντος και διαχώρισε τα συστήματα σε ανοιχτά και κλειστά (όσον αφορά τη σχέση τους με το περιβάλλον). Ο von Bertalanffy ανέπτυξε τις αρχές της Γενικής Θεωρίας Συστημάτων ως ένα μέσο διασύνδεσης διαφορετικών επιστημονικών περιοχών, εκλαμβάνοντας τον έμβιο οργανισμό ως μοντέλο για την κατανόηση σύνθετων ανοιχτών συστημάτων.

Ενώ η μηχανιστική προσέγγιση αντιμετωπίζει τα βιομηχανικά οικοσυστήματα σαν κλειστά συστήματα, εστιάζοντας σε θέματα εσωτερικού σχεδιασμού, η μεταφορά του οργανισμού δίνει έμφαση στο περιβάλλον²⁷ εντός του οποίου αναπτύσσονται. Με τον τρόπο αυτό, τα βιομηχανικά οικοσυστήματα αντιμετωπίζονται σαν ανοιχτά θερμοδυναμικά συστήματα, τα οποία επικοινωνούν με το περιβάλλον τους, ανταγωνίζονται για τους διαθέσιμους πόρους, αλληλεπιδρούν δυναμικά τόσο μεταξύ τους (εσωτερικές σχέσεις), όσο και με το περιβάλλον (εξωτερικές σχέσεις), και έχουν ως στόχο την επιβίωση. Επιπλέον, το βιομηχανικό οικοσύστημα αποτελείται από υποσυστήματα, καθένα από τα οποία μπορεί να αντιμετωπισθεί ως ένα νέο σύστημα κοκ. Έτσι, εάν η μεταφορά της μηχανής εστιάζει σε δομή και κανόνες, ο οργανισμός μετατοπίζει το ενδιαφέρον στις έννοιες της δυναμικής συμπεριφοράς και αλληλεπίδρασης.

Στο πλαίσιο της βιομηχανικής οικολογίας, η χρησιμότητα της οργανισμικής μεταφοράς είναι σημαντική καθώς:

- η ιδέα του ανοιχτού συστήματος έχει υπογραμμισθεί στη σχετική βιβλιογραφία (Wallner, 1999),

²⁶ Για τις αδυναμίες της μηχανιστικής προσέγγισης, βλέπε και παράγραφο 3.2.

²⁷ Για το περιβάλλον των βιομηχανικών οικοσυστημάτων, βλέπε και παράγραφο 5.5.

- εστιάζει στην ομοιόσταση²⁸, επιτρέποντας έτσι τη μελέτη της διαδικασίας προσαρμογής (Hodgson, 1993) και των παραγόντων που επηρεάζουν την βιωσιμότητα ενός εγχειρήματος (Eilering and Vermeulen, 2004)
- δίνει προσοχή σε δυναμικά χαρακτηριστικά, όπως ποικιλότητα, εξέλιξη, μεταβλητότητα, αλληλεπίδραση και προσαρμογή, τα οποία αποτελούν βασικά σημεία της θεωρητικής θεμελίωσης του πεδίου (Korhonen 2001; Baldwin et al. 2004; Templet 2004; Korhonen and Snäkin 2005; Korhonen 2005a).
- η μελέτη υφιστάμενων περιπτώσεων οικοβιομηχανικής ανάπτυξης, αποδεικνύει ότι υπάρχουν διαφορετικά είδη βιομηχανικών οικοσυστημάτων σε διαφορετικά είδη περιβάλλοντος (Mouzakitis et al. , 2006). Μελλοντικά, η μεταφορά του οργανισμού μπορεί να συμβάλει στη μελέτη του κύκλου ζωής ενός βιομηχανικού οικοσυστήματος καθώς και της ισοτελικότητας²⁹ (των διαφορετικών τρόπων που υπάρχουν για να φθάσει ένα βιομηχανικό σύστημα προς μια κατάσταση αρμονικής συνύπαρξης³⁰ (Huber, 2000) με το φυσικό και κοινωνικό του περιβάλλον.

Στα μειονεκτήματα της οργανισμικής μεταφοράς, μπορούμε να προσμετρήσουμε τα εξής:

- μια οργάνωση (και ακόμα περισσότερο ένα βιομηχανικό οικοσύστημα που όπως αναφέραμε αποτελεί μια μετά-οργάνωση) δεν είναι τόσο ενοποιημένη σε λειτουργικό επίπεδο, όσο οι βιολογικοί οργανισμοί
- καθώς ο απώτερος σκοπός είναι η επιβίωση, μπορεί να υπάρξει δυσκολία στον προσδιορισμό επιμέρους λειτουργικών στόχων.

²⁸ Η ομοιόσταση (homeostasis) σχετίζεται με την ικανότητα του συστήματος να διαφυλάξει μια ταυτότητα, διατηρώντας τον εαυτό του σε μια σταθερή δυναμική κατάσταση απέναντι στο μεταβαλλόμενο περιβάλλον του.

²⁹ Η έννοια της ισοτελικότητας (equifinality) συμπυκνώνει την ιδέα ότι σε ένα ανοιχτό σύστημα μπορεί να υπάρχουν διαφορετικοί τρόποι για να καταλήξει κανείς σε μια δεδομένη τελική κατάσταση.

³⁰ Για την ιδέα της αρμονικής συνύπαρξης (consistency), βλέπε και παράγραφο 2.2.

Τα βιομηχανικά οικοσυστήματα ως εγκεφάλοι

Η μεταφορά του εγκεφάλου, γνωστή και ως νευροκυβερνητική μεταφορά, δίνει έμφαση στην ενεργητική μάθηση παρά στην παθητική προσαρμοστικότητα, η οποία χαρακτηρίζει την οργανισμική προσέγγιση. Η συγκεκριμένη όψη εστιάζει στη μελέτη της πληροφορίας, της επικοινωνίας και του ελέγχου, ενώ οι κεντρικές έννοιες είναι ο αρνητικός βρόχος ανάδρασης, η μάθηση απλού βρόγχου (εντοπισμός και διόρθωση λαθών σε σχέση με μια δεδομένη ομάδα λειτουργικών κανόνων) και η μάθηση διπλού βρόγχου (ικανότητα επαναπροσδιορισμού των λειτουργικών κανόνων). Τα βιομηχανικά οικοσυστήματα αντιμετωπίζονται ως μανθάνουσες οργανώσεις, οι οποίες προσπαθούν να αποκεντρώσουν ικανότητες επεξεργασίας πληροφορίας, λήψης απόφασης και ελέγχου, έτσι ώστε το σύστημα στο σύνολο του να μπορεί να αυτοοργανωθεί και να εξελιχθεί παράλληλα με τις αναδυόμενες προκλήσεις.

Στο πλαίσιο της βιομηχανικής οικολογίας, η χρησιμότητα της συγκεκριμένης μεταφοράς είναι σημαντική, καθώς τα βασικά χαρακτηριστικά της, έχουν επισημανθεί από τη σχετική βιβλιογραφία. Πιο συγκεκριμένα, έχει δοθεί έμφαση σε στοιχεία όπως :

- η αυτοοργάνωση [Wallner (1999), Côté and Cohen-Rosenthal (1998)]
- η επικοινωνία [Lowe and Evans (1995), Côté and Hall (1995)]
- η ανταλλαγή και η επεξεργασία πληροφορίας [Côté and Hall (1995), Côté and Smolenaars (1997), Cohen-Rosenthal (2000)]
- η λήψη αποφάσεων [Pesonen (1999), Mellor et al. (2002), Baas and Boons (2004), Waage et al., 2005) και
- η μάθηση και η καινοτομία [Lowe and Evans (1995), Martin et al. (1996), Rejeski (1999), Boons and Berends (2001), Harris and Pritchard (2004)].

Το βασικό μειονέκτημα της εγκεφαλικής μεταφοράς, είναι ότι τονίζει την οργανωσιακή δομή και τις διαδικασίες επικοινωνιών και ελέγχου, αλλά παραγνωρίζει ιδιότητες που φέρει ο ανθρώπινος παράγοντας, ο οποίος συγκροτεί τις οργανώσεις. Οι κοινωνικές διαδικασίες που εξελίσσονται σε ένα

βιομηχανικό οικοσύστημα μπορούν να διερευνηθούν μέσω της μεταφοράς που ακολουθεί.

Τα βιομηχανικά οικοσυστήματα ως κοινωνικά μορφώματα (κουλτούρες)

Στην κοινωνική θεωρία, δεν μπορούμε να αντιμετωπίσουμε τις ανθρώπινες δραστηριότητες σαν να καθορίζονται από αίτια, με τον ίδιο τρόπο που καθορίζονται τα φυσικά φαινόμενα (Giddens, 1993). Η όψη της κουλτούρας³¹ διαφέρει σε θεμελιώδες επίπεδο από τις προηγούμενες, καθώς θεωρεί ότι τα βιομηχανικά οικοσυστήματα είναι συλλογικότητες ανθρώπων που έχουν διαφορετικές κοσμοθεωρίες, πρότυπα, απόψεις, ιδεολογίες, προσδοκίες κλπ. Τα διαφορετικά αυτά πλαίσια ερμηνείας, λειτουργούν σαν νοητικά φίλτρα, και με τον τρόπο αυτό ωθούν τα εκάστοτε δρόντα υποκείμενα στην επικέντρωση σε ορισμένα χαρακτηριστικά μιας υφιστάμενης κατάστασης και στον παραμερισμό άλλων.

Στα πλαίσια αυτά, ο Roome (2001) αναφέρει πως το μετα-πρόβλημα της αειφορίας, και οι ενδεχόμενες διέξοδοι του, είναι ζητήματα ασαφώς διατυπωμένα, καθώς είναι το αποτέλεσμα διαφορετικών ανθρώπινων ερμηνειών για το τι αποτελεί ανάπτυξη. Αντίστοιχα ο Hannigan (1995), θεωρεί πως τα περιβαλλοντικά προβλήματα δεν είναι δεδομένα, αλλά αντίθετα ορίζονται κοινωνικά (socially defined). Προς αυτή την κατεύθυνση, οι Boons and Berends (2001), μελετούν τα βιομηχανικά οικοσυστήματα υπό το πρίσμα της οργανωσιακής θεωρίας και εστιάζουν στο φαινόμενο του ισομορφισμού (isomorphism), δηλαδή της υιοθέτησης κοινών κανόνων, απόψεων και ιδεών, η οποία επηρεάζει τον τρόπο με τον οποίο διαφορετικά υποκείμενα δράσης προσεγγίζουν ένα συγκεκριμένο ζήτημα.

Η αναγκαιότητα της κοινωνικής διάστασης της οικοβιομηχανικής ανάπτυξης έχει επισημανθεί σε σχετικές μελέτες τεχνολογίας (Smith et al. 2005) ή διαχείρισης εμπλεκομένων (stakeholder management) (Hartman et al. 1999;

³¹ Στη συγκεκριμένη περίπτωση, η κουλτούρα (culture) δεν αναφέρεται στον αξιολογικό όρο της 'πνευματικής καλλιέργειας', αλλά στο διαφορετικό τρόπο ζωής που υιοθετούν διαφορετικοί άνθρωποι (Morgan, 1997).

Madsen and Ulhoi 2001; Boons 2004). Σε μια διαφορετική προσέγγιση, οι Fischhoff and Small (2000) εντάσσουν την παράμετρο της ανθρώπινης συμπεριφοράς σε μοντέλα οικοβιομηχανικής ανάπτυξης. Παρόλα αυτά, στην υφιστάμενη βιβλιογραφία, η ‘ανθρώπινη’ και ‘κοινωνική’ διάσταση των βιομηχανικών οικοσυστημάτων, έχει παραγκωνισθεί προς όφελος των τεχνικών, οικονομικών και οικολογικών διαστάσεων (Ehrenfeld 1997; Cohen-Rosenthal 2000; Korhonen 2005b). Εξυπακούεται βέβαια, πως η περίπτωση κατά την οποία η κοινωνική διάσταση αποτελεί τη μοναδική βάση για την επίλυση είναι προβληματική, καθώς η υπερβολική έμφαση στην *πολιτισμική εφικτότητα* θα καταστήσει αδύνατο το σχεδιασμό αποτελεσματικών και ριζοσπαστικών παρεμβάσεων (Morgan, 1997). Οι τέσσερις όψεις που παρουσιάστηκαν, παρουσιάζονται σχηματικά στο σχήμα 6.5.

Σχήμα 6.5: Όψεις βιομηχανικών οικοσυστημάτων

6.9 Εφαρμογή συστημικών μεθοδολογιών

Σε προηγούμενη παράγραφο, αναφέραμε ότι το προτεινόμενο σύστημα νοητικών πόρων αποτελείται από τις μεταφορές, τις μεθοδολογίες, τις τεχνικές και τα εργαλεία. Με δεδομένες τις τέσσερις διαφορετικές όψεις των βιομηχανικών συστημάτων που προηγήθηκαν, ο στόχος της συγκεκριμένης

παραγράφου είναι η σύντομη παρουσίαση των συστημικών μεθοδολογιών, τεχνικών και εργαλείων που είτε μπορούν, είτε έχουν ήδη χρησιμοποιηθεί στα πλαίσια της οικοβιομηχανικής ανάπτυξης. Βέβαια, θα τονίσουμε ακόμη μια φορά ότι όπως αποτυπώνεται και στο προτεινόμενο πλαίσιο εργασίας (βλέπε σχήμα 6.2), η επιλογή συστημικών μεθοδολογιών, είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με την επιλογή της μεταφοράς, η οποία έχει προηγηθεί στο στάδιο της δημιουργικότητας.

Στην περίπτωση της μηχανιστικής προσέγγισης, και όσον αφορά τη χρήση μοντέλων, κυρίαρχη θέση κατέχουν τα διαγράμματα ροής (Soka et al., 2004), τα οποία συχνά αποτελούν τη βάση για λήψη απόφασης η οποία συνδυάζει οικονομικά, αλλά και οικολογικά κριτήρια (Pesonen, 1999). Στο πεδίο των μεθοδολογιών, η συγκεκριμένη μεταφορά, συνδέεται με κλασσικές προσεγγίσεις (βελτιστοποίηση, ακέραιος προγραμματισμός κλπ.) επιχειρησιακής έρευνας [Björklund et al., (1999), Abou Nahm et al, (2002a;b), Linton et al. (2002)].

Μεγάλο μέρος των συστημικών μεθοδολογιών καλύπτεται από προσεγγίσεις που σχετίζονται με την προσομοίωση, μια μέθοδος η οποία συνδέεται με τις μεταφορές της μηχανής, του οργανισμού και του εγκεφάλου. Πιο συγκεκριμένα, η προσομοίωση διακριτών γεγονότων (discrete event simulation) παρέχει τη δυνατότητα μοντελοποίησης των βιομηχανικών συστημάτων με όρους οντοτήτων (πχ. υλικών, προϊόντων, αποβλήτων), δραστηριοτήτων (πχ. παραγωγής, μεταφοράς), και διακριτών γεγονότων (πχ. έναρξη και τέλος εργασίας). Τα συγκεκριμένα μοντέλα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την μελέτη της δυναμικής συμπεριφοράς, καθώς επιτρέπουν τη διεξαγωγή τύπου πειραμάτων *‘τι-εάν (what-if)’*.

Η χρήση της προσομοίωσης μπορεί να συμβάλει σημαντικά στην ανάπτυξη του πεδίου της βιομηχανικής οικολογίας (Rejeski, 1999) και στη σχετική βιβλιογραφία υπάρχει ικανοποιητικός αριθμός σχετικών αναφορών. Για παράδειγμα, οι Mellor et al. (2002) στηριζόμενοι σε προσομοίωση διακριτών γεγονότων, παρουσιάζουν ένα πλαίσιο για την αξιολόγηση πολυμερών υλικών,

ενώ οι McLaren et al. (1999) χρησιμοποιούν δυναμικά μοντέλα προκειμένου να μελετήσουν τον κύκλο ζωής ενός κινητού τηλεφώνου. Οι Ruth and Dell'Anno (1997) μελετούν τον τομέα της κατασκευής γυαλιού στις ΗΠΑ και κάνουν προβλέψεις για επίπεδα κατανάλωσης (υλικών και ενέργειας) και εκπομπών ρύπων, σε μια ευρεία γκάμα σεναρίων που περιλαμβάνει αλλαγές σε χρησιμοποιούμενες τεχνολογίες, καθώς και σε ρυθμούς παραγωγής και ανακύκλωσης. Οι Krivtsov et al. (2004) χρησιμοποιούν προσομοίωση για να αποδείξουν ότι η ανακύκλωση γυαλιού και πλαστικού συμβάλλει σημαντικά στην εξοικονόμηση ενέργειας, ενώ οι Casavant and Côté (2004) προβάλλουν τη προσομοίωση χημικών διεργασιών (chemical process simulation) σαν ένα βασικό εργαλείο για το σχεδιασμό ενός οικοβιομηχανικού πάρκου.

Η δυναμική συμπεριφορά των οικοβιομηχανικών συστημάτων μπορεί βεβαίως να μελετηθεί και με τη βοήθεια της συστημικής δυναμικής, η οποία έχει χρησιμοποιηθεί επανειλημμένως στα πλαίσια της αειφόρου ανάπτυξης ³² (Moxnes 2000; Randers 2000), της περιβαλλοντικής πολιτικής (Ford 1999; Chen et al. 2004), αλλά και της βιομηχανικής οικολογίας (Bailey et al., 2000). Πιο συγκεκριμένα, τα μοντέλα συστημικής δυναμικής μπορούν:

- είτε να χρησιμοποιηθούν ποιοτικά, συμβάλλοντας στη διερεύνηση της συμπεριφοράς ενός βιομηχανικού συστήματος. Προς αυτή τη κατεύθυνση, χρησιμοποιούνται διαγράμματα αιτιολογικών βρόγχων (causal loop diagrams) μέσω των οποίων αναπαρίστανται οι σχέσεις ανάμεσα στα δομικά στοιχεία ενός βιομηχανικού οικοσυστήματος.
- είτε να χρησιμοποιηθούν ποσοτικά, με τη μετατροπή των παραπάνω διαγραμμάτων σε διαφορικές εξισώσεις και τη διεξαγωγή προσομοίωσης.

Μια άλλη συστημική μεθοδολογία, η οποία παρουσιάζει αρκετές ομοιότητες με τη συστημική δυναμική, αλλά παράλληλα αναδεικνύει τον κυβερνητικό χαρακτήρα ενός συστήματος είναι το μοντέλο βιώσιμου

³² Αξίζει να σημειώσουμε πως η γνωστή μελέτη με τίτλο *The Limits to Growth* (Meadows et al. 1972), η οποία θεωρείται η πρώτη ολοκληρωμένη προσπάθεια σύνδεσης δραστηριοτήτων και επιπτώσεων σε οικονομικά, κοινωνικά και περιβαλλοντικά συστήματα, στηρίχθηκε σε μοντέλα συστημικής δυναμικής

συστήματος³³ (Beer, 1984). Το μοντέλο βιώσιμου συστήματος εστιάζει στην έννοια της επανεύρεσης και αποτελείται από πέντε λειτουργικά στοιχεία, τα οποία συνδέονται μεταξύ τους μέσα από ένα συγκρότημα βρόγχων πληροφοριών και ελέγχου. Πρόκειται για μια προσέγγιση με μεγάλο αριθμό εφαρμογών σε κάθε είδους οργανισμούς (Espejo and Harden, 1989), η οποία στα πλαίσια της αιιφόρου ανάπτυξης, έχει χρησιμοποιηθεί με επιτυχία στην Κολομβία σε μια προσπάθεια συντονισμού μεγάλου αριθμού έργων και φορέων που εμπλέκονται στη διαχείριση του δεύτερου μεγαλύτερου ποταμού της χώρας (Espinosa, 2003; Espinosa and Walker, 2006).

Στα πλαίσια της οργανισμικής μεταφοράς., μπορούν να χρησιμοποιηθούν μεθοδολογίες που βασίζονται στη θεωρία της πολυπλοκότητας, όπως η προσέγγιση του πολύπλοκου προσαρμόσιμου συστήματος (complex adaptive system) (Axelrod and Cohen, 1999) ή εκείνη του πεδίου καταλληλότητας (N-K fitness landscape) (Kauffman, 1995). Στα πλαίσια πολύπλοκου προσαρμόσιμου συστήματος, ένα βιομηχανικό οικοσύστημα μπορεί να περιγραφεί σαν ένας πληθυσμός τριών στοιχείων [υποκείμενα δράσης (agents), στρατηγικές (strategies) και τεχνουργήματα (artefacts)], τα οποία υπόκεινται σε διαδικασίες παραλλαγής, αλληλεπίδρασης, επιλογής και εξέλιξης (Mouzakitis et al., 2007). Στην περίπτωση των πεδίων καταλληλότητας, μπορούμε να θεωρήσουμε N χαρακτηριστικά ενός οικοβιομηχανικού συστήματος και ανάλογα με το βαθμό αλληλεξάρτησης τους (K), μπορούμε να *σκιαγραφήσουμε* το χώρο στον οποίο *κινούνται* (Mouzakitis et al., 2004). Η δυναμική συμπεριφορά των οικοβιομηχανικών συστημάτων μπορεί επίσης να μελετηθεί και με την μοντελοποίηση με βάση τα υποκείμενα δράσης (agent-based modelling), η συμβολή της οποίας έχει επισημανθεί στη σχετική βιβλιογραφία όχι μόνο για τη μελέτη της δυναμικής συμπεριφοράς ενός βιομηχανικού οικοσυστήματος [Axtell et al. (2001), Janssen (2005), Kraines and Wallace (2006)], αλλά και για την

³³ Ο Stafford Beer (1979; 1981; 1985) ασχολήθηκε επί μακρόν με την εφαρμογή της κυβερνητικής επιστήμης στη διάγνωση και επίλυση οργανωσιακών προβλημάτων. Το πλέον φιλόδοξο του σχέδιο ήταν η μοντελοποίηση της κοινωνικής οικονομίας της Χιλής, κατά την περίοδο της προεδρίας του Αλιέντε.

ανάπτυξη σχετικών πληροφοριακών συστημάτων συνεργασίας (Kraines et al., 2005; 2006).

Στην περίπτωση τώρα που θεωρήσουμε τα βιομηχανικά οικοσυστήματα ως κοινωνικά μορφώματα, είναι προφανές ότι θα ανατρέξουμε σε μαλακές προσεγγίσεις όπως η μεθοδολογία μαλακών συστημάτων (Soft Systems Methodology – SSM) (Checkland and Scholes 1999) και η Ανάδειξη και Ανάλυση Στρατηγικών Επιλογών (Strategic Options Development and Analysis – SODA) (Eden and Ackerman, 1998), οι οποίες αναγνωρίζουν και προσπαθούν να συνθέσουν τις υποκειμενικές εκτιμήσεις των ανθρώπων που συμμετέχουν. Σε αυτήν τη περίπτωση το βάρος πέφτει στη συγκρότηση του προβλήματος και ο σκοπός είναι η αποφυγή εφαρμογής βεβιασμένων και ανεπαρκώς αποσαφηνισμένων λύσεων, οι οποίες βασίζονται σε εκ των προτέρων θεμελιωμένες ιδέες για ένα υποτιθέμενο πρόβλημα. Με άλλα λόγια, οι συγκεκριμένες συστημικές μεθοδολογίες στοχεύουν στη δημιουργία συναίνεσης, ο ρόλος της οποίας έχει επισημανθεί στη σχετική βιβλιογραφία (Costanza and Ruth, 1998).

6.10 Συζήτηση

Στα πλαίσια της *Επιχειρησιακής Έρευνας & Συστημικής Επιστήμης* (ΕΕΣ), ο σχεδιασμός μια παρέμβασης σχετίζεται με τη συστημική θεώρηση μιας προβληματικής κατάστασης και την επιλογή των κατάλληλων μεταφορών, μοντέλων, εργαλείων και μεθοδολογιών που υπάρχουν. Στον πίνακα 6.7 παρουσιάζεται μια συνθετική εικόνα των τριών συστημάτων (περιεχόμενου προβλήματος, παρέμβασης και νοητικών πόρων), τα οποία αποτελούν το βασικό κορμό του προτεινόμενου πλαισίου.

Θεμελιώδη ρόλο στην παραπάνω θεώρηση και επιλογή, κατέχει ο διαχωρισμός³⁴ ανάμεσα στη σκληρή και μαλακή συστημική προσέγγιση. Ο συγκεκριμένος διαχωρισμός αποτελεί ένα από τα κεντρικά ζητήματα του πεδίου της ΕΕΣ, και θα αποτελέσει το βασικό άξονα ανάλυσης για τη συζήτηση που θα

³⁴ Για το διαχωρισμό σε μαλακά και σκληρά συστήματα, βλέπε και παράγραφο 4.4.

ακολουθήσει και στην οποία συνοψίζονται οι βασικές προσεγγίσεις μιας πλουραλιστικής παρέμβασης.

Πίνακας 6.7

*Πλουραλιστική παρέμβαση σε ΒΟΣ: σύνθεση των τριών συστημάτων
(περιεχόμενου προβλήματος, παρέμβασης και νοητικών πόρων)
[προσαρμογή από Mouzakitis et al. (2007)]*

περιεχόμενο προβλήματος				
	σύστημα: απλό		σύστημα: απλό	
	συμμετέχοντες:		συμμετέχοντες:	
	σε συνεργασία	μεμονωμένοι	σε συνεργασία	μεμονωμένοι
παρέμβαση				
επίπεδο	τεχνικό	επιχειρησιακό	βελτιωτικό	στρατηγικό
νοητικοί πόροι				
μεταφορές	μηχανή, οργανισμός	μηχανή, οργανισμός, εγκέφαλος		εγκέφαλος, κουλούρα
μεθοδολογίες	κλασσική ΕΕ, προσομοίωση	συστημική δυναμική, μοντέλο βιώσιμου συστήματος		μαλακές προσεγγίσεις

Η σκληρή προσέγγιση διέπεται από το φιλοσοφικό ρεύμα του θετικισμού (positivism) , όπου η έγκυρη μορφή γνώσης είναι εκείνη η οποία στηρίζεται στα αισθητά πράγματα και βασίζεται σε γενικούς νόμους, οι οποίοι απορρέουν από συγκεκριμένα γεγονότα, τα οποία υπόκεινται σε συνθήκες που μπορούν να αποδειχθούν. Στο επίπεδο της κοινωνιολογικής ανάλυσης, οι σκληρές προσεγγίσεις βρίσκονται κάτω από τη θεώρηση του λειτουργισμού (functionalism) σύμφωνα με την οποία η διαμόρφωση της συμπεριφοράς μιας κοινωνίας εξηγείται μέσω των λειτουργιών τις οποίες επιτελούν σε αυτή διάφοροι θεσμοί (Πελεγρίνης, 2004). Στη σκληρή θεώρηση, επικρατεί η υποστασιολογική (substantive) λογική, σύμφωνα με την οποία ο παρεμβαίνων έχει στη διάθεση του συγκεκριμένες εναλλακτικές δράσης, για τις οποίες μπορεί να προβλέψει τις συνέπειες, και είναι σε θέση να κάνει την αξιολόγηση των εναλλακτικών, βάσει δεδομένων κριτηρίων (Simon, 1954). Οι σκληρές προσεγγίσεις είναι ιδανικές για προβληματικές καταστάσεις-γρίφους όπου τόσο οι υφιστάμενες προβληματικές καταστάσεις, όσο και οι διαθέσιμες λύσεις είναι όχι μόνο σαφώς ορισμένες, αλλά και αποδεκτές από όλους τους συμμετέχοντες. Στις περισσότερες περιπτώσεις, αφορούν απλά συστήματα

όπου η διάδραση μεταξύ των στοιχείων είναι ιδιαίτερα οργανωμένη και οι συμπεριφορές ρυθμίζονται από σαφώς καθορισμένους κανόνες. Το σκληρό παράδειγμα υποθέτει ότι ο πραγματικός κόσμος είναι συστημικός, όπως συστημικές είναι και οι μεθοδολογίες που χρησιμοποιούμε για να τον προσεγγίσουμε. Τα εφαρμοζόμενα μοντέλα θεωρούνται ως αναπαράστασεις του πραγματικού κόσμου και χρησιμοποιούνται για την κατανόηση των επιπτώσεων από τις σχεδιαζόμενες επεμβάσεις στο σύστημα. Ως εκ τούτου, η πλέον αντιπροσωπευτική μεταφορά είναι η μηχανή, ενώ όσον αφορά τις μεθοδολογίες, το βάρος πέφτει στις προσεγγίσεις της κλασσικής επιχειρησιακής έρευνας. Στο επίπεδο της βιομηχανικής οικολογίας, η σκληρή προσέγγιση σχετίζεται περισσότερο με ζητήματα ροών υλικών και ενέργειας και με παρεμβάσεις τεχνικής φύσεως προβλήματα όπως η επισκευή ενός δικτύου σωληνώσεων μέσω του οποίου γίνεται εφικτή η ανταλλαγή υπέρθερμου ατμού.

Από την άλλη πλευρά, η μαλακή προσέγγιση διέπεται από το φιλοσοφικό ρεύμα της φαινομενολογίας (phenomenology), σύμφωνα με την οποία, στη συνείδηση μας υπάρχουν παραστάσεις, κρίσεις και συναισθήματα μέσω των οποίων υποθέτουμε ότι αναπαρίσταται μέσα μας ο εξωτερικός κόσμος. Σε κοινωνιολογικό επίπεδο, η μαλακή θεώρηση σχετίζεται με την ερμηνευτική (hermeneutics), μια μέθοδος η οποία εστιάζει στην κατανόηση και όχι στην εξήγηση. Πιο συγκεκριμένα, η κατανόηση δε συνδέεται με την εξωτερική μελέτη, όπου ο παρατηρητής μένει έξω από το σύστημα, αναζητώντας απλώς την αιτιοκρατική αλληλουχία των πραγμάτων. Αντίθετα, επιχειρεί να το δει *εκ των έσω*, και τα μεταφερθεί στο πλαίσιο και της συνθήκες υπό τις οποίες αυτό (το σύστημα) δημιουργήθηκε και αναπτύσσεται (Πελεγρίνης, 2004). Στη μαλακή θεώρηση, επικρατεί η διαδικαστική (procedural) λογική, η οποία εστιάζει στην διερεύνηση εναλλακτικών τρόπων δράσης και την ανάπτυξη κοινά αποδεκτών λύσεων, οι οποίες υπόκεινται σε γνωσιακούς περιορισμούς (Simon, 1954). Οι μαλακές προσεγγίσεις είναι ιδανικές για κυκλώνες προβλημάτων όπου το πρόβλημα δεν είναι ξεκάθαρο και σαφώς διατυπωμένο, ενώ οι συμμετέχοντες

δε συμφωνούν απαραίτητα στα μέσα και στους σκοπούς. Στις περισσότερες περιπτώσεις, αφορούν πολύπλοκα συστήματα όπου οι ιδιότητες των στοιχείων δεν είναι προκαθορισμένες και η διάδραση μεταξύ των στοιχείων είναι χαλαρά οργανωμένη. Το μαλακό παράδειγμα υποθέτει ότι ο πραγματικός κόσμος είναι προβληματικός, όμως η διαδικασία για να ψάξουμε μέσα σε αυτόν να είναι συστημική. Τα εφαρμοζόμενα μοντέλα θεωρούνται ως αναπαραστάσεις τρόπων σκέψης και χρησιμοποιούνται για την ενίσχυση της σκέψης και της συμμετοχικής συζήτησης γύρω από μια πραγματική προβληματική κατάσταση. Όσον αφορά μεταφορές και μεθοδολογίες, η συγκεκριμένη προσέγγιση, εκφράζεται καλύτερα από το κοινωνικό μόρφωμα (κουλτούρα) και τη μεθοδολογία μαλακών συστημάτων. Τέλος, στο επίπεδο της βιομηχανικής οικολογίας, η μαλακή προσέγγιση σχετίζεται περισσότερο με ζητήματα δομής και οργάνωσης και με παρεμβάσεις στρατηγικού επιπέδου, όπως η μετατροπή μιας υφιστάμενης βιομηχανικής περιοχής σε οικοβιομηχανικό πάρκο.

Τα δυο άκρα του φάσματος που παρουσιάσαμε δεν είναι αλληλοαποκλειόμενα, αλλά λειτουργούν συμπληρωματικά ³⁵, αφού οι περισσότερες παρεμβάσεις σχετίζονται με προβλήματα και απαιτούν μεθοδολογίες, που κινούνται σε όλο το εύρος του φάσματος που παρουσιάσαμε. Με άλλα λόγια, τα τεχνολογικά, οργανωσιακά και οικονομικά χαρακτηριστικά των βιομηχανικών οικοσυστημάτων *διασχίζουν* την παραδειγματική διχοτόμηση που παρουσιάστηκε, κάνοντας αναγκαία την υιοθέτηση μιας πλουραλιστικής παρέμβασης (Mouzakitis et al., 2007).

Συνοψίζοντας, η επιλογή και χρήση των νοητικών πόρων (βλέπε παράγραφο 7.7) γίνεται με βάση τα χαρακτηριστικά του περιεχόμενου προβλήματος (βλέπε παράγραφο 7.5), και του συστήματος παρέμβασης (βλέπε παράγραφο 7.6). Η επαναληπτική φύση του πλαισίου (βλέπε σχήμα 7.2α) αποτυπώνει μια διαλεκτική σχέση: η παρέμβαση σε μια δεδομένη προβληματική κατάσταση, μπορεί να ξεκινήσει με την εφαρμογή μιας συγκεκριμένης τεχνικής ή μεθοδολογίας, η οποία όμως στη συνέχεια μπορεί να τροποποιηθεί ή/και να

³⁵ Για τη συμπληρωματικότητα σκληρών και μαλακών προσεγγίσεων βλέπε και παράγραφο 3.4.

συνδυαστεί με άλλες. Ο πίνακας 6.7 μπορεί να αποτελέσει έναν 'οδηγό πλοήγησης', κατά το σχεδιασμό μιας παρέμβασης, σε καμία περίπτωση όμως δεν προτείνει μια συγκεκριμένη μεθοδολογία ή ακόμα ένα σύνολο αυστηρών κανόνων οι οποίοι θα καθορίσουν την επιλογή. Απλά, δίνει μια εικόνα των διαθέσιμων νοητικών πόρων σε συνδυασμό με τους διαφορετικούς τύπους προβληματικών πλαισίων και συστημάτων παρέμβασης, στα πλαίσια ενός πλουραλιστικού φάσματος προσεγγίσεων που αποτυπώνεται στον πίνακα 6.8.

Κλείνοντας τη παράγραφο, να υπογραμμίσουμε ότι η χρησιμότητα της συστημικής πλουραλιστικής παρέμβασης και του προτεινόμενου πλαισίου κινείται σε τέσσερα επίπεδα (βλέπε σχήμα 6.6):

Σχήμα 6.6: Χρησιμότητα της πλουραλιστικής παρέμβασης

- Σε ένα πρώτο επίπεδο, συμβάλει στην οργάνωση των προβληματικών καταστάσεων που αναφύονται κατά την ανάπτυξη των βιομηχανικών οικοσυστημάτων, καθώς τα κατηγοριοποιεί με βάση την ύπαρξη σαφούς και ομόφωνης διατύπωσης, την αποδοχή ευρέως αποδεκτών λύσεων, την πολυπλοκότητα του συστήματος, την ενοποίηση των συμμετεχόντων κλπ.
- Στη συνέχεια, ιεραρχεί τις σχεδιαζόμενες παρεμβάσεις σε τέσσερα επίπεδα (τεχνικό, επιχειρησιακό, βελτιωτικό και στρατηγικό) με βάση τον υφιστάμενο προσανατολισμό (ροές υλικών ή σε δομή/οργάνωση) των (κυρίαρχων και δευτερευόντων) χαρακτηριστικών τους
- Ακόμη, διευρύνει τη θεώρηση του βιομηχανικού οικοσυστήματος, καθώς στηριζόμενο σε τέσσερις μεταφορές, προτείνει ισάριθμους τρόπους θέασης, καθένας από τους οποίους έχει διαφορετική αφετηρία και εστιάζει σε ξεχωριστά χαρακτηριστικά.

Πίνακας 6.8
Πλουραλιστική παρέμβαση σε ΒΟΣ: ένα φάσμα προσεγγίσεων
[προσαρμογή από Mouzakitis et al. (2007)]

Επίπεδο Ανάλυσης		
← βιομηχανική οικολογία →		
ροές υλικών	χαρακτηριστικό	δομή & οργάνωση
αντικατάσταση	παράδειγμα	μετατροπή μιας ΒΙΠΕ σε
δικτύου σωληνώσεων		οικοβιομηχανικό πάρκο
← περιεχόμενο προβλήματος →		
ξεκάθαρη	διατύπωση	υπό διαμόρφωση
σαφείς & αποδεκτές	μέθοδοι επίλυσης	υπό συζήτηση
γρίφος	τύπος προβλήματος	κυκεώνας προβλημάτων
απλό	σύστημα	πολύπλοκο
ενοποιημένοι	συμμετέχοντες	πλουραλιστικοί
← παρέμβαση →		
τεχνικό	επίπεδο	στρατηγικό
γνωστοί	στόχοι	άγνωστοι
μικρή	κλίμακα	μεγάλη
σύντομο	χρονικό διάστημα	μεγάλο
← παρεμβαίνοντες →		
βελτιστοποίηση	στόχος	ερμηνεία
διερεύνηση	μέσο	συμμετοχή
περιορισμένη	συμμετοχή	ευρεία
τεχνικό	κυρίαρχος κόσμος	κοινωνικός
← συστημική επιστήμη →		
σκληρή	προσέγγιση	μαλακή
συστημικός	πραγματικός κόσμος	προβληματικός
υπάρχει στον κόσμο	συστημικότητα	υπάρχει στη διαδικασία
αναπαράστασεις του		έρευνας
κόσμου	μοντέλα	επινοήσεις για ενίσχυση
μηχανή	κυρίαρχη μεταφορά	συζήτησης
κλασσική ΕΕ	μεθοδολογία	κουλτούρα
		ΜΜΣ
← ευρύτερο πλαίσιο →		
θετικισμός	φιλοσοφικό παράδειγμα	φαινομενολογία
λειτουργισμός	κοινωνιολογικό ρεύμα	ερμηνευτική
υποστασιολογική	λογική	διαδικαστική
θετικές	επιστήμες	κοινωνικές

- Επιπλέον, παρουσιάζει και ταξινομεί τους νοητικούς πόρους (μεθοδολογίες, τεχνικές και εργαλεία) που παρέχουν τα πεδία της επιχειρησιακής έρευνας και συστημικής επιστήμης.
- Τέλος, σε ένα συνθετικό επίπεδο, συνδυάζει όλα τα παραπάνω, δίνοντας σε εκείνον που σχεδιάζει μια παρέμβαση τη δυνατότητα για μια ολιστική και πολυμεθοδολογική προσέγγιση.

6.11 Σύνοψη

Το κεφάλαιο 6 καλύπτει το δεύτερο από τα τρία μέρη που αποτελούν τη συνεισφορά της διατριβής. Πιο συγκεκριμένα, στηριζόμενοι στο θεωρητικό υπόβαθρο της βιομηχανικής οικολογίας (κεφάλαιο 2) και της συστημικής προσέγγισης (κεφάλαιο 3) και χρησιμοποιώντας τα συμπεράσματα της συστημικής ανάλυσης (κεφάλαιο 5), αλλά και τις περιγραφές από τις υφιστάμενες περιπτώσεις οικοβιομηχανικής ανάπτυξης (Παράρτημα II), προτείνουμε ένα νέο συστημικό πλαίσιο που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ανάλυση των εμφανιζόμενων προβληματικών πλαισίων και στο σχεδιασμό των αντίστοιχων παρεμβάσεων.

Συνοπτικά, στο κεφάλαιο 6 παρουσιάστηκαν:

- οι υφιστάμενες προσεγγίσεις στην καταγραφή προβλημάτων και προσπάθειών επίλυσης
- η αναγκαιότητα μιας συστημικής και πλουραλιστικής παρέμβασης και το
- το προτεινόμενο πλαίσιο για το σχεδιασμό και την υλοποίηση συστημικής παρέμβασης.

Κατά την περιγραφή του προτεινόμενου πλαισίου μελετήθηκε:

- το σύστημα περιεχόμενου προβλήματος,
- το σύστημα παρέμβασης και
- το σύστημα νοητικών πόρων

Κατά τη μελέτη του συστήματος νοητικών πόρων, παρουσιάστηκαν:

- τέσσερις διαφορετικές όψεις των βιομηχανικών οικοσυστημάτων και

- η εφαρμογή συστημικών μεθοδολογιών.

Με το συγκεκριμένο κεφάλαιο, ολοκληρώνεται η συστημική αντιμετώπιση των βιομηχανικών οικοσυστημάτων, η οποία καλύπτει:

- τη συστημική σκέψη, μέσω της ανάλυσης που προηγήθηκε στο κεφάλαιο 6, αλλά και
- τη συστημική πρακτική, μέσω του σχεδιασμού συστημικών παρεμβάσεων που μελετήθηκε στο κεφάλαιο 6.

7. Κοινωνικοτεχνική προσέγγιση των βιομηχανικών οικοσυστημάτων

Η συνεισφορά του συγκεκριμένου κεφαλαίου έγκειται στη μελέτη της μετάβασης από το υφιστάμενο τεχνολογικό παράδειγμα στο οικοβιομηχανικό, υπό το πρίσμα της *κοινωνικοτεχνικής προσέγγισης*. Πιο συγκεκριμένα, το βιομηχανικό οικοσύστημα αντιμετωπίζεται ως ένα νέο *τεχνολογικό καθεστώς*¹, δηλαδή ως ένα σύνολο θεωρήσεων, πεποιθήσεων, κανόνων, και τεχνολογιών, το οποίο ρυθμίζει και διαμορφώνει τη βιομηχανική δραστηριότητα. Στο κεφάλαιο 7 συνδυάζονται τα θεωρητικά πλαίσια της βιομηχανικής οικολογίας (κεφάλαιο 2) και της κοινωνικοτεχνικής προσέγγισης (κεφάλαιο 4), οι περιγραφές από τις μελέτες περιπτώσεων (παράρτημα II), αλλά και τα συμπεράσματα που προέκυψαν από τη συστημική σκέψη στα βιομηχανικά οικοσυστήματα (κεφάλαιο 5). Στα πλαίσια της ανάλυσης, δίνονται απαντήσεις σε ερωτήματα όπως:

- Ποιες είναι οι υφιστάμενες προσεγγίσεις για το ρόλο της τεχνολογίας στην βιβλιογραφία των βιομηχανικών οικοσυστημάτων;
- Ποια η αναγκαιότητα της κοινωνικοτεχνικής προσέγγισης στην οικοβιομηχανική ανάπτυξη;
- Πως μπορεί να μελετηθεί το βιομηχανικό οικοσύστημα σαν ένα νέο σύστημα παραγωγής;
- Ποιες είναι οι δυσκολίες που εμφανίζονται κατά τη συγκεκριμένη μετάβαση;
- Πως μπορεί να αναλυθεί το πλαίσιο μετάβασης σε υφιστάμενες περιπτώσεις οικοβιομηχανικής συμβίωσης;
- Πως αναλύονται οι υφιστάμενες περιπτώσεις οικοβιομηχανικής συμβίωσης, στην περίπτωση που θεωρηθούν τεχνολογικοί θύλακες;
- Πως μπορεί να περιγραφεί η συγκεκριμένη μετάβαση υπό το πρίσμα της κοινωνικοτεχνικής προσέγγισης;

¹ Για την έννοια του τεχνολογικού καθεστώτος, βλέπε και παράγραφο 4.4.

7.1 Εισαγωγή

Το όραμα της βιομηχανικής οικολογίας στοχεύει στην αντικατάσταση των υφιστάμενων τεχνολογικών τροχιών από νέες οι οποίες θα παρουσιάζουν αειφόρα (και εν προκειμένω οικοσυστημικά) χαρακτηριστικά (Huber, 2004; Mulder and van den Bergh, 2001; Rip and Kemp, 1998). Λειτουργώντας προς μια τέτοια κατεύθυνση, η βιομηχανική οικολογία ξεπερνά το επίπεδο των διορθωτικών παρεμβάσεων μικρής κλίμακας, οι οποίες εμπίπτουν στη λογική της *επάρκειας*, και αναφέρεται στην ανάπτυξη ενός νέου βιομηχανικού παραδείγματος (ή συστήματος), στοχεύοντας σε στρατηγικές που συνδυάζουν *επάρκεια, αποδοτικότητα και αρμονική συνύπαρξη*².

Υιοθετώντας μια *θεσμικο-εξελικτική (evolutionary institutionalist's) προσέγγιση*, η βιομηχανική οικολογία μπορεί να θεωρηθεί ως μια νέα επιθυμητή κατάσταση στην τροχιά του παγκόσμιου συστήματος παραγωγής, ενώ τα υφιστάμενα βιομηχανικά οικοσυστήματα μπορούν να αντιμετωπισθούν ως διαφορετικές απεικονίσεις του νέου οικοσυστημικού παραδείγματος. Η συγκεκριμένη μετάβαση που αποτελεί μια *συστημική καινοτομία*³, είναι εφικτή μέσα από τεχνολογικές και οργανωσιακές καινοτομίες, οι οποίες αναφέρονται σε οργανωσιακό και δια-επιχειρησιακό επίπεδο (Adamides and Mouzakitis, 2008). Είναι προφανές ότι κάτω από το συγκεκριμένο πλαίσιο ανάλυσης, ο όρος *τεχνολογία*, δεν αναφέρεται μόνο σε συγκεκριμένα *τεχνουργήματα* ή τεχνικές, αλλά αποκτά ευρύτερη σημασία και εμπεριέχει επιπρόσθετα (οικονομικά, κοινωνικά, θεσμικά κλπ.) σημασιολογικά χαρακτηριστικά (Bijker, 1995; McKenzie, 2001), τα οποία μπορούν να μελετηθούν υπό το πρίσμα της κοινωνικοτεχνικής προσέγγισης.

Το υφιστάμενο κενό της βιβλιογραφίας στη σύνδεση του οικοβιομηχανικού παραδείγματος και κοινωνικοτεχνικής προσέγγισης, καλύπτεται από το συγκεκριμένο κεφάλαιο, το οποίο διαρθρώνεται ως εξής: αρχικά παρουσιάζονται οι υφιστάμενες προσεγγίσεις σχετικά με τη σχέση

² Για τις έννοιες της *επάρκειας*, της *αποδοτικότητας* και της *αρμονικής συνύπαρξης*, βλέπε και παράγραφο 2.2.

³ Για την έννοια της συστημικής καινοτομίας, βλέπε και παράγραφο 4.4.

τεχνολογίας και οικοβιομηχανικής ανάπτυξης και αμέσως μετά τεκμηριώνεται η αναγκαιότητα της κοινωνικοτεχνικής προσέγγισης. Στη συνέχεια παρουσιάζεται η βιομηχανική τεχνολογία σαν ένα νέο σύστημα παραγωγής και εξετάζονται ο ρόλος της τεχνολογίας αλλά και τα εμπόδια που εμφανίζονται κατά την μετάβαση. Αμέσως μετά, ακολουθεί η ανάλυση των βιομηχανικών οικοσυστημάτων που περιγράφονται στο παράρτημα II, με βάση δυο υφιστάμενα πλαίσια: τη μελέτη του πλαισίου μετάβασης και τη στρατηγικής διαχείρισης θυλάκων. Το κεφάλαιο ολοκληρώνεται με τη συζήτηση, στην οποία παρουσιάζεται ένα εννοιολογικό μοντέλο, το οποίο ερμηνεύει την ανάπτυξη βιομηχανικών οικοσυστημάτων, υπό το πρίσμα της κοινωνικοτεχνικής προσέγγισης.

7.2 Υφιστάμενες προσεγγίσεις

Ο ρόλος της τεχνολογίας έχει υπογραμμισθεί ακόμα και στις πρώιμες εργασίες του πεδίου της βιομηχανικής οικολογίας. Για παράδειγμα, οι Frosch and Galloroulos (1989) ορίζουν τα βιομηχανικά οικοσυστήματα σαν προσπάθειες υιοθέτησης καινοτόμων τεχνολογικών διαδικασιών και μεθόδων παραγωγής, οι οποίες στοχεύουν στην επανενσωμάτωση της βιομηχανικής παραγωγής στο φυσικό της περιβάλλον. Σε αντιστοιχία, ο Tibbs (1992) θεωρεί τη βιομηχανική οικολογία ως ένα όραμα το οποίο ενθαρρύνει, αλλά και απαιτεί καινοτομίες (σε τεχνολογικό αλλά και οργανωσιακό επίπεδο), οι οποίες θα οδηγήσουν σε ένα νέο μοντέλο βιομηχανικής παραγωγής, που θα έχει σχεδιαστεί και θα λειτουργεί σύμφωνα με τις αρχές λειτουργίας των φυσικών οικοσυστημάτων.

Εστιάζοντας σε ένα ‘τεχνικό’ επίπεδο ανάλυσης, οι Martin et al. (1996) διαχωρίζουν τις τεχνολογίες οι οποίες μπορούν να συμβάλλουν στην οικοβιομηχανική ανάπτυξη σε έξι κατηγορίες. Πιο συγκεκριμένα, διακρίνουν:

- *τεχνολογίες ανακύκλωσης, επανάκτησης, επαναχρησιμοποίησης και αντικατάστασης*, οι οποίες αποτελούν την καρδιά ενός βιομηχανικού

οικοσυστήματος καθώς συντελούν στην αξιοποίηση αποβλήτων και παραπροϊόντων.

- *τεχνολογίες περιβαλλοντικής επίβλεψης*, οι οποίες θα αποτελέσουν τη βάση για συλλογή δεδομένων που σχετίζονται με την εκτίμηση της υφιστάμενης κατάστασης καθώς και της αξιολόγησης των αντίστοιχων παρεμβάσεων
- *τεχνολογίες πληροφορικής*, οι οποίες σχετίζονται με την επικοινωνία, τη διαχείριση πληροφορίας, και την υποστήριξη αποφάσεων
- *τεχνολογίες μεταφοράς* πρώτων υλών, παραπροϊόντων, τελικών προϊόντων αλλά και εργαζομένων
- *τεχνολογίες ενέργειας*, οι οποίες εστιάζουν σε αύξηση της αποδοτικότητας στη χρήση ενέργειας, στη χρησιμοποίηση του ενεργειακού περιεχομένου των αποβλήτων, στη συμπαραγωγή ενέργειας και θερμότητας και φυσικά στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας
- *τεχνολογίες επεξεργασίας και αλληλοδιάδοχης χρήσης⁴ νερού*.

Για πολλούς ερευνητές, η βιομηχανική οικολογία δεν αποτελεί μια προσπάθεια εξωραϊσμού του υφιστάμενου συστήματος, αλλά σχετίζεται με μια μετάβαση όχι μόνο στο τεχνολογικό, αλλά και στο οικονομικό και κοινωνικό παράδειγμα (Ehrenfeld 2000; Korhonen 2002; Oropku 2004; Gibbs et al., 2005). Κάτω από τη συγκεκριμένη οπτική, η μελέτη της βιομηχανικής οικολογίας σαν ένα νέο τεχνολογικό παράδειγμα, οφείλει να συμπεριλάβει την κοινωνικοτεχνική προσέγγιση, η αναγκαιότητα της οποίας τεκμηριώνεται στην επόμενη παράγραφο.

7.3 Η αναγκαιότητα της κοινωνικοτεχνικής προσέγγισης

Κάτω από την παρούσα προσέγγιση, η βιομηχανική οικολογία αποτελεί μια *συστημική καινοτομία* που προϋποθέτει (αλλά και συνεπάγεται) σημαντικές αλλαγές στο κυρίαρχο σύστημα παραγωγής οι οποίες καλύπτουν όλο το

⁴ Η αλληλοδιάδοχη χρήση (cascade use) ενός πόρου, είναι μια έννοια ιδιαίτερα δημοφιλής στη σχετική βιβλιογραφία και σχετίζεται με την συνεχή αξιοποίηση ενός πόρου σε διαδοχικά στάδια του κύκλου ζωής του, και παρά το γεγονός ότι το περιεχόμενο του (υλικό, ενεργειακό, θερμοκρασιακό κλπ.) 'φθίνει' ποιοτικά (Sirkin and Ten Houten, 1994). Κλασσικές περιπτώσεις αλληλοδιάδοχης χρήσης πόρων έχουμε σε νερό ή σε ενέργεια.

τεχνολογικό φάσμα (ανάπτυξη και χρήση νέων τεχνολογιών, παραγωγή τεχνουργημάτων κλπ.) και επηρεάζουν (αλλά και επηρεάζονται) από σχετικές κοινωνικές ομάδες και θεσμούς (Adamides and Mouzakitis, 2008). Με άλλα λόγια, η υιοθέτηση του οικοβιομηχανικού συστήματος παραγωγής σε περιφερειακό, εθνικό και εν τέλει σε παγκόσμιο επίπεδο δεν είναι δυνατόν να προέλθει μέσα από βραχυχρόνιες αλλαγές μικρής κλίμακας και περιορισμένης εμβέλειας, αλλά αντίθετα, μέσα από παρεμβάσεις εκτεταμένης κλίμακας και μεγάλου χρονικού ορίζοντα. Λειτουργώντας προς μια τέτοια κατεύθυνση, αν θέλουμε να αντιμετωπίσουμε την βιομηχανική οικολογία όχι σαν μια προσπάθεια εφαρμογής οικοσυστημικών αρχών σε μικροκλίμακα (για παράδειγμα ένα δήμο ή μια βιομηχανική περιοχή), αλλά σαν ένα νέο κυρίαρχο σύστημα παραγωγής, το οποίο αποτελείται από ένα οργανωμένο πλέγμα κοινωνικών και οικονομικών δραστηριοτήτων, οφείλουμε να τη μελετήσουμε υπό το πρίσμα των *κοινωνικοτεχνικών συστημάτων*.

Επιπλέον, το τεκμηριωμένο γεγονός της περιορισμένης έκτασης και αποδοχής των πρακτικών εφαρμογών ⁵ της οικοβιομηχανικής ανάπτυξης (Mouzakitis et al., 2003; Heeres et al., 2004), δημιουργεί ερωτήματα σχετικά με το κατά πόσον η ολιστική (και εν προκειμένω κοινωνικοτεχνική) θεώρηση έχει πρώτα από όλα κατανοηθεί και δευτερευόντως μπορεί να αποτελέσει τη βάση για το σχεδιασμό κατάλληλων πολιτικών δράσης.

Στην περίπτωση της βιομηχανικής οικολογίας, η προσέγγιση του κοινωνικοτεχνικού συστήματος παρέχει τις εξής δυνατότητες:

- ανάλυση της έννοιας της βιομηχανικής οικολογίας ως μια νέα επιθυμητή θέση στο τεχνολογικό παράδειγμα του βιομηχανικού συστήματος παραγωγής
- συζήτηση και αξιολόγηση των υφιστάμενων περιπτώσεων οικοβιομηχανικής συμβίωσης, η οποία θα οδηγήσει σε νέα συμπεράσματα

⁵ Για μια κριτική στις πρακτικές εφαρμογές της βιομηχανικής οικολογίας, βλέπε και παράγραφο 2.6.

- σχεδιασμός νέων πολιτικών ανάπτυξης και διαχείρισης, οι οποίες θα στοχεύουν στην ανάδυση της βιομηχανικής οικολογίας ως το νέο κυρίαρχο σύστημα παραγωγής.

Κλείνοντας, να σημειώσουμε ότι στα πλαίσια της μετάβασης προς ένα αειφόρο παράδειγμα, η αναγκαιότητα της κοινωνικοτεχνικής προσέγγισης έχει ήδη επισημανθεί όχι μόνο από ακαδημαϊκά ιδρύματα, αλλά και από φορείς⁶ άσκησης πολιτικής.

7.4 Η βιομηχανική οικολογία σαν ένα νέο σύστημα παραγωγής

Όπως τονίστηκε και σε προηγούμενο κεφάλαιο⁷, το επίθετο βιομηχανικός στην έννοια της βιομηχανικής οικολογίας, αναφέρεται σε όλους τους κλάδους της ανθρώπινης δραστηριότητας. Παρόλα αυτά όμως, η βιομηχανική παραγωγή καθεαυτή είναι εκείνη που ευθύνεται κατά το μεγαλύτερο μέρος για την περιβαλλοντική υποβάθμιση. Ως εκ τούτου, η βιομηχανική παραγωγή αποτελεί και το βασικό αντικείμενο μελέτης, όταν αναφερόμαστε στη μετάβαση προς ένα νέο και αειφόρο τεχνολογικό σύστημα (Galloroulos, 2006). Η *βιομηχανική παραγωγή* μπορεί να θεωρηθεί σαν ένα ευρύ τεχνολογικό σύστημα, το οποίο πλέον εκτείνεται πέρα από την *εργοστασιακή παραγωγή* (Geels, 2006), αφού οι βιομηχανικές οργανώσεις καθίστανται ολοένα και πιο αλληλοεξαρτώμενες, καθώς το αναδυόμενο μοντέλο της *διευρυμένης επιχείρησης* (extended enterprise) εμπλέκει το σύνολο της εφοδιαστικής αλυσίδας (Browne et al., 1995).

Μπορούμε να θεωρήσουμε ότι το κοινωνικοτεχνικό σύστημα βιομηχανικής παραγωγής επηρεάζεται από:

- την επινόηση τεχνουργημάτων (τροχός, αργαλειός, μηχανή εσωτερικής καύσης, ηλεκτρονικός υπολογιστής κλπ.)
- την εισαγωγή νέων μεθόδων οργάνωσης παραγωγής (γγραμμή παραγωγής, κυψέλες εργασίας, κοινωνικοτεχνικό σύστημα εργασίας) και τέλος

⁶ Χαρακτηριστικά είναι τα παραδείγματα από το *Stockholm Environment Institute* (Raskin et al., 2002), το US National Research Council (1999) και το ολλανδικό *4th National Environmental Policy Plan* (VR0M, 2001).

⁷ Για μια σύνοψη των κλάδων οικονομικής δραστηριότητας, βλέπε και παράγραφο 5.6.

- κοινωνικές μεταβολές (μετακίνηση πληθυσμών σε πόλεις, μετανάστευση κλπ.)

Από την πρώτη βιομηχανική επανάσταση, μεταβολές στα παραπάνω χαρακτηριστικά, οδηγούν το παγκόσμιο σύστημα βιομηχανικής παραγωγής σε νέες καταστάσεις (βλέπε πίνακα 7.1).

Πίνακας 7.1: Παραδείγματα & χαρακτηριστικά συστημάτων παραγωγής

χαρακτηριστικό	σύστημα παραγωγής		
	μαζική παραγωγή	ευέλικτη εξειδίκευση	βιομηχανική οικολογία
μέγεθος μονάδων παραγωγής	μεγάλο	μικρό	σε αρμονία με το περιβάλλον
ευελιξία μονάδων παραγωγής	μικρή	μεγάλη	κατά περίπτωση
οργανωσιακές δομές	ιεραρχικές	επίπεδες	συν-διακυβέρνηση
προϊόντα	μη διαφοροποιημένα	διαφοροποιημένα	πράσινα
σχέσεις με πελάτες & προμηθευτές	ευκαιριακές	συνεργατικές	συμβιωτικές
στόχοι τεχνολογίας	μεγάλη κλίμακα & αποδοτικότητα	μικρή κλίμακα & ευελιξία	κυκλικότητα, συνεργασία
εργατικό δυναμικό	ανειδίκευτο	καλά καταρτισμένο	καταρτισμένο & ευαίσθητοποιημένο
αγορά	παγκόσμια		τοπική
φυσικό περιβάλλον	ανεξάντλητη πηγή πόρων	θέτει περιορισμούς	σε ισορροπία με ανάπτυξη

Τα διαφοροποιημένα αυτά συστήματα παραγωγής (όπως η βιοτεχνική παραγωγή, η μαζική παραγωγή, η ευέλικτη διαφοροποίηση, ευέλικτη και λιτή παραγωγή κλπ.), συχνά συνυπάρχουν και υπό το πρίσμα των θεσμικών οικονομικών αποτελούν διαφορετικούς τύπους οργάνωσης του καπιταλιστικού οικονομικού συστήματος (Lazonick, 1991).

Εξετάζοντας τη βιομηχανική οικολογία σαν ένα νέο σύστημα παραγωγής υπό το πρίσμα της κοινωνικοτεχνικής προσέγγισης, μπορούμε να διακρίνουμε

δύο συνεξελισσόμενα υποσυστήματα ⁸ : το υποσύστημα ανάπτυξης και παραγωγής και το υποσύστημα χρήσης τεχνουργημάτων και τεχνολογιών. Αν υποθέσουμε ότι στην περίπτωση της βιομηχανικής παραγωγής, η έννοια της τεχνολογίας αναφέρεται σε τεχνολογίες διαδικασίας (process technologies), αλλά και σε τεχνολογίες διαχείρισης (management technologies), η βασική δομή ενός κοινωνικοτεχνικού συστήματος οικοβιομηχανικής παραγωγής αποτυπώνεται στο σχήμα 7.1, όπου και μπορούμε να διακρίνουμε τέσσερα συνεξελισσόμενα υποσυστήματα:

- *το υποσύστημα ανάπτυξης και παραγωγής τεχνολογιών διαδικασίας*, που σχετίζεται με εγκαταστάσεις, μηχανολογικό εξοπλισμό, και διαδικασίες μετασχηματισμού πρώτων υλών και ενδιάμεσων προϊόντων σε συγκεκριμένα τεχνουργήματα, τα οποία και είναι έτοιμα προς χρήση,
- *το υποσύστημα ανάπτυξης και παραγωγής τεχνολογιών διαχείρισης*, που σχετίζεται με μεθόδους οργάνωσης της παραγωγικής διαδικασίας (οργάνωση και σχεδιασμός παραγωγής, έλεγχος αποθεμάτων, οργάνωση εργασίας κλπ.). Με άλλα λόγια, πρόκειται για το υποσύστημα που είναι υπεύθυνο για τη δημιουργία νέων τεχνικών διαχείρισης των συντελεστών που αναφέρονται στις τεχνολογίες διαχείρισης του προηγούμενου υποσυστήματος. Τέλος, υπάρχουν και
- *το υποσύστημα χρήσης και επιλογής τεχνολογιών διαδικασίας* καθώς και
- *το υποσύστημα χρήσης και επιλογής τεχνολογιών διαχείρισης*, τα οποία αναφέρονται στο περιβάλλον επιλογής και στην εφαρμογή στην πράξη των διαφορετικών συνδυασμών βιομηχανικής παραγωγής που προκύπτουν με βάση τις τεχνολογίες που αναπτύσσονται στα πλαίσια των δυο πρώτων υποσυστημάτων.

⁸ Για τα υποσυστήματα ενός κοινωνικοτεχνικού συστήματος, βλέπε και παράγραφο 4.5.

Σχήμα 7.1: Δομή ενός συστήματος οικοβιομηχανικής παραγωγής
[προσαρμογή από Adamides and Mouzakitidis (2008)]

7.5 Ο ρόλος της τεχνολογίας στο οικοβιομηχανικό σύστημα παραγωγής

Εξετάζοντας το ρόλο της τεχνολογίας στο οικοβιομηχανικό σύστημα παραγωγής, και με βάση τη δομή που παρουσιάστηκε στην προηγούμενη παράγραφο, μια βασική διαπίστωση, είναι η ασύμμετρη σχέση που υπάρχει ανάμεσα στα υποσυστήματα ανάπτυξης και χρήσης. Πιο συγκεκριμένα, η πλειονότητα των υφιστάμενων περιπτώσεων οικοβιομηχανικής ανάπτυξης καταδεικνύει πως το ενδιαφέρον επικεντρώνεται στη χρησιμοποίηση υφιστάμενων (και εν τέλει περιφερειακών σε σχέση με τη βιομηχανική οικολογία) τεχνολογικών μεθόδων, οι οποίες μέσω προ/μετά- επεξεργασίας των παραγόμενων αποβλήτων, δημιουργούν φυσικές συνδέσεις ανάμεσα σε παραγωγικές διαδικασίες. Με άλλα λόγια, οι σχετικές προσπάθειες εστιάζουν στην επιλογή τεχνολογιών και όχι στην ανάπτυξη αντίστοιχων καινοτομιών.

Η ασύμμετρη αυτή σχέση, καθιστά τις εν λόγω πρακτικές εφαρμογές περισσότερο μικρές βελτιώσεις του υφιστάμενου συστήματος παραγωγής,

παρά φιλόδοξες προσπάθειες δημιουργίας ενός νέου. Υπάρχουν βέβαια και λαμπρές εξαιρέσεις⁹, όπου για παράδειγμα η ύπαρξη (έστω και μιας) καινοτομίας, ήταν αρκετή για τη δημιουργία ενός νέου οικοβιομηχανικού συστήματος.

Συμπερασματικά, η τεχνολογία, μέσω των δυνατοτήτων που προσφέρει, αλλά και των περιορισμών που θέτει, αποτελεί τον ακρογωνιαίο λίθο της μετάβασης προς ένα νέο οικοβιομηχανικό σύστημα παραγωγής. Για το λόγο αυτό, προτείνουμε μια κατηγοριοποίηση των οικοβιομηχανικών τεχνολογιών (Adamides and Mouzakitis, 2008), η οποία διαφοροποιείται σε σχέση με εκείνη των Martin et al. (1996) (βλέπε παράγραφο 7.2), και τοποθετείται πιο κοντά στη φιλοσοφία της κοινωνικοτεχνικής προσέγγισης. Πιο συγκεκριμένα, μπορούμε να διακρίνουμε ανάμεσα στις :

- άμεσες οικοβιομηχανικές τεχνολογίες διαδικασίας (direct process industrial ecology technologies), οι οποίες σχετίζονται με τα τεχνουργήματα και τις μεθόδους που καθιστούν δυνατές τις συνδέσεις ανάμεσα σε επιμέρους βιομηχανικές διαδικασίες. Με βάση την τυπολογία των Martin et al. (1996), στη κατηγορία αυτή περιλαμβάνονται οι τεχνολογίες ανακύκλωσης, επανάκτησης, επαναχρησιμοποίησης και αντικατάστασης, οι τεχνολογίες ενέργειας και οι τεχνολογίες επεξεργασίας και αλληλοδιάδοχης χρήσης νερού.
- έμμεσες οικοβιομηχανικές τεχνολογίες διαχείρισης (direct process industrial ecology technologies), οι οποίες σχετίζονται με τις διαδικασίες οι οποίες παρέχουν ή υποστηρίζουν τις απαραίτητες υποδομές για την παραγωγή προϊόντων και την παροχή υπηρεσιών (Slack and Lewis, 2002). Εξεταζόμενες στα πλαίσια της τυπολογίας των Martin et al. (1996), οι τεχνολογίες διαχείρισης περιλαμβάνουν τις τεχνολογίες περιβαλλοντικής επίβλεψης, τις τεχνολογίες πληροφορικής και τις τεχνολογίες μεταφοράς.

⁹ Χαρακτηριστικές είναι οι περιπτώσεις Shell Project (Ολλανδία) και της μονάδας επεξεργασίας συσκευασιών (Φιλανδία) (βλέπε Παράρτημα II).

Αντιμετωπίζοντας την σχέση βιομηχανικής οικολογίας και τεχνολογίας, υπό το πρίσμα της κοινωνικοτεχνικής προσέγγισης, αναδεικνύονται ορισμένα ενδιαφέροντα συμπεράσματα:

- Η βιομηχανική οικολογία αποτελεί μια *σύνθεση* επιμέρους τεχνολογιών οι οποίες *συνδυαζόμενες*, έχουν τη δυνατότητα να συμβάλουν στην ελαχιστοποίηση του οικολογικού αποτυπώματος της βιομηχανικής δραστηριότητας.
- Στην περίπτωση της οικοβιομηχανικής ανάπτυξης, δεν υπάρχει ένα συγκεκριμένο τεχνούργημα ή μια συγκεκριμένη τεχνολογία (όπως για παράδειγμα, ο ηλεκτροκινητήρας στην περίπτωση της μαζικής παραγωγής) η οποία θα συμβάλλει αποφασιστικά στη μετάβαση προς το οικοβιομηχανικό παράδειγμα.
- Σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη καινοτομιών οφείλουν να διαδραματίσουν όχι μόνο οι εμπλεκόμενοι του υποσυστήματος ανάπτυξης και παραγωγής, αλλά και εκείνοι του υποσυστήματος χρήσης. Με άλλα λόγια, οι αλλαγές είναι απαραίτητες σε όλο το εύρος του κοινωνικοτεχνικού συστήματος (Vermeulen, 2005).
- Ο ρόλος των έμμεσων οικοβιομηχανικών τεχνολογιών διαχείρισης είναι υποτιμημένος, τόσο σε επιχειρησιακό, όσο και σε στρατηγικό επίπεδο. Πιο συγκεκριμένα, το βάρος των οικοβιομηχανικών καινοτομιών πρέπει να μετατοπισθεί και σε τεχνολογίες που σχετίζονται με την επικοινωνία, την ανταλλαγή πληροφοριών, τη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας κλπ.

7.6 Η μετάβαση προς το οικοβιομηχανικό σύστημα παραγωγής

Η μετάβαση προς ένα οικοβιομηχανικό σύστημα παραγωγής απαιτεί μεγάλο πλήθος αλλαγών που θα καλύπτει όλες τις διαστάσεις του κοινωνικοτεχνικού συστήματος. Όπως είδαμε και σε προηγούμενο κεφάλαιο¹⁰, σε κάθε μετάβαση, αντίκεινται αδρανειακές δυνάμεις του υφιστάμενου

¹⁰ Για τη μετάβαση ενός κοινωνικοτεχνικού συστήματος, βλέπε και παράγραφο 4.4.

παραγωγικού συστήματος. Για τη διερεύνηση των εμποδίων που θέτει το ισχύον κοινωνικοτεχνικό καθεστώς, στηρίζομαστε εν μέρει στην ανάλυση των Kemp et al. (1998), οι οποίοι μελέτησαν τη μετάβαση προς ένα νέο αειφόρο σύστημα τεχνολογιών μεταφοράς. Έτσι τα προβλήματα ¹¹ για τη θεμελίωση ενός οικοβιομηχανικού παραδείγματος, επαναπροσδιορίζονται στα πλαίσια της κοινωνικοτεχνικής προσέγγισης και μπορούν να ταξινομηθούν σε έξη κατηγορίες (βλέπε πίνακα 7.2).

Πίνακας 7.2: Εμπόδια μετάβασης σε οικοβιομηχανικό σύστημα παραγωγής
[προσαρμογή από Adamides and Mouzakitis (2008)]

Κατηγορία	Παραδείγματα
τεχνολογικοί & παράγοντες παραγωγής	<ul style="list-style-type: none"> – εστίαση σε επίπεδο παραγωγικής διαδικασίας – εστίαση σε βελτιστοποίηση και αποδοτικότητα – κυρίαρχες προσεγγίσεις: αντιρύπανση και ‘τέλους σωλήνα’ – απουσία λογικής διευρυμένης διαδικασίας (extended process)
οικονομικοί παράγοντες	<ul style="list-style-type: none"> – οικονομικότερη (τουλάχιστον βραχυπρόθεσμα) η απλή συμμόρφωση – αβεβαιότητα οικοβιομηχανικών επενδύσεων – απουσία συγκροτημένης αγοράς – απουσία σχετικών επιχορηγήσεων & ενισχύσεων
κοινωνικοί & ψυχολογικοί παράγοντες	<ul style="list-style-type: none"> – ανταγωνισμός & αδιαφορία επικρατούν της συνεργασίας – εστίαση σε συμμόρφωση – απώλεια αυτονομίας & αύξηση εξωτερικών εξαρτήσεων – οι βιομηχανικές περιοχές θεωρούνται έτσι κι αλλιώς ‘βρώμικες’ – βιομηχανική οικολογία: δυσνόητη & εκτός τρόπου σκέψης – απαιτούνται αλλαγές σε καθιερωμένες πρακτικές
κυβερνητικών πολιτικών	<ul style="list-style-type: none"> – εστίαση σε συγκεκριμένα προβλήματα (πχ.: μόλυνση υδροφόρου ορίζοντα) – εστίαση σε συγκεκριμένα προϊόντα και διαδικασίες – κυρίαρχες προσεγγίσεις: αντιρύπανση και ‘τέλους σωλήνα’ – απουσία οικοβιομηχανικών πρωτοβουλιών
εκπαίδευση μηχανικών	<ul style="list-style-type: none"> – εξειδίκευση (χημικός, ηλεκτρολόγος κλπ.). – εστίαση σε συγκεκριμένα προϊόντα και διαδικασίες – κυρίαρχες προσεγγίσεις: αντιρύπανση και ‘τέλους σωλήνα’ – απουσία οικοβιομηχανικής σκέψης
υποδομές	<ul style="list-style-type: none"> – ανάπτυξη νέων υπηρεσιών, διαδικασιών – κοινές επενδύσεις & κοινή διαχείριση – εμπλοκή τοπικής κοινότητας

Πιο συγκεκριμένα, παρουσιάζονται εμπόδια:

- οικονομικής φύσεως
- που σχετίζονται με τις χρησιμοποιούμενες τεχνολογίες και τις μεθόδους παραγωγής,

¹¹ Για τα προβλήματα που ανακύπτουν κατά την ανάπτυξη βιομηχανικών οικοσυστημάτων βλέπε και παραγράφους 7.2 και 7.5.

- που προέρχονται από κοινωνικούς και ψυχολογικούς παράγοντες
- που οφείλονται σε ανεπάρκεια των κυβερνητικών πολιτικών
- που προέρχονται από την εκπαίδευση (των μηχανικών)
- που σχετίζονται με τις υφιστάμενες βιομηχανικές υποδομές.

Είναι προφανές ότι η παραπάνω τυπολογία είναι ενδεικτική, καθώς οι κατηγορίες αλληλοεπηρεάζονται, συνεξελίσσονται και αποτελούν ένα ενιαίο πλέγμα. Για παράδειγμα, η έλλειψη πρωτοβουλιών από πλευράς κυβερνητικής πολιτικής, συνδέεται άμεσα με την απουσία σχετικών προγραμμάτων οικονομικής ενίσχυσης, γεγονός που δε συμβάλει θετικά στην αποδοχή και διάδοση του οικοβιομηχανικού συστήματος παραγωγής σε άμεσα εμπλεκόμενους (μηχανικοί παραγωγής), συντηρώντας έτσι ένα κλίμα προσκόλλησης σε αντιρρυπαντικές προσεγγίσεις.

7.7 Μελέτη του πλαισίου μετάβασης

Όπως περιγράψαμε σε προηγούμενο κεφάλαιο¹², οι Smith et al. (2005) πρότειναν τη μελέτη μιας τεχνολογικής μετάβασης με βάση το βαθμό συντονισμού και την προέλευση των χρησιμοποιούμενων πόρων, και διέκριναν τέσσερις περιπτώσεις:

- ενδογενής ανανέωση (Εν. Αν.),
- αναπροσαρμογή τροχιάς (Αν. Τρ.),
- αναδυόμενος μετασχηματισμός (Αν. Μτ.) και
- ένσκηπη μετάβαση (Εν. Μτ.).

Εξετάζοντας λοιπόν το πλαίσιο μετάβασης των περιπτώσεων οικοβιομηχανικής ανάπτυξης που περιγράφονται στο Παράρτημα II, με βάση την προσέγγιση των Smith et al.(2002), προκύπτουν τα παρακάτω συμπεράσματα (τα αποτελέσματα συνοψίζονται στον πίνακα 7.3):

- Στην πλειοψηφία των περιπτώσεων, η απόκριση των εμπλεκόμενων ήταν συντονισμένη. Με άλλα λόγια, υπάρχει ένα συγκεκριμένο σχέδιο ή μια σαφώς διατυπωμένη πρόθεση για μετάβαση του συστήματος προς μια άλλη

¹² Για την περιγραφή του πλαισίου εργασίας των Smith et al. (2005), βλέπε και παράγραφο 5.5.

κατάσταση. Βέβαια, όπως περιγράψαμε σε προηγούμενο κεφάλαιο¹³, η νέα αυτή κατάσταση δε σχετίζεται πάντοτε με την εφαρμογή των αρχών της βιομηχανικής οικολογίας, αλλά μπορεί να είναι η περιβαλλοντική διαχείριση μιας βιομηχανικής ζώνης, η αποσυμφόρηση μιας οικολογικά βεβαρημένης έκτασης, η τόνωση της επιχειρηματικής δραστηριότητας σε περιοχές που γνωρίζουν οικονομική ύφεση κλπ. Το κατά πόσο η διατύπωση του σχεδίου δράσης είναι αποτέλεσμα *bottom-up* ή *top-down* προσέγγισης θα διερευνηθεί στην επόμενη παράγραφο, όπου θα μελετηθεί η διαχείριση των στρατηγικών θυλάκων οικοβιομηχανικής ανάπτυξης.

- Τις περισσότερες φορές, η μετάβαση στηρίζεται σε πόρους που προέρχονται από το ίδιο το σύστημα. Πόροι εκτός συστήματος θεωρούνται υποκείμενα δράσης (όπως για παράδειγμα επιχειρήσεις οι οποίες λειτουργούν ως αποδομητές) που δεν υπήρχαν στην αρχική κατάσταση του συστήματος, άλλοι φορείς (πανεπιστήμια, ερευνητικά κέντρα κλπ.) οι οποίοι λειτουργούν επικουρικά, έχοντας συμβουλευτικό ή συντονιστικό ρόλο και τέλος οικονομικές ενισχύσεις (που προέρχονται από τοπικές, περιφερειακές, εθνικές κυβερνήσεις, ή ακόμα και από την Ευρωπαϊκή Κοινότητα).

Όπως προκύπτει από τον συνδυασμό των παραπάνω συμπερασμάτων, η κυρίαρχη μορφή μετάβασης είναι η ενδογενής ανανέωση, η οποία προϋποθέτει την ύπαρξη ενός συγκεκριμένου σχεδίου και την παρουσία επαρκών πόρων για τη μετάβαση.

¹³ Βλέπε παράγραφο 6.8.

Πίνακας 7.3: Πλαίσιο μετάβασης θυλάκων οικοβιομηχανικής ανάπτυξης

Βιομηχανικό Οικοσύστημα	Συντονισμένη απόκριση		Προέλευση πόρων εκ των		Μετάβαση			
	ναι	όχι	έσω	έξω	Εν. Αv	Αv. Τρ	Αv. Μτ.	Εν. Μτ
1 Hartberg		X	X			X		
2 Styria		X		X			X	
3 PIPA	X		X		X			
4 SECOIA	X			X			X	
5 Heidelberg	X		X		X			
6 Karlsruhe	X		X		X			
7 Redupark	X		X		X			
8 Emscher Park	X			X			X	
9 Value Park	X		X		X			
10 Herning-Ikast	X		X		X			
11 Kalundborg		X		X			X	
12 Crewe Park	X	X	X		X			
13 Humber	X			X				X
14 Knowsley Park	X			X				X
15 Londonderry	X		X		X			
16 Trafford Park	X			X				X
17 West Midlands	X		X		X			
18 Torino		X	X			X		
19 Arnhem	X		X		X			
20 Apeldoorn	X		X		X			
21 Dintelroord	X		X		X			
22 Emmen	X		X		X			
23 Wavin Park		X	X			X		
24 INES Project	X			X				X
25 Shell Project		X	X			X		
26 Ter Apelkanaal	X		X		X			
27 Van Mera EIP		X	X			X		
28 Δήμος		X		X			X	
29 Landskroma	X			X				X
30 Μονάδα επ.		X	X			X		
31 Jyväskylä		X		X				X
32 Uimajarju park		X		X				X
Σύνολο (.../32)	20	12	20	12	14	6	5	7

7.8 Μελέτη διαχείρισης θυλάκων οικοβιομηχανικής ανάπτυξης

Όπως είδαμε σε προηγούμενο κεφάλαιο¹⁴, ένας τρόπος αλλαγής του υφιστάμενου τεχνολογικού παραδείγματος, είναι η δημιουργία τεχνολογικών θυλάκων. Στη συγκεκριμένη παράγραφο, θα εξετάσουμε τις υφιστάμενες περιπτώσεις οικοβιομηχανικής συμβίωσης που περιγράφονται στο Παράρτημα II, υπό το πρίσμα της *στρατηγικής διαχείρισης θυλάκων*¹⁵. Εξυπακούεται βέβαια, ότι καμία από τις υφιστάμενες περιπτώσεις δεν αναπτύχθηκε στα πλαίσια μιας συγκεκριμένης πρωτοβουλίας που στόχευε στη δημιουργία θυλάκων βιομηχανικής οικολογίας. Παρόλα αυτά όμως, η ανάλυση που θα ακολουθήσει (τα αποτελέσματα της οποίας συνοψίζονται στον πίνακα 7.4), θα δώσει πολύτιμα συμπεράσματα για τη διαδικασία ανάπτυξης βιομηχανικών οικοσυστημάτων και θα ερμηνεύσει την (μειωμένη κατά γενική ομολογία) διείσδυση που έχουν στο υφιστάμενο τεχνολογικό παράδειγμα.

Το πρώτο στοιχείο που εξετάζεται είναι το κατά πόσον οι οικοβιομηχανικοί θύλακες είναι αποτέλεσμα αυτοοργάνωσης¹⁶, ή είναι προϊόν κεντρικού ελέγχου και σχεδιασμού. Η μελέτη των υφιστάμενων βιομηχανικών οικοσυστημάτων, αναδεικνύει τη δυναμική και μιας τρίτης ενδιάμεσης κατάστασης, όπου κεντρικές αρχές και επιχειρήσεις προσπαθούν από κοινού να δημιουργήσουν τις κατάλληλες συνθήκες για την ανάπτυξη μελλοντικών συνεργασιών. Οι τρεις καταστάσεις που αναφέρθηκαν, αναφέρονται εν τέλει σε διαφορετικά μοντέλα διακυβέρνησης, τα οποία με βάση την τυπολογία του Kooiman (2003) έχουν ονομασθεί¹⁷ ως *ιεραρχική διακυβέρνηση* (↓), *αυτο-διακυβέρνηση* (↑) και τέλος *συν-διακυβέρνηση* (↑↓).

Στη συνέχεια, ορμώμενοι από τον υφιστάμενο ορισμό των *στρατηγικών θυλάκων*, ελέγχουμε κατά πόσο οι περιπτώσεις του Παραρτήματος II, εμφανίζουν τα εξής χαρακτηριστικά:

- παροχή προστασίας (κυρίως σε οικονομικό επίπεδο),

¹⁴ Για την πολυεπίπεδη προσέγγιση στις τεχνολογικές μεταβάσεις, βλέπε και παράγραφο 4.4.

¹⁵ Για τη διαχείριση στρατηγικών θυλάκων βλέπε και παράγραφο 4.5.

¹⁶ Για το ζήτημα της αυτοοργάνωσης και του κεντρικού σχεδιασμού, βλέπε και παράγραφο 5.11.

¹⁷ Ο Kooiman (2003) κάνει λόγο για hierarchical governance, self- governance και co- governance.

- ανάπτυξη καινοτομιών (σε άμεσες και έμμεσες οικοβιομηχανικές τεχνολογίες)
- διευρυμένη συμμετοχή (από εμπλεκόμενους που προέρχονται κι από τα δύο υποσυστήματα (ανάπτυξης και χρήσης) τεχνολογίας.

Τα αποτελέσματα της αξιολόγησης των υφιστάμενων περιπτώσεων οικοβιομηχανικής ανάπτυξης υπό το πρίσμα της *στρατηγικής διαχείρισης* θυλάκων παρουσιάζονται στον Πίνακα 7.4, από όπου προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα:

- Πρώτα από όλα, επιβεβαιώνεται η ασύμμετρη σχέση που επισημάνθηκε στην αρχή του κεφαλαίου, ανάμεσα στα υποσυστήματα ανάπτυξης και χρήσης τεχνολογίας, αφού μόνο εννιά περιπτώσεις σε σύνολο τριάντα δύο, παρουσίασαν ανάπτυξη καινοτομιών.
- Λίγες ήταν επίσης οι περιπτώσεις παροχής προστασίας (η οποία όπως παρουσιάσαμε στην προηγούμενη παράγραφο συνίσταται σε οικονομική ενίσχυση από τοπικές/εθνικές κυβερνήσεις ή την Ευρωπαϊκή Κοινότητα). Ακόμη λιγότερες είναι οι περιπτώσεις όπου η συμμετοχή είναι διευρυμένη και στο εγχείρημα εμπλέκονται άλλοι φορείς (πανεπιστήμια, ερευνητικά κέντρα) που σχετίζονται με παραγωγή γνώσης και τεχνολογιών. Με άλλα λόγια, σπάνια έχει δημιουργηθεί το απαραίτητο κοινωνικό δίκτυο υποστήριξης¹⁸.
- Το πλέον δημοφιλές μοντέλο διακυβέρνησης είναι εκείνο της *αυτό-διακυβέρνησης*, αλλά όπως θα εξηγήσουμε παρακάτω, το πλέον επιτυχημένο (υπό το πρίσμα της κοινωνικοτεχνικής προσέγγισης) φέρεται να είναι εκείνο της *συν-διακυβέρνησης*.

Η κατάσταση που περιγράφηκε (έλλειψη καινοτομιών, απουσία διευρυμένης συμμετοχής), ερμηνεύει, υπό το πρίσμα της κοινωνικοτεχνικής προσέγγισης, την αποτυχία των υφιστάμενων βιομηχανικών οικοσυστημάτων όσον αφορά τη διεύθυνση του οικοβιομηχανικού μοντέλου ανάπτυξης στο ισχύον τεχνολογικό καθεστώς.

¹⁸ Για την αναγκαιότητα του κοινωνικού δικτύου υποστήριξης, βλέπε και παράγραφο 5.5.

Πίνακας 7.4: Διαχείριση στρατηγικών θυλάκων οικοβιομηχανικής ανάπτυξης

Βιομηχανικό Οικοσύστημα	Δημιουργία			Παροχή προστασίας	Ανάπτυξη καινοτομιών	Διευρυμένη συμμετοχή	Σύνολο (.../3)
	↓	↑	↑↓				
1 Hartberg		⊕			χ		1
2 Styria		⊕					0
3 PIPA	⊕						0
4 SECOIA			⊕				0
5 Heidelberg			⊕		χ		1
6 Karlsruhe		⊕					0
7 Redupark		⊕			χ		1
8 Emscher Park	⊕			χ			1
9 Value Park	⊕						0
10 Herning-Ikast		⊕					0
11 Kalundborg		⊕					0
12 Crewe Park	⊕						0
13 Humber			⊕	χ	χ	χ	3
14 Knowsley Park	⊕			χ		χ	2
15 Londonderry			⊕				0
16 Trafford Park	⊕			χ			1
17 West Midlands			⊕		χ		1
18 Torino	⊕				χ		1
19 Arnhem	⊕						0
20 Apeldoorn	⊕						0
21 Dintelroord	⊕						0
22 Emmen		⊕					0
23 Wavin Park			⊕				0
24 INES Project			⊕	χ		χ	2
25 Shell Project		⊕			χ		1
26 Ter Apelkanaal		⊕					0
27 Van Mera EIP		⊕					0
28 Δήμος		⊕					0
29 Landskroma			⊕	χ		χ	2
30 Μονάδα επ.		⊕			χ		1
31 Jyväskylä		⊕					0
32 Uimajarju park		⊕			χ		1
Σύνολο (.../32)	10	14	8	6	9	5	

Οι μοναδικές σχεδόν εξαιρέσεις ανάμεσα στις περιπτώσεις που εξετάσθηκαν, προέρχονται από το εθνικό πρόγραμμα βιομηχανικής συμβίωσης (National Industrial Symbiosis Program) που έχει αναπτυχθεί στο Ηνωμένο Βασίλειο, το οποίο αποτελεί την πρώτη χώρα που έχει θεσμοθετήσει την βιομηχανική οικολογία ως ένα βασικό πυλώνα στη χάραξη εθνικής περιβαλλοντικής πολιτικής. Το εν λόγω πρόγραμμα ξεκίνησε πριν από τρία χρόνια (Απρίλιος 2005), εφαρμόστηκε σε αρκετές περιοχές της χώρας και τα αποτελέσματα είναι ιδιαίτερα ενθαρρυντικά (Mirata, 2004; Mirata and Emtairah, 2005). Οι συγκεκριμένες περιπτώσεις¹⁹ (Humber, West Midlands) μπορούν ως ένα βαθμό να θεωρηθούν επιτυχημένοι στρατηγικοί θύλακες και ότι συμβάλουν προς την παραδειγματική αλλαγή της οικοβιομηχανικής ανάπτυξης, καθώς το *συν-διακυβερνητικό* μοντέλο που ακολουθείται, παρέχει τη δυνατότητα προστασίας, διευρυμένης συμμετοχής, ενώ δεν αποκλείεται και η εμφάνιση καινοτομιών.

7.9 Συζήτηση

Σε μια προσπάθεια σύνθεσης των θέσεων που παρουσιάστηκαν στις προηγούμενες παραγράφους, αναπτύξαμε ένα εννοιολογικό μοντέλο που ερμηνεύει την ανάπτυξη βιομηχανικών οικοσυστημάτων, υπό το πρίσμα της κοινωνικοτεχνικής προσέγγισης.

Κατά τη μετάβαση του υφιστάμενου βιομηχανικού συστήματος προς μια νέα αιφόρα κατάσταση με οικοσυστημικά χαρακτηριστικά, εμφανίζονται εμπόδια, καθώς το περιβάλλον (και συγκεκριμένα οι αδρανειακές δυνάμεις που ασκούνται από το υφιστάμενο τεχνολογικό πλαίσιο) αντίκειται στην επιδιωκόμενη αλλαγή. Από την άλλη πλευρά, οι οργανωσιακές και τεχνολογικές καινοτομίες που είναι απαραίτητες για τη δημιουργία και διατήρηση του βιομηχανικού οικοσυστήματος μπορούν να προέλθουν είτε από το ίδιο το βιομηχανικό σύστημα, είτε από το περιβάλλον του. Με τον όρο περιβάλλον, στην περίπτωση αυτή δεν αναφερόμαστε στις αδρανειακές δυνάμεις του

¹⁹ Για περισσότερες λεπτομέρειες στην ανάπτυξη και λειτουργία των συγκεκριμένων βιομηχανικών οικοσυστημάτων, βλέπε Παράρτημα 2.

υφιστάμενου τεχνολογικού πλαισίου, αλλά στα δυο υποσυστήματα (ανάπτυξης και χρήσης) τεχνολογιών, τα οποία ενισχύουν την προσπάθεια μετάβασης (βλέπε σχήμα 7.2).

Σχήμα 7.2 Ανάπτυξη βιομηχανικών οικοσυστημάτων – 1
[προσαρμογή από Adamides and Mouzakitits (2008)]

Η διακυβέρνηση της μετάβασης προς ένα αιιφόρο τεχνολογικό καθεστώς μπορεί να επιτευχθεί μέσα από την ανάπτυξη και διαχείριση στρατηγικών θυλάκων οικοβιομηχανικής ανάπτυξης (βλέπε σχήμα 7.3). Οι εν λόγω θύλακες θα πυροδοτήσουν αντίστοιχες προσπάθειες, οι οποίες σε βάθος χρόνου θα ανατρέψουν την υφιστάμενη ‘διαμόρφωση’ του τεχνολογικού καθεστώτος, συμβάλλοντας στην αριθμητική εξάπλωση και τη γεωγραφική επέκταση των υφιστάμενων βιομηχανικών συμβιώσεων.

Κλείνοντας τη συζήτηση, να σημειώσουμε πως ένα βιομηχανικό οικοσύστημα μπορεί να λειτουργήσει ως στρατηγικός θύλακας βιομηχανικής οικολογίας, και να συμβάλλει έτσι ουσιαστικά στη μετάβαση προς ένα οικοβιομηχανικό τεχνολογικό καθεστώς όταν:

- έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια μιας συγκεκριμένης αναπτυξιακής (είτε εθνικής είτε περιφερειακής) πολιτικής
- όσον αφορά τη δομή και οργάνωση των εμπλεκόμενων, στηρίζεται στο μοντέλο της *συν-διακυβέρνησης*
- περιλαμβάνει εμπλεκόμενους από όλα τα υποσυστήματα (ανάπτυξη και χρήση τεχνολογιών διαδικασίας και διαχείρισης) που συνθέτουν το σύστημα παραγωγής.
- παρέχεται οικονομική και θεσμική προστασία στους αναπτύσσοντες, αλλά και χρησιμοποιούντες καινοτομίες.

Σχήμα 7.3: Ανάπτυξη βιομηχανικών οικοσυστημάτων - 2

7.10 Σύνοψη

Με το κεφάλαιο 7, ολοκληρώνεται η εξέταση προβλημάτων και παρεμβάσεων (σε μακρο επίπεδο) κατά τη μετάβαση προς ένα οικοβιομηχανικό καθεστώς συστημάτων παραγωγής. Πιο συγκεκριμένα, στηριζόμενοι στο θεωρητικό πλαίσιο της *βιομηχανικής οικολογίας* (κεφάλαιο 2), σε περιγραφές από τις πρακτικές εφαρμογές (παράρτημα II), αλλά και στα συμπεράσματα που προέκυψαν από τη *συστημική σκέψη* στα βιομηχανικά οικοσυστήματα (κεφάλαιο 5), θεωρήσαμε το βιομηχανικό οικοσύστημα ως ένα νέο *τεχνολογικό καθεστώς*,

και το μελετήσαμε υπό το πρίσμα και της *κοινωνικοτεχνικής προσέγγισης* (κεφάλαιο 4).

Συνοπτικά, στο κεφάλαιο 7 παρουσιάστηκαν:

- οι υφιστάμενες προσεγγίσεις στη σχέση τεχνολογίας και βιομηχανικής οικολογίας
- η αναγκαιότητα της κοινωνικοτεχνικής προσέγγισης
- η παρουσίαση της βιομηχανικής οικολογίας σαν ένα νέο σύστημα παραγωγής
- ο ρόλος της τεχνολογίας και οι εμφανιζόμενες δυσκολίες στην εν λόγω μετάβαση
- η ανάλυση υφιστάμενων περιπτώσεων οικοβιομηχανικής συμβίωσης με βάση δυο άξονες: το πλαίσιο της μετάβασης και τη στρατηγική διαχείριση θυλάκων και τέλος
- ένα εννοιολογικό μοντέλο, το οποίο ερμηνεύει την ανάπτυξη βιομηχανικών οικοσυστημάτων υπό το πρίσμα της κοινωνικοτεχνικής προσέγγισης.

8. Συμπεράσματα

Το συγκεκριμένο κεφάλαιο συνοψίζει τη διατριβή, συνθέτει τα συμπεράσματα που προέκυψαν από τα κεφάλαια 5, 6 και 7, ενώ παρουσιάζει και πιθανές προοπτικές επέκτασης της έρευνας που διεξήχθη.

8.1 Σύνοψη

Η περιοχή ενδιαφέροντος της διατριβής είναι η μελέτη της μετάβασης προς ένα τεχνολογικό παράδειγμα, το οποίο θα διέπεται από τις αρχές της *βιομηχανικής οικολογίας*. Χρησιμοποιήθηκαν τρία επίπεδα ανάλυσης σε κάθε ένα από τα οποία έγινε χρήση των κατάλληλων θεωρητικών εργαλείων που προέρχονται από τα πεδία της *συστημικής επιστήμης* και των *σπουδών επιστήμης και τεχνολογίας*. Πιο συγκεκριμένα:

- για τη συστημική περιγραφή, το βιομηχανικό οικοσύστημα αντιμετωπίστηκε ως τυπικό *σύστημα*, δηλαδή ως ένα πολύπλοκο και εξαιρετικά διασυνδεδεμένο δίκτυο μερών, το οποίο ως σύνολο επιδεικνύει αναδυόμενες ιδιότητες. Η ανάλυση στηρίχθηκε στη *Γενική Θεωρία Συστημάτων* (von Bertalanffy, 1968).
- για την επίλυση των προβλημάτων που ανακύπτουν σε μικρό επίπεδο κατά τη δημιουργία ή συντήρηση οικοβιομηχανικών θυλάκων, το βιομηχανικό οικοσύστημα μελετήθηκε ως *οργάνωση*, δηλαδή ως μια συγκροτημένη ομάδα εμπλεκομένων, οι οποίοι συνδέονται με κοινές πεποιθήσεις και αγωνίζονται για την πραγμάτωση συγκεκριμένων στόχων, και η ανάλυση στηρίχθηκε στα πλαίσια της *Ολικής Συστημικής Παρέμβασης* (Flood & Jackson, 1991) και της *Κριτικής Προσέγγισης* (Mingers, 1997).
- για τη μελέτη της μετάβασης προς ένα οικοβιομηχανικό σύστημα παραγωγής, το βιομηχανικό οικοσύστημα αντιμετωπίστηκε ως *τεχνολογικό καθεστώς*, δηλαδή ως ένα σύνολο θεωρήσεων, πεποιθήσεων, κανόνων, και τεχνολογιών, το οποίο ρυθμίζει και διαμορφώνει τη βιομηχανική δραστηριότητα. Η ανάλυση στηρίχθηκε στην προσέγγιση του *κοινωνικοτεχνικού συστήματος* (Geels, 2004), και αναδείχθηκε ο ρόλος των *Στρατηγικών Θυλάκων* (Kemp et al., 1998), στη δημιουργία, συντήρηση και ανάπτυξη των οποίων σημαντικό ρόλο διαδραματίζουν τα συστημικά εργαλεία παρέμβασης.

8.2 Συμπεράσματα

Η περιγραφή του βιομηχανικού οικοσυστήματος μέσα από θεμελιώδεις συστημικές έννοιες (σκοπός, στόχοι, όρια, περιβάλλον, στοιχεία, εμπλεκόμενοι, εισροές, εκροές, ανάδυση, ιεραρχία, δομή, οργάνωση, έλεγχος, επικοινωνία και δυναμική) κατέδειξε ότι δεν υπάρχει ένα συγκεκριμένο *αρχέτυπο*, το οποίο να είναι αντιπροσωπευτικό της *σημερινής μορφής* των βιομηχανικών οικοσυστημάτων. Επιπλέον, δεν υπάρχει ένα συγκεκριμένο *αρχέτυπο*, το οποίο να περιγράφει την *ιδανική μορφή* ενός βιομηχανικού οικοσυστήματος. Με άλλα λόγια, μια ολιγομελής, σφιχτή βιομηχανική συμβίωση που αποτελείται από μεγάλου μεγέθους βιομηχανικές μονάδες, δεν είναι λιγότερο ή περισσότερο αιεφόρος από ένα εκτεταμένο και χαλαρά συνδεδεμένο βιομηχανικό οικοσύστημα μικρομεσαίων επιχειρήσεων.

Στις υφιστάμενες περιπτώσεις βιομηχανικής συμβίωσης, υπάρχουν χαρακτηριστικά όπως ο μεγάλος αριθμός εμπλεκόμενων, τα διαφορετικά μοντέλα σχεδιασμού (top-down, bottom-up), η ισχυρή εξάρτηση από τις αρχικές συνθήκες, ο διεπιχειρησιακός χαρακτήρας τις προσέγγισης κλπ., τα οποία καθιστούν την οικοβιομηχανική ανάπτυξη προβληματική, τόσο σε κλασσικούς τομείς (οικονομικός, τεχνικός), όσο και σε πιο επιτηδευμένους (γνωσιακός, ρυθμιστικός). Επιπλέον κάθε βιομηχανικό οικοσύστημα ακολουθεί τη δική του τροχιά, και εμφανίζει διαφορετικά προβλήματα σε διαφορετικά στάδια ανάπτυξης.

Στο μικρο επίπεδο θεώρησης, δηλαδή σε αυτό της (ένσκοπης ή εξελικτικής) δημιουργίας και ανάπτυξης θυλάκων, τόσο τα εμφανιζόμενα προβλήματα, όσο και οι απαιτούμενες παρεμβάσεις ποικίλουν σε σχέση με το μέγεθος, τη χρονική διάρκεια, το βαθμό πολυπλοκότητας κλπ. Το γεγονός αυτό, καθιστά αδύνατη τη χρησιμοποίηση μιας συγκεκριμένης μεθοδολογίας (ή έστω ενός συνόλου μεθοδολογιών), η οποία εφαρμοζόμενη θα καλύπτει κάθε υφιστάμενη ανάγκη. Με άλλα λόγια, δεν είναι δυνατόν να υπάρξει ένα σύνολο αυστηρών κανόνων, οι οποίοι θα καθορίσουν την επιλογή μιας συγκεκριμένης μεθοδολογίας για ένα δεδομένο τύπου προβλήματος ή/και παρέμβασης.

Η ως άνω περιγραφόμενη κατάσταση, καθιστά αναγκαία την ύπαρξη ενός πλουραλιστικού φάσματος παρεμβάσεων, το οποίο θα καλύπτει τόσο τεχνικής φύσεως προβλήματα που απαιτούν σκληρές προσεγγίσεις, όσο στρατηγικής φύσεως προβλήματα, τα οποία μπορούν να αντιμετωπισθούν με μαλακές προσεγγίσεις. Λειτουργώντας προς αυτή την κατεύθυνση, είναι απαραίτητη η εξέταση του οικοβιομηχανικού συστήματος κάτω από διαφορετικές οπτικές, γεγονός που οδηγεί στη χρήση διαφορετικών μεταφορικών περιγραφών (μηχανή, οργανισμός κλπ.).

Στο μάκρο επίπεδο ανάλυσης της μετάβασης, το υφιστάμενο κοινωνικοτεχνικό καθεστώς αντιστέκεται, δημιουργώντας προβλήματα που σχετίζονται με την αντικατάσταση των χρησιμοποιούμενων τεχνολογιών και των μεθόδων παραγωγής, την ανεπάρκεια των κυβερνητικών πολιτικών, την εκπαίδευση, τις υφιστάμενες βιομηχανικές υποδομές κλπ. Ως αποτέλεσμα, η υιοθέτηση του οικοβιομηχανικού συστήματος παραγωγής δεν είναι δυνατόν να προέλθει από μη συντονισμένες συστημικές παρεμβάσεις που λαμβάνουν υπόψη και διαχειρίζονται την αλληλεπίδραση μεταξύ των διαφόρων τεχνολογικών, κοινωνικών και πολιτικών παραμέτρων των σύγχρονων πολύπλοκων δυναμικών και ποικιλόμορφων κοινωνιών.

Κατά συνέπεια, το βιομηχανικό οικοσύστημα πρέπει να αντιμετωπισθεί ως ένα οργανωμένο πλέγμα κοινωνικών και οικονομικών δραστηριοτήτων, καθώς η ανάπτυξη βιομηχανικών οικοσυστημάτων προϋποθέτει (αλλά και συνεπάγεται) σημαντικές αλλαγές που καλύπτουν όλο το τεχνολογικό φάσμα (ανάπτυξη και χρήση νέων τεχνολογιών) και επηρεάζουν (αλλά και επηρεάζονται) από σχετικές κοινωνικές ομάδες και θεσμούς.

Ένα βιομηχανικό οικοσύστημα, σε τοπικό ή περιφερειακό επίπεδο, το οποίο λειτουργεί ως θύλακας, μπορεί να ενισχύσει τις προσπάθειες μετάβασης, όταν η ανάπτυξη του στηρίζεται στο μοντέλο της *συν-διακυβέρνησης*, περιλαμβάνει εμπλεκόμενους από όλα τα υποσυστήματα (ανάπτυξη και χρήση τεχνολογιών διαδικασίας και διαχείρισης) που συνθέτουν το σύστημα παραγωγής και τέλος έχει εξασφαλίσει την απαραίτητη οικονομική και θεσμική

προστασία. Κάτω από τη συγκεκριμένη θεώρηση όμως, η πλειοψηφία των υφιστάμενων βιομηχανικών οικοσυστημάτων δεν συμβάλλει ουσιαστικά στη διεύθυνση του οικοβιομηχανικού μοντέλου ανάπτυξης στο ισχύον τεχνολογικό καθεστώς. Υπό το πρίσμα της κοινωνικοτεχνικής προσέγγισης, η διακυβέρνηση της μετάβασης προς ένα αειφόρο τεχνολογικό καθεστώς μπορεί να επιτευχθεί μέσα από την ανάπτυξη και *Διαχείριση Στρατηγικών Θυλάκων* οικοβιομηχανικής ανάπτυξης, οι οποίοι σε βάθος χρόνου θα ανατρέψουν την υφιστάμενη 'διαμόρφωση' του τεχνολογικού καθεστώτος.

Συνοψίζοντας, η υιοθέτηση πολιτικών δημιουργίας και ανάπτυξης βιομηχανικών οικοσυστημάτων, οι οποίες θα στηρίζονται στην προσέγγιση της *διαχείρισης στρατηγικών θυλάκων*, συνοδευόμενη από τη χρήση των κατάλληλων *πλουραλιστικών συστημικών παρεμβάσεων* για την επίλυση των προβλημάτων που εμφανίζονται στα πλαίσια της ανάπτυξης μιας υφιστάμενης βιομηχανικής συμβίωσης, αποτελούν μια ολοκληρωμένη πρόταση (σε μικρο- και μακρο επίπεδο) για τη μετάβαση προς ένα νέο τεχνολογικό καθεστώς με οικοβιομηχανικά χαρακτηριστικά.

Κλείνοντας την παράγραφο με τα συμπεράσματα, να υπογραμμίσουμε πως τα αποτελέσματα της ανάλυσης, τα οποία προέκυψαν από την εφαρμογή υφιστάμενων θεωρητικών εργαλείων (προερχόμενων από τα πεδία της συστημικής επιστήμης και των σπουδών επιστήμης και τεχνολογίας) στο πεδίο της οικοβιομηχανικής ανάπτυξης, συνεισφέρουν:

- στην ταξινόμηση, στη σύνθεση και στη διεύρυνση του θεωρητικού πεδίου της βιομηχανικής οικολογίας, ενώ δίνουν τη δυνατότητα για μια μεθοδική καταγραφή (η οποία εν δυνάμει μπορεί να λειτουργήσει συγκριτικά) μιας υφιστάμενης βιομηχανικής συμβίωσης.
- στην οργάνωση των προβλημάτων που ανακύπτουν, στην ιεράρχηση των σχεδιαζόμενων παρεμβάσεων, στην ταξινόμηση των υφιστάμενων νοητικών πόρων (μεταφορών και μεθοδολογιών) και το κυριότερο τη σύνθεση όλων των παραπάνω στα πλαίσια μιας πλουραλιστικής παρέμβασης.

- στην μελέτη μέσα από μια εντελώς νέα σκοπιά της παραδειγματικής αλλαγής που οραματίζεται η βιομηχανική οικολογία.

8.3 Προοπτικές επέκτασης

Τα τρία επίπεδα θεώρησης (σύστημα, οργάνωση και τεχνολογικό καθεστώς) του βιομηχανικού οικοσυστήματος θα λειτουργήσουν καθοδηγητικά και για την παρουσίαση των προοπτικών επέκτασης της διατριβής.

Στα πλαίσια της συστημικής περιγραφής, η εργασία μπορεί να επεκταθεί προς δυο κατευθύνσεις: ο πρώτος άξονας σχετίζεται με τις ελλείψεις και τα κενά που έχουν επισημανθεί (παράδειγμα: ανάπτυξη δεικτών απόδοσης, μελέτη ελέγχου και επικοινωνίας κλπ.) και ο δεύτερος με την εφαρμογή της που αναπτύχθηκε για την αποτύπωση, σύγκριση και αξιολόγηση υφιστάμενων περιπτώσεων βιομηχανικής συμβίωσης.

Στα πλαίσια της συστημικής παρέμβασης, η επέκταση της εργασίας μπορεί να γίνει με την εμπειρική μελέτη του καθοδηγητικού πλαισίου που αναπτύχθηκε, μέσω εφαρμογής συστημικών μεταφορών και μεθοδολογιών σε υφιστάμενα προβλήματα οικοβιομηχανικής ανάπτυξης.

Στα πλαίσια της κοινωνικοτεχνικής προσέγγισης, η εργασία μπορεί να επεκταθεί με την εμπειρική μελέτη του πλαισίου ερμηνείας που αναπτύχθηκε, μέσω δευτερογενούς έρευνας σε υφιστάμενους θύλακες οικοβιομηχανικής ανάπτυξης (οι οποίοι τώρα κάνουν την εμφάνιση τους, γεγονός σημαίνει ότι σε μερικά χρόνια, θα υπάρχουν εμπειρικά δεδομένα για την αξιολόγηση των εν λόγω προσπαθειών).

Κλείνοντας τη συγκεκριμένη παράγραφο, θα πρέπει να αναφερθούμε στις προοπτικές επέκτασης της εργασίας στα πλαίσια της ελληνικής πραγματικότητας. Πιο συγκεκριμένα, στην Ελλάδα υπάρχουν περιπτώσεις συνεργασίας (κέντρα ανακύκλωσης, δίκτυα τηλεθέρμανσης κλπ.) ή βιομηχανικής συνύπαρξης (βιομηχανικές ζώνες), οι οποίες μπορούν να μελετηθούν ως βιομηχανικά οικοσυστήματα, υπό το πρίσμα της συστημικής σκέψης, της πλουραλιστικής παρέμβασης και της κοινωνικοτεχνικής προσέγγισης.

Βιβλιογραφία

I. Ξενόγλωσση βιβλιογραφία

- Abou Najm M, El-Fadel M., Ayoub G., El-Taha M., Al-Awar F. (2002a). 'An optimisation model for regional integrated solid waste management I, Model formulation, *Waste Manag. Res.*, 20, 37–45.
- Abou Najm M, El-Fadel M., Ayoub G., El-Taha M., Al-Awar F. (2002b). 'An optimisation model for regional integrated solid waste management II, Model application and sensitivity analyses, *Waste Manag. Res.*, 20, 46–54.
- Adamides E. and Mouzakitīs Y. (2008). 'Industrial ecosystems as technological niches'. *Journal of Cleaner Production, In Press, Corrected Proof, Available online 23 May 2008*.
- Adamides E., Mitropoulos P., Giannikos I. and Mitropoulos I. (2007). 'A multi-methodological approach to the development of a regional solid waste management system', *Journal of the Operational Research Society*, advance online publication, 14 May 2008.
- Allenby B. (1992). 'Achieving sustainable development through industrial ecology', *International Environmental Affairs*, Vol.4, No 1, pp. 56–78.
- Allenby B. (1999a). *Industrial Ecology: Policy Framework and Implementation*. Prentice-Hall: Upper Saddle River.
- Allenby B. (1999). 'Culture and Industrial Ecology', *Journal of Industrial Ecology*, Vol. 3, No 1, pp. 6–8.
- Allenby B. and Cooper W.E. (1994). 'Understanding industrial Ecology from a biological systems perspective', *Total Quality Environmental Management*, Spring pp. 343–354.
- Armstrong A.D., Bentley K.M., Galeano S.F., Olszewski R.J. Smith G.A. and Smith Jr. A.R. (1998). 'The pulp and paper industry', in *The Ecology of Industry*, edited D.J. Richards and G. Pearson. National Academy of Engineering, National Academy Press, Washington D.C.

- Assimakopoulos N., (1999). 'Aspects of Systematic Metaphors in a manufacturing Environment', *Journal of Systems integration*, Volume 9, Number 4, December 1999 , pp. 287–310.
- Axelrod R. and Cohen M.D. (1999). *Harnessing Complexity: Organizational Implications of a Scientific Frontier*. The Free Press.
- Axtell R., Andrews C. and Small M. (2001), 'Agent-Based Modeling and Industrial Ecology', *Journal of Industrial Ecology*, Vol. 5, No 4 , pp. 10–13(4).
- Ayres R.U. (1989). 'Industrial Metabolism', in *Technology and Environment*, edited by J.H. Ausubel and H.E. Sladovich, National Academy of Engineering, National Academy Press, Washington D.C.
- Ayres R. (1994). 'Toward a non-linear dynamics of technological progress', *Journal of Economic Behaviour and Organization*, Vol. 24, pp. 35–69.
- Ayres R. (1996). 'Technology, Progress and Economic Growth', *European Management Journal*, Vol.14, No 6, pp. 562–575.
- Ayres R. (2002). 'On industrial ecosystems', in *A Handbook of Industrial Ecology*, edited by Ayres R.U. and Ayres L.W., Edward Elgar Publishing.
- Ayres R. (2004). 'On the life cycle metaphor: where ecology and economics diverge', *Ecological Economics*, 48, 425–438.
- Ayres, R. and Simonis U. (eds.) (1994). *Industrial Metabolism*, edited by United Nations University Press, Tokyo.
- Ayres R. Ferrer G. and van Leynseele T. (1997). 'Eco-efficiency, Asset Recovery and remanufacturing', *European Management Journal*, Vol. 15, No5., pp. 557–574.
- Baas L. (1998). 'Cleaner production and industrial ecosystems, a Dutch experience', *Journal of Cleaner Production*, 6, 189–197.
- Baas L. (2001). 'Developing an Industrial Ecosystem in Rotterdam: Learning by . . .What?', *Journal of Industrial Ecology*, Vol. , No , pp. 4–6(3).
- Baas L. and Boons F. (2004). 'An industrial ecology project in practice: exploring the boundaries of decision making levels in regional industrial systems', *Journal of Cleaner Production*, Vol. 12, Nos 8–10, pp. 1073–1085.

- Bailey, R., Bras B. and Allen J. (2000). 'Using response surfaces to improve the search for satisfactory behavior in system dynamics', *System Dynamics Review*, Vol. 16, Issue 2, pp. 75–90.
- Baldwin, J.S., Ridgway, K., Winder, B. and Murray, R. (2004b). 'Modeling industrial ecosystems and the 'problem' of evolution', *Progress in Industrial Ecology*, Vol. 1, Nos. 1/2/3, pp. 39–60.
- Basu AJ and van DJA. (2006). 'Industrial ecology framework for achieving cleaner production in the mining and minerals industry', *Journal of cleaner Production*, Vol. 14, pp. 299–304.
- Bateman B. (ed.) (1999). *Place-based public policy in southeast Asia: developing, managing and innovating for sustainability*. Petree Printing Press, Washington DC.
- Beer S. (1984). 'The viable system model: its provenance, development, methodology and pathology', *Journal of the Operational Research Society*, Vol. 35, pp 7–26.
- Beer S. (1979). *The heart of enterprise*, John Wiley & Sons, Chichester, UK.
- Beer S. (1981). *Brain of the firm*, John Wiley & Sons, Chichester, UK.
- Beer S. (1985). *Diagnosing the system for Organisations*, John Wiley & Sons, Chichester, UK.
- Belz FM. (2004). 'A transition towards sustainability in the Swiss agri-food chain (1970–2000): using and improving the multi-level perspective', in: *System Innovation and the Transition to Sustainability: Theory, Evidence and Policy*, edited by Elzen B., Geels F. and Green K., Edward Elgar Publishing, Camberlay.
- Benyus JM. (1997). *Biomimicry: Innovation inspired by nature*, New York, William Morrow and Company.
- Berkhout F. (2002). 'Technological regimes. Path dependency and the environment', *Global Environmental Change*, 12, 1:14.
- Berkhout F., Smith A and Stirling A. (2004). 'Socio-Technological Regimes and Transition Contexts', in: *System Innovation and the Transition to Sustainability: Theory, Evidence and Policy*, edited by Elzen B., Geels F. and Green K., Edward Elgar Publishing, Camberlay.

- Bey C. (2001). 'Quo vadis Industrial Ecology? Realigning the discipline with its roots', *Greener Management International*, Vol.34, pp. 35–42.
- Bhaskar, R. (1986). *Scientific Realism and Human Emancipation*, Verso, London.
- Bijker W. (1995). Of bicycles, bakelites and bulbs: Towards a theory of sociotechnical change, Cambridge, MA: MIT Press.
- Bijker W. and Law J. (eds.) (1992). *Shaping Technology/Building Society: Studies in sociotechnical change*, Cambridge, MA: MIT Press.
- Bijker W., Hughes T. and Pinch T. (1987), *The social construction of Technological Systems: new directions in the society and history of technology*, MIT Press.
- Billen G., Toussaint F., Peeters P., Sapir M., Steenhout A., and Vanderborght J-P. (1983). *L'écosystème Belgique. Essai d'écologie industrielle*. Bruxelles: Centre de recherche et d'information socio-politique – CRISP.
- Björklund A., Dalemo M. and Sonesson U. (1999) 'Evaluating a municipal waste management plan using ORWARE', *Journal of Cleaner Production*, Vol.7, pp 271–280.
- Blewitt J. (2008). *Understanding sustainable development*, Earthscan.
- Boons F. and Baas L. (1997). 'Types of industrial ecology: the problem of coordination', *Journal of Cleaner Production*, Vol. 5, pp. 79–86.
- Boons F. (2004). 'Connecting levels: a systems view on stakeholder dialogue for sustainability', *Progress in Industrial Ecology – An International Journal*, Vol. 1, No. 4, pp. 385–396.
- Boons, F. and Berends M. (2001). 'Stretching the boundary: The possibilities of flexibility as an organizational capability in industrial ecology', *Business Strategy and the environment*, 10, 115–124.
- Boulding K. (1956). 'General systems theory – the skeleton of science', *Management Science*, Vol. 2 (3), pp. 197–208.
- Boulding K. (1991). 'What do we want to sustain? environmentalism and human evaluations', in *Ecological economics: the science and management of sustainability*, edited by Costanza R., Columbia University Press.

- Bossilkov A, van Berkel R, Corder, G. (2005). *Regional synergies for sustainable resource processing: a status report*, Centre for Sustainable Resource Processing.
- Brand, E. and de Bruijn, T. (1999). 'Shared Responsibility at the regional level: the building of sustainable industrial estates', *European Environment*, 9, 221–231.
- Broad CD. (1925). *Mind and its place in nature*, Routledge Kegan & Paul.
- Browne J, Sackett PJ, Wortmann JC. (1995). 'Future manufacturing systems – Towards the extended enterprise', *Computers in Industry* 1995; 25:235–254.
- Burnstrom F and Korhonen J. (2001). 'Municipalities and Industrial Ecology: Reconsidering municipal environmental management', *Sustainable Development*, 9, pp.36–46.
- Burrell G. (1997). *Pandemonium: towards a retro-organization theory*, iSage Publications.
- Business Council for Sustainable Development – Gulf of Mexico (BCSD–GM) (1999). *By-product synergy: the Tampico project status report*. Austin, Texas Business Council for Sustainable Development – Gulf of Mexico.
- Callon M., Laredo P. and Rabeharisoa (1992). 'The management and evaluation of technological programs and the dynamics of technoeconomic networks: the case of the AFME', *Research Policy*, Vol. 21 (3), pp. 215–236.
- Caniëls MCJ, Romijn HA. (2006). 'Strategic Niche Management as an operational tool for sustainable innovation: Guidelines for practice', *Paper for Schumpeter Conference*.
- Carlsson B. and Jacobsson S. Diversity creation and technological systems: A technology policy perspective. In: Edquist C, editor. *Systems of innovation: Technologies, institutions and organizations*. London: Pinter, 1997.
- Carson R. (1962). *Silent Spring*. Boston: Houghton Mifflin.
- Carson C.G. III, Atkins P.R., Mikols E.H. Martchek K.J. and Fullerton A.B. (1998). 'Primary Material Processing', in *The Ecology of Industry*, edited D.J. Richards and G. Pearson. National Academy of Engineering, National Academy Press, Washington D.C.

- Casavant T.E. and Côté R.E. (2004). 'Using chemical process simulation to design industrial ecosystems', *Journal of Cleaner Production*, Volume 12, Issues 8–10, pp. 901–908.
- Castoriadis C. (1997). *The Imaginary Institution of Society: Creativity and Autonomy in the Social-historical World*. Cambridge: Polity Press.
- Checkland P. (1971). 'A systems map of the universe', *Journal of Systems Engineering*, Vol. 2 (2).
- Checkland P. (1981). *Systems Thinking, Systems Practice*, Wiley, Chichester.
- Checkland P. and Holwell S. (2004). "Classic" OR and "Soft" OR – An asymmetric Complementarity", in *Systems modelling: Theory and Practice*, edited by M. Pidd, John Wiley & Sons, Ltd.
- Checkland P. and Scholes J. (1999). *Soft Systems Methodology in Action*, Wiley, Chichester.
- Chen Y-F, Qi J., Zhou J-X, Li Y-P and Xiao J. (2004). 'Dynamic modeling of a man-land system in response to environmental catastrophe', *Human and Ecological Risk Assessment*, Vol.10, No 3, pp 579–593.
- Chepurnoj V. (1988). 'Study of solar activity phenomenon from the point of view of the General Systems Theory', *Adv. Space Res.* Vol. 8 No 7., pp. 191–194.
- Chertow M.R. (1999). 'The Eco-industrial Park Model Reconsidered', *Journal of Industrial Ecology*, Vol. , No , pp. 8–16(9).
- Chertow M. R. (2000). "Industrial symbiosis: Literature and taxonomy." *Annual Review of Energy and the Environment*, 25: 313–337.
- Chertow M. R. (2000), 'The IPAT Equation and Its Variants: Changing Views of Technology and Environmental Impact', *Journal of Industrial Ecology*, Vol. , No , pp. 13–29(17).
- Chertow M. R. (2007). "Uncovering" Industrial Symbiosis', *Journal of Industrial Ecology*, Vol. 11, No. 1: 11–30.
- Chiaro P.S. and Joklik G.F. (1998). 'The extractive industries', in *The Ecology of Industry*, edited D.J. Richards and G. Pearson. National Academy of Engineering, National Academy Press, Washington D.C.

- Churchman, C.W. (1968), *The Systems Approach*, Dell Publishing, New York.
- Clark W. and Lund H. (2007), '*Sustainable Development in practice*', Journal of cleaner Production, Vol. 15., pp. 253–258.
- Cloud P. (1977). 'Entropy, materials, and posterity', *Geologische Rundschau*, vol. 66, pp. 678–696. Paper presented at the *Annual Meeting of the Geologische Vereinigung* in Tübingen on "Earth Sciences and the Future of Mankind", 24–26.
- Cohen–Rosenthal E. (2000), 'A walk on the human side of industrial ecology', *American Behavioral Scientist*, Vol 44. No 2, pp. 245–264.
- Cohen–Rosenthal E. (2003). 'Management of eco–industrial parks, networks and companies', in *Eco–industrial strategies*, edited by Cohen–Rosenthal E, . Sheffield, UK: Greenlief Publishing.
- Commoner, B. (1971), *The Closing Circle*, Bantam Books, New York.
- Commoner, (1997). 'The relation between industrial and ecological systems', *Journal of Cleaner Production*, Vol.5, No 1–2, pp.125–129.
- Community Action for Energy (2006). *Case study 8: Dyfi Valley Community Renewable Energy Project*, [<http://www.ecodyfi.org.uk/pdf/CAfEcasestudy8.pdf>].
- Correlije A and Verbong G. (2004). 'The transition from coal to gas: radical change of the Dutch gas system', in: *System Innovation and the Transition to Sustainability: Theory, Evidence and Policy*, edited by Elzen B., Geels F. and Green K., Edward Elgar Publishing, Camberlay.
- Costanza R. (ed.) (1991). *Ecological economics: the science and management of sustainability*, Columbia University Press.
- Costanza, R. (1999), 'Four visions of the century ahead – will it be star trek, ekotopia, big government, or mad max: technological optimism and scepticism', *The Futurist*, 33(2): 23–28.
- Costanza R. and Ruth M. (1998). 'Using dynamic modeling to scope environmental problems and build consensus', *Environmental Management*, Vol.22, No 2, pp. 183–195.
- Côté R (1998). 'Industrial Ecosystems and Eco–Industrial Parks,: Evolving and Maturing', *Journal of Industrial Ecology*, Vol. 1, No 3, pp. 9–11.

- Côté R.P (2000). 'Exploring the Analogy Further', *Journal of Industrial Ecology*, Vol. 3, No 2&3, pp. 11–12(2).
- Côté R. (2001). 'The evolution of an industrial park: the case of Burnside', in the Proceedings of the *International Conference & Workshop on Industrial Park Management* Manila, Philippines.
- Côté R. and Cohen–Rosenthal, E. (1998). Designing eco–industrial parks: a synthesis of some experiences. *Journal of Cleaner Production*, 6, 181–188.
- Côté R. and Crawford P. (2003). 'A case–study in eco–industrial development: the transformation of Burnside industrial park'. In: *Eco–industrial strategies: Unleashing synergy between economic development and the environment*, edited by Cohen–Rosenthal E. and Musnikow J., Greenleaf Publishing Limited.
- Côté R. and Hall T. (1995). 'Industrial parks as ecosystems', *Journal of Cleaner Production*, 3, 41–46.
- Côté R. and Smolenaars T., (1997). 'Supporting pillars for industrial ecosystems', *Journal of Cleaner Production*, Vol.5, No 1–2, pp 67–74.
- Coutard O. (ed.). (1999). *The Governance of Large Technological Systems*, London: Routledge.
- Crozier M and Friedberg E. (1977). *L'acteur et le système*, Editions du Seuil.
- D'Amico F., Buleandra MM., Velardi M. and Tanase I. (2007). 'Industrial ecology as 'best available technique': a case study of the Italian Industrial District of Murano', *Progress in Industrial Ecology– An International Journal*, Vol. 4, Nos. 3/4, pp. 268–287.
- de Rosnay J. (1975). *Le macroscope: vers une version globale*, Editions du Seuil.
- den Hond F. (2000). 'Industrial Ecology: a review', *Regional Environmental Change*, 1(2). pp.60–69.
- Desrochers, P. (2002a). 'Industrial Ecology and the rediscovery of inter–firm recycling linkages: historical evidence and policy implications', *Industrial and Corporate Change*, Vol.11, No 5, pp. 1031–1057.

- Desrochers, P. (2002b). 'Regional development and inter-industry recycling linkages: some historical perspectives', *Entrepreneurship & Regional Development*, Vol. 14, No 5, pp. 49–65.
- Desrochers, P. (2002c). 'Cities and industrial symbiosis: some historical perspectives and policy implications', *Journal of Industrial Ecology*, Vol. 5, No 4, pp. 29–44.
- Desrochers, P.(2005) 'Learning from history or from nature or from both?: recycling networks and their metaphors in early industrialisation', *Progress in Industrial Ecology – An International Journal*, Vol. 2, No 1, pp 19–34.
- Deutz P. and Gibbs D. (2004). 'Eco-industrial development and economic development: industrial ecology or place promotion?', *Business Strategy and the Environment*, 13, pp. 347–362.
- Dewulf J. and van Langenhove H. (2005). 'Integrating industrial ecology principles into a set of environmental sustainability indicators for technology assessment', *Journal of Cleaner Production*, Vol. 43. , pp. 419–432.
- Dodgson M. (2000). *The Management of Technological Innovation: An International and Strategic Approach*, Oxford University Press, Oxford.
- Dresner S. (2002). *The principles of sustainability*, Earthscan.
- Dryzek J. (1997). *The politics of the Earth*, Oxford University Press.
- Eden C. and Ackerman F. (1998). *Making Strategy: The Journey of Strategic Management*, Sage Publications, London, Thousand Oaks, New Delhi.
- Edquist C. (1997). Systems of innovation approaches. Their emergence and characteristics, in *Systems of innovation: Technologies, institutions and organizations*, edited by Edquist C., London: Pinter.
- Edwards A. (2005). *The sustainability revolution: portrait of a paradigm shift*, New Society Publishers.
- Ehrenfeld JR.(1994). 'Industrial ecology and design for environment: the role of universities'. In: Allenby BR, Richards DJ (editors). *The greening of industrial ecosystems*. Washington, DC: Natural Academy Press, 1994:228–41.
- Ehrenfeld, J.R. (1997). 'Industrial Ecology: a framework for product and process design', *Journal of Cleaner Production*, Vol.5, No 1–2, pp 87–95.

- Ehrenfeld J.R. (2000). 'Industrial Ecology: Paradigm shift or normal science?', *American Behavioral Scientist*, Vol.44, No 2 , pp.229–244.
- Ehrenfeld, J.R, (2003), 'Putting the spotlight on metaphors and analogies in industrial ecology', *Journal of Industrial Ecology*, Vol. 7, No1, pp. 1–4.
- Ehrenfeld, J.R. (2004a). 'Industrial Ecology: a new field or only a metaphor', *Journal of Cleaner Production*, 12, pp. 825–83.1
- Ehrenfeld J.R. (2004b). 'Can Industrial Ecology be the "Science of Sustainability"?', *Journal of Industrial Ecology*, Vol. 8, No 1–2, pp. 1–3.
- Ehrenfeld J.R. (2005). 'Eco-Efficiency: Philosophy, theory and tools"', *Journal of Industrial Ecology*, Vol. 9, No 4, pp. 1–2.
- Ehrenfeld J. and Chertow M. (2002). 'The legacy of Kalundborg', in *A Handbook of Industrial Ecology*, edited by Ayres R.U. and Ayres L.W., Edward Elgar Publishing.
- Ehrenfeld J.R. and Gertler N. (1997). 'Industrial Ecology in Practice: The Evolution of Interdependence at Kalundborg', *Journal of Industrial Ecology*, Vol. 1, No 1, pp. 67–79.
- Ehrenfeld J.R. and Howard J (1996). 'Setting environmental goals: the view from industry. A review of practices from the 1960s to the present', in *Linking Science and Technology to Society's Environmental Goals*. National Academy Press, Washington D.C.
- Ehrlich P.R. and Holdren J. (1971). 'Impact of population growth', *Science*, 171: 1212–1217.
- Eilering, J.A.M. and Vermeulen, W.J.V. (2004). 'Eco-industrial parks: toward industrial symbiosis and utility sharing in practice', *Progress in Industrial Ecology- An International Journal*, Vol. 1, Nos. 1/2/3, pp. 245–270.
- Elzen B. and Wieczorek A. (2005). 'Transitions towards sustainability through system innovations', *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 72, pp. 651–661.
- Elzen B., Geels F. and Green K. (eds). (2004a). *System Innovation and the Transition to Sustainability: Theory, Evidence and Policy*, Edward Elgar Publishing, Camberlay.

- Elzen B., Geels F. and Green K (2004b). 'Transitions to sustainability: lessons learned and remained challenges', in: *System Innovation and the Transition to Sustainability: Theory, Evidence and Policy*, edited by Elzen B., Geels F. and Green K., Edward Elgar Publishing, Camberlay.
- Elzen B., Geels F., Hofman P. and Green K (2004c). 'Sociotechnical scenarios as a tool for transition policy: an example for the traffic and transport domain', in: *System Innovation and the Transition to Sustainability: Theory, Evidence and Policy*, edited by Elzen B., Geels F. and Green K., Edward Elgar Publishing, Camberlay.
- Emery F. (ed.). (1969). *Systems Thinking*, Penguin Books.
- Emery F. and Trist E. (1973). *Towards a Social Ecology*, London: Tavistock.
- Erkman S. (1997). 'Industrial ecology: an historical view', *Journal of Cleaner Production*, Vol. 5, pp. 1–10.
- Erkman S. (2002). 'The recent history of industrial ecology', in *A Handbook of Industrial Ecology*, edited by Ayres R.U. and Ayres L.W., Edward Elgar Publishing.
- Espejo R. And Harnden R. (eds). (1989). *The viable system model: interpretations and applications of Stafford Beer's VSM*, Wiley, Chichester.
- Espinosa A. (2003), *Proyecto Consolidación del Sistema de Información Ambiental Colombiano (SIAC)* (Working Paper, United Nations Development Program), United Nations, Bogota, Colombia.
- Espinosa A. and Walker J. (2006). 'Environmental management revisited: lessons from a cybernetic intervention in Colombia', *Cybernetics and Systems: An International Journal*, 37, pp. 75–92.
- Factor 10 Club (1994). *Carnoules declaration*, Wuppertal, Germany: Wuppertal Institute for Climate, Environment and Energy.
- Fichtner, W., Tietze-Stöckinger, I. and Rentz, O. (2004). 'On industrial symbiosis networks and their classification', *Progress in Industrial Ecology – An International Journal*, Vol. 1, Nos. 1/2/3, pp. 130–142.
- Fichtner, W., Tietze-Stöckinger, I., Frank, M. and Rentz, O. (2005) 'Barriers of interorganisational environmental management: two case studies on industrial

- symbiosis', *Progress in Industrial Ecology – An International Journal*, Vol. 2, No. 1, pp.73–88.
- Fischer–Kowalski M. (2002). 'Exploring the history of industrial metabolism', in *A Handbook of Industrial Ecology*, edited by Ayres R.U. and Ayres L.W., Edward Elgar Publishing.
- Fischer–Kowalski M. (2003). 'On the history of industrial metabolism', in *Perspectives on Industrial Ecology*, edited by Bourg D. and Erkman S., Greenleaf Publishing.
- Fischhoff B.; Small M.J. (2000). 'Human Behavior in Industrial Ecology Modeling', *Journal of Industrial Ecology*, Vol.3, No 2 &3 , pp. 4–7.
- Fleck J. (2000). 'Artefact and activity: the co–evolution of artefacts, knowledge, and organization in technological innovation, in *Technological innovation as an evolutionary process*, edited by Ziman J., Cambridge University Press.
- Fleck L. (1935). *Genesis and Development of a Scientific Fact*, The University of Chicago Press.
- Fleig AK. (2000). *Eco–industrial parks: a strategy towards industrial ecology in developing and newly industrialised countries*. Working paper for pilot project 'Strengthening environmental technological capabilities in developing countries. [<http://www.gtzt.de/utk/>].
- Flood R.L., and Jackson M.C. (1991). *Creative Problem Solving: Total Systems Intervention*, Wiley, Chichester.
- Flood R.L. (2001). 'Local Systemic Intervention', *European Journal of Operational Research*, 128, pp. 245–257.
- Ford A. (1999). *Modeling the Environment: An Introduction to System Dynamics Modeling of Environmental Systems*. Island Press, Washington, D.C., Covelo, California.
- Forsythe R. (2003). 'The Red Hills industrial Ecoplex: a case study'. In: *Eco–industrial strategies: Unleashing synergy between economic development and the environment*, edited by Cohen–Rosenthal E. and Musnikow J., Greenleaf Publishing Limited.

- Forward G. and Mangan A. (1999). 'By-product synergy', *The Bridge: Journal of the National Academy of Engineering*, 29 (1).
- Frosch RA. (1995). 'Industrial ecology: adapting technology for a sustainable world', *Environment*, Vol. 37(10). pp. 16–37.
- Frosch R. and Gallopoulos N. (1989). 'Strategies for Manufacturing in managing planet Earth', *Scientific American*, 261, 144–152.
- Frosch, R.S. and Uenohara, M. (1994). 'Chairmen's Overview', in *Industrial Ecology U.S. & Japan Perspectives*, edited by Richardson, D. and Fullerton A., National Academy of Engineering.
- Gallopoulos NE. (2006). 'Industrial ecology: an overview', *Progress in Industrial Ecology – An International Journal*, Vol. 3, No ½, pp. 10–27.
- Geels FW. (2002a). *Understanding the Dynamics of Technological Transitions*. Twente University Press, Enschede.
- Geels FW. (2002b). 'Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: a multi-level perspective and a case-study'. *Research Policy*, Vol. 31 (8/9). pp. 1257–1274.
- Geels FW. (2004a). 'From sectoral systems of innovation to socio-technical systems. Insights about dynamics and change from sociology and institutional theory', *Research Policy*, Vol. 33, pp. 897–920.
- Geels FW. (2004b). 'Understanding system innovations: a critical literature review and a conceptual analysis', in: *System Innovation and the Transition to Sustainability: Theory, Evidence and Policy*, edited by Elzen B., Geels F. and Green K., Edward Elgar Publishing, Camberlay.
- Geels FW. (2005a). *Technological Transitions and System Innovations: a co-evolutionary and socio-technical analysis*. Edward Elgar.
- Geels FW. (2005b). 'Co-evolution of technology and society: the transition in the Netherlands (1850–1930) – a case study in multi-level perspective', *Technology in Society*, Vol. 27, pp. 363–397.

- Geels FW. (2006). 'Major system change through stepwise reconfiguration: A multi-level analysis of the transformation of the American factory production (1850–1930)', *Technology in Society*, Vol. 28, pp. 445–476.
- Geels FW. and Kemp R. (2007). 'Dynamics in sociotechnical systems: typology of change processes and contrasting case-studies', *Technology in Society*, Vol. 29, pp. 441–455.
- Geels FW., Elzen B. and Green K. (2004). 'General introduction: system innovation and transition to sustainability', in: *System Innovation and the Transition to Sustainability: Theory, Evidence and Policy*, edited by Elzen B., Geels F. and Green K., Edward Elgar Publishing, Camberlay.
- Geng, Y. and Cote, R. (2002) 'Scavengers and decomposers in an eco-industrial park', *The International Journal of Sustainable Development and World Ecology*, Vol. 9, No. 4, pp.333–340.
- Georgescu-Roegen N. (1971). *The entropy law and the economic process*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Georgescu-Roegen N. (1990). 'Thermodynamics, economics and information', in *Organization and Change in Complex Systems*, Alson M. (ed.). pp. 225–234. New York: Peragon House, An Icus Book.
- Gertler N. (1995). *Industrial Ecosystems: Developing Sustainable Industrial Structures*, Master Thesis, Massachusetts Institute of Technology.
- Gibbs D., (2003). 'Trust and Networking in inter-firm Relations: the case of eco-industrial development', *Local Economy*, Vol.18, No 3, pp. 222–236.
- Gibbs D. and Deutz P. (2007). 'Reflections on implementing industrial ecology through eco-industrial park development', *Journal of Cleaner Production*, Vol. 15, pp. 1683–1695.
- Gibbs D. and Deutz P. (2005a). 'Industrial ecology through eco-industrial park development', *Journal of Cleaner Production*, Vol. 15, pp. 1683–1695.
- Gibbs D. and Deutz P. (2005b). 'Implementing industrial ecology? Planning for eco-industrial parks in the USA', *Geoforum*, 36, pp. 452–464.

- Gibbs D., Deutz P. and Proctor A. (2002). 'Sustainability and the local Economy: the role of EIPs', paper presented to the conference *Ecosites and Eco-Centres in Europe*, Brussels, 19 June 2002.
- Gibbs D., Deutz P. and Proctor A. (2005). 'Industrial ecology and eco-industrial development: A new paradigm for local and regional development?', *Regional Studies*, Vol. 39.2, pp. 171–183.
- Giddens A. (1984). *The constitution of society: outline of the theory of structuration*, Berkeley, University of California Press.
- Graedel T.E. (1996). 'On the concept of industrial ecology', *Annu. Rev. Energy Environ.* Vol.21. pp. 69–98.
- Graedel T.E. and Allenby B.R. (1995). *Industrial Ecology*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.
- Graedel T.E. and Allenby B.R. (2003). *Industrial Ecology* (2nd edition). Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey .
- Graedel T.E., Kakizawa Y. And Jensen M. (2002). 'Industrial ecology and automotive systems', in *A Handbook of Industrial Ecology*, edited by Ayres R.U. and Ayres L.W., Edward Elgar Publishing.
- Griffith T.L. and Dougherty D.J. (2001). 'Beyond socio-technical systems: introduction to the special issue', *Journal of Engineering and Technology Management*, Vol. 18 (3–4), pp. 207–218.
- Grubler A. (1998). *Technology and Global Change*, Cambridge University Press.
- Gussow, D. and Meyers J. (1970). 'Industrial ecology', *Industrial Ecology*, 1 (no other issue was ever published).
- Habermas, J. (1972). *Knowledge and Human Interests*, Heinemann, London.
- Habermas, J. (1984). *The Theory of Communicative Action, Vol. 1: Reason and the Rationalization of Society*, Heinemann, London.
- Hackett E., Amsterdamska O., Lynch M and Wajcman J. (2008). 'Introduction', in *The Handbook of Science and Technology Studies*, edited by Hackett E., Amsterdamska O., Lynch M and Wajcman J., MIT Press.
- Haeckel E. (1866). *Generelle Morphologie der Organismen*. Berlin.

- Haigh M. (1985). 'Geography and General Systems Theory, philosophical homologies and current practice', *Geoforum*, Vol. 16, No2, pp. 191–203.
- Hamlin D. (2004). 'Flexible specialization and the German toy industry, 1870–1914', *Social History*, Vol. 29(1). pp. 30–40.
- Hannigan J. (1995). *Environmental Sociology. A social constructivist approach*, London : Routledge.
- Hardin G. (1968). 'The tragedy of the commons', *Science*, 162, pp.1243–1248.
- Hardy A and Graedel T.E. (2002). 'Industrial Ecosystems as food webs', *Journal of Industrial Ecology*, Vol.6, Issue 1, pp. 29–38.
- Harper E.M. and Graedel T.E. (2004), 'Industrial ecology: a teenager's progress', *Technology in Society*, Volume 26, Issues 2–3, pp. 433–445.
- Harris S. and Pritchard C. (2004). 'Industrial Ecology as a learning process in business strategy'. *Progress in Industrial Ecology – An International Journal* 2004, Vol.1, Nos1–3, pp. 89–111.
- Harrison B. (1994). *Lean and Mean: The Changing Landscape of Corporate Power in the Age of Flexibility*, Basic Books, New York.
- Harper E.M. and Graedel T.E. (2004). 'Industrial ecology: a teenager's progress', *Technology in Society*, Volume 26, Issues 2–3, pp. 433–445.
- Hartman C.L., Hofman P.S. and Stafford E.R. (1999). 'Partnerships: a path to sustainability', *Business Strategy and the Environment*, 8, pp.255–266.
- Harris, S. and Pritchard, C. (2004). 'Industrial Ecology as a learning process in business strategy', *Progress in Industrial Ecology*, Vol. 1, Nos. 1/2/3, pp. 89–111.
- Hayek W. (1982). *Law, Legislation and Liberty*, London: Routledge.
- Hayes T. (2003). 'Cape Charles Sustainable Technology Park: the eco-industrial development strategy of Northampton County, Virginia'. In: *Eco-industrial strategies: Unleashing synergy between economic development and the environment*, edited by Cohen-Rosenthal E. and Musnikow J. Greenleaf Publishing Limited.

Hayes W.M. and Lynne G.D. (2004), 'Towards a centerpiece for ecological economics', *Ecological Economics*, Volume 49, Issue 3, pp. 287–301.

Hedlund (1993)

Heeres R.R, Vermeulen W.J.V., de Walle F.B.(2004). 'Eco-industrial park initiatives in the USA and the Netherlands: first lessons', *Journal of Cleaner Production*, Vol. 12, pp. 985–995.

Helenius J., Aro-Heinila E., Hietala R., Mikkola M., Risku-Norja H., Seppanen L., Sinkkonen M. and Vihma Antto. (2007). 'frame for multidisciplinary study on sustainability of localising food', *Progress in Industrial Ecology- An International Journal*, Vol. 4, Nos. 5, pp. 328–347.

Hens L. and Nath B. (2003). 'The Johannesburg Conference', *Environment, Development and Sustainability*, Vol 5, pp. 7–39.

Hinterberger F and Luks F. (1998). *Dematerialisation, employment and competition in a globalised economy*, Wuppertal Institut.

Hollander, J.B. (2001) 'Implementing Sustainability: industrial ecology and the eco-industrial park', *Economic Development Review*, Vol.17, No 4, pp 79–92.

Hodgson G.M. (1993). 'The economy as an organism – not a machine', *Futures*, Vol.25 (4). pp.392–403.

Hoffman C. (1971). *The industrial ecology of small an intermediate-sized technical companies: implications for regional economic development*, report prepared for the Economic Development Administration. Texas University, Austin, TX.

Hoogma R., Kemp R., Schot, J. and Truffer B., (2002). *Experimenting for Sustainable Transport: The Approach of Strategic Niche Management*, EF&N Spon, London.

Hopwood B., Mellor Mm. and O'Brien G. (2005). 'Sustainable Development', *Sustainable Development*, 13, pp.38–52.

Huber J. (2000). 'Towards industrial ecology: Sustainable development as a concept of ecological modernization'. *Journal of Environmental Policy & Planning* 2000, Vol 2, pp. 269–285.

Huber J. (2004). *New Technologies and Environmental Innovation*, Edward Elgar, Cheltenham, UK.

- Hughes TP. (1987). 'The evolution of large technological systems', in *The social construction of technological systems: New directions in the sociology and history of technology*, edited by Bijker WE, Hughes TP and Pinch T, Cambridge, MA: The MIT Press.
- Hutchinson E.G. (1948). 'On living in the biosphere', *The Scientific Monthly*, Vol. 67, pp. 393–398.
- IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers). (2000). *White paper on sustainable development and industrial ecology*. Electronics and the Environment : Committee.
- Illsley B., Jackson T. and Lynch B. (2007). 'Promoting environmental justice through industrial symbiosis: developing pelletised wood fuel to tackle Scottish rural fuel poverty', *Progress in Industrial Ecology – An International Journal*, Vol. 4, Nos. ¾, pp. 219 – 232.
- International Institute for Sustainable Development (IISD) (2007). *The Sustainable Development Timeline* . [http://www.iisd.org/pdf/2006/sd_timeline_2007.pdf].
- Isenmann R. (2003a). 'Further Efforts to Clarify Industrial Ecology's Hidden Philosophy of Nature', *Journal of Industrial Ecology*, Vol. 6, No 3–4, pp. 27–48.
- Isenmann R. (2003b). 'Industrial Ecology: Shedding more light on its perspective of understanding nature as a model', *Sustainable Development*, 11, pp.143–158.
- Jackson M.C. (1993). 'The system of systems methodologies', *Journal of the Operational Research Society*, 44, 208–209.
- Jackson M.C. (2003). *Systems Thinking: Creative Holism for Managers*, Wiley, Chichester, England.
- Jackson. M.C. and Keys, P. (1984). 'Towards a system of system methodologies', *Journal of the Operational Research Society*, 35, 473–486.
- Jacobsen N. (2003). ' The industrial symbiosis in Kalundborg, Denmark: an approach to cleaner industrial production'. In: *Eco-industrial strategies: Unleashing synergy between economic development and the environment*, edited by Cohen–Rosenthal E. and Musnikow J., Greenleaf Publishing Limited.

- Jansen L. (2003). 'The challenge of sustainable development', *Journal of Cleaner Production*, 11, pp. 231–245.
- Janssen M.A. (2005). 'Agent -Based Modelling', *Internet Encyclopaedia of Ecological Economics*.
- Jelinski L., Graedel T., Laudise R., McCall D., and Patel C. (1992). 'Industrial Ecology: Concepts and Approaches', *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, Vol. 89, pp. 793–797.
- Jermier, J.M. and Forbes, L.C., (2003). Greening organizations: critical issues. In *Studying Management Critically*, edited by Alvesson M. and Willmott H., Sage, London.
- Johansson A.. (2002). 'Industrial ecology and industrial metabolism: Use and misuse of metaphors', in *A Handbook of Industrial Ecology*, edited by Ayres R.U. and Ayres L.W., Edward Elgar Publishing.
- Jonsson P. (2000). 'An empirical taxonomy of advanced manufacturing technology', *International Journal of Operations and Production Management*, Vol. 20, pp. 1446–1474.
- Jordan N. (1968). *Themes in Speculative Psychology*, London: Tavostock.
- Kahn H., Brown W. and Martek L. (1976). *The next 200 years: a scenario for America and the world*, New York: William Morrow.
- Kauffman S.A. (1995). *At Home in the Universe: The search for the Laws of Self-Organisation and Complexity*, New York, Oxford, Oxford University Press.
- Kemp R., Loorbach D. and Rotmans J. (2005). 'Transition management as a model for managing processes of co-evolution towards sustainable development', *The International Journal of Sustainable Development and World Ecology*, Vol.14, No 1, pp. 78–91.
- Kemp R., Rip A. and Schot J. (2001). 'Constructing transition paths through the management of niches', in *Path Dependence and Creation*, edited by Garud R. and Karnoe P., Lawrence Erlbaum, Mahwah, N.J.
- Kemp R. and Rotmans J. (2004). 'Managing the transition to sustainable mobility', in: *System Innovation and the Transition to Sustainability: Theory, Evidence and*

- Policy*, edited by Elzen B., Geels F. and Green K., Edward Elgar Publishing, Camberlay.
- Kemp R., Schot J. and Hoogma R. (1998). 'Regime shifts to sustainability through processes of niche formation: the approach of Strategic Niche Management', *Technology Analysis and Strategic Management*, 10(2). 175–195.
- Kimura M and Taniguchi M. (1999). 'Zero emission clustering: achieving zero emission', presented at *Eco 1999 International Congress*, Paris, France.
- Kincaid J. and Overcash M. (2001). 'Industrial Ecosystem Development at the Metropolitan Level', *Journal of Industrial Ecology*, Vol. 5, No 1, pp. 117–126.
- Kirschner E. (1995). 'Eco-industrial parks find growing acceptance', *Chemical and Engineering News*, 20 (15).
- Kivisaari S., Lovio R. and Vayrynen E. (2004). 'Managing experiments for transition: examples of societal embedding in energy and health care sectors', in: *System Innovation and the Transition to Sustainability: Theory, Evidence and Policy*, edited by Elzen B., Geels F. and Green K., Edward Elgar Publishing, Camberlay.
- Kline R. and Pinch T. (1996). 'Users as agents of technological change: the social construction of the automobile in the rural United States', *Technology and Culture*, Vol. 37. pp.763–795.
- Knudsen S. (2003). 'Scientific metaphors going public', *Journal of Pragmatics*, Vol.35, Issue 8, pp. 1247–1263.
- Koenig, Andreas, (2005). 'Quo Vadis EIP? How Eco-industrial Parks are Evolving', *Journal of Industrial Ecology*, Vol. 9, No 3, pp. 12–14.
- Koestler A. (1965). *The Ghost in the Machine*, Penguin.
- Kooiman J. (2003). *Governing as Governance*, Sage Publications.
- Korhonen, J. (2000). 'Completing the industrial ecology cascade chain in the case of a paper industry – SME potential in industrial ecology', *Eco-Management and Auditing*, Volume 7, Issue 1, pp. 11–20.
- Korhonen, (2001a). 'Four Ecosystem principles for an industrial ecosystem', *Journal of Cleaner Production*, Volume 9, pp. 253–259

- Korhonen, (2001b). 'Co-production of heat and power: an anchor tenant of a regional industrial ecosystem', *Journal of Cleaner Production*, Volume 9, pp. 509–517.
- Korhonen, J. (2001c). 'Some suggestions for regional industrial ecosystems – extended industrial ecology', *Eco-Management and Auditing*, Volume 8, Issue 1, pp. 57–69.
- Korhonen, J. (2002a). 'Two paths to IE: Applying the product-based and Geographical approaches', *Journal of Environmental Planning and Management*, Vol. 45(1). 39–57.
- Korhonen, J. (2002b). 'The dominant economics paradigm and corporate social responsibility', *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, Vol. 9, pp. 67–80.
- Korhonen, J. (2004a). 'Theory of Industrial Ecology', *Progress in Industrial Ecology – An International Journal*, Vol. 1, Nos. 1/2/3, pp. 61–88.
- Korhonen, J. (2004b). 'Do we really need the debate on the natural ecosystem metaphor in technology management and Sustainable Development literature', *Clean Technologies and Environmental Policy*, Vol. 7, No 1, pp. 33–41.
- Korhonen, J. (2005a). 'Industrial Ecology for Sustainable Development: Six Controversies in Theory Building', *Environmental Values*, Vol. 14, pp. 83–112.
- Korhonen, J. (2005b) 'Theory of industrial ecology: the case of the concept of diversity', *Progress in Industrial Ecology – An International Journal*, Vol. 2, No. 1, pp.35–72.
- Korhonen J. and Savolainen, I. (2001). 'Cleaner energy production in industrial recycling networks', *Eco-Management and Auditing*, Volume 8, Issue 3, pp: 144–153.
- Korhonen, J. and Snakin, J-P. (2001). 'An anchor tenant approach to network management: considering regional material and energy flow networks', *International Journal of Environmental Technology and Management*, Vol.1, No 4, pp 444–463.

- Korhonen, J. and Snäkin, J-P. (2003) 'Industrial ecosystem evolution of North Karelia heating energy system', *Regional Environmental Change*, Vol. 3, No 4, pp. 128–139.
- Korhonen J. and Snäkin J-P (2005). 'Analysing the evolution of industrial ecosystems: concepts and application', *Ecological Economics*, Volume 52, Issue 2, pp. 169–186.
- Korhonen J., von Malmborg F., Ehrenfeld J. (2004). 'Editorial: Management and Policy aspects of industrial Ecology: an emerging research agenda', *Business Strategy and the Environment*, Vol 13, Issue 5, pp. 289–305.
- Korhonen J., Wihersaari M. and Savolainen I. (1999). 'Industrial Ecology of a regional energy supply system: the case of the Jyväskylä Region, Finland', *Greener Management International*, Vol.26., pp.57–67.
- Korhonen J., Wihersaari M. and Savolainen I. (2001). 'Industrial ecosystem in the Finnish forest industry: using the material and energy flow model of a forest ecosystem in a forest industry system', *Ecological Economics*, Volume 39, Issue 1, pp. 145–161.
- Korhonen J, von Malmborg F., Strachan P.A. and Ehrenfeld J.R. (2004). 'Editorial: Management and policy aspects of industrial ecology', *Business Strategy and the Environment*, 13, 289–305.
- Kotler P., Haider D.H. and Rein I. (1993). *Marketing Places: Attracting Investment, Industry, and Tourism to Cities, States and Nations*, The Free Press, New York.
- Kraines S. and Wallace D. (2006), 'Applying Agent-based Simulation in Industrial Ecology ', *Journal of Industrial Ecology*, Vol. 10, No 1–2 , pp. 15–17.
- Kraines S., Batres R., Koyama M., Wallace D., Komiyama H. (2005). 'Internet-Based Integrated Environmental Assessment: Using Ontologies to Share Computational Models', *Journal of Industrial Ecology*, Vol. 9 , No 3, pp. 31–50.
- Kraines S., Batres R., Koyama M., Wallace D., Komiyama H. (2006). 'Internet-Based Integrated Environmental Assessment, Part II: Semantic Searching Based on Ontologies and Agent Systems for Knowledge Discovery', *Journal of Industrial Ecology*, Vol. 10, No. 4, pp. 37–60.

- Krause M. (2003). 'The green institute Philips eco-enterprise center in Minneapolis, Minnesota', in *Eco-industrial strategies: Unleashing synergy between economic development and the environment*, edited by Cohen-Rosenthal E. and Musnikow J., Greenleaf Publishing Limited.
- Krivtsov V. , P. A. Wäger , P. Dacombe , P. W. Gilgen , S. Heaven , L. M. Hilty and C. J. Banks, (2004). 'Analysis of energy footprints associated with recycling of glass and plastic—case studies for industrial ecology', *Ecological Modelling*, Volume 174, Issues 1–2, pp 175–189.
- Krivtsov V. , P. A. Wäger , P. Dacombe , P. W. Gilgen , S. Heaven , L. M. Hilty and C. J. Banks, (2004). 'Analysis of energy footprints associated with recycling of glass and plastic—case studies for industrial ecology', *Ecological Modelling*, Vol. 174, Issues 1–2, pp. 175–189.
- Kurz HD. (2006). 'Goods and bads: Sundry observations on joint production, waste disposal, and renewable and exhaustible resources', *Progress in Industrial Ecology – An International Journal*, Vol. 3, No 4, pp. 280–301.
- Kuhn, T. (1962). *The Structure of Scientific Revolutions*, Chicago: Chicago University Press.
- Kwanjai N. (2000). 'Applying general systems theory to put together NIS jigsaw-puzzle pieces: a profile of the Thai national innovation system'. Working paper as part of: UNU/INTECH Research Program 3.0.2.
- Lambert, A.J.D. and Boons, F.A. (2002). 'Eco-industrial parks: stimulating sustainable development in mixed industrial parks'. *Technovation*, 22, 471–484.
- Latour B. (1987). *Science in action*, Cambridge: Harvard University Press.
- Latour B. (1993). *La clef de Berlin et autres leçons d'un amateur de sciences*, Paris : Editions la Découverte.
- Laudise R.A. and Graedel T.E. (1998). 'Manufacturing', in *The Ecology of Industry*, edited D.J. Richards and G. Pearson. National Academy of Engineering, National Academy Press, Washington D.C.
- Law J. and Callon M. (1992). 'The life and death of an aircraft: a network analysis of technical change', in *The social construction of Technological Systems: new*

- directions in the society and history of technology*, edited by Bijker W., Hughes T. and Pinch T., MIT Press.
- Law J. (1987). 'Technology and heterogeneous engineering: the case of Portuguese expansion', in *Shaping Technology/Building Society: Studies in sociotechnical change*, edited by Bijker W. and Law J., Cambridge, MA: MIT Press.
- Lazonick W. (1991). *Business organization and the myth of the market economy*, Cambridge: Cambridge University Press.
- LeBreton W., Côté R. and Casavant T. (2004). 'Small-scale eco-industrial networking: interorganisational collaboration to yield system wide benefits in communities', *Progress in Industrial Ecology – An International Journal*, Vol. 1, No. 4, pp. 432–453.
- Leonard A. and Beer S. (1994). *The systems perspective: methods and models for the future*, AC/UNU Millenium Project, Futures Research methodology, [http://www.futurovenezuela.org/_curso/6-sysmeth.pdf].
- Leopold-Wildburger U., Weber G. and Zachariasen M. (2009). 'OR for better management of sustainable development', *European Journal of Operational Research*, Vol 193, No 3, pp. 647–648.
- Lifset R. (1997). 'A Metaphor, a Field and a Journal', *Journal of Industrial Ecology*, Vol. 1 Issue 1, pp. 1–3(3).
- Lifset R. (2000). 'Moving from Products to Services ', *Journal of Industrial Ecology*, Vol. 4 , No 1 , pp. 1–2.
- Lifset R. and Graedel T. (2002). 'Industrial Ecology: goals and definitions', in *A Handbook of Industrial Ecology*, edited by Ayres R.U. and Ayres L.W., Edward Elgar Publishing.
- Lifset R. (2004). 'Probing Metabolism', *Journal of Industrial Ecology*, Vol.8, No 3, pp. 1–3.
- Linden H.R. (1994). 'Energy and Industrial Ecology', In *The Greening of Industrial Ecosystems*, edited by B.R. Allenby and D.J. Richards. National Academy of Engineering, National Academy Press, Washington D.C. pp.38–60.

- Lindfelt L.-L. (2004). 'Ethical networks or networking ethics: a qualitative case study', *Progress in Industrial Ecology*, Vol. 1, No. 4, pp. 397–411–431.
- Linnanen L. and Halme M. (1996). 'Can sustainable industrial networks be created? Environmental value chain management in the paper-based packaging industry', in *Industry and the Environment. Practical Applications of Environmental Management Approaches in Business*, edited by Ulhøi JP, Madsen H . Aarhus School of Business: Aarhus.
- Linton J.D., Yeomans J.S. and Yoogalingam R.(2002). 'Supply planning for industrial ecology and remanufacturing under uncertainty: a numerical study of leaded-waste recovery from television disposal', *Journal of Operational Research Society*, Vol.53, pp. 1185–1196.
- Lipnack J. and Stamps J. (1994). *The Age of the Network: Organizing Principles for the 21st Century*, Omneo, Essex Junction, VT.
- Lovelock J.E. (1987). *Gaia, a new look at life on Earth*, Oxford University press.
- Lowe E. (1993). 'Industrial Ecology – An Organizing Framework for Environmental Management', *Total Quality Environmental Management*, Autumn:73–85.
- Lowe, E. (1997). Creating by-product resource exchanges: strategies for eco-industrial parks, *Journal of Cleaner Production*, 5, 57–65.
- Lowe, E. and Evans, L. (1995). 'Industrial ecology and industrial ecosystems', *Journal of Cleaner Production*, 3, 47–53.
- Lowe E. (2001). *Eco-industrial Park Handbook for Asian Developing Countries, A Report to Asian Development Bank*, Environment Department, RPP International, Emeryville, CA. [<http://indigodev.com/ADBHBdownloads.html>].
- Lowe E. (2003). 'Eco-industrial development in Asian developing countries'. In: *Eco-industrial strategies: Unleashing synergy between economic development and the environment*, , edited by Cohen-Rosenthal E. and Musnikow J., Greenleaf Publishing Limited.
- Lowe E., Moran S. and Holmes D. (1996). *Fieldbook for the Development of Eco-Industrial Parks*. Research Triangle Institute . [<http://www.rti.org/>].

- Lowitt P. (2003). 'Sustainable Londonderry'. In: *Eco-industrial strategies: Unleashing synergy between economic development and the environment*, , edited by Cohen-Rosenthal E. and Musnikow J., Greenleaf Publishing Limited.
- Lozano R. (2008). 'Envisioning sustainability three-dimensionally', *Journal of Cleaner Production*, Vl. 16, pp 1838–1846.
- Lyons D. (2007a). 'A Spatial Analysis of Loop Closing Among Recycling, Remanufacturing, and Waste Treatment Firms in Texas', *Journal of Industrial Ecology*, Vol. 11, No. 1: 43–54.
- Lyons D. (2007b). (2007). 'Loop closing, material cycling and government policy: a case study from Texas', *Progress in Industrial Ecology – An International Journal*, Vol. 4, Nos. ¾, pp. 233–246.
- Madsen H. and Ulhøi J.P. (2001). 'Integrating environmental and stakeholder management', *Business Strategy and the Environment*, 10, pp. 77–84.
- Malcolm R. and Clift R. (2002). 'Barriers to industrial ecology: The strange case of "The Tombesi bypass"', *Journal of Industrial Ecology*. Vol. 6(1). pp. 4–7.
- Malerba F. (2002). 'Sectoral systems of innovation', *Research Policy*, Vol. 3, pp. 247–264.
- Maltin M. (2004). 'Industrial symbiosis and its alignment with regional sustainability: exploring the possibilities in Landskrona, Sweden', *IIIEE Reports 2004:17*, Lund University, 2004.
- Manahan S.E. (1997). *Environmental Science and Technology*. Boca Raton, FL: Lewis Publishers.
- Manahan S.E. (1999). *Industrial ecology: Environmental chemistry and hazardous waste*. Boca Raton, FL: Lewis Publishers.
- Marcuse P. (1998). 'Sustainability is not enough', *Environment and Urbanization*, Vol. 10, pp. 103–110.
- Markusen A. (1996). 'Sticky places in slippery space: a typology of industrial district', *Economic Geography* Vol. 72, pp. 293–313.

- Martin S., Weitz K., Cushman R., Lindrooth R. and Moran S. (1996). *Eco-Industrial Parks: a Case Study and Analysis of Economic, Technical and Regulatory Issues: Final Report*. Research Triangle Institute, [URL: <http://www.rti.org/>].
- Mayntz R. and Hughes T. (eds.). (1988). *The development of Large Technical systems*, Frankfurt: Campus Verlag; and Boulder, CO: Westview.
- McHugh P., Merli G. and Wheeler III WA. (1995). *Beyond Business Process reengineering: Towards the Holonic Enterprise*, John Wiley & Sons, Chichester.
- McKenzie D. (2001). *Knowing machines: essays on technical change*, Cambridge, MA: MIT Press.
- McLaren J., Wright L., Parkinson SD. and Jackson T. (1999). 'A dynamic life-cycle energy model of mobile phone take-back and recycling', *Journal of Industrial Ecology*, Vol. 3, pp. 77-91.
- Meadowcroft J. (2005). 'Environmental political economy, technological transitions and the state', *New Political Economy*, Vol. 10(4). pp. 479-498.
- Meadows D.H., Meadows D.L., Rander J. and Behrens W.W. (1972). *The Limits to Growth: A Report for the Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind*, Universe Books, New York.
- Melão N and Pidd M. (2000). 'A conceptual framework for understanding business processes and business process modelling', *Information Systems Journal*, 10, 105-129.
- Mellor W., Wright E., Clift R., Azapagic A. and Stevens G., (2002). 'A mathematical model and decision-support framework for material recovery, recycling and cascaded use', *Chemical Engineering Science*, Volume 57, Issues 22-23, November, pp. 4697-4713.
- Mingers, J. (1992). Technical, practical and critical OR – Past, present and future?, In *Critical Management Studies*, edited by Alvesson M. and H. Willmott H., Sage, London, pp. 407-440.
- Mingers J. (1997a). 'Multi-paradigm Multimethodology', in *Multimethodology: The Theory and Practice of Combining Management Science Methodologies*, edited by Mingers J. and Gill A.. Chichester: John Wiley & Sons, pp. 1-20.

- Mingers J. (1997b). 'Towards critical pluralism', in *Multimethodology: The Theory and Practice of Combining Management Science Methodologies*, edited by Mingers J. and Gill A.. Chichester: John Wiley & Sons, pp.407–440.
- Mingers J. and Brocklesby J (1996). 'Multimethodology: towards a framework for critical pluralism', *Systemist*, Vol. 18 (3).
- Mingers J and Gill A. (eds), (1997), *Multimethodology: The Theory and Practice of Compining Management Science Methodologies*, John Wiley & Sons, Chichester, pp. 1–20.
- Mirata M. (2004). 'Experiences from early stages of a national industrial symbiosis programme in the UK: determinants and coordination challenges', *Journal of Cleaner Production*, 12, 967–983.
- Mirata M. and Emtairah T. (2005). 'Industrial symbiosis networks and the contribution to environmental innovation: The case of the Landskrona industrial symbiosis programme', *Journal of Cleaner Production*, 13, 993–1002.
- Mitsch W.J. and Jørgensen S.E. (2003). 'Ecological engineering: a field whose time has come', *Ecological Engineering*, 20, 363–377.
- Moran D., Wackeragel M., Kitzes J., Goldfinger S. and Boutaud A. (2008). 'Measuring sustainable development–nation by nation', *Ecological Economics*, Vol.64, pp. 470–474.
- Morecroft J. (2004). 'Mental Models and learning in System Dynamics Practice', in *Systems modelling: Theory and Practice*, edited by M. Pidd, John Wiley & Sons, Ltd.
- Morgan G. (1997). *Images of Organisation* (2nd edn.). Sage, London.
- Mouzakitis Y., Adamides E. and Goutsos (2007). 'Systems modelling in industrial ecosystems: towards an integrating framework'. *Progress in Industrial Ecology – An International Journal*, Vol. 4, No 5, pp. 310–327.
- Mouzakitis Y., Adamides E. and Goutsos (2006). 'Industrial Ecosystems in Europe: Different facets of sustainable niches'. In the Proceedings of the *12th Annual International Sustainable Development Research Conference*, Hong Kong, 6–8 April 2006, CD-ROM version.

- Mouzakitis Y., Adamides E. and Goutsos (2005). 'Systems Modelling in Industrial Ecosystems: Towards an Integrating Framework'. In the Proceedings of the *11th Annual International Sustainable Development Research Conference with Special Streams on Industrial Ecology and European Environmental Policy*, Helsinki, Finland , 6–8 June 2005, CD-ROM version.
- Mouzakitis Y., Adamides E., Goutsos S., (2003a). 'Sustainability and industrial estates: the emergence of eco-industrial parks'. *Environmental research, engineering and management*, 2003. No. 4 (26). P. 85–91
- Mouzakitis Y., Goutsos S., Adamides E. and Mentzos T. (2003b). 'Greening an industrial estate: towards a methodological transformation'. In *Proceedings of the 8th International Conference on Environmental Science and Technology (CEST 2003)*. 8–10 September 2003, Lemnos island, Greece. pp. 650–657.
- Moxnes E. (2000). 'Not only the tragedy of the commons: misperceptions of feedback and policies for sustainable development', *System Dynamics Review*, Vol. 16, Issue 4, pp. 325–348.
- Mulder P. and van den Bergh JCJM. (2001). 'Evolutionary economic theories for sustainable development', *Growth and Change*, Vol. 32, pp. 110–134.
- National Research Council (1999). *Our Common Journey. A transition towards sustainability*, Washington DC: National Academy Press.
- Nelson RR. and Winter SG. (1982). *An evolutionary theory of economic change*, Bellknap Press, Cambridge, MA.
- Newman L. (2006). 'Change, uncertainty and futures of sustainable development', *Futures*, Vol.38., 00. 633–637.
- Newman P.W.G. (1999). 'Sustainability and cities: extending the metabolism model', *Landscape and Urban Planning*, Volume 44, Issue 4, 1 pp. 219–226.
- Nielsen SN. (2007), 'what has modern ecosystem theory to offer to cleaner production, industrial ecology and society? the views of an ecologist', *Journal of cleaner Production*, Vol. 15, No7, pp. 1639–1653.

- Odum HT. , Pinkerton R.C. *et al.* (1955). 'Time's speed regulator: the optimum efficiency for maximum power output in physical and biological systems', *American Scientist*, Vol. 43, pp. 331–343.
- Odum EP. (1969) 'The strategy of ecosystem development', *Science*, Vol. 164, pp.262–270.
- Odum EP. (1989). 'Input Management of Production Systems', *Science*, Vol.243, pp 177–182.
- Opoku H.N., (2004). 'Policy implications of Industrial ecology conceptions', *Business Strategy and the Environment*, 13, 320–333.
- O'Regan B and Moles R. (2006). 'Using system dynamics to model the interaction between environmental and economic factors in the mining industry', *Journal of Cleaner Production*, Vol. 14, No 8, pp. 689–707.
- O'Riordan T. (1988). 'The politics of sustainability', in *Sustainable Environmental Management: principles and practice*, edited by Turner RL, London, Belhaven in association with the Economic and Social Research Council.
- O'Rourke D., Connely L. and Koshland C. (1996). 'Industrial Ecology: a critical review', *International Journal of Environment and Pollution*, Vol.6, Nos, 2/3, pp. 89–112.
- Park S. and Markusen A. (1994). 'Generalizing new industrial districts: a theoretical agenda and an application from a non-western economy', *Environment and Planning, A*(27).
- Parto S. (2000). 'Industrial Ecology and regionalization of economic governance: an opportunity to 'localize' sustainability?', *Business Strategy and the Environment*, Vol. 9, pp. 339–350.
- Paterson G.D. (2004). 'Complementarity in Practice', in *Systems modelling: Theory and Practice*, edited by M. Pidd, John Wiley & Sons, Ltd.
- Peck S.. (2002). 'When Is an Eco-Industrial Park Not an Eco-Industrial Park?', *Journal of Industrial Ecology*, Vol. 5, No 3, pp. 3–5(3).
- Peppard J. (1995), 'Broadening visions of business process re-engineering', *Omega*, 24, Vol. 255–270.

- Pesonen H-L. (1999). 'Material flow models as a tool for ecological-economic decision making', *Eco-Management and Auditing*, 6, 34-41.
- Pidd M. (1995). 'Pictures from an exhibition: Images of OR/MS', *European Journal of Operational Research*, 81, pp. 479-488.
- Pidd M (2003), *Tools for Thinking: Modelling in Management Science*, 2nd. Edition, John Wiley & Sons Ltd., Chichester, England.
- Pidd M. (2004a). 'Complementarity in systems modelling', in *Systems modelling: Theory and Practice*, edited by M. Pidd, John Wiley & Sons, Ltd.
- Pidd M. (2004b). 'Bringing it all together', in *Systems modelling: Theory and Practice*, edited by M. Pidd, John Wiley & Sons, Ltd.
- Piore M, Sabel C. (1984). *The second industrial divide: Possibilities for prosperity*, New York: Macmillan; 1984.
- Porter ME. (1998). 'Clusters and the New Economics of Competition', *Harvard Business Review*, Vol. 76(6), pp. 77-90.
- Posch, A.(2004). 'Industrial recycling networks: results of rational decision making or 'organised anarchies'', *Progress in Industrial Ecology*, Vol. 1, Nos. 1/2/3, pp. 112-129.
- President's Council on sustainable Development (PCSD) (1996). *Eco-industrial park workshop proceedings*, Cape Charles, VA, 17-18n October 1996 [URL: www.clinton2.nara.gov/PCSD/Publications/Eco_Workshop.html].
- Qinghua Zhu O. and Cote R.P. (2004). 'Integrating green supply chain management into an embryonic eco-industrial development: a case study of the Guitang Group', *Journal of Cleaner Production*, Volume 12, Issues 8-10, pp. 1025-1035.
- Quitau MB. (2007). 'Water flushing toilets: systemic development and path dependent characteristics and their bearing on technological alternatives', *Technology in Society*, Vol. 29, pp. 351-360.
- Randers J. (2000). 'From limits to growth to sustainable development or SD (sustainable development) in a SD (system dynamics) perspective', *System Dynamics Review*, Vol. 16, Issue 3, pp. 213-224.

- Randerson J. (2006). 'Oil refinery gives greenhouses a boost with CO₂ pipeline'. *The Guardian*, [URL: <http://www.guardian.co.uk/science/2006/aug/12/oilandpetrol.food>].
- Rapoport A. (1986). 'General systems theory: essential concepts and applications', *Cybernetics and Systems Series*, Vol. 10. Turnbride Wells, Kent: Abacus Press.
- Raskin P., TariqB., GIpertoG., Pablo B., and SwartR. (2002). *The promise and Lure of the times ahead*, Boston, MA: Stockholm Environment Institute.
- Reid D. (1995). *Sustainable development: an introductory guide*, Earthscan Publications LTD, London.
- Reijnders L. (1998). 'The factor 'X' debate: Setting targets for eco-efficiency. *Journal of Industrial Ecology*, 2(1): 13-22.
- Richards D., Allenby B. and Frosch R. (1994). 'The greening of industrial ecosystems: overview and perspective'. In: *The greening of industrial ecosystems*, edited by Allenby BR, Richards DJ., Washington, DC: Natural Academy Press, 1994:228-41.
- Rip A., Kemp R. (1998). 'Technological change', in *Human Choice and Climate Change, vol. 2.*, edited by Rayner, S., Malone, E.L., Battelle Press, Columbus, OH, pp. 327-399.
- Robért K.H. (2000). 'Tools and concepts for sustainable development, how do they relate to a general framework for sustainable development, and to each other?', *Journal of Cleaner Production*, 8, 243-254.
- Robért K.H., Schmidt-Bleek B., Aloisi de Larderel J., Basile G., Jansen J.L., Kuehr R., Price Thomas P., Suzuki M., Hawken P. and Wackenagel, (2002). 'Strategic sustainable development - selection, design and synergies of applied tools', *Journal of Cleaner Production*, 10, 197-214.
- Roberts B.H. (2004). 'The application of industrial ecology principles and planning guidelines for the development of eco-industrial parks: an Australian case study', *Journal of Cleaner Production*, Vol. 12, pp. 997-1010.
- Robinson S. (2001). 'Soft with a hard centre: discrete-event simulation in facilitation', *Journal of the Operational Research Society*, Vol. 52, pp. 905-915.

- Roome N. (2001). 'Editorial: Conceptualizing and studying the contribution of networks in environmental management and sustainable development', *Business Strategy and the Environment*, 10, 69–76.
- Robinson S. (2001). 'Soft with a hard centre: discrete-event simulation in facilitation', *Journal of the Operational Research Society*, Vol. 52, pp. 905–915.
- Rogers P., Jalal K. and Boyd J. (2006). *An introduction to sustainable development*, Harvard University Press.
- Rosenhead J. and Mingers J. (eds) (2001). *Rational Analysis for a Problematic World Revisited*, John Wiley & Sons Ltd, Chichester, England.
- Roth P. (1987). *Meaning and Method in Social Sciences: a case for methodological pluralism*, Cornell University Press.
- Rotheroe N., Keenlyside M., and Coates L. (2003). 'Local agenda 21; articulating the meaning of sustainable development at the level of the individual enterprise', *Journal of Cleaner Production*, Vol. 11, pp. 537–548.
- Ruth M, (1998). 'Dematerialization in five US metals sectors: implications for energy use and CO2 emissions', *Resources Policy*, Volume 24, Issue 1, pp 1–18 .
- Ruth M. and Dell'Anno P. (1997). 'An industrial ecology of the US glass industry', *Resources Policy*, Volume 23, Issue 3, pp. 109–124.
- Sabel CF, Zeitlin J. (1997). 'Stories, strategies, structures: rethinking historical alternatives to mass production', *World of possibilities. Flexibility and mass production in western industrialization*, edited by Sabel CF. Zeitlin J. New York: Cambridge University Press.
- Sagar A.D and Frosch R, (1997). 'A perspective on industrial ecology and its application to a metals industry ecosystem', *Journal of Cleaner Production*, Vol.5, No 1–2, pp 39–45.
- Sagasti F.R. and Mitroff I. (1973). 'Operations Research from the viewpoint of General Systems Theory', *Omega*, Vol. 1, No 6, pp. 695–709.
- Schot J., Hoogma R. and Elzen B. (1994). 'Strategies for shifting technological regimes', *Futures*, 26, pp. 1060–1076.

- Schwarz, E.J. and Steininger, K.W. (1997). 'Implementing nature's lesson: the industrial recycling network enhancing regional development'. *Journal of Cleaner Production*, 5, 47–56.
- Seiffert M.E.B. and Loch C. (2005). 'Systemic thinking in environmental management: support for sustainable development', *Journal of Cleaner Production*, pp. 13, 1197–1202.
- Selman P. (2000). 'A sideways look at Local Agenda 21', *Journal of Environmental Policy & Planning*, 2, pp. 39–53.
- Sendra C., Gabarell X. and Vicent T. (2007). 'Material flow analysis adapted to an industrial area', *Journal of Cleaner Production*, Vol. 15, No 17, pp. 1706–1715.
- Simon HA. (1954). 'Some strategic considerations in the construction of social science models', *Models of bounded rationality: behavioural economics and business organization* edited by Simon HA, MIT Press, Cambridge, MA.
- Singer C., (1972), *A Short History of Scientific Ideas to 1900*, second ed. Clarendon Press, Oxford.
- Singhal and Kapur, (2002). 'Industrial estate planning and management in India', *Journal of Environmental Management*, Volume 66, Number 1, September 2002 , pp. 19–29.
- Sirkin T. and Ten Houten M. (1994). 'The cascade chain: a theory and tool for achieving resource sustainability with applications for product design', *Resource Conservation and Recycling*, Vol. 10, pp. 213–225.
- Slack N. and Lewis M. (2002). *Operations strategy*, Harlow, UK: FT Prentice Hall.
- Smith JW (1991). *The high-tech fix: sustainable ecology or technocratic mega-projects for the 21st century*, Aldershot, Academic Publishing Group.
- Smith A., Stirling A. and Berkhout F. (2005). 'The governance of sustainable socio-technical transitions', *Research Policy*, Vol. 34, pp. 1491–1510.
- Sneddon C., Howarth R., and Norgaard R. (2006). 'Sustainable development in a post-Brundtland world', *Ecological Economics*, Vol57, pp. 253–268.

- Sokka L, Antikainen R. and Kauppi P (2004). 'Flows of nitrogen and phosphorus in municipal waste: a substance flows analysis in Finland', *Progress in Industrial Ecology*, Vol. 1, Nos. 1/2/3, pp. 165–186.
- Spiegelman J. (2003). 'Beyond the Food Web: Connections to a Deeper Industrial Ecology', *Journal of Industrial Ecology*, Vol. 7, No 1, pp. 17–23.
- Stacey R.D., Griffin D. And Shaw P. (2000). *Complexity and management: Fad or radical challenge to systems thinking*, , Routledge, London and New York.
- Stahel W. and Jackson T. (1993). 'Optimal Utilisation and Durability – towards a new definition of the service economy', in *Clean Production Strategies. (Developing Preventive Environmental Management in the Industrial Economy)*, edited by Jackson T. , Ed. Boca Raton, FL: Lewis Publishers.
- Sterr T. and Ott T, (2004). 'The industrial region as a promising unit for eco-industrial development-reflections, practical experience and establishment of innovative instruments to support industrial ecology', *Journal of Cleaner Production*, 12, pp.947–965.
- Strebel H and Posch A.(2004). 'Interorganisational cooperation for sustainable management in industry: on industrial recycling networks and sustainability networks', *Progress in Industrial Ecology – an International Journal*, Vol. 1, No. 4, pp. 348–362.
- Templet P.H (2004a). 'Diversity and other emergent properties of industrial economies', *Progress in Industrial Ecology – An International Journal*, Vol. 1, Nos. 1/2/3, pp. 24–38.
- Templet P.H. (2004b). 'Partitioning of resources in production: an empirical analysis', *Journal of Cleaner Production*, Volume 12, Issues 8–10, pp. 855–863.
- Thoresen J. (2001). *Implementation and maintenance of ecopark co-operation*. Industrial Ecology Programme, report no: 1/2001. [<http://www.indecol.ntnu.no/indecolwebnew/publications/reports/rapport01/Faktaark.rapp1.pdf>].
- Tibbs, B.C. (1992). 'Industrial Ecology: an Environmental Agenda for industry'. *Whole Earth Review*, Winter, 4–19.

- Tipett J. (2005), 'The value of combining a systems view of sustainability with a participatory protocol for ecologically informed design in river basins', *Environmental Modelling & Software*, Volume 20, Issue 2, February 2005, Pages 119–139.
- Tosteson J. and Guadagno V. (2003). 'Eco-industrial development as a defense conversion strategy: a case study of the Louisiana Army Ammunition Plant Re-use'. In: *Eco-industrial strategies: Unleashing synergy between economic development and the environment*, edited by Cohen-Rosenthal E. and Musnikow J., Greenleaf Publishing Limited.
- Trist E. and Bamforth KW (1951). 'Some social and psychological consequences of the long-wall method of coal-getting', *Human Relations*, Vol. 4, pp. 3–38.
- Trist E. and Murray H. (1993). *The social engagement of social science: a Tavistock Anthology, Vol. II: the sociotechnical perspective*, Philadelphia, PA: University of Pennsylvania Press.
- Tsoutsos T.D. and Stamboulis Y. A. (2005). 'The sustainable diffusion of renewable energy technologies as an example of an innovation-focused policy', *Technovation*, Vol. 25, pp. 753–761.
- Tukker A. and Butter M. (2007). 'Governance of sustainable transitions: about the 4(0) ways to change the world', *Journal of Cleaner Production*, Vol. 15, pp. 94–103.
- Tyteca D, (1996). 'On the measurement of the Environmental Performance of firms—a literature review and a Productive Efficiency Perspective', *Journal of Environmental Management*, 46, 281–308.
- United Nations Environment Program (UNEP). *Environmental management of industrial estates: case studies and fact sheets*, [<http://www.unepie.org/pc/ind-estates/casestudies/casestudies-index.htm>].
- Uzzi B. (1997). 'Social structure and competition in interfirm networks: the paradox of embeddedness', *Administration Science Quarterly*, Vol. 42, pp. 35–67.
- Vallès JF. (2003). 'Eco-industrial sites and networks'. In *Perspectives on Industrial Ecology*, edited by Bourg D. and Erkman S., Greenleaf Publishing.

- van Berkel R. (2006). 'Regional resource synergies for sustainable development in heavy industrial areas: an overview of opportunities and experiences', *report for Australian Research Council*, Curtin University of Technology, Perth, Australia.
- van Berkel R, Willems E and Lafleur M. (1997a). 'Development of an industrial ecology toolbox for the introduction of industrial ecology in enterprises-I', *Journal of Cleaner Production*, Vol. 5, No 1-2, pp. 11-25
- van Berkel R, Willems E and Lafleur M. (1997b). 'Development of an industrial ecology toolbox for the introduction of industrial ecology in enterprises-II', *Journal of Cleaner Production*, Vol. 5, No 1-2, pp. 27-37.
- van de Poel I. (2002). 'The transformation of technological regimes', *Research Policy*, 32, (1). pp. 49-68.
- van Leeuwen M.G., Vermeulen W.J.V. and Glasbergen (2003). 'Planning EIPs: an analysis of Dutch planning methods', *Business Strategy and the Environment*, 12, 147-162.
- Vermeulen WJV. (2007). 'The social dimension of industrial ecology: on the implications of the inherent nature of social phenomena', *Progress in Industrial Ecology - An International Journal*, Vol. 3, No 6, pp. 574-598.
- von Bertalanffy L., (1968). *Systems Thinking*, Penguin Harmondsworth, UK.
- von Hippel E. (2006). *Democratizing innovation*, Cambridge, MA: The MIT Press.
- von Malmborg F, (2002). 'Environmental Management Systems, communicative action and organizational learning', *Business Strategy and the Environment*, 11, pp. 312-323.
- von Malmborg FM. (2006). 'Stimulating learning and innovation in networks for regional sustainable development: the role of local authorities', *Journal of Cleaner Production*, Vol. 15, No 17, 1730-1741.
- von Malmborg F, (2004). 'Networking for knowledge transfer: towards an understanding of local authority roles in regional industrial ecosystem management', *Business Strategy and the Environment*, 12, special issue on Industrial Ecology, pp. 334-346.

- von Weizsäcker E., Lovins A.B. and Lovins L. (1997). *Factor Four: Doubling wealth, halving resource use*. London: Earthscan Publications Ltd.
- Vos H. (1994). 'Applications of General Systems Theory to the development of an adjustable tutorial software machine', *Computer Education*, Vol.22, No3, pp. 265–276.
- VROM (2001). *Een wereld en een wil, werken aan duurzaamheid, Nationaal Milieubeleidsplan 4*, Dutch environmental Policy Plan 4, The Hague: Minisrty of VROM.
- Waage S.A., Geiser K., Irwin F., Weissman A.B., Bertolucci M.D., Fisk P., Basile G., Cowan S., Cauley H. and McPherson A. (2005). 'Fitting together the building blocks for sustainability: a revised model for integrating ecological, social, and financial factors into business decision-making', *Journal of Cleaner Production*, 13, pp.1145–1163.
- Wallner, H.P.(1999). 'Towards sustainable development of industry: networking, complexity and eco-clusters'. *Journal of Cleaner Production*, 7, 49–58.
- Walsham, G. (1991), 'Organisational metaphors and information system research', *European Journal of Information Systems*, 1, 83–94.
- Walther G. and Spengler T. (2004). 'Empirical Analysis of collaboration potential of SMEs in product recovery networks in Germany', *Progress in Industrial Ecology – An International Journal*, Vol. 1, No. 4, pp. 363–384.
- Walter AI, Scholz RW. (2006). 'Sustainable innovation networks: an empirical study on interorganisational networks in industrial ecology', , *Progress in Industrial Ecology – An International Journal*, Vol. 3, No 5, pp. 431–450.
- Watanabe C. (1972). *Industry-Ecology: Introduction of Ecology into Industrial Policy*, Ministry of International Trade and Industry (MITI). Tokyo, Japan.
- WCED (1987). *Our Common Future*, World Commission on Environment and Development, New York: Oxford University Press.
- Weaver P., Jansen L., van Grootveld G., van Spiegel E., and Verragt P. (2000). *Sustainable Technology Development*, Greenleaf Publishing.

- Weidema B., Thrane M., Christensen P., Schmidt J., and Løkke S. (2008) 'LCA in Europe: Carbon Footprint, a catalyst for Life Cycle Assessment, *Progress in Industrial Ecology*, Vol. 12, No. 1, pp. 3-6.
- Wells P. (2006). 'Re-writing the ecological metaphor: Part 1', *Progress in Industrial Ecology*, Vol. 3, Nos. 1/2, pp. 114 - 128.
- White R. (1994). 'Preface'. In *The greening of industrial ecosystems*, edited by Allenby B. and Richards DJ., Washington, DC: National Academy Press.
- Wheeler D. and Elkington J. (2001). 'The end of the corporate environmental report? Or the advent of cybernetic sustainability reporting and communication', *Business Strategy and the Environment*, 10, pp.1-14.
- Wieczoreck AJ, Vellinga P. (2004). 'The need for industrial transformation', in: *Governance for industrial transformation: Proceedings of the 2003 Berlin conference on the human dimensions of global environmental change*, edited by Jacob K, Binder M, Wieczoreck A, Berlin: Environmental Policy Research Centre, 2004.
- Wiener N. (1965), *Cybernetics: Or Control and Communication in the Animal and the Machine*, The MIT Press.
- Wilson B. (1984). *Systems: concepts, methodologies and applications*, John Wiley and Sons LTD.
- Wolf A., Eklund M. and Söderström M. (2005) 'Towards cooperation in industrial symbiosis: considering the importance of the human dimension', *Progress in Industrial Ecology - An International Journal*, Vol. 2, No. 2, pp.185-199.
- Wolf A. and Petersson K. (2007) 'Industrial symbiosis in the Swedish forest industry', *Progress in Industrial Ecology - An International Journal*, Vol. 4, No. 5, pp.348-362.
- Wolf A., Eklund, M. and Söderström, M. (2005) 'Towards cooperation in industrial symbiosis: considering the importance of the human dimension', *Progress in Industrial Ecology - An International Journal*, Vol. 2, No. 2, pp.185-199.

- Wolf A., Eklund, M. and Söderström, M. (2007) 'Developing Integration in a local industrial Ecosystem – an Explorative approach', *Business Strategy and the Environment*, Vol. 16, Issue 6, pp. 442–455.
- Womack J.P. and Jones D.T. (2003). *Lean thinking* (2nd edition). New York: The Free Press.
- World Summit for Sustainable Development (WSSD). (2002) *Plan of implementation of the world summit on sustainable development. as adopted in Johannesburg*. [http://www.un.org/esa/sustdev/documents/WSSD_POI_PD/English/WSSD_PlanI mpl.pdf].
- Yang P.P.-J and Lay O.B. (2004). 'Applying ecosystem concepts to the planning of industrial areas: a case study of Singapore's Jurong Island', *Journal of Cleaner Production*, 12, 1011–1023.
- Zhu Q., Lowe E., Wei Y., Barnes D. (2004). 'Industrial Symbiosis in China: A Case Study of the Guitang Group', *Journal of Industrial Ecology*, Vol. 11, No. 1: 31–42.
- Zucchella A. (2006). 'Local cluster dynamics: trajectories of mature industrial districts between decline and multiple embeddedness', *Journal of Institutional Economics*, Vol. 2, pp. 21–44.

II. Ελληνική βιβλιογραφία

- Ακό Π. (1991). *Ιστορία της οικολογίας*, Εκδόσεις Σύγχρονη Εποχή.
- Βρίγκα Π., Ευθυμίου Α., Αμπελιώτης Κ., Κυριακούσης Α., Λαζαρίδη Κ. (2003).
 'Εφαρμογή των Αρχών της Βιομηχανικής Οικολογίας στη Μικροκλίμακα της
 Περιοχής Μοσχάτου, Πρακτικά: 4η Διεθνής Έκθεση και Συνέδριο για την
 Τεχνολογία.
- Γκορζ Α. (1981). *Οικολογία και πολιτική*, Εκδόσεις Νέα Σύνορα.
- Γκρουλ Χ. (1982). *Ένας πλανήτης λεηλατείται: οικολογία και οικονομία*. Εκδόσεις
 Νότος.
- Δέκλερης Μ. (2005). *Εισαγωγή στη βιώσιμη πολιτεία: οδηγός για την πολιτική
 του 21ου αιώνας*. Εκδόσεις Βιώσιμος Κόσμος.
- Ευθυμιόπουλος Η. (2003). 'Εισαγωγή', στο *Οι δρόμοι της αειφορίας: περιβάλλον,
 εργασία, επιχειρηματικότητα* (επιμέλεια Ευθυμιόπουλος Η. και Μοδινός Μ.).
 Εκδόσεις Ελληνικά Γράμματα.
- Emberlin J.C. (1996). *Εισαγωγή στην Οικολογία*. Εκδόσεις Τυποθήτω.
- Flood R. and Jackson M. (1996). *Δημιουργική επίλυση οργανωσιακών
 προβλημάτων: Ολική Συστημική Παρέμβαση*. Εκδόσεις Παπαζήση.
- Giddens A. (1993). *Εισαγωγή στην Κοινωνιολογία*, Εκδόσεις Οδυσσέας.
- Καρβούνης Σ. και Γεωργακέλλος Δ. (1996). *Διαχείριση του περιβάλλοντος:
 επιχειρήσεις και βιώσιμη ανάπτυξη*. Εκδόσεις Σταμούλης.
- Κόμονερ Μ. (1987). *Ο κύκλος που κλείνει*. Εκδόσεις Παρατηρητής.
- Kuhn TS (1981). *Η δομή των επιστημονικών επαναστάσεων*, Εκδόσεις Σύγχρονα
 Θέματα.
- Λουλούδης Λ. (1986). *Πολιτοικολογία*. Εκδόσεις Στοχαστής.
- Lovelock J.E. (1993). *Γαία: μια νέα θεώρηση στη ζωή του πλανήτη*. Εκδόσεις
 Aquarius–Novapress.
- Μαντότο Ρ. (1993). *Ο οικοκαπιταλισμός: το περιβάλλον ως μεγάλη επιχείρηση*.
 Εκδόσεις Στάχυ.
- Μοδινός Μ. (1996). *Η αρχαιολογία της ανάπτυξης. Πράσινες προοπτικές*.
 Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης.

- Μοδινός Μ. (2003). 'Η αρχαιολογία της βιώσιμης ανάπτυξης', στο *Οι δρόμοι της αειφορίας: περιβάλλον, εργασία, επιχειρηματικότητα* (επιμέλεια Ευθυμιόπουλος Η. και Μοδινός Μ.). Εκδόσεις Ελληνικά Γράμματα.
- Μπούκτσιν Μ. (1993). *Ξαναφτιάχνοντας την κοινωνία*, Εκδόσεις Εξάντας.
- Μπράουν Λ., Φλαβιν Κ. και Πόστελ Σ. (1991). *Οικολογική κρίση και βιώσιμη κοινωνία*. Εναλλακτικές Εκδόσεις Κομμούνα.
- Σοφούλης Κ. (2003). 'Η περιβαλλοντική αειφορική πολιτική ως βιώσιμο σύστημα', στο *Γιοχάνεσμπουργκ: το περιβάλλον μετά τη συνδιάσκεψη των Ηνωμένων Εθνών για την αειφόρο ανάπτυξη* (επιμέλεια Τσαλτάς Γ.). Εκδόσεις Ι. Σιδέρης.
- Τσαντίλης Δ. (2003). 'Οι 3+1 διαστάσεις της αειφορίας', στο *Οι δρόμοι της αειφορίας: περιβάλλον, εργασία, επιχειρηματικότητα* (επιμέλεια Ευθυμιόπουλος Η. και Μοδινός Μ.). Εκδόσεις Ελληνικά Γράμματα.
- Τσιβάκου Ι. (1997). *Υπό το βλέμμα του παρατηρητή: περιγραφή και σχεδίαση κοινωνικών οργανώσεων*. Εκδόσεις Θεμέλιο.
- Watson TG. (2005). *Κοινωνιολογία, εργασία και βιομηχανία*, Εκδόσεις Αλεξάνδρεια.
- Wilden A, (1997). *Επιστημολογία και Οικολογία: δοκίμια για την επικοινωνία και την ανταλλαγή στη φύση και την κοινωνία*.
- Wilke H. (1996). *Εισαγωγή στη συστημική θεωρία*. Εκδόσεις Κριτική.

Παραρτήματα

Βιομηχανικά οικοσυστήματα: πρακτικές εφαρμογές

Τα παραρτήματα, τα οποία περιέχουν συνοπτικούς πίνακες και μελέτες περιπτώσεων που αφορούν υφιστάμενες περιπτώσεις οικοβιομηχανικής συμβίωσης, διαρθρώνονται ως εξής:

I. Βιομηχανικά οικοσυστήματα στον κόσμο: συνοπτικοί πίνακες.....	236
II. Βιομηχανικά οικοσυστήματα στην Ευρώπη: μελέτες περιπτώσεων	244
1. Hartberg (Ecopark), Αυστρία	245
2. Styria, Αυστρία.....	246
3. Saint-Vulbas (Parc Industriel Plaine de l'Ain-PIPA), Γαλλία	247
4. Wittelsheim (Sphere Eco-Industrie d'Alsace), Γαλλία.....	248
5. Heidelberg-Plaffengrund & Rhine-Neckar, Γερμανία.....	248
6. Karlsruhe (Rhine Harbour), Γερμανία	251
7. Redupark, Γερμανία	251
8. Ruhr (Emscher Park), Γερμανία.....	252
9. Schkopau (Value Park), Γερμανία	253
10. Herning-Ikast Industrial Park, Δανία	253
11. Kalundborg, Δανία	254
12. Crewe Business Park, Ηνωμένο Βασίλειο	257
13. Humber, Ηνωμένο Βασίλειο.....	258
14. Knowsley Park, Ηνωμένο Βασίλειο.....	260
15. Londonderry EIP, Ηνωμένο Βασίλειο.....	260
16. Manchester (Trafford Park), Ηνωμένο Βασίλειο.....	261
17. West Midlands, Ην. Βασίλειο	261
18. Torino, (Environment Park), Ιταλία	262
19. Arnhem (Kleeffse Waard), Ολλανδία.....	263
20. Apeldoorn (Ecofactorij), Ολλανδία	263
21. Dintelroord (Agro industrial complex), Ολλανδία.....	264
22. Emmen (Emmtec Industry & Business Park), Ολλανδία.....	264
23. Hardenberg (Wavin EIP), Ολλανδία	264
24. Rotterdam (INES project), Ολλανδία	265
25. Rotterdam (Shell project), Ολλανδία	266
26. Ter Apelkanaal (Business Park South Groningen), Ολλανδία	266
27. Wijster (Van Mera EIP), Ολλανδία	267
28. Δήμος που δεν κατονομάζεται, Σουηδία	267
29. Landskrona, Σουηδία	269
30. Μονάδα επεξεργασίας συσκευασιών, Φιλανδία	270
31. Jyväskylä, Φιλανδία	271
32. Uimajarju forest industry park, Φιλανδία.....	273

I. Βιομηχανικά οικοσυστήματα στον κόσμο: συνοπτικοί πίνακες

Πίνακας Π.1: Βιομηχανικά Οικοσυστήματα στο διαδίκτυο

Φορέας	Link
Cornell University Work and Environment Initiative	http://www.cfe.cornell.edu/wei/Links/eidplinks.html
European Eco-sites Federation	http://www.ecosites.net/
European Partners for the Environment	http://www.epe.be/programmes/eeee/eeeeindparks/fiches.pdf
Indigo Development	http://www.indigodev.com/Ecoparks.html
National Industrial Symbiosis Program	http://www.nisp.org.uk/
Research Triangle Institute	http://www.rti.org/page.cfm?objectid=84D6DC4A-5216-4351-BD4159BE548814A5
Smart Growth Network	http://www.smartgrowth.org/library/eco_ind_case_intro.html
SOS Planet Earth	http://www.planetecologie.org/JOBOURG/Francais/ecoindus.html
United Nations Environmental Programs	http://www.unepie.org/pc/ind-estates/casestudies/casestudies-index.htm
University of Hull , Department of Geography	http://www.hull.ac.uk/geog/research/EcoInd/html/europe.html#25

Πίνακας Π.2: Βιομηχανικά Οικοσυστήματα στον κόσμο

Ήπειρος	Χώρα	Πλήθος ΒΟΣ	Ήπειρος	Χώρα	Πλήθος ΒΟΣ
Ευρώπη	Αυστρία	2	Αμερική	ΗΠΑ	39
	Βέλγιο	4		Καναδάς	4
	Γαλλία	8		Κόστα Ρίκα	1
	Γερμανία	14		Μεξικό	1
	Δανία	4		Πόρτο Ρίκο	1
	Ελβετία	3	Ασία & Αυστραλία	Αυστραλία	2
	Ην. Βασίλειο	22		Ιαπωνία	4
	Ισπανία	4		Ινδία	5
	Ιρλανδία	1		Ινδονησία	2
	Ιταλία	7		Κίνα	3
	Μάλτα	1		Κορέα	1
	Ολλανδία	12		Νησιά Φίτζι	1
	Πολωνία	3		Σιγκαπούρη	1
	Ρουμανία	1		Ταϊλάνδη	6
	Σλοβενία	1		Φιλιππίνες	2
	Σουηδία	7			
	Φιλανδία	5			

Πίνακας Π.3: Βιομηχανικά Οικοσυστήματα στην Ευρώπη

Χώρα	Περιοχή/Όνομα	Πηγές
Αυστρία	Hartberg	UNEP
	Hartberg Oko Park	
	Styria	Schwarz and Steininger (1997)
	Recycling Netwok	
Βέλγιο	Antwerp	Écosites
	EHA	
	Antwerp	Écosites
	PIME	
	Central Brussels	Écosites
	IBGE Ecosite Project	
	Houthalen	Écosites
	Centrum Duurzaam	
Γαλλία	Gellainville	Valles (2003)
	Industrial Area	
	Lyon	University of Hull
	Porte des Alpes	
	Mens, Grenoble	Écosites
	Terre Vivante	
	Meze	University of Hull
	Ecosite du Pays de Thau	
	Ouest Lyonnais Region	Valles (2003)
	Saint-Vulbas	UNEP
	Parc Industriel Plaine de l'Ain (PIPA)	
	Valence	Écosites
	Drome Valley Ecosite Project	
	Wittelsheim	UNEP
	Sphere Eco-Industrie d'Alsace (SECOIA)	
Γερμανία	Δίκτυα ανακύκλωσης ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών συσκευών	Walther and Spengler (2004)
	Berlin	Écosites
	UfaFabrik	
	Eldagsen, Springe	Écosites
	Energie und Umweltzentrum am Deister	
	Gelsenkirchen, Ruhr	UNEP
	Emscher Park	
	Gewerbegebiet Henstedt-Ulzburg/Kaltenkirchen	Fleig (2000)
	Glucjsburg	Écosites
	Artefact - Centre for Sustainable Development	
	Heidelberg-Plaffengrund & Rhine-Neckar	Sterr and Ott (2004)
	Hamburg	
	Solar Initiative Mecklenburg-Vorpommern	Écosites
	Karlsruhe	Fleig (2000)
	Eco-industrial Parkl	

Γερμανία	Karlsruhe	Fichtner et al. (2005)
	Rhine Harbour	
	Redupark	Fichtner et al. (2005)
	Ruhgebiet	
	Verwetungsststem	Fleig (2000)
	Ruhr	
	Emscher Park	UNEP
	Schkopau , Saxony	
	Value Park	UNEP
	Herning-Ikast	
Δανία	Industrial Park	UNEP
	Hurup Thy	University of Hull ,
	FolkCenter for Renewable Energy	Écosites
		Gertler (1995); Ehrenfeld
		and Gertler (1997);
	Kalundborg (Industrial Symbiosis)	Ehrenfeld and Chertow
		(2002); Jacobsen (2003)
		Graedel and Allenby
	St. Gallen	(2003)
Ελβετία	Cornwall	
	GreenPark	University of Hull
	Balsthal	
	Okozentrum Langenbruck	Écosites
	Yverdon	
	Pro-Natura Champ-Pittet	Écosites
	Coventry	
	HDRA	Écosites
	Crewe, Cheshire	
	Crewe Business Park	UNEP
Ηνωμένο Βασίλειο	Denaby Main, Doncaster	
	Earth Center	University of Hull
	Dyfi Valley, Powys, Wales	
	Centre for Alternative Technology	University of Hull
	Humber	
	NISP	UNEP, NISP, Mirata
		(2004)
	Merseyside	
	Knowsley Park	UNEP
	Lockerbie, Scotland	
		Jackson (2005)
	Loddington, Leicester	
	Allerton Research and Educational Trust	Écosites
	London	
	London Remade Eco-Industrial sites	University of Hull ,
		Écosites
	London	
	Sustainable Industrial Park	University of Hull
	Londonderry	
	Eco Industrial Park	UNEP
	Machlyneth, Wales	
	Dyfi Eco-Park	University of Hull

Ηνωμένο Βασίλειο	Manchester Trafford Park	UNEP
	Mersey Banks NISP	NISP, Mirata (2004)
	Newbury, Berkshire Elm Farm Research Center	Écosites
	Perth & Kinross, Scotland forrest industry	Illsey et al. (2007)
	Sheffield Heeley City Farm	Écosites
	South Yorkshire Sustainable Growth Park	University of Hull ,
	Swaffham, Norfolk Ecotech Center	University of Hull
	Teeside NISP	NISP, Mirata (2004)
	Thames Valley NISP	NISP, Mirata (2004)
	West Midlands (NISP)	NISP, Mirata (2004)
Ισπανία	Catalonia	Sendra, Gabarrell and Vicent (2006)
	Barcelona Fabrica del Sol	Écosites
	Santa Cruz ITER	Écosites
	Ballymena ECOS Millenium Environmental Centre	Écosites
Ιρλανδία	Dublin Cultivate Sustainable Living Centre	Écosites
	Malosco, Trento Montagna-Energia Valle di non	Écosites
Ιταλία	Murano	D'Amico et al. (2007)
	Torino Environment Park	UNEP
	Tuscany Closed Project	University of Hull
	Umbria Borgo di Meana ecosite Project	Écosites
	Venice Po Delta Ecosite	Écosites
	Ghajn Tuffieha ecosite project	Écosites
Μάλτα	Arnhem Kleeffse Waard	Eilering and Vermeulen (2004)
	Apeldoorn Ecofactorij	Eilering and Vermeulen (2004)

	Boxtell, The small Earth	University of Hull
	Den Bosch	
	Rivu	Heeres et al. (2004)
	Dintelroord	Eilering and Vermeulen
	Agro industrial complex	(2004)
	Emmen	Eilering and Vermeulen
	Emmtec Industry & Business Park	(2004)
	Hardenberg	Eilering and Vermeulen
	Wavin Eco-industrial Park	(2004)
	Heemskerk	Eilering and Vermeulen
	Trompet EIP	(2004)
Ολλανδία	Moerdijk	Fleig (2000), Heeres et
	Ecopark	al. (2004)
	Rootterdam	Baas (1998; 2001), Baas
	INES Project	and Boons (2004),
		Heeres et al. (2004)
	Rootterdam	
	Shell Project	Randerson (2006)
	Ter Apelkanaal	Eilering and Vermeulen
	Business Park South Groningen	(2004)
	Wijster	Eilering and Vermeulen
	Van Mera EIP	(2004)
	Sunflower Farm	
	Ecological Technology Centres	University of Hull
Πολωνία	Cracow	Écosites
	Ekocentrum ICPPC	
	Adrianu Mic, Tg. Mures	Écosites
	Focus EcoCentre	
Ρουμάνια	Findhorn	Écosites
	Ecovillage	
Σλοβενία	Slovenske Konjice	Écosites
	Trebnik Castle	
	Δήμος που δεν κατονομάζεται	Wolf et al. (2005; 2007)
	Goteborg	
	Ekkocentrum	Écosites
	Landskroma	Mirata and Emtairah
		(2005)
Σουηδία	Monsteras	Wolf and Petersson
		(2007)
	Solna	
	Vreten	UNEP
	Stocholm	
	Environmental Science Park	University of Hull
	Sundsvall-Timra	Wolf and Petersson
		(2007)
Τσεχία	Prague	Écosites
	EkoWAtt	

Φιλανδία	Μονάδα επεξεργασίας συσκευασιών	Korhonen (2000)
	Jyväskylä	Korhonen et al. (1999), Korhonen (2001b; 2001c; 2002a)
	Juva, South-Savo	Helenius et al. (2007)
Φιλανδία	North Karelia	Korhonen and Snakin (2003)
	Oulou (Ecopark Oulou)	University of Hull
	Uimajarju forest industry park	Korhonen and Snakin (2005)

Πίνακας Π.4: Βιομηχανικά Οικοσυστήματα στην Αμερική

Χώρα	Περιοχή/Όνομα	Πηγές
ΗΠΑ	Ackerman, Mississippi Red Hills EcoPlex	University of Hull
	Alameda County, California	University of Hull
	Austin, Texas Computer & Electronics Disposition EIP	University of Hull
	Baltimore, Maryland Fairfield Ecological Industrial park	PCSD (1996); Heeres et al. (2004), University of Hull
	Brownsville, Texas Brownsville EIP	PCSD (1996) ; Martin et al (1996); Heeres et al. (2004)
	Burlington, Vermont Riverside Eco-Park	PCSD (1996); University of Hull
	Buffalo, New York (	University of Hull
	Cape Charles, Virginia – Port of Cape Charles Sustainable Technologies Park	PCSD (1996); Deutz and Gibbs (2004); Heeres et al. (2004); Hayes (2003);
	Chattanooga, Tennessee The volunteer site	PCSD (1996)
	Chesterton, Indiana Coffee Creek Center	University of Hull
	Colorado Rocky Mountain Institute	Écosites
	Dallas, Texas Dallas Ecopark	University of Hull
	Devens, Massachusetts	Deutz and Gibbs (2004), University of Hull
	Edmonton, Alberta Alberta Industrial Heartland	University of Hull
	Front Royal, VA Avtex Redevelopment Site	Deutz and Gibbs (2004), University of Hull
	Indio, California Cabazon Resource Recovery Park	University of Hull
	Londonderry, New Hampshire	PCSD (1996), Deutz and Gibbs (2004),

	Stonyfield/ Londonderry EIP	Lowitt (2003)
	Louisiana, NWLCC	Tosteson and Guadagno (2003)
	Milwaukee, Wisconsin Menominee Valley	University of Hull
	Minden, Louisiana NW Louisiana Commerce Center	University of Hull
	Minneapolis, Minnesota Green Institute EIP	PCSD (1996); Krause (2003); University of Hull
	Mississippi Red Hills industrial ecoplex	Forsythe (2003)
	North Carolina TJCOG project	Kincaid (2003)
	Oakland, California East Shore EIP	PCSD (1996)
	Plattsburgh, New York Plattsburgh EIP	PCSD (1996)
	Raymond, Washington Raymond Green EIP	PCSD (1996)
ΗΠΑ	Shady Side, Maryland Shady Side Eco-business Park	PCSD (1996)
	Skagit County, Washington Environmental Industrial Park	PCSD (1996)
	Texas (recycling, remanufacturing & waste treatment firms)	Lyons (2007a; 2007b)
	Texas Chaparral Steel & Texas Industries	Forward and Mangan (1999)
	Tiverton, Ontario Bruce Energy Center	University of Hull
	Trenton, New Jersey Trenton Eco-Industrial Complex	PCSD (1996)
	Tuscon, Arizona Civano environmental technologies Park)	PCSD (1996)
	British Columbia Eco-industrial Park	Jackson (2005)
Καναδάς	Halifax, Nova Scotia Burnside EIP	PCSD (1996); Cote (2001), Cote and Crawford (2003)
	Langley, British Columbia	LeBreton et al. (2004)
	Matamoros	Martin et al.(1996)
	Ontario, Sault Ste Marie	University of Hull
Κόστα ΡΙΚΑ	Coffee industry	Adams and Ghaly (2006)
Μεξικό	Tampico (Altamira) Resource Recovery park	BCSD – GM (1999) Lowe (2001)
Πόρτο ΡΙΚΟ	Puerto Rico Renova EIP	University of Hull

Πίνακας Π.5: Βιομηχανικά Οικοσυστήματα σε Ασία και Αυστραλία

Χώρα	Περιοχή/Όνομα	Πηγές
Αυστραλία	Brunswick East, Victoria	Ecosites
	Community Environment Park	
	Synergy Industrial Park Brisbane	Roberts (2004)
Ιαπωνία	Fujisawa, Fujisawa EIP	Lowe (2001)
	Kawasaki, Kawasaki EIP	Lowe (2001)
	Yamanashi Kokubo EIP	Lowe (2001)
	Zero emission clustering	Kimura and Taniguchi (1999)
Ινδία	Ahmedabad, Naroda Industrial Estate	UNEP, Lowe (2001; 2003)
	Calcutta foundries complex	Lowe (2001; 2003)
	Seshasayee complex	Lowe (2001; 2003)
	Tamil Nadu	Lowe (2001; 2003)
	Tirupur Town	Lowe (2001; 2003)
Ινδονησία	Semarang – Lingkingan Kecil (LIK) Bugangan Baru IE)	UNEP
	Tangerang	Lowe (2003)
Κίνα	Dalian	UNEP
	Guangxi, Zhuang Guitang Group	Zhu and Cote (2004)
	Guigang	Lowe (2001; 2003);
Κορέα	Ulsan EIP	Park and Won (2007)
Νησιά Φίτζι	Monfront Boy's Town	Graedel and Allenby (2003)
Σιγκαπούρη	Jurong Island Industrial Park	UNEP, Yang and Ley (2004)
Ταϊλάνδη	Amata Nakorn	Lowe (2003)
	Bang Poo	Lowe (2003)
	Eastern Seabord	Lowe (2003)
	IEAT Initiative	Lowe (2001)
	Laem chabang	UNEP

	Map Ta Phut Northern Industrial Estate	Lowe (2003)
Φιλιππίνες	Εθνικό σχέδιο δράσης	Bateman (1999)
	Prime Project	Lowe (2001)

II. Βιομηχανικά οικοσυστήματα στην Ευρώπη: μελέτες περιπτώσεων

Στις σελίδες που ακολουθούν περιγράφονται τριάντα δύο περιπτώσεις οικοβιομηχανικής ανάπτυξης από την Ευρώπη, οι οποίες παρουσιάζονται συνοπτικά στον πίνακα Π.6.

Πίνακας Π.6

Βιομηχανικά Οικοσυστήματα στην Ευρώπη: μελέτες περιπτώσεων

Χώρα	No	Περιοχή/Όνομα	Πηγές
Αυστρία	1	Hartberg Hartberg Oko Park	UNEP
	2	Styria Styria Recycling Netwok	Schwarz and Steininger (1997)
Γαλλία	3	Saint-Vulbas Parc Industriel Plaine de l'Ain (PIPA)	UNEP
	4	Wittelsheim Sphere Eco-Industrie d'Alsace (SECOIA)	UNEP
	5	Heidelberg-Plaffengrund & Rhine-Neckar	Sterr and Ott (2004)
Γερμανία	6	Karlsruhe & Rhine Harbour	Fichtner et al. (2005)
	7	Redupark	Fichtner et al. (2005)
	8	Ruhr Emscher Park	UNEP
	9	Schkopau , Saxony Value Park	UNEP
Δανία	10	Herning-Ikast Industrial Park	UNEP
	11	Kalundborg Industrial Symbiosis	Gertler (1995); Ehrenfeld and Gertler (1997); Jacobsen (2003)
Ηνωμένο Βασίλειο	12	Crewe, Chesire Crewe Business Park	UNEP
	13	Humber NISP	UNEP, NISP, Mirata (2004)
	14	Merseyside Knowsley Park	UNEP
	15	Londonderry	UNEP

		Eco Industrial Park	
	16	Manchester Trafford Park	UNEP
	17	West Midlands NISP	NISP, Mirata (2004)
Ιταλία	18	Torino Environment Park	UNEP
	19	Arnhem Kleeffse Waard	Eilering and Vermeulen (2004)
	20	Apeldoorn Ecofactorij	Eilering and Vermeulen (2004)
	21	Dintelroord Agro industrial complex	Eilering and Vermeulen (2004)
	22	Emmen Emmtec Industry & Business Park	Eilering and Vermeulen (2004)
Ολλανδία	23	Hardenberg Wavin Eco-industrial Park	Eilering and Vermeulen (2004)
	24	Roosdrecht INES Project	Baas (1998; 2001), Baas and Boons (2004), Heeres et al. (2004)
	25	Roosdrecht Shell Project	Randerson (2006)
	26	Ter Apelkanaal Business Park South Groningen	Eilering and Vermeulen (2004)
	27	Wijster Van Mera EIP	Eilering and Vermeulen (2004)
Σουηδία	28	Δήμος που δεν κατονομάζεται	Wolf et al. (2005; 2007)
	29	Landskrona	Mirata and Emtairah (2005)
	30	Μονάδα επεξεργασίας συσκευασιών	Korhonen (2000)
Φινλανδία	31	Jyväskylä	Korhonen et al. (1999), Korhonen (2001b;c; 2002a)
	32	Uimaharju forest industry park	Korhonen and Snäkin (2005)

1. Hartberg (Ecopark), Αυστρία

Το συγκεκριμένο πάρκο συμπεριλαμβάνεται στο κατάλογο των πράσινων βιομηχανικών περιοχών που έχει συνταχθεί από τα UNEP, αφού συνδυάζει τις εξής δραστηριότητες:

- αποτελεί έδρα για επιχειρήσεις με δραστηριότητες οι οποίες σχετίζονται με το περιβάλλον και την προστασία του

- υπάρχει ερευνητικό κέντρο με στόχο την ανάπτυξη περιβαλλοντικών καινοτομιών
- λειτουργεί ως εκθεσιακός χώρος (διοργανώνονται τακτικά σχολικές επισκέψεις) σε θεματικές ενότητες όπως διαχείριση νερού, επεξεργασία αποβλήτων, ανανεώσιμες ενέργειες και τέλος
- υπάρχουν διαμορφωμένοι κατάλληλα χώροι έτσι ώστε να λειτουργεί και ως πάρκο αναψυχής.

Όσον αφορά τις οικοβιομηχανικές δραστηριότητες, το πάρκο είναι ενεργειακά αυτόνομο, διαθέτει μονάδα επεξεργασίας των αποβλήτων ενώ μεταξύ των εγκατεστημένων επιχειρήσεων έχουν ξεκινήσει και κάποιες προσπάθειες αξιοποίησης παραπροϊόντων (χρησιμοποίηση ανακυκλωμένου χαρτιού ως μονωτικό)

2. Styria, Αυστρία

Το βιομηχανικό οικοσύστημα της Styria είναι το δεύτερο (μετά το Kalundborg της Δανίας) σε αναφορές στη σχετική βιβλιογραφία, (τουλάχιστον όσον αφορά την Ευρώπη). Αντίθετα με την περίπτωση της Δανίας όπου έχουμε συμβίωση μικρού αριθμού επιχειρήσεων οι οποίες βρίσκονται σε πολύ κοντινή απόσταση μεταξύ τους, στη περίπτωση της περιοχής Styria έχει αναπτυχθεί ένα οργανωμένο δίκτυο ανακύκλωσης με μεγάλο αριθμό συμμετεχόντων που καλύπτει την ευρύτερη περιοχή. Το παράδοξο, όπως και στην περίπτωση του Kalundborg, είναι ότι το δίκτυο δεν αναπτύχθηκε μετά από εσκεμμένη προσπάθεια εφαρμογής των αρχών της βιομηχανικής οικολογίας.

Αρχικά το δίκτυο ανακύκλωσης βασίστηκε σε δύο μεγάλες βιομηχανικές μονάδες, μία εταιρεία τροφίμων και μία τσιμεντοβιομηχανία. Μετά από μελέτη όλων των ροών αποβλήτων και πρώτων υλών, προσδιορίστηκαν νέοι πιθανοί προμηθευτές ή αποδέκτες. Η διαδικασία επαναλήφθηκε για αντίστοιχες μονάδες που λειτουργούσαν στη περιοχή και σήμερα το δίκτυο ανακύκλωσης να περιλαμβάνει πάνω από 50 βιομηχανίες, ορισμένες από τις οποίες είναι εγκατεστημένες έξω από τα γεωγραφικά όρια της περιοχής Styria. Οι

βιομηχανίες που συμμετέχουν ανήκουν στους τομείς της γεωργίας, τροφίμων, πλαστικών, κλωστοϋφαντουργίας, χαρτιού, ενέργειας, επεξεργασίας μετάλλων, ξύλου, δομικών υλικών, ενώ τα κυριότερα από τα υλικά που ανακυκλώνονται είναι: χαρτί, γύψος, τέφρα, πλαστικά, σίδηρος, χρησιμοποιημένα ελαστικά και λιπαντικά έλαια.

Τα περιβαλλοντικά και οικονομικά οφέλη του συγκεκριμένου δικτύου είναι πολύ σημαντικά. Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι σε περίοδο ενός έτους ανακυκλώθηκαν: 34.000 τόνοι γύψου από εργοστάσια παραγωγής ενέργειας, περισσότεροι από 200.000 τόνοι παραπροϊόντων κατεργασίας μετάλλου, 130.000 τόνοι παλαιών σιδηρικών, 15.600 τόνοι παραπροϊόντων κατεργασίας ξύλου, 11.820 τόνοι χαρτιού και χαρτονιού, 445.000 τόνοι ξύλου, 28.000 τόνοι βυρσοδεψικού φλοιού, 310 τόνοι κλωστοϋφαντουργικών ινών, 5.500 τόνοι χρησιμοποιημένων ελαστικών, 4.500 τόνοι ελαιώδους κωκ, 5.400 τόνοι κρεατικών υπολοίπων από σφαγεία, 45.000 τόνοι βύνης, 3.100 τόνοι μαγιάς και 350 τόνοι ζωοτροφών.

3. Saint-Vulbas (Parc Industriel Plaine de l'Ain-PIPA), Γαλλία

Η βιομηχανική περιοχή PIPA έχει έκταση 7000 στρεμμάτων (2500 καλύπτονται από τις επιχειρήσεις, ενώ 1400 είναι χώροι πρασίνου) και απασχολεί πάνω από 3.000 εργαζόμενους. Από το 1978 όπου ιδρύθηκε η συγκεκριμένη βιομηχανική περιοχή και με δεδομένο ότι αποτελεί έδρα για επιχειρήσεις υψηλού περιβαλλοντικού φορτίου, ο φορέας διαχείρισης έθεσε ως βασική προτεραιότητα την προστασία του περιβάλλοντος, επενδύοντας 20% του προϋπολογισμού του σε αντίστοιχα έργα. Η επιβράβευση ήρθε το 2001, όταν η συγκεκριμένη βιομηχανική περιοχή πιστοποιήθηκε για τις υπηρεσίες που προσφέρει στις εγκατεστημένες επιχειρήσεις με ISO 14001. Ανάμεσα στις δράσεις διακρίνουμε:

- κατασκευή μονάδας επεξεργασίας αποβλήτων
- πρόγραμμα προστασίας υδροφόρου ορίζοντα
- πράσινος χωροτακτικός σχεδιασμός

- συνεχή βελτίωση υποδομών όπως οδικό δίκτυο κλπ.
- ανάπτυξη και συνεχή παρακολούθηση/αξιολόγηση και δημοσιοποίηση μεγάλου αριθμού δεικτών που σχετίζονται με όλες τις ροές υλικών/ενέργειας/αποβλήτων, τη κατάσταση οικοσυστήματος,
- κατάρτιση εργαζομένων
- συνεχή διοργάνωση ημερίδων, συναντήσεων με θέμα το περιβάλλον.

4. Wittelsheim (Sphere Eco-Industrie d'Alsace), Γαλλία

Η συγκεκριμένη βιομηχανική περιοχή καλύπτει μια έκταση 420 στρεμμάτων (τα 250 είναι χώροι πρασίνου), όπου είναι εγκατεστημένες οχτώ επιχειρήσεις που συνολικά απασχολούν πάνω από 400 εργαζομένους. Το γεγονός της γειτνίασης του πάρκου με περιοχή υψηλής οικολογικής σημασίας, σε συνδυασμό με ένα νέο αναπτυξιακό σχέδιο για την ευρύτερη περιοχή, οδήγησαν στη συνεργασία ιδιωτικών και δημόσιων φορέων, με σκοπό συγκεκριμένες περιβαλλοντικές παρεμβάσεις όπως:

- πράσινο χωροταξικό σχεδιασμό
- συνεργασία σε θέματα διαχείρισης αποβλήτων
- πρόγραμμα συλλογής και εκμετάλλευσης των όμβριων υδάτων
- μείωση των εκπομπών θορύβου
- αναζήτηση μη ορυκτών πηγών ενέργειας
- πιστοποίηση των εγκατεστημένων επιχειρήσεων με ISO 14001.

5. Heidelberg-Plaffengrund & Rhine-Neckar, Γερμανία

Η συγκεκριμένη βιομηχανική περιοχή με έκταση 930 στρεμμάτων αποτελεί έδρα μικρομεσαίων επιχειρήσεων που αναπτύσσονται σε αρκετούς κλάδους όπως χαρτιού, χημικών, επεξεργασία μετάλλων και ηλεκτρονικών. Στα πλαίσια της οικοβιομηχανικής προσέγγισης, έχουν τεθεί σε εφαρμογή οι εξής δράσεις:

- επαναχρησιμοποίηση πολυαιθυλαινίου προερχόμενου από θήκες φωτογραφικών φιλμ το οποίο αφού επεξεργάζεται κατάλληλα (regranulate polyethylene), αποτελεί πρώτη ύλη σε μονάδα παραγωγής πλαστικών. Παρά την επιτυχημένη πιλοτική εφαρμογή, ο συγκεκριμένος βρόγχος δε μονιμοποιήθηκε λόγω ύπαρξης συγκεκριμένων εθνικών πολιτικών διαχείρισης απορριμμάτων. Πιο συγκεκριμένα, στη Γερμανία έχει τεθεί σε ισχύ το DSD (Dual System of Germany) με βάση το οποίο η αποκομιδή των υλικών συσκευασίας γίνεται χωρίς χρέωση του παραγωγού, γεγονός που είχε ως αποτέλεσμα την άρνηση της μονάδας εμφάνισης φιλμ για την εγκατάσταση και συντήρηση δυο κάδων περισυλλογής (έπρεπε να γίνει διαλογή, αφού μέρος της θήκης του φιλμ ήταν κατασκευασμένο από πολυστυρένιο, το οποίο και δε μπορούσε να επαναχρησιμοποιηθεί στα πλαίσια της συγκεκριμένης διεργασίας)
- επαναχρησιμοποίηση αποβλήτων προερχόμενα από μονάδα επεξεργασίας ξύλου, αφού η μεταφορά στον τελικό αποδέκτη (περίπου 2km έξω από τη βιομηχανική περιοχή) ήταν οικονομικότερη συγκρινόμενη με το κόστος της σύννομης εναπόθεσης. Από την άλλη, ο αποδέκτης χρησιμοποιώντας τα συγκεκριμένα απόβλητα σαν πηγή ενέργειας, μείωσε την κατανάλωση φυσικού αερίου.
- επαναχρησιμοποίηση χαρτιού από μονάδα παραγωγής σανίδων. Ο συγκεκριμένος βρόγχος κρίνεται ως ιδιαίτερα επιτυχημένος, αφού η μονάδα παραγωγής είναι ανθηρή επιχείρηση και το δίκτυο επεκτείνεται.
- επαναχρησιμοποίηση αποβλήτων από μονάδα παραγωγής λυχνιών φθορίου.
- συνεργασία στη μεταφορά χρησιμοποιημένων παλετών
- δημιουργία μιας πλατφόρμας καταγραφής, ενημέρωσης και επικοινωνίας σχετική με τη ροή αλλά και τις δυνατότητες αξιοποίησης των παραγόμενων αποβλήτων.

Τα παραπάνω αποτελέσματα οδήγησαν στο συμπέρασμα πως το μέγεθος της συγκεκριμένης βιομηχανικής περιοχής είναι ιδιαίτερα μικρό για τη δημιουργία ενός επιτυχημένου συμπλέγματος βιομηχανικής συμβίωσης. Έτσι, η

μελέτη επεκτάθηκε στο επίπεδο της ευρύτερης περιοχής Rhine-Neckar, η οποία παρουσιάζει ιδιαίτερη βιομηχανική ανάπτυξη και αποτελεί την έδρα αρκετών πολυεθνικών (αλλά και μεγάλου αριθμού μεσαίων και μικρών) επιχειρήσεων. Τα πλεονεκτήματα από τη διεύρυνση της περιοχής εφαρμογής (αύξηση του αριθμού των συμμετεχόντων, δημιουργία οικονομιών κλίμακας κλπ.) θα δώσουν τη δυνατότητα για τη δημιουργία νέων συμβιωτικών σχέσεων αλλά θα συντελέσουν και στη σταθεροποίηση των υφισταμένων. Από την άλλη πλευρά, η διεύρυνση παρουσιάζει μειονεκτήματα όπως αύξηση της (γεωγραφικής, αλλά και νοητικής) απόστασης των εμπλεκόμενων, όξυνση στις υφιστάμενες δυσκολίες επικοινωνίας κλπ. Από την αρχή του έργου, η ερευνητική ομάδα κατέληξε ότι προαπαιτούμενα για την επιτυχή έκβαση είναι πρωτίστως:

- η δημιουργία ενός κατάλληλου δικτύου με στόχο τη δημιουργία εμπιστοσύνης ανάμεσα στους συμμετέχοντες
- η ανάπτυξη κατάλληλου λογισμικού που θα διευκολύνει την ανταλλαγή πληροφοριών στο εσωτερικό των επιχειρήσεων αλλά και στις μεταξύ τους επαφές. Αξίζει να σημειωθεί ότι για το συγκεκριμένο λογισμικό, υπάρχουν εκτενείς αναφορές στη σχετική βιβλιογραφία.

Οι συναντήσεις ανάμεσα στους εμπλεκόμενους σύντομα γρήγορα οδήγησαν σε μια ευχάριστη διαπίστωση: παρά το γεγονός ότι τα τελικά προϊόντα των συμμετεχόντων ήταν διαφορετικά μεταξύ τους, υπήρχαν σημαντικές ομοιότητες όσον αφορά τα απόβλητα. Το αποτέλεσμα ήταν η μετεξέλιξη των άτυπων αρχικά συναντήσεων σε ένα θεσμοθετημένο οργανισμό (AGUM) ο οποίος και ενισχύθηκε οικονομικά για τρία χρόνια από το γερμανικό δημόσιο. Στο συμβούλιο του AGUM πέρα από τις τοπικές βιομηχανίες (εκπρόσωπος των οποίων έχει και την προεδρεία), συμμετέχουν και εκπρόσωποι από άλλους εμπλεκόμενους (πανεπιστήμιο, εμπορικό επιμελητήριο κλπ.). Ο AGUM δεν άργησε να μετεξελιχθεί σε ένα ακόμα πιο φιλόδοξο δίκτυο με όνομα UKOM), το οποίο αποτελεί μη κυβερνητικό οργανισμό, και πέρα από το κλείσιμο των βρόγχων στοχεύει στη ανάπτυξη περιβαλλοντικών καινοτομιών στη συγκεκριμένη περιοχή.

6. Karlsruhe (Rhine Harbour), Γερμανία

Πρόκειται για ένα βιομηχανικό οικοσύστημα που αναπτύχθηκε ως αποτέλεσμα του ανασχεδιασμού του τρόπου παραγωγής και διανομής ενέργειας στο λιμάνι του Ρήνου, στη περιοχή της Karlsruhe. Ο καταλύτης στη συγκεκριμένη περίπτωση ήταν η απελευθέρωση της αγοράς ενέργειας στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Πιο συγκεκριμένα πέντε ιδιαίτερα ενεργειοβόρες βιομηχανικές μονάδες (με μέγιστη απόσταση 4 km μεταξύ τους) των οποίων η κατανάλωση ενέργειας ισοδυναμούσε με 500.000 γερμανικά νοικοκυριά, σε συνεργασία με τον τοπικό δήμο, αποφάσισαν να εξετάσουν εναλλακτικές μεθόδους παραγωγής ενέργειας. Το έργο χωρίστηκε σε τρία στάδια:

- τεχνική ανάλυση των υφιστάμενων εναλλακτικών λύσεων με τη χρήση του λογισμικού Aspen Plus
- μοντελοποίηση των παραπάνω (με έμφαση στο οικονομικό κόστος) με βάση το λογισμικό PERSEUS (Program Package for Emission Reduction Strategies in energy use and Supply) και τέλος
- μελέτη του οικολογικών επιπτώσεων με βάση το πρόγραμμα GaBi.

Στη παρούσα φάση το έργο είναι ακόμα σε διαδικασίες μοντελοποίησης. Ανάμεσα στις εναλλακτικές που εξετάζονται διακρίνουμε:

- μονάδα παραγωγής ενέργειας και βιομηχανικού ατμού, η οποία θα χρησιμοποιεί ως καύσιμο φυσικό αέριο (εξετάζεται επίσης η δημιουργία μιας μεγάλης μονάδας ή δυο μικρότερων χαμηλότερης δυναμικότητας)
- δημιουργία κατάλληλου δικτύου μεταξύ των επιχειρήσεων με σκοπό την εκμετάλλευση της εκλυόμενης θερμότητας
- εγκατάσταση μονάδας συμπαραγωγής ενέργειας και θερμότητας, η οποία θα χρησιμοποιεί ως καύσιμο βιομάζα.

7. Redupark, Γερμανία

Το συγκεκριμένο βιομηχανικό οικοσύστημα δημιουργήθηκε με μοναδικό στόχο τη βελτιστοποίηση των ροών παραπροϊόντων και αποβλήτων που οδηγούνται στις τοπικές μονάδες επεξεργασίας και ανακύκλωσης. Όσον αφορά τη γεωγραφική του έκταση, οι συμμετέχοντες είναι εγκατεστημένοι σε ακτίνα 60 km, ενώ κεντρικό ρόλο στην οργάνωση του διαδραματίζει και μονάδα κατασκευής αυτοκινήτων η οποία και παράγει τα περισσότερα απόβλητα. Οι βασικοί άξονες παρέμβασης είναι:

- κλείσιμο βρόγχων σε επίπεδο εργοστασίου, γεγονός που συχνά απαιτεί αλλαγές στη παραγωγική διαδικασία
- επαναχρησιμοποίηση των αποβλήτων στην ευρύτερη περιοχή
- μείωση του όγκου των αποβλήτων, η οποία σε αρκετές περιπτώσεις παρουσίασε εντυπωσιακά αποτελέσματα, αφού οδήγησε σε μείωση των μεταφορών κατά 60–80%
- διαχωρισμός αποβλήτων με βάση το υλικό
- συντονισμός εφοδιαστικής αλυσίδας

Πέρα από την εφαρμογή συγκεκριμένων (και συχνά καινοτόμων) τεχνολογιών, στη συγκεκριμένη περίπτωση σημειώθηκε ευρεία χρήση μεθόδων επιχειρησιακής έρευνας. Ανάμεσα σε άλλα εργαλεία για την αξιολόγηση των εναλλακτικών σεναρίων χρησιμοποιήθηκε και το λογισμικό PERSEUS, το οποίο χρησιμοποιήθηκε και στην περίπτωση της Karlsruhe (βλέπε # 6).

8. Ruhr (Emscher Park), Γερμανία

Ήδη από το 19^ο αιώνα, η περιοχή του Emscher ήταν ένα μεγάλο βιομηχανικό κέντρο στην Ευρώπη, με εγκατεστημένες ιδιαίτερα ρυπογόνες δραστηριότητες όπως χυτήρια μετάλλων, ορυχεία, παραγωγή κοκ κλπ. Τα τελευταία 30 χρόνια οι περισσότερες μονάδες σταμάτησαν να λειτουργούν με αποτέλεσμα αφενός την αύξηση της ανεργίας και αφετέρου τη δημιουργία ενός εγκαταλελειμμένου και μολυσμένο τοπίου με τεράστια (αλλά άδεια) βιομηχανικά κτίρια. Για την αντιμετώπιση της κατάστασης, η τοπική κυβέρνηση της περιοχής North-Rhine-Westphalia κατέστρωσε ένα μακρόχρονο σχέδιο

ανάπλασης/αποκατάστασης. Εκ των αποτελεσμάτων, πρόκειται για μια επιτυχημένη προσέγγιση με εφαρμογές κυρίως στους τομείς της αρχιτεκτονικής και χωροταξίας. Τέλος αξίζει να σημειωθεί είναι ότι στη ταράτσα του (νεοϊδρυθέντος) επιστημονικού πάρκου, εγκαταστάθηκε ηλιακός συλλέκτης (στο είδος του, είναι ο μεγαλύτερος στο κόσμο) ισχύος 210 KW. Το συγκεκριμένο έργο, που ενισχύθηκε οικονομικά από την Ευρωπαϊκή Ένωση, αποτελεί ερευνητικό κέντρο και πόλο έλξης για την εγκατάσταση επιχειρήσεων που αναπτύσσονται στο συγκεκριμένο κλάδο.

9. Schkopau (Value Park), Γερμανία

Το Value Park βρίσκεται στη κεντρική Γερμανία και αποτελεί μια νέα βιομηχανική περιοχή η οποία ξεκίνησε με σκοπό τη προσέλκυση επιχειρήσεων που δραστηριοποιούνται στην παραγωγή και επεξεργασία πλαστικών. Το εγχείρημα κρίνεται ως επιτυχημένο αφού έως σήμερα σε μια έκταση 70 he, είναι εγκατεστημένες επτά επιχειρήσεις (κάποιες από τις οποίες είναι πολυεθνικές) στις οποίες απασχολούνται 300 εργαζόμενοι. Το γεγονός ότι οι επιχειρήσεις ανήκουν στον ίδιο κλάδο, έχει ανοίξει το δρόμο για τη δημιουργία δικτύου ανταλλαγών υλικών, για το οποίο όμως δεν υπάρχουν περισσότερες πληροφορίες.

10. Herning-Ikast Industrial Park, Δανία

Στη συγκεκριμένη περίπτωση οι γειτονικοί δήμοι του Herning και του Ikast αποφάσισαν να δημιουργήσουν μια νέα *πράσινη* βιομηχανική περιοχή η οποία διαθέτει:

- υποδομές για την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων αλλά και τη συλλογή του βρόχινου νερού
- κατάλληλο χωροτακτικό σχεδιασμό για το διαχωρισμό των εγκατεστημένων επιχειρήσεων, ανάλογα με το κλάδο δραστηριοποίησης
- μεγάλες εκτάσεις πρασίνου, ενώ για την κατασκευή των απαιτούμενων δρόμων και μονοπατιών χρησιμοποιήθηκαν ανακυκλωμένα υλικά.

11. Kalundborg, Δανία

Το Kalundborg που έχει χαρακτηριστεί και ως η Μέκκα της βιομηχανικής οικολογίας, είναι μακράν το βιομηχανικό οικοσύστημα με τις περισσότερες βιβλιογραφικές αναφορές. Πρόκειται για μια βιομηχανική συμβίωση που ξεκίνησε πριν από πενήντα σχεδόν χρόνια, σε μια μικρή βιομηχανική ζώνη, εκατό χιλιόμετρα περίπου δυτικά της Κοπεγχάγης. Η σταδιακή αλλαγή (εξέλιξη) του συστήματος παρουσιάζεται μέσω ενός σύντομου χρονικού στο πίνακα Π.7. Οι βασικοί εταίροι της συμβίωσης είναι:

- ο σταθμός παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας της Asnaes, ο οποίος με δυναμικότητα 1500 MW, είναι ο μεγαλύτερος της Δανίας και απασχολεί 300 εργαζόμενους
- το διυλιστήριο πετρελαίου της Statoil, το οποίο με δυναμικότητα επεξεργασίας 5 εκατομμύρια τόνους το χρόνο και 300 εργαζόμενους αποτελεί τη μεγαλύτερη μονάδα της Δανίας
- η μονάδα παραγωγής γυψοσανίδων της Gyproc (ετήσια παραγωγή 14 εκατομμυρίων τετραγωνικών μέτρων) η οποία απασχολεί 180μ εργαζομένους και είναι η μεγαλύτερη μονάδα στη Σκανδιναβία.
- η πολυεθνική εταιρία βιοτεχνολογίας Novo Nordisk η οποία ασχολείται με παραγωγή φαρμακευτικών και βιομηχανικών ενζύμων. Σημειώνεται ότι η μονάδα στο Kalundborg (από το οποίο προέρχεται το 40% της παγκόσμιας προσφοράς ινσουλίνης), απασχολεί 1900 εργαζόμενους και είναι η μεγαλύτερη της εταιρίας
- η Bioteknisk Jordrens, μονάδα επεξεργασίας αποβλήτων που απασχολεί 35 εργαζόμενους.

Αναλύοντας τη κυκλικότητα της βιομηχανικής συμβίωσης του Kalundborg έχουμε τις εξής ροές (βλέπε και σχήμα Π.1):

- η Statoil πουλάει το πλεονάζον καύσιμο αέριο (το οποίο στα περισσότερα διυλιστήρια καίγεται ανεκμετάλλευτο μολύνοντας την ατμόσφαιρα) στη Gyproc
- η Asnaes παρέχει ενέργεια για θέρμανση στο δήμο του Kalundborg. Αξιζει να σημειωθεί ότι δίκτυο τηλεθέρμανσης που αναπτύχθηκε αντικατέστησε 35.000 καυστήρες πετρελαίου. Επιπλέον ο πλεονάζων βιομηχανικός ατμός από το σταθμό παραγωγής ενέργειας διοχετεύεται στις Gyproc και Statoil.
- Σε μια προσπάθεια μείωσης της άντλησης νερού από τη γειτονική λίμνη Tisso, ο σταθμός παραγωγής ενέργειας χρησιμοποιεί θαλασσίνο νερό για να καλύψει μέρος των ψυκτικών του αναγκών. Το θερμό (μετά τη ψύξη του σταθμού) αλμυρό νερό οδηγείται σε γειτονική μονάδα ιχθυοκαλλιέργειας που ανήκει επίσης στην Asnaes.
- ιπτάμενη τέφρα από το σταθμό παραγωγής ισχύος, χρησιμοποιείται ως πρώτη ύλη από μονάδα παραγωγής τσιμέντου. Επιπλέον, από την ιπτάμενη τέφρα γίνεται ανάκτηση βαναδίου και καδμίου
- η Asnaes κατασκεύασε μονάδα αποθειώσεως και μετατρέπει με τη βοήθεια ανθρακικού ασβεστίου το SO₂ που εκλύεται στους καπναγωγούς της σε θειικό ασβέστιο (γύψο) τον οποίον και πουλάει στη Gyproc καλύπτοντας τα 2/3 των αναγκών της για πρώτες ύλες. Η αντίστοιχη μονάδα αποθειώσεως της Statoil παράγει υγρό θειάφι το οποίο διοχετεύεται σε μονάδα παραγωγής θειικού οξέος
- παραπροϊόντα (λάσπη) από τις διεργασίες της Novo Nordisk και από τη μονάδα ιχθυοκαλλιέργειας χρησιμοποιούνται ως λίπασμα σε κοινή αγροτική εκμετάλλευση. Επιπλέον, πλεονάσματα ζύμης από την παραγωγή ινσουλίνης διοχετεύονται σε μονάδες χοιροτροφίας.

Συνοπτικά, τα (οικονομικά και περιβαλλοντικά) πλεονεκτήματα της συμβίωσης συνίστανται σε:

- μείωση των απαιτήσεων των βιομηχανιών σε ενέργεια και πρώτες ύλες . Χαρακτηριστικά, αναφέρεται ότι η κατανάλωση νερού μειώθηκε κατά 25%,

του πετρελαίου κατά 19.000 τόνους το χρόνο και του άνθρακα κατά 30,000 τόνους το χρόνο.

- εκμετάλλευση παραπροϊόντων όπως ιπτάμενη τέφρα (135.000 τόνοι/χρόνο), θείο (2,800 τόνοι/χρόνο), άζωτο (800 τόνοι/χρόνο) και φώσφορο (400 τόνοι/χρόνο).
- μείωση των ρύπων όπως CO₂ (130.000 τόνοι/χρόνο) και SO₂ (25.000 τόνοι/χρόνο)

Πίνακας Π.7: Η βαθμιαία αλλαγή στη βιομηχανική συμβίωση του Kalundborg

Έτος	Δράση
1959	Εγκατάσταση σταθμού παραγωγής ενέργειας (Asnaes)
1961	Εγκατάσταση διυλιστηρίου (Statoil). Κατασκευή αγωγού νερού από λίμνη Tisso
1964	Εγκατάσταση μονάδας βιοτεχνολογίας (Novo Nordisk)
1972	Εγκατάσταση μονάδας παρ/γής γυψοσανίδων (Gyproc). Χρήση καύσιμου αερίου από Statoil.
1973	Επέκταση Asnaes. Χρήση νερού από Tisso.
1976	Χρήση παραπροϊόντων (Novo Nordisk) για παραγωγή λιπασμάτων
1979	Χρήση ιπταμένης τέφρας (Asnaes) για παραγωγή τσιμέντου
1981	Ολοκλήρωση δικτύου τηλεθέρμανσης. Χρήση θερμότητας από Asnaes
1982	Χρήση ατμού (Asnaes) σε Statoil και Novo Nordisk
1987	Χρήση νερού ψύξης (Statoil) σε λέβητα της Asnaes
1989	Κατασκευή ιχθυοκαλλιέργειας από Asnaes. Χρήση θερμού νερού.
1990	Χρήση θειαφίου (Statoil) από μονάδα παραγωγής θειικού οξέος.
1991	Χρήση επεξεργασμένου νερού (Statoil) από Asnaes
1992	Χρήση (αποθειωμένου) καύσιμου αερίου (Statoil) από Asnaes.
1993	Ολοκλήρωση μονάδας αποθειωσης (Asnaes) και πώληση γύψου σε Gyproc
1995	Επαναχρησιμοποίηση νερού (Asnaes). Μειωμένη κατανάλωση από Tisso
1997	Μερική αντικατάσταση λιθάνθρακα & χρήση ιπτάμενης τέφρας (Asnaes) για ανάκτηση βαναδίου, καδμίου.
1999	Χρήση λυμάτων αστικών λυμάτων (Kalundborg) από Nordisk για επεξεργασία αποβλήτων

Σχήμα Π.1: Το βιομηχανικό σύστημα του Kalundborg (Δανία)

Κλείνοντας την περιγραφή του Kalundborg, θα πρέπει να υπογραμμισθεί το γεγονός ότι δεν υπήρξε συνολικό σχέδιο για τη δημιουργία του συγκεκριμένου συστήματος, αφού όλες οι συνδέσεις έγιναν μετά από διμερείς διαπραγματεύσεις και συμφωνίες. Το έναυσμα πάντως για τη δημιουργία της συμβίωσης φέρεται να είναι η προστασία του υδροφόρου ορίζοντα και πιο συγκεκριμένα της γειτονικής λίμνης Tisso.

12. Crewe Business Park, Ηνωμένο Βασίλειο

Το Crewe Business Park αποτελεί περισσότερο ένα επιχειρηματικό πάρκο, παρά μια κλασσική βιομηχανική ζώνη της Μ. Βρετανίας. Πρόκειται για μια έκταση 80 στρεμμάτων, όπου είναι εγκατεστημένες 29 επιχειρήσεις που αναπτύσσονται κυρίως στον κλάδο της προσφοράς υπηρεσιών. Παρόλα αυτά, συμπεριλαμβάνεται στις πράσινες βιομηχανικές περιοχές του πλανήτη από τα UNEP, ενώ έχει λάβει αρκετά βραβεία που σχετίζονται με την περιβαλλοντική του επίδοση. Τα παραπάνω έχουν γίνει εφικτά χάρη στο μοναδικό χωροταξικό και αρχιτεκτονικό σχεδιασμό του: λίμνες, ρυάκια, εκτεταμένο δίκτυο μονοπατιών, πυκνή βλάστηση, ενώ υπάρχουν ακόμα και άγρια ζώα και πουλιά.

Πέρα όμως από την ομαλή ένταξη στο τοπίο, δεν εμφανίζει κάποιο στοιχείο ουσιαστικής βιομηχανικής συμβίωσης.

13. Humber, Ηνωμένο Βασίλειο

Η περιοχή του Humberside στις ανατολικές ακτές της κεντρικής Αγγλίας έχει ενταχθεί στο εθνικό πρόγραμμα βιομηχανικής συμβίωσης (NISP–National Industrial Symbiosis Program) και αποτελεί μια περίπτωση εφαρμογής των αρχών της βιομηχανικής οικολογίας σε ευρύτερη γεωγραφική έκταση. Η αφορμή για την ένταξη της περιοχής στο πρόγραμμα ήταν η ύπαρξη μεγάλης πολυεθνικής πετρελαϊκής εταιρίας, παράρτημα της οποίας στο Μεξικό είχε συμμετοχή σε αντίστοιχο πρόγραμμα βιομηχανικής συμβίωσης. Το συντονισμό στο Humber Industrial Symbiosis Program (HISP) ανέλαβε το Business Council for Sustainable Development – UK (BCSD – UK) ενώ συνεργάστηκαν τοπικοί δήμοι και περιφέρειες, επιμελητήρια και εταιρίες συμβούλων¹. Σημαντική υποστήριξη σε επιστημονικό επίπεδο παρείχε το International Institute for Industrial Environmental Economics (IIIEE) από το πανεπιστήμιο του Lund (Σουηδία), ένα ινστιτούτο με μεγάλη εμπειρία σε αντίστοιχες προσπάθειες. Οι βασικοί άξονες του έργου ήταν:

- δημιουργία δικτύου ανταλλαγών παραπροϊόντων και αποβλήτων ανάμεσα στα επιχειρήσεις της περιοχής, στις οποίες περιλαμβάνονται διυλιστήρια, χημικές βιομηχανίες κλπ.
- κατασκευή σταθμού συμπαραγωγής ισχύος και θερμότητας (δυναμικότητας 475–650 MW) και
- δημιουργία ενός εκτεταμένου δικτύου σωλήνων (Humber Bundle), μέσω του οποίου θα συνδέονται επιχειρήσεις οι οποίες είναι εγκατεστημένες εκατέρωθεν του ποταμού Humber. Με τον τρόπο αυτό θα μεταφέρονται με

¹ Αξίζει να σημειωθεί ότι και στο Μεξικό, το ρόλο του συντονιστή στο πρόγραμμα είχε ο αντίστοιχος οργανισμός Business Council for Sustainable Development – Gulf of Mexico). Επίσης συμμετέχοντες από το Μεξικό, επισκέφτηκαν την περιοχή σε μια προσπάθεια ενημέρωσης.

ασφαλέστερο, οικονομικότερο και πλέον οικολογικό τρόπο ουσίες όπως φυσικό αέριο, προπυλένιο, αιθανόλη, αμμωνία, άζωτο, νερό κλπ.

Οι πρώτες σχετικές μελέτες ολοκληρώθηκαν στις αρχές του 2000, χρονιά που ξεκίνησε και επίσημα το πρόγραμμα το οποίο τα επόμενα χρόνια αντιμετώπισε δυσκολίες σε αρκετά επίπεδα (εύρεσης οικονομικών πόρων, συλλογής πληροφοριών, αναζήτησης συμμετεχόντων κλπ.). Σήμερα η κατασκευή της μονάδας συμπαραγωγής έχει δρομολογηθεί, σε αντίθεση με τη δημιουργία του Humber Bundle που έχει ανασταλεί λόγω διακοπής λειτουργίας μιας από τις μεγαλύτερες μονάδες που εμπλέκονταν στο συγκεκριμένο υποέργο. Οι υφιστάμενες και υπό μελέτη συμβιωτικές σχέσεις αποτυπώνονται στο σχήμα Π.2.

Σχήμα Π.2: Το βιομηχανικό σύστημα της περιοχής Humber (Ην. Βασίλειο)

14. Knowsley Park, Ηνωμένο Βασίλειο

Το 1975 το Knowsley Industrial Park (KIP) αποτελούσε ένα σημαντικό βιομηχανικό κέντρο στο Ηνωμένο Βασίλειο, όπου απασχολούνταν 35.000 εργαζόμενοι. Παρόλα αυτά, μετά την οικονομική κρίση της δεκαετίας του '80, μεγάλος αριθμός επιχειρήσεων έκλεισε με αποτέλεσμα την αύξηση των ανέργων και την εμφάνιση εγκαταλελειμμένων βιομηχανικών περιοχών. Η υφιστάμενη κατάσταση, οδήγησε τους υπεύθυνους διαχείρισης του KIP στις εξής ενέργειες:

- ένταξη στο εθνικό σχέδιο αναμόρφωσης New Use for Vacant Industrial Land (NUVIL), μέσω του οποίου βελτιώθηκε σημαντικά το φυσικό περιβάλλον στις εγκαταλελειμμένες περιοχές (είναι χαρακτηριστικό ότι φυτεύτηκαν 270.000 δέντρα)
- έναρξη προγράμματος επιχειρηματικής στήριξης
- κατασκευή νέων υποδομών (μονάδα επεξεργασίας αποβλήτων)
- δημιουργία φορέα παροχής βοήθειας σε θέματα περιβαλλοντικής διαχείρισης, ο οποίος επιπλέον ασχολείται και με την ανάπτυξη συνεργατικών σχέσεων

Για την υλοποίηση των παραπάνω δράσεων συνεργάζονται δημόσιοι και ιδιωτικοί φορείς, ενώ λαμβάνεται οικονομική ενίσχυση και από την Ευρωπαϊκή ένωση. Μετά τις παρεμβάσεις η περιοχή απέκτησε καλή δημοσιότητα, η επιχειρηματική δραστηριότητα τονώθηκε και σήμερα εργάζονται 4.000 άνθρωποι σε 600 μονάδες. Τέλος, με τη βοήθεια του φορέα που δημιουργήθηκε, αρκετές από τις επιχειρήσεις έχουν αναλάβει πρωτοβουλίες οι οποίες οδήγησαν σε μειωμένη χρήση πρώτων υλών και ενέργειας ή/και παραγωγή αποβλήτων.

15. Londonderry EIP, Ηνωμένο Βασίλειο

Το συγκεκριμένο βιομηχανικό πάρκο ανήκει σε εκείνα που έχουν υιοθετήσει τις αρχές της βιομηχανικής οικολογίας ως βασικό άξονα για τη χάραξη πολιτικής σχετικά με την ανάπτυξη τους. Μέχρι τώρα οι επιχειρήσεις που έχουν εγκατασταθεί μοιράζονται εγκαταστάσεις όπως συστήματα θέρμανσης και ψύξης, μονάδες ανακύκλωσης και αποθηκευτικούς χώρους. Δεν υπάρχουν συγκεκριμένα στοιχεία για ανταλλαγές παραπροϊόντων/αποβλήτων.

16. Manchester (Trafford Park), Ηνωμένο Βασίλειο

Το Trafford Park αποτελεί μία από τις πιο παλιές βιομηχανικές ζώνες στη περιοχή του Manchester. Στα πλαίσια της αναμόρφωσης του χώρου και της εν γένει βελτίωσης της περιβαλλοντικής απόδοσης του πάρκου, συστάθηκε ο φορέας (Trafford Park Development Corporation) ο οποίος με τη στήριξη κρατικών πόρων, ανέπτυξε δεκαετές πλάνο εστιάζοντας σε δράσεις όπως απορρύπανση μολυσμένων περιοχών, βελτίωση οδικού δικτύου, κατασκευή μονοπατιών και περιοχών πρασίνου (φυτεύτηκαν πάνω από 425.000 δέντρα). Παράλληλα γίνονται και προσπάθειες στον τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

17. West Midlands, Ην. Βασίλειο

Η περιοχή West Midlands που βρίσκεται 200 km βορειοδυτικά του Λονδίνου (περιλαμβάνει το Birmingham) παρουσιάζει βιομηχανική ανάπτυξη σε πολλούς βιομηχανικούς κλάδους (αυτοκινητοβιομηχανία, χημικά, πλαστικά, τρόφιμα, κεραμικά κλπ) και είναι ενταγμένη στο εθνικό σχέδιο βιομηχανικής συμβίωσης (NISP). Ο καταλύτης για τη συγκεκριμένη πρωτοβουλία ήταν η ύπαρξη του Midlands Environmental Business Association (MEBC), ένα επιμελητήριο με μεγάλη ιστορία στη περιοχή, το οποίο αφού πληροφορήθηκε την περίπτωση του Humber (βλέπε #13), ανέλαβε το συντονισμό του αντίστοιχου προγράμματος (West Midlands Industrial Symbiosis Program – WISP). Σήμερα, στο WISP εμπλέκονται περισσότερες από είκοσι εταιρίες, ενώ ιδιαίτερη έμφαση έχει δοθεί στην ανάπτυξη λογισμικού για την ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ των

συμμετεχόντων. Οι συμβιωτικές σχέσεις που έχουν αναπτυχθεί αποτυπώνονται στο σχήμα Π.3.

Σχήμα Π.3: Το βιομηχανικό σύστημα της περιοχής West Midlands (Ην. Βασιλείο)

18. Torino, (Environment Park), Ιταλία

Στο συγκεκριμένο πάρκο είναι εγκατεστημένες 38 επιχειρήσεις οι οποίες σχετίζονται άμεσα με το περιβάλλον. Πιο συγκεκριμένα πρόκειται για εταιρίες που ασχολούνται με περιβαλλοντική πιστοποίηση, οικολογικό σχεδιασμό, ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, και παροχή συμβουλών σε θέματα περιβαλλοντικής διαχείρισης. Επιπλέον υπάρχουν και ινστιτούτα τα οποία ασχολούνται με έρευνα και ανάπτυξη καινοτομιών στους αντίστοιχους κλάδους. Η παραπάνω σύνθεση των επιχειρήσεων σε συνδυασμό με την εφαρμογή των αρχών της πράσινης αρχιτεκτονικής σε κάθε κτίριο οδήγησαν τα ηνωμένα Έθνη να συμπεριλάβει το Environment Park στον κατάλογο με τις πράσινες βιομηχανικές περιοχές.

19. Arnhem (Kleeffse Waard), Ολλανδία

Σε μια έκταση 450 στρεμμάτων φιλοξενούνται εικοσιπέντε επιχειρήσεις (από προσωπικές εταιρίες έως μονάδες που απασχολούν 200 εργαζόμενους) οι οποίες δε πρέπει να ξεπερνούν την έκτη κλίμακα ². Στη συγκεκριμένη περίπτωση, η αφορμή για την έναρξη των προσπάθειών ήταν η απόφαση της βιομηχανίας Acordis (κατασκευάστρια rayon για ελαστικά) να κλείσει μια μεγάλη μονάδα που λειτουργούσε στην περιοχή. Η Acordis σε μια προσπάθεια να αξιοποιήσει τα εγκαταλελειμμένα βιομηχανικά κτίρια, προχώρησε στη δημιουργία μιας νέας εταιρίας η οποία ανέλαβε τη διαχείριση των υφιστάμενων υποδομών και κατάφερε τελικά να προσελκύσει νέες επιχειρήσεις οι οποίες συνεργάστηκαν με στόχο την επαναλειτουργία τους σταθμού συμπαραγωγής ενέργειας και θερμότητας καθώς και της μονάδας επεξεργασίας αποβλήτων.

20. Apeldoorn (Ecofactorij), Ολλανδία

Το Ecofactorij ξεκίνησε σαν μια νέα πράσινη βιομηχανική περιοχή, όπου επιτρεπόταν η εγκατάσταση επιχειρήσεων που κατατάσσονταν μέχρι και την τέταρτη κατηγορία σε σχέση με τη περιβαλλοντική τους επίπτωση. Ο φιλόδοξος σχεδιασμός του συγκεκριμένου πάρκου ξεπερνούσε κατά πολύ τα όρια της ολλανδικής νομοθεσίας, καθώς απαγόρευε την χρήση ορυκτών καυσίμων, ενώ έθετε ως όριο το 75% όσον αφορά την ανακύκλωση των χρησιμοποιημένων ποσοτήτων νερού. Επιπλέον, οι σχεδιαστές είχαν αναπτύξει ένα περίπλοκο σύστημα βαθμονόμησης όσον αφορά τη περιβαλλοντική επίδοση των εγκατεστημένων επιχειρήσεων. Δυστυχώς, η απόσταση ανάμεσα στην αρχική ιδέα και τα μέχρι τώρα αποτελέσματα είναι τεράστια. Ουσιαστικά μόνο δυο επιχειρήσεις έχουν εγκατασταθεί στο πάρκο, οι διαχειριστές του οποίου έχουν δεχθεί μηνύσεις από τοπικά εμπορικά επιμελητήρια και μη κυβερνητικούς

² Στην Ολλανδία οι επιχειρήσεις κατατάσσονται σε κλίμακες με βάση το περιβαλλοντικό τους φορτίο. ...

οργανισμούς. Η βιβλιογραφία προβάλλει το συγκεκριμένο σύστημα σαν τη περίπτωση ενός top-down σχεδιασμού, όπου εκπρόσωποι της τοπικής κοινότητας δεν συμμετείχαν στο σχεδιασμό με αποτέλεσμα την τελική αποτυχία του εγχειρήματος.

21. Dintelroord (Agro industrial complex), Ολλανδία

Η περίπτωση του Dintelroord αποτελεί μια από τις πρώτες προσπάθειες για τη δημιουργία ενός αγρο-βιομηχανικού συμπλέγματος. Πιο συγκεκριμένα η εταιρία De Suiker Unie, αγόρασε μια έκτασης 2200 στρεμμάτων he την οποία και χώρισε σε ζώνες βιομηχανικών μονάδων (500 στρ.), καλλιεργήσιμων εκτάσεων (800 στρ.), ενώ μεγάλη περιοχή (800 στρ.) καλύπτεται από λίμνες. Όπως και στην περίπτωση Ecofactorij, υπήρξαν προβλήματα με την τοπική κοινότητα, με αποτέλεσμα αρκετά χρόνια μετά την έναρξη του εγχειρήματος, να μην έχει εγκατασταθεί καμία επιχείρηση.

22. Emmen (Emmtec Industry & Business Park), Ολλανδία

Το συγκεκριμένο βιομηχανικό οικοσύστημα έχει αναπτυχθεί στο δήμο Emmen της Ολλανδίας όπου σε μια έκταση 130 he, είναι εγκατεστημένες δεκαοχτώ επιχειρήσεις διαφόρων κλάδων. Πέρα από τη κοινή χρήση υποδομών, υπάρχει κι ένας αυξανόμενος αριθμός ανταλλαγών και αξιοποίησης αποβλήτων/παραπροϊόντων. Το παράδοξο στη συγκεκριμένη περίπτωση είναι το γεγονός ότι η Emmtec Services (φορέας διαχείρισης του πάρκου) αρνείται να δώσει στοιχεία για το δίκτυο που έχει δημιουργηθεί.

23. Hardenberg (Wavin EIP), Ολλανδία

Η Wavin είναι μια πολυεθνική εταιρία με κύρια δραστηριότητα την παραγωγή πλαστικών σωλήνων. Πριν μερικά χρόνια το ιδιοκτησιακό καθεστώς της Wavin άλλαξε με αποτέλεσμα να χωρισθεί σε αρκετές μικρότερες εταιρίες. Στη περιοχή της Hardenberg οι εταιρίες αυτές συνεργάστηκαν άψογα μεταξύ τους εστιάζοντας σε δραστηριότητες όπως χρησιμοποίηση ανανεώσιμων

πηγών ενέργειας, προστασία υδροφόρου ορίζοντα, επεξεργασία αποβλήτων και κοινή διαχείριση αποθηκευτικών χώρων με αποτέλεσμα ιδιαίτερα σημαντικά περιβαλλοντικά οφέλη (μείωση κατανάλωσης ενέργειας, νερού, εκπομπών CO₂). Σημειώνεται ότι όλα τα έργα αναπτύχθηκαν σε συνεργασία με δημόσιους φορείς, ενώ το συγκεκριμένο πάρκο ήταν το πρώτο που βραβεύτηκε από την ολλανδική κυβέρνηση (outline umbrella licence). Εξυπακούεται πως το προηγούμενο κοινό ιδιοκτησιακό καθεστώς ήταν ο καταλύτης για την αગαστή συνεργασία ανάμεσα στις συγκεκριμένες επιχειρήσεις.

24. Rotterdam (INES project), Ολλανδία

Το λιμάνι του Rotterdam αποτελεί έδρα για μεγάλο αριθμό βιομηχανιών οι οποίες σχετίζονται κυρίως με τους κλάδους των πετρελαιοειδών και των χημικών, γεγονός που δημιουργεί μια ιδιαίτερη δυναμική σε προοπτικές συνεργασίας. Ήδη από το 1995 εξήντα εννέα εταιρίες, υπό την καθοδήγηση του τοπικού βιομηχανικού επιμελητηρίου, δεσμεύθηκαν να συνεργασθούν με σκοπό την υιοθέτηση περιβαλλοντικού συστήματος διαχείρισης. Σύντομα δημιουργήθηκε ένα δίκτυο επικοινωνίας στο οποίο και στηρίχθηκε η ανάπτυξη του φιλόδοξου INES (Industrial EcoSystem) Project, που στόχευε στη δημιουργία ενός βιομηχανικού συστήματος. Πέρα από τις εμπλεκόμενες βιομηχανίες, στο έργο συμμετείχαν και ερευνητές από τοπικά πανεπιστήμια και ερευνητικά ινστιτούτα (Technical University Delft, Erasmus University Rotterdam).

Το έργο ξεκίνησε με μια μακροχρόνια περίοδο ενημέρωσης στα πλαίσια της οποίας επισκέφθηκαν την περιοχή και συμμετέχοντες από το Kalundborg της Δανίας. Το επόμενο βήμα ήταν ο σχεδιασμός συγκεκριμένων κατευθύνσεων δράσης, η ανταλλαγή πληροφοριών, και η εκπόνηση μελετών σκοπιμότητας για συγκεκριμένα έργα. Σημειώνεται πως σε όλες τις φάσεις το έργο είχε την στήριξη από το ολλανδικό υπουργείο οικονομικών, το δήμο, τη περιφέρεια, αλλά και την Ευρωπαϊκή Ένωση. Μετά από πολλές συναντήσεις, καθορίστηκαν δεκαπέντε συγκεκριμένα έργα, από τα οποία δόθηκε προτεραιότητα στα εξής:

- κατασκευή μονάδας συμπαραγωγής ενέργειας και θερμότητας

- κατασκευή μονάδας επεξεργασίας υγρών αποβλήτων
- κοινή χρήση πεπιεσμένου αέρα, όπου συμμετέχουν πέντε επιχειρήσεις,
- κοινή διαχείριση στερεών αποβλήτων.

Παρά τα όχι και τόσο εντυπωσιακά αποτελέσματα, οι προσπάθειες στο INES Project συνεχίζονται μέχρι σήμερα.

25. Rotterdam (Shell project), Ολλανδία

Πρόκειται για μια βιομηχανική συμβίωση (μοναδική στο είδος της) όπου το διοξείδιο του άνθρακα χρησιμοποιείται σαν ‘λίπασμα’ στην παραγωγή λουλουδιών και λαχανικών. Πιο συγκεκριμένα η μονάδα διύλισης πετρελαίου Shell Pernis που είναι εγκατεστημένη στην ευρύτερη περιοχή του Rotterdam διοχετεύει το εκλυόμενο διοξείδιο του άνθρακα, σε τετρακόσια θερμοκήπια της περιοχής τα οποία μέχρι τώρα κάλυπταν τις ανάγκες τους σε CO₂ καίγοντας φυσικό αέριο. Στα συγκεκριμένα θερμοκήπια, το διοξείδιο του άνθρακα χρησιμοποιείται ως ‘ενισχυτικό’, αφού έχει παρατηρηθεί ότι τριπλασιασμός στη συγκέντρωση του CO₂ επιτρέπει στα φυτά να φωτοσυνθέσουν πιο γρήγορα, γεγονός που οδηγεί σε αύξηση της παραγωγικότητας έως και 25%. Σύμφωνα με δημοσιεύματα του περιοδικού *Nature* το κόστος της επένδυσης ανέρχεται σε 100 εκ. ευρώ, και η παροχή θα κυμαίνεται στους 130 τόνους την ώρα. Όσον αφορά τα οικονομικά οφέλη της συνεργασίας, το κόστος ενός τόνου CO₂ κινείται σε τιμές (50–70 ευρώ) που υποδιπλάσιες συγκρινόμενες με εκείνες στην περίπτωση παραγωγής με φυσικό αέριο. Σημειώνεται ότι και η Shell, πέρα από τα κέρδη που προκύπτουν από την πώληση του CO₂, επωφελείται καθώς οι εκλυόμενοι ρύποι της μειώνονται, γεγονός που έχει αντίκτυπο στα ‘δικαιώματα ρύπων’ . Σε περιβαλλοντικό επίπεδο εξοικονομείται ποσότητα φυσικού αερίου που αντιστοιχεί σε 170.000 τόνους CO₂.

26. Ter Apelkanaal (Business Park South Groningen), Ολλανδία

Στο Business Park South Groningen (BZG) και σε μια έκταση 300 στρεμμάτων επιτρέπεται η εγκατάσταση βιομηχανικών μονάδων που δεν

ξεπερνούν την 4^η κλίμακα περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Ανάμεσα σε αυτές, τέσσερεις επιχειρήσεις που ανήκουν στον κλάδο των τροφίμων, έχουν δημιουργήσει μια μικρή κοινότητα βιομηχανικής συμβίωσης. Πιο συγκεκριμένα πρόκειται για την Ten Kate (παραγωγή λίπους), την αμερικανικών συμφερόντων Applied Food Biotechnology (παραγωγή αρωματικών προσθέτων για τροφές ζώων), τη γερμανική DGF Stroess VlaPro (παραγωγή πηχτής) και την ολλανδική Avebe (παραγωγή αμύλου), οι οποίες σε συνεργασία με την Essent (παραγωγή ενέργειας) έχουν αναπτύξει ένα δίκτυο ανταλλαγής υλικών, νερού και ενέργειας. Αξίζει να σημειωθεί ότι πρόκειται για πρωτοβουλίες που αναπτύχθηκαν από τις ίδιες τις εταιρίες χωρίς τη παρέμβαση τρίτων (bottom-up).

27. Wijster (Van Mera EIP), Ολλανδία

Η αφορμή για το σχεδιασμό ενός νέου βιομηχανικού οικοσυστήματος στη Wijster της βόρειας Ολλανδίας ήταν το γεγονός ότι στη συγκεκριμένη περιοχή είναι εγκατεστημένες οι εξής επιχειρήσεις:

- μεγάλη μονάδα επεξεργασίας και κομποστοποίησης οικιακών απορριμμάτων (όπου συλλέγονταν απορρίμματα από όλη σχεδόν τη δυτική Ολλανδία)
- τερματικός σιδηροδρομικός σταθμός ο οποίος αποτελεί σημαντικό συγκοινωνιακό κόμβο για μεταφορές πρώτων υλών (αλλά και αποβλήτων).

Το σύστημα που βρίσκεται ακόμα στη φάση του σχεδιασμού, σχετίζεται με την εγκατάσταση στην περιοχή βιομηχανικών μονάδων που σχετίζονται με παραγωγή ενέργειας, ανακύκλωση και επεξεργασία αποβλήτων.

28. Δήμος που δεν κατονομάζεται, Σουηδία

Το συγκεκριμένο βιομηχανικό οικοσύστημα έχει αναπτυχθεί σε ένα μικρό δήμο (10.000 κάτοικοι) της βόρειας Σουηδίας και σχετίζεται με τον κλάδο της υλοτομίας, αφού οι βασικοί συμμετέχοντες είναι πριονιστήρια και μονάδες παραγωγής και επεξεργασίας χαρτιού. Πιο συγκεκριμένα, όσον αφορά τις ροές κυκλικότητας έχουμε (Σχήμα Π.4):

- παραπροϊόντα από το πριονιστήριο, χρησιμοποιούνται για την παραγωγή βιοκαυσίμου, το οποίο οδηγείται στη μονάδα παραγωγής ενέργειας,
- ο σταθμός παραγωγής ενέργειας προσφέρει βιομηχανικό ατμό στη μονάδα χαρτοποιίας, θερμότητα στο υπάρχον δίκτυο τηλεθέρμανσης (εξετάζονται οι δυνατότητες επέκτασης του), ενώ τροφοδοτείται με παραπροϊόντα από την παραγωγή κι επεξεργασία χαρτιού (χρησιμοποιούνται ως καύσιμη ύλη). Σχεδιάζεται η αύξηση της δυναμικότητας της μονάδας με σκοπό την κάλυψη της πιθανής επέκτασης του δικτύου τηλεθέρμανσης, αλλά και τη σύνδεση με άλλες παραγωγικές μονάδες που είναι εγκατεστημένες στη περιοχή.
- η μονάδα ανακύκλωσης δέχεται λυματολάσπη από το δήμο και τέφρα από το πριονιστήριο και το σταθμό παραγωγής ισχύος.

Η εξέλιξη του συστήματος είναι άμεσα συνδεδεμένη με την περαιτέρω ένταξη του πριονιστηρίου στη βιομηχανική συμβίωση. Πιο συγκεκριμένα, μελετώνται δυο περιπτώσεις: Σύμφωνα με το πρώτο σενάριο, η μονάδα θα συνεχίζει να τροφοδοτεί με βιοκαύσιμα το σταθμό παραγωγής ενέργειας, ενώ θα αξιοποιηθεί και η εκλυόμενη θερμότητα η οποία θα διοχετευτεί στο υφιστάμενο δίκτυο τηλεθέρμανσης. Εναλλακτικά, σε μια συνδυασμένη χρήση της του παραγόμενου βιοκαυσίμου και της θερμότητας, η τροφοδότηση του σταθμού θα αναβαθμισθεί. Πρόκειται για μια απόφαση κατά την οποία ο καθορισμός των ορίων του συστήματος θα οδηγήσει στην υιοθέτηση αντίστοιχης στρατηγικής.

Σχήμα Π.4: Το βιομηχανικό σύστημα ενός δήμου της Σουηδίας

29. Landskrona, Σουηδία

Η Landskrona είναι ένας δήμος με 38.000 κατοίκους που βρίσκεται στη βορειοδυτική Σουηδία. Αν και περιοχή με αυξημένη βιομηχανική δραστηριότητα, η Landskrona εδώ και τρεις δεκαετίες σημειώνει ιδιαίτερες επιδόσεις, όσον αφορά την ανάπτυξη πρωτοβουλιών που σχετίζονται με το περιβάλλον. Μία από αυτές είναι και το Landskrona Industrial Symbiosis Programme (LISP) το οποίο ξεκίνησε την άνοιξη του 2003, χρηματοδοτείται από κρατικούς πόρους (Swedish Business Development Agency) και στοχεύει στη δημιουργία συμβιωτικών σχέσεων ανάμεσα στις βιομηχανίες της περιοχής. Στο LISP εμπλέκονται είκοσι επιχειρήσεις διαφόρων κλάδων (χημικά, επεξεργασία μετάλλων, συσκευασία, μεταφορά και αποθήκευση, διαχείριση αποβλήτων, ανακύκλωση κ.α.) και τρεις δημόσιοι οργανισμοί που σχετίζονται με περιβαλλοντική διαχείριση, τηλεθέρμανση και στήριξη επιχειρήσεων. Καταλυτικός τόσο στη σύλληψη, την υλοποίηση και το συντονισμό του προγράμματος είναι και ο ρόλος του IIIIE (βλέπε και #13).

Όπως και στην περίπτωση του INES (#24), ένα μεγάλο χρονικά μέρος του προγράμματος αναλώθηκε σε δραστηριότητες ενημέρωσης των συμμετεχόντων σχετικά με τους στόχους του LISP και ανάπτυξης εμπιστοσύνης ανάμεσα στους εμπλεκόμενους. Οι ερευνητές από το IIIIE έδωσαν ιδιαίτερη έμφαση στην υιοθέτηση από τους εμπλεκόμενους ενός εναλλακτικού τρόπου εύρεσης λύσεων σε περιβαλλοντικά προβλήματα, ο οποίος στηρίζεται σε συλλογικούς τρόπους δράσης. Το αποτέλεσμα ήταν η διεξαγωγή μεγάλου αριθμού συναντήσεων, που κατέληξαν στη δημιουργία ομάδων εργασίας με διαφορετικά θέματα. Το πρόγραμμα προχώρησε με συλλογή δεδομένων (πρώτες ύλες, απόβλητα κλπ.) και με βάση αυτά αναζητήθηκαν προοπτικές συνεργασίας με έμφαση σε θεματικές περιοχές όπως νερό, ενέργεια, εναλλακτικά καύσιμα, εφοδιαστική αλυσίδα κλπ. Στο σχήμα Π.5 αποτυπώνονται οι υπάρχουσες αλλά και οι υπό μελέτη συνδέσεις ανάμεσα στους συμμετέχοντες. Πέρα από τις συγκεκριμένες

συνδέσεις, αναπτυχθήκαν συνεργασίες σε άλλους τομείς όπως διαχείριση αποθηκευτικών χώρων και μεταφορά προϊόντων (για την οποία μάλιστα ενεπλάκησαν και εθνικοί φορείς μεταφορών). Επιπλέον, αρκετές από τις επιχειρήσεις υιοθέτησαν περιβαλλοντικά πρότυπα διαχείρισης (EMAS).

Σχήμα Π.5: το βιομηχανικό σύστημα της Landskrona (Σουηδία)

30. Μονάδα επεξεργασίας συσκευασιών, Φιλανδία

Το συγκεκριμένο βιομηχανικό οικοσύστημα διαφέρει από όλα τα υπόλοιπα που περιγράφονται στο παράρτημα, καθώς πρόκειται για μία περίπτωση όπου μια και μόνο επιχείρηση μέσω κατάλληλης τεχνολογικής καινοτομίας, επιτυγχάνει το κλείσιμο ενός βρόγχου και την αξιοποίηση ενός υλικού το οποίο βρίσκεται ήδη στα τελευταία στάδια του κύκλου ζωής.

Πιο συγκεκριμένα, στη Φιλανδία λειτουργεί η επιχείρηση Tassu Taimisuoja Oy η οποία κατασκευάζει προστατευτικά πλέγματα για δενδρύλλια. Σημειώνεται ότι υπάρχει μεγάλη ζήτηση για το συγκεκριμένο προϊόν, καθώς στη Φιλανδία φυτεύονται κάθε χρόνο 200 εκ. δέντρα, εκ των οποίων τα μισά καταστρέφονται (λόγω έλλειψης προστασίας) κατά τα τρία πρώτα της ζωής τους. Η καινοτομία της συγκεκριμένης μονάδας έγκειται στο ότι τα παραγόμενα πλέγματα είναι βιοδιασπώμενα (αποσυντίθενται σε τρία χρόνια) καθώς προέρχονται από χάρτινες συσκευασίες αυγών. Οι χάρτινες συσκευασίες αυγών προέρχονται από ανακύκλωση χαμηλής ποιότητας χαρτιού (που έχει ήδη ανακυκλωθεί τουλάχιστον μία φορά) και αποτελούν τη πλέον υποβαθμισμένη

μορφή στο συγκεκριμένο κύκλο ζωής. Στη Φιλανδία, η Tassu Taimisuoja Oy χρησιμοποιεί το σύνολο της παραγωγή του συγκεκριμένου αποβλήτου (200 τόνοι/έτος) και με βάση την αυξημένη ζήτηση προσανατολίζεται σε αξιοποίηση αντίστοιχων αποβλήτων (χαρτιά εφημερίδων κλπ.). Αυτή τη στιγμή η επιχείρηση παράγει 1.5 εκατομμύρια πλέγματα, ενώ τα οικονομικά οφέλη της καινοτομίας είναι τεράστια: το κόστος όσον αφορά τις πρώτες ύλες ανέρχεται σε 95\$/τόνο, ενώ στη περίπτωση που θα χρησιμοποιούνταν διαφορετικά υλικά θα εκτοξευόταν στα 500\$/τόνο.

Συνοψίζοντας, έχουμε μία επιχείρηση η οποία έχει αναπτύξει μια καινοτομία μέσω της οποίας:

- αξιοποιεί ένα υλικό ιδιαίτερα υποβαθμισμένης ποιότητας, το οποίο ήταν χρήσιμο μόνο για την απόκτηση του ενεργειακού του περιεχόμενου,
- μειώνει σημαντικά το κόστος παραγωγής. Παράλληλα απλοποιεί το τελικό της προϊόν καθώς σε περίπτωση χρησιμοποίησης μη βιοδιασπόμενου υλικού, θα έπρεπε να υπάρχουν διαφοροποιήσεις, αντίστοιχες με τους διαφορετικούς τύπους εδαφών.
- δημιουργεί νέες θέσεις εργασίας (ξεκίνησε με έξη εργαζόμενους και σήμερα απασχολεί άνω των τριάντα)
- επιπλέον, το προϊόν της επιχείρησης συμβάλλει άμεσα στη δημιουργία του φυσικού πόρου (δέντρα), το οποίο της παρέχει την πρώτη ύλη (χαρτί),

31. Jyväskylä, Φιλανδία

Το βιομηχανικό οικοσύστημα της Jyväskylä (κεντρική Φιλανδία) σχετίζεται με την παροχή ενέργειας στη συγκεκριμένη περιοχή, όπου γίνεται χρήση συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας (Cogeneration ή Combined Heat and Power, CHP). Στο σημείο αυτό θα πρέπει να υπογραμμισθεί το γεγονός ότι σε παγκόσμιο επίπεδο μόνο τρεις χώρες (Φιλανδία, Δανία και Ολλανδία) έχουν εντάξει σε μεγάλο βαθμό τις τεχνολογίες συμπαραγωγής στον σχεδιασμό της ενεργειακής τους πολιτικής. Οι βασικοί συμμετέχοντες του συστήματος είναι:

- δυο μονάδες συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας εκ των οποίων η πρώτη αποτελεί τη βασική μονάδα (anchor tenant) του συστήματος ενώ η δεύτερη είναι μικρότερης δυναμικότητας
- μονάδα παραγωγής χαρτιού
- μονάδα επεξεργασίας ξύλου
- τοπικά πριονιστήρια
- φυτοκομική μονάδα

Εξετάζοντας πρώτα την *κυκλικότητα* του συστήματος διακρίνουμε τις εξής βασικές ροές υλικών και ενέργειας.

- ηλεκτρική ενέργεια: από τις μονάδες παραγωγής στις υπόλοιπες παραγωγικές μονάδες, αλλά και σε οικιακούς καταναλωτές
- θερμότητα: τηλεθέρμανση οικιών από τις μονάδες συμπαραγωγής. Επιπλέον, θερμό νερό το οποίο αποτελεί παραπροϊόν της μονάδας παραγωγής χαρτιού, χρησιμοποιείται από την ανθοκομική μονάδα
- παραπροϊόντα από την παραγωγή χαρτιού και τη κατεργασία ξύλου οδηγούνται στους σταθμούς συμπαραγωγής όπου χρησιμοποιούνται ως καύσιμο
- βιομηχανικός ατμός: από μονάδα παραγωγής ισχύος στη μονάδα παραγωγής χαρτιού
- τέφρα: παραπροϊόν της παραγωγή ενέργειας, χρησιμοποιείται σαν δομικό υλικό

Τα οφέλη που προκύπτουν από την συνδυασμένη ανακύκλωση υλικών και αλληλοδιαδοχή χρήση ενέργειας είναι αξιοσημείωτα καθώς η κατανάλωση καυσίμων έχει μειωθεί κατά 40%, ενώ μεγάλη είναι και η ελάττωση του περιβαλλοντικού φορτίου (50% για το SO₂ και 30% για το CO₂).

Εκείνο που πρέπει να επισημανθεί στη μελέτη της *ποικιλότητας* (πέρα από τη σύνθεση των συμμετεχόντων) είναι η πληθώρα των υλικών που χρησιμοποιούνται ως καύσιμη ύλη για παραγωγή ενέργειας (πετρέλαιο, άνθρακας, τύρφη, παραπροϊόντα από την κατεργασία ξύλου, κατάλοιπα από καθαρισμούς δασικών εκτάσεων κλπ.) η οποία αποτελεί μια ετερόκλητη βάση

καυσίμων που αξιοποιείται χάρη σε ειδικές τεχνικές (fluidized bed burning technique). Επιπλέον ποικιλότητα παρατηρείται και στις εκροές από τους σταθμούς συμπαραγωγής (ηλ. ενέργεια, τηλεθέρμανση, υπέρθερμος ατμός κλπ.). Στον άξονα της *τοπικότητας*, σημειώνεται πως η πλειοψηφία των συμμετεχόντων είναι εγκατεστημένη σε μια ακτίνα 50 km.

Τέλος, όσον αφορά τη *σταδιακή αλλαγή*, η απαρχή του συγκεκριμένου συστήματος τοποθετείται στη δεκαετία του 1960 όπου κάθε σπίτι ή συγκρότημα διαμερισμάτων διέθετε δικό του καυστήρα για θέρμανση. Στοχεύοντας σε αύξηση της απόδοσης και μείωση του κόστους, τα επιμέρους συστήματα θέρμανσης συνδέθηκαν μεταξύ τους, δημιουργώντας τοπικά δίκτυα. Μετά τη πετρελαϊκή κρίση του 1973, τα συγκεκριμένα δίκτυα αξιοποιήθηκαν από τον τοπικό σταθμό συμπαραγωγής ενέργειας (η συμπαραγωγή στη Φιλανδία έχει ξεκινήσει από τη δεκαετία του 1950) ενώ παράλληλα εξετάζονταν και προοπτικές αξιοποίησης άλλων (τοπικών) πηγών ενέργειας πέραν του πετρελαίου.

32. Uimajarju forest industry park, Φιλανδία

Το συγκεκριμένο βιομηχανικό οικοσύστημα βρίσκεται στην κοινότητα Επο (5.000 κάτοικοι) της ανατολικής Φιλανδίας και σχετίζεται με την (ευημερούσα στη συγκεκριμένη χώρα) βιομηχανία δασικών προϊόντων. Στη παρούσα φάση, το σύστημα αποτελείται από έξη μονάδες (πριονιστήριο, πολτοποίηση, επεξεργασία στάχτης, παραγωγής ισχύος, βιομηχανικού αερίου και βιολογικού καθαρισμού). Οι ερευνητές Korhonen and Snakin (2005) επέλεξαν να περιγράψουν το συγκεκριμένο πάρκο, στηριζόμενοι στο πολύ γνωστό μοντέλο οικοσυστημάτων I–III δίνοντας έμφαση στις ροές κυκλικότητας. Πιο συγκεκριμένα (βλέπε πίνακα Π.8) έχουμε:

- ο Βιομηχανικό οικοσύστημα τύπου I (1955–1966)

Τη συγκεκριμένη περίοδο στο πάρκο ήταν εγκατεστημένο μόνο το πριονιστήριο. Μόνο μία ροή κυκλικότητας μπορεί να καταγραφεί η οποία σχετίζεται με τη καύση παραπροϊόντων (πριονίδια) με σκοπό τη θέρμανση

λέβητα που χρησιμοποιείται για την κατεργασία φλοιού δέντρων. Εννοείται πως ροή κυκλικότητας μπορεί να θεωρηθεί κι η χρήση ξυλείας από το δάσος, στο βαθμό που ο ρυθμός χρήσης δεν ξεπερνάει το φυσικό ρυθμό ανανέωσης του οικοσυστήματος. Πέρα από την κατανάλωση ξυλείας, το οικοσύστημα επιβαρύνεται από τις εκπομπές αέριων ρυπαντών (κυρίως CO₂) και την εναπόθεση των παραπροϊόντων που δε χρησιμοποιούνται. Όλη η ενέργεια προέρχεται από το εθνικό δίκτυο το οποίο στηρίζεται κατά κύριο λόγο σε ορυκτά καύσιμα.

Πίνακας Π.8: Η εξέλιξη του Uimajarju forest industry park

Τύπος ΒΟΣ	(Νέοι) Συμμετέχοντες	(Νέες) Ροές Κυκλικότητας
I	- πριονιστήριο	- χρήση ανανεώσιμων πρώτων υλών (ξυλεία) - καύση πριονιδιών για παραγωγή ενέργειας (+ 5) - χρήση παραπροϊόντων πριονιστηρίου για πολτοποίηση
II	(+ 2) - πολτοποίηση - παραγωγή ισχύος	- χρήση παραπροϊόντων πολτοποίησης για παραγωγή ενέργειας - παροχή ισχύος, υπέρθερμου ατμού και θερμότητας στη μονάδα πολτοποίησης - χρήση πριονιδιών από εξωτερικούς χρήστες (+ 8) - χρήση τέφρας ως λιπάσματος - παραπροϊόντα βιολογικού καθαρισμού ως καύσιμο - χρήση αποβλήτων από πριονιστήριο για παραγωγή ενέργειας
III	(+ 3) - επεξεργασία τέφρας - βιολογικός καθαρισμός - παραγωγή βιομηχανικών αερίων	- επανάκτηση χημικών σε διεργασίες πολτοποίησης - επανάκτηση βιομηχανικού αερίου - καθαρισμός αστικών λυμάτων (μονάδα βιολ. καθαρισμού) - παροχή ενέργειας στο εθνικό δίκτυο - επέκταση χρήσης αποβλήτων ξύλου από εξωτερικούς χρήστες

ο Βιομηχανικό οικοσύστημα τύπου II (1967–1992)

Η προσθήκη δύο νέων μονάδων (πολτοποίηση και συμπαραγωγή ισχύος και θερμότητας) αυξάνει κατά πέντε τις ροές κυκλικότητας επιβεβαιώνοντας την τάση ότι η αύξηση της ποικιλίας (των συμμετεχόντων) οδηγεί σε αύξηση των βρόγχων ανταλλαγής. Πιο συγκεκριμένα:

- παραπροϊόντα από το πριονιστήριο οδηγούνται στη μονάδα πολτοποίησης, αλλά και σε άλλες μονάδες εκτός του πάρκου.
- παραπροϊόντα από τη μονάδα πολτοποίησης οδηγούνται σαν πρώτη ύλη στο σταθμό παραγωγής ενέργειας,
- ο σταθμός από την πλευρά του παρέχει ισχύ (υπέρθερμο ατμό) και θερμότητα στη μονάδα πολτοποίησης.

Αξιίζει επίσης να σημειωθεί ότι ο σταθμός παραγωγής ισχύος δεν αρκεί για να καλύψει τις ανάγκες της μονάδας πολτοποίησης η οποία καταναλώνει ενέργεια κι από το εθνικό δίκτυο. Επιπλέον, η συγκεκριμένη μονάδα προμηθεύεται από εξωτερικούς προμηθευτές μεγάλες ποσότητες ειδικών χημικών και βιομηχανικών αερίων που χρησιμοποιούνται για τη λεύκανση του παραγόμενου πολτού. Το απαιτούμενο νερό προέρχεται από γειτονική λίμνη στην οποία και καταλήγουν τα υγρά απόβλητα ύστερα από απλό μηχανικό καθαρισμό. Τέλος μέρος της κατεργαζόμενης ξυλείας προέρχεται από το εξωτερικό (πρώην Σοβιετική Ένωση)

ο Βιομηχανικό οικοσύστημα τύπου II (1993–σήμερα)

Στην τελευταία αυτή φάση, προστέθηκαν τρεις νέες μονάδες (επεξεργασία τέφρας, βιολογικός καθαρισμός, και παραγωγή βιομηχανικών αερίων) με αποτέλεσμα τη δημιουργία οχτώ νέων ροών κυκλικότητας: Αξιίζει να σημειωθεί ότι η συγκεκριμένη αύξηση, δεν οφείλεται αποκλειστικά στη προσθήκη νέων μονάδων, αλλά και στη παρουσία τεχνολογικών καινοτομιών, αφού έχουμε συνδέσεις ανάμεσα σε μονάδες που προϋπαρχαν. Λεπτομερή δημοσιευμένα στοιχεία, αποδεικνύουν ότι σε τεχνολογικές καινοτομίες στους αντίστοιχους κλάδους οφείλονται επίσης και οι σημαντικές μειώσεις στις εκπομπές αερίων και υγρών ρυπαντών.

Επιγραμματικά, οι νέες συνδέσεις έχουν ως εξής:

- η τέφρα από το σταθμό παραγωγής ισχύος οδηγείται στη μονάδα κατεργασίας όπου και μετατρέπεται σε λίπασμα
- παραπροϊόντα από το βιολογικό καθαρισμό, αλλά και το πριονιστήριο χρησιμοποιούνται ως καύσιμα στο σταθμό παραγωγής ενέργειας

- γίνεται ανάκτηση και επαναχρησιμοποίηση των χημικών στη μονάδα πολτοποίησης
- τα βιομηχανικά αέρια που απαιτούνται ανακτώνται/παράγονται στα πλαίσια του πάρκου
- στο σταθμό βιολογικού καθαρισμού γίνεται επεξεργασία των αστικών λυμάτων της κοινότητας Επο,
- επεκτείνεται (ποσοτικά και ποιοτικά) η πώληση παραπροϊόντων (ρετσίνι, νέφτι) από το πριονιστήριο και τη μονάδα πολτοποίησης σε εξωτερικούς συνεργάτες και τέλος
- η μονάδα παραγωγής ενέργειας υπερκαλύπτει πλέον τις ανάγκες του πάρκου και η πλεονάζουσα ενέργεια πωλείται στο εθνικό δίκτυο.

Απόδοση όρων

I. ελληνικά → αγγλικά

αλληλοδιάδοχη (χρήση) **cascade (use)**
αναγωγική προσέγγιση **reductionistic approach**
ανάδειξη & έλεγχος στρατηγικών υποθέσεων – ΑΑΣΥ **strategic assumption surfacing & testing – SAST**
ανάδειξη και ανάλυση στρατηγικών επιλογών **strategic options development and analysis – SODA**
αναδυόμενος μετασχηματισμός **emergent transformation**
ανάλυση κύκλου ζωής **life cycle analysis – LCA**
ανάλυση ροών ουσιών **substance flow analysis – SFA**
ανάλυση ροών υλικών **material flow analysis – MFA**
αντιρύπανση **pollution prevention**
απεικόνιση τρόπου σκέψης **cognitive mapping**
από κάτω προς τα πάνω **bottom-up**
από πάνω προς τα κάτω **top-down**
αποδοτικότητα **efficiency**
αρμονική συνύπαρξη **consistency**
βασική μονάδα **anchor tenant**
βιομηχανικά οικοσυστήματα – ΒΟΣ **industrial ecosystems – IES**
γενική θεωρία συστημάτων – ΓΘΣ **general system theory – GST**
διάγνωση βιώσιμου συστήματος – ΔΒΣ **VSD (viable system model)**
διάγραμμα αιτιακού βρόγχου **causal loop diagram**
διαδικαστική (λογική) **procedural (rationality)**
διαδοχή **succession**
διαδραστικός προγραμματισμός – ΔΠ **interactive planning – IP**
διαμόρφωση συστήματος **system configuration**
διασκορπιστικός **dissipative**
Διαχείριση Στρατηγικών Θυλάκων **Strategic Niche Management – SNM**
διευρυμένη επιχείρηση **extended enterprise**
διευρυμένη ευθύνη παραγωγού **Extended Producer Responsibility (EPR)**
δίκτυο συντήρησης **maintenance network**
δίλημμα δομής-δράσης **structure-agency dilemma**
διοίκηση εμπλεκόμενων **stakeholder management**
εμπλεκόμενος **stakeholder**
ενδεχομενική θεωρία – ΕΘ **contingency theory – CT**
ενδογενής ανανέωση **endogenous renewal**
ενοιολογικό μοντέλο **conceptual model**
ένσκηπη μετάβαση **purposive transition**
ένσκοπος **purposeful**
εξανγκαστικός **coercive**
εξάρτηση τροχιάς **path dependency**
εξελικτικά οικονομικά **evolutionary economics**
επαναπροσαρμογή τροχιάς **re-orientation of trajectory**
επανασχεδιασμός επιχειρηματικών διαδικασιών **business process reengineering**
επανεύρεση **recursion**
επάρκεια **sufficiency**

επικύρωση (μοντέλου) **validity (of model)**
επιλογή **selection**
επίλυση προβλήματος **problem solving**
επιχειρησιακή έρευνα – ΕΕ **operational research – OR**
επιχειρησιακή έρευνα/συστημική επιστήμη – ΕΕΣ **operational research/ systems science – ORS**
εργοστασιακή παραγωγή **factory production**
ερμηνευτική **hermeneutics**
εταιρική κοινωνική ευθύνη **Corporate Social Responsibility – CSR**
ετερογενής σχεδιασμός **heterogeneous engineering**
θεσμικά οικονομικά **Institutional economics**
θεσμικο-εξελικτική προσέγγιση **evolutionary institutionalist's (perspective)**
θεσμοί **institutions**
θετικισμός **positivism**
θετικιστικός, πραγματιστικός **positive**
θεωρία μεγάλων τεχνικών συστημάτων **Large Technical Systems Theory – LTS**
θεωρία συντελεστών – δικτύων **actor-network theory – ANT**
ισομορφισμός **isomorphism**
ισοτελικότητα **equifinality**
καθοδηγητικός **prescriptive**
κανονιστικός **normative**
καφέ ζώνη **brownfield**
κλαδικό σύστημα καινοτομίας **sectoral system of innovation**
κοινωνική ενσωμάτωση **social embeddedness**
κοινωνική θεμελίωση **social construction (view)**
κοινωνική κατασκευή της τεχνολογίας **Social Construction of Technology – SCOT**
κοινωνική λειτουργία **social/societal function**
κοινωνική σχηματοποίηση της τεχνολογίας **Social Shaping of Technology – SST**
κοινωνικοτεχνική συστημική σκέψη **socio-technical systems thinking – STST**
κοινωνικο-τεχνικό σύστημα **socio-technical system – STS**
κοινωνικο-τεχνικό σύστημα βιομηχανικής παραγωγής **industrial production sociotechnical system**
κονστрукτιβισμός **constructivism**
κριτική συστημική ευρετική – ΚΣΕ **critical systems heuristics – CSH**
κριτική συστημική σκέψη **critical systems thinking – CST**
κριτικός πλουραλισμός **critical pluralism**
κυκλική ροή **roundput**
λειτουργισμός **functionalism**
λογική διεκπεραιωμένης διαδικασίας **extended process (logic)**
μαθηματική μοντελοποίηση **mathematical modelling**
μάθηση απλού βρόγχου **single-loop learning**
μάθηση διπλού βρόγχου **double-loop learning**
μανθάνουσα οργάνωση **learning organisation**
μεγάλο τεχνικό σύστημα **large technical system – LTS**
μεθοδολογία μαλακών συστημάτων – ΜΜΣ **soft systems methodologies – SSM**
μεθοδολογικός πλουραλισμός **methodological pluralism**
μελέτη τεχνολογίας **technology study**
μετάβαση συστήματος **system transition**
μηχανική συστημάτων – ΜΣ **systems engineering – SE**
μοντελοποίηση για προσομοίωση **simulation modelling**

μοντελοποίηση επιχειρηματικών διαδικασιών	business process modeling
οικολογικό αποτύπωμα	ecological footprint
οικολογικός εκσυγχρονισμός	ecological modernisation
ολοκληρωμένο δίκτυο	seamless web
ολόνιο	holon
ΟΣΠ (ολική συστημική παρέμβαση)	total system intevention – TSI
παράδειγμα	paradigm
παραλλαγή	variation
παρεμβάινων	intervening agent
πεδίο καταλληλότητας	fitness landscape
περιεχόμενο προβλήματος	problem content
πλαίσιο μετάβασης	transition context
πλουραλιστικός	pluralist
ποικιλομορφία	variety
ποικιλότητα	diversity
πολιτισμική εφικτότητα	cultural feasibility
πολιτισμικό νόημα	cultural meaning
πολύπλοκο προσαρμόσιμο σύστημα – ΠΠΣ	complex adaptive system – CAS
πρακτικές χρήσης	practices
πράσινη ζώνη	greefield
προέλευση πόρων	locus of resoures
προσέγγιση 'τέλους σωλήνα'	end-of-pipe (approach)
προσομοίωση με βάση τα υποκείμενα δράσης	agent based modelling
ριζοσπαστικός	radical
ρυθμιστικό πλαίσιο	regulations
Σπουδές Επιστήμης & Τεχνολογίας	Science & Technology Studies – STS
σταδιακή αλλαγή	gradual change
συμβολική έννοια	symbolic meaning
συμπληρωματικότητα	complementarity
συνεξελικτική προσέγγιση	co-evolutionary (approach)
σύστημα νοητικών πόρων – ΣΝΠ	intellectual resources system – IRS
σύστημα παραγωγής	production system
σύστημα συστημικών μεθοδολογιών – ΣΣΜ	system of system methodologies – SSM
συστημική ανάλυση – ΣΑ	systems analysis – SA
συστημική δυναμική – ΣΔ	system dynamic – SD
συστημική καινοτομία	system innovation
συστημική πρακτική	systems practice
συστημική σκέψη	systems thinking
σχεδίαση κοινωνικών συστημάτων – ΣΚΣ	social systems design – SSD
τεχνολογίες διαδικασίας	process technologies
τεχνολογίες διαχείρισης/διοίκησης	management technologies
τεχνολογική τροχιά	technological trajectory
τεχνολογικό καθεστώς	technological regime
τεχνολογικό πεδίο	technological landscape
τεχνολογικό πλαίσιο	technological frame
τεχνολογικό σύστημα	technological system
τεχνολογικός θύλακας	technological niche
τεχνούργημα	artefact/artifact

τμηματικός **incremental**
 τοπικότητα **locality**
 τριπλό κέρδος **win win win**
 υλική επινόηση **material contraption**
 υποκείμενο δράσης **agent**
 υποκείμενο δράσης/συντελεστής **actor**
 υποστασιολογική (λογική) **substantial (rationality)**
 φαινομενολογία **phenomenology**
 φωλιασμένη ιεραρχία **nested hierarchy**

II. αγγλικά → ελληνικά

actor-network theory – ANT	θεωρία συντελεστών – δικτύων
actor	υποκείμενο δράσης/συντελεστής
agent	υποκείμενο δράσης
agent based modelling	προσομοίωση με βάση τα υποκείμενα δράσης
anchor tenant	βασική μονάδα
artefact/artifact	τεχνούργημα
bottom-up	από κάτω προς τα πάνω
brownfield	καφέ ζώνη
business process modeling	μοντελοποίηση επιχειρηματικών διαδικασιών
business process reengineering	επανασχεδιασμός επιχειρηματικών διαδικασιών
cascade (use)	αλληλοδιάδοχη χρήση
causal loop diagram	διάγραμμα αιτιακού βρόγχου
coercive	εξαναγκαστικός
co-evolutionary (approach)	συνεξελικτική προσέγγιση
cognitive mapping	απεικόνιση τρόπου σκέψης
complementarity	συμπληρωματικότητα
complex adaptive system – CAS	πολύπλοκο προσαρμόσιμο σύστημα – ΠΠΣ
conceptual model	εννοιολογικό μοντέλο
consistency	αρμονική συνύπαρξη
constructivism	κονστρουκτιβισμός
contingency theory – CT	ενδεχομενική θεωρία – ΕΘ
Corporate Social Responsibility – CSR	εταιρική κοινωνική ευθύνη
critical pluralism	κριτικός πλουραλισμός
critical systems heuristics – CSH	κριτική συστημική ευρετική – ΚΣΕ
critical systems thinking – CST	κριτική συστημική σκέψη
cultural feasibility	πολιτισμική εφικτότητα
cultural meaning	πολιτισμικό νόημα
Design for Environment – DfE	σχεδιασμός για το περιβάλλον
dissipative	διασκορπιστικός
diversity	ποικιλότητα
double-loop learning	μάθηση διπλού βρόγχου
ecological footprint	οικολογικό αποτύπωμα
ecological modernisation	οικολογικός εκσυγχρονισμός
efficiency	αποδοτικότητα
emergent transformation	αναδυόμενος μετασχηματισμός
end-of-pipe (approach)	προσέγγιση 'τέλους σωλήνα'
endogenous renewal	ενδογενής ανανέωση
equifinality	ισοτελικότητα
evolutionary economics	εξελικτικά οικονομικά
evolutionary institutionalist's (perspective)	θεσμικο-εξελικτική προσέγγιση

extended enterprise	διευρημένη επιχείρηση
Extended Producer Responsibility – EPR	διευρυμένη ευθύνη παραγωγού
extended process (logic)	λογική διευρυμένης διαδικασίας
factory production	εργοστασιακή παραγωγή
fitness landscape	πεδίο καταλληλότητας
functionalism	λειτουργισμός
general system theory – GST	γενική θεωρία συστημάτων – ΓΘΣ
gradual change	σταδιακή αλλαγή
greefield	πράσινη ζώνη
hermeneutics	ερμηνευτική
heterogeneous engineering	ετερογενής σχεδιασμός
holon	ολόνιο
incremental	τμηματικός
industrial ecosystems – IES	βιομηχανικά οικοσυστήματα – ΒΟΣ
industrial production sociotechnical system	κοινωνικο-τεχνικό σύστημα βιομηχανικής παραγωγής
institutional economics	θεσμικά οικονομικά
institutions	θεσμοί
intellectual resources system – IRS	σύστημα νοητικών πόρων – ΣΝΠ
interactive planning – IP	διαδραστικός προγραμματισμός – ΔΠ
intervening agent	παρεμβάινων
isomorphism	ισομορφισμός
large technical system – LTS	μεγάλο τεχνικό σύστημα
Large Technical Systems Theory – LTS	θεωρία μεγάλων τεχνικών συστημάτων
learning organisation	μανθάνουσα οργάνωση
life cycle analysis – LCA	ανάλυση κύκλου ζωής – ΑΚΖ
locality	τοπικότητα
locus of resoures	προέλευση πόρων
maintenance network	δίκτυο συντήρησης
management technologies	τεχνολογίες διαχείρισης/διοίκησης
material contraption	υλική επινόηση
material flow analysis – MFA	ανάλυση ροών υλικών – ΑΡΥ
mathematical modelling	μαθηματική μοντελοποίηση
methodological pluralism	μεθοδολογικός πλουραλισμός
nested hierarchy	φωλιασμένη ιεραρχία
normative	κανονιστικός
operational research – OR	επιχειρησιακή έρευνα – ΕΕ
operational research/ systems sience – ORS	επιχειρησιακή έρευνα/συστημική επιστήμη – ΕΕΣ
paradigm	παράδειγμα
path dependency	εξάρτηση τροχιάς
phenmenology	φαινομενολογία
pluralist	πλουραλιστικός
pollution prevention	αντιρρύπανση
positive	θετικιστικός, πραγματιστικός
positivism	θετικισμός
practices	πρακτικές χρήσης
prescriptive	καθοδηγητικός
problem content	περιεχόμενο προβλήματος
problem solving	επίλυση προβλήματος
procedural (rationality)	διαδικαστική (λογική)
process technologies	τεχνολογίες διαδικασίας
production system	σύστημα παραγωγής
purposeful	ένσκοπος
purposive transition	ένσκοπη μετάβαση
recursion	επανέυρεση

reductionistic approach	αναγωγική προσέγγιση
regulations	ρυθμιστικό πλαίσιο
re-orientation of trajectory	επαναπροσαρμογή τροχιάς
roundput	κυκλική ροή
Science & Technology Studies – STS	Σπουδές Επιστήμης & Τεχνολογίας
seamless web	ολοκληρωμένο δίκτυο
sectoral system of innovation	κλαδικό σύστημα καινοτομίας
simulation modelling	μοντελοποίηση για προσομοίωση
single-loop learning	μάθηση απλού βρόγχου
social construction (view)	κοινωνική θεμελίωση
Social Construction of Technology – SCOT	κοινωνική κατασκευή της τεχνολογίας
social embeddedness	κοινωνική ενσωμάτωση
Social Shaping of Technology – SST	κοινωνική σχηματοποίηση της τεχνολογίας
social systems design – SSD	σχεδίαση κοινωνικών συστημάτων – ΣΚΣ
social/societal function	κοινωνική λειτουργία
socio-technical system – STS	κοινωνικο-τεχνικό σύστημα
socio-technical systems thinking – STST	κοινωνικοτεχνική συστημική σκέψη
soft systems methodologies – SSM	μεθοδολογία μαλακών συστημάτων – ΜΜΣ
stakeholder	εμπλεκόμενος
strategic assumption surfacing & testing – SAST	ανάδειξη & έλεγχος στρατηγικών υποθέσεων – ΑΑΣΥ
Strategic Niche Management – SNM	Διαχείριση Στρατηγικών Θυλάκων
strategic options development and analysis – SODA	ανάδειξη και ανάλυση στρατηγικών επιλογών
structure–agency dilemma	δίλημμα δομής–δράσης
substance flow analysis – SFA	ανάλυση ροών ουσιών – ΑΡΟ
substantial (rationality)	υποστασιολογική (λογική)
succession	διαδοχή
sufficiency	επάρκεια
symbolic meaning	συμβολική έννοια
system configuration	διαμόρφωση συστήματος
system dynamic – SD	συστημική δυναμική – ΣΔ
system innovation	συστημική καινοτομία
system of system methodologies – SSM	σύστημα συστημικών μεθοδολογιών – ΣΣΜ
system transition	μετάβαση συστήματος
systems analysis – SA	συστημική ανάλυση – ΣΑ
systems engineering – SE	μηχανική συστημάτων – ΜΣ
systems practice	συστημική πρακτική
systems thinking	συστημική σκέψη
technological frame	τεχνολογικό πλαίσιο
technological landscape	τεχνολογικό πεδίο
technological niche	τεχνολογικός θύλακας
technological regime	τεχνολογικό καθεστώς
technological system	τεχνολογικό σύστημα
technological trajectory	τεχνολογική τροχιά
top–down	από πάνω προς τα κάτω
total system intervention – TSI	ΟΣΠ (ολική συστημική παρέμβαση)
trade–off	διελκυστίνδα
transition context	πλαίσιο μετάβασης
unitary	σε συμφωνία
validity (of model)	επικύρωση (μοντέλου)
variation	παραλλαγή
variety	ποικιλομορφία
VSD (viable system model)	ΔΒΣ (διάγνωση βιώσιμου συστήματος)
win win win	τριπλό κέρδος

Σύντομο βιογραφικό σημείωμα

Ο Γιάννης Μουζακίτης γεννήθηκε στην Αθήνα και είναι διπλωματούχος μηχανολόγος μηχανικός. Τα ερευνητικά του ενδιαφέροντα εστιάζουν στις περιοχές της αειφόρου ανάπτυξης, της βιομηχανικής οικολογίας, της περιβαλλοντικής διαχείρισης και τεχνολογίας, της συστημικής επιστήμης και των σπουδών επιστήμης και τεχνολογίας. [E-mail: ymouzakitis@gmail.com]

Λίστα επιστημονικών εργασιών

Δημοσιεύσεις σε διεθνή περιοδικά

- E. Adamides and Y. Mouzakitis (2008). 'Industrial ecosystems as technological niches'. *Journal of Cleaner Production, In Press, Corrected Proof, Available online 23 May 2008*.
- Y. Mouzakitis, E. Adamides and S. Goutsos (2007). 'Systems modelling in industrial ecosystems: towards an integrating framework'. *Progress in Industrial Ecology – An International Journal*, Vol. 4, No 5, pp. 310–327.
- M. Sidiropoulos, Y. Mouzakitis, S. Goutsos, E. Adamides (2003). 'Applying sustainable indicators to corporate strategy: the eco-balanced scorecard'. *Environmental research, engineering and management*. Vol.27, No. 1, pp. 28–33.
- Y. Mouzakitis, E. Adamides, S. Goutsos (2003). 'Sustainability and industrial estates: the emergence of eco-industrial parks'. *Environmental research, engineering and management*. Vol.26, No. 4, pp. 85–91.

Δημοσιεύσεις σε πρακτικά διεθνών συνεδρίων (κρίση σε πλήρες κείμενο)

- Y. Mouzakitīs, E. Adamides, S. Goutsos (2006). 'Industrial Ecosystems in Europe: Different facets of sustainable niches'. In the Proceedings of the *12th Annual International Sustainable Development Research Conference*, Hong Kong, 6–8 April 2006, CD-ROM version.
- Y. Mouzakitīs, E. Adamides, S. Goutsos (2005). 'Systems Modelling in Industrial Ecosystems: Towards an Integrating Framework'. In the Proceedings of the *11th Annual International Sustainable Development Research Conference with Special Streams on Industrial Ecology and European Environmental Policy*, Helsinki, Finland, 6–8 June 2005, CD-ROM version.
- Y. Mouzakitīs, E. Adamides, S. Goutsos (2003). 'Sustainability and industrial estates: the emergence of eco-industrial parks'. In the Proceedings of the *International Conference on Sustainability Indicators and Intelligent Decisions (SIID 2003)*, Vilnius, Lithuania, 9–11 October 2003, CD-ROM version.
- M. Sidiropoulos, Y. Mouzakitīs, S. Goutsos, E. Adamides (2003). 'Applying sustainable indicators to corporate strategy: the eco-balanced scorecard'. In the Proceedings of the *International Conference on Sustainability Indicators and Intelligent Decisions (SIID 2003)*, Vilnius, Lithuania, 9–11 October 2003, CD-ROM version.
- Y. Mouzakitīs, S. Goutsos, E. Adamides, T. Mentzos (2003). 'Greening an industrial estate: towards a methodological transformation'. In *Proceedings of the 8th International Conference on Environmental Science and Technology (CEST 2003)*, pp. 650–657. Lemnos island, Greece, 8–10 September 2003, CD-ROM version.

Ανακοινώσεις σε διεθνή συνέδρια (κρίση σε περίληψη)

- Y. Mouzakitīs, E. Adamides and S. Goutsos (2008). 'The governance of socio-technical transition towards industrial ecology'. Presented at *14th Annual International Sustainable Research Conference*, India Habitat Center New Delhi, India, 21–23 September 2008.
- Y. Mouzakitīs, E. Adamides and S. Goutsos (2007). 'Modelling industrial ecosystems as populations of agents, strategies and artefacts'. Presented at *2007*

International Society for Industrial Ecology (ISIE) Conference, Toronto, Canada, 17–20 June 2007.

- Y. Mouzakis, E. Adamides, S. Goutsos (2005). 'Environmental technology innovations and value creation processes in eco-industrial parks', *International Society for Industrial Ecology (ISIE) 2005 conference*, Stockholm, Sweden, 12–15 June 2005.
- Y. Mouzakis. 'Applying systemic metaphors and methodologies to the concept of eco-industrial park' (2004). Presented at, *Gordon Research Conference on Industrial Ecology*, Queen's College, Oxford, UK, 1–6 August 2004.
- Y. Mouzakis, E. Adamides, M. Sidiropoulos, S. Goutsos (2004). 'The development of eco-industrial policies: a complex systems view'. Presented at *Complexity in Science and Society*, Ancient Olympia, Greece, 21–26 July 2004.
- M. Sidiropoulos, E. Adamides, Y. Mouzakis, Y. Stamboulis (2004). 'The co-evolution of operational decisions and the emergence of business strategy'. Presented at *Complexity in Science and Society*, Ancient Olympia, Greece, 21–26 July 2004.