

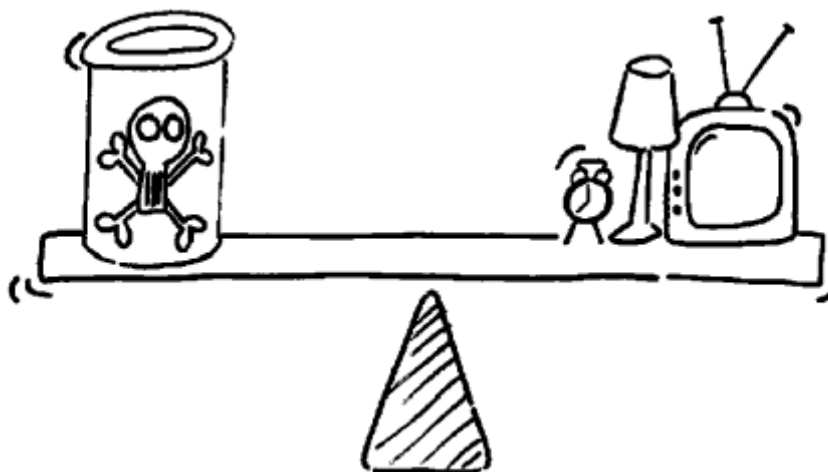


Πολυτεχνείο Κρήτης

Τμήμα Μηχανικών Παραγωγής Και Διοίκησης

## Διπλωματική Εργασία

# Ανάπτυξη μεθοδολογίας περιβαλλοντικά ευαίσθητου σχεδιασμού



Επιβλέπων:

Μπιλάλης Νικόλαος, Αναπληρωτής Καθηγητής

Χανιά 2006

Θα ήθελα να ευχαριστήσω,  
τον καθηγητή μου, κύριο *Νικόλαο Μπιλάλη*,  
για την ευκαιρία που μου έδωσε να ασχοληθώ με μία εργασία με μεγάλο  
ερευνητικό ενδιαφέρον, καθώς επίσης και για την ελευθερία που μου  
παραχώρησε για τη λήψη πρωτοβουλιών καθ' όλη την εκπόνηση της  
διπλωματικής εργασίας.

τους φίλους μου,  
*Κοϊνή Γεωργία*, *Κοκκινό Κώστα*, για τα αμέτρητα papers που με  
προμηθεύσανε από το science-direct, τους *Κώντο Κωσταντίνο*,  
*Μπαλαντάνη Δημήτρη*, *Νταή Ηλία*, *Ψιμούλη Γιώργο* για την εμπύχωση και  
την υπομονή που μου έδειξαν, όπως και για τις απαραίτητες στιγμές  
χαλάρωσης και ξεγνοιασιάς που μου προσέφεραν, τον *Τράμπα Αλέξανδρο*  
που έστω και από απόσταση πάντα κατάφερνε να με διασκεδάζει με τα  
μηνύματα του, τον αδερφό μου Βασίλη για τη βοήθεια και τη  
συμπράσταση που μου παρείχε όποτε τη χρειάστηκα, και ιδιαίτερα την  
*Πετρακοπούλου Φωντίνα* για την πίστη και την ενθάρρυνση της στο  
πρόσωπο μου από την πρώτη μέχρι τη τελευταία λέξη αυτής της  
διπλωματικής εργασίας.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου, καθώς χωρίς αυτούς δεν  
θα μπορούσα να κάνω όνειρα.

# Περιεχόμενα

Περιεχόμενα .....	1
1 Εισαγωγή.....	5
1.1 Μία μικρή επισκόπηση του προβλήματος .....	5
1.2 Αντικείμενο της εργασίας.....	8
1.3 Εύρος της εργασίας.....	8
2 Ecodesign .....	9
2.1 Το θεωρητικό πλαίσιο του Ecodesign .....	9
2.1.1 Εισαγωγή στο Ecodesign.....	9
2.1.2 Ορισμός του Ecodesign.....	10
2.1.3 Ο κύκλος ζωής του προϊόντος.....	11
2.1.4 Το κλείσιμο του κύκλου ( <i>closing the loop</i> ).....	13
2.1.5 Η θεωρία του Ecodesign .....	14
2.2 Οι κυρίαρχες φιλοσοφίες γύρω από το Ecodesign .....	14
2.2.1 “Πράσινος” σχεδιασμός ( <i>Green Design</i> ).....	16
2.2.2 Ecodesign .....	17
2.2.3 Αειφορία ( <i>sustainability</i> ).....	20
2.2.4 Αειφόρος σχεδίαση ( <i>sustainable design</i> ) .....	20
2.3 Εργαλεία που εξυπηρετούν την ενσωμάτωση του Ecodesign .....	21
2.3.1 Ανάλυση των περιβαλλοντικών δυνατών και αδύνατων σημείων (με ποιοτικά εργαλεία).....	22
2.3.2 Εργαλεία προτεραιοτήτων και επιλογή των πιο σημαντικών βελτιώσεων που μπορούν να γίνουν .....	28
2.3.3 Εργαλεία για τη γέννηση ιδεών και τον καθορισμό των προδιαγραφών .....	31
2.4 Καινοτομία .....	33
2.4.1 Θεωρία της καινοτομίας.....	33

2.4.2	Ecodesign και Καινοτομία.....	34
2.5	Λόγοι που οδηγούν στο Ecodesign .....	36
2.5.1	Η νομοθεσία .....	36
2.5.2	Εμπορικά οφέλη .....	39
2.5.3	Η αγορά.....	39
3	Προσδιορισμός της λειτουργίας του προϊόντος .....	43
3.1	Η ανάγκη για εστίαση κατά την εφαρμογή του Ecodesign.....	43
3.2	Ανάλυση της λειτουργίας και προσδιορισμός του προϊόντος που πρέπει να παράγεται.....	44
3.2.1	Ποια λειτουργία εξυπηρετεί το προϊόν; .....	45
3.2.2	Ο χρήστης πως το χρησιμοποιεί; .....	46
3.2.3	Υπάρχει άλλος βέλτιστος τρόπος παροχής της λειτουργίας αυτής; 47	
3.3	Ελαχιστοποίηση της κατανάλωσης, μέσω εφαρμογής Συστημάτων-Προϊόντων-Υπηρεσιών ( <i>Product-Service-Systems</i> ).....	48
3.3.1	Εξαύλωση ( <i>Dematerialization</i> ).....	49
3.3.2	Τι είναι ένα Σύστημα -Προϊόντων- Υπηρεσιών ( <i>PSS</i> ); .....	50
3.3.3	Οικονομία της λειτουργίας ( <i>functional economy</i> ) .....	52
3.4	Ο ρόλος του Στρατηγικού Σχεδιασμού του προϊόντος .....	53
4	Ποσοτική ανάλυση του κύκλου ζωής για ένα αντιπροσωπευτικό προϊόν και ο εντοπισμός των περιβαλλοντικών του αδυναμιών.....	55
4.1	Επιλογή του αντιπροσωπευτικού προϊόντος.....	55
4.2	Ποσοτικά εργαλεία ανάλυσης του κύκλου ζωής .....	56
4.3	Ανάλυση του Κύκλου Ζωής ( <i>Life Cycle Assessment</i> ) .....	57
4.3.1	Αποτίμηση της Ανάλυση του Κύκλου Ζωής .....	62
4.4	Η Μέθοδος MIPS ( <i>MIPS-Material Input per Service unit</i> ).....	63
4.5	Το MET-Matrix και οι Ecodesign λίστες ελέγχου .....	66
5	Οδηγίες Ecodesign ως προς μία στρατηγική.....	72

5.1	Δέκα βασικές περιβαλλοντικές αρχές .....	73
5.2	Παρούσα κατάσταση .....	74
5.3	Εξειδικευμένες οδηγίες ( <i>customized guidelines</i> ) .....	77
5.3.1	Εξειδίκευση ως προς το προϊόν .....	78
5.3.2	Εξειδίκευση ως προς τον χρήστη .....	79
5.3.3	Εξειδίκευση ως προς τις οδηγίες της επιχείρησης .....	81
	Βιβλιογραφία .....	85



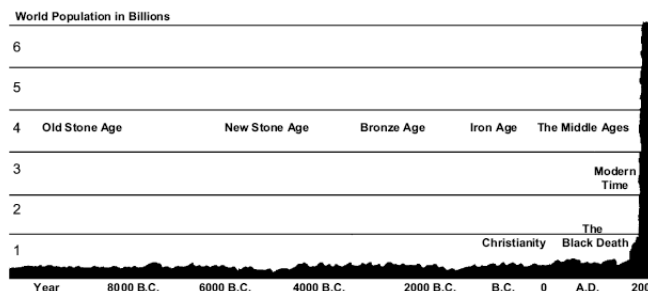
# 1 Εισαγωγή

*After one look at the planet any visitor from outer space would say I want to see the manager (William J. Burroughs).*

## 1.1 Μία μικρή επισκόπηση του προβλήματος

Η βιομηχανική επανάσταση του 19<sup>ου</sup> και 20<sup>ου</sup> αιώνα μπορεί να έφερε οικονομική ευημερία σε πολλές χώρες, όμως αυτή επιτευχθεί υπό την εγκαθίδρυση νέων κανόνων, οι οποίοι αντιβαίνουν στους κανόνες της φύσης. Έτσι, η βιομηχανική επανάσταση οδήγησε στην υπερπαραγωγή προϊόντων, θεωρώντας τους φυσικούς πόρους ανεξάντλητους, κάτι που άνοιξε την όρεξη των βιομηχανοποιημένων χωρών, ως άλλοι Γαργαντούες. Μέχρι τα μέσα του 20<sup>ου</sup> αιώνα είχαν καταναλωθεί τόσο ορυκτοί πόροι, όσοι ποτέ σε ολόκληρη την ιστορία της Γης (Simmons, 1996 cited in Mont, 2004).

Η αντίληψη ότι οι πόροι είναι περιορισμένοι και ότι η Γη δεν είναι ένα απύθμενο πηγάδι, άρχισε να ξυπνάει την κοινωνία από τον λήθαργο της βιομηχανικής εποχής. Το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με την ολοένα αυξανόμενη παγκόσμια οικονομική ανάπτυξη και την αύξηση του πληθυσμού της Γης κρούει τον κώδωνα του κινδύνου για το περιβάλλον. Η εκτιμώμενη αύξηση του παγκόσμιου πληθυσμού, όπως και η μείωση της φτώχειας στις αναπτυσσόμενες χώρες, αναμένεται να έχουν ως αποτέλεσμα μία ραγδαία αύξηση της ζήτησης των πόρων, επιβαρύνοντας ακόμα περισσότερο το ήδη επιβαρημένο περιβάλλον (Sustainability Ltd, 1999 cited in Mont, 2004).



**Σχήμα 1.1** Η αύξηση του παγκόσμιου πληθυσμού στην ιστορία (Kretsloppsdelegationen, 1997)

Μόλις τις τελευταίες δεκαετίες άρχισαν να γίνονται προσπάθειες με σκοπό τη μείωση των περιβαλλοντικών επιδράσεων που οφείλονται στην παραγωγή. Στα τέλη της δεκαετίας του '60 απέναντι στα αυξανόμενα περιβαλλοντικά προβλήματα, οι επιχειρήσεις αντέδρασαν σπασμωδικά με λύσεις end-of-ripe\*, χωρίς να αναρωτηθούν για την προέλευση των προβλημάτων. Από τα μέσα της δεκαετίας του '80 και έπειτα αρκετές ήταν οι επιχειρήσεις και οι κυβερνήσεις που στόχευσαν στην μείωση της περιβαλλοντικής επίδρασης, μέσω της προληπτικής διαχείρισης των απορριμμάτων. Αυτό προσπάθησαν να το επιτύχουν είτε με τεχνολογικές καινοτομίες, είτε με στρατηγικές διαχείρισης. Οι προσπάθειες αυτές είχαν ως αποτέλεσμα την περιβαλλοντικά-αποδοτική (*eco-efficient*) παραγωγή προϊόντων. Παρ' όλα αυτά, τα προϊόντα επιδρούν στο περιβάλλον όχι μόνο κατά το στάδιο της παραγωγής, αλλά καθ' όλα τα στάδια του κύκλου ζωής. Επομένως η μείωση της περιβαλλοντικής επίδρασης κατά την παραγωγή μόνο, ήταν μία ανεπαρκής στρατηγική.

Έτσι σιγά, σιγά -από τις αρχές της δεκαετίας του '90- άρχισε να αναθεωρείται η σχέση του προϊόντος με το περιβάλλον και να εξετάζεται η περιβαλλοντική επίδραση του προϊόντος καθ' όλο τον κύκλο ζωής του προϊόντος. Η προσπάθεια αυτή είναι ο Περιβαλλοντικά Ευαίσθητος Σχεδιασμός (*Eco-Conscious Design*), ή Ecodesign χάριν ευκολίας, το οποίο και απασχολεί τη διατριβή αυτή. Το Ecodesign είναι μία προσπάθεια βέλτιστης διαχείρισης των πόρων, που απορροφά το προϊόν από την εξόρυξη των πόρων, την παραγωγή και τη διανομή του προϊόντος, μέχρι τη χρήση και την τελική του διάθεση. Η ιδέα πάνω στην οποία στηρίζεται το Ecodesign είναι ότι περισσότερο από το 70% του συνολικού κόστους των προϊόντων και των περιβαλλοντικών επιδράσεων προκαθορίζεται στο στάδιο του σχεδιασμού του προϊόντος. Συνεπώς, αν λαμβάνονται κατά τη φάση του σχεδιασμού υπ' όψιν και τα ζητήματα που αφορούν το

---

\* Επικεντρώνουν στη τελική διαχείριση των αποβλήτων (στερεών, υγρών, αερίων ή θορύβου). Το μειονέκτημα τους είναι ότι δεν προλαμβάνουν αλλά προσπαθούν να ελαττώσουν το πρόβλημα, αφού έχει δημιουργηθεί.



περιβάλλον, τότε το τελικό προϊόν μπορεί να επιβαρύνει λιγότερο το περιβάλλον. Βέβαια οι όποιες περιβαλλοντικές βελτιώσεις ενσωματώνονται στο προϊόν, δεν πρέπει να θυσιάζουν τις προδιαγραφές που αφορούν την ποιότητα του προϊόντος, το ποσοστό κόστους-οφέλους και την ικανοποίηση του καταναλωτή. Έτσι στο στάδιο του σχεδιασμού πρέπει να γίνονται οι απαραίτητοι συμβιβασμοί μεταξύ όλων των παραγόντων, ώστε το προϊόν να είναι βελτιστοποιημένο ως προς όλους του τομείς του. Το Ecodesign μπορεί εκτός από να βελτιώσει την περιβαλλοντική συμπεριφορά του προϊόντος, να κάνει πιο ασφαλή τη θέση της επιχείρησης στην αγορά -σε σχέση με των ανταγωνιστών που δεν εφαρμόζουν Ecodesign-, να μειώσει σημαντικά το κόστος του προϊόντος και να εισάγει καινοτομίες. Το Ecodesign όμως πιστεύεται ότι μπορεί να βελτιώσει την περιβαλλοντική απόδοση του προϊόντος μέχρι ένα συγκεκριμένο επίπεδο, μέχρι Factor-4\*, (Ryan, 1998). Μία τέτοια βελτίωση, όμως, δεν αρκεί σύμφωνα με την προβλεπόμενη αύξηση του πληθυσμού.

Για να αντιμετωπιστεί το περιβαλλοντικό πρόβλημα, πρέπει εκτός από το Ecodesign, να γίνουν και άλλες προσπάθειες οι οποίες όμως να το αντιμετωπίζουν στη ρίζα του. Δηλαδή, στην μείωση της κατανάλωσης. Η αειφόρος κατανάλωση που πρωτοεμφανίστηκε στο συνέδριο των Ηνωμένων Εθνών για την ανάπτυξη και το περιβάλλον το 1992 στο Rio de Janeiro και η οποία μελετάται έκτοτε, στοχεύει προς αυτή την κατεύθυνση. Πιο συγκεκριμένα τονίζει την ανάγκη για προσφορά αγαθών στους ανθρώπους, μειώνοντας παράλληλα την περιβαλλοντική επίδραση κατά την παραγωγή και τη διανομή. Με άλλα λόγια, στόχος της είναι η εξάλυψη των προϊόντων και των υπηρεσιών, ώστε να υποδιπλασιαστεί η κατανάλωση υλικών στο μέλλον.

Μία ιδέα, η οποία τείνει προς αυτή την κατεύθυνση και προσπαθεί ταυτόχρονα να εξισορροπήσει το δίλημμα μεταξύ οικονομικής ανάπτυξης

---

\* Η ιδέα των Factor-X συνδέεται με την περιβαλλοντική αποδοτικότητα (*eco-efficiency*) και την αειφορία (*sustainability*). Το Factor-4 σημαίνει διπλασιασμό της υπάρχουσας παραγωγής και υποδιπλασιασμό της κατανάλωσης πόρων, και αποτελεί προϋπόθεση για την επίτευξη αειφορίας μέσα στα επόμενα πενήντα χρόνια (Von Weizsäcker et al., 1997).

και περιβαλλοντικών επιδράσεων είναι η ιδέα των Συστημάτων Προϊόντων-Υπηρεσιών (*Product Service Systems-PSS*). Τα PSS βασίζονται στην αρχή της “οικονομίας της λειτουργίας” (*functional economy*), δηλαδή στην ικανοποίηση των καταναλωτών παρέχοντας τους εμπειρίες (λειτουργίες) και όχι προϊόντα. Τα PSS έχουν τη δυνατότητα να συνεισφέρουν προς την αειφορία και να μειώσουν τον όγκο των αγαθών που καταναλώνονται, ενισχύοντας την εντατικότερη χρήση και την μακροζωία των προϊόντων, και δίνοντας την ευθύνη της διαχείρισης των προϊόντων μετά τη χρήση τους, στα χέρια των παραγωγών και πάλι. Όμως η πραγματική δύναμη των PSS είναι ότι μετακυλούν το ενδιαφέρον από το υλικό στο άυλο και από το προϊόν στη λειτουργία, προσφέροντας έτσι ένα ανεξερεύνητο φάσμα ευκαιριών για περιβαλλοντικές βελτιώσεις και νεωτερισμούς.

## 1.2 Αντικείμενο της εργασίας

Στόχος της παρούσας εργασίας είναι να εισάγει στον αναγνώστη της την έννοια του Ecodesign, τη θεωρία και τη φιλοσοφία του, καθώς επίσης και τα εργαλεία που το αφορούν. Ακόμα, η εργασία προτείνει μία μεθοδολογία ιεράρχησης του προβλήματος του Ecodesign, η οποία φιλοδοξεί να διευκολύνει την εφαρμογή του και να το ενσωματώσει στο σχεδιασμό των προϊόντων, ελαχιστοποιώντας τον χρόνο και το κόστος εκπόνησης μίας μελέτης Ecodesign.

## 1.3 Εύρος της εργασίας

Το Ecodesign αφορά ένα πολύ ευρύ φάσμα προϊόντων και συμμετεχόντων (παραγωγοί, διανομείς, καταναλωτές), το οποίο όπως είναι φυσικό μία τέτοια εργασία δεν μπορεί να το καλύψει. Η παρούσα εργασία περιορίζει το ενδιαφέρον της στην επιχείρηση που θέλει να εφαρμόσει Ecodesign στα προϊόντα της και στους χρήστες των εργαλείων Ecodesign (σχεδιαστές, μηχανικοί). Ενώ όσον αφορά τα προϊόντα, τα εργαλεία που προτείνονται αφορούν κυρίως οικιακές συσκευές, ηλεκτρικά και ηλεκτρονικά προϊόντα.

## 2 Ecodesign

*Environmental innovation is 1% inspiration, 99% perspiration (Albert Einstein).*

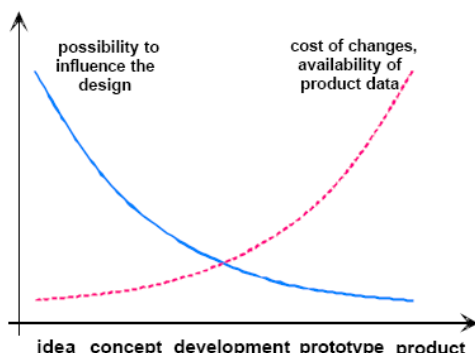
### 2.1 Το θεωρητικό πλαίσιο του Ecodesign

#### 2.1.1 Εισαγωγή στο Ecodesign

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται ο όρος Ecodesign, οι επιδιώξεις του και το θεωρητικό του υπόβαθρο, όπως έχουν καταγραφεί στη βιβλιογραφία.

Η πρακτική του Ecodesign εμφανίστηκε και αναπτύχθηκε, μόλις τα τελευταία 15 χρόνια, αφού έγινε κατανοητό ότι η υπερπαραγωγή προϊόντων έχει τεράστια αρνητική επίδραση στο περιβάλλον. Έτσι, τα τελευταία χρόνια γίνονται προσπάθειες ενσωμάτωσης των θεμάτων που αφορούν το περιβάλλον, στο στάδιο του σχεδιασμού του προϊόντος. Τέτοιες προσπάθειες είναι : Green Design (Burall, 1991; Mackenzie, 1991), Ecological Design (van der Ryn and Cowan, 1996), Life Cycle Design (Keoleian and Meraney, 1994), EcoRedesign (Ryan, 1996a), Environmentally Conscious Design (McAllone, 1998), Eco-effective design (Frei, 1998). Η πληθώρα των ορολογιών οφείλεται στο διαφορετικό υπόβαθρο για το περιβάλλον (βιολογία, οικολογία, μηχανολογία), στο οποίο στηρίζεται η κάθε μέθοδος.

Το Ecodesign έχει στο επίκεντρο του το σχεδιασμό του προϊόντος και μπορεί να χαρακτηριστεί ως μία “ένεση” περιβαλλοντικής συνείδησης στο



**Σχήμα 2.1** Βαθμοί ελευθερίας στα στάδια του σχεδιασμού κατά την ανάπτυξη του προϊόντος (Hauschild et al., 1999)

στάδιο του σχεδιασμού. Ο σχεδιασμός του προϊόντος, σύμφωνα με (Boothroyd and Dewhurst, 1994), ευθύνεται για το 70% του τελικού κόστους του. Το συμπέρασμα αυτό, μπορεί να επεκταθεί και για τις περιβαλλοντικές του επιδράσεις, οπότε γίνεται κατανοητή η σημασία του Ecodesign. Αυτό φαίνεται και

στο σχήμα 2.1, όπου με συνεχή γραμμή απεικονίζεται η καμπύλη με τις δυνατότητες για περιβαλλοντικές βελτιώσεις, ενώ με διακεκομμένη γραμμή απεικονίζεται η σχέση του κόστους για αλλαγές σε σχέση με τη γνώση για το προϊόν. Στα πρώτα στάδια του σχεδιασμού, όπου υπάρχει μια θολή εικόνα για το πως θα είναι το προϊόν και τι προδιαγραφές θα φέρει, οι περιβαλλοντικές βελτιώσεις είναι πιο εφικτές. Τη σπουδαιότητα του σχεδιασμού και το ρόλο του σχεδιαστή για ένα αειφόρο περιβάλλον, πολύ εύστοχα τον δίνει ο (Paranek, 1985):

“Είναι λίγα τα επαγγέλματα που είναι τόσο επιζήμια όσο αυτό του βιομηχανικού σχεδιαστή, πολύ λίγα...Δημιουργούν τελείως νέα είδη από μόνιμα σκουπίδια, επιλέγουν υλικά και διαδικασίες που μολύνουν τον αέρα που αναπνέουμε...Οι σχεδιαστές έχουν γίνει μία πολύ επικίνδυνη φάρα. Στην εποχή της μαζικής παραγωγής, όπου όλα πρέπει να προγραμματίζονται και να σχεδιάζονται, ο σχεδιασμός έχει γίνει το πιο ισχυρό εργαλείο, με το οποίο ο άνθρωπος καθορίζει τα εργαλεία του και διαμορφώνει το περιβάλλον.”

### 2.1.2 Ορισμός του Ecodesign

Η έρευνα στο Ecodesign επικεντρώνεται κυρίως στον τρόπο με τον οποίο τα περιβαλλοντικά ζητήματα μπορούν να ενσωματωθούν στο σχεδιασμό και στην ανάπτυξη προϊόντων, υπηρεσιών και συστημάτων. Επειδή το Ecodesign είναι μία σχετικά νέα έννοια, οι ερευνητές εξακολουθούν να την αναθεωρούν και να δίνουν συνεχώς νέους ορισμούς για το Ecodesign.

Ένας ορισμός του Ecodesign από (Eco2-irn, 1995) είναι :

“ το Ecodesign είναι ο σχεδιασμός που λαμβάνει υπ’ όψιν του όλες τις περιβαλλοντικές επιδράσεις ενός προϊόντος καθ’ όλο τον κύκλο ζωής του, προσπαθώντας παράλληλα να βελτιστοποιήσει τα κριτήρια κόστους, ποιότητας και εμφάνισης.”

Σύμφωνα με έναν ακόμη ορισμό από (Brezet and van Hemel, 1997):

“ Το Ecodesign θεωρεί το περιβάλλον σε όλες τις διαδικασίες ανάπτυξης του προϊόντος και επιδιώκει την ανάπτυξη προϊόντων με τη χαμηλότερη δυνατή περιβαλλοντική επίδραση καθ’ όλο τον κύκλο ζωής τους.”

Οι (Simon et al., 2000) έχουν μία ευρύτερη αντίληψη για το Ecodesign και συμπεριλαμβάνουν τις υπηρεσίες στον ορισμό που δίνουν:

“Το Ecodesign είναι ένας ευρύς όρος, ο οποίος υποδηλώνει έναν ισορροπημένο κύκλο ζωής του προϊόντος, και μια προσπάθεια για σχεδιασμό προϊόντων και υπηρεσιών με τη χαμηλότερη δυνατή περιβαλλοντική επίδραση.”

Ενώ ο ορισμός από (Johansson, 2001) συνδέει το περιβάλλον με το κόστος του προϊόντος:

“ υποδηλώνει τη σπουδαιότητα βιώσιμης ανάπτυξης των προϊόντων τόσο από περιβαλλοντική όσο και από οικονομική σκοπιά.”



Στην παρούσα διατριβή, ο ορισμός που χρησιμοποιείται για το Ecodesign είναι αυτός των (Sherwin and Evans, 2000), σύμφωνα με τους οποίους:

“ Ecodesign είναι ο σχεδιασμός ενός προϊόντος, μίας υπηρεσίας ή ενός συστήματος με στόχο την ελαχιστοποίηση της ολικής περιβαλλοντικής επίδρασης”.

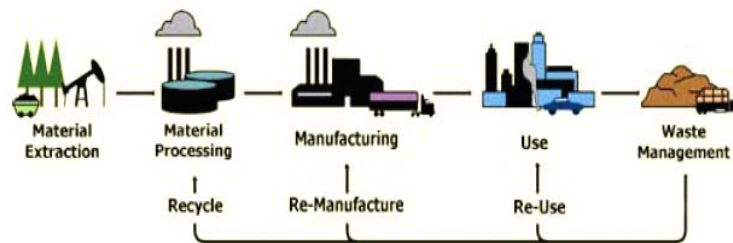
Ακόμα προσθέτουν ότι το Ecodesign είναι εκείνη η ανάπτυξη του προϊόντος, η οποία ενσωματώνει σε όλα τα στάδια της το περιβάλλον.

Έτσι με βάση τον παραπάνω ορισμό, δεν πρέπει να υπάρχει σύγχυση με τον όρο “προϊόν” όπως χρησιμοποιείται στην παρούσα διατριβή, καθώς υποδηλώνει τόσο υλικές όσο και άυλες υπηρεσίες.

### 2.1.3 Ο κύκλος ζωής του προϊόντος

Η ανάλυση και η έρευνα όλων των σταδίων του κύκλου ζωής του προϊόντος για πιθανές επιδράσεις στο περιβάλλον, αποτελεί θεμέλιο λίθο στη μεθοδολογία του Ecodesign. Ο κύκλος ζωής του προϊόντος μπορεί να οριστεί ως οι διαδικασίες μετασχηματισμού των πόρων στα ακόλουθα στάδια:

- *Χρήση πρώτων υλών:* περιλαμβάνει την εξόρυξη των απαραίτητων πόρων από τη φύση και τη χρήση της απαιτούμενης ενέργειας, για την παραγωγή πρώτων και συμπληρωματικών υλών.
- *Επεξεργασία και κατεργασία:* η κατασκευή τμημάτων, υπό-εξαρτημάτων, εξαρτημάτων, λογισμικού και άλλων. Το στάδιο αυτό απαιτεί την επάρκεια σε μηχανές, παραγωγικό εξοπλισμό, αναλώσιμες ύλες και ενέργεια.
- *Μεταφορά και διανομή:* μεταφορά του προϊόντος στο χώρο όπου θα χρησιμοποιηθεί.
- *Χρήση προϊόντος:* χρήση του προϊόντος από τους πελάτες, καταναλώνοντας ενέργεια και πιθανόν αναλώσιμα υλικά, με την ενδεχόμενη παράλληλη δημιουργία αερίων, εκροών και απορριμμάτων. Ακόμη μπορεί να χρειάζονται, στο στάδιο αυτό, συντήρηση, επισκευή ή αναβάθμιση του προϊόντος, με σκοπό την επιμήκυνση της ωφέλιμης ζωής του.
- *Τέλος ζωής:* περιλαμβάνει τις ακόλουθες επιλογές για το αποσυρόμενο προϊόν, διάλυση, επαναχρησιμοποίηση, ανακύκλωση ή αποτέφρωση.



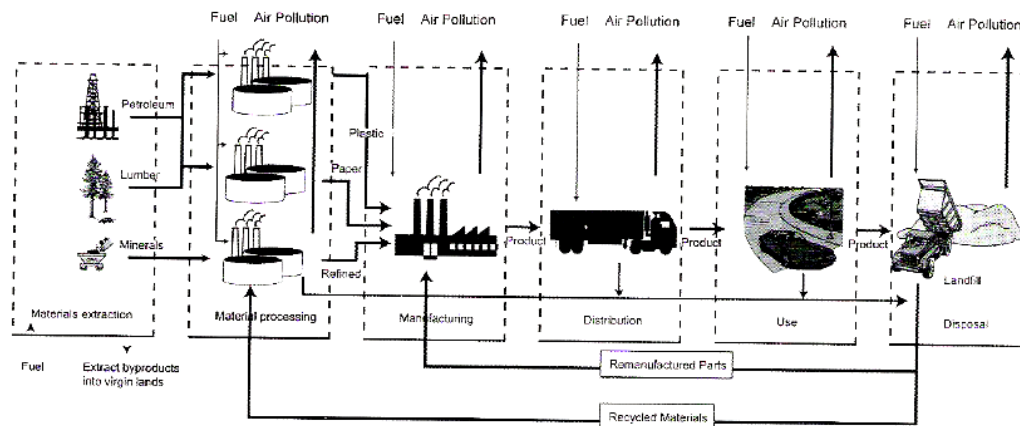
**Σχήμα 2.2:** Τα στάδια του κύκλου ζωής του προϊόντος (Otto and Wood, 2001)

Τα στάδια του κύκλου ζωής, συνήθως, δεν ακολουθούν κάποια γραμμική μορφή. Μεταξύ ή και ενδιάμεσα τους μπορούν να απαντώνται και άλλοι κύκλοι. Για παράδειγμα (Wimmer et al., 2002):

- Επιδιόρθωση και επισκευή κατά το στάδιο χρήσης του προϊόντος.

- Διαδικασίες ανακύκλωσης, αλληπάλληλες επιδιορθώσεις και χρήσεις του ίδιου προϊόντος.
- Αντίστροφη κατασκευή, με την αποσυναρμολόγηση, τον έλεγχο και τη συναρμολόγηση του προϊόντος.
- Αναβάθμιση του προϊόντος με την πρόσθεση ή την αντικατάσταση λειτουργιών.

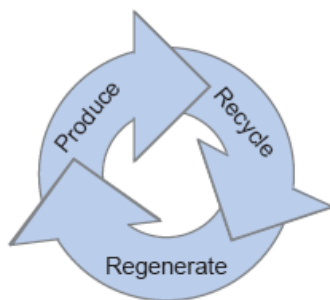
Στην ανάλυση του κύκλου ζωής, συμπεριλαμβάνονται οι συμπληρωματικές ύλες που χρησιμοποιούνται κατά τη μεταποίηση, τη μεταφορά, τη χρήση και τη καταστροφή του προϊόντος.



**Σχήμα 2.3** Συνήθεις ροές υλικών και ενέργειας κατά τον κύκλο ζωής του προϊόντος (Otto and Wood, 2001)

### 2.1.4 Το κλείσιμο του κύκλου (*closing the loop*)

Το κλείσιμο του κύκλου έχει ως πρότυπο, τον τρόπο που λειτουργεί η φύση. Η ζωή στη φύση είναι οργανωμένη σύμφωνα με έναν αέναο κύκλο, όπου κάθε μορφή ζωής -κύτταρο, φυτό ή ζώο- αποτελεί τροφή για την επόμενη. Τα απορρίμματα γυρνούν πίσω στη φύση, όπου αποικοδομούνται και γενούν νέα ζωή. Τα βιομηχανικά συστήματα οφείλουν να μοιάσουν στη φύση, χρησιμοποιώντας αποτελεσματικά τους πόρους και κλείνοντας τον κύκλο που



**Σχήμα 2.4** Το κλείσιμο του κύκλου (Lier, 2001)

ακολουθούν οι ροές των υλικών και της ενέργειας, σε μια προσπάθεια ελάττωσης των περιβαλλοντικών επιδράσεων (Senge and Carstedt, 2001; Den Hoond, 2000 cited in Lambert and Gupta, 2004).

### 2.1.5 Η θεωρία του Ecodesign

Αν και το Ecodesign δεν έχει ακόμη αναπτύξει μία στέρεα, θεωρητική βάση -εξαιτίας του νεαρού της ηλικίας του- παρ' όλα αυτά έχουν μπει κάποια θεμέλια στο οικοδόμημα αυτό. Τα κύρια αυτά στοιχεία, όπως μπορούν να διακριθούν και από τους ορισμούς για το Ecodesign, είναι :

- Το Ecodesign λαμβάνει υπ' όψιν του την ολική επίδραση του προϊόντος στο περιβάλλον, καθ' όλη την πορεία του από "την κούνια μέχρι το τάφο" (*cradle to grave*). (Brezet and van Hemel, 1997)
- Το Ecodesign δεν πρέπει να θεωρείται ως μία επιπρόσθετη, ξεχωριστή διαδικασία του σχεδιασμού, αλλά ως μέρος του σχεδιασμού και της ανάπτυξης του προϊόντος. Δηλαδή, το Ecodesign πρέπει να συμπληρώνει τα κριτήρια του καλού σχεδιασμού, όπως είναι η ποιότητα, το κόστος και η ασφάλεια. (Dewberry and Goggin, 1996)
- Το Ecodesign είναι μία δραστηριότητα σχεδιασμού, η οποία πρέπει να εφαρμόζεται τόσο κατά το βιομηχανικό σχεδιασμό, όσο και κατά το σχεδιασμό των συσκευασιών και γενικότερα καθ' όλη την ανάπτυξη του προϊόντος.
- Το Ecodesign πρέπει να εφαρμόζεται απ' τα πρώτα κιόλας στάδια της ανάπτυξης του προϊόντος, όταν και το τμήμα marketing συζητά με το σχεδιαστικό τμήμα για το προϊόν.

## 2.2 Οι κυρίαρχες φιλοσοφίες γύρω από το Ecodesign

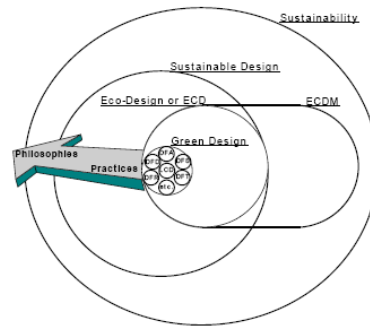
Το Ecodesign συσχετίζεται άμεσα με την αειφορεία (sustainability) και την αειφόρο ανάπτυξη (sustainable development). Η αειφόρος ανάπτυξη ορίζεται ως:



“ η ανάπτυξη που εξυπηρετεί τις ανάγκες του παρόντος, χωρίς να εμποδίζει τις επόμενες γενεές να κάνουν το ίδιο”(World Commission on Environment and Development, 1987).

Κάτι τέτοιο, βέβαια, προϋποθέτει σημαντικές κοινωνικές, ηθικές, οικονομικές και περιβαλλοντικές αλλαγές ώστε να μπορεί να επιτευχθεί.

Το σχήμα 2.5 απεικονίζει, πως το Ecodesign συνδέεται με την αειφορία και ποια είναι τα στάδια που πρέπει να μεσολαβήσουν για την επίτευξη αυτού του σκοπού (Eco2-irn, 1994). Η απομάκρυνση από το κέντρο του κύκλου προς την περιφέρεια, απαιτεί πιο φιλοσοφικές και πολιτισμικές πρακτικές σχεδιασμού.



**Σχήμα 2.5** Απεικόνιση της συσχέτισης των διαφορετικών φιλοσοφιών για το περιβάλλον (Eco2-irn, 1994)

Οι κυριότερες φιλοσοφίες που έχουν αναπτυχθεί γύρω από το Ecodesign παρουσιάζονται στον πίνακα 2.1

DFE,DFD,DFR,LCD	Οι όροι αυτοί, ανήκουν στην ομάδα των τεχνικών σχεδίασης DFX ( <i>Design for-X</i> ) και χρησιμοποιούνται κατά το σχεδιασμό με σκοπό την αντιμετώπιση ενός συγκεκριμένου προβλήματος. Για παράδειγμα, ο όρος DFR αναφέρεται στη σχεδίαση για ανακύκλωση ( <i>Recycling</i> ).
Green Design	Εστιάζει σε μεμονωμένα ζητήματα, όπως π.χ. η κατανάλωση ενέργειας του προϊόντος.
Ecodesign	Ο παράγοντας περιβάλλον συνυπολογίζεται από τα αρχικά κιόλας στάδια του σχεδιασμού, ενώ οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις του προϊόντος λαμβάνονται απ' όσιν καθ' όλα τα στάδια του σχεδιασμού .

ECDM	Είναι η συνέχεια του Ecodesign από το στάδιο της σχεδίασης σε αυτό της κατασκευής
Service Design	Η τεχνική αυτή, σχεδιασμού, εστιάζει το ενδιαφέρον της στη συντήρηση (Sherwin and Bhamra, 1999). Ακόμα δεν είναι όμως αποδεδειγμένο αν πράγματι ο σχεδιασμός για συντήρηση μπορεί να οδηγήσει σε περιβαλλοντικές βελτιώσεις.
Sustainable Design	“Ένα αειφόρο προϊόν πρέπει να δημιουργεί κεφάλαιο για τις επόμενες γενεές, αποφεύγοντας τη χρησιμοποίηση μη-ανανεώσιμων πόρων”.(Simon, 1994)
Sustainability	Η αειφορία πρέπει να γίνεται αντιληπτή περισσότερο ως μια κατεύθυνση, παρά ως ένας προορισμός.

**Πίνακας 2.1** Οι κυριότερες φιλοσοφίες γύρω από το Ecodesign (Eco2-irn, 1994)

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, οι φιλοσοφίες γύρω από το Ecodesign, άρχισαν να αναπτύσσονται τα τελευταία είκοσι χρόνια, αφού έγινε αντιληπτή η επίδραση που έχουν στο περιβάλλον τα προϊόντα, εξαιτίας της σύστασης τους και της ενέργειας που καταναλώνουν.

### 2.2.1 “Πράσινος” σχεδιασμός (*Green Design*)

Ο “πράσινος” σχεδιασμός αποτελεί μία από τις πρώτες προσπάθειες ενσωμάτωσης ζητημάτων που αφορούν το περιβάλλον στο στάδιο του σχεδιασμού. Αρχικά, οι μηχανικοί και οι σχεδιαστές άρχισαν να οραματίζονται τρόπους ανάπτυξης πιο “πράσινων” προϊόντων (Roy, 2000 cited in Berger, ). Δηλαδή, προϊόντων που κατανάλωναν λιγότερη ενέργεια ή που μπορούσαν εύκολα να αποσυναρμολογηθούν ώστε να εξυπηρετείται η ανακύκλωση ή που δε χρησιμοποιούσαν τοξικές ύλες. Εν συνεχεία, η ανάπτυξη πράσινων προϊόντων άρχισε να ενσωματώνεται στη στρατηγική των επιχειρήσεων -κυρίως πολυεθνικών-, περισσότερο ως μία απάντηση στους περιβαλλοντικούς κανονισμούς που είχαν επιβληθεί από τις

κυβερνήσεις ή ως ένα εργαλείο για την προβολή ενός πιο “πράσινου” προφίλ της επιχείρησης.

Παρ’ όλα αυτά η ανάπτυξη “πράσινων” προϊόντων δε μπορεί να χαρακτηριστεί ως μία στιβαρή φιλοσοφία ανάπτυξης φιλικών προς το περιβάλλον προϊόντων, καθώς επικεντρώνει σε ένα μόνο χαρακτηριστικό του προϊόντος (π.χ. ενεργειακή κατανάλωση). Πιο συγκεκριμένα, μία περιβαλλοντική βελτίωση σε κάποιο στάδιο του κύκλου ζωής του προϊόντος -όταν δεν εξετάζεται ολόκληρος ο κύκλος ζωής- μπορεί να αποφέρει ζημιές στα υπόλοιπα στάδια, οι οποίες αθροιστικά να είναι μεγαλύτερες από το κέρδος που επετεύχθη. Για παράδειγμα, η αποφυγή χρήσεως τοξικών χρωμάτων σε ένα προϊόν μειώνει σημαντικά την αντοχή του. Επομένως, είναι απαραίτητη μία ενδελεχή ανάλυση των περιβαλλοντικών επιδράσεων καθ’ όλο τον κύκλο, ώστε να μπορούν να γίνονται συμβιβασμοί μεταξύ των επιδράσεων και των οφελών. Μια τέτοια προσέγγιση είναι και το Ecodesign, που μελετά η εργασία αυτή.

### 2.2.2 Ecodesign

Μια πιο συστηματική προσέγγιση περιβαλλοντικού σχεδιασμού είναι το Ecodesign, που διαπραγματεύεται η παρούσα διατριβή. Σκοπός του Ecodesign είναι να ελαχιστοποιήσει τις επιδράσεις του προϊόντος στο περιβάλλον, λαμβάνοντας υπ’ όψιν όλο τον κύκλο ζωής του, από την εξόρυξη των απαραίτητων πόρων μέχρι τη τελική του διάθεση, μετά το πέρας της χρήσιμης ζωής του. Γενικά μπορεί να ειπωθεί, ότι το Ecodesign προσπαθεί να διαχειριστεί τους φυσικούς πόρους που χρησιμοποιεί το προϊόν. Ένα εγχείρημα εξαιρετικά δύσκολο. Το Ecodesign αφενός, προσπαθεί να ελαχιστοποιήσει του πόρους που εξάγονται, αλλά και καταναλώνονται καθ’ όλη τη διάρκεια ζωής του προϊόντος. Αφετέρου, επιδιώκει την επαναχρησιμοποίηση (*reuse*), την ανακατασκευή (*remanufacture*) και την ανακύκλωση (*recycling*) σε όλη τη διάρκεια ζωής του προϊόντος. Πολύ σημαντικός παράγοντας στη διαχείριση των πόρων είναι η χρησιμοποίηση των υλικών (*utilization*). Αυτή περιλαμβάνει την επιλογή υλικών με μικρή περιβαλλοντική επίδραση (*low-impact*) -για παράδειγμα ανακυκλώσιμα υλικά- και τη μείωση του όγκου των υλικών

που χρησιμοποιούνται. Η μείωση του όγκου, μπορεί να οδηγήσει (Thompson, 1999):

- στην ελάττωση της κατανάλωσης πρώτων υλών.
- στη μείωση της μόλυνσης που συνδέεται με την εξόρυξη τους και τη διαδικασία εξευγενισμού / καθαρισμού (*refinement*).
- στη μείωση της μόλυνσης και της κατανάλωσης ενέργειας κατά τη φάση της επεξεργασίας / κατεργασίας.
- στη μείωση των υλικών που καταλήγουν στους ΧΥΤΑ.

Η επαναχρησιμοποίηση, η ανακατασκευή και η ανακύκλωση, που αναφέρθηκαν προηγουμένως, στοχεύουν στη μείωση της κατανάλωσης “καθαρών” πόρων (*virgin materials*), όποτε αυτό είναι δυνατό. Για να είναι οι επεξεργασίες αυτές οικονομικά βιώσιμες, μερικά θέματα που πρέπει να ληφθούν υπ’ όψιν κατά το σχεδιασμό είναι (Thompson, 1999):

- Η ελαχιστοποίηση των διαφορετικών υλικών που χρησιμοποιούνται σε ένα προϊόν, καθώς έτσι απαιτείται λιγότερος χρόνος για το διαχωρισμό των υλικών.
- Η επιλογή υλικών, που μπορούν να ανακυκλωθούν.
- Η αποσυναρμολόγηση των προϊόντων, με την εφαρμογή των κανόνων αποσυναρμολόγησης (*design for disassembly*).
- Η εύκολη αναγνώριση των υλικών, η οποία ελαττώνει το χρόνο αποσυναρμολόγησης

Τα προϊόντα, που δεν αλλάζει συχνά ο σχεδιασμός τους, μπορούν πιο εύκολα να ανακατασκευαστούν. Τη φιλοσοφία της ανακατασκευής, εξυπηρετούν (Thompson, 1999):

- Η χρήση υπομονάδων (*modules*), όπου ένα παρωχημένο εξάρτημα μπορεί εύκολα να αντικατασταθεί από κάποιο νέο .
- Η τυποποίηση (*standardization*), η οποία επιτρέπει τη χρήση ενός εξαρτήματος σε πολλά διαφορετικά προϊόντα.
- Η εφαρμογή των κανόνων αποσυναρμολόγησης, οι οποίοι διευκολύνουν την αποσυναρμολόγηση και το διαχωρισμό των εξαρτημάτων.

Ο σχεδιασμός των προϊόντων -μέχρι σήμερα- στόχευε η τελική διάθεση των προϊόντων, που έχουν ολοκληρώσει τον κύκλο ζωής τους, να είναι στους ΧΥΤΑ\*. Αυτό μπορεί να αλλάξει, σχεδιάζοντας προϊόντα, των οποίων η διάρκεια ζωής τους μπορεί να επεκταθεί με επισκευή (*extended service life of products*). Νέες τεχνολογίες, νέα συλ, νέα πρωτόκολλα συντήρησης και η εφαρμογή των κανόνων για συντήρηση (*design for maintenance*) μπορούν να βοηθήσουν προς αυτή την κατεύθυνση. Οι κανόνες για συντήρηση στοχεύουν στην εύκολη απομάκρυνση των εξαρτημάτων, που φθείρονται εύκολα και στην επιμήκυνση της ζωής του προϊόντος.

Το Ecodesign φυσικά, ως μια συστηματική φιλοσοφία, δε θα μπορούσε να μην καταπιάνεται και με το θέμα της μετατροπής της ενέργειας, το οποίο είναι η πρωταρχική αιτία για τη μόλυνση και το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Επομένως, κρίνεται ως επιτακτική η ανάγκη για το σχεδιασμό ενεργειακά-αποδοτικών προϊόντων (*energy-efficient*) και την αξιοποίηση ανανεώσιμων μορφών ενέργειας. Η ελάττωση της καταναλισκόμενης ενέργειας, κατά τη χρήση του προϊόντος, μπορεί να ελαττωθεί σημαντικά στα αρχικά στάδια του σχεδιασμού (Roy, 2000).

Άλλα σημαντικά ζητήματα, τα οποία συσχετίζονται με τη διαχείριση των υλικών και τη μείωση των περιβαλλοντικών επιδράσεων, προκύπτουν από τη συσκευασία και τη διανομή των προϊόντων (*packaging and distribution*). Εδώ, σημαντικό ρόλο παίζουν οι προμηθευτές, οι οποίοι έχουν την ευθύνη της συσκευασίας.

Παρ' όλα αυτά, το Ecodesign έχει και αυτό τους δικούς τους περιορισμούς. Το Ecodesign προσπαθεί με τον υπάρχον τρόπο παραγωγής και κατανάλωσης, να ελαχιστοποιήσει την επίδραση των προϊόντων στο περιβάλλον. Αυτή η προσπάθεια, όμως, έρχεται αντιμέτωπη με πιέσεις προς το περιβάλλον από άλλα κοινωνικά ζητήματα. Σύμφωνα με (Roy, 2000), έχει υπολογισθεί ότι για να επιτευχθεί η μετάβαση προς την αειφορία, απαιτείται η κατανάλωση ανά άτομο και η μόλυνση να μειωθούν από 4 μέχρι 20 φορές, απ' αυτό που αντιστοιχεί σήμερα στις βιομηχανοποιημένες χώρες. Συνεπώς, γίνεται κατανοητό ότι θα πρέπει να αντιμετωπισθεί το

---

\* Χώροι Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων

πρόβλημα αυτό, στο μέλλον, υπό ένα ακόμα ευρύτερο σύστημα, που να λαμβάνει υπ' όψιν του την κοινωνία και τη σχέση της βιομηχανίας με το περιβάλλον. Το σύστημα αυτό είναι η αειφορία.

### 2.2.3 Αειφορία (*sustainability*)

Η αειφορία είναι μια τεράστια πρόκληση, και αποστολή συνάμα, καθώς αποτελεί έναν ολότελα διαφορετικό τρόπο σκέψης, ο οποίος μπορεί να φέρει μεγάλες αλλαγές όχι μόνο σε ζητήματα που αφορούν τον περιβαλλοντικό σχεδιασμό, αλλά και σε ζητήματα που αφορούν τις δομές των οργανισμών και της κοινωνίας, γενικότερα. Μερικές από τις αλλαγές αυτές είναι:

- Νέες μορφές ιδιοκτησίας, όπως π.χ. με μίσθωση (*leasing*), οι οποίες θα οδηγήσουν τους κατασκευαστές να κατασκευάζουν προϊόντα που θα είναι πιο ανθεκτικά στο χρόνο, που θα μπορούν να ανακαινίζονται και να ανακυκλώνονται.
- Παροχή των ίδιων υπηρεσιών, χρησιμοποιώντας λιγότερα αγαθά (*dematerialization*). Περισσότερα πάνω στη φιλοσοφία αυτή αναφέρονται στην παράγραφο 3.3.1 .

Η σημερινή κοινωνία, με τις δομές που έχουν αναπτυχθεί και οι οποίες έχουν ως αποτέλεσμα, η μόλυνση να αυξάνει, οι πόροι να εξαντλούνται και η υγεία όπως και η οικονομία να απειλούνται, μπορεί να παρομοιαστεί ως ένα τούνελ το οποίο στενεύει και ο χώρος για αναστροφή λιγοστεύει. Συνεπώς, το συμπέρασμα που μπορεί να βγει είναι, πιο το όφελος να γίνονται επενδύσεις προς το στένεμα του τούνελ, και όχι προς το άνοιγμα το οποίο είναι η αειφορία.

### 2.2.4 Αειφόρος σχεδίαση (*sustainable design*)

Η αειφόρος σχεδίαση είναι μία πολύ γενική ιδέα, του πως θα έπρεπε να είναι η σχεδίαση, ώστε να υποστηρίξει την αειφόρο ανάπτυξη και την κατανάλωση στη κοινωνία. Υποδηλώνει την ανάγκη που υπάρχει, ο σχεδιασμός να λαμβάνει υπ' όψιν του τη κοινωνική δικαιοσύνη, τη βέλτιστη χρήση των πόρων και την παραγωγικότητα, κατά το στάδιο του σχεδιασμού (Loriot, 2003). Σύμφωνα με (Stevels, 1996), η αειφόρος

κοινωνία είναι εφικτή, μέσω της προόδου σε τέσσερα, διαφορετικά επίπεδα, πίνακας 2.2.

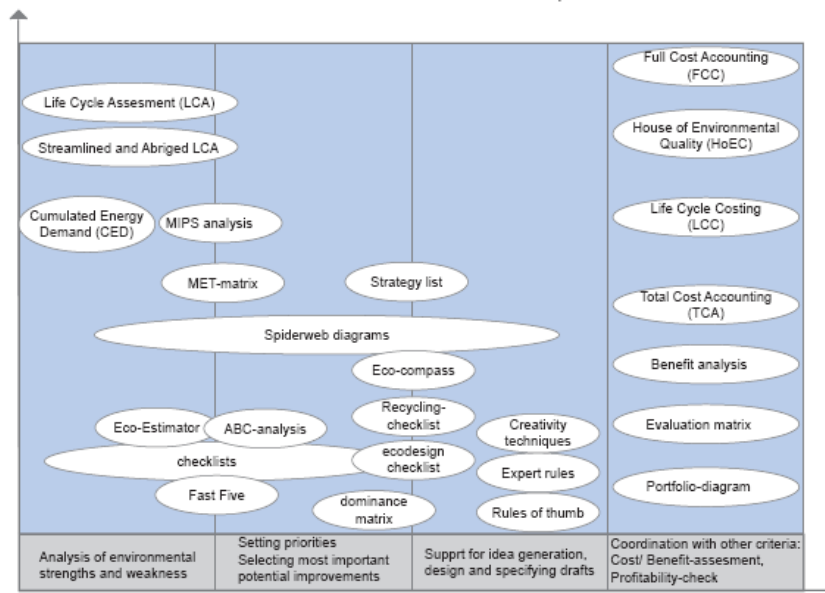
		Τύπος δουλειάς	Αποδοχή του καταναλωτή	Επένδυση	Κυβερνητική Παρέμβαση
4	Αειφόρος κοινωνία	Τεχνική, Κοινωνιολογική, Ψυχολογική	Απαραίτητη	Απαραίτητη	Απαραίτητη
3	Εναλλακτικά προϊόντα/υπηρεσίες	Έρευνα, Τεχνική	Απαραίτητη	Απαραίτητη	Απαραίτητη
2	Στα όρια της υπάρχουσας ιδέας	Ανάπτυξη της έρευνας	0	Μερική	0
1	Βελτίωση της υπάρχουσας ιδέας	Ανάπτυξη του τομέα	0	0	0

**Πίνακας 2.2** Τα στάδια της προόδου προς την αειφόρο κοινωνία (Stevens, 1996)

Τα δύο πρώτα επίπεδα συνδέονται με τη βιομηχανία, ενώ παράλληλα υποστηρίζονται από την ακαδημαϊκή γνώση. Για την μετάβαση στο τρίτο επίπεδο είναι απαραίτητη, πρώτα, η μετάβαση από τα δύο πρώτα. Κάτι που ισχύει και για την μετάβαση στο τέταρτο επίπεδο.

## 2.3 Εργαλεία που εξυπηρετούν την ενσωμάτωση του Ecodesign

Παράλληλα με την ανάπτυξη της θεωρίας, που περιβάλλει το Ecodesign, έχουν αναπτυχθεί και πολλά εργαλεία που το υποστηρίζουν. Στο εδάφιο αυτό γίνεται μία ανασκόπηση των διαφορετικών εργαλείων που υπάρχουν για το Ecodesign, χωρίς όμως να είναι η ανάλυση τους αυτοσκοπός της διατριβής αυτής. Έτσι, ως Ecodesign εργαλείο θεωρείται -στη παρούσα διατριβή- οτιδήποτε υποστηρίζει το Ecodesign. Αυτό μπορεί να είναι από λογισμικό και οδηγίες μέχρι βάσεις δεδομένων. Οι (Tischner et al., 2000) απεικονίζουν μερικά από τα εργαλεία, ανάμεσα στα οποία μπορεί κανείς να επιλέξει εκείνο που θεωρεί καταλληλότερο για τη δική του εφαρμογή.



**Σχήμα 2.6** Ταξινόμηση των εργαλείων για το Ecodesign (Tischner et al., 2000)

Σύμφωνα με το παραπάνω σχήμα, τα εργαλεία ταξινομούνται σε τέσσερις κατηγορίες:

- Εργαλεία που βοηθούν στην ανάλυση των περιβαλλοντικών δυνατών και αδύνατων σημείων του προϊόντος.
- Εργαλεία που υποστηρίζουν τον ορισμό προτεραιοτήτων και την επιλογή των πιο σημαντικών βελτιώσεων που μπορούν να γίνουν.
- Εργαλεία που βοηθούν στη δημιουργία ιδεών και στον προσδιορισμό των προδιαγραφών του προϊόντος.
- Εργαλεία που συντονίζουν το Ecodesign με άλλα κριτήρια, π.χ. τεχνοοικονομικά.

Με βάση τα τρία πρώτα κριτήρια, ταξινομούνται στη συνέχεια τα εργαλεία που υποστηρίζουν το Ecodesign. Τα τεχνοοικονομικά εργαλεία δεν παρουσιάζονται, καθώς είναι εκτός του εύρους της διατριβής αυτής.

### 2.3.1 Ανάλυση των περιβαλλοντικών δυνατών και αδύνατων σημείων (με ποιοτικά εργαλεία)

Στη κατηγορία αυτή ανήκουν τα εργαλεία Ανάλυσης του Κύκλου Ζωής -AKZ- (*Life Cycle Assessment*), τα οποία μπορούν να διακριθούν σε



ποσοτικά και ποιοτικά εργαλεία. Τα ποσοτικά εργαλεία (LCA, MIPS) θα αναφερθούν αναλυτικότερα στο κεφάλαιο 4, καθώς αφορούν άμεσα τη μέθοδο που προτείνει η παρούσα διατριβή. Στην παρούσα παράγραφο θα αναφερθούν τα ποιοτικά εργαλεία.

Μία ειδοποιός διαφορά μεταξύ των ποσοτικών και ποιοτικών εργαλείων είναι, ότι τα δεύτερα μπορούν να χρησιμοποιηθούν ακόμα και όταν το προϊόν δεν υπάρχει στην αγορά. Έτσι, αν το προϊόν δεν υπάρχει στην αγορά, μπορεί να εφαρμοστεί ποιοτική ανάλυση που να αξιολογεί διαφορετικές ιδέες και διαφορετικά σενάρια για τη ζωή του προϊόντος και να βγουν κάποια συμπεράσματα όσον αφορά τη περιβαλλοντική συμπεριφορά του προϊόντος καθ' όλο τον κύκλο ζωής του. Αντίθετα αν το προϊόν υπάρχει ήδη στην αγορά -ακόμη και αν είναι προϊόν ανταγωνιστή- τότε μπορεί να εφαρμοστεί ποσοτική ανάλυση και να εντοπιστούν επακριβώς οι επιδράσεις του προϊόντος στο περιβάλλον σε κάθε στάδιο του κύκλου ζωής του.

#### *Λίστες ελέγχου (checklists)*

Τα πιο απλά και συνηθισμένα ποιοτικά εργαλεία είναι οι λίστες ελέγχου, οι οποίες αποτελούνται από ορισμένα κριτήρια -διατυπωμένα σε μορφή ερωτήσεων συνήθως- τα οποία πρέπει να λάβει υπ' όψιν του ο σχεδιαστής. Τις περισσότερες φορές οι λίστες ελέγχου αποτελούν μία πρώτη απόπειρα για περιβαλλοντικό σχεδιασμό, καθώς απαιτούν ελάχιστες γνώσεις και η εφαρμογή τους όπως και η κατανόηση τους είναι εύκολη. Παρ' όλα αυτά, παρουσιάζουν όμως και αρκετούς περιορισμούς όπως:

- Μπορούν να προσφέρουν μόνο χοντρικούς υπολογισμούς της περιβαλλοντικής απόδοσης του προϊόντος.
- Δεν καθοδηγούν ούτε εμπνέουν τον σχεδιαστή προς την αναζήτηση νέων λύσεων.
- Η ποιότητα των αποτελεσμάτων τους, εξαρτάται από τις γνώσεις και την εμπειρία των ανθρώπων που τις χρησιμοποιούν.
- Λόγω της μορφής τους - ερωτήσεις για κάθε στάδιο του κύκλου ζωής του προϊόντος- είναι επικίνδυνο να παραβλεφθούν οι παρενέργειες που μπορεί να υπάρχουν από το ένα στάδιο στο άλλο.

Μερικές από τις πιο ευρέως αναγνωρισμένες, και συνηθισμένες λίστες ελέγχου είναι:

- Η ανάλυση ABC
- Το Eco-Estimator
- Λίστες ελέγχου Ecodesign των Tischner και Bleek
- Philips Fast-Five
- Λίστες ελέγχου ανακύκλωσης της ευρωπαϊκής οδηγίας WEEE

#### *Eco-Estimator*

Το Eco-Estimator είναι μέρος της μεθόδου Ecodesign, που έχει αναπτύξει η Philips και στοχεύει στη γρήγορη αξιολόγηση της συμβατότητας ενός προϊόντος –κυρίως ηλεκτρικού ή ηλεκτρονικού– με το περιβάλλον σε σχέση με ένα προϊόν αναφοράς. Είναι ένα δισέλιδο ερωτηματολόγιο, τα αποτελέσματα του οποίου δίνουν την ολική περιβαλλοντική απόδοση του προϊόντος (σε σκορ) και τα οποία συγκρίνονται με τα αντίστοιχα αποτελέσματα του προϊόντος αναφοράς. Το προϊόν που συγκεντρώνει το μικρότερο σκορ σημαίνει ότι είναι και το πιο συμβατό με το περιβάλλον.

##### 1.Διάρκεια ζωής του προϊόντος

- a. Πόσα χρόνια είναι η αναμενόμενη, τεχνολογική διάρκεια ζωής του προϊόντος;
- b. Μπορεί να επιμηκυνθεί η διάρκεια ζωής του με επισκευή, και για πόσα χρόνια;
- c. Μπορεί να επιμηκυνθεί η διάρκεια ζωής του εξοπλισμού, και για πόσα χρόνια;

Συνολική διάρκεια ζωής του προϊόντος:  $(1.a+1.b+1.c)$

##### 2.Ενέργεια και Πόροι

- a. Πόσα Watt ηλεκτρικού ρεύματος καταναλώνει το προϊόν ανά ώρα σε φυσιολογική χρήση;
- b. Πόσες ώρες θα χρησιμοποιηθεί το προϊόν, σε φυσιολογική χρήση, το χρόνο;
- c. Πόσες Κιλοβατώρες το χρόνο καταναλώνονται;
- d. Πόσα Watt ηλεκτρικού ρεύματος ανά ώρα καταναλώνει το προϊόν σε κατάσταση αναμονής (*standby mode*);
- e. Πόσες ώρες το χρόνο είναι το προϊόν σε κατάσταση αναμονής;
- f. Πόσες Κιλοβατώρες το χρόνο καταναλώνονται σε κατάσταση αναμονής;

- g. Συνολικά πόσες Κιλοβατώρες καταναλώνονται ετησίως;
- h. Συνολικά πόσο ρεύμα καταναλώνεται κατά τη διάρκεια ζωής του προϊόντος;  
Το αποτέλεσμα πολλαπλασιάζεται με 0.7, ώστε να μετατραπεί σε πόντους.
- i. Πόσο ζυγίζει η συσκευασία (Kg);
- j. Πόσο ζυγίζει το προϊόν (Kg);
- k. Πόσο ζυγίζουν μαζί το προϊόν και η συσκευασία (Kg);
- l. Ζυγίζει η συσκευασία περισσότερο από το 15% του βάρους του προϊόντος;  
Αν ναι τότε 2 πόντοι, διαφορετικά 0.5 πόντοι.
- m. Αποτελείται η συσκευασία σε ποσοστό μικρότερο από 90% από ανακυκλωμένο χαρτί; Αν ναι τότε 2 πόντοι, διαφορετικά 0.5 πόντοι.
- n. Ποσοστό της συσκευασίας (2.l+2.m)
- o. Πόντοι συσκευασίας (2.l\*2.n)
- p. Ποσοστό μετακίνησης, μετακινείται το προϊόν περισσότερο από ' το 20%της διάρκειας ζωής του; Αν ναι τότε 40 πόντοι, διαφορετικά 0 πόντοι.
- q. Αποτελείται το προϊόν σε ποσοστό μεγαλύτερο από 20% από ανακυκλώσιμα μέταλλα και συνθετικές ύλες; Αν ναι τότε 2 πόντοι, διαφορετικά 5 πόντοι.
- r. Ποσοστό πόρων και ενέργειας του προϊόντος (2.p+2.q)
- s. Πόντοι πόρων (2.r\*2.j)

Συνολικοί πόντοι: (2.h+2.o+2.s)

### 3.Δυνατότητα Ανακύκλωσης

- a. Μπορούν το πλαίσιο και τα άλλα μέρη να αποσυναρμολογηθούν εύκολα;  
Ναι=0, Μερικά=1, Όχι=2
- b. Μπορούν να αποσυνδεθούν τα μεταλλικά μέρη μεταξύ τους; Ναι=0, Μερικά=1, Όχι=2
- c. Συνδέονται τα μη ανακυκλώσιμα στοιχεία με τις συνθετικές ύλες; Ναι=1, Όχι=0
- d. Θα χρησιμοποιηθούν θερμομονωτικές, συνθετικές ύλες που ζυγίζουν περισσότερο από 100g, σε εξαρτήματα; Ναι=1, Όχι=0
- e. Είναι τα εξαρτήματα από συνθετικές ύλες, με βάρος περισσότερο από 50g αναγνωρίσιμα; Ναι=0, Όχι=1

Συνολική δυνατότητα ανακύκλωσης: (3.a+3.b+3.c+3.d+3.e)\*2.j

### 4.Επικίνδυνα απορρίμματα

- a. Περιέχει το προϊόν ή χρησιμοποιούνται κατά την παραγωγή καμία από τις παρακάτω ουσίες: συνθετικές εύφλεκτες ύλες (PBBEs, PBBs), PCB, PCT, FCKW, Κάδμιο, Πενταχλωροφενόλες. Ναι=400, Όχι=0
  - b. Χρειάζεται το προϊόν μπαταρίες; Όχι=0
- Πολύ μικρές για περίπτωση ανάγκης. Ναι=15
- Επαναφορτιζόμενες μπαταρίες, οι οποίες φορτίζονται μέσα στο προϊόν. Ναι=30
- Επαναφορτιζόμενες μπαταρίες, οι οποίες φορτίζονται εκτός προϊόντος. Ναι=40
- Μπορεί να χρησιμοποιήσει επαναφορτιζόμενες και μη μπαταρίες. Ναι=120
- Δεν μπορεί να χρησιμοποιήσει επαναφορτιζόμενες μπαταρίες. Ναι=200

Υπάρχει τυπωμένη ένδειξη στο προϊόν για τη διάθεση των μπαταριών. Ναι=0

Δεν υπάρχει τυπωμένη ένδειξη στο προϊόν για τη διάθεση των μπαταριών. Ναι=100

Σύνολο:

c. Θα χρησιμοποιηθεί PVC είτε στα καλώδια, είτε στις συσκευασίες; Ναι=40, Όχι=0

d. Είναι τα ηλεκτρονικά και ο λευκόχρυσος αποσυναρμολογήσιμα υποσύνολα; Ναι=40, Όχι=0

Συνολικό σκορ επικίνδυνων απορριμμάτων: (a+b+c+d)

5.Συνολικό σκορ Eco-Estimator: 2+3+4

Ετήσιο σκορ Eco-Estimator: 1d

### Πίνακας 2.3 Eco-Estimator

#### ABC Ανάλυση

Αξιολογεί την περιβαλλοντική επιβάρυνση, με βάση έντεκα κριτήρια. Το όνομα της οφείλεται, στις τρεις βαθμίδες αξιολόγησης της παρούσας κατάστασης για κάθε κριτήριο, που χρησιμοποιεί:

- A, κακή κατάσταση, επείγουσα ανάγκη για πράξεις.
- B, μέτρια κατάσταση, μέτρια ανάγκη για πράξεις, παρατήρηση.
- C, καλή κατάσταση, καμία ανάγκη για πράξεις.

Επικεντρώνεται κυρίως στη χρήση τοξικών ουσιών, και λιγότερο σε θέματα που αφορούν την περιβαλλοντική αποδοτικότητα του προϊόντος, όπως φαίνεται και στον πίνακα 2.4 που ακολουθεί.

Κριτήρια	A	B	C
1.Τήρηση περιβαλλοντικών προϋποθέσεων	Δεν τηρούνται	Προβλέπεται όξυνση της νομοθεσίας	Τηρούνται και δεν αναμένεται καμία όξυνση των νόμων
2.Κοινωνικές απαιτήσεις	Έντονη κριτική που μπορεί να φθάσει μέχρι και σε απαγορεύσεις	Κριτική, που μπορεί να οδηγήσει στην όξυνση των κανονισμών	Καμία κριτική
3. Ενδεχόμενη περιβαλλοντική επιβάρυνση			
Τοξικότητα	Ιδιαίτερος κίνδυνος για την υγεία (καρκινογενέσεις)	Κίνδυνος για την υγεία (πρόκληση αλλεργιών)	Κανένας κίνδυνος με βάση την υπάρχουσα γνώση

Επιβάρυνση της ατμόσφαιρας	Επιβάρυνση του όζοντος από ρύπους, ρύποι επικίνδυνοι για καρκινογένεσις με τοξικότητα Α	Ρύποι που δημιουργούν καπνό και σκόνη, με τοξικότητα Β	Κανένας κίνδυνος με βάση την υπάρχουσα γνώση
Επιβάρυνση των υδάτων	Επικίνδυνα και πολύ επικίνδυνα για την μόλυνση των υδάτων	Ήπια επικινδυνότητα, ταξινόμηση Β όταν φέρει τη σήμανση "Να μην πεταχτεί στο νερό"	Καμία επικινδυνότητα για το νερό
4. Ρίσκο Βλαβών	Υψηλός κίνδυνος για βλάβες, εύφλεκτες ύλες και μεγάλος κίνδυνος για την ανθρώπινη υγεία και το περιβάλλον, ουσίες με τοξικότητα Α	Μέτριος κίνδυνος που σε περίπτωση βλάβης ενέχει κινδύνους για την ανθρώπινη υγεία και το περιβάλλον	Κανένας κίνδυνος με βάση την υπάρχουσα γνώση, ούτε σε περίπτωση πυρκαγιάς
5. Εξόρυξη πόρων	Δημιουργία επικίνδυνων εκπομπών κατά την εξόρυξη με σημαντική επίδραση στο περιβάλλον. Η εξόρυξη μπορεί να βλάπτει σημαντικά το περιβάλλον (π.χ. τροπικά δάση)	Κάποιες εκπομπές μπορούν ίσως να βλάψουν το περιβάλλον	Καμία επιβάρυνση κατά την εξόρυξη. Χρήση ανανεώσιμων πόρων, λαμβάνοντας υπ' όψιν το περιβάλλον και την αναδόμηση του
6. Προπαραγωγή	Χρήση πρώτων και βοηθητικών υλών ή παραγόμενων εκπομπών που επιβαρύνουν σημαντικά το περιβάλλον	Χρήση πρώτων και βοηθητικών υλών ή παραγόμενων εκπομπών που συνεισφέρουν στην επιβάρυνση του περιβάλλοντος	Η προπαραγωγή επιτυγχάνεται χωρίς καμία επίδραση στο περιβάλλον
7. Επεξεργασίες και κατεργασίες σε επίπεδο επιχείρησης	Κατά τις επεξεργασίες και τις κατεργασίες παράγονται ουσίες και εκπομπές με τοξικότητα Α	Κατά τις επεξεργασίες και τις κατεργασίες παράγονται ουσίες και εκπομπές με τοξικότητα Β	Δεν παράγεται καμία ουσία ή εκπομπή επικίνδυνη για το περιβάλλον

8.Χρήση του προϊόντος	Παρουσιάζονται τόσο περιβαλλοντικές επιδράσεις όσο και για την υγεία, οι οποίες ταξινομούνται σύμφωνα με το κριτήριο τοξικότητας ως Α	Παρουσιάζονται τόσο περιβαλλοντικές επιδράσεις όσο και για την υγεία, οι οποίες ταξινομούνται σύμφωνα με το κριτήριο τοξικότητας ως Β	Καμία επίδραση με την παρούσα γνώση
9.Διάθεση	Διάθεση απορριμμάτων* με παράλληλη εκπομπή ουσιών	Διάθεση σε ΧΥΤΑ	Καμία διάθεση απορριμμάτων, αλλά ανακύκλωση και κομποστοποίηση
10.Δυνατότητα ανακύκλωσης	Δεν υπάρχει καμία δυνατότητα ανακύκλωσης	Περιορισμένη δυνατότητα ανακύκλωσης. Παραγωγή από κατώτερης ποιότητας υλικά με μεγάλη κατανάλωση ενέργειας. Δεν	Καλή ικανότητα ανακύκλωσης. Παραγωγή από καλής ποιότητας υλικά. Ικανότητα κομποστοποίησης
11.Εσωτερικά κόστη (ασφάλειες, επενδύσεις για εκπομπές και εκροές)	Υψηλό κόστος	Μέτριο κόστος	Μηδενικό κόστος

**Πίνακας 2.4** Τα κριτήρια και η σημασία της αξιολόγησης για κάθε κριτήριο ξεχωριστά.

### 2.3.2 Εργαλεία προτεραιοτήτων και επιλογή των πιο σημαντικών βελτιώσεων που μπορούν να γίνουν

Τα εργαλεία αυτά άρχισαν να αναπτύσσονται από τη στιγμή που έγινε κατανοητό, ότι το Ecodesign δεν είναι ανεξάρτητο της διαδικασίας ανάπτυξης των προϊόντων, αλλά ότι είναι και αυτό ένα μέρος της. Έτσι, τα εργαλεία αυτά παρέχουν ένα πλαίσιο, μέσα στο οποίο οι επιχειρήσεις

---

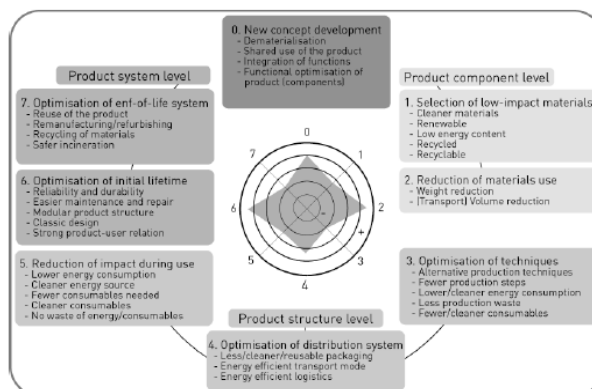
\* Με τον όρο διάθεση απορριμμάτων νοείται η ανεξέλεγκτη διάθεση απορριμμάτων, που γίνεται χωρίς καμία πρόνοια για τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Σύνηθες παράδειγμα οι χωματερές.

μπορούν να αναγνωρίσουν και να επιλέξουν προτεραιότητες-στρατηγική για τη βελτίωση των προϊόντων τους. Το βασικό τους πλεονέκτημα, είναι ότι συμπυκνώνουν την πληροφορία, που αφορά το περιβάλλον, σε ένα χάρτη. Στο χάρτη αυτόν μπορούν να συγκριθούν οι δυνατότητες του υπάρχοντος σχεδιασμού σε σχέση με έναν εναλλακτικό. Επιπροσθέτως, τα εργαλεία αυτά μπορούν να αποτελέσουν σημείο αφετηρίας για καταιγισμό ιδεών (*brainstorming*) και περιβαλλοντικούς νεωτερισμούς (Jones et al., 2002). Τέτοια εργαλεία είναι το Ecodesign Strategy Wheel (Brezet and van Hemel, 1997), το Spider-Web διάγραμμα (Tischner, 2000) και το Eco-compass (Fussler and James, 1996) που παρουσιάζονται παρακάτω:

### Ecodesign Strategy Wheel

Το εργαλείο αυτό αποτελεί αναπόσπαστο μέρος του εγχειριδίου PROMISE που ανέπτυξαν οι (Brezet and van Hemel, 1997) στο τεχνολογικό ίδρυμα του Delft, της Ολλανδίας. Είναι ένα εργαλείο στρατηγικής, που απεικονίζει διαφορετικές κατηγορίες επιδράσεων του προϊόντος καθ' όλο τον κύκλο ζωής του. Ο κατασκευαστής μπορεί να τις αξιολογήσει, είτε θετικά (+), είτε αρνητικά (-), και έπειτα να καθορίσει τη στρατηγική που θα ακολουθήσει. Οι κατηγορίες των επιδράσεων, πηγαινόντας με τη φορά του ρολογιού είναι: 0) ο σχεδιασμός, 1) η επιλογή των υλικών, 2) η χρήση των υλικών, 3) οι επεξεργασίες παραγωγής, 4) το σύστημα διανομής, 5) οι επιδράσεις κατά τη διάρκεια χρήσης, 6) η διάρκεια ζωής του προϊόντος, 7) οι προοπτικές του τέλους ζωής τους προϊόντος. Από τις στρατηγικές αυτές, ο σχεδιαστής μπορεί να επηρεάσει περισσότερο τις : 0), 1), 2), 6) και 7) (Larsson, 1997).

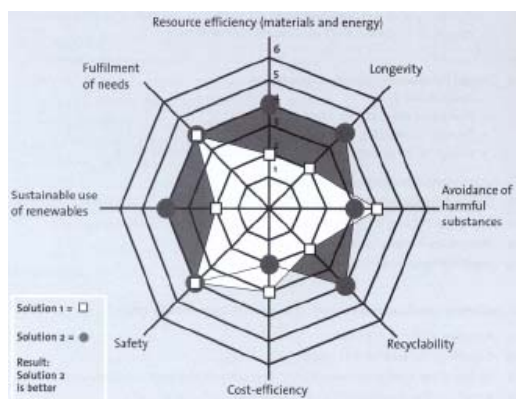
Ο τροχός της στρατηγικής Ecodesign, συνιστά κύρια ένα εργαλείο υποστήριξης της ανάπτυξης του προϊόντος στο αρχικό στάδιο, όπου είναι απαραίτητη η αναγνώριση των αναγκών και η γέννηση ιδεών.



**Σχήμα 2.7** Ecodesign strategy wheel (Brezet and van Hemel, 1997)

### Spider-Web

Το Spider-Web (Tischner, 2001) είναι ένα εργαλείο αξιολόγησης και



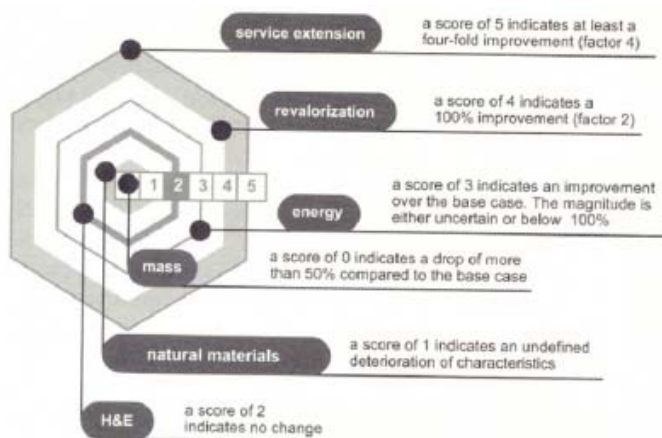
χρησιμοποιείται για τη σύγκριση νέων σχεδιαστικών λύσεων, με βάση τα πιο σημαντικά χαρακτηριστικά τους. Το διάγραμμα χρησιμοποιείται, συνήθως, παράλληλα με ένα ερωτηματολόγιο που εστιάζει στα κριτήρια που έχει θέσει ο ερευνητής. Κάθε λύση του Spider-Web δίνει μία ποιοτική αξιολόγηση των κριτηρίων και το

**Σχήμα 2.8** Spider-Web (Tischner, 2001)

περιβαλλοντικό προφίλ του προϊόντος (Byggeth and Hochschorner, 2005).

### Eco-compass

Το Eco-compass (Fussler and James, 1996) είναι ένα ακόμη εργαλείο προτεραιοτήτων και επικεντρώνει το ενδιαφέρον του σε έξι μεγέθη: στη συντήρηση, στην επανεκτίμηση (*revalorization*), στην ενέργεια, στη μάζα, στους πόρους και στο περιβαλλοντικό ρίσκο. Κάθε διάσταση από τις έξι αξιολογείται με βαθμό από το 0-5, ενώ η βάση θεωρείται το 2.



**Σχήμα 2.9** Ecocompass (Fussler and James, 1996)



### *EMS-Environmental Management Systems*

Τα συστήματα αυτά εναρμονίζονται με τις διάφορες τυποποιήσεις (*standards*) , όπως :

- BS7750 (British Standard 7750)
- ISO14000 (International Organization for Standardization)
- EMAS (European Eco-Audit and Management Scheme)

Το EMS μπορεί να χαρακτηριστεί ως ένα εργαλείο για παθητικό περιβαλλοντικό σχεδιασμό. Απλά, προδιαγράφει τις ευθύνες της επιχείρησης απέναντι στον περιβαλλοντικό σχεδιασμό, χωρίς όμως να ενθαρρύνει παράλληλα πρωτοβουλίες για περιβαλλοντικούς νεωτερισμούς. Μάλιστα, κάποιες από τις τυποποιήσεις έχουν επικριθεί, ότι δίνουν στις επιχειρήσεις την ελευθερία να ορίσουν αυτές τα ζητήματα και τους στόχους που θα βελτιώσουν (Fussler and James, 1996).

### **2.3.3 Εργαλεία για τη γέννηση ιδεών και τον καθορισμό των προδιαγραφών**

Τα εργαλεία αυτά αφορούν περισσότερο το Βιομηχανικό Σχεδιασμό (*Industrial Design*), καθώς εμπνέουν και παρακινούν τους σχεδιαστές. Οι τύποι εργαλείων που διακρίνονται είναι οι εξής:

#### *Ecodesign οδηγίες*

Οι οδηγίες προτιμούνται συχνά από τους σχεδιαστές, καθώς είναι ένα εύκολο και γρήγορο εργαλείο υποστήριξης. Παρουσιάζονται με διάφορες μορφές, όπως κανόνες που απαντώνται με ένα ναι ή όχι (*rules of thumb*), λίστες ελέγχου (*checklists*), και ερωτήσεις πάνω σε ένα συγκεκριμένο θέμα (π.χ. συσκευασία) που αφορούν όλο το κύκλο ζωής του προϊόντος. Οι οδηγίες βοηθούν το σχεδιαστή να αναγνωρίζει και να εστιάζει στα κύρια περιβαλλοντικά προβλήματα ,που προκύπτουν από ένα προϊόν καθ' όλο τον κύκλο ζωής του (Byggeth and Hochshorner, 2005).

Οι στρατηγικές και οι οδηγίες μπορούν να δομηθούν με ποικίλους τρόπους. Κάθε τρόπος παρέχει διαφορετικές δυνατότητες και υπόκειται σε διαφορετικούς περιορισμούς, προσφέροντας ξεχωριστές προτεραιότητες και

προοπτικές για Ecodesign. Η (Lofthouse, 2001) ταξινομεί τις οδηγίες που υπάρχουν σύμφωνα με τέσσερα χαρακτηριστικά, ως εξής:

- Οδηγίες που ιεραρχούν τις προτεραιότητες σε: επαναχρησιμοποίηση, μείωση, ανακύκλωση, εξάλειψη, αντικατάσταση, επανασχεδιασμό, επαναπροσδιορισμό της ζήτησης και πρόκληση της κατανάλωσης.
- Οδηγίες που εστιάζουν σε: βάρος, επικίνδυνες ουσίες, ανακύκλωση και διάθεση, κατανάλωση ενέργειας και συσκευασίας (AMP, 1998: United Nations Division for Sustainable Development and Xerox, 2000).
- Οδηγίες που επικεντρώνουν στα στάδια του κύκλου ζωής: εξόρυξη, σχεδιασμός, κατασκευή, συσκευασία, διανομή, χρήση και διάθεση (Bottcher and Hartman, 1997; van Hemel, 1996).
- Βιολογικές Οδηγίες: σύμφωνα με την ταξινόμηση του (Datschefski, 1999) οι οδηγίες διακρίνονται σε ηλιακές, κυκλικές, ασφάλειας και αποδοτικότητας.

Οι οδηγίες από (Brezet and van Hemel, 1997) υποστηρίζουν την ποιοτική περιβαλλοντική ανάλυση, περιλαμβάνοντας όλες τις σχετικές ερωτήσεις που πρέπει να γίνουν όταν αντιμετωπίζονται προβλήματα κατά την ανάλυση του κύκλου ζωής του προϊόντος. Ενώ οι (Fussler and James, 1996) με έναν εύκολο κανόνα, τον "Eco-Eco-rule", συνοψίζει σε έξι γραμμές τι πρέπει να λαμβάνει υπ' όψιν του ένας σχεδιαστής κατά την ανάπτυξη ενός αειφόρου προϊόντος.

<b>E</b> co-efficiency	Achieve more form less.
<b>C</b> ustomers	Consider your costumerslong-term needs before they do.
<b>O</b> bjectives	Set ambitious objectives and targets for sustainability.
<b>E</b> mpowerment	Sustainability means empowered employee, citizens and communities.
<b>C</b> are	Sustainability is about ethics and socioeconomic security as well as environment.
<b>O</b> ut-of-box	Sustainable development is emperative, possible and value creating. Someone will make it happen. The choice is yours!

**Σχήμα 2.10** Eco-Eco-rule\_(Fussler and James, 1996)

Συνήθως οι επιχειρήσεις στα πρώτα στάδια του σχεδιασμού προτιμούν να αναπτύσσουν λίστες, οι οποίες αφορούν τα υλικά που θα αποτελούν το νέο προϊόν. Οι λίστες αυτές διακρίνονται σε λευκές, γκρι και μαύρες. Οι πρώτες, περιέχουν τα υλικά απ' τα οποία το προϊόν θα έπρεπε να κατασκευαστεί. Οι γκριζες λίστες περιέχουν υλικά, τα οποία θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν, αν υπήρχε καλός λόγος, ενώ οι μαύρες λίστες περιέχουν τα απαγορευμένα υλικά, που δεν πρέπει να χρησιμοποιηθούν (Luttrupp and Lagerstedt, 2006). Οι λίστες αυτές χρησιμοποιούνται ευρέως από τη Volvo ([www.tech.volvo.se](http://www.tech.volvo.se)).

Πολύτιμη βοήθεια στο σχεδιαστή προσφέρουν οι οδηγίες DFX (*Design For-X*), οι οποίες τον εμπνέουν και τον παρακινούν να σχεδιάζει με γνώμονα το περιβάλλον.

## 2.4 \_\_Καινοτομία

Η καινοτομία είναι ένας πολύ σημαντικός παράγοντας της ανταγωνιστικότητας μιας επιχείρησης / κοινωνίας, καθώς της αυξάνει σημαντικά την παραγωγικότητα, συνεπώς και την κερδοφορία της. Έτσι μπορούν να αποφευχθούν φαινόμενα που μαστίζουν τις σημερινές κοινωνίες, όπως είναι: η συρρίκνωση ή η συγχώνευση εταιριών, οι μαζικές απολύσεις και η ανεργία.

Η καινοτομία μπορεί να οριστεί ως η γνώση, που μετατρέπει τις καλύτερες ιδέες σε ευκαιρίες. Είναι η κινητήρια δύναμη για οικονομική και κοινωνική ανάπτυξη ([www.innovation.gc.ca](http://www.innovation.gc.ca)).

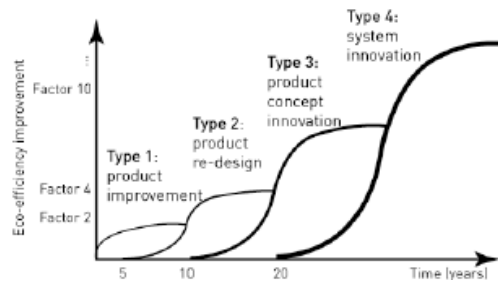
### 2.4.1 Θεωρία της καινοτομίας

Σύμφωνα με τον (Foster, 1986), η τεχνολογία αναπτύσσεται σε συνάρτηση με το χρόνο, με μία μορφή καμπύλης "S". Στα πρώτα στάδια, συσσωρεύεται γνώση, χωρίς να επηρεάζεται ιδιαίτερα η τεχνολογία. Όσο περισσότερο συσσωρεύεται η γνώση, τόσο η τεχνολογία βελτιώνεται και η ανάπτυξη αυτή αρχίζει να οδηγεί σε νεωτερισμούς, ως ότου η τεχνολογία φθάσει στα όρια της. Παρ' όλα αυτά, η τεχνολογία δεν αυξάνει μονότονα, αλλά χαρακτηρίζεται και από διακοπές (Tushman and Rosenkopf, 1992). Οι διακοπές αυτές οφείλονται σε ριζικούς νεωτερισμούς, που οδηγούν σε νέες τεχνολογίες. Γραφικά, οι διακοπές αυτές απεικονίζονται ως ένα άλμα

ανάμεσα σε δύο καμπύλες "S", όπου το ένα "S" αντιστοιχεί στην υπάρχουσα τεχνολογία και το άλλο στην εναλλακτική τεχνολογία.

## 2.4.2 Ecodesign και Καινοτομία

Το Ecodesign πιστεύεται ότι έχει τις δυνατότητες να κινηθεί πέρα από τις



**Σχήμα 2.11** Τα στάδια της καινοτομίας (Brezet and van Hemel, 1997)

βελτιώσεις και τον επανασχεδιασμό των προϊόντων, σε καινοτομίες που αφορούν τόσο το σχεδιασμό και τη λειτουργία του προϊόντος / υπηρεσίας όσο και αυτές του συστήματος, γενικότερα. Βέβαια, για να συμβεί κάτι τέτοιο πρέπει να συμβούν σημαντικές αλλαγές στο Ecodesign (Sherwin, 2000).

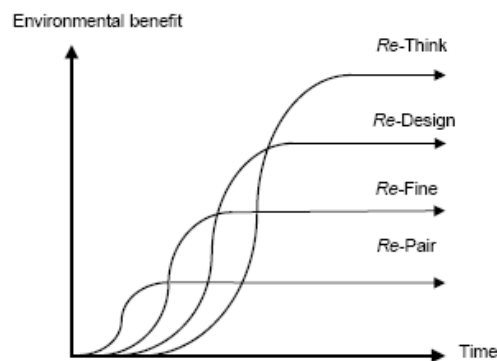
Επίσης, οι ραγδαίες αλλαγές που οδηγούν στην καινοτομία, συμβαίνουν μόνο όταν η επιχείρηση έχει αποκτήσει εμπειρία πάνω στο Ecodesign για κάποια χρόνια (Brezet et al., 2000). Οι (Brezet and van Hemel, 1997) προτείνει ένα μοντέλο Ecodesign καινοτομίας, το οποίο αποτελείται από τέσσερα βήματα. Το σχήμα 2.11 εξηγεί πως η μετάβαση απ' το ένα επίπεδο στο άλλο, απαιτεί περιβαλλοντική αποδοτικότητα (*eco-efficiency*), χρόνο και πιο πολύπλοκα δεδομένα. Όπως φαίνεται και απ' το σχήμα, οι μεγάλες καινοτομίες απαιτούν και ιδιαίτερο χρόνο.

Πιο αναλυτικά :

- *Η βελτίωση του προϊόντος*, αφορά προϊόντα, που ήδη υπάρχουν, και απλά βελτιώνονται ώστε να επιβαρύνουν λιγότερο το περιβάλλον.
- *Ο επανασχεδιασμός του προϊόντος* απαιτεί περισσότερο χρόνο για την υλοποίηση του. Το προϊόν επανασχεδιάζεται, χωρίς να αλλάζει η λειτουργία του, αλλά επανασχεδιάζοντας μέρη και εξαρτήματα του. Συνήθως, στόχος του είναι η εύκολη ανάκτηση εξαρτημάτων και υλικών ή η μικρότερη κατανάλωση καθ' όλη τη διάρκεια ζωής του προϊόντος.

- *Ο νεωτερισμός στη λειτουργία του προϊόντος*, αφορά την αλλαγή του τρόπου ικανοποίησης μίας λειτουργίας. Για παράδειγμα, η μερική αντικατάσταση της αποστολής γραμμάτων από τα e-mails.
- *Ο νεωτερισμός του συστήματος* απαιτεί αλλαγές στην υποδομή και στους οργανισμούς, εξαιτίας των νέων προϊόντων και υπηρεσιών που προκύπτουν. Για παράδειγμα, η τεχνολογία της πληροφορίας απαιτεί αλλαγές τόσο στους οργανισμούς, όσο και στις μεταφορές και την εργασία.

Κάτι ανάλογο προτείνουν και οι (Charter and Chick, 1997), σύμφωνα με τους οποίους για να επιτευχθεί κάποια ραγδαία μείωση στη κατανάλωση πόρων και ενέργειας είναι απαραίτητο το πέρασμα από τα τέσσερα βήματα του σχήματος 2.12. Προς το παρόν, η πλειοψηφία των πρωτοπόρων, επιχειρήσεων βρίσκεται στο στάδιο της επιδιόρθωσης (*repair*), όπου προσπαθούν να αντιμετωπίσουν προβλήματα τελευταίας στιγμής (*end of pipe*). Παρ' όλα αυτά



**Σχήμα 2.12** Τα στάδια της καινοτομίας και το περιβαλλοντικό όφελος απ' αυτά (Charter and Chick, 1997)

υπάρχουν και κάποιες εταιρίες οι οποίες προσπαθούν να αναπτύξουν καθαρότερες επεξεργασίες και προϊόντα με λιγότερες απαιτήσεις σε πόρους. Ακόμα πιο λίγες εταιρίες, έχουν περάσει στο επόμενο στάδιο, αυτό της βελτίωσης (*refine*), στο οποίο εφαρμόζουν την ιδέα της περιβαλλοντικής αποδοτικότητας. Ενώ, ελάχιστες επιχειρήσεις, έχουν αρχίσει να οραματίζονται το στάδιο του επανασχεδιασμού (*redesign*), δηλαδή την ενσωμάτωση περιβαλλοντικών ζητημάτων στο σχεδιασμό του προϊόντος. Η μετάβαση στο τελευταίο στάδιο της επανεξέτασης (*rethink*), απαιτεί την ανάπτυξη νέων υποδομών και συστημάτων, οι οποίες να μπορούν να επιτρέπουν την κυκλική ροή των πόρων και της ενέργειας, στο σύστημα παραγωγής.

## 2.5 Λόγοι που οδηγούν στο Ecodesign

Τα κίνητρα που ωθούν τη βιομηχανία προς τη λύση του Ecodesign μπορούν να συνοψισθούν στα εξής τρία:

- Τη νομοθεσία
- Εμπορικά οφέλη
- Την αγορά

### 2.5.1 Η νομοθεσία

Η νομοθεσία όσον αφορά την εξοικονόμηση πόρων και την προστασία του περιβάλλοντος αντιμετωπίζεται, ως επί το πλείστον, από τους κατασκευαστές ως ένα ακόμα εμπόδιο στην ανάπτυξη νέων προϊόντων. Αντιθέτως όμως θα έπρεπε να αντιμετωπίζεται ως μια πρόκληση για την ανάπτυξη πρωτοποριακών μεθόδων, επεξεργασιών και προϊόντων, που θα λαμβάνουν υπ' όψιν το περιβάλλον καθ' όλη τη διάρκεια ζωής του προϊόντος.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση όσον αφορά τη διαχείριση των αποβλήτων βασίζεται σε δύο συμπληρωματικές στρατηγικές:

- Αποφυγή αποβλήτων με τη βελτίωση του σχεδιασμού των προϊόντων
- Αύξηση της ανακύκλωσης και της επαναχρησιμοποίησης των αποβλήτων

Σε αντίθεση με ότι συνέβαινε παλαιότερα, πια οι οδηγίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης δίνουν έμφαση στην ευθύνη των παραγωγών για τη διαχείριση των προϊόντων τους μετά το τέλος της ωφέλιμης ζωής τους. Η κοινή λογική υποδεικνύει ότι εφόσον οι παραγωγοί είναι υπεύθυνοι για το τέλος ζωής του προϊόντος και πρέπει να επωμιστούν το κόστος του, θα αναπτύξουν προϊόντα από πιο ανακυκλώσιμα υλικά δίχως επικίνδυνα συστατικά. Δυστυχώς όμως, παρατηρείται συχνά το φαινόμενο μετακύλισης του κόστους στον καταναλωτή. Συγκεκριμένα η οδηγία της Ε.Ε. για :

- *Τις συσκευασίες και τα απόβλητα συσκευασίας* (Οδηγία 94/62/EC), καλύπτει όλες τις συσκευασίες και τα απόβλητα συσκευασίας που παράγονται στην Ευρωπαϊκή Ένωση από όλες της πηγές (συμπεριλαμβανομένων βιομηχανικών, εμπορικών και

οικιακών αποβλήτων). Ο κύριος στόχος της είναι η μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων της συσκευασίας και της διαχείρισης των απόβλητων συσκευασίας, αποτρέποντας την παραγωγή περιττής συσκευασίας και προωθώντας την επαναχρησιμοποίηση ή την ανάκτηση και ανακύκλωση της.

Έπειτα και από την πρόταση για τροποποίηση της Οδηγίας/94/62/EC το 2001, τα Κράτη Μέλη πρέπει να επιτύχουν τους ακόλουθους στόχους: ανάκτηση μεταξύ 60-75% και ανακύκλωση μεταξύ 55-70% κατά βάρος για το υλικό της συσκευασίας. Η Οδηγία προδιαγράφει βασικές απαιτήσεις που σχετίζονται με τη σύνθεση και την επαναχρησιμοποίηση, την ανάκτηση και την ανακύκλωση της συσκευασίας.

- *Τη διαχείριση των οχημάτων στο τέλος της χρήσιμης ζωής τους* (Οδηγία 2000/53/EC), είναι να αποτρέψει την παραγωγή αποβλήτων από οχήματα που βρίσκονται στο τέλος της χρήσιμης ζωής τους και να προωθήσει τη συλλογή, την επαναχρησιμοποίηση και την ανακύκλωση των εξαρτημάτων τους.

Όσον αφορά στην αποτροπή της παραγωγής αποβλήτων, η Οδηγία προδιαγράφει ότι οι κατασκευαστές οχημάτων και οι προμηθευτές τους υλικών και εξοπλισμού πρέπει:

- να μειώσουν τη χρήση επικίνδυνων ουσιών όταν σχεδιάζουν τα οχήματα
- να σχεδιάζουν οχήματα που να μπορούν να αποσυναρμολογηθούν, επαναχρησιμοποιηθούν, ανακτηθούν και ανακυκλωθούν
- να αποφύγουν τη χρήση υδραργύρου, εξασθενές χρωμίου, καδμίου και μολύβδου (εκτός από τις περιπτώσεις που καταγράφονται στο Παράρτημα II της Οδηγίας)

Η Οδηγία προδιαγράφει ότι το ποσοστό της επαναχρησιμοποίησης και ανάκτησης πρέπει να είναι 85% (κατά βάρος) ανά όχημα μέχρι

το 2006 και 95% μέχρι το 2015· το ποσοστό των επαναχρησιμοποιημένων και ανακυκλωμένων εξαρτημάτων σε καινούρια αυτοκίνητα πρέπει να είναι 80% και 85% αντίστοιχα για την ίδια περίοδο.

Η Οδηγία εισάγει επίσης μέτρα που πρέπει να ληφθούν υπόψη στη διαχείριση των οχημάτων στο τέλος της χρήσιμης ζωής τους (συλλογή, αποθήκευση, επεξεργασία, κτλ).

- *Τον ηλεκτρικό και ηλεκτρονικό εξοπλισμό (ΗΗΕ)* (Οδηγία 2002/96/EC), καλύπτει διάφορες κατηγορίες ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού (όπως οικιακές συσκευές, εξοπλισμός τηλεπικοινωνιών, εξοπλισμός φωτισμού, εργαλεία, κτλ). Ο κύριος στόχος της είναι η αποτροπή της παραγωγής αποβλήτων από προϊόντα ΗΗΕ (καλείται Οδηγία WEEE) και η προώθηση της επαναχρησιμοποίησης, της ανακύκλωσης και άλλων μορφών ανάκτησης προϊόντων ΗΗΕ.

Οι παραγωγοί πρέπει να σχεδιάζουν τα προϊόντα αυτά με τέτοιο τρόπο ώστε να διευκολύνεται η αποσυναρμολόγηση και η ανάκτηση. Για κάθε κατηγορία προϊόντων προδιαγράφονται διάφορα ποσοστά ανάκτησης, τα οποία πρέπει να επιτευχθούν μέχρι τις 31 Δεκεμβρίου 2006. Οι παραγωγοί πρέπει να παρέχουν επίσης πληροφορίες και να χρηματοδοτούν τη συλλογή, την επεξεργασία, την ανάκτηση και τη διάθεση των αποβλήτων που προέρχονται από ηλεκτρονικό και ηλεκτρικό εξοπλισμό.

- *Για τον Περιορισμό Συγκεκριμένων Επικίνδυνων Ουσιών - Οδηγία RoHS-* (Οδηγία 2002/95/EC), απαγορεύει τη χρήση μολύβδου, καδμίου, υδραργύρου, εξασθενές χρωμίου, πολυβρωμιούχων διφαινυλίων (PBBs) και πολυβρωμιούχων διφαινυλαιθέρων (PBDEs) σε ηλεκτρικό και ηλεκτρονικό εξοπλισμό από την 1η Ιουλίου 2006.



## 2.5.2 Εμπορικά οφέλη

Είναι πολλά τα οφέλη που μπορεί να αποκομίσει μία επιχείρηση εφαρμόζοντας Ecodesign. Ο (Datschefski, 2002) σε μια προσπάθεια απαρίθμησης τους, έπειτα από πρακτικές που έχουν ήδη εφαρμοστεί, παρουσιάζει τα εξής οφέλη:

- Μικρότερο ενεργειακό κόστος και λιγότεροι φόροι στην κατανάλωση ενέργειας.
- Διπλή πώληση του ίδιου προϊόντος
- Πώληση των αποβλήτων
- Μικρότερο κόστος όσον αφορά τη διαχείριση επικίνδυνων ουσιών και την ασφάλεια
- Λιγότερα κόστη διάθεσης
- Νέα προϊόντα και ιδέες
- Νέα επιχειρηματικά μοντέλα
- Πιο ελκυστικά προϊόντα
- Εξοικονόμηση πόρων λόγω ασφαλέστερων συνθηκών εργασίας
- Μικρότερα κόστη συσκευασίας
- Ασφαλέστερα προϊόντα και ελαττωμένη επιχειρηματική ευθύνη
- Περισσότερη αξία από τη χρήση των πόρων

Ο Datschefski, μάλιστα δεν διστάζει, να κάνει και προβλέψεις όσον αφορά το μέλλον του Ecodesign και της αειφορίας. Όπως χαρακτηριστικά λέει, η αειφορία είναι αναπόφευκτη και όποιος κινηθεί πρώτος προς αυτή, αυτός θα είναι που θα ανταμειφθεί πλουσιοπάροχα, καθώς πρόκειται για υπόθεση "*first comes first serves*".

## 2.5.3 Η αγορά

Ο καταναλωτής έχει, πια, επίγνωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων και τοποθετεί το περιβάλλον υψηλά στη λίστα των κριτηρίων συναλλαγής του

(Ottman, 1998). Πιο συγκεκριμένα, σύμφωνα με έρευνες σε Ευρώπη και Η.Π.Α. ως προς τη καταναλωτική συμπεριφορά του κοινού σε σχέση με το περιβάλλον (Stevens, 2000):

- Περίπου το 25% των ερωτηθέντων δήλωσε διατεθειμένο να πληρώσει περισσότερο προκειμένου να βελτιωθεί το περιβάλλον
- Περίπου το 50 % νοιάζεται για το περιβάλλον, χωρίς όμως να είναι διατεθειμένο να πληρώσει περισσότερο
- Ενώ, το υπόλοιπο 25% δεν νοιάζεται ιδιαίτερα για το περιβάλλον και αντιλαμβάνεται όλα τα προϊόντα ως ίδια, όταν έχουν την ίδια τιμή, ανεξαρτήτως της περιβαλλοντικής τους απόδοσης




Σύμφωνα με (Ottman, 1998) ένα προϊόν θα μπορεί να είναι ανταγωνιστικό τις επόμενες δεκαετίες, όταν αυτό θα μπορεί και συνδυάζει την απόδοση, την άνεση, την ασφάλεια, τη τιμή και το περιβάλλον.

Σημαντική πίεση στους κατασκευαστές για την ανάπτυξη φιλικών προϊόντων προς το περιβάλλον ασκούν εκτός από τους τελικούς χρήστες και οι εταιρικοί πελάτες, οι μη κυβερνητικές οργανώσεις και οι μέτοχοι. Οι εταιρικοί πελάτες θέλουν οι προμηθευτές τους να συνεισφέρουν στη δημιουργία μιας φιλικής εικόνας προς το περιβάλλον. Απ' την άλλη μεριά, περιβαλλοντικές και καταναλωτικές οργανώσεις συχνά ασκούν πίεση σε μια εταιρία μπούκοτάροντας τα προϊόντα της όταν αυτή δεν δείχνει εμπράκτως να νοιάζεται για το περιβάλλον. Για παράδειγμα, στις Η.Π.Α. ύστερα από μακρόχρονο μπούκοτάζ του Δικτύου Δράσης για τα Τροπικά Δάση (Rainforest Action Network) η Mitsubishi Motors και η Mitsubishi Electric δεσμεύτηκαν ότι θα αλλάξουν την πολιτική τους όσον αφορά το ξύλο και το χαρτί που χρησιμοποιούν, επιβαρύνοντας λιγότερο τα τροπικά δάση ([www.ran.org](http://www.ran.org)). Τέλος, οι μέτοχοι θέλουν η εταιρία τους να έχει ένα φιλικό προς το περιβάλλον προφίλ, το οποίο να μπορούν να το διαφημίζουν μέσω ετήσιων αναφορών για τους περιβαλλοντικούς στόχους που επιτεύχθηκαν (Stanczyk, 1995).

#### *Περιβαλλοντικές Σημάνσεις (Eco-labels)*

Οι περιβαλλοντικές σημάνσεις είναι ένας τρόπος επικοινωνίας των εταιριών με τους καταναλωτές τους, όσον αφορά την περιβαλλοντική απόδοση των προϊόντων και των υπηρεσιών που παρέχουν. Προκειμένου ένα προϊόν να

μπορεί να φέρει τη περιβαλλοντική σήμανση, πρέπει να πληροί ορισμένα κριτήρια ανάλογα με τον τύπο του προϊόντος. Τα κριτήρια αυτά βασίζονται σε αποτελέσματα Αναλύσεων Κύκλου Ζωής που έγιναν σε ορισμένα αντιπροσωπευτικά προϊόντα ανά ομάδα τύπου προϊόντος. Ακόμα, για να έχει ένα προϊόν το δικαίωμα να φέρει περιβαλλοντική σήμανση πρέπει να ανήκει τουλάχιστον στο 50% των πιο περιβαλλοντικών προϊόντων που κυκλοφορούν στην αγορά. Στον πίνακα 2.5 παρουσιάζονται μερικές από τις πιο γνωστές περιβαλλοντικές σημάνσεις και τα χαρακτηριστικά τους.

Σημάνσεις	Σύμβολο	Χαρακτηριστικά
The swan <a href="http://www.svanen.nu/eng">www.svanen.nu/eng</a>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Η σκανδιναβική σήμανση,</li> <li>• Χρησιμοποιεί ανάλυση κύκλου ζωής για την αξιολόγηση των προϊόντων.</li> <li>• Εστιάζει σε ουσίες επικίνδυνες για το περιβάλλον που βρίσκονται σε μικρή συγκέντρωση στα προϊόντα.</li> <li>• Ο παραγωγός προκειμένου να την αποκτήσει πρέπει να βελτιώσει την ανακυκλωσιμότητα και την τελική διάθεση του προϊόντος, όπως επίσης να είναι διατεθειμένος για την ανάκτηση των απαρχαιωμένων προϊόντων.</li> </ul>
The flower <a href="http://www.eco-label.com">www.eco-label.com</a>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Η σήμανση της Ευρωπαϊκής Ένωσης.</li> <li>• Χρησιμοποιεί ανάλυση κύκλου ζωής για την αξιολόγηση των προϊόντων.</li> <li>• Τα προϊόντα για να φέρουν τη σήμανση πρέπει να πληρούν τις προϋποθέσεις της Ε.Ε όσον αφορά την υγεία, την ασφάλεια και το περιβάλλον.</li> </ul>
Blauer Angel <a href="http://www.blauer-engel.de">www.blauer-engel.de</a>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Η γερμανική σήμανση για προϊόντα και υπηρεσίες.</li> <li>• Μπορούν να τη φέρουν τα προϊόντα που η περιβαλλοντική επίδραση τους καθ' όλο τον κύκλο ζωής τους είναι μικρότερη σε σχέση με τα υπόλοιπα προϊόντα που ικανοποιούν την ίδια λειτουργία.</li> </ul>

Energy Star  
www.energystar.gov



- Αφορά περίπου 3800 προϊόντα και υπηρεσίες, ενώ 710 χρήστες έχουν την άδεια να φέρουν τη σήμανση στη Γερμανία και το εξωτερικό.
- Η ενεργειακά περιβαλλοντική σήμανση των Η.Π.Α .
- Εστιάζει μόνο στην ενέργεια που καταναλώνεται κατά το στάδιο της χρήσης.
- Για να φέρει ένα προϊόν τη σήμανση, πρέπει να έχει εφαρμογές αναμονής που εξοικονομούν ενέργεια όταν το προϊόν είναι εκτός χρήσης (*stand-by, sleep, power down modes*).
- Υπάρχει συμφωνία Η.Π.Α και Ε.Ε προκειμένου τα προϊόντα που εισάγονται από τις Η.Π.Α να είναι αυτά που φέρουν τη σήμανση.

GEA-VIA label  
www.efficient-appliances.org



- Ευρωπαϊκή σήμανση για την ενέργεια που συντάσσεται με τον οργανισμό GEA (*Group of Efficient Appliances*)
- Το GEA είναι ένα forum από εθνικές και κυβερνητικές αντιπροσωπείες για την ενέργεια, οι οποίες δουλεύουν μαζί με τη βιομηχανία στην αφιλοκερδή δράση πληροφόρησης στον τομέα των ενεργειακά αποδοτικών ηλεκτρονικών συσκευών

---

#### Πίνακας 2.5 Μερικές γνωστές περιβαλλοντικές σημάνσεις

Όλες οι προαναφερθείσες σημάνσεις έχουν αναπτύξει ξεχωριστά κριτήρια για συγκεκριμένα προϊόντα, όπως ηλεκτρονικοί υπολογιστές, εκτυπωτικά μηχανήματα και εκτυπωτές, πλυντήρια, αντλίες κ.α. Ενώ συνεχώς αναπτύσσονται νέα κριτήρια, για νέα προϊόντα.

### 3 Προσδιορισμός της λειτουργίας του προϊόντος

*Thus the task is not so much to see what no-one has seen, but to think what nobody yet has thought about that which everyone sees (Arthur Schopenhauer).*

#### 3.1 Η ανάγκη για εστίαση κατά την εφαρμογή του Ecodesign

Μελετώντας τα εργαλεία γύρω από το Ecodesign και τις εφαρμογές του, κατά την εκπόνηση της παρούσας διατριβής, παρατηρήθηκε το εξής: Συχνά τα βελτιωμένα προϊόντα που προέκυπταν χρησιμοποιώντας εργαλεία Ecodesign ήταν αποτελέσματα μερικής βελτιστοποίησης και όχι ολικής. Δηλαδή, το προϊόν ήταν βελτιωμένο ως προς ένα χαρακτηριστικό του, το οποίο δεν ήταν πρωτεύουσας σημασίας. Για παράδειγμα, σε μία ηλεκτρική συσκευή, με μεγάλη διάρκεια ζωής και η οποία είναι μονίμως σε λειτουργία, όπως π.χ. το ψυγείο, η ικανότητα ανακύκλωσης της (*recyclability*) κρίνεται ως δευτερεύον στόχος. Σε μία τέτοια συσκευή πρώτος στόχος της επανασχεδίασης πρέπει να είναι η εξοικονόμηση ενέργειας κατά τη χρήση, η οποία και έχει τη μεγαλύτερη περιβαλλοντική επίδραση καθ' όλο τον κύκλο ζωής του προϊόντος. Αυτή η μερική βελτιστοποίηση του προϊόντος οφείλεται στο ότι σε πολλές εφαρμογές το εργαλείο είναι αυτό που καθορίζει τη διαδικασία βελτιστοποίησης και όχι το αντίθετο. Έτσι, η παρούσα διατριβή προσπαθεί να προτείνει μία μέθοδο που να ιεραρχεί την εστίαση του προβλήματος του Ecodesign και να διευκολύνει την εφαρμογή του, εξοικονομώντας τόσο χρόνο όσο και πόρους.

Πιο συγκεκριμένα, μία επιχείρηση πρέπει να αναρωτηθεί:

- Ποια είναι η λειτουργία (*function*) που προσφέρει και ποιοι είναι οι βέλτιστοι περιβαλλοντικοί, τρόποι που μπορεί να τις επιτύχει με κερδοφορία. Αφού οριστεί η λειτουργία και η στρατηγική, η επόμενη ερώτηση που πρέπει να απαντηθεί είναι: “Ποιο προϊόν πρέπει να παράγεται”; (Κεφάλαιο 3)

- Σε ποια στάδια του κύκλου ζωής παρουσιάζει το (πρότυπο / αντιπροσωπευτικό) προϊόν περιβαλλοντικές αδυναμίες; (Κεφάλαιο 4)
- Ποια εργαλεία μπορούν να εφαρμοστούν ώστε να ελαχιστοποιηθούν οι αδυναμίες του προϊόντος, στα στάδια του κύκλου ζωής που ανιχνεύθηκαν; (Κεφάλαιο 5)

### 3.2 Ανάλυση της λειτουργίας και προσδιορισμός του προϊόντος που πρέπει να παράγεται

Το πρώτο βήμα που πρέπει να ακολουθεί μία επιχείρηση όταν θέλει να αναπτύξει ένα νέο προϊόν ή να βελτιστοποιήσει ένα υπάρχον όσον αφορά την περιβαλλοντική του επίδοση, είναι μία ανάλυση της λειτουργίας που εξυπηρετεί το προϊόν. Σκοπός της ανάλυσης είναι η κατανόηση της λειτουργίας που εξυπηρετεί το προϊόν και η εύρεση εναλλακτικών λύσεων με τη μικρότερη δυνατή επίδραση στο περιβάλλον. Οι ερωτήσεις που πρέπει να απαντηθούν από την ανάλυση είναι:

- Ποια λειτουργία εξυπηρετεί το προϊόν;
- Ο χρήστης πως το χρησιμοποιεί;
- Υπάρχει άλλος βέλτιστος τρόπος παροχής της λειτουργίας αυτής;

Τα ερωτήματα αυτά μπορεί να ακούγονται απλοϊκά, αλλά η απάντηση τους δεν είναι καθόλου απλή. Οι απαντήσεις προσδιορίζουν τις προδιαγραφές του προϊόντος, ενώ επιπροσθέτως μπορούν να καθορίσουν το βαθμό της καινοτομίας –επανασχεδιασμός, σχεδιασμός νέου προϊόντος, σχεδιασμός νέου συστήματος- που επιθυμείται για το προϊόν. Ακόμα, δεν πρέπει να λησμονείται ότι το προϊόν υπάρχει για να λύνει κάποιο πρόβλημα ή για να ικανοποιεί μία ανάγκη, και εκεί είναι που πρέπει να εστιάζεται ο σχεδιασμός και όχι τόσο στο ίδιο το προϊόν. Μια καφετιέρα, για παράδειγμα, πρέπει να σχεδιάζεται έτσι ώστε να φτιάχνει υπέροχο, αρωματικό καφέ. Αυτός είναι ο κύριος σκοπός της και δεν πρέπει να υπάρχουν συμβιβασμοί σε αυτόν, τα υπόλοιπα όπως η εμφάνιση της καφετιέρας κ.α. μπορούν να υπόκεινται σε συμβιβασμούς.

Τέλος, πρέπει να υπογραμμισθεί ότι οι ερωτήσεις αυτές αφορούν το Ecodesign και τον περιβαλλοντικό επανασχεδιασμό του προϊόντος. Σαφώς

και υπάρχουν και άλλα πολύ σημαντικά ζητήματα που πρέπει να λαμβάνονται υπ' όψιν κατά την ανάπτυξη του προϊόντος, όπως είναι η αποτελεσματικότητα (*effectiveness*), η αποδοτικότητα (*efficiency*), η ασφάλεια (*safety*), η ευχρηστία (*usability*), η ικανοποίηση του χρήστη κ.α., αλλά τα θέματα αυτά είναι εκτός του εύρους της διατριβής αυτής.

### 3.2.1 Ποια λειτουργία εξυπηρετεί το προϊόν;

Μια από τις σημαντικότερες διαδικασίες της ανάπτυξης του προϊόντος είναι ο προσδιορισμός της λειτουργίας που πρέπει το προϊόν να παρέχει προκειμένου να καλύπτει μία ανάγκη. Για παράδειγμα, η λειτουργία ενός ηλεκτροκινητήρα είναι "η δημιουργία ροπής", ενός κιβωτίου ταχυτήτων είναι "η μετατροπή της ροπής" και ενός κατσαβιδιού είναι "η σύνδεση μερών". Στη περίπτωση του κατσαβιδιού, η ίδια λειτουργία μπορεί να ικανοποιείται με διαφορετικούς τρόπους, όπως είναι η συγκόλληση ή η χρήση συνδέσμων.

Έτσι, με τον προσδιορισμό των λειτουργιών δίνεται μία κατεύθυνση του πως θα πρέπει να είναι το προϊόν, χωρίς όμως να προσδιορίζεται το πως πρέπει να μοιάζει. Αποτελεί μία απαραίτητη για την ανάπτυξη του προϊόντος διαδικασία, καθώς βοηθάει σημαντικά στην παραγωγή ιδεών για τη δημιουργία νέων προϊόντων. Έπειτα, τα εναλλακτικά προϊόντα μπορούν να αξιολογηθούν με βάση την περιβαλλοντική τους απόδοση και να επιλεγεί εκείνο το οποίο συνδυάζει την καλύτερη δυνατή ικανοποίηση της λειτουργίας και τη μικρότερη περιβαλλοντική επιβάρυνση.



**Σχήμα 3.1** Διαφορετικά προϊόντα που ικανοποιούν την ίδια ανάγκη, με διαφορετικές περιβαλλοντικές επιδράσεις το καθ' ένα (Tischner et al., 2000)

Συνήθως οι μηχανικοί εκμεταλλεύονται τις λειτουργίες έτσι ώστε να αναπτύξουν τις αρχές του προϊόντος βήμα προς βήμα. Η προσέγγιση αυτή ονομάζεται σύνθεση των λειτουργιών (*function synthesis*) (Wimmer and Züst, 2004). Η σύνθεση των λειτουργιών σκοπεύει στην ανάπτυξη των αρχών του προϊόντος με βάση την γενική λειτουργία του. Για παράδειγμα,

η γενική λειτουργία ενός πλυντηρίου είναι να πλένει ρούχα. Στη συνέχεια η γενική λειτουργία αναλύεται σε υπό-λειτουργίες, οι οποίες συνεισφέρουν στη γενική λειτουργία. Για κάθε λειτουργία που αναγνωρίστηκε, ερευνώνται οι “φυσικές επιδράσεις” (*physical effects*), οι “αρχές λειτουργίας” (*working principles*) και οι λύσεις (*principle solutions*).

Μία ακόμη μέθοδος, η οποία βασίζεται στις λειτουργίες, είναι η ανάλυση των λειτουργιών (*function analysis*) (Wimmer and Züst, 2004). Η ανάλυση των λειτουργιών αναγνωρίζει σε κάθε εξάρτημα του προϊόντος τη λειτουργία που εξυπηρετεί. Στη περίπτωση του πλυντηρίου, η λειτουργία του μοτέρ είναι να περιστρέφει τον κάδο των ρούχων. Η λειτουργία αυτή μπορεί στη συνέχεια να περιγραφεί πολύ γενικά, όπως “περιστροφή του κάδου”. Η ανάλυση αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο για τον υπολογισμό του κόστους\*, όσο και για την αξιολόγηση των περιβαλλοντικών επιδράσεων. Έτσι μπορούν να εντοπισθούν οι λειτουργίες που επιβαρύνουν περισσότερο το περιβάλλον και να μελετηθούν εναλλακτικές λύσεις για τη μείωση του περιβαλλοντικού κόστους.

### 3.2.2 Ο χρήστης πως το χρησιμοποιεί;

Η έρευνα της συμπεριφοράς των χρηστών απέναντι στο προϊόν, μπορεί να αποφέρει πολύτιμες πληροφορίες για τον σχεδιασμό του προϊόντος. Συνήθως οι χρήστες μπορούν να ταξινομηθούν σε διαφορετικά γκρουπ, τα οποία φέρουν διαφορετικές συνήθειες. Δηλαδή ανάλογα με το γκρουπ του χρήστη, το προϊόν χρησιμοποιείται διαφορετικά. Έτσι, όταν το προϊόν επανασχεδιαστεί πρέπει να εξυπηρετεί όλες τις λειτουργίες που οι χρήστες αναμένουν από αυτό.

---

\* Οι μηχανικοί είναι συνηθισμένοι να υπολογίζουν το κόστος με βάση τα εξαρτήματα, που χρησιμοποιεί το προϊόν.



Ακόμα, πολλές φορές ένα πρόβλημα Ecodesign μπορεί να μην είναι τεχνολογικά επιλύσιμο. Αυτό σημαίνει ότι η λύση πρέπει να αναζητηθεί στον τρόπο χρήσης του προϊόντος. Για παράδειγμα, στο RMIT (Royal Melbourne Institute of Technology) προσπαθήσανε να επανασχεδιάσουν ένα βραστήρα. Η φάση



**Σχήμα 3.2** Ο βραστήρας Axis του σχεδιασμού έδειξε ότι δεν υπάρχει (Gertsakis et al., 1997) κάποια τεχνολογία η οποία να μπορεί να ελαττώσει την κατανάλωση ενέργειας του βραστήρα. Έτσι η προσπάθεια επικεντρώθηκε στη συμπεριφορά των χρηστών. Η ανάλυση έδειξε ότι οι χρήστες συνηθίζουν να βάζουν περισσότερο νερό απ' ότι επιθυμούν, καθώς έκριναν τη ποσότητα του νερού από το βάρος της κανάτας. Ακόμη, αν ξεχνούσαν να χρησιμοποιήσουν το νερό για λίγο, το ξαναβράζανε. Έτσι οι χρήστες σπαταλούσαν πολύτιμη ενέργεια. Η κανάτα επανασχεδιάστηκε, έτσι ώστε να δίνει ένδειξη στο χρήστη για την ποσότητα και τη θερμοκρασία του νερού, ενώ ταυτόχρονα μονώθηκε το εσωτερικό της. Οι απλές αυτές λύσεις σε συνδυασμό με τη χρήση ανακυκλώσιμων υλικών στην κατασκευή του βραστήρα εκτιμάται ότι θα εξοικονομούνταν –αν όλοι στην Αυστραλία χρησιμοποιούσαν αυτό τον βραστήρα- μέχρι και 300.000 τόνους CO<sub>2</sub> το χρόνο!

Δεν πρέπει να υπάρξει σύγχυση της ερώτησης αυτής με την εργονομία και τη σχέση αλληλεπίδρασης του προϊόντος με τον χρήστη. Εδώ, αυτό που εξετάζεται είναι οι λειτουργίες που πρέπει να ικανοποιεί το προϊόν, ώστε να μην αποκλειστούν κατά τον επανασχεδιασμό και η περιβαλλοντική επίδραση που μπορεί να έχει το προϊόν ανάλογα με τον τρόπο χρήσης του.

### 3.2.3 Υπάρχει άλλος βέλτιστος τρόπος παροχής της λειτουργίας αυτής;

Οι επιχειρήσεις, μπορούν να επιλέξουν ανάμεσα σε δύο στρατηγικές, οι οποίες έχουν τις δυνατότητες να δώσουν μια πιο αειφόρο ανάπτυξη και κατεύθυνση στην επιχείρηση. Οι στρατηγικές αυτές είναι:

- Η βελτιστοποίηση και ο επανασχεδιασμός του προϊόντος εφαρμόζοντας τεχνικές Ecodesign.
- Η ελαχιστοποίηση της κατανάλωσης, μέσω εφαρμογής Συστημάτων –Προϊόντων- Υπηρεσιών (PSS).

Στην πρώτη στρατηγική αναφέρεται εκτενώς η παρούσα διατριβή. Η δεύτερη όμως στρατηγική είναι μία πολύ φιλόδοξη στρατηγική, η οποία στηρίζεται στη φιλοσοφία της εξαύλωσης (*dematerialization*), που προτείνει την αντικατάσταση προϊόντων από υπηρεσίες. Για παράδειγμα, μέσα μαζικής μεταφοράς αντί αυτοκινήτων, μίσθωση αυτοκινήτων αντί πώληση κ.α. Εξαιτίας της σημασίας των PSS, στο σημείο αυτό γίνεται μία αναφορά στην πολλά υποσχόμενη αυτή στρατηγική.

### 3.3 Ελαχιστοποίηση της κατανάλωσης, μέσω εφαρμογής Συστημάτων-Προϊόντων-Υπηρεσιών (*Product-Service-Systems*)

Η ελαχιστοποίηση της κατανάλωσης ακούγεται ως μία αιρετική άποψη σε μία εποχή υπερκατανάλωσης, όπου ελάχιστοι είναι διατεθειμένοι να αλλάξουν τις καταναλωτικές τους συνήθειες που απολαμβάνουν σήμερα. Προβάλλει όμως ως αδήριτη ανάγκη, αν ληφθούν υπ' όψιν οι παρακάτω δυσοίωνες προβλέψεις.

Σύμφωνα με εκτιμήσεις (*Burndtland Report*) ο παγκόσμιος πληθυσμός αναμένεται να έχει σχεδόν διπλασιαστεί μέχρι το 2025, αυξάνοντας έτσι την κατανάλωση πόρων. Αν οι αναπτυσσόμενες χώρες ακολουθήσουν μία εκθετική ανάπτυξη 5-6% και οι αναπτυγμένες χώρες 3-4% αντίστοιχα, τότε η Γη δεν θα μπορεί να αντέξει μια τέτοια ανάπτυξη. Επιπροσθέτως, ο πλούτος είναι τόσο άνισα καταμεμημένος που το ένα-πέμπτο του παγκόσμιου πληθυσμού –των ανεπτυγμένων χωρών του βορείου ημισφαιρίου- καταναλώνει τα τέσσερα-πέμπτα των διαθέσιμων πόρων του πλανήτη. Αν οι αναπτυσσόμενες χώρες ακολουθήσουν τον τρόπο ζωής των ανεπτυγμένων χωρών, η κατανάλωση θα πενταπλασιαστεί, και μέχρι το 2040 θα έχει οκταπλασιαστεί (Schmidt-Bleek, 1994 cited in Biswas et al., 2005).

Βέβαια αυτό δε σημαίνει ότι η ζωή στις αναπτυσσόμενες χώρες δεν πρέπει να βελτιωθεί, κάθε άλλο. Η κατανάλωση στις ανεπτυγμένες χώρες, είναι αυτή που πρέπει να περιοριστεί στο ένα εικοστό απ' αυτό που είναι τώρα, καθώς αναμένεται διπλασιασμός του πληθυσμού της γης και πενταπλασιασμός της κατανάλωσης στις ανεπτυγμένες χώρες.

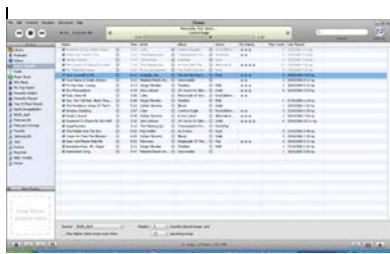
Έτσι, η φιλοσοφία της εξαύλωσης και η εφαρμογή των Συστημάτων - Προϊόντων- Υπηρεσιών είναι μία ελπιδοφόρα στρατηγική, που παράλληλα με το Ecodesign προσπαθεί να ελαττώσει τις επιδράσεις στο περιβάλλον.

### 3.3.1 Εξαύλωση (*Dematerialization*)

Όπως προαναφέρθηκε, τα PSS βασίζονται στην ιδέα της *εξαύλωσης*, η οποία αναπτύχθηκε στο Ινστιτούτο του Βούπερταλ (*Wuppertal Institute for Climate, Environment and Energy*). Η *εξαύλωση* σκοπεύει στη μείωση της περιβαλλοντικής επίδρασης ανά οικονομική δραστηριότητα. Η βασική της ιδέα είναι ότι πρέπει να παράγονται περισσότερα –λόγω του αυξανόμενου παγκόσμιου πληθυσμού- καταναλώνοντας λιγότερους φυσικούς πόρους. Αποτελεί μία ρηξικέλευθη πρόταση αλλαγής κατεύθυνσης από τις σημερινές οικονομίες που βασίζονται στην υπερβολική κατανάλωση πόρων. Σύμφωνα με τους (Goedkoop et al., 1999) η *εξαύλωση* μπορεί να οριστεί ως η αλλαγή του τρόπου ικανοποίησης της ανάγκης του χρήστη με ένα τέτοιο τρόπο ώστε οι ροές υλικών και ενέργειας που εξυπηρετούν την ανάγκη αυτή, να μειώνονται σημαντικά.

Ακόμη η ιδέα της εξαύλωσης μπορεί να αποφέρει σημαντικά οικονομικά οφέλη για τις επιχειρήσεις, καθώς:

χρησιμοποιούνται λιγότεροι πόροι -> δαπανούνται λιγότερα χρήματα σε αγορές πόρων -> δημιουργούνται λιγότερα απορρίμματα -> δαπανούνται λιγότερα στη τελική διαχείριση των απορριμμάτων και σε φορολογία για μόλυνση.



Ήδη αρκετές επιχειρήσεις πρωτοπορούν, έχοντας αντιληφθεί τα περιβαλλοντικά και κυρίως τα οικονομικά οφέλη που προκύπτουν από την εφαρμογή της *εξαύλωσης*. Ένα πολύ επιτυχημένο παράδειγμα είναι η Apple, η

**Σχήμα 3.3** Το iTunes της Apple  
([www.apple.com](http://www.apple.com))

οποία παράλληλα με το πολύ επιτυχημένο προϊόν της, το iPod, ανέπτυξε το iTunes. Το iTunes υποστηρίζει μέσα από ένα πολύ λειτουργικό interface την αναπαραγωγή αρχείων Mp3 καθώς επίσης και την πώληση αρχείων μέσω του διαδικτύου, έναντι 0,99 \$ για κάθε κομμάτι. Με αυτό τον τρόπο η Apple κατάφερε να μπει, σε μία άγνωστη γι' αυτήν αγορά, αυτή της μουσικής βιομηχανίας και να πάρει μεγάλο μερίδιο της αγοράς. Εκτός όμως από την οικονομική επιτυχία αυτής της κίνησης, υπάρχει και μεγάλο περιβαλλοντικό κέρδος, αν συνυπολογιστούν τα CD που εξοικονομούνται, το περιβαλλοντικό κόστος των μετακινήσεων που παρακάμπτεται καθώς και τα απορρίμματα που θα δημιουργούσαν όλα αυτά τα CD.

### 3.3.2 Τι είναι ένα Σύστημα -Προϊόντων- Υπηρεσιών (PSS);

Ένα PSS μπορεί να οριστεί ως ένα εμπορεύσιμο σετ από προϊόντα και υπηρεσίες που από κοινού μπορούν να ικανοποιήσουν τις ανάγκες του χρήστη. Το σύστημα μπορεί να αποτελείται από μία μόνο επιχείρηση που προσφέρει τα προϊόντα και τις υπηρεσίες ή από ομάδα επιχειρήσεων. Περιλαμβάνει την πώληση προϊόντων και επιπρόσθετων υπηρεσιών που μπορούν να είναι εξίσου σημαντικές για την ικανοποίηση της λειτουργίας (Goedkoop et al., 1999).

Μέσω του συνδυασμού προϊόντων και υπηρεσιών, που προτείνουν τα PSS, μπορεί να επιτευχθεί τόσο περιβαλλοντικό, όσο και οικονομικό όφελος για τις επιχειρήσεις, εξαιτίας της μείωσης των υλικών και ενεργειακών ροών. Τα PSS επικεντρώνονται στη λειτουργικότητα (*functionality*), στην οποία στηρίζεται η αξία του πακέτου προϊόντος-υπηρεσιών που προσφέρουν και όχι τόσο στο προϊόν. Αυτό γιατί η λειτουργία θεωρείται ότι είναι το κλειδί για την ικανοποίηση του καταναλωτή και όχι το ίδιο το προϊόν (Mont, 2000). Έτσι μπορεί να διαφοροποιείται το προϊόν ώστε να ταιριάζει περισσότερο με τις απαιτήσεις του καταναλωτή. Αυτή η προσαρμογή στις ανάγκες του καταναλωτή τείνει να φέρει μία ριζική αλλαγή στην παραγωγή, δηλαδή να αλλάξει από την μαζική παραγωγή (*mass production*), στη μαζική προσαρμογή στις απαιτήσεις του πελάτη (*mass customization*).

Οι βασικοί στόχοι των PSS είναι:

- Η μείωση της κατανάλωσης, μέσω εναλλακτικών τρόπων χρήσης
- Η αύξηση της συνολικής παραγωγικότητας και της εξαύλωσης στα Συστήματα -Προϊόντων- Υπηρεσιών.

Η παραγωγικότητα μπορεί να αυξηθεί λόγω της εντατικής χρήσης ενός προϊόντος από πολλούς χρήστες (*utilization*). Επιπροσθέτως τα PSS δίνουν την ευθύνη του προϊόντος για όλο τον κύκλο ζωής του, στον παραγωγό και επιτρέπουν την ανάπτυξη μίας οικονομίας κλειστού κύκλου. Έτσι, ο παραγωγός έχει κίνητρα για να προμηθεύει προϊόντα με μεγάλη διάρκεια ζωής ή προϊόντα που μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν, καθώς δεν χάνει την κυριότητα του προϊόντος.

Τα PSS έχουν τη δυνατότητα να συνεισφέρουν στην αειφορία, αλλά δεν πρέπει να υπάρχει η σύγχυση και να γίνονται υπεραπλουστεύσεις, όπως ότι "τα PSS είναι από τη φύση τους πιο αειφόρα απ' ότι τα προϊόντα". Δεν είναι λίγα τα PSS που έχουν χειρότερη περιβαλλοντική απόδοση απ' αυτή ενός εφάμιλλου προϊόντος. Έτσι πρέπει να εξετάζεται η αειφορία σε σχέση με το είδος του PSS. Αυτά μπορούν να ταξινομηθούν ως εξής:

- Υπηρεσίες με προσανατολισμό το προϊόν, οι οποίες απλά προστίθενται στο σύστημα ενός προϊόντος. Στη περίπτωση αυτή οι μόνες αειφόρες βελτιώσεις που μπορούν να γίνουν είναι, καλύτερη συντήρηση και, ίσως, ικανότητα ανακύκλωσης.
- Υπηρεσίες με προσανατολισμό τη χρήση, όπως είναι η ενοικίαση και η μίσθωση, οι οποίες εντατικοποιούν τη χρήση του προϊόντος. Τέτοιου είδους υπηρεσίες μπορούν να δώσουν ενδιάμεσες βελτιώσεις.
- Υπηρεσίες που στοχεύουν στο αποτέλεσμα (*result oriented*). Οι υπηρεσίες αυτές είναι οι μόνες που πραγματικά στρέφονται στις ανάγκες και τη λειτουργία. Υπό την προϋπόθεση ότι ο προμηθευτής των υπηρεσιών θα αναπτύξει ένα ήπιο σύστημα προϊόντος-υπηρεσίας, οι υπηρεσίες αυτές έχουν το μεγαλύτερο βαθμό αειφορίας.

Συνοψίζοντας, η αίσθηση που υπάρχει ότι τα Συστήματα -Προϊόντων-Υπηρεσιών συνεπάγονται αειφορία είναι απλά ένας μύθος. Η πραγματική δύναμη των PSS είναι ότι αλλάζουν κατεύθυνση από τις υπάρχουσες ιδέες για την ανάπτυξη προϊόντων και στρέφονται στη τελική ανάγκη, ζήτηση ή λειτουργία που πρέπει να ικανοποιήσουν. Αυτή η στροφή εμπεριέχει μεγάλο βαθμό ελευθερίας, που επιτρέπει την αναζήτηση και την τρομακτική βελτίωση λύσεων προς μία αειφόρο κατεύθυνση.

### 3.3.3 Οικονομία της λειτουργίας (*functional economy*)

Στην οικονομία της λειτουργίας, που οδηγούν τα PSS, κεντρική θέση κατέχει η λειτουργία και όχι το προϊόν. Με μερικά σλόγκαν μπορεί να περιγραφεί η αλλαγή που θέλει να επιφέρει η οικονομία της λειτουργίας:

- “από το υλικό προϊόν στο άυλο” (IPTS, 1999)
- “από την κατανάλωση στην εμπειρία” (Pine and Gimore, 1999)
- “από την κατοχή στη πρόσβαση” (Rifkin, 2000)

Για να γίνει πιο ευνόητη η έννοια της οικονομίας της λειτουργίας, μπορεί να παρομοιαστεί ως ένα λούνα-παρκ, όπου τα πάντα είναι σχεδιασμένα για να προσφέρουν μία συναρπαστική εμπειρία, και μπορεί κανείς να επιλέξει ανάμεσα σε αυτές, όσο έχει λεφτά να αγοράσει εισιτήριο.

Έτσι, σε μια κοινωνία υλικής αφθονίας, όπως η σημερινή, η καλοζωία πια συνδέεται με τις εμπειρίες και τις υπηρεσίες που μπορεί να απολαμβάνει κανείς και όχι με τα προϊόντα που μπορεί να έχει στο “καλάθι” του. Επιπροσθέτως στο σημερινό τρόπο ζωής, ο οποίος χαρακτηρίζεται από την ταχύτητα και την ευκινησία του, το προϊόν δείχνει ως μία πολύ άκαμπτη και δυσκίνητη λύση ενώ αυξάνει την αδράνεια του συστήματος\* (Manzini, 2001 ). Συνεπώς εκεί που πρέπει να εστιαστεί το ενδιαφέρον, είναι στον άυλο τομέα των λειτουργιών και των υπηρεσιών και όχι στον κορεσμένο τομέα των προϊόντων. Έτσι στην οικονομία της λειτουργίας οι καταναλωτές συναλλάσσονται τρόπους μετακίνησης και όχι αυτοκίνητα, υπηρεσίες για την καθαριότητα των ρούχων και όχι πλυντήρια, ταινίες και όχι DVD. Μία

---

\* Στόχος είναι η επίτευξη ελάχιστης δυνατής αδράνειας στο σύστημα.

τέτοια οικονομία μπορεί να έχει μικρότερη επίδραση στο περιβάλλον καθώς το λαμβάνει υπ' όψιν της και αναζητεί τρόπους παροχής υπηρεσιών στους πελάτες χωρίς όμως να περιορίζει τον πλούτο τους και την οικονομική τους δυνατότητα να ξοδέψουν για να γευθούν περισσότερες απολαύσεις. Σύμφωνα με τον (Stahel, 1997) "η οικονομία της λειτουργίας βελτιστοποιεί τη χρήση-λειτουργία των αγαθών και των υπηρεσιών, συνεπώς και τη διαχείριση του υπάρχοντος πλούτου (αγαθά, γνώση, φύση). Οικονομική της επιδίωξη είναι να δημιουργήσει την μεγαλύτερη, δυνατόν, αξία για τον περισσότερο δυνατόν χρόνο, καταναλώνοντας τους λιγότερους δυνατόν πόρους και ενέργεια".

### 3.4 Ο ρόλος του Στρατηγικού Σχεδιασμού του προϊόντος

Οι (Manzini and Vezzoli, 2002) χαρακτηρίζουν τα PSS ως καρπό -ενός ασυνείδητου ως επί τω πλείστον- στρατηγικού σχεδιασμού. Εξαιτίας της σχέσης του στρατηγικού σχεδιασμού με τα PSS, αλλά και λόγω της παγκόσμιας ανάγκης για στρατηγικό σχεδιασμό, κρίνεται σκόπιμη μία μικρή αναφορά στον ρόλο που καλείται να παίξει ο στρατηγικός σχεδιασμός στο σύγχρονο σχεδιασμό.

Με τον όρο στρατηγικό σχεδιασμό νοείται μία σχεδιαστική δραστηριότητα, η οποία αποσκοπεί σε ένα σύστημα που να ενσωματώνει προϊόντα, υπηρεσίες και επικοινωνία με σκοπό η εταιρία να επιφέρει αλλαγές στις τεχνολογικές, κοινωνικές και καταναλωτικές νοοτροπίες. Η προσπάθεια αυτή βασίζεται στη δημιουργία νέων μορφών οργανωτικών δομών, οι οποίες λαμβάνουν υπ' όψιν τους τον καίριο ρόλο που μπορούν να παίξουν άλλες εταιρίες, πελάτες και συμμετέχοντες. Ο στρατηγικός σχεδιασμός καλείται να συνδέσει μακροπρόθεσμους στόχους με υπάρχουσες τάσεις, βασιζόμενος σε νέα συστήματα αξιών και σε δυνατότητες για νέες αγορές.

Η σχέση του στρατηγικού σχεδιασμού με το Ecodesign και την αειφορία γενικότερα, αφορά την ικανότητα του να δημιουργεί νέους συμμετέχοντες και να αναπτύσσει συστήματα συμβατά με τους μακροπρόθεσμους στόχους της αειφορίας, επιτυγχάνοντας ταυτόχρονα οικονομικούς και κοινωνικούς, βραχυπρόθεσμους στόχους.

Αυτό σημαίνει ότι οι χώροι για σχεδιαστικές δραστηριότητες διευρύνονται και ότι αναπτύσσονται νέες μέθοδοι και εργαλεία. Οι νέες αυτές δραστηριότητες που εισάγει ο στρατηγικός σχεδιασμός είναι:

- Το χτίσιμο σεναρίων (*scenario building*): μεθοδολογίες που στοχεύουν στην υποστήριξη της διαδικασίας λήψης αποφάσεων, διερευνώντας ένα πανόραμα από δυνατότητες και υποσχόμενες λύσεις. Είναι χρήσιμο για πολύπλοκες καταστάσεις, με πολλές μεταβλητές και πολλούς παράγοντες, καθώς καθοδηγεί τις πρώτες φάσεις του σχεδιασμού με ένα πλαίσιο από.
- Η ιδέα της υπηρεσίας (*service idea*): αυτή μπορεί να συγκριθεί με τη φάση της σύλληψης της ιδέας του προϊόντος. Η κεντρική ιδέα είναι η ανάλυση της υπάρχουσας κατάστασης (τομέας, επιχείρηση, μέτοχοι) και των πιθανών εξελίξεων (στρατηγικών, σεναρίων) με σκοπό την ανάπτυξη νέων ιδεών για PSS. Η ποσότητα της πληροφορίας και ο τρόπος επικοινωνίας / απεικόνισης της ιδέας πρέπει να αποτελεί τη βάση για την αξιολόγηση της επιτευξιμότητας των τεχνικών και οικονομικών παραγόντων, όπως είναι η αξιολόγηση θεμάτων αειφορίας, η ανάμειξη υπαρχόντων, αλλά και πιθανών μετόχων.
- Σχεδιασμός της υπηρεσίας (*service design*): ο σχεδιασμός της υπηρεσίας είναι μία κυκλική διαδικασία, η οποία αποτελείται από δύο αλληλεπικαλυπτόμενους χώρους. Ο ένας επικεντρώνει στο σχεδιασμό των αλληλεπιδράσεων των PSS και ο άλλος στο σχεδιασμό των οργανωτικών θεμάτων και των επεξεργασιών που αφορούν τα PSS.
- Οδηγίες για αειφορία (*sustainability guidelines*): σύνολο οδηγιών, εργαλείων και μεθοδολογιών χρήσιμων για το σχεδιασμό σεναρίων και υπηρεσιών με αειφόρο προσανατολισμό (περιβαλλοντική αποδοτικότητα, νεωτερισμοί).



## 4 Ποσοτική ανάλυση του κύκλου ζωής για ένα αντιπροσωπευτικό προϊόν και ο εντοπισμός των περιβαλλοντικών του αδυναμιών

*If you can't measure it, you can't manage it.*

Το επόμενο βήμα που προτείνει η διατριβή είναι η ποσοτική ανάλυση του κύκλου ζωής για ένα αντιπροσωπευτικό προϊόν και ο εντοπισμός των περιβαλλοντικά αδύνατων και δυνατών σημείων του.

Η επιλογή ενός αντιπροσωπευτικού προϊόντος μπορεί να εξοικονομήσει πολύτιμο χρόνο και χρήμα για την επιχείρηση, καθώς έπειτα η ανάλυση άλλων εφάμιλλων προϊόντων της επιχείρησης θα μπορούν να στηρίζονται στην ανάλυση του προτύπου προϊόντος και να αρκείται μονάχα η χρήση εξειδικευμένων οδηγιών (Κεφάλαιο 5).

### 4.1 Επιλογή του αντιπροσωπευτικού προϊόντος

Επειδή οι Αναλύσεις του Κύκλου Ζωής είναι ιδιαίτερα δαπανηρές και χρονοβόρες, θα πρέπει να περιορίζονται στο ελάχιστο. Αυτό σημαίνει ότι θα πρέπει να γίνονται αναλύσεις μονάχα για μερικά αντιπροσωπευτικά προϊόντα. Έτσι, οι αναλύσεις που αφορούν παρόμοια προϊόντα που ανήκουν στην ίδια ομάδα προϊόντων, θα μπορούν να χρησιμοποιούν σαν βάση την ανάλυση για το αντιπροσωπευτικό προϊόν, ώστε να επιλέγεται η κατάλληλη στρατηγική που πρέπει να ακολουθηθεί για το προϊόν. Έπειτα ο σχεδιαστής μπορεί απλά και γρήγορα να εφαρμόσει κάποιες εξειδικευμένες -πάνω στην ομάδα του προϊόντος- οδηγίες. Με αυτόν τον τρόπο, εκτός απ' το να εξοικονομείται χρόνος και χρήμα, διευκολύνεται ταυτόχρονα και η δουλειά του σχεδιαστή, ο οποίος έχοντας μονάχα βασικές γνώσεις που αφορούν τη σχέση προϊόντος-περιβάλλοντος, μπορεί να κάνει ορθές εκτιμήσεις.

Τα κριτήρια επιλογής του αντιπροσωπευτικού προϊόντος πρέπει να είναι τέτοια ώστε το προϊόν να καθρεφτίζει τα υλικά και τις μεθόδους που η επιχείρηση χρησιμοποιεί. Πιο συγκεκριμένα τα κριτήρια επιλογής πρέπει να είναι (Dahlström, 1999 cited in JSPD, 1999):

- Το προϊόν να περιέχει όσα περισσότερα διαφορετικά είδη υλικών χρησιμοποιεί η εταιρία, όσο είναι δυνατόν.
- Να έχει παραχθεί το προϊόν με όσες περισσότερες διαφορετικές κατασκευαστικές μεθόδους χρησιμοποιεί η εταιρία, όσο αυτό καθίσταται δυνατό.
- Να μεταφέρεται και να διανέμεται το προϊόν, το ίδιο περίπου με τα υπόλοιπα προϊόντα.
- Να παράγεται μαζικά.

## 4.2 Ποσοτικά εργαλεία ανάλυσης του κύκλου ζωής

Σε αντίθεση με τα ποιοτικά εργαλεία ανάλυσης του κύκλου ζωής, που παρουσιάστηκαν στην παράγραφο 2.3.1, τα ποσοτικά εργαλεία είναι ιδιαίτερα χρονοβόρα και δαπανηρά. Ο χρόνος, το χρήμα και το προσωπικό που μπορεί να διαθέσει η επιχείρηση –μαζί με τους στόχους της ανάλυσης– καθορίζουν την έκταση της ανάλυσης του κύκλου ζωής όπως επίσης και τα εργαλεία που θα χρησιμοποιηθούν.

Με τον όρο έκταση νοείται αν η ανάλυση θα είναι ολική ή μερική. Στην πρώτη περίπτωση –η οποία αφορά μονάχα ελάχιστες μεγάλες επιχειρήσεις που διαθέτουν τους πόρους – η ανάλυση μπορεί να καλύπτει όλο το φάσμα του κύκλου ζωής του προϊόντος και να αξιολογεί τις περιβαλλοντικές επιδράσεις του προϊόντος σε όλα τα στάδια, από την εξόρυξη των πρώτων υλών μέχρι και την τελική διάθεση του προϊόντος. Στη δεύτερη περίπτωση, ο χρόνος και το κόστος της ανάλυσης την περιορίζουν μονάχα σε ένα στάδιο του κύκλου ζωής, το οποίο θεωρείται ότι έχει τη μεγαλύτερη περιβαλλοντική επίδραση καθ' όλη τη διάρκεια ζωής του προϊόντος. Για παράδειγμα, αν το προϊόν είναι απλά ένα αναλώσιμο εμπόρευμα, η ανάλυση του κύκλου ζωής πρέπει να επικεντρωθεί στον τρόπο που το προϊόν συσκευάζεται και καθαρίζεται, αφού εκεί παρατηρούνται οι μεγαλύτερες περιβαλλοντικές επιβαρύνσεις. Στην περίπτωση, όμως, ενός προϊόντος με μεγάλη διάρκεια ζωής και το οποίο καταναλώνει πόρους (π.χ. νερό) ή ενέργεια (π.χ. ρεύμα), γίνεται αμέσως αντιληπτό ότι η ανάλυση

πρέπει να εστιάσει στο στάδιο της χρήσης, το οποίο έχει τη μεγαλύτερη επίδραση στο περιβάλλον.

Τα ποσοτικά εργαλεία που παρουσιάζονται εδώ είναι απλώς μερικά, ενδεικτικά, ποσοτικά εργαλεία που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν στην προτεινόμενη μέθοδο. Αυτά είναι :

- Η Ανάλυση του Κύκλου Ζωής
- Η μέθοδος MIPS
- Η μέθοδος MET-Matrix

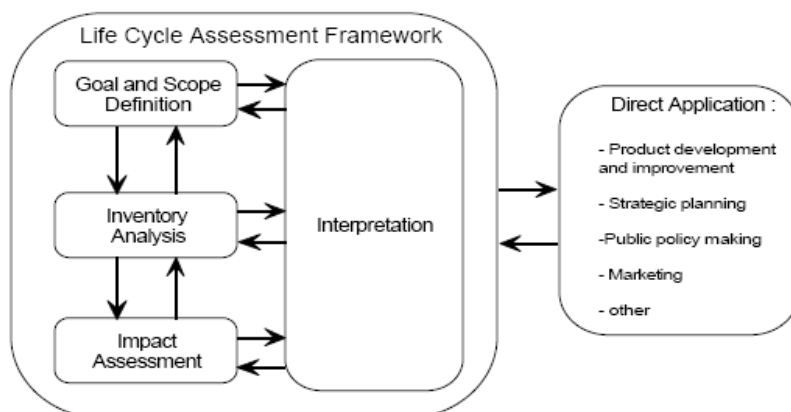
Η Ανάλυση του Κύκλου Ζωής είναι ένα αρκετά πολύπλοκο εργαλείο, το οποίο είναι πρακτικά χρήσιμο, μόνο όταν εφαρμόζεται σε μερική έκταση και όχι ολική. Η μέθοδος MIPS είναι λιγότερη απαιτητική μέθοδος από την AKZ, και αξιολογεί την περιβαλλοντική επίδραση σύμφωνα με τις εισόδους και εξόδους του συστήματος που απαιτούνται για την υλοποίηση της λειτουργίας του προϊόντος. Τέλος, η μέθοδος MET-Matrix αν και είναι μία ποσοτική μέθοδος συγκαταλέγεται στις ποσοτικές μεθόδους, καθώς μπορεί να συνδυαστεί με μεθόδους που αναλύουν τον κύκλο ζωής του προϊόντος.

### 4.3 Ανάλυση του Κύκλου Ζωής (Life Cycle Assessment)

Σύμφωνα με την SETAC (The Society of Environmental Toxicology and Chemistry) η AKZ ορίζεται ως εξής:

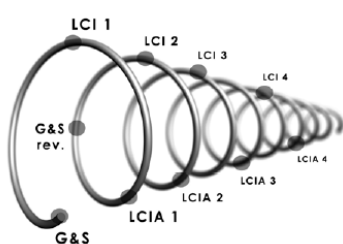
“ Η ανάλυση του κύκλου ζωής είναι μία αμερόληπτη διαδικασία, που έχει ως σκοπό την αξιολόγηση των περιβαλλοντικών επιβαρύνσεων, που συνδέονται με ένα προϊόν, μια επεξεργασία ή μια διαδικασία. Η αξιολόγηση γίνεται, αναγνωρίζοντας και ποσοτικοποιώντας τους πόρους και την ενέργεια που καταναλώνονται, όπως επίσης και τις εκπομπές στο περιβάλλον. Έτσι, μπορούν έπειτα να εφαρμοσθούν περιβαλλοντικές βελτιώσεις. Η αξιολόγηση περιλαμβάνει όλο τον κύκλο ζωής του προϊόντος / επεξεργασίας / διαδικασίας, περικλείοντας: την εξόρυξη των πόρων, την επεξεργασία τους, την κατασκευή, τη μεταφορά και τη διανομή, τη χρήση, την επαναχρησιμοποίηση, τη συντήρηση, την ανακύκλωση και την τελική διάθεση”.

Συνοψίζοντας η Ανάλυση του Κύκλου Ζωής πρόκειται για ένα εργαλείο που επιτρέπει την συστηματική ανάλυση ενός πολύπλοκου συστήματος παραγωγής καθ' όλη τη διάρκεια ζωής του. Για την αποτελεσματικότερη



**Σχήμα 4.1** Οι τέσσερις φάσεις της Ανάλυσης του Κύκλου Ζωής (SETAC)

προσέγγιση του συστήματος, η ΑΚΖ διαιρεί την όλη διαδικασία σε τέσσερις διακριτές φάσεις, όπως φαίνεται και στο σχήμα 4.1 .



**Σχήμα 4.2** Οι φάσεις της ΑΚΖ πραγματοποιούνται με τρόπο επαναληπτικό (Hauschild et al., )

Οι τέσσερις αυτές φάσεις της ΑΚΖ πραγματοποιούνται σε επαναλήψεις και η ΑΚΖ ολοκληρώνεται όταν τα αποτελέσματα είναι αρκετά σαφή, ώστε να απαντηθούν οι ερωτήσεις που τέθηκαν κατά το προσδιορισμό

του στόχου και του αντικειμένου (Goal and scope, G&S). Ο επαναληπτικός αυτός χαρακτήρας της ΑΚΖ την καθιστά κατάλληλη για τον επανασχεδιασμό προϊόντων που ήδη

υπάρχουν, εξαιτίας του επαναληπτικού χαρακτήρα που έχουν. Όπως φαίνεται και στο σχήμα 4.2, η ΑΚΖ εκτελείται σε επαναλήψεις, μειώνοντας σε κάθε επανάληψη την αβεβαιότητα των αποτελεσμάτων.

- Προσδιορισμός του στόχου και του αντικειμένου (Goal and scope definition)

Είναι η πρώτη από τις τέσσερις φάσεις της ΑΚΖ, η οποία βοηθάει στην εξασφάλιση της συνέπειας της Ανάλυσης του Κύκλου Ζωής. Η φάση αυτή

προσδιορίζει την κατεύθυνση, το βάθος, το εύρος και τις απαιτήσεις των τριών άλλων φάσεων της ΑΚΖ.

Κατά τον προσδιορισμό του στόχου καθορίζονται με σαφήνεια οι λόγοι για τους οποίους επιχειρείται η ανάλυση, και σε ποιους απευθύνεται. Οι λόγοι για τους οποίους εφαρμόζεται η ΑΚΖ, προσδιορίζουν τις ανάγκες της μελέτης και συνεπώς και το εύρος της, αν θα' ναι δηλαδή σε ολική ή μερική κλίμακα. Η αναγνώριση των χρηστών εξυπηρετεί στη χάραξη μιας κατεύθυνσης για το πως θα διενεργηθεί η μελέτη και το που θα εστιάσει. Έτσι, μπορεί η ανάλυση να έχει ως στόχο την βελτιστοποίηση ενός προϊόντος, τη σύγκριση ενός προϊόντος με ένα άλλο, ή την ικανοποίηση των κριτηρίων που θέτουν οι περιβαλλοντικές σημάσεις (*eco-labels*).

Η γνώση του τι πρέπει να μελετηθεί αποτελεί τη λύση στο μισό πρόβλημα, η άλλη μισή λύση πρέπει να αναζητηθεί στο τι δεν πρέπει να μελετηθεί. Αυτό επιδιώκει ο προσδιορισμός του αντικειμένου, ο οποίος περιγράφει τις πιο σημαντικές επιλογές που λήφθηκαν, τα συμπεράσματα που εξάχθηκαν και τους περιορισμούς που τέθηκαν.

Ιδιαίτερα, ο προσδιορισμός της λειτουργίας και της λειτουργικής μονάδας αποτελούν ζητήματα καθοριστικής σημασίας για την περαιτέρω ανάλυση, καθώς στη συνέχεια όλα τα αποτελέσματα της βασίζονται στη λειτουργική μονάδα που χρησιμοποιήθηκε. Έτσι με βάση τη λειτουργική μονάδα μπορούν να συγκριθούν δύο ή περισσότερα προϊόντα. Για παράδειγμα, η λειτουργία μιας συσκευασίας αναψυκτικού είναι να αποθηκεύει το αναψυκτικό, ενώ η λειτουργική μονάδα για μία συσκευασία όγκου 500ml είναι τα 500ml αναψυκτικού που αποθηκεύονται. Η λειτουργία μπορεί να εξυπηρετηθεί -ανάλογα με τη συσκευασία που θα επιλεγεί- είτε από 13g αλουμινίου, είτε από 70g γυαλιού. Εφαρμόζοντας ΑΚΖ για την ίδια λειτουργική μονάδα -500ml- μπορούν να βγουν ασφαλή αποτελέσματα ως προς ποια συσκευασία είναι "φιλικότερη" προς το περιβάλλον.

Η οριοθέτηση του συστήματος αφορά τον χώρο, τον χρόνο, τα αγαθά και τους κύκλους ζωής άλλων προϊόντων που αλληλεπιδρούν με την ανάλυση. Επειδή η οριοθέτηση είναι υποκειμενικό ζήτημα, απαιτείται διαφάνεια στις επιλογές που έγιναν και στα συμπεράσματα που εξάχθηκαν.

Η ποιότητα των δεδομένων (ακρίβεια, πληρότητα, αντιπροσωπευτικότητα, συνέπεια και ικανότητα αναπαραγωγής) που θα χρησιμοποιηθούν, εξαρτάται από το στόχο της έρευνας. Επιπροσθέτως, τα δεδομένα που δεν έχουν μικρή επίδραση στο τελικό αποτέλεσμα δεν χρειάζεται να είναι ιδιαίτερα ακριβή, σε αντίθεση με τα δεδομένα που έχουν μεγάλη επίδραση και τα οποία πρέπει να προσδιορίζονται με μεγάλη ακρίβεια.

- *Ανάλυση των αποθεμάτων του κύκλου ζωής (inventory analysis)*

Στόχος της φάσης αυτής, είναι ο καθορισμός των περιβαλλοντικών μεσολαβήσεων –ο όρος αυτός αναφέρεται γενικά στις εκπομπές και στις εισόδους, εξόδους προς και από το σύστημα- σε κάθε στάδιο του κύκλου ζωής (Nieuwlaar et al., 1996). Με άλλα λόγια, η ανάλυση των αποθεμάτων εντοπίζει τις ευκαιρίες για περιβαλλοντική βελτίωση, εξοικονομώντας πόρους και ενέργεια, μειώνοντας παράλληλα τις εκπομπές. Η αξία της φάσης αυτής είναι ότι γίνεται κατανοητό ότι μία αλλαγή σε ένα στάδιο του κύκλου ζωής μπορεί να έχει σημαντική επίδραση, είτε αρνητική, είτε θετική σε κάποιο άλλο στάδιο (Georgakellos, 2002). Έτσι, η ανάλυση αφορά όλο το τεχνικό σύστημα από την παραγωγή, τη μεταφορά και τη χρήση μέχρι τη τελική διάθεση του προϊόντος.

Η συλλογή των δεδομένων, για την εκπόνηση της ανάλυσης των αποθεμάτων, είναι μία πολλή επίπονη και χρονοβόρα διαδικασία, η οποία μπορεί να διευκολυνθεί με τη χρήση βάσεων δεδομένων. Οι βάσεις δεδομένων αφορούν μέσες τιμές δεδομένων για υλικά, ενέργεια και επεξεργασίες, και εκδίδονται από κυβερνητικούς οργανισμούς, ιδιωτικές συμβουλευτικές εταιρίες και πανεπιστημιακά ιδρύματα. Η χρήση τους, όμως, απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή στην επιλογή τους καθώς δεν είναι όλες κατάλληλες για κάθε μελέτη ΑΚΖ.

- *Αξιολόγηση της επίδρασης του κύκλου ζωής (Impact Assessment)*

Στο βήμα αυτό χαρακτηρίζονται και αξιολογούνται οι επιδράσεις που εντοπίστηκαν στο προηγούμενο βήμα. Σύμφωνα με τη σειρά ISO 14040 η φάση αυτή αποτελείται από τέσσερις διαδικασίες, απ' τις οποίες οι δύο πρώτες είναι υποχρεωτικές ενώ οι άλλες δύο είναι προαιρετικές :

- Κατηγοριοποίηση (*Classification*)
- Χαρακτηρισμό (*Characterization*)
- Κανονικοποίηση (*Normalization*)

- Θέσπιση Βαρών (*Weighting*)

Η κατηγοριοποίηση συνδέει το περιβαλλοντικό φορτίο –στην ΑΚΖ αναφέρεται ως παράμετροι αποθέματος (*inventory parameters*)- με γνωστές κατηγορίες περιβαλλοντικών επιδράσεων. Στον πίνακα 4.1 παρουσιάζεται ένα παράδειγμα κατηγοριοποίησης για ένα λίτρο βενζίνης:

Παράμετροι αποθέματος	Κατηγορία Επίδρασης
CO <sub>2</sub>	Υπερθέρμανση του πλανήτη
CH <sub>4</sub>	Υπερθέρμανση του πλανήτη & Φωτοχημικό νέφος
NO <sub>x</sub>	Οξοποίηση, Ευτροφισμός & Φωτοχημικό νέφος
Αργό πετρέλαιο	Μείωση των μη-ανανεώσιμων πόρων

**Πίνακας 4.1** Κατηγοριοποίηση για ένα λίτρο βενζίνης (Wimmer et al., 2004)

Την κατηγοριοποίηση ακολουθεί ο χαρακτηρισμός των παραμέτρων αποθέματος, όπου ποσοτικοποιούνται οι επιδράσεις που προκαλούνται από κάθε παράμετρο αποθέματος σε κάθε κατηγορία επίδρασης. Το ποσοστό συνεισφοράς κάθε παραμέτρου αποθέματος σε κάθε κατηγορία ονομάζεται ποσοστό χαρακτηρισμού. Ακόμη, ο χαρακτηρισμός βασίζεται στην αρχή της ισοδυναμίας (*equivalency principle*, εφ στους πίνακες). Για παράδειγμα στον ακόλουθο πίνακα, όπου παρουσιάζεται ο χαρακτηρισμός ενός λίτρου βενζίνης, ο αριθμός 23 σημαίνει ότι το μεθάνιο συμβάλει 23 φορές περισσότερο στην υπερθέρμανση του πλανήτη σε σχέση με το διοξείδιο του άνθρακα.

Παράμετροι Αποθέματος	Φόρτιση (g / Kg καυσίμου)	Ποσοστό Χαρακτηρισμού (g Co2 eq/g)	Χαρακτηρισμένη Επίδραση (g Co2 eq/Kg καυσίμου)
CO <sub>2</sub>	2693,70	1	2693,70
CH <sub>4</sub>	4,81	23	110,63
Σύνολο			2804,33

**Πίνακας 4.2** Χαρακτηρισμός των παραμέτρων αποθέματος για ένα λίτρο βενζίνης (Wimmer et al., 2004)

Τέλος η κανονικοποίηση διαιρεί το κλάσμα χαρακτηρισμένης επίδρασης με την χαρακτηρισμένη επίδραση, που μετρήθηκε στο διάστημα ενός έτους, σε μία περιοχή ώστε να υπάρχει μία συσχέτιση της επίδρασης με τον χώρο που αυτή εμφανίζεται. Ενώ η θέσπιση των βαρών αξιολογεί διαφορετικά κάθε επίδραση, σύμφωνα με βάρη που έχουν θεσπιστεί λόγω κοινωνικών, πολιτικών και ηθικών αξιών.

- *Ερμηνεία του κύκλου ζωής*

Η ερμηνεία του κύκλου ζωής είναι η τελική φάση της μεθόδου AKZ, κατά την οποία αναγνωρίζονται οι επεξεργασίες, οι διαδικασίες και τα υλικά, που είναι “κλειδιά” για τον κύκλο ζωής. Τα “κλειδιά” είναι τα πιο σημαντικά αποτελέσματα της AKZ, καθώς αποτελούν σημεία έναρξης για την αναγνώριση των περιβαλλοντικών αδυναμιών του προϊόντος και την επανασχεδίαση του. Επίσης στο βήμα αυτό αξιολογείται η αξιοπιστία των αποτελεσμάτων της AKZ, ελέγχοντας την πληρότητα και τη συνέπεια των δεδομένων, των μεθόδων και των συμπερασμάτων της μεθόδου AKZ. Ελέγχεται ακόμη η ευαισθησία των αποτελεσμάτων σε σχέση με την αβεβαιότητα των δεδομένων και των αποτελεσμάτων, ιδιαίτερα όσον αφορά τη διανομή των ροών.

#### 4.3.1 Αποτίμηση της Ανάλυση του Κύκλου Ζωής

Τα εργαλεία AKZ είχαν γνωρίσει ιδιαίτερη ανάπτυξη και ήταν ιδιαίτερα δημοφιλή στις επιχειρήσεις, καθώς επικρατούσε αισιοδοξία ότι η AKZ ήταν η απάντηση στο πρόβλημα του Ecodesign (Frankl and Rubik, 1999). Η δύναμη της είναι ότι διευκολύνει την αναγνώριση των προϊόντων με μεγάλη περιβαλλοντική επίδραση και αξιολογεί τις διαδικασίες σύμφωνα με την ενέργεια και τα υλικά που καταναλώνουν (Stevens et al., 1999). Έτσι ο σχεδιαστής μπορεί να επιλέξει με κριτήριο τη μικρότερη περιβαλλοντική επίδραση καθ’ όλο τον κύκλο ζωής του προϊόντος.

Σήμερα, όμως, η AKZ δέχεται αρκετή, δικαιολογημένη, κριτική. Αφενός, γιατί η AKZ δεν βοηθάει στην πρωτοπορία και στην ανάπτυξη νέων προϊόντων, επειδή για να εφαρμοστεί απαιτείται η ύπαρξη του προϊόντος (Sherwin and Bhama, 1999). Αφετέρου, γιατί η αξιοπιστία της και η διαφάνεια της, είναι και αυτές υπό αμφισβήτηση (Godkoop and Spriensma, 2000). Επιπροσθέτως, η εφαρμογή της είναι ιδιαίτερα χρονοβόρα και



δαπανηρή, για να μπορέσει να τη διεκπεραιώσει μία επιχείρηση, ενώ και τα αποτελέσματα της γίνονται δύσκολα κατανοητά στο σχεδιαστή (Simon, 2000). Οι σχεδιαστές προτιμούν να παίρνουν έτοιμα τα αποτελέσματα της AKZ με τις ερμηνείες τους, και ύστερα να τα ενσωματώνουν στο έργο τους (Bakker, 1995).

Παρ' όλα αυτά η AKZ δεν πρέπει να υποτιμηθεί αλλά να αντιμετωπίζεται ως ένα πολύτιμο εργαλείο για το Ecodesign, όταν χρησιμοποιείται ορθολογικά και συνετά όπως προτείνει η παρούσα διατριβή.

#### 4.4 Η Μέθοδος MIPS (MIPS-Material Input per Service unit)

Η μέθοδος MIPS αναπτύχθηκε στο "Wuppertal Institute for Climate, Environment and Energy" το 1992, και είναι και αυτή μία ποσοτική μέθοδος ανάλυσης του κύκλου ζωής. Επιτρέπει την αξιολόγηση της κατανάλωσης πόρων και ενέργειας σε ένα ευρύ φάσμα, το οποίο εκτείνεται από προϊόντα και υπηρεσίες μέχρι επεξεργασίες, συστήματα και οικονομικά ζητήματα καθ' όλο τον κύκλο ζωής τους. Η μέθοδος συμπεριλαμβάνει στον υπολογισμό όλα εκείνα τα συστήματα, τα οποία εμπλέκονται καθ' όλο τον κύκλο ζωής, όπως είναι: οι μεταφορές, η χρήση τεχνικών υποδομών (δρόμοι, τηλεπικοινωνίες κ.α.), οι εγκαταστάσεις που χρησιμοποιούνται και οι συσκευασίες. Από το όνομα της μεθόδου γίνεται κατανοητό ότι η MIPS συσχετίζει τις εισόδους (πόρους και ενέργεια) με τη λειτουργία/ υπηρεσία που παρέχεται από το προϊόν. Σε ένα πλυντήριο, για παράδειγμα, ο δείκτης MIPS υπολογίζεται από τους πόρους και την ενέργεια (είσοδοι) που καταναλώθηκαν κατά την παραγωγή, τη χρήση και την επισκευή, σε Kg, ώστε να πλυθεί ένα κιλό ρούχα. Δηλαδή:

$$\text{MIPS} = \text{είσοδοι} / \text{λειτουργία που εξυπηρετείται}$$

Με τον τρόπο αυτόν, δίνεται η δυνατότητα για μία γρήγορη, πρώτη εκτίμηση των εξόδων και των ρύπων.

Οι εισοδοι των πόρων και της ενέργειας χωρίζονται σε πέντε κατηγορίες:

- Αβιοτικές πρώτες ύλες
- Βιοτικές πρώτες ύλες

- Γη
- Νερό
- Αέρα

Σύμφωνα με την MIPS, πρέπει να επιδιώκεται η ελάχιστη κατανάλωση πόρων και ενέργειας για κάθε μία από τις κατηγορίες, παίρνοντας ταυτόχρονα το μέγιστο όφελος. Με άλλα λόγια, στόχος είναι η εξαύλωση (*dematerialization*) και η περιβαλλοντική αποδοτικότητα (*Eco-efficiency*).

Ο υπολογισμός της MIPS, φυσικά, εξαρτάται από τα δεδομένα που είναι διαθέσιμα για τη ροή των πόρων και της ενέργειας καθ' όλο τον κύκλο ζωής του προϊόντος. Μία πλούσια βάση δεδομένων, η οποία γίνεται όλο και πλουσιότερη με το χρόνο, έχει αναπτυχθεί από το ίδρυμα του Βούπερταλ, η οποία είναι διαθέσιμη και από το διαδίκτυο ([www.wupperinst.org](http://www.wupperinst.org)). Η βάση περιλαμβάνει δεδομένα για τις σημαντικότερες εργοστασιακές και πρώτες ύλες, όπως επίσης και πληροφορίες για το σύστημα των μεταφορών και το σύστημα παραγωγής ενέργειας.

Για την κατανόηση της μεθόδου παρουσιάζεται το ακόλουθο παράδειγμα, στο οποίο εφαρμόζεται η μέθοδος MIPS σε τέσσερα διαφορετικά μοντέλα καρέκλας, κατασκευασμένα από τέσσερα διαφορετικά υλικά: ξύλο, χάλυβα, PE, και αλουμίνιο.

Μοντέλο	Υλικό	Βάρος	Εκτιμώμενη διάρκεια ζωής
Καρέκλα Α	Ξύλο	5 Kg	20 χρόνια
Καρέκλα Β	Χάλυβας	7 Kg	10 χρόνια
Καρέκλα Γ	PE	3 Kg	5 χρόνια
Καρέκλα Δ	Αλουμίνιο	4 Kg	20 χρόνια

**Πίνακας 4.3** MIPS για ξύλο, χάλυβα, PE και αλουμίνιο

Στη συνέχεια αξιολογείται η επίδραση για τις τέσσερις καρέκλες, με τη μέθοδο MIPS, για ένα χρονικό διάστημα λειτουργίας 40 χρόνων. Οι εισοδοί των πρώτων υλών για τις κατηγορίες, ύλη, νερό και αέρας δίνονται στον ακόλουθο πίνακα σε τόνους ανά τόνους προϊόντος.

	Υλη	Νερό	Αέρας
Ξύλο	5,5t/t	9,5t/t	0,15t/t
Χάλυβας	21t/t	45t/t	5,5t/t
PE	5t/t	65t/t	2,1t/t
Αλουμίνιο	85t/t	1378t/t	9t/t

**Πίνακας 4.4** Οι εισοδοί των πρώτων υλών για το ξύλο, τον χάλυβα, το PE και το αλουμίνιο σύμφωνα με τη μέθοδο MIPS

Ξύλο	5Kg x 5,5 Kg/Kg ύλης	= 27,5 Kg ύλης
	5Kg x 9,5 Kg/Kg νερού	= 47,5 Kg νερό
	5Kg x 0,15 Kg/Kg αέρα	= 0,75 Kg αέρα
Χάλυβας	7Kg x 21 Kg/Kg ύλης	= 147 Kg ύλης
	7Kg x 45 Kg/Kg νερού	= 315 Kg νερό
	7Kg x 5,5 Kg/Kg αέρα	= 38,5 Kg αέρα
PE	3Kg x 5 Kg/Kg ύλης	= 15 Kg ύλης
	3Kg x 65 Kg/Kg νερού	= 195 Kg νερό
	3Kg x 2,1 Kg/Kg αέρα	= 6,3 Kg αέρα
Αλουμίνιο	4Kg x 85 Kg/Kg ύλης	= 340 Kg ύλης
	4Kg x 1378 Kg/Kg νερού	= 5512 Kg νερό
	4Kg x 9 Kg/Kg αέρα	= 36 Kg αέρα

**Πίνακας 4.5** Υπολογισμός των περιβαλλοντικών επιδράσεων για την κάθε καρέκλα

Ο πίνακας 4.5 δείχνει τους πόρους που καταναλώνονται για την παρασκευή μιας καρέκλας. Για τη δημιουργία του αρκεί η αναγωγή των δεδομένων του

πίνακα 4.4 σε Kg και στη συνέχεια ο πολλαπλασιασμός τους με το βάρος της καρέκλας.

Για την επιθυμητή διάρκεια ζωής, τα 40 χρόνια, αρκεί ο πολλαπλασιασμός των κατηγοριών του ξύλου και του αλουμινίου επί 2, του χάλυβα επί 4 και του PE επί 8.

	Ύλη	Νερό	Αέρας
Ξύλο	55 Kg	95 Kg	1,5 Kg
Χάλυβας	588 Kg	1260 Kg	154 Kg
PE	120 Kg	1560 Kg	50,4 Kg
Αλουμίνιο	680 Kg	11024 Kg	72 Kg

Formatted: Keep with next

**Πίνακας 4.6** Τα αποτελέσματα της MIPS

Η πιο αποδοτική λύση συνεπώς είναι το ξύλο, το οποίο εξοικονομεί τους περισσότερους πόρους, σε σχέση με τις άλλες τρεις εναλλακτικές.

Οι υπολογισμοί αυτοί, είναι απλώς μία πρώτη εκτίμηση για την επίδραση του κάθε προϊόντος, η οποία βασίζεται μόνο στους πόρους που καταναλώνονται για την κατασκευή. Για μια πιο ολοκληρωμένη ανάλυση απαιτούνται επίσης υπολογισμοί για την κατανάλωση πόρων και ενέργειας κατά την παραγωγή, τη μεταφορά, την ανακύκλωση και τη τελική διάθεση των απορριμμάτων. Έτσι μπορούν να εντοπισθούν σε ποιο στάδιο του κύκλου ζωής παρουσιάζονται περιβαλλοντικές αδυναμίες, οι οποίες πρέπει να διορθωθούν.

## 4.5 Το MET-Matrix και οι Ecodesign λίστες ελέγχου

Αν και η MET-Matrix είναι μία ποιοτική μέθοδος, κατατάσσεται εδώ, στις ποσοτικές μεθόδους, καθώς μπορεί να συνδυαστεί με αυτές. Τα γράμματα Μ, Ε και Τ αντιστοιχούν στις αγγλικές λέξεις Material, Energy και Toxicity. Το εργαλείο MET-Matrix βασίζεται στην ανάλυση των εισόδων και των εξόδων στο σύστημα, όσον αφορά τους τρεις αυτούς παράγοντες. Σκοπός

του είναι να παρέχει ένα συστηματικό έλεγχο των επιδράσεων, εστιάζοντας σε όλο τον κύκλο ζωής του προϊόντος. Σύμφωνα με τους (Brezet and van Hemel, 1997), οι οποίοι δημιούργησαν το εργαλείο αυτό, “το MET-Matrix οργανώνει όλους τους τύπους των περιβαλλοντικών προβλημάτων, που παράγει το σύστημα ενός προϊόντος, καθ’ όλη τη διάρκεια ζωής του”.

Το MET-Matrix μπορεί να εντοπίσει τα αδύνατα σημεία του προϊόντος, καθ’ όλο τον κύκλο ζωής του, καθώς επίσης και τις δυνατότητες βελτιστοποίησης του.

	Κύκλος των υλικών	Κατανάλωση Ενέργειας	Τοξικές εκπομπές
Παραγωγή	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ελάττωση πόρων</li> <li>• Ανακύκλωση των αποβλήτων της παραγωγής</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ενέργεια που περιέχουν οι πόροι</li> <li>• Ενέργεια επεξεργασίας</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Πύρο-επιβραδυντικά</li> </ul>
Χρήση	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Κατανάλωση χαρτιού</li> <li>• Χρήση toner</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Κατανάλωση ενέργειας</li> <li>• Ενέργεια κατά τη μεταφορά</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Εκπομπές που βλάπτουν το όζον</li> </ul>
Διάθεση	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ανακύκλωση της συσκευής</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Τύμπανο από σελήνιο (selenium drum)</li> </ul>

**Πίνακας 4.7** Πίνακας MET για ένα φωτοτυπικό μηχάνημα (Brezet et al., 1994)

Αφού έχει δημιουργηθεί ο πίνακας MET, στη συνέχεια θέτονται προτεραιότητες στις περιβαλλοντικές επιδράσεις και αναγνωρίζονται οι περιβαλλοντικές βελτιώσεις που μπορούν να γίνουν.

Όπως προαναφέρθηκε το MET-Matrix μπορεί ωστόσο να συνδυαστεί με άλλες ποσοτικές μεθόδους όπως είναι η AKZ και οι αναλύσεις εισόδων-εξόδων, που βασίζονται στους πόρους, την ενέργεια και τη τοξικότητα και να υπολογίσει τις επιδράσεις για κάθε φάση του κύκλου ζωής. Ακόμα όμως και όταν δεν υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία, η MET-Matrix μπορεί να προσεγγίσει ποιοτικά τα περιβαλλοντικά προβλήματα που σχετίζονται με το προϊόν, με τη χρήση μίας λίστας ελέγχου (*checklist*), και να βγάλει κάποια ασφαλή συμπεράσματα για όλο τον κύκλο ζωής του. Με βάση τις λίστες αυτές συμπληρώνεται και το ερωτηματολόγιο του MET. Τα αποτελέσματα

της MET-Matrix μπορεί να τα χρησιμοποιήσει στη συνέχεια ως οδηγό η ομάδα ανάπτυξης του προϊόντος.

### *Ecodesign λίστες ελέγχου*

Οι λίστες αυτές αναπτύχθηκαν από τους Brezet και van Hemel και συμπληρώνουν το MET-Matrix. Εξυπηρετούν στην ποιοτική ανάλυση του προϊόντος, εμπεριέχοντας ερωτήσεις ταξινομημένες σύμφωνα με τα στάδια του κύκλου ζωής του, ενώ παράλληλα με τις ερωτήσεις προσφέρουν επιλογές στρατηγικών Ecodesign. Στον πίνακα 4.9 παρουσιάζονται ενδεικτικά τα θέματα που διαπραγματεύονται οι ερωτήσεις καθώς και οι στρατηγικές που προτείνονται σε κάθε στάδιο.

Ανάλυση αναγκών	
Σε ποιο βαθμό ικανοποιεί το προϊόν τις ανάγκες του καταναλωτή μέχρι σήμερα;	<i>Ecodesign-Στρατηγική @ Ανάπτυξη νέου προϊόντος-ιδέας:</i> <ul style="list-style-type: none"><li>• Dematerialization</li><li>• Κοινωφελή χρήση του προϊόντος</li><li>• Ενσωμάτωση λειτουργιών στο προϊόν, πολύ-λειτουργικότητα</li><li>• Βελτιστοποίηση της λειτουργίας</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Ποιες οι κύριες και οι παράπλευρες λειτουργίες του προϊόντος;</li><li>• Ικανοποιεί το προϊόν αποδοτικά και αποτελεσματικά τις λειτουργίες;</li><li>• Ποιες ανάγκες του καταναλωτή ικανοποιεί το προϊόν;</li><li>• Μπορούν οι λειτουργίες να βελτιωθούν, ώστε να ικανοποιούν καλύτερα τον καταναλωτή;</li><li>• Αναμένεται αλλαγή των αναγκών του καταναλωτή στο μέλλον;</li><li>• Μπορούν να ικανοποιηθούν οι αλλαγές με νεωτερισμούς;</li></ul>	
1 <sup>ο</sup> Στάδιο του κύκλου ζωής: Παραγωγή και προμήθεια πόρων	
Ποια προβλήματα μπορούν να παρουσιαστούν κατά την παραγωγή και τη προμήθεια των πόρων;	<i>Ecodesign-Στρατηγική 1: Επιλογή των φιλικών προς το περιβάλλον υλικών</i> <ul style="list-style-type: none"><li>• “Καθαροί” πόροι</li><li>• Ανανεώσιμοι πόροι</li><li>• Πόροι με μικρή περιεκτικότητα σε ενέργεια</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Πόσα και ποια είδη συνθετικών υλών και ελαστικών θα χρησιμοποιηθούν;</li><li>• Πόσα και ποια είδη</li></ul>	

- συμπληρωματικών υλών θα χρησιμοποιηθούν;
- Πόσα και ποια είδη μετάλλων θα χρησιμοποιηθούν;
- Ποια άλλα υλικά (κεραμικά, γυαλί κ.α.) θα χρησιμοποιηθούν και πόσο;
- Πόσες και ποιες επεξεργασίες επιφανειών θα χρησιμοποιηθούν;
- Ποια η περιβαλλοντική αξιοπιστία των επιπρόσθετων εξαρτημάτων;
- Πόση ενέργεια θα απαιτηθεί, ώστε να μεταφερθούν οι πόροι και τα εξαρτήματα;

• Ανακυκλώσιμους πόρους  
Ecodesign-Στρατηγική 2: Εξοικονόμηση υλικών

- Μείωση του βάρους
- Μείωση του όγκου (του μεταφερόμενου φορτίου)

## 2ο Στάδιο του κύκλου ζωής: Παραγωγή του προϊόντος

Ποια προβλήματα μπορούν να παρουσιαστούν κατά την παραγωγή του προϊόντος ;

- Πόσες και ποιες επεξεργασίες παραγωγής θα χρειαστούν (συνδέσεις, επεξεργασίες επιφανειών κ.α.);
- Πόσα και ποια είδη βοηθητικών υλών (λιπαντικά κ.α.) θα χρειαστούν;
- Πόση ενέργεια θα καταναλωθεί;
- Πόσα απορρίμματα θα δημιουργηθούν;
- Πόσα προϊόντα δεν πληρούν τα απαιτούμενα πρότυπα ποιότητας;

Ecodesign-Στρατηγική 3: Βελτιστοποίηση της τεχνολογίας της παραγωγής

- Εναλλακτικές τεχνικές παραγωγής
- Λιγότερα βήματα παραγωγής
- Λιγότερη και "καθαρότερη" κατανάλωση ενέργειας
- Μικρότερη παραγωγή απορριμμάτων
- "Καθαρότερα" ή λιγότερα μέσα παραγωγής

## 3ο Στάδιο του κύκλου ζωής: Διανομή

Ποια προβλήματα μπορούν να παρουσιαστούν κατά την διανομή του προϊόντος;

- Πόσα και ποια είδη συσκευασιών θα χρησιμοποιηθούν (όγκος, βάρος, υλικό, ικανότητα επαναχρησιμοποίησης);
- Ποια μέσα μεταφοράς θα χρησιμοποιηθούν;

Ecodesign-Στρατηγική 2: Μείωση των υλικών

- Μείωση του βάρους
- Μείωση του (μεταφερόμενου) όγκου

Ecodesign-Στρατηγική 4: Βελτιστοποίηση της διανομής

- Λιγότερα ή φιλικά προς το περιβάλλον ή επαναχρησιμοποιήσιμες

- Θα οργανωθεί αποδοτικά η μεταφορά;
- συσκευασίες
- Ενεργειακά αποδοτικά μέσα μεταφοράς
- Ενεργειακή αποδοτική αποθεματοποίηση

#### 4ο Στάδιο του κύκλου ζωής: Χρήση του προϊόντος

Ποια προβλήματα προκύπτουν κατά τη φάση της χρήσης του προϊόντος;

- Πόση και τι είδους ενέργεια θα απαιτηθεί να χρησιμοποιηθεί;
- Πόσα και τι είδους αναλώσιμα θα είναι απαραίτητα;
- Πόση είναι η τεχνολογική εκτιμώμενη διάρκεια ζωής (τεχνολογική);
- Πόσες συντηρήσεις και επισκευές αναμένονται;
- Πόσα και ποια είδη βοηθητικών υλών είναι απαραίτητα για τη χρήση, τη συντήρηση και την επισκευή;
- Υπάρχουν μέρη / εξαρτήματα που πρέπει να αλλάζουν;
- Πόση είναι η αισθητική εκτιμώμενη διάρκεια ζωής;

Ecodesign-Στρατηγική 5: Μείωση του περιβαλλοντικού φόρτου κατά τη χρήση

- Λιγότερη κατανάλωσης ενέργειας
- Κατανάλωση "καθαρότερης" ενέργειας
- Λιγότερα αναλώσιμα
- Χρήση "καθαρότερων" αναλώσιμων
- Καθόλου σπατάλη ενέργειας και υλικών

Ecodesign-Στρατηγική 6: Βελτιστοποίηση της διάρκειας της ζωής του προϊόντος

- Αξιοπιστία και αντοχή στον χρόνο
- Εύκολη συντήρηση και επισκευή
- Αρθρωτή (*modular*) αποσυναρμολόγηση
- Διαχρονική σχεδίαση

#### 5ο Στάδιο του κύκλου ζωής:

Ποια προβλήματα μπορούν να εμφανιστούν κατά την ανακύκλωση και τη διάθεση των απορριμμάτων;

- Πως θα γίνει η διάθεση του προϊόντος;
- Θα επαναχρησιμοποιηθούν πόροι και εξαρτήματα του προϊόντος;
- Ποια εξαρτήματα μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν;
- Μπορούν τα εξαρτήματα να διαχωριστούν χωρίς προβλήματα;
- Ποιο πόροι μπορούν να ανακυκλωθούν;
- Είναι τα υλικά αναγνωρίσιμα;

Ecodesign-Στρατηγική 7: Βελτιστοποίηση των συστημάτων τέλους ζωής

- Επαναχρησιμοποίηση του προϊόντος ή μερών του
- Ανακύκλωση των υλικών
- Αβλαβή αποτέφρωση



- 
- Μπορούν να απομακρυνθούν γρήγορα και εύκολα;
  - Ποια υλικά μπορούν να ανακυκλωθούν ;
  - Θα υπάρχουν κατά την ανακύκλωση, χρώματα, επεξεργασμένες επιφάνειες ή αυτοκόλλητα που μπορούν να προκαλέσουν προβλήματα;
  - Είναι εύκολη η απομάκρυνση όλων των βλαβερών ουσιών;
  - Παρουσιάζονται προβλήματα κατά την αποτέφρωση των μη-επαναχρησιμοποιήσιμων υλικών;
- 

**Πίνακας 4.8** Λίστα ελέγχου του MET-Matrix

Συμπληρωματικά με τις Ecodesign-λίστες και το MET-Matrix μπορεί να χρησιμοποιηθεί και το εργαλείο Lids Wheel, το οποίο αναφέρθηκε στην παράγραφο 2.3.2. Το Lids-Wheel δεν είναι κατάλληλο ως αναλυτικό εργαλείο του κύκλου ζωής, αλλά ενδείκνυται περισσότερο ως εργαλείο βελτιστοποίησης και μπορεί να βρει εφαρμογή σε workshops και brainstorming, όπου όλοι μαζί ψάχνουν για λύσεις βελτιστοποίησης.

## 5 Οδηγίες Ecodesign ως προς μία στρατηγική

Το τελευταίο βήμα, που προτείνει η παρούσα διατριβή, για την διεκπεραίωση ενός επιτυχημένου περιβαλλοντικού σχεδιασμού είναι η εφαρμογή περιβαλλοντικών οδηγιών πάνω σε μία συγκεκριμένη στρατηγική. Τόσο σε ακαδημαϊκό επίπεδο, όσο και σε επίπεδο πρακτικής εφαρμογής είναι πια αναγνωρισμένη η ανάγκη για περιβαλλοντικές οδηγίες ή εγχειρίδια, τα οποία να είναι ευπρόσιτα στους σχεδιαστές και τους κατασκευαστές των προϊόντων. Τα εγχειρίδια / οδηγίες αυτά, δεν πρέπει να είναι ιδιαίτερα αναλυτικά, αλλά να περιέχουν όμως επαρκή πληροφορία για την φιλική προς το περιβάλλον ανάπτυξη του προϊόντος (Argument et al., 1997). Τα πλεονεκτήματα των περιβαλλοντικών οδηγιών είναι, ότι:

- Ενθαρρύνουν την ομοιογένεια και τη συνέπεια μεταξύ διαφορετικών ομάδων ανάπτυξης του προϊόντος.
- Οδηγούν σε ένα πιο συστηματικό σχεδιασμό του προϊόντος, ο οποίος εξαρτάται λιγότερο από την ιδιοσυγκρασία, τις προτιμήσεις και τις προκαταλήψεις του σχεδιαστή.
- Εστιάζουν σε ένα μόνο χαρακτηριστικό του προϊόντος, π.χ. την ικανότητα ανακύκλωσης του. Έτσι, αφού έχει εντοπισθεί σε ποιο στάδιο του κύκλου ζωής του προϊόντος παρουσιάζονται εντονότερες περιβαλλοντικές αδυναμίες –κεφάλαιο 4- η χρήση των οδηγιών διευκολύνει την εστίαση στο πρόβλημα.
- Είναι εύκολα και γρήγορα εργαλεία που δεν απαιτούν εξειδικευμένες γνώσεις από τον χρήστη τους. Επομένως, η ενσωμάτωση τους στα καθημερινά καθήκοντα των σχεδιαστών είναι δυνατή χωρίς να τους επιβαρύνει επιπλέον.

Παρ' όλα αυτά οι οδηγίες που χρησιμοποιούνται δεν ανταποκρίνονται πλήρως στις ανάγκες του σχεδιαστή και της επιχείρησης. Αφενός γιατί δεν ανταποκρίνονται στις εκάστοτε ανάγκες του χρήστη, αφετέρου γιατί δεν εναρμονίζονται με τα καθημερινά καθήκοντα μίας επιχείρησης, όπως θα αναφερθεί στην παράγραφο 5.3 .

## 5.1 Δέκα βασικές περιβαλλοντικές αρχές

Σύμφωνα με (Datschefski, 2000), αν και οι οδηγίες μπορούν να διαφέρουν, στο 99% των περιπτώσεων περιβαλλοντικού σχεδιασμού χρησιμοποιούνται οι ίδιες δέκα βασικές αρχές. Οι αρχές αυτές είναι αποστάγματα κοινής λογικής και συνοψίζουν μέσα σε λίγες γραμμές που πρέπει να εστιαστεί το ενδιαφέρον των σχεδιαστών:

- *Προσανατολισμός σε Ανακυκλώσιμα Υλικά (Cyclic mined)*: Η χρήση ανακυκλώσιμων υλικών στο προϊόν, όπως γυαλί, μέταλλο ή πλαστικό, βοηθούν να κλείσει ο κύκλος (*closing the loop*) και κάνουν το προϊόν πιο ανακυκλώσιμο.
- *Αύξηση της χρήσης Ανακυκλώσιμων Υλικών (Cyclic Grown)*: Η χρήση υλικών, που μπορούν να αποικοδομηθούν (ξύλο, μαλλί ή δέρμα), κάνει το υλικό πιο “κυκλικό” (*cyclic*).
- *Εναλλακτικές μορφές ενέργειας κατά τη χρήση*: Η χρήση εναλλακτικών μορφών ενέργειας για τη χρήση του προϊόντος, ελαττώνει ή και μηδενίζει την κατανάλωση ενέργειας για τον χρήστη (π.χ. κουρδιστό ραδιόφωνο).
- *Εναλλακτικές μορφές ενέργειας κατά την κατασκευή*: Η χρήση ανανεώσιμων μορφών ενέργειας κατά την κατασκευή του προϊόντος κάνουν το προϊόν πιο αειφόρο. Για παράδειγμα τα σαμπουάν της εταιρίας Urtektam κατασκευάζονται σε εργοστάσια, που χρησιμοποιούν αιολική ενέργεια.
- *Υποκατάστατα υλικά*: Αντικαθιστούν τις τοξικές ουσίες και καθιστούν το προϊόν ασφαλέστερο. Για παράδειγμα μπαταρίες από βολφράμιο, υποκαθιστούν τον τοξικό μόλυβδο.
- *Υπεύθυνη διαχείριση πόρων (stewardship sourcing)*: Το προϊόν βοηθάει στη διαφύλαξη του περιβάλλοντος, όταν οι πρώτες του ύλες έχουν εξορυχτεί από μέρη, με μέτρια εκμετάλλευση ή με μικρή επίδραση και έχουν έγκριση FSC (*Forrest Sourcing Certificate*), ή κάποια ανάλογη.

- *Χρησιμότητα (utility)*: Επιτυγχάνεται μεγαλύτερη αποδοτικότητα, αυξάνοντας τη χρησιμότητα \ για ένα προϊόν, μέσω της ικανότητας για πολύ-λειτουργία (*multifunctional*) ή της μίσθωσης (*leasing*). Για παράδειγμα η Black & Decker ανέπτυξε το μοντέλο "Quattro", το οποίο ενσωματώνει σε ένα προϊόν, τέσσερα διαφορετικά προϊόντα: τρυπάνι, τριβείο, κατσαβίδι και πριόνι.
- *Ανθεκτικότητα*: Το προϊόν επιτυγχάνει μεγαλύτερη αποδοτικότητα, όταν είναι κατασκευασμένο από υλικά που διαρκούν στο χρόνο.
- *Αποδοτικότητα*: Το προϊόν ικανοποιεί την ίδια λειτουργία, καταναλώνοντας λιγότερα υλικά και ενέργεια τόσο κατά την κατασκευή, όσο και κατά τη χρήση. Για παράδειγμα μία φουσκωτή πολυθρόνα.
- *Bio-everything*: Το προϊόν γίνεται πιο "κυκλικό" και αποτελεσματικό, όταν χρησιμοποιούνται τεχνικές που βασίζονται σε ζωντανούς οργανισμούς ή βιομάζα. Για παράδειγμα, χρήση φυσικών βαφών για τη βαφή υφασμάτων.

## 5.2 Παρούσα κατάσταση

Οι οδηγίες, με τη σημερινή τους μορφή, επικεντρώνουν σε κάποιο από τα στάδια του κύκλου ζωής, παρέχουν γενικές πληροφορίες και γνώσεις για το στάδιο αυτό, και προσανατολίζουν τον σχεδιαστή προς μία στρατηγική *ecodesign* που πρέπει να ακολουθήσει και να υλοποιήσει με τη βοήθεια των οδηγιών. Οι τύποι των οδηγιών που διακρίνονται είναι οι εξής δύο (Fiksel, 1996):

- Οδηγίες-Εντολές: είναι ξεκάθαρες οδηγίες, για το τι πρέπει και τι όχι να ακολουθήσει ο σχεδιαστής. Υπάρχουν πολλές οδηγίες τέτοιου είδους οι οποίες επικεντρώνονται στην ασφάλεια και την υγεία (π.χ. λίστα απαγορευμένων υλικών).
- Οδηγίες εισηγητικού χαρακτήρα: εκφράζουν τη συσσωρευμένη γνώση και τις καλύτερες πρακτικές και μαθήματα που έχουν αποκτηθεί με τον χρόνο, χωρίς όμως να θέλουν να επιβάλουν αυστηρούς κανόνες. Απλώς επιδιώκουν να δώσουν μία ωφέλιμη

κατεύθυνση στο σχεδιαστή και να τον αποτρέψουν από άκαρπες κατευθύνσεις.

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης του κύκλου ζωής, του προηγούμενου βήματος, μπορούν να ταξινομηθούν σε πέντε κατηγορίες σύμφωνα με τα στάδια του κύκλου ζωής του προϊόντος:

- Εξόρυξη και επεξεργασία των πόρων: Το προϊόν μπορεί να περιέχει υλικά με μεγάλη επίδραση στο περιβάλλον. Αυτό συμβαίνει σε πολλά προϊόντα και μπορεί να οφείλεται είτε στις εκπομπές κατά την εξόρυξη των υλικών, είτε στην ελαχιστοποίηση των φυσικών αποθεμάτων.
- Κατασκευή / μεταποίηση: Κατά την παραγωγή, πολλές φορές, καταναλώνεται υπερβολική ενέργεια ή χρησιμοποιούνται τοξικές ουσίες. Παρ' όλα αυτά το στάδιο αυτό έχει –συνήθως- μικρότερη επίδραση απ' αυτό της χρήσης των υλικών.
- Διανομή: Τα υλικά που προμηθεύεται η επιχείρηση όπως και τα προϊόντα που αυτή παράγει, καλύπτουν πολλές φορές μεγάλες αποστάσεις. Η περιβαλλοντική επίδραση που προκαλείται εξαρτάται τόσο από τον όγκο και το βάρος των υλικών / προϊόντων, όσο και από την απόσταση και προπάντων τα Μέσα Μαζικής Μεταφοράς που χρησιμοποιούνται. Η σημασία της διανομής, συχνά υποτιμάται καθώς δεν λαμβάνονται υπ' όψιν όλες οι μικρό-μεταφορές που λαμβάνουν χώρα καθ' όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής του προϊόντος.
- Χρήση του προϊόντος: Εάν ένα προϊόν καταναλώνει υλικούς πόρους ή ενέργεια κατά τη χρήση του, τότε γενικά το στάδιο αυτό έχει την μεγαλύτερη περιβαλλοντική επίδραση καθ' όλο τον κύκλο ζωής του προϊόντος. Το μέγεθος της επίδρασης εξαρτάται –εκτός από το προϊόν- και από τη χώρα στην οποία το προϊόν χρησιμοποιείται. Αυτό γιατί, ο τρόπος παραγωγής ενέργειας που χρησιμοποιεί η χώρα είναι πολύ σημαντικός για την επίδραση που θα έχει το προϊόν κατά τη χρήση. Άλλη είναι η επίδραση του προϊόντος, όταν η ενέργεια που καταναλώνει προέρχεται από λιγνίτη και πετρέλαιο, και άλλη όταν η ενέργεια προέρχεται από υδροηλεκτρικά εργοστάσια, για παράδειγμα.

- Τέλος ζωής του προϊόντος: Η πρόβλεψη της τελικής διάθεσης του προϊόντος είναι δύσκολη, ειδικά όταν ο χρονικός ορίζοντας ξεπερνά τη δεκαετία. Παρ' όλα αυτά η ανακύκλωση των υλικών προβλέπεται να συνεχιστεί και να ενθαρρυνθεί ακόμα περισσότερο. Συνεπώς ο σχεδιασμός των προϊόντων για ανακυκλωσιμότητα είναι πολύ σημαντικός.

Με βάση τις παραπάνω πέντε κατηγορίες συνοψίζονται στον ακόλουθο πίνακα, μερικές από τις στρατηγικές που μπορούν να ακολουθηθούν ανά στάδιο του κύκλου ζωής του προϊόντος. Στις στρατηγικές αυτές επικεντρώνονται οι οδηγίες.

Στάδια του κύκλου ζωής	Ecodesign στρατηγικές	Συγκεκριμένες στρατηγικές
Εξόρυξη και επεξεργασία πόρων	Βελτιστοποίηση της χρήσης των υλικών	<p>Σχεδιασμός για τη διατήρηση των πόρων</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ελαχιστοποίηση χρήσης υλικών</li> <li>• Χρήση ανανεώσιμων υλικών</li> <li>• Χρήση ανακυκλώσιμων υλικών</li> </ul> <p>Σχεδιασμός για χρήση υλικών με μικρή επίδραση</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Αποφυγή τοξικών και επικίνδυνων υλικών</li> <li>• Αποφυγή ουσιών που ελαττώνουν το όζον</li> <li>• Χρήση υλικών που απαιτούν μικρή ποσότητα ενέργεια για να παραχθούν.</li> <li>• Χρήση υλικών που ευνοούν την επαναχρησιμοποίηση και την ανακύκλωση</li> </ul>
Κατασκευή / Μεταποίηση	“Καθαρή” κατασκευή/ μεταποίηση	Σχεδιασμός για “καθαρότερη” παραγωγή
Διανομή	Αποδοτική διανομή	Σχεδιασμός για αποδοτικότερη παραγωγή
Χρήση	“Καθαρή” χρήση / λειτουργία	<p>Σχεδιασμός για ενεργειακή αποδοτικότητα</p> <p>Σχεδιασμός για τη διατήρηση των υδάτων</p> <p>Σχεδιασμός για ελάχιστη κατανάλωση</p> <p>Σχεδιασμός για χρήση / λειτουργία με</p>

		μικρή περιβαλλοντική επίδραση Σχεδιασμός για επισκευή και συντήρηση Σχεδιασμός για αντοχή και μακροζωία του προϊόντος
Τέλος ζωής του προϊόντος	Βελτιστοποίηση του τέλους ζωής	Σχεδιασμός για επαναχρησιμοποίηση Σχεδιασμός για ανακατασκευή Σχεδιασμός για αποσυναρμολόγηση Σχεδιασμός για ανακύκλωση Σχεδιασμός για ασφαλή διάθεση των απορριμμάτων

Formatted: Keep with next

### Πίνακας 5.1 Οι κυριότερες στρατηγικές του κάθε σταδίου του κύκλου ζωής

Πάνω σε αυτές τις στρατηγικές υπάρχει πληθώρα οδηγιών, τόσο σε τυπωμένα εγχειρίδια, όσο και στο διαδίκτυο. Όμως υπό τους γρήγορους ρυθμούς που απαιτείται να αναπτύσσεται το προϊόν, πολλές φορές οι ομάδες δεν προλαβαίνουν να τις συμβουλευτούν. Ειδικά όταν οι οδηγίες έχουν απλώς ένα συμβουλευτικό χαρακτήρα και όχι ένα αυστηρό χαρακτήρα. Έτσι είναι απαραίτητη η ενσωμάτωση των οδηγιών στην ανάπτυξη των προϊόντων, όπως έγινε με τις οδηγίες για κατασκευή και συναρμολόγηση (*Design for Manufacturing and Assembly, DfMA*), των Boothroyd και Dewhurst του πανεπιστήμιου του Rhode Island. Η μεθοδολογία τους έχει επιτυχώς ενσωματωθεί σε λογισμικά, και η χρήση τους για την απλοποίηση του σχεδιασμού και συνεπώς την ελαχιστοποίηση του κόστους έχει γίνει πια ρουτίνα. Όμως αυτό δεν συμβαίνει με τις περισσότερες οδηγίες, οι οποίες και πρέπει να εξειδικευτούν ώστε να ενσωματωθούν στο σχεδιασμό και να γίνουν πιο αποτελεσματικές.

## 5.3 Εξειδικευμένες οδηγίες (*customized guidelines*)

Οι γενικές οδηγίες είναι περισσότερο χρήσιμες σε θεωρητικό και παιδαγωγικό επίπεδο, παρά σε επίπεδο εφαρμογής (Luttrupp and Lagerstedt, 2006). Σε επίπεδο εφαρμογής, οι οδηγίες πρέπει να εμπνέουν και να υποδεικνύουν τις λύσεις με τις μεγαλύτερες περιβαλλοντικές δυνατότητες. Πρέπει, επιπροσθέτως, να δείχνουν προς μία κατεύθυνση, πολλά υποσχόμενη για περιβαλλοντικά οφέλη από το σχεδιασμό του προϊόντος. Αυτό όμως δεν συμβαίνει πάντα με τις γενικές οδηγίες (Vezzoli

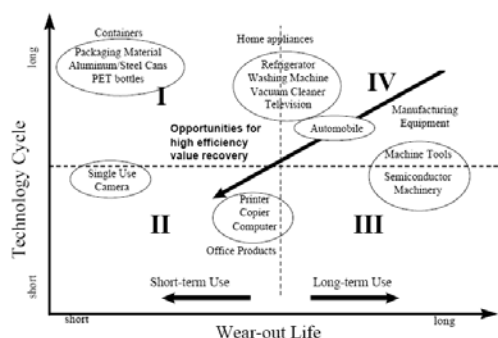
and Sciama, 2005). Αν και είναι απόσταγμα των εμπειριών και των γνώσεων που έχουν αποκτηθεί, έπειτα από χρόνια περιβαλλοντικής αξιολόγησης των προϊόντων, δεν είναι λίγες οι φορές που οι γενικές οδηγίες φέρνουν αντίθετα αποτελέσματα από τα αναμενόμενα.

Αυτό συμβαίνει, γιατί είναι πολύ γενικές και στατικές. Οι οδηγίες για να μπορούν να είναι εφαρμόσιμες πρέπει να εξειδικευτούν, τόσο ως προς το προϊόν, όσο και ως προς τους χρήστες των οδηγιών και την επιχείρηση.

### 5.3.1 Εξειδίκευση ως προς το προϊόν

Η εξειδίκευση των οδηγιών ως προς το προϊόν είναι απαραίτητη, καθώς είναι αδύνατον οι ίδιες οδηγίες να είναι αποτελεσματικές για όλα τα είδη των προϊόντων. Οι οδηγίες πρέπει να εξειδικευτούν ανάλογα με τον τύπο του προϊόντος, έτσι ώστε να αφορούν προϊόντα με παρόμοια χαρακτηριστικά, λειτουργίες, προδιαγραφές και περιβαλλοντικές επιδράσεις.

Ένας ενδιαφέρον τρόπος ταξινόμησης των προϊόντων σε υποομάδες παρουσιάζεται από το λογισμικό ELDA (*End-of-Life Design Advisor*), του πανεπιστημίου του Stanford. Το ELDA επιδιώκει να βοηθήσει τον σχεδιαστή στην επιλογή στρατηγικής τέλους ζωής με βάση τα χαρακτηριστικά του προϊόντος (Rose, 2001). Στη προσπάθεια επιλογής στρατηγικής τα προϊόντα ταξινομούνται σε διαφορετικές υποομάδες, σύμφωνα με τη φθορά τους (wear-out life) και τον τεχνολογικό τους κύκλο. Στα προϊόντα που ανήκουν στη κάθε ομάδα συνίσταται ή ίδια στρατηγική τέλους ζωής, όπως φαίνεται και στο σχήμα



**Σχήμα 5.1** Ταξινόμηση των προϊόντων σε συνάρτηση με τον χρόνο φθοράς τους και τον τεχνολογικό κύκλο σύμφωνα με το λογισμικό ELDA (Ishii, 1998)



Έτσι απλοποιούνται ιδιαίτερα τα καθήκοντα του σχεδιαστή όσον αφορά το Ecodesign και ο σχεδιαστής μπορεί να λαμβάνει αποφάσεις για προϊόντα που ανήκουν στην ίδια κατηγορία, απλά με τη βοήθεια οδηγιών και λιστών ελέγχου, χωρίς να υποβαθμίζεται η ποιότητα και η αξιοπιστία των αποτελεσμάτων του.

Εκτός όμως από την ταξινόμηση των προϊόντων σε ομάδες, η οποία βοηθάει στην επιλογή στρατηγικής σύμφωνα με την ομάδα που ανήκει το προϊόν, οι οδηγίες πρέπει να είναι προσαρμοσμένες στο ίδιο το προϊόν. Για παράδειγμα, αν το προϊόν έχει πολλούς συνδέσμους, οι οδηγίες θα έπρεπε να είναι προσαρμοσμένες στην ιδιαιτερότητα του προϊόντος και να είναι του τύπου:

- “Απέφυγε τις συγκολλήσεις”, καθώς δυσχεραίνουν την αποσυναρμολόγηση.
- “Χρησιμοποίησε όσο το δυνατόν λιγότερους τύπους συνδέσμων”, ώστε να μειώνονται οι αλλαγές εργαλείων και συνεπώς ο χρόνος συναρμολόγησης και αποσυναρμολόγησης.
- “Μάρκαρε τα πλαστικά που χρησιμοποιείς σύμφωνα με την τυποποίηση ISO 11469”, ώστε να διευκολύνεται ο διαχωρισμός τους και συνεπώς η ανακύκλωση και η αποσυναρμολόγηση.

### 5.3.2 Εξειδίκευση ως προς τον χρήστη

Εκτός όμως από την εξειδίκευση των οδηγιών ως προς το προϊόν, δεν πρέπει να λησμονείται και ο χρήστης των οδηγιών. Δεν μπορούν οι ίδιες οδηγίες να ανταποκρίνονται στις ανάγκες όλων των χρηστών. Για παράδειγμα, ο σχεδιαστής των καθισμάτων σε μία αυτοκινητοβιομηχανία, χρειάζεται να γνωρίζει τις περιβαλλοντικές επιδράσεις του κάθε υφάσματος, ενώ ο σχεδιαστής του εσωτερικού του αμαξώματος πρέπει να γνωρίζει ποια πλαστικά, μέταλλα και χημικές ουσίες μπορεί να χρησιμοποιήσει προκειμένου να επιβαρύνει το λιγότερο δυνατόν το περιβάλλον.



Ακόμα οι οδηγίες πρέπει να βοηθούν τον σχεδιαστή και όχι να τον επιβαρύνουν κι' άλλο. Αυτό σημαίνει ότι η πληροφορία που λαμβάνει ο σχεδιαστής πρέπει να είναι συμπυκνωμένη σε λίγες, μόλις γραμμές. Γενικές οδηγίες του τύπου “Να μην χρησιμοποιηθούν τοξικές ουσίες” δεν βοηθούν

πραγματικά τον σχεδιαστή, καθώς το πιο πιθανόν είναι να μη γνωρίζει πια υλικά θεωρούνται τοξικά. Οι οδηγίες πρέπει να είναι πιο σαφείς, στην περίπτωση της παραπάνω οδηγίας, η διατύπωση θα έπρεπε να είναι ως εξής: "Απέφυγε τη χρήση μολύβδου, καδμίου και υδραργύρου.

Επίσης οι οδηγίες πρέπει να μνημονεύονται εύκολα, ώστε να μη χρειάζεται να ανακαλούνται κάθε φορά. Στην περίπτωση αυτή η χρήση φωτογραφιών ή σκίτσων θα μπορούσαν να βοηθήσουν το σχεδιαστή στην απομνημόνευση των οδηγιών.

Ακόμα, πρέπει να προωθηθεί η δυναμικότητα των οδηγιών. Αυτό σημαίνει, ότι οι οδηγίες δεν πρέπει να αντιμετωπίζονται ως κάτι στατικό και αλάνθαστο, αλλά αντιθέτως πρέπει να ενισχύονται και να αναθεωρούνται όσο αυξάνει η εμπειρία και αποκτάται γνώση στην επιχείρηση. Στην κατεύθυνση αυτή θα βοηθούσε ο χρήστης να έχει το περιθώριο για την ενσωμάτωση των δικών του επισημάνσεων, οι οποίες αποτελούν απόσταγμα της διαρκής του ενασχόλησης με το αντικείμενο.

Μια προσπάθεια εκσυγχρονισμού των οδηγιών, δίνοντας ιδιαίτερη βαρύτητα στο χρήστη έγινε από το Bombardier Centre of Competence for Design for Environment. Οι οδηγίες που εξέδωσε το κέντρο προσπαθούν μέσα σε λίγες σελίδες να δώσουν στους σχεδιαστές του κέντρου τόσο γενικές οδηγίες, όσο και ειδικές οδηγίες, επιτρέποντας τους παράλληλα να αναπτύξουν τις δικές τους. Ένα μικρό απόσπασμα των οδηγιών αυτών παρουσιάζεται στο σχήμα 5.2 .

Design for Environment Guidelines		My own action plan
<b>Hazardous</b>  Don't use hazardous substances and arrange closed loops for necessary ones	<input type="checkbox"/> Don't use materials on BT's lists of Prohibited and Restricted substances <input type="checkbox"/> Try to find solutions involving non hazardous substances, which does not jeopardise the functionality and cost limitations of the product <input type="checkbox"/> If a hazardous substance cannot be substituted consider if closed loops can be arranged i.e. recycled and taken care of at end-of-life	..... ..... ..... ..... .....
<b>House-keeping</b>  Minimise energy and resource consumption in production phase and transport through housekeeping	<input type="checkbox"/> Reuse parts and components if they can still guarantee the same quality <input type="checkbox"/> Optimise and plan procurement and logistics e.g. no half empty trucks, choose less energy consuming distribution, optimise packaging <input type="checkbox"/> Reduce use of consumables e.g. spill of oils <input type="checkbox"/> Sort waste in recycling bins	..... ..... ..... ..... .....

**Σχήμα 5.2** Οι οδηγίες του κέντρου Bombardier ταξινομημένες σε τρεις στήλες, γενικές, ειδικές και του σχεδιαστή αντίστοιχα (Luttropp and Lagerstedt, 2006)

### 5.3.3 Εξειδίκευση ως προς τις οδηγίες της επιχείρησης

Οι οδηγίες αν και είναι απόλυτα συνδεδεμένες με την ΑΚΖ, δεν πρέπει παρ' όλα αυτά να είναι αποκομμένες με την ίδια την επιχείρηση. Για να μπορούν να βρίσκουν πρακτική εφαρμογή στα καθημερινά καθήκοντα του σχεδιαστή, θα πρέπει οι οδηγίες να λαμβάνουν και άλλες παραμέτρους υπ' όψιν. Τέτοιοι παράμετροι είναι:

- Οι νόμοι
- Οι απαιτήσεις των πελατών
- Οι πολιτικές της εταιρίας
- Η τεχνική επιτευξιμότητα
- Ο οικονομικός προϋπολογισμός

Για να μπορεί όμως να γίνει μία τέτοια εξειδίκευση των οδηγιών, πρέπει να συνεργαστούν άνθρωποι από διαφορετικούς τομείς της επιχείρησης. Δηλαδή πρέπει να συνεργαστούν άνθρωποι από το τμήμα της παραγωγής, το τμήμα marketing και πωλήσεων και από άλλα τμήματα.

Επειδή αυτό είναι αρκετά πολύπλοκο, είναι καλύτερο να θεωρηθεί ένα πλαίσιο που να ισχύει σε όλα τα τμήματα και υπό το οποίο να μπορούν να λαμβάνονται υπ' όψιν οι προϋποθέσεις και οι προσαρμογές που αφορούν το προϊόν.

**Formatted:** Bullets and Numbering



## Συμπεράσματα

Ο Περιβαλλοντικά-Ευαίσθητος-Σχεδιασμός έχει τις δυνατότητες να βελτιστοποιήσει την περιβαλλοντική αποδοτικότητα του προϊόντος, μειώνοντας την κατανάλωση πόρων και ενέργειας καθ' όλα τα στάδια του κύκλου ζωής του. Η κατανόηση του κάθε σταδίου χωριστά, από την αρχή κίόλας του σχεδιασμού του προϊόντος, μπορεί να περιορίσει σημαντικά την επίδραση του προϊόντος στο περιβάλλον. Επιπροσθέτως, χάρις την εστίαση σε όλα τα στάδια του κύκλου ζωής του προϊόντος, το Ecodesign ανοίγει τους ορίζοντες της επιχείρησης για νέες δραστηριότητες και εφαρμογές. Η συστηματική εφαρμογή Ecodesign μπορεί να αποφέρει καινοτομίες, οι οποίες χαρακτηρίζονται από τη μείωση της περιβαλλοντικής επιβάρυνσης σε όλα τα στάδια του κύκλου ζωής του προϊόντος. Ακόμα, το Ecodesign μπορεί να ισχυροποιήσει σημαντικά τη θέση της επιχείρησης στην αγορά έναντι των επιχειρήσεων που δεν εφαρμόζουν Ecodesign.

Η παρούσα εργασία παρέχει την θεωρία και τη φιλοσοφία γύρω από το Ecodesign, όπως και μερικά από τα κυριότερα εργαλεία Ecodesign που εφαρμόζονται.

Παράλληλα προτείνει μία μεθοδολογία ιεράρχησης του προβλήματος, η οποία μπορεί να εξοικονομήσει σημαντικό χρόνο από την εκπόνηση μελέτης Ecodesign.

Το πρώτο βήμα της μεθοδολογίας είναι η ανάλυση και ο προσδιορισμός της λειτουργίας του προϊόντος, τα αποτελέσματα της οποίας καθορίζουν τις προδιαγραφές του προϊόντος και το βαθμό της καινοτομίας –επανασχεδιασμός, σχεδιασμός νέου προϊόντος, σχεδιασμός νέου συστήματος- που επιθυμείται για το προϊόν. Η επιχείρηση μπορεί αναλύοντας τη λειτουργία του προϊόντος να βρει και νέους τρόπους εξυπηρέτησης της λειτουργίας, οι οποίοι να συνδυάζουν προϊόντα και υπηρεσίες σε ένα σύστημα (PSS), με τέτοιο τρόπο ώστε να μειώνεται η κατανάλωση πόρων και ενέργειας και να ικανοποιείται η αειφορία.

Το δεύτερο βήμα της μεθοδολογίας είναι η ποσοτική ανάλυση του κύκλου ζωής για ένα αντιπροσωπευτικό προϊόν και ο εντοπισμός των περιβαλλοντικά αδύνατων και δυνατών σημείων του. Το βήμα αυτό εντοπίζει ένα προϊόν που να αντιπροσωπεύει τα προϊόντα της επιχείρησης

και εφαρμόζει ποσοτική ανάλυση του κύκλου ζωής του. Το εργαλείο που θα επιλεγεί για την ανάλυση εξαρτάται από τους πόρους και το χρόνο που είναι διατεθειμένη η επιχείρηση να ξοδέψει. Η επιλογή του αντιπροσωπευτικού προϊόντος μπορεί να "γλιτώσει" την επιχείρηση από αναλύσεις σε άλλα εφάμιλλα προϊόντα, εξοικονομώντας μ' αυτό το τρόπο πολύτιμο χρόνο και χρήμα για την επιχείρηση.

Τέλος, το τρίτο βήμα της μεθοδολογίας αφορά τη χρήση κανόνων. Οι κανόνες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για όλα τα εφάμιλλα προϊόντα του αντιπροσωπευτικού προϊόντος και να εστιάζουν σε μία συγκεκριμένη Ecodesign στρατηγική, η οποία επιλέχθει με βάση τα αποτελέσματα της ποσοτικής ανάλυσης. Η χρήση οδηγιών μπορεί να απλοποιήσει ιδιαίτερα τη διαδικασία του Ecodesign, αρκεί οι οδηγίες να είναι εξειδικευμένες ώστε να είναι πιο αξιόπιστα τα αποτελέσματα τους, αλλά και να ενσωματώνονται στην καθημερινότητα της επιχείρησης. Η εξειδίκευση των οδηγιών πρέπει να είναι ως προς τρία χαρακτηριστικά: το προϊόν, τον χρήστη των οδηγιών (σχεδιαστή) και την επιχείρηση. Οι οδηγίες πρέπει να διαφέρουν ανάλογα με την ομάδα προϊόντων και να προσαρμόζονται στα χαρακτηριστικά του εκάστοτε του προϊόντος. Ακόμα οι οδηγίες πρέπει να ενσωματώνονται στα καθήκοντα του σχεδιαστή και να μην αποτελούν ένα επιπρόσθετο βάρος. Πρέπει να είναι σύντομες και περιεκτικές σε πληροφορία, καθώς επίσης να δίνουν τη δυνατότητα στο χρήστη της για αναθεώρηση και εκσυγχρονισμό τους, σύμφωνα με τη γνώση και την εμπειρία του χρήστη. Τέλος, οι οδηγίες πρέπει να εναρμονίζονται και με άλλες παραμέτρους, οι οποίες αφορούν την επιχείρηση όπως είναι οι νόμοι, οι απαιτήσεις των πελατών κ.α. Για να επιτευχθεί κάτι τέτοιο απαιτείται ένα κοινό πλαίσιο που να ισχύει σε όλα τα τμήματα της επιχείρησης και υπό το οποίο να μπορούν να λαμβάνονται υπ' όψιν οι προϋποθέσεις και οι προσαρμογές που αφορούν το προϊόν.

## Βιβλιογραφία

**AMP.** (1998). "Environmental Excellence by Design", (unpublished leaflet).

**Argument,** L., Lettice, F. and Bhamra T. (1997). "Environmentally conscious design: matching industry requirements with academic research".

**Biswas,** S.; Gupta. and Patel P. (2005). "Sustainability: a Strategic Design issue for Product-Service-Systems".

**Boothroyd,** G. and Dewhurst, P. (1994). "Product design for manufacture and assembly". Knight., NY: Marcel Dekker.

**Bottcher,** H. and Hartman, R. (1997). "Eco-design: benefit for the environment and profit for the company", Industry and environment.

**Brezet,** H. and van Hemel, C.G. (1997). "A promising approach to sustainable production and consumption", TuDelft, Delft University of Technology, Delft, the Netherlands.

**Brezet,** J. C. et al (1994). "PROMISE Handleiding voor Milieugerichte Produkt Ontwikkeling", SDU Uitgeverij, Den Haag.

**Brezet,** J.C.; Bijma, A. and Silvester, S. (2000). "Innovative electronics as an opportunity for eco-efficient services", In: Anon., Joint International Congress and Exhibition. Electronics goes green 2000+. A challenge for the next millenium. Proceedings volume 1. Technical lectures, Berlin, Berlin: VDE Verlag.

**Burall,** P. (1991). "Green Design", Design Council, London.

**Datschefski**, E. (2000). "The Ten Innovative Principles." BioThinking International.

**Dewberry**, E., and Goggin, P. (1996). "Spaceship Ecodesign", Co-Design.

**Eco2-irn**. (1995). "Ecologically & Economically Sound Design and Manufacture - Interdisciplinary Research Network", (unpublished), Manchester Metropolitan University.

**Foster**, N. (1986). "Timing Technological Transitions", in Horwitch, M. (ed.) 'Technology in the Modern Corporation: A Strategic Perspective', (Pergamon Press, Inc.).

**Frei**, M. (1998). "Eco-effective product design: the contribution of environmental management in designing sustainable products", The Journal of Sustainable Product Design, 7.

**Fussler**, C. and James, P. (1996). "Driving Eco Innovation: A breakthrough discipline for innovation and sustainability", Pitman Publishing, London, UK.

**Gertsakis**, J.; Lewis H. and Ryan C. (1997). "A Guide to EcoReDesign: Improving the environmental performance of manufactured products", Centre for Design at RMIT, Melbourne.

**Goedkoop**, M.; van Halen C.; te Riele H. and Rommens Peter. (1999). "Product Service Systems, Ecological and Economic Basics".

**Goedkoop** M. and Spriensma R. (2000). "The Eco Indicator 99: A damage oriented method for Life Cycle Impact Assessment", Methodology report, 2nd Edition, Pre Consultants B.V., Amersfoort.

**Hauschild**, M.; Wenzel, H. and Alting, L. (1999). "Life cycle design – a route to the sustainable industrial culture", Annals of the CIRP.



**IPTS**, (1999). "Futures Project, Information and Communication Technology and the Information Society Pane", Report, N° Series 03, Seville: IPTS.

**Ishii**, K. (1998). "Modularity: a key concept in product life-cycle engineering".

**Johansson**, G. (2001). "Environmental Performance Requirements in Product Development - An Exploratory Study of Two Developmental Projects", Dissertations from the International Graduate School of Management and Industrial Engineering (IMIE), No 49, Doctoral Dissertation, Linköping Studies in Science and Technology, Dissertations, No. 681, Institute of Technology, Linköpings University, Linköping.

**JSPD** (1999). "The Journal of Sustainable Product Design. Issue 8: January 1999".

**Keoleian**, K. A. and Menarey, M. (1994). "Sustainable Development by Design: Review of Life Cycle Design and Related Approaches", Air & Waste, 44(May).

**Kretsloppsdelegationen** (1997). "Strategi för Kretsloppsanpassade material och varor", Report published by Kretsloppsdelegationen, Sverige, (in Swedish).

**Lambert**, A. and Gupta, S. (2004). "Disassembly modeling for assembly, maintenance, reuse, and recycling", The St. Lucie Press series on resource management.

**Larsson**, Emma (1997). "Managing Ecodesign in Industrial Design- a case study at Electrolux, Master of Science in Environmental Management and Policy", Lund University.

**Lier**, I. (2001). "Environmental product development- a review of the situation and where we are heading".

**Loriot, C.** (2003). "Implementing environmentally conscious product development in the Canadian industries: an industrial design systematic perspective", Master thesis, Lund University.

**Luttropp, C.** and Lagerstedt, J. (2005). "Ecodesign and the Ten Golden Rules: generic advices for merging environmental aspects into product development".

**Mackenzie, D.** (1991). "Green Design: Design for the Environment", Laurence King Ltd., London.

**Manzini E.** (2001). "Scenarios of Sustainable well-being".

**Manzini E.** and Vezzoli C. (2002). "A strategic design approach to develop sustainable product service systems: examples taken from the 'environmentally friendly innovation' Italian prize.

**McAloone, T.** (1998). "Industry Experiences of Environmentally Conscious Design Integration: An Exploratory Study", Doctoral Thesis, School of Industrial and Manufacturing Science - The CIM Institute, Cranfield University.

**Mont O.** (2000). "Product Service Systems, Final Report".

**Mont, O.** (2004). "Product-service-systems: Panacea or myth?", Doctoral Dissertation, Lund University.

**Otto, N.** and Wood L. (2001). "Product design: techniques in reverse engineering and new product development", Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.

**Papanek, V.** (1985). "Design for the Real World: Human Ecology and Social Change", Thames and Hudson, London. (ISBN 0-500-27358-8)

**Pine J.B** and **Gimore J.B.** (1999). "The Experience Economy: Work is Theatre and Every Business a Stage", Boston, Massachusetts: Harvard Business School Press.

**Rifkin, J.** (2000). "The Age of Access", New York: Putnam.

**Rose, C.** (2001). "Design for the environment: a method for formulating product End-Of-Life Strategies", Dissertation submitted to the department of mechanical engineering and the committee on graduate studies of Stanford University in partial fulfillment of the requirements for the degree of doctor of philosophy.

**Ryan, C.** (1996). "From EcoRedesign to Ecodesign", Eco Design.

**Ryan, C.** (1998). "Designing for Factor 20 improvement", Journal of Industrial Ecology.

**Senge, P.M.** and **Carlsted, G.** (2001). "Innovating Our Way to the Next Industrial Revolution", MIT Sloan Management Review, Winter.

**Sherwin, C.** and **Bhamra, T.** (1999). "Beyond Engineering: Ecodesign as a proactive approach to product innovation", Ecodesign '99: First International Symposium on Environmentally Conscious Design and Inverse Manufacturing. Tokyo, Japan.

**Sherwin, C.** (2000). "Innovative eco-design: An exploratory and descriptive study of Industrial Design practice", PhD thesis, School of Industrial and Manufacturing Science, Cranfield University.

**Sherwin, C.** and **Evans S.** (2000). "EcoDesign innovation: Is 'early' always the 'best'?", Proceedings of IEEE International Symposium, San Francisco, CA, USA.

**Simon, M.** (1994). "Sustainable Product Design", Workshop on Design for Environment and Implementation Of Environmental Aspects In Product Design, Zurich.

**Simon** M.; Poole S.; Sweatman A.; Evans S.; Bhamra T. and McAloone T. (2000). "Environmental priorities in strategic product development", Business Strategy and the Environment.

**Stahel**, W. (1997). "The Functional Economy: Cultural and Organisational Change", The Industrial Green Game: Implications for Environmental Design and Management. National Academy Press, Washington, D.C.

**Stevels**, A. (1996). "Absolute and Relative", Inaugural Address. Delft University, Delft, The Netherlands.

**Stevels**, A., Brezet, H. and Rombouts J. (1999) "Application of LCA in Eco-design: a critical review", The Journal of Sustainable Product Design.

**Tushman**, M. L. and Rosenkopf, L. (1992). "Organisational Determinants of Technology Change: Towards a Sociology of Technology Evolution", in Research in Organisational Behaviour, Vol. 14, (JAI Press, 1992).

**Van der Ryn**, S. and Cowan, S. (1996). "Ecological Design", Island Press, Washington, DC.

**van Hemel**, C. (1996). "Experiments in Dutch ecodesign", Co design.

**Vezzoli**, C. and Sciama, D. (2005). "Life Cycle Design: from general methods o product type specific guidelines and checklists: a method adopted to develop a set of checklist handbook for the eco-efficient design of NECTA vending machines".

**Von Weizsäcker**, E.; A. LOVINS and H. LOVINS (1997). "Factor 4-Doubling Wealth Halving Resource Use: A report to the Club of Rome", EarthScan.

**WCED**, (1987). "Our Common Future", The World Commission on Environment and Development, Oxford University Press, Oxford.

**Wimmer**, W.; Zust R. and Lee, K. (2004). “ECODESIGN implementation: a systematic guidance on integrating environmental considerations into product development”, Dordrecht, Springer.