ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

Τομέας Βιομηχανικής Διοίκησης & Επιχειρησιακής Έρευνας

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«Τεχνοοικονομική αξιολόγηση επενδύσεων σε υποδομές εικονικής επιφάνειας εργασίας, με τη χρήση της διαδικασίας αξιολόγησης κύκλου ζωής»

Φοιτητής :

Μακρής Δημήτριος

Επιβλέπων :

Αραβώσης Κωνσταντίνος, Λέκτορας Ε.Μ.Π.

Αθήνα, 2010

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το παρόν αποτελεί την διπλωματική μου εργασία ως αποκορύφωμα της φοιτητικής μου σταδιοδρομίας στη σχολή Μηχανολόγων Μηχανικών Ε.Μ.Π κατά την περίοδο 2004 – 2010. Κατά την περίοδο αυτή αποκόμισα γνώσεις, εμπειρίες και στρατηγικές σκέψης που θα αποτελέσουν τα σημαντικότερα εφόδια για την σταδιοδρομία μου ως επαγγελματία Μηχανολόγου Μηχανικού.

Απόρροια των εφοδίων αυτών αποτελεί η παρούσα εργασία η οποία συνετάχθη στα πλαίσια ενός ερευνητικού προγράμματος, περιβαλλοντικού ενδιαφέροντος κι ευαισθησίας, που διεξάγεται από τον τομέα Βιομηχανικής Διοίκησης & Επιχειρησιακής Έρευνας του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά για την υποστήριξη, την συμπαράσταση και την συμβουλευτική παρεμβατικότητα τους, τους κυρίους Αραβώση Κωνσταντίνο και Σωμάκο Λεωνίδα, καθώς διαδραμάτισαν εξέχουσας σημασίας ρόλο στην εκπόνηση της. Επιπρόσθετα θα ήθελα να ευχαριστήσω την εταιρεία Tecvocate Inc. και τον Δρ. Ματθαίο Μαχαίρα για την ενημέρωση που μου παρασχέθηκε, σχετικά με τις υποδομές εικονικής επιφάνειας εργασίας και για τα στοιχεία κύκλου ζωής των ελαφρών τερματικών της IGEL που ήταν απαραίτητα για την ολοκλήρωση της τεχνοοικονομικής ανάλυσης.

Η εργασία αυτή είναι αφιερωμένη στους γονείς μου, Ανδρέα κι Ευαγγελία, που αποτελούν ακρογωνιαίο λίθο κάθε μικρής ή μεγάλης επίτευξης κι επιτυχίας, κατά τη μέχρι στιγμής πορεία μου.

Μακρής Δημήτριος

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ 1

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ 2

ΕΙΣΑΓΩΓΗ 11

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΕΝΝΟΙΑ ΤΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ ΤΕΡΜΑΤΙΚΟΥ – ΔΙΑΚΟΜΙΣΤΗ 13

1.1 Ορισμός υποδομής τερματικού – διακομιστή; 13

1.2 Τερματικό 14

1.3 Διακομιστής 16

1.4 Σύνδεση τερματικού και διακομιστή 17

1.4.1 Επίπεδο διασύνδεσης 19

1.4.2 Επίπεδο διαδικτύου 19

1.4.3 Επίπεδο μεταφοράς 20

1.4.4 Επίπεδο εφαρμογών 21

1.5 Πολυστρωματική αρχιτεκτονική 21

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΥΠΟΔΟΜΗ ΕΙΚΟΝΙΚΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 24

2.1 Ορισμός της εικονικής επιφάνειας εργασίας 24

2.2 Τερματικοί σταθμοί εργασίας 24

2.2.1 Ελαφρύ τερματικό 25

2.2.1.1 Ιστορικό 25

2.2.1.2 Χαρακτηριστικά ελαφρού τερματικού 26

2.2.2 Μηδενικό τερματικό 29

2.3 Εταιρικές προκλήσεις που αφορούν τη διαχείριση των υπολογιστών 30

2.4 Λειτουργικότητα και πλεονεκτήματα της υποδομής εικονικής επιφάνειας εργασίας 33

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ 36

3.1 Εισαγωγή στην έννοια της αξιολόγησης κύκλου ζωής 36

3.2 Πρότυπα τυποποίησης που αφορούν τη διαδικασία αξιολόγησης κύκλου ζωής 37

3.3 Μεθοδολογία της διαδικασίας αξιολόγησης 38
3.4 Καθορισμός στόχου και πλαισίου 39
3.4.1 Καθορισμός του στόχου 40
3.4.2 Καθορισμός του πλαισίου 41
3.4.2.1 Λειτουργική μονάδα και ροή αναφοράς.....41
3.4.2.2 Όρια του Συστήματος.....42
3.4.2.3 Κριτήρια για την ένταξη των εισροών και εκροών στα όρια του συστήματος.....42
3.4.2.4 Κατανομή 43
3.4.2.5 Η παρακολούθηση των απαιτήσεων ποιότητας των δεδομένων.....44
3.5 Απογραφή 45
3.6 Αξιολόγηση επιπτώσεων 46
3.6.1 Ο διεθνής οργανισμός τυποποίησης σχετικά με τις μεθόδους αξιολόγησης των επιπτώσεων.....47
3.6.2 Επιλογή μεθόδων και κατηγοριών επιπτώσεων 48
3.6.3 Ταξινόμηση 49
3.6.4 Χαρακτηρισμός 49
3.6.5 Προαιρετικά βήματα 50
3.6.6 Ομαλοποίηση.....50
3.6.7 Ομαδοποίηση και κατάταξη 51
3.6.9 Εκτίμηση ζημιάς.....51
3.6.10 Στάθμιση.....52
3.7 .Ερμηνεία.....53
3.7.1 Η ερμηνεία σύμφωνα με το πρότυπο 14043 53
3.7.2 Αβεβαιότητα.....53
3.7.3 Αβεβαιότητα των δεδομένων 53
3.7.4 Αβεβαιότητες της αντιπροσωπευτικότητας του μοντέλου.....53
3.7.5 Αβεβαιότητες δεδομένων λόγω ημιτελούς μοντέλου.....54

3.7.6 Ανάλυση ευαισθησίας 55
3.7.7 Ανάλυση συνεισφοράς 55
3.7.8 Ανάλυση συνεισφοράς στο λογισμικό SimaPro.....56
3.7.9 Ανάλυση επιβάρυνσης (Gravity analysis).....56
3.7.10 Ανάλυση επιβάρυνσης στο λογισμικό SimaPro.....57
3.7.11 Τα αποτελέσματα της απογραφής 57
3.7.12 Τα αποτελέσματα της απογραφής στο λογισμικό SimaPro 57
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΠΑΙΤΗΣΕΩΝ ΚΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ 59
4.1 Μικτή ενέργεια (Energy, GER (Gross Energy Requirement)).....59
4.2 Ηλεκτρική ενέργεια (Energy, Electricity) 59
4.3 Θερμιδική αξία πρώτων υλών (Energy, Caloric value of feedstock).....59
4.4 Κατανάλωση νερού από διεργασίες (Water consumption, process).....59
4.5 Κατανάλωση νερού για ψύξη (Water consumption, cooling).....60
4.6 Επικίνδυνα απόβλητα (Waste, Hazardous) 60
4.7 Ακίνδυνα απόβλητα (Waste, Non Hazardous) 60
4.8 Υπερθέρμανση του πλανήτη (Global Warming Potential – GWP).....61
4.9 Τοξικότητα (Acidification - AD) 66
4.10 Πτητικές οργανικές ενώσεις (Volatile Organic Compounds – VOC).....67
4.11 Ανθεκτικές οργανικές ενώσεις (Persistent Organic Compounds – POC).....68
4.12 Βαρέα μέταλλα (Heavy metals to air – HM).....69
4.13 Πολυκυκλικοί Αρωματικοί Υδρογονάνθρακες (Polycyclic Aromatic Hydrocarbons – PAH).....71
4.14 Αιωρούμενα σωματίδια (Particualte Matter -PM) 71
4.15 Βαρέα μέταλλα στο νερό (Heavy metals to water (HM)) 71
4.16 Ευτροφισμός (Eutrophication – EUP).....72
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΥΛΙΚΩΝ ΚΑΙ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ 75
5.1 Περιγραφή χαρακτηριστικών 75

5.1.1 Επιτραπέζιος υπολογιστής....75
5.1.2 Ελαφρύ τερματικό....75
5.1.3 Διακομιστής....75
5.2 Περιγραφή υλικών....76
5.2.1 Ηλεκτρονικά (Electronics)....77
5.2.1.1 Πυκνωτές και πηνία (Big caps and coils)....77
5.2.1.2 Ολοκληρωμένα κυκλώματα (IC's large)....78
5.2.1.3 Ολοκληρωμένα κυκλώματα (IC's small)....79
5.2.1.4 Ηλεκτρονική πλακέτα (PWB ½ lay 3.75 kg/m2)....80
5.2.1.5 Ηλεκτρονική πλακέτα (PWB 6 lay 4.5 kg/m2)....81
5.2.1.6 Θύρες διασύνδεσης (Slots/ext. Ports)....82
5.2.1.7 Μικροσυσκευές και λυχνίες (SMD/LED's avg)....83
5.2.1.8 Υλικό συγκόλλησης (Solder SnAgCu 0.5)....84
5.2.1.9 Πλακέτα ελέγχου (Controller Board)....85
5.2.2 Μεταλλικά στοιχεία (Metals)....86
5.2.2.1 Χυτό αλουμίνιο (Al diecast 85%)....86
5.2.2.2 Φύλλα αλουμινίου (Al sheet/extrusion 11%)....87
5.2.2.3 Χυτοσίδηρος (Cast iron 85%)....88
5.2.2.4 Φύλλα και σωλήνες χαλκού (Cu tube/sheet 60 %)....89
5.2.2.5 Χάλκινες σπείρες (Cu winding wire 0%)....90
5.2.2.6 Χάλκινα καλώδια (Cu wire 0%)....91
5.2.2.7 Φερρίτης (Ferrite 0%)....92
5.2.2.8 Γαλβανισμένος χάλυβας (Steel sheet galv. 5%)....93
5.2.2.9 Πλαίσια χάλυβα (St tube/profile 50%)....94
5.2.2.10 Χαλύβδινα πηνία (Stainless 18/8 coil 63%)....95
5.2.3 Πλαστικά στοιχεία (Πολυμερή) (Plastics)....96
5.2.3.1 ABS....96

5.2.3.2 Επόξυ (Epoxy) 97
5.2.3.3 Flex PUR 98
5.2.3.4 Πολυαιθυλένιο (LDPE) 99
5.2.3.5 Νάιλον (PA 6) 100
5.2.3.6 Πολυανθρακικά στοιχεία (PC) 101
5.2.4 Διάφορα μέρη 102
5.2.4.1 Χαρτόνι συσκευασίας (Cardboard 90%) 102
5.2.4.2 Χαρτί (Office paper 0%) 103
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΩΝ 105
6.1 Επιμετάλλωση χαλκού, νικελίου και χρωμίου (Cu/Ni/Cr plating) 105
6.2 Επένδυση με επόξυ (Powder Coating 0%) 106
6.3 Επεξεργασία πλαστικών (Manufacturing all plastic parts) 106
6.4 Επεξεργασία μερών αλουμινίου (Manufacturing foundries Al) 107
6.5 Επεξεργασία μερών σιδήρου, χαλκού και ψευδαργύρου (Manufacturing foundries Fe/Cu/Zn) 108
6.6 Επεξεργασία μετάλλων (Manufacturing sheetmetal) 109
6.7 Επεξεργασία αποβλήτων μετάλλου (Manufacturing sheetmetal scrap) 110
6.8 Συναρμολόγηση κυκλωμάτων (PWB assembly) 111
6.9 Εξαιρέσεις 113
6.10 Συναρμολόγηση και μεταφορά ηλεκτρονικών ανά κυβικό μέτρο προϊόντος (Assembly and distribution per m3 CE & ICT) 113
6.11 Συναρμολόγηση και μεταφορά ανά προϊόν (Assembly and distribution per product) 114
6.12 Διανομή και μεταφορά ανά κυβικό μέτρο προϊόντος (Distribution and retail per m3) 115
6.13 Διανομή και μεταφορά ανά προϊόν (Distribution and retail per product) 117
6.14 Ηλεκτρική ενέργεια (Electricity) 118
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΤΑΔΙΩΝ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ 120

4.1 Στάδιο παραγωγής 120
7.1.1 Ελαφρύ τερματικό 120
7.1.1.1 Πλαστικά μέρη ελαφρού τερματικού (Plastics of thin client) 120
7.1.1.2 Ηλεκτρονικά του ελαφρού τερματικού (Electronics of thin client) 121
7.1.1.3 Μεταλλικά και διάφορα μέρη του ελαφρού τερματικού (Metals and Miscellaneous of thin client) 122
7.1.1.4 Ελαφρύ τερματικό (Thin client) 122
7.1.2 Επιτραπέζιος υπολογιστής 123
7.1.2.1 Πλαστικά μέρη επιτραπέζιου υπολογιστή (Plastics of Desktop Pc) 123
7.1.2.2 Ηλεκτρονικά του επιτραπέζιου υπολογιστή (Electronics of Desktop Pc) 124
7.1.2.3 Μεταλλικά και διάφορα μέρη του επιτραπέζιου υπολογιστή (Metals and Miscellaneous of desktop) 125
7.1.2.4 Επιτραπέζιος υπολογιστής (Desktop Pc) 125
7.1.3 Διακομιστής (Server) 126
7.1.3.1 Πλαστικά μέρη διακομιστή (Plastics of server) 126
7.1.3.2 Ηλεκτρονικά του διακομιστή (Electronics of server) 127
7.1.3.3 Μεταλλικά και διάφορα μέρη διακομιστή (Metals and Miscellaneous of server) 127
7.1.3.4 Διακομιστής (server) 128
7.2 Στάδιο χρήσης 129
7.2.1 Ελαφρύ τερματικό 129
7.2.2 Επιτραπέζιος υπολογιστής 131
7.2.3 Διακομιστής 132
7.3 Στάδιο διάθεσης 134
7.3.1 Διαχείριση αποβλήτων (Waste treatment) 134
7.3.1.1 Περιβαλλοντικό κόστος διάθεσης (Disposal, environmental costs) 135
7.3.1.1.1 Αποτέφρωση (Incinerated) 135

7.3.1.1.2 Ταφή (Landfill).....136

7.3.1.1.3 Επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωση πλαστικών (Plastics, re – use, recycle) 137

7.3.1.2 Ανακύκλωση ηλεκτρονικών (Electronics recycling) 138

7.3.1.3 Ανακύκλωση πλαστικών (Plastics recycling) 139

7.3.1.4 Επαναχρησιμοποίηση πλαστικών (Reuse or closed loop recycling plastics).....141

7.3.1.5 Θερμική ανακύκλωση πλαστικών (Thermal recycling plastics).....141

7.3.1.6 Ανακύκλωση μετάλλων και υπολοίπων υλικών (Metals and miscellaneous recycling).....142

7.3.2 Σενάριο διαχείρισης αποβλήτων (Waste scenario) 143

7.3.2.1 Ταφή εναπομεινάντων αποβλήτων (Landfill of remaining waste) 143

7.3.2.2 Ανακύκλωση πλαστικών (Plastic recycling).....143

7.3.2.3 Ανακύκλωση ηλεκτρονικών (Recycling electronics).....144

7.3.2.4 Επαναχρησιμοποίηση πλαστικών (Reuse or closed loop recycling plastics).....145

7.3.2.5 Θερμική ανακύκλωση πλαστικών (Thermal recycling plastics).....146

7.3.2.6 Ανακύκλωση μετάλλων και υπολοίπων υλικών (Recycling metals and Miscellaneous).....147

7.3.3 Σενάριο διάθεσης και αποσυναρμολόγηση (Disposal scenario and Disassembly) 148

7.3.3.1 Σενάριο διαχείρισης ηλεκτρονικών (Waste scenario for electronics).....149

7.3.3.2 Σενάριο διαχείρισης πλαστικών (Waste scenario for plastics).....150

7.3.3.3 Σενάριο διάθεσης ηλεκτρονικών ελαφρού τερματικού (Disposal scenario for electronics, Thin client).....150

7.3.3.4 Σενάριο διάθεσης ηλεκτρονικών επιτραπέζιου υπολογιστή (Disposal scenario for electronics, Desktop).....151

7.3.3.5 Σενάριο διάθεσης ηλεκτρονικών διακομιστή (Disposal scenario for electronics, Server) 151

7.3.3.6 Σενάριο διάθεσης πλαστικών ελαφρού τερματικού (Disposal scenario for plastics, Thin client) 152

7.3.3.7 Σενάριο διάθεσης πλαστικών επιτραπέζιου υπολογιστή (Disposal scenario for plastics, Desktop) 152

7.3.3.8 Σενάριο διάθεσης πλαστικών διακομιστή (Disposal scenario for plastics, server) 153

7.3.3.9 Σενάριο διάθεσης μετάλλων και υπολοίπων μερών ελαφρού τερματικού (Disposal scenario for metals and miscellaneous, Thin client) 153

7.3.3.10 Σενάριο διάθεσης μετάλλων και υπολοίπων μερών επιτραπέζιου υπολογιστή (Disposal scenario for metals and miscellaneous, Desktop) 154

7.3.3.11 Σενάριο διάθεσης μετάλλων και υπολοίπων μερών διακομιστή (Disposal scenario for metals and miscellaneous, Server) 154

7.3.3.12 Αποσυναρμολόγηση ελαφρού τερματικού (Disassembly of thin client) 155

7.3.3.13 Αποσυναρμολόγηση επιτραπέζιου υπολογιστή (Disassembly of desktop).....156

7.3.3.14 Αποσυναρμολόγηση διακομιστή (Disassembly of server).....156

7.3.3.15 Σενάριο διάθεσης ελαφρού τερματικού (Disposal scenario, Thin client).....157

7.3.3.16 Σενάριο διάθεσης επιτραπέζιου υπολογιστή (Disposal scenario, Desktop).....158

7.3.3.17 Σενάριο διάθεσης διακομιστή (Disposal scenario, Server).....158

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΣΥΣΚΕΥΩΝ, ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ 40 ΕΠΙΤΡΑΠΕΖΙΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΥΠΟΔΟΜΗΣ ΕΙΚΟΝΙΚΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ, ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ SIMAPRO 7.2 159

8.1 Περιγραφή χρησιμοποιούμενων εφαρμογών 159

8.1.1 Μέθοδος αξιολόγησης επιπτώσεων.....159

8.1.2 Χαρακτηρισμός (Characterization) 160

8.1.3 Αξιολόγηση ζημιάς (Damage Assessment).....161

8.1.4 Δίκτυο απεικόνισης 163

8.1.5 Δέντρο διαδικασιών.....164

8.1.6 Ανάλυση 164

8.1.7 Σύγκριση.....164

8.2 Ανάλυση κύκλου ζωής ελαφρού τερματικού 165

8.2.1 Δίκτυα απεικόνισης και αξιολόγηση κύκλου ζωής ελαφρού τερματικού 165
8.3 Ανάλυση κύκλου ζωής επιτραπέζιου υπολογιστή 182
8.3.1 Δίκτυα απεικόνισης και αξιολόγηση κύκλου ζωής επιτραπέζιου υπολογιστή 182
8.4 Ανάλυση κύκλου ζωής συστήματος σαράντα επιτραπέζιων υπολογιστών.....203
8.4.1 Δίκτυα απεικόνισης και αξιολόγηση κύκλου ζωής συστήματος σαράντα επιτραπέζιων υπολογιστών 203
8.5 Ανάλυση κύκλου ζωής υποδομής εικονικής επιφάνειας εργασίας 224
8.5.1 Δίκτυα απεικόνισης και αξιολόγηση κύκλου ζωής υποδομής εικονικής επιφάνειας εργασίας.....224
8.6 Σύγκριση απαιτήσεων κι επιπτώσεων συστήματος σαράντα επιτραπέζιων υπολογιστών και υποδομής εικονικής επιφάνειας εργασίας. 243
8.7 Ερμηνεία των διαγραμμάτων χαρακτηρισμού και αξιολόγησης ζημιάς.....246
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9. ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΩΝ ΔΥΟ ΣΕΝΑΡΙΩΝ .249
9.1 Σύγκριση πρωταρχικών επιλογών 249
9.2 Αξιολόγηση αντικατάστασης συστήματος σαράντα επιτραπέζιων υπολογιστών με σαράντα ελαφρά τερματικά εξαρτώμενα από έναν διακομιστή.....253
9.2.1 Πέμπτο έτος.....253
9.2.2 Τέταρτο έτος.....253
9.2.3 Τρίτο έτος 254
9.2.4 Δεύτερο έτος.....255
9.2.5 Πρώτο έτος 255
9.3 Μελέτη περιπτώσεων 256
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....260
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 265
Π.1 Απογραφή κύκλου ζωής ψυγείου 265
Π.2 Δίκτυα απεικόνισης κύκλου ζωής ψυγείου 267
Π.3 Ερμηνεία των αποτελεσμάτων 281
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....283

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρούσα διπλωματική εργασία αποσκοπεί στην μελέτη και αποτύπωση της εγκατάστασης και λειτουργίας ενός ολοκληρωμένου υπολογιστικού συστήματος, βασισμένου στην υποδομή της εικονικής επιφάνειας εργασίας (Virtual Desktop Infrastructure), καθώς και την πολυεπίπεδη αξιολόγηση του. Η υποδομή αυτή, η οποία αποτελεί βασικό μέρος της γενικότερης αρχιτεκτονικής του Cloud Computing, είναι η πλέον πρόσφατη εξέλιξη στο χώρο της πληροφορικής και αποτελεί σύμφωνα με πολλούς μια τεχνολογική επανάσταση, μεγέθους ανάλογου με αυτή της μαζικής χρήσης του διαδικτύου κατά τη δεκαετία του 1990.

Στην σημερινή εποχή όπου η τεχνολογική κι επιστημονική εξέλιξη μπορούν να χαρακτηριστούν αλματώδεις, μπορούμε να διακρίνουμε μια συνεχή τάση για εκσυγχρονισμό και εναρμόνιση με τα τεχνολογικά δεδομένα σε όλα τα επίπεδα και τους τομείς της επιχειρηματικής δραστηριοποίησης και της παροχής υπηρεσιών από δημοσίους φορείς. Η συγκεκριμένη τάση είναι αποτέλεσμα αφ' ενός μεν, της ανάγκης για διευκόλυνση του συνόλου των ενεργειών που λαμβάνουν χώρα σε όλα τα στάδια της διεκπεραίωσης των απαιτούμενων επιχειρηματικών διαδικασιών και αφ' ετέρου της επιτακτικής, πολλές φορές, αναζήτησης μεθόδων που θα καταστήσουν μια επιχείρηση περισσότερο ανταγωνιστική. Η τεχνολογική πρόοδος εξασφαλίζει, εκτός των άλλων, μια απλοποίηση των καθημερινών δραστηριοτήτων του εκάστοτε επωφελούμενου από αυτή. Για μια επιχείρηση το συγκεκριμένο γεγονός συνεπάγεται οφέλη τόσο σε οικονομικό, όσο και σε λειτουργικό επίπεδο, κάτι που εξ' ολοκλήρου εξυπηρετεί αρχικά τιθέμενους στόχους της όπως η κερδοφορία και η αρμονική κι επιτυχής λειτουργία της.

Η υποδομή εικονικής επιφάνειας εργασίας, όπως θα δούμε από την ανάλυση που θα γίνει, απλοποιεί σε πολύ μεγάλο βαθμό την διαδικασία της μηχανοργάνωσης μιας επιχείρησης, μειώνοντας το κόστος εγκατάστασης και λειτουργίας, ενώ παράλληλα επαυξάνεται η αποτελεσματικότητα των επιχειρησιακών διαδικασιών και η ασφάλεια των δεδομένων της. Πρόκειται λοιπόν για μια υποδομή που αναμένεται να χρησιμοποιηθεί ευρέως στο άμεσο μέλλον σε κάθε είδους κερδοσκοπικούς οργανισμούς και δημόσιες υπηρεσίες καθώς εξασφαλίζει πολλαπλά οφέλη.

Στα κεφάλαια που ακολουθούν, εκτός από μια θεωρητική αναφορά στους συντελεστές που σχετίζονται με τα προς μελέτη στοιχεία, θα πραγματοποιηθεί η ανάλυση ολόκληρου του κύκλου ζωής των πιθανών συνιστωσών της διάταξης των ηλεκτρονικών συσκευών μιας μικρομεσαίας επιχείρησης.

Αρχικά θα παρουσιαστούν τα υλικά και τα στοιχεία που θα χρησιμοποιηθούν καθώς και οι απαραίτητες διαδικασίες που πρέπει να λάβουν χώρα προκειμένου να κατασκευαστούν, να μεταφερθούν, να χρησιμοποιηθούν και να διατεθούν προς ανακύκλωση, επαναχρησιμοποίηση ή ταφή οι εξεταζόμενες ηλεκτρονικές συσκευές. Κάθε ένα από τα υλικά από τα οποία απαρτίζονται οι συσκευές αυτές αλλά και οι διεργασίες που εκτελούνται, έχουν κάποιες απαιτήσεις καθώς και περιβαλλοντικές επιπτώσεις, που θα αναφερθούν λεπτομερώς.

Έπειτα θα αναλυθούν ο επιτραπέζιος υπολογιστής (Desktop PC), ο διακομιστής (Server) και το ελαφρύ τερματικό (Thin Client), ώστε να γίνει αντιληπτό ποιες είναι οι δυνατότητες κάθε ενός, καθώς και από ποια τμήματα και υλικά αποτελούνται. Σε ένα τελικό στάδιο θα γίνει σύγκριση δύο εναλλακτικών σεναρίων εξοπλισμού μιας επιχείρησης, με τη λεπτομερή ανάλυση των πλεονεκτημάτων και μειονεκτημάτων τους. Η ανάλυση αυτή θα λαμβάνει υπ' όψιν οικονομικά αλλά και περιβαλλοντικά κριτήρια ούτως ώστε να πραγματοποιηθεί μια σφαιρική επισκόπηση του προς ανάλυση θέματος.

Απώτερος στόχος είναι η μελέτη σκοπιμότητας της εγκατάστασης μιας υποδομής εικονικής επιφάνειας εργασίας. Αυτή θα περιλαμβάνει την χρήση σαράντα ελαφρών τερματικών και ενός διακομιστή, στο περιβάλλον του οποίου θα λειτουργούν τα εν λόγω τερματικά. Η σύγκριση θα πραγματοποιηθεί μεταξύ της προαναφερθείσας υποδομής και ενός συστήματος σαράντα επιτραπέζιων υπολογιστών.

Όλα τα παραπάνω θα υλοποιηθούν με τη βοήθεια του λογισμικού SimaPro 7.2 της εταιρίας PRE.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΕΝΝΟΙΑ ΤΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ ΤΕΡΜΑΤΙΚΟΥ – ΔΙΑΚΟΜΙΣΤΗ

1.1 Ορισμός υποδομής τερματικού – διακομιστή;

Η υποδομή τερματικού – διακομιστή περιγράφει τη σχέση μεταξύ δύο προγραμμάτων υπολογιστών, όπου το πρόγραμμα του τερματικού πραγματοποιεί μια αίτηση υπηρεσιών από αυτό του διακομιστή, το οποίο εκτελεί τις απαιτούμενες ενέργειες προκειμένου να ικανοποιήσει την αίτηση αυτή. Παρόλο που η τεχνική αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί και μεταξύ προγραμμάτων του ίδιου υπολογιστή, είναι σαφώς σημαντικότερη η εφαρμογή της μέσω ενός δικτύου. Σε ένα δίκτυο, το μοντέλο τερματικού – διακομιστή παρέχει τη δυνατότητα, να αλληλοσυνδεθούν προγράμματα που είναι διανεμημένα σε διαφορετικές τοποθεσίες[1].

Η βασική αρχή της υποδομής αυτής στηρίζεται στην ανοικτή διασύνδεση των δύο πλευρών. Πρόκειται για μια αλληλοεξαρτώμενη σχέση μεταξύ τερματικού και διακομιστή στην οποία η κάθε πλευρά έχει τον δικό της ρόλο και καμία από τις δύο δεν μπορεί να εκτελέσει μια εργασία που σχετίζεται με αυτή την επικοινωνία, χωρίς τη βοήθεια της άλλης.

Η διαδικασία της επικοινωνίας μεταξύ τερματικού και διακομιστή, περιλαμβάνει τα ακόλουθα βήματα [2]:

1. Ο χρήστης δημιουργεί μια αίτηση ή ένα ερώτημα.
2. Το τερματικό μορφοποιεί το ερώτημα και το στέλνει στον διακομιστή.
3. Ο διακομιστής ελέγχει την δυνατότητα πρόσβασης του χρήστη.
4. Ο διακομιστής επεξεργάζεται το ερώτημα και επιστρέφει τα αποτελέσματα.
5. Το τερματικό λαμβάνει την ανταπόκριση και τη μορφοποιεί για τον χρήστη.
6. Ο χρήστης βλέπει και χειρίζεται κατάλληλα τις πληροφορίες.

Η κλασσική αρχιτεκτονική τερματικού – διακομιστή αποτελείται από έναν υπολογιστή μεγάλης ισχύος, που αποτελεί τον διακομιστή κι ένα ή περισσότερα τερματικά. Οι εφαρμογές ελέγχονται και διανέμονται από τον διακομιστή και σε αυτόν πραγματοποιείται η διαχείριση των πληροφοριών, η εκτέλεση των εφαρμογών και η μορφοποίηση του τρόπου εμφάνισης τους. Οι χρήστες αλληλεπιδρούν με το κεντρικό σύστημα μέσω των τερματικών, τα οποία απλώς εμφανίζουν τις πληροφορίες που έχουν υποστεί επεξεργασία στον διακομιστή. Αν και

[1] http://searchnetworking.techtarget.com/sDefinition/0,,sid7_gci211796,00.html, 2010
[2] http://www.it.uom.gr/project/client_server/theoria1.htm, 2010

υπάρχουν αρκετά πιο σύνθετες αρχιτεκτονικές για την εξυπηρέτηση εργασιών που έχουν περισσότερες απαιτήσεις, αυτή είναι η πιο συνηθισμένη αρχιτεκτονική που χρησιμοποιείται σήμερα.

Με την εκμετάλλευση του μοντέλου τερματικού - διακομιστή επιτυγχάνονται τα εξής[3]:

- Υψηλό επίπεδο αξιοπιστίας.
- Κεντρικός έλεγχος της πρόσβασης και της διαχείρισης των δεδομένων από τον διακομιστή που περιλαμβάνει ισχυρότερα εργαλεία ελέγχου από τα τερματικά.
- Αποτελεσματικότερη χρήση της υπολογιστικής ισχύος.
- Μείωση του πάγιου κόστους συντήρησης, δημιουργώντας συστήματα τερματικών – διακομιστή που απαιτούν, περιορισμένη ενασχόληση με τη συγκεκριμένη διαδικασία και καθώς και λιγότερο χρόνο για αναβάθμιση.
- Αύξηση της παραγωγικότητας, προσφέροντας στους χρήστες ανοικτή πρόσβαση σε απαραίτητα σε αυτούς δεδομένα μέσω σταθερών και εύχρηστων διασυνδέσεων.
- Ευελιξία και δυνατότητα δημιουργίας εύχρηστων συστημάτων και υποδομών που υποστηρίζουν πολλά περιβάλλοντα.

Όπως προαναφέρθηκε, η σχέση μεταξύ τερματικού και διακομιστή μπορεί να αναφέρεται και σε προγράμματα που τρέχουν στον ίδιο υπολογιστή. Ωστόσο, επειδή η θεματολογία του παρόντος έγκειται στην αξιολόγηση της υποδομής εικονικής επιφάνειας εργασίας που θα αναλυθεί στη συνέχεια, στο εξής κάθε αναφορά σε υποδομή τερματικού – διακομιστή, αφορά απομακρυσμένα υπολογιστικά συστήματα.

Η υποδομή τερματικού – διακομιστή αποτελεί μια διασύνδεση υπολογιστών που, προκειμένου να λειτουργήσει εποικοδομητικά, απαιτεί την αποτελεσματική λειτουργία, αλλά και συνεργασία των τερματικών, του διακομιστή και της σύνδεσης μεταξύ τους. Κάθε μια από αυτές τις παραμέτρους θα περιγραφεί στη συνέχεια.

1.2 Τερματικό

Το τερματικό σε μια υποδομή τερματικού – διακομιστή είναι ένας υπολογιστής στον οποίο έχει άμεση πρόσβαση ένας χρήστης. Ο όρος αυτός χρησιμοποιήθηκε, για πρώτη φορά, για να περιγράψει υπολογιστικά συστήματα που δεν ήταν ικανά να τρέξουν κάποια προγράμματα χρησιμοποιώντας αποκλειστικά το δικό τους σύνολο υλικού, αλλά μόνο κατόπιν επικοινωνίας

[3] http://www.it.uom.gr/project/client_server/theoria1.htm, 2010, http://en.wikipedia.org/wiki/Client%E2%80%93server_model, 2010

με κάποιον απομακρυσμένο υπολογιστή μέσω ενός δικτύου[4]. Σαν έννοια αποτελεί έναν υπολογιστή που είναι άμεσα εξαρτημένος από έναν άλλο.

Το υλικό των τερματικών ποικίλλει ανάλογα με το είδος της υπολογιστικής συσκευής. Επειδή ένα τερματικό μπορεί να είναι από αυτόνομος υπολογιστής, μέχρι και ολοκληρωτικά εξαρτημένος, δεν υπάρχει συγκεκριμένο εύρος υλικού. Αντίστοιχα το ίδιο ισχύει και για το λειτουργικό του σύστημα και το εγκατεστημένο λογισμικό. Τα συνηθέστερα, όμως, λειτουργικά συστήματα των τερματικών είναι τα Windows, το OS/2, το System 7, το UNIX και το LINUX.

Τα τερματικά χωρίζονται σε διάφορες κατηγορίες ανάλογα με τον βαθμό εξάρτησης τους από τον διακομιστή τους και κατ' επέκταση από το σύνολο των λειτουργιών που μπορούν να εκτελέσουν. Οι τρεις βασικές κατηγορίες τερματικών είναι οι εξής[5] :

- Ισχυρό τερματικό
- Ελαφρύ τερματικό
- Υβριδικό τερματικό

Το ισχυρό τερματικό είναι ένας συμβατικός προσωπικός υπολογιστής που μπορεί να λειτουργήσει και ανεξάρτητα ωστόσο για κάποιες εργασίες απαιτείται η επικοινωνία με έναν διακομιστή. Έχει δυνατότητα τοπικής αποθήκευσης κι επεξεργασίας και πραγματοποιεί την πλειοψηφία των λειτουργιών του τοπικά, χωρίς να στηρίζεται απαραίτητα σε κάποιον διακομιστή.

Το ελαφρύ τερματικό είναι μια μικρογραφία ενός τερματικού και χρησιμοποιεί τους πόρους ενός διακομιστή. Γενικά η λειτουργία που εκτελεί είναι η γραφική απεικόνιση των δεδομένων που του παρέχονται από έναν διακομιστή εφαρμογών, στον οποίο εκτελείται η πλειοψηφία της επεξεργασίας των δεδομένων αυτών ή από έναν διακομιστή βάσεων δεδομένων. Χαρακτηριστικό του είναι η αδυναμία τοπικής αποθήκευσης κι επεξεργασίας. Το ελαφρύ τερματικό θα αναλυθεί περεταίρω σε επόμενο κεφάλαιο καθώς χρησιμοποιείται στην υποδομή της εικονικής επιφάνειας εργασίας.

Το υβριδικό τερματικό είναι μια μίξη των άλλων δύο. Έχει δυνατότητα τοπικής επεξεργασίας αλλά η αποθήκευση πραγματοποιείται στον διακομιστή. Προσφέρει πλεονεκτήματα του

---

[4] http://en.wikipedia.org/wiki/Client_(computing), 2010
[5] http://en.wikipedia.org/wiki/Client_(computing), 2010

ισχυρού τερματικού όπως υποστήριξη αναπαραγωγής πολυμέσων και υψηλή ταχύτητα και απόδοση, αλλά και του ελαφρού τερματικού όπως υψηλή διαχειριστική ικανότητα κι ευελιξία.

1.3 Διακομιστής

Ως διακομιστής ορίζεται ένας υπολογιστής ή μια σειρά υπολογιστών που εξυπηρετούν άλλους υπολογιστές, συνήθως τερματικά αλλά και άλλους διακομιστές. Αυτοί οι υπολογιστές μπορεί να χρησιμοποιούνται είτε από έναν συγκεκριμένο αριθμό χρηστών, για παράδειγμα σε μια εταιρία ή σε έναν οργανισμό, είτε από οποιονδήποτε χρήστη υλοποιήσει μια αίτηση μέσω του διαδικτύου.

Το υλικό του διακομιστή ποικίλει ανάλογα με τις απαιτήσεις, τον αριθμό των τερματικών που εξυπηρετούνται από αυτόν, τις προοπτικές χρήσης του και πολλούς άλλους παράγοντες. Ωστόσο θα πρέπει αδιαμφισβήτητα να επαρκεί για την εξυπηρέτηση των τερματικών που εξαρτώνται από αυτόν. Έτσι η ταχύτητα και ο αριθμός των επεξεργαστών, η μνήμη, η χωρητικότητα, η αξιοπιστία, η υποστήριξη και η τιμή πρέπει να σταθμιστούν και να ληφθούν σοβαρά υπ' όψιν κατά τη διαδικασία επιλογής ενός διακομιστή, αφού αυτός αποτελεί τον εγκέφαλο του υπολογιστικού συστήματος.

Όσον αφορά το λογισμικό του διακομιστή εξαρτάται από τη σκοπιμότητα χρήσης του, τη συμβατότητα με το υλικό, καθώς και από την προσωπική προτίμηση του αρμόδιου για την επιλογή του. Τα πέντε κυριότερα λειτουργικά συστήματα των διακομιστών είναι το NetWare, τα Windows, το OS/2, το LINUX και το UNIX. Το πλέον χρησιμοποιούμενο από τους διακομιστές είναι το LINUX αφού η καταγεγραμμένη χρήση αυτού του λειτουργικού, ανέρχεται σε 60% σε διακομιστές δικτύου (Steve Ballmer, 2008), και σε 91% για αυξημένης ισχύος διακομιστές[6].

Οι διακομιστές χωρίζονται σε διάφορες κατηγορίες ανάλογα με τον σκοπό που εξυπηρετούν και οι κυριότεροι τύποι αυτών είναι οι εξής [7]:

- Διακομιστές εφαρμογών (Application servers)
- Διακομιστές βάσεων δεδομένων (Database servers)
- Διακομιστές δικτύου (Web servers)

[6] http://en.wikipedia.org/wiki/Linux, 2010
[7] http://www.webopedia.com/quick_ref/servers.asp, 2010

Οι διακομιστές εφαρμογών έχουν εγκατεστημένα και τρέχουν προγράμματα εφαρμογών, που χρησιμοποιούνται κατά την εκτέλεση διαφόρων εργασιών που αιτούνται από τα τερματικά. Ένας διακομιστής εφαρμογών συχνά κατέχει ένα μεγάλο κομμάτι του συνόλου της υπολογιστικής διαδικασίας που λαμβάνει χώρα σε μια υποδομή τερματικού – διακομιστή και αποτελεί τον συνδετικό κρίκο μεταξύ του χρήστη και του διακομιστή βάσεων δεδομένων από τον οποίο αντλούνται τα απαραίτητα δεδομένα. Γι' αυτόν τον λόγο οι διακομιστές εφαρμογών καλούνται συχνά και διακομιστές διαμεσολάβησης (middleware).

Οι διακομιστές βάσεων δεδομένων είναι τα πλέον διαδεδομένα υπολογιστικά συστήματα των υποδομών τερματικού – διακομιστή. Στους διακομιστές αυτούς έχει πρόσβαση είτε ο χρήστης μέσω του τερματικού, είτε ο διακομιστής εφαρμογών για την ανάληψη δεδομένων. Ωστόσο ένας διακομιστής βάσεων δεδομένων, μπορεί να λειτουργήσει κι ανεξάρτητα εκτελώντας τοπικά τη διαδικασία της επεξεργασίας. Σε κάθε περίπτωση όμως είναι αυτός που αναλαμβάνει την αποθήκευση των δεδομένων. Σε κάποιες περιπτώσεις επιμερίζεται σε πρωτεύων και δευτερεύων διακομιστή βάσεων δεδομένων όπου ο πρώτος είναι η πηγή των δεδομένων, όποτε αυτά αιτούνται, και ο δεύτερος είναι αυτός που χρησιμοποιείται για να διατηρεί αντίγραφα ασφαλείας του πρώτου (backup).

Οι διακομιστές δικτύου είναι αυτοί που παρέχουν ένα σταθερό περιεχόμενο σε έναν πλοηγό διαδικτύου (Web Browser), αντλώντας εικόνες από τον χώρο αποθήκευσης τους. Με αυτόν δίνεται η δυνατότητα να πρόσβασης σε ιστοσελίδες στους χρήστες του διαδικτύου.

Οι δύο πρώτοι τύποι διακομιστών είναι αυτοί που κατά κύριο λόγο χρησιμοποιούνται σε μια υποδομή εικονικής επιφάνειας εργασίας, ενώ ο διακομιστής διαδικτύου είναι ο πιο ευρέως χρησιμοποιούμενος τύπος διακομιστή ανά τον κόσμο, αφού η πρόσβαση σε όλες τις ιστοσελίδες καθίσταται δυνατή από την προσπέλαση δεδομένων που βρίσκονται σε αυτόν.

1.4 Σύνδεση τερματικού και διακομιστή

Η σύνδεση αποτελεί τη γέφυρα επικοινωνίας του τερματικού και του διακομιστή, μέσω της οποίας πραγματοποιείται η ανταλλαγή όλων των δεδομένων, των πληροφοριών, των αιτήσεων και των απαντήσεων. Χωρίς τη σύνδεση δεν υπάρχει επικοινωνία μεταξύ τους και κατ' επέκταση αναφερόμαστε σε υπολογιστικά συστήματα που λειτουργούν ανεξάρτητα.

Η σύνδεση του τερματικού και του διακομιστή πραγματοποιείται μέσω του δικτύου το οποίο χρησιμοποιεί μια πληθώρα πρωτοκόλλων και παραμέτρων. Τα πρωτόκολλα αυτά είναι

ταξινομημένα σε τέσσερα επίπεδα που συνολικά αποτελούν την ακολουθία πρωτοκόλλων διαδικτύου (Internet Protocol Suite).

Η ακολουθία πρωτοκόλλων διαδικτύου είναι γνωστή και ως πρωτόκολλο ελέγχου μετάδοσης / πρωτόκολλο διαδικτύου (Transmission Control Protocol / Internet Protocol - TCP/IP) και αποτελεί μια λίστα πρωτοκόλλων επικοινωνίας που χρησιμοποιούνται στο διαδίκτυο και σε άλλα παρεμφερή δίκτυα. Η ονομασία με την οποία είναι γνωστή, προέρχεται από τα δύο σημαντικότερα πρωτόκολλα που περιλαμβάνονται σε αυτή και ήταν τα πρώτα που ορίστηκαν. Η σημερινή της σύνθεση είναι αποτέλεσμα διαφόρων εξελίξεων που ξεκίνησαν να αναπτύσσονται κατά τις δεκαετίες του 1960 και 1970, δηλαδή το διαδίκτυο και τα τοπικά δίκτυα (Local Area Networks – LAN), και προέκυψαν από τα μέσα έως τα τέλη της δεκαετίας του 1980, μαζί με την έλευση του παγκόσμιου ιστού (World Wide Web – WWW) στις αρχές της δεκαετίας του 1990[8].

Τα πρωτόκολλα του διαδικτύου χρησιμοποιούνται σε πολυάριθμές εφαρμογές και έχουν σχεδιαστεί για να χειρίζονται επικοινωνίες μέσω ευρέων δικτύων που είναι αποτέλεσμα σύνδεσης πολλών άλλων μικρότερων. Κατ' επέκταση αποτελούν τα πρωτόκολλα που χρησιμοποιούνται και στις συνδέσεις τερματικού – διακομιστή και υποστηρίζονται σχεδόν από κάθε υπολογιστική πλατφόρμα.

Τα επίπεδα στα οποία χωρίζεται η ακολουθία πρωτοκόλλων διαδικτύου φαίνονται στη συνέχεια[9] :

- Επίπεδο 1: Διασύνδεσης
- Επίπεδο 2: Διαδικτύου
- Επίπεδο 3: Μεταφοράς
- Επίπεδο 4: Εφαρμογών

Κάθε ένα επίπεδο αναλαμβάνει κάποιες αρμοδιότητες κι επιλύει ένα σύνολο προβλημάτων που σχετίζονται με τη μεταφορά δεδομένων. Παρέχει καθορισμένες και συγκεκριμένες υπηρεσίες στα πρωτόκολλα που ανήκουν σε ανώτερα επίπεδα, χρησιμοποιώντας υπηρεσίες κατώτερων επιπέδων. Τα ανώτερα επίπεδα είναι πιο κοντά στον χρήστη και βασίζονται στα κατώτερα επίπεδα για την μετατροπή των δεδομένων που τους παρέχονται, σε μορφή τέτοια ώστε να μπορεί αυτός να τα επεξεργαστεί.

---

[8] http://en.wikipedia.org/wiki/Internet_Protocol_Suite, 2010
[9] http://en.wikipedia.org/wiki/Internet_Protocol_Suite, 2010

1.4.1 Επίπεδο διασύνδεσης

Περιλαμβάνει μια ομάδα των μεθόδων ή πρωτοκόλλων που λειτουργούν κατά τη σύνδεση ενός υπολογιστή στο διαδίκτυο ή σε οποιοδήποτε δίκτυο. Η σύνδεση αποτελείται από τις φυσικές και λογικές συνιστώσες του δικτύου που χρησιμοποιούνται για τη διασύνδεση μεταξύ υπολογιστών και κόμβων του δικτύου. Οι συνιστώσες αυτές περιλαμβάνουν μια ακολουθία μεθόδων και προτύπων που λειτουργούν μόνο μεταξύ γειτονικών κόμβων ενός τοπικού ή ευρέος δικτύου. Στις μεθόδους αυτές περιλαμβάνονται στοιχεία που αφορούν τις διάφορες υποδομές υλικού όπως πρωτόκολλα, σχηματισμούς και καλωδιώσεις που αποτελούν την βάση πάνω στην οποία υλοποιείται μια διασύνδεση. Τέτοια παραδείγματα είναι οι σχηματισμοί Ethernet, Token Ring, Frame Relay, FDDI (Fiber Distributed Data Interface), οι δρομολογητές, οι γέφυρες και άλλες συσκευές διασύνδεσης, η μέθοδος ασύγχρονης μεταφοράς (Asynchronous Transfer Mode – ATM), το ψηφιακό δίκτυο ολοκληρωμένων υπηρεσιών (Integrated Services Digital Network - ISDN) και η ασύμμετρη ψηφιακή συνδρομητική γραμμή (Asymmetric Digital Subscriber Line – ADSL)[10].

1.4.2 Επίπεδο διαδικτύου

Το επίπεδο αυτό είναι ένα σύνολο μεθόδων διαδικτύωσης της ακολουθίας πρωτοκόλλων διαδικτύου που αποτελεί και την απαρχή δημιουργίας του παγκόσμιου ιστού που χρησιμοποιείται σήμερα. Απαρτίζεται από μεθόδους, πρωτόκολλα και διευκρινήσεις που καθορίζουν τον τρόπο ανταλλαγής πακέτων δεδομένων μεταξύ τελικών τερματικών. Οι τερματικοί σταθμοί χαρακτηρίζονται από μια διεύθυνση IP που καθορίζεται από το πρωτόκολλο διαδικτύου. Το επίπεδο αυτό οφείλει το όνομα του στην εκτέλεση της βασικής λειτουργίας της διαδικτύωσης, δηλαδή της σύνδεσης πολλών δικτύων μεταξύ τους μέσω πυλών (gateways).

Οι τρείς βασικές λειτουργίες του επιπέδου αυτού είναι οι εξής :

- Μεταβιβάζει τα εξερχόμενα πακέτα δεδομένων στην καταλληλότερη εφαρμογή του επιπέδου διασύνδεσης.
- Μεταβιβάζει τα εισερχόμενα πακέτα δεδομένων στο καταλληλότερο πρωτόκολλο του επιπέδου μεταφοράς.
- Ανιχνεύει και εξετάζει λάθη κατά τη μεταβίβαση

[10] http://en.wikipedia.org/wiki/Link_Layer, 2010

Τα κυριότερα πρωτόκολλα αυτού του επιπέδου είναι τα ακόλουθα :

- Πρωτόκολλο διαδικτύου (IP) που υλοποιείται σε δύο εκδόσεις (IPv4, IPv6)
- Πρωτόκολλο ελέγχου μηνυμάτων διαδικτύου (Internet Control Message Protocol - ICMP) που χρησιμοποιείται κυρίως για την λειτουργίες ανίχνευσης λαθών.
- Πρωτόκολλο διαχείρισης ομάδων διαδικτύου (Internet Group Management Protocol - IGMP)

Το πρωτόκολλο IPv4 είναι το πιο ευρέως διαδεδομένο πρωτόκολλο ανοικοδόμησης και απόδοσης διευθύνσεων που χρησιμοποιείται στο διαδίκτυο αυτή τη στιγμή ωστόσο και το πρωτόκολλο IPv6 αναπτύσσεται ταχύτατα. Η διαφορά μεταξύ τους έγκειται στη δικαιοδοσία κατακερματισμού των μεταφερόμενων πακέτων δεδομένων μεταξύ τερματικών υπολογιστών. Το πρώτο έχει αυτή τη δυνατότητα όταν τα στοιχεία σύνδεσης έχουν μια μέγιστη ικανότητα μεταβίβασης δεδομένων που δεν επιτρέπει μια συγκεκριμένη μεταφορά. Στο δεύτερο πρωτόκολλο, οι τερματικοί σταθμοί είναι αυτοί που αναλαμβάνουν τον έλεγχο του μεγέθους των πακέτων και της χωρητικότητας των μέσων προκειμένου να τελεστεί μια μεταφορά επιτυχώς[11].

1.4.3 Επίπεδο μεταφοράς

Το επίπεδο μεταφοράς είναι ένα σύνολο από μεθόδους και πρωτόκολλα που είναι υπεύθυνα για εκχώρηση ενός συνόλου δεδομένων εφαρμογών σε μονάδες δεδομένων (datagrams) ώστε να είναι ικανά για μεταφερθούν μέσω της υποδομής του δικτύου στον υπολογιστή προορισμού, καθώς και για την αντίστροφη διαδικασία, δηλαδή τη μετατροπή των μονάδων δεδομένων σε μορφή που να μπορούν να μεταβιβαστούν στις κατάλληλες εφαρμογές. Έτσι το επίπεδο μεταφοράς εγκαθιστά μια άμεση, εικονική επικοινωνία ανταλλαγών δεδομένων μεταξύ των επικοινωνούντων υπολογιστών.

Το πιο γνωστό πρωτόκολλο μεταφοράς είναι το πρωτόκολλο ελέγχου μετάδοσης (TCP). Χρησιμοποιείται για μεταβιβάσεις με προκαθορισμένη σύνδεση ενώ το πρωτόκολλο μονάδων δεδομένων χρήστη (User Datagram Protocol – UDP) για πιο απλές ασυνδεσμικές μεταβιβάσεις δεδομένων. Ένα ακόμα από τα πρωτόκολλα αυτού του επιπέδου είναι το πρωτόκολλο βασικού συστήματος εισόδου/εξόδου (Network Basic I/O System - NetBIOS)[12].

---

[11] http://en.wikipedia.org/wiki/Internet_Layer, 2010
[12] http://en.wikipedia.org/wiki/Transport_Layer, 2010

1.4.4 Επίπεδο εφαρμογών

Το επίπεδο αυτό χρησιμοποιείται για την κατηγοριοποίηση των πρωτοκόλλων και των μεθόδων σε αρχιτεκτονικά μοντέλα της δικτύωσης υπολογιστικών συστημάτων. Περιλαμβάνει στοιχεία που εμπίπτουν στη σφαίρα της διαδοχικά επιτεύξιμης επικοινωνίας μεταξύ τερματικών σταθμών, με ένα σύνολο διαδικασιών μέσω του πρωτοκόλλου διαδικτύου χρησιμοποιώντας τα πρωτόκολλα του επιπέδου μεταφοράς.

Το επίπεδο εφαρμογών περιλαμβάνει μια μακροσκελή λίστα από πρωτόκολλα επικοινωνίας με τα οποία ο χρήστης έχει άμεση επαφή. Τα σημαντικότερα από αυτά είναι το πρωτόκολλο μεταφοράς αρχείων (File Transfer Protocol – FTP), το πρωτόκολλο μεταφοράς υπερκειμένου (HyperText Transfer Protocol – HTTP), το δικτυακό σύστημα αρχείων (Network File System - NFS), το δίκτυο τηλεπικοινωνίας (Telecommunication Network - Telnet), το πρωτόκολλο απλής διαχείρισης δικτύου (Simple Network Management Protocol – SNMP), και το πρωτόκολλο μεταφοράς μηνυμάτων ηλεκτρονικού ταχυδρομείου (Simple Mail Transfer Protocol – SMTP)[13].

1.5 Πολυστρωματική αρχιτεκτονική

Οι υποδομές τερματικού – διακομιστή μπορούν να διακριθούν σε κατηγορίες, ανάλογα με τον τρόπο που κατανέμονται οι εκτελούμενες διεργασίες μεταξύ των υπολογιστικών συσκευών. οι κατηγορίες αυτές αποτελούν τις αρχιτεκτονικές που μπορεί να είναι δύο, τριών ή περισσότερων στρωμάτων.

Η κλασσική αρχιτεκτονική αποτελεί την μέχρι τώρα περιγραφείσα υποδομή και χαρακτηρίζεται ως αρχιτεκτονική δύο στρωμάτων με τα αποκαλούμενα στρώματα να αποτελούν αφ' ενός το τερματικό, στο οποίο έχει άμεση πρόσβαση ο χρήστης, και αφ' ετέρου έναν διακομιστή βάσεων δεδομένων. Η πρωταρχική αρχιτεκτονική δύο στρωμάτων αποτελούταν από ισχυρά τερματικά και έναν διακομιστή περιορισμένων αρμοδιοτήτων. Μια αρχιτεκτονική που προσέδιδε ισχύ και αυτονομία στα τερματικά, και διατηρούσε τον διακομιστή σε βοηθητικό ρόλο. Μετέπειτα αντιστράφηκαν οι αρμοδιότητες των δύο στρωμάτων για λόγους μείωσης του ολικού κόστους κτήσης των τερματικών και αύξησης της προσαρμοστικότητας και ευελιξίας τους. Οι αρχιτεκτονικές δύο στρωμάτων εναποθέτουν την εκτέλεση της εφαρμογής στο τερματικό και στέλνουν τα αποτελέσματα στη βάση δεδομένων του διακομιστή, κατά το μοντέλο του ισχυρού τερματικού, ή αποστέλλουν δεδομένα στη

[13] http://en.wikipedia.org/wiki/Application_Layer, 2010

βάση δεδομένων, όπου τοπικά εγκατεστημένες εφαρμογές αποθηκεύουν τα αποτελέσματα στη βάση, κατά το μοντέλο του ισχυρού διακομιστή[14]. Ωστόσο πλέον υπάρχουν και αρχιτεκτονικές στις οποίες περιλαμβάνονται κι ενδιάμεσα στάδια ή στρώματα.

Στην αρχιτεκτονική τριών στρωμάτων, προστίθεται ένα ακόμα στρώμα ενδιάμεσα του τερματικού και του διακομιστή. Για την ακρίβεια εκτός από τους τερματικούς σταθμούς εργασίας κι έναν διακομιστή βάσεων δεδομένων, περιλαμβάνεται επιπρόσθετα κι ένας διακομιστής εφαρμογών (Channu Kambalyal, N-Tier Architecture - Lecture Notes, 2004).

Σε αυτές, ολόκληρο ή τμήμα του κώδικα της εφαρμογής εκτελείται στον διακομιστή εφαρμογών που αποτελεί ένα σημείο ενδιάμεσης επεξεργασίας και στη συνέχεια αποθηκεύονται στον διακομιστή βάσεων δεδομένων.

Οι αρχιτεκτονικές τριών στρωμάτων προσδίδουν κάποια πολυπλοκότητα στην υποδομή, διότι προκύπτει κι ένα επιπρόσθετο τμήμα υλικού που θα πρέπει να μπορεί να επεξεργαστεί τον κώδικα της εφαρμογής που απαιτείται. Κατ' επέκταση τα εργαλεία και οι γλώσσες προγραμματισμού που χρησιμοποιούνται από τον διακομιστή εφαρμογών και εξαρτώνται από την πλατφόρμα του, θα πρέπει να είναι κατάλληλα για να εκτελέσουν την συγκεκριμένη εργασία. Αυτό θέτει περιορισμούς στην επιλογή και οργάνωση ενός φαινομενικά ανεξάρτητου στρώματος υλικού. Ωστόσο υπάρχουν ορισμένα πλεονεκτήματα σε μια τέτοια προσέγγιση και είναι τα εξής:

- Επιτυγχάνεται κλιμάκωση της διαδικασίας
- Ελαχιστοποιούνται τα προβλήματα στο δίκτυο
- Εξασφαλίζεται περισσότερη ευελιξία

Η κλιμάκωση της διαδικασίας αναφέρεται στο γεγονός ότι ο κώδικας των εφαρμογών και η βάση δεδομένων είναι διαχωρισμένα και οι διεργασίες εκτελούνται τμηματικά. Έτσι την ίδια στιγμή που ο διακομιστής βάσεων δεδομένων ανακτά, στέλνει ή αποθηκεύει δεδομένα, μπορεί ο διακομιστής εφαρμογών να επικοινωνεί με τα τερματικά, χωρίς να επιφορτίζεται η ίδια υπολογιστική συσκευή με τις δύο αυτές εργασίες.

Ο περιορισμός των προβλημάτων στο δίκτυο απορρέει από το γεγονός ότι, ανά πάσα στιγμή, μεταφέρονται μικρότερα πακέτα δεδομένων από αυτό. Στην περίπτωση που το ενδιάμεσο στρώμα είναι ένας διακομιστής εφαρμογών, λειτουργεί σαν ένας ενδιάμεσος σταθμός στον οποίο μεταφέρονται αιτήσεις και αυτός στη συνέχεια μεταβιβάζει δεδομένα στον διακομιστή

[14] http://cis.cuyamaca.net/draney/214/web_server/client.htm, 2010

βάσεων δεδομένων. Σε αντίθετη περίπτωση θα μεταφέρονταν ταυτόχρονα ένα σύνολο αιτήσεων και δεδομένων.

Η ευελιξία έγκειται στο ότι το τερματικό, ο διακομιστής εφαρμογών και τα συστήματα βάσεων δεδομένων μπορούν να αντικατασταθούν, να αναβαθμιστούν και να τους εγκατασταθούν ενημερώσεις χωρίς να επηρεάζονται από τα υπόλοιπα, αν βεβαίως δεν αλλάζει και η διασύνδεση μεταξύ τους.

Τέλος το στρώμα του διακομιστή εφαρμογών, μπορεί με τη σειρά του να χωριστεί σε επιμέρους στρώματα δημιουργώντας μαζί με τα άλλα δύο, μια πολυστρωματική αρχιτεκτονική (N – Tier Architecture). Το ίδιο συνεπάγεται, από την προσθήκη ενός διακομιστή δικτύου που αποτελεί ενδιάμεσο στρώμα του διακομιστή εφαρμογών και του τερματικού. Στην τελευταία περίπτωση το τερματικό στέλνει αιτήσεις μέσω ενός πλοηγού διαδικτύου, χρησιμοποιώντας το πρωτόκολλο μεταφοράς υπερκειμένου και με αντίστοιχο τρόπο λαμβάνει τις απαντήσεις[15].

[15] http://cis.cuyamaca.net/draney/214/web_server/client.htm, 2010

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΥΠΟΔΟΜΗ ΕΙΚΟΝΙΚΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

2.1 Ορισμός της εικονικής επιφάνειας εργασίας

Η υποδομή εικονικής επιφάνειας εργασίας (Virtual Desktop Infrastructure - VDI) αποτελεί ένα επίτευγμα, ως αποτέλεσμα της εξέλιξης της τεχνολογίας των υπολογιστικών συστημάτων και της τεχνολογίας της πληροφορίας γενικότερα.

Η υποδομή αυτή είναι στην πραγματικότητα ένα πληροφοριακό μοντέλο, που περιλαμβάνει τα συστήματα λογισμικού και υλικού που απαιτούνται προκειμένου να υποστηριχθεί το περιβάλλον εργασίας ενός χρήστη και να λειτουργήσει εποικοδομητικά γι' αυτόν.

Ως επιφάνεια εργασίας νοείται η γραφική απεικόνιση μέσω μιας οθόνης, του περιβάλλοντος στο οποίο εργάζεται ένας χρήστης όταν χρησιμοποιεί μια ηλεκτρονική συσκευή. Η έννοια αυτή είναι πιο οικεία για έναν χρήστη όταν αναφερόμαστε σε έναν προσωπικό υπολογιστή. Ωστόσο επιφάνειες εργασίας, ορίζονται και για άλλες συσκευές, όπως είναι ένα κινητό τηλέφωνο και μια ηλεκτρονική συσκευή αναπαραγωγής πολυμέσων. Πρόκειται δηλαδή για τη γέφυρα επικοινωνίας μεταξύ του χρήστη και του υλικού της χρησιμοποιούμενης συσκευής, ούτως ώστε να μπορούν να αλληλεπιδρούν. Στην πλειοψηφία των περιπτώσεων, ο χρήστης έχει άμεση επαφή με το υλικό, αφού αυτό περιέχεται σε ένα οριοθετημένο φυσικό σύνολο που αποτελεί την χρησιμοποιούμενη ηλεκτρονική συσκευή.

Η υποδομή εικονικής επιφάνειας εργασίας, διαχωρίζει αυτό το περιβάλλον εργασίας του χρήστη, από το πραγματικό ηλεκτρονικό σύστημα μέσω ενός μοντέλου τερματικού - διακομιστή. Το προκύπτον εικονικό περιβάλλον, είναι αποθηκευμένο σε έναν απομακρυσμένο κεντρικό διακομιστή.

Έτσι, όταν οι χρήστες εργάζονται σε ένα τερματικό, όλα τα προγράμματα, οι εφαρμογές, οι διαδικασίες και τα δεδομένα που χρησιμοποιούνται, τηρούνται και εκτελούνται σε κεντρικό επίπεδο, σε ένα απομακρυσμένο ηλεκτρονικό σύστημα ή συγκρότημα. Αυτό τους επιτρέπει να έχουν πρόσβαση στο προσωπικό τους περιβάλλον, μέσω οποιασδήποτε συσκευής ικανής για κάτι τέτοιο, όπως ενός κλασικού επιτραπέζιου υπολογιστή, ενός φορητού υπολογιστή, ενός κινητού τηλεφώνου κι ενός ελαφρού τερματικού.

2.2 Τερματικοί σταθμοί εργασίας

Οποιαδήποτε ηλεκτρονική συσκευή ανακτά πληροφορίες και γενικότερα αλληλεπιδρά με έναν διακομιστή καλείται τερματικό ή τερματικός σταθμός εργασίας. Το τερματικό δεν έχει

σχέση ισοτιμίας με τον διακομιστή του κι εξαρτάται από αυτόν προκειμένου να διεκπεραιώσει τις λειτουργίες του. Ειδικότερα για τις υποδομές εικονικού περιβάλλοντος, όταν αναφερόμαστε σε ένα τερματικό, εννοείται ένας προσωπικός υπολογιστής που καλείται όπως έχει προαναφερθεί, ισχυρό ή ελαφρύ τερματικό. Έναν διακομιστής λειτουργεί ως τερματικό όταν αιτείται κάποιων πληροφοριών από έναν άλλο διακομιστή και κατ' επέκταση εξαρτάται από αυτόν.

Στην περίπτωση εγκατάστασης μιας υποδομής εικονικής επιφάνειας εργασίας, απώτερος στόχος είναι η μείωση των λειτουργικών εξόδων, η απλοποίηση της διαχείρισης του εργασιακού περιβάλλοντος και των εφαρμογών, η ικανοποίηση των απαιτήσεων των χρηστών, και η καθιέρωση μια κοινής και σταθερής πλατφόρμας εικονικού περιβάλλοντος[16].

Ενώ λοιπόν η υποδομή εικονικής επιφάνειας εργασίας σαν έννοια περικλείει την διάσπαση υλικού και περιβάλλοντος εργασίας οποιουδήποτε τερματικού, στην πραγματικότητα αναφέρεται στην χρήση ελαφρών ή μηδενικών τερματικών και όχι ισχυρών.

2.2.1 Ελαφρύ τερματικό

Το ελαφρύ τερματικό είναι ένας υπολογιστής ή ένα πρόγραμμα ηλεκτρονικού υπολογιστή το οποίο εξαρτάται ολοκληρωτικά από κάποιον άλλο (τον διακομιστή του) προκειμένου να εκπληρώσει τις παραδοσιακές υπολογιστικές διεργασίες, σε αντίθεση με ένα συμβατικό τερματικό, που είναι ένας υπολογιστής σχεδιασμένος να εκτελεί κάποιες από τις διεργασίες αυτές ο ίδιος.

2.2.1.1 Ιστορικό

Τα ελαφρά τερματικά έχουν τις ρίζες τους σε συστήματα πολλών χρηστών, συνήθως υπολογιστικά συστήματα υψηλών δυνατοτήτων (mainframes), στα οποία έχει πρόσβαση κάποιος τερματικός υπολογιστής. Καθώς τα γραφικά των υπολογιστών βελτιώνονταν, τα τερματικά αυτά μεταπηδούσαν από την χρήση διασύνδεσης μέσω γραμμής εντολών σε ένα πλήρως γραφικό περιβάλλον, όπως κοινά συμβαίνει στα σύγχρονα ελαφρά τερματικά.

Το πρωτότυπο περιβάλλον πολλαπλών χρηστών που στράφηκε προς αυτή την κατεύθυνση ήταν το Unix, και τα πλήρως γραφικά τερματικά X (X terminals) τα οποία ήταν ιδιαίτερα δημοφιλή στη δεκαετία του 1990. Τα σύγχρονα παράγωγα του Unix όπως το λειτουργικό BSD και το GNU / Linux συνεχίζουν την παράδοση αυτή των πολυάριθμων χρηστών.

---

[16] VMware Inc., VMware View 4.5, 2010

Το λειτουργικό Windows NT κατάφερε να υποστηρίξει τέτοιες λειτουργίες κυρίως λόγω των προσπαθειών της Citrix Systems, η οποία μετέτρεψε ολοκληρωτικά το λειτουργικό NT 3.5.1, στο πολλαπλών χρηστών λειτουργικό σύστημα WinFrame. Στην πραγματικότητα όμως η εταιρία που παραχώρησε την τεχνολογία, πίσω από την Citrix και την εφάρμοσε σε μια ειδική έκδοση λειτουργικού, ήταν η Microsoft. Η έκδοση αυτή ήταν το λειτουργικό Windows NT 4.0 Terminal Server Edition, στο πλαίσιο ενός έργου με το κωδικό όνομα «Ύδρα». Τα Windows NT, στη συνέχεια έγιναν η βάση των Windows 2000 και Windows XP. Σήμερα, τα Windows υποστηρίζουν τα λεγόμενα τερματικά γραφικών μέσω των υπηρεσιών απομακρυσμένης επιφάνειας εργασίας (Remote Desktop Services).

Ο όρος ελαφρύ τερματικό επινοήθηκε το 1993 από τον Tim Negris, αντιπρόεδρο του τμήματος προώθησης διακομιστών (Server Marketing) της εταιρίας Oracle Corp, ενώ συνεργαζόταν με τον ιδρυτή της εταιρείας Larry Ellison, πάνω στην ανάπτυξη της Oracle 7. Την εποχή εκείνη, η Oracle επιθυμούσε να διαφοροποιήσει τα λογισμικά που αφορούσαν διακομιστές, από προϊόντα της Microsoft που αφορούσαν τους επιτραπέζιους υπολογιστές. Ο ορισμός που έδωσε ο Tim Negris άρχισε τότε να γίνεται ιδιαίτερα δημοφιλής από την συχνή χρήση του σε ομιλίες και συνεντεύξεις του Larry Ellison σχετικά με προϊόντα της Oracle Corp.[17].

2.2.1.2 Χαρακτηριστικά ελαφρού τερματικού

Όπως έχει προαναφερθεί, το ελαφρύ τερματικό δεν έχει δυνατότητα τοπικής αποθήκευσης κι επεξεργασίας αφού μια τυπική συσκευή τέτοιου τερματικού δεν περιλαμβάνει σκληρό δίσκο κι επεξεργαστή, παρά μόνο μνήμη τυχαίας προσπέλασης. Η μνήμη αυτή εξυπηρετεί τις στοιχειώδεις λειτουργικές απαιτήσεις του τερματικού που επικεντρώνονται αποκλειστικά στην παροχή γραφικής διασύνδεσης (Graphic User Interface - GUI) στον τελικό χρήστη. Οι υπόλοιπες λειτουργίες και κυρίως το λειτουργικό σύστημα παρέχονται από τον διακομιστή.

Για το λόγο αυτό η δομή και οι διάταξη των θυρών του ελαφρού τερματικού είναι εξαιρετικά απλοϊκές και περιλαμβάνουν μόνο τις απαραίτητες παροχές. Μια συνηθισμένη διάταξη θυρών ενός ελαφρού τερματικού περιλαμβάνει την παροχή ρεύματος, τις θύρες σύνδεσης με την οθόνη και το πληκτρολόγιο, την θύρα σύνδεσης με καλώδιο Ethernet για την παροχή της σύνδεσης δικτύου και τέλος κάποιες θύρες ενιαίου σειριακού διαύλου (Universal Serial Bus -

[17] http://en.wikipedia.org/wiki/Thin_client, 2010

USB) όπου σε μια από αυτές θα συνδεθεί το ποντίκι[18]. Στην ακόλουθη εικόνα φαίνεται η διάταξη των θυρών ενός ελαφρού τερματικού.

Εικόνα 1. Διάταξη θυρών ελαφρού τερματικού (Πηγή : IGEL Technology, UD2 series, 2009)

Τα ελαφρά τερματικά κατασκευάζονται από χαμηλού κόστους υλικά με λίγα κινητά στοιχεία ενώ το μέγεθος τους είναι μικρότερο ακόμα από αυτό μιας συνηθισμένης οθόνης. Κατ' επέκταση προσφέρουν μια αξιοσημείωτη οικονομία χώρου και κόστους. Στην εικόνα που ακολουθεί φαίνεται η διαφορά μεγέθους ενός τυπικού ελαφρού τερματικού και ενός επιτραπέζιου υπολογιστή.

[18] IGEL Technology, UD2 series, 2009

Εικόνα 2. Συγκριτική απεικόνιση μεγέθους ελαφρού τερματικού (Πηγή : Fraunhofer Institute for Reliability and Microintegration for IGEL Technology, Environmental comparison of the relevance of PC and thin client desktop equipment for the climate, 2008)

Το χαμηλό κόστος κτήσης τους περιορίζει την οικονομική ζημιά κι επιβάρυνση στην περίπτωση που κλαπούν ή καταστραφούν εν συγκρίσει με τους συμβατικούς υπολογιστές. Ωστόσο, πρέπει αναπόφευκτα να υφίσταται μια διαρκής σύνδεση μέσω ενός δικτύου με τον κεντρικό διακομιστή τους προκειμένου να μπορούν να εκτελέσουν ακόμα και τις στοιχειώδεις διεργασίες τους.

Δεδομένου ότι έχουν υπεραπλουστευμένη δομή, δεν υπάρχουν σχεδόν καθόλου περιθώρια περιορισμού του κόστους απόκτησης τους και το ζήτημα της μείωσης του συνολικού κόστους της υποδομής επικεντρώνεται εξ' ολοκλήρου στους διακομιστές, των οποίων η επιλογή αποτελεί ζήτημα που χρήζει ιδιαίτερης προσοχής.

Προκειμένου να επιτευχθεί αυτή η απλότητα, τα ελαφρά τερματικά είναι γενικότερα, συστήματα προκαθορισμένης και αναλλοίωτης διάταξης υλικού και λογισμικού κάτι που σημαίνει ότι υστερούν σημαντικά σε σχέση με τα ισχυρά τερματικά όσον αφορά την επεκτασιμότητα και την παρέμβαση σε αυτά με σκοπό την αναβάθμιση. Για παράδειγμα, αν ο διακομιστής δεν υποστηρίζει, ή τα πρωτόκολλα επικοινωνίας δεν μεταφέρουν, κάποια συγκεκριμένα δεδομένα ήχου, ένας χρήστης μπορεί να μην λαμβάνει ήχο από τον διακομιστή. Ομοίως, αν το τερματικό δε διαθέτει θύρες ενιαίου σειριακού διαύλου (Universal Serial Bus – USB), ή αν υπάρχει κάποια αδυναμία επικοινωνίας των σημάτων του διαύλου αυτού στο

δίκτυο, το τερματικό μπορεί να μην υποστηρίξει μια περιφερειακή συσκευή με τέτοια καλωδίωση. Για την επίλυση τέτοιων προβλημάτων ίσως χρειαστεί η αντικατάσταση τους, με άμεσο αποτέλεσμα την οικονομική επιβάρυνση της εταιρίας στην οποία ανήκουν.

Τα ελαφρά τερματικά αποτελούν συστατικά μιας ευρύτερης υποδομής υπολογιστών, όπου πολλοί τερματικοί σταθμοί εκτελούν τις εργασίες και τους υπολογισμούς τους στον ίδιο διακομιστή. Ως εκ τούτου, οι υποδομές των ελαφρών τερματικών μπορούν να θεωρηθούν ως τα μέσα εκπλήρωσης εργασιών που απαιτούν υπολογιστή, από διάφορους χρήστες που λειτουργούν σε ένα κοινό πλαίσιο όπως για παράδειγμα στην ίδια εταιρία ή στον ίδιο οργανισμό.

Κατά τη λήψη αποφάσεων απόκτησης υπολογιστικών συστημάτων για επαγγελματική χρήση, σε πολλές περιπτώσεις υπεισέρχονται παράγοντες που αφορούν τις ανάγκες κι αρμοδιότητες ενός μεγάλου αριθμού εργαζομένων. Στις περιπτώσεις χρήσης συμβατικών υπολογιστών θα πρέπει να πραγματοποιηθεί ένας ισολογισμός κόστους και απαιτούμενης υπολογιστικής ισχύος για κάθε έναν εργαζόμενο, με ενδεχόμενη μεταβολή των παραμέτρων που καθορίζουν τις αρμοδιότητες τους στο μέλλον.

Ωστόσο στην περίπτωση απόκτησης και χρήσης ελαφρών τερματικών κάτι τέτοιο δεν είναι απαραίτητο, διότι έχουν εξαιρετικά περιορισμένες δυνατότητες με αποτέλεσμα να χρησιμοποιείται η υπολογιστική ισχύς του διακομιστή και κάθε εργαζόμενος να χρησιμοποιεί όση απαιτείται.

Τα ελαφρά τερματικά αν και έχουν πολύ χαμηλό συνολικό κόστος απόκτησης, κάποιο ποσοστό της δαπάνης που αποφεύχθηκε, αντισταθμίζεται από την απαίτηση μιας πολύ ισχυρής υποδομής διακομιστή. Το ίδιο συμβαίνει και με την κατανάλωση ενέργειας αφού, ενώ τα ελαφρά τερματικά έχουν πολύ χαμηλές απαιτήσεις ενέργειας και δεν περιλαμβάνουν πτερωτές ψύξης, οι διακομιστές είναι υψηλότερης ισχύος με αποτέλεσμα την αυξημένη κατανάλωση ρεύματος και την απαίτηση ενός ολόκληρου κλιματιζόμενου δωματίου για να φιλοξενηθούν[19].

2.2.2 Μηδενικό τερματικό

Συνήθως, ένας ελαφρύ τερματικό τρέχει ένα στοιχειώδες λειτουργικό σύστημα με σκοπό τη σύνδεση με άλλους υπολογιστές. Μια νεώτερη τάση ονομάζεται μηδενικό τερματικό (Ultra

[19] http://en.wikipedia.org/wiki/Thin_client, 2010

thin client ή Zero client), στην οποία το τερματικό δεν λειτουργεί πλέον ένα πλήρες λειτουργικό σύστημα και αντί αυτού ο πυρήνας (kernel) απλώς προετοιμάζει το δίκτυο, εκκινεί το πρωτόκολλο δικτύωσης, και χειρίζεται την απεικόνιση που εξάγει ο διακομιστής.

Στην πληροφορική, ο πυρήνας είναι το κεντρικό στοιχείο των περισσότερων λειτουργικών συστημάτων ηλεκτρονικών υπολογιστών. Είναι μια γέφυρα μεταξύ των εφαρμογών και της πραγματικής επεξεργασίας δεδομένων που πραγματοποιείται σε επίπεδο υλικού. Οι αρμοδιότητες του πυρήνα περιλαμβάνουν τη διαχείριση των πόρων του συστήματος δηλαδή την επικοινωνία μεταξύ υλικού και λογισμικού με σκοπό αυτά να συνεργαστούν επιτυχώς για την τέλεση μιας διεργασίας[20].

2.3 Εταιρικές προκλήσεις που αφορούν τη διαχείριση των υπολογιστών

Η διαχείριση των υπολογιστών αποτελούσε ανέκαθεν μια χρονοβόρα, δύσκολη και κυρίως δαπανηρή αρμοδιότητα. Πρόσφατα μάλιστα επιδεινώθηκε από την ανάγκη αντιμετώπισης νέων διαδικτυακών κινδύνων και ταυτόχρονη υποστήριξη μεγάλου αριθμού απομακρυσμένων χρηστών.

Όσον αφορά μια εταιρία οι ανάγκες αυτές χαρακτηρίζονται ζωτικής σημασίας αφού πρωταρχικοί στόχοι της είναι η κερδοφορία και η εύρυθμη λειτουργία της. Θα πρέπει, επιπρόσθετα, να είναι σε θέση να διαχειριστεί μια αυξημένη χρήση πόρων από τους εργαζόμενους της. Η ανάγκη αυτή είναι επιτακτικό να εξυπηρετηθεί με το ελάχιστο δυνατό κόστος.

Η συντήρηση και η επισκευή των χρησιμοποιούμενων υπολογιστών αποτελεί αναγκαία διαδικασία που όμως ενέχει κάποιες δυσκολίες. Στην περίπτωση που προκύψει μια βλάβη σε έναν από τους επιτραπέζιους υπολογιστές που χρησιμοποιούνται σε μια εταιρία, θα πρέπει, ένα μέλος του προσωπικού μηχανοργάνωσης (Information Technology staff – IT staff), να μεταβεί στο σημείο που βρίσκεται ο υπολογιστής αυτός προκειμένου να διορθώσει τη ζημιά. Αν ο υπολογιστής δεν βρίσκεται στα γραφεία ή την έδρα της εταιρίας, θα πρέπει ο τεχνικός να μεταβεί στο συγκεκριμένο σημείο ή ο εργαζόμενος να στείλει τον υπολογιστή στο αρμόδιο τμήμα της εταιρίας.

Σε οποιαδήποτε από τις παραπάνω περιπτώσεις, θα πρέπει να δαπανηθεί χρόνος και χρήμα για την μετακίνηση του εργαζομένου μηχανοργάνωσης ή του υπολογιστή. Στο διάστημα αυτό ο

[20] http://en.wikipedia.org/wiki/Thin_client, 2010

χρήστης θα αναμένει την άφιξη του τεχνικού, αδυνατώντας να χρησιμοποιήσει τον υπολογιστή είτε επειδή υπολειτουργεί, είτε επειδή δε λειτουργεί καθόλου, είτε επειδή αναμένει την αποστολή και επιστροφή του σε αυτόν. Σαν επακόλουθο έχουμε την μείωση ή την εκμηδένιση της παραγωγικότητας του. Ειδικά για την αποστολή, επισκευή κι επιστροφή του υπολογιστή μπορεί να δαπανηθεί χρονικό διάστημα ωρών ή και ολόκληρη μέρα. Το πρόβλημα αυτό εντείνεται στην περίπτωση που η επιχείρηση λόγω οικονομικής δυναμικότητας ή εταιρικής στρατηγικής δεν απασχολεί μόνιμα προσωπικό που σαν αποκλειστική αρμοδιότητα, έχει την συντήρηση των υπολογιστών.

Η κατάσταση περιπλέκεται ακόμα περισσότερο από την ανάγκη των σημερινών εφαρμογών για συνεχή αναβάθμιση κι εγκατάσταση ενημερώσεων ανά τακτά χρονικά διαστήματα για την προφύλαξη των συστημάτων από νέες απειλές. Σε πολλές περιπτώσεις η αναβάθμιση του λογισμικού και η εγκατάσταση επεκτάσεων είναι αυτοματοποιημένη και τελείται από προκαθορισμένους από την εταιρία κανόνες. Ωστόσο ακόμα και με αυτό το δεδομένο, μπορεί να χρειαστεί η βοήθεια αρμόδιου προσωπικού απασχολώντας το από άλλες εργασίες προκειμένου να εκτελεστεί η αναβάθμιση, σε περιπτώσεις που χρήζουν εξειδικευμένης αντιμετώπισης. Επιπρόσθετα δεν εξασφαλίζεται σε καμία περίπτωση ότι οι εργαζόμενοι δεν θα αγνοήσουν τις οδηγίες και τις εντολές την εταιρίας, με ενδεχόμενο αποτέλεσμα τη μόλυνση των υπολογιστών από ανεπιθύμητα κι επικίνδυνα προγράμματα. Κατά συνέπεια η ασφάλεια των δεδομένων κι ενδεχομένως σημαντικών ή απόρρητων εγγράφων της εταιρίας, εξαρτάται άμεσα από την υπευθυνότητα του εκάστοτε εργαζομένου της.

Ένας κίνδυνος για παράδειγμα είναι η εγκατάσταση προγραμμάτων που ανιχνεύουν την αλφαριθμητική αλληλουχία κωδικών την ώρα που πληκτρολογούνται, χωρίς μάλιστα ο χρήστης να μπορεί να το διαπιστώσει, με αποτέλεσμα την πρόσβαση, από ανεπιθύμητους χρήστες σε κρυπτογραφημένους ιστότοπους.

Η δυνατότητα ενός χρήστη να έχει τον πλήρη κι αποκλειστικό έλεγχο του αποθηκευτικού χώρου ενός υπολογιστή που ανήκει σε μια εταιρία, αποτελεί ταυτόχρονα και την αδυναμία της, να ελέγχει τους υπολογιστές αυτούς και κατ' επέκταση τα εγκατεστημένα σε αυτούς προγράμματα κι εφαρμογές. Πολλοί εργαζόμενοι εγκαθιστούν λογισμικά, για προσωπική τους ενασχόληση με θέματα άσχετα με την εργασία τους, όπως προγράμματα άμεσων μηνυμάτων και διαδικτυακής ανταλλαγής αρχείων. Τέτοια προγράμματα όχι μόνο τους απασχολούν ως ένα βαθμό από τις ανειλημμένες εργασιακές τους υποχρεώσεις αλλά επιφορτίζουν και το δίκτυο, με αποτέλεσμα να δυσχεραίνεται η διεκπεραίωση άλλων εταιρικών εργασιών, όπως η

απομακρυσμένη επιδιόρθωση βλαβών, και η μεταφορά δεδομένων. Επιπρόσθετα επαυξάνεται η πιθανότητα μόλυνσης του υπολογιστή με ιούς, οι οποίοι ανεξέλεγκτα διακινούνται μέσω των προγραμμάτων αυτών, ενώ πολλά από τα μεταφερόμενα λογισμικά δεν έχουν αγοραστεί και κατ' επέκταση η χρήση τους είναι παράνομη κι επιφέρει ποινικές κυρώσεις.

Εκτός από τα θέματα του λογισμικού η διαχείριση των υπολογιστικών συστημάτων, ολοένα και περισσότερο επικεντρώνεται στην προστασία των δεδομένων. Πολλές εταιρίες διατηρούν μεγάλου μεγέθους χώρο σε κεντρικές αποθηκευτικές μονάδες διακομιστών, για τη διατήρηση αντιγράφων των αρχείων τους, προνοώντας έτσι για την περίπτωση καταστροφής τους. Δεν συμβαίνει όμως το ίδιο με τα αρχεία και τις εφαρμογές που είναι αποθηκευμένα στους επιτραπέζιους υπολογιστές. Από μελέτη[21] που πραγματοποιήθηκε διαπιστώθηκε ότι το ετήσιο ποσοστό βλαβών (Annual Failure Rate-AFR) ενός συμβατικού υπολογιστή είναι περίπου 5% για τον πρώτο χρόνο και 12% για τον τέταρτο. Για τους φορητούς υπολογιστές τα αντίστοιχα ποσοστά είναι 15% και 22%. Αν αναλογιστούμε πως σε μια εταιρία μπορεί να χρησιμοποιούνται δεκάδες ή εκατοντάδες υπολογιστές, τα ποσοστά αυτά καταδεικνύουν πως η απώλεια δεδομένων είναι ένα εξαιρετικά πιθανό ενδεχόμενο.

Στα σημερινά εργασιακά περιβάλλοντα τα δεδομένα που είναι αποθηκευμένα στους χρησιμοποιούμενους υπολογιστές, είναι συχνά ζωτικής σημασίας για τη λειτουργία της επιχείρησης αφού μπορεί να περιλαμβάνουν απαραίτητα εταιρικά έγγραφα κι αρχεία που σχετίζονται με την προστασία της πνευματικής ιδιοκτησίας, την στρατηγική επενδύσεων, λογιστικά μεγέθη, και ιστορικά δεδομένα.

Ανεξάρτητα, πάντως, από τη φύση και το είδος των εγγράφων, υπάρχει γενικά η ανάγκη να προστατευτούν από τυχόν αλλοιώσεις και θα πρέπει να φυλάσσονται για την περίπτωση που υποστεί βλάβη μια αποθηκευτική μονάδα, γίνει λάθος από το χρήστη ή επέλθει κακόβουλη καταστροφή.

Μαζί με όλους αυτούς τους παράγοντες που καθιστούν την διαχείριση των υπολογιστών τόσο δύσκολη υπάρχει άλλο ένα αξιοπρόσεκτο σημείο και είναι η συνεχής αλλαγή των λειτουργικών συστημάτων. Κατά την διαδικασία εγκατάστασης ενός νέου λειτουργικού συστήματος θα πρέπει να ελεγχθεί η επάρκεια του υλικού του υπολογιστή και συγκεκριμένα η κεντρική μονάδα επεξεργασίας, η μνήμη τυχαίας προσπέλασης και η χωρητικότητα του σκληρού δίσκου, ώστε να αρκούν για την ικανοποίηση των απαιτήσεων του νέου αυτού

[21] http://www.gartner.com/press_releases/asset_154164_11.html, 2010

λειτουργικού και των αναπόφευκτων αναβαθμίσεων του, με ενδεχόμενη την αναγκαιότητα πραγματοποίησης μετατροπών σε περίπτωση που δεν καλύπτονται οι απαιτήσεις αυτές. Η απεγκατάσταση του παλιού κι εγκατάσταση ενός νέου λειτουργικού συστήματος αποτελεί χρονοβόρα και δαπανηρή διαδικασία και ειδικά όταν πρόκειται για έναν μεγάλο αριθμό υπολογιστών.

Όλες οι παραπάνω εργασίες απαιτούν χρόνο κι εργασία από εξειδικευμένο προσωπικό που αν υπολογιστούν για ένα σύνολο μηχανημάτων αποτελούν ένα σημαντικό έξοδο για μια επιχείρηση, εξαρτώμενο από το μέγεθος της, την στρατηγική μηχανογράφησης που ακολουθεί και το πλήθος των υπολογιστών που απαιτούνται για τη λειτουργία της (VMware, Virtual Desktop Infrastructure, 2008).

2.4 Λειτουργικότητα και πλεονεκτήματα της υποδομής εικονικής επιφάνειας εργασίας

Η υποδομή της εικονικής επιφάνειας εργασίας αποτελεί μια καινοτομική εφαρμογή της σύγχρονης τεχνολογίας, για την εξυπηρέτηση του ανθρωπίνου συμφέροντος. Αφορά κυρίως εταιρίες, οργανισμούς και δημόσιες υπηρεσίες όπου χρησιμοποιείται ένας μεγάλος αριθμός υπολογιστών με συγκεκριμένες αρμοδιότητες.

Στην προηγούμενη ενότητα περιγράφηκαν κάποιες προκλήσεις που αφορούν τη λειτουργικότητα και τη συντήρηση των υπολογιστικών συστημάτων μιας εταιρίας. Στη συνέχεια θα αναφερθούν οι τρόποι με τους οποίους αντιμετωπίζονται οι προκλήσεις αυτές σε ένα περιβάλλον όπου χρησιμοποιείται η υποδομή εικονικής επιφάνειας εργασίας.

Από τη σκοπιά ενός τελικού χρήστη η εικονική επιφάνεια εργασίας προσφέρει τις ολοκληρωμένες δυνατότητες του λειτουργικού συστήματος ενός συμβατικού υπολογιστή με μικρότερη όμως πιθανότητα απώλειας δεδομένων από ενδεχόμενες βλάβες.

Αρχικά με την εν λόγω υποδομή παύει να υφίσταται η έννοια του προσωπικού υπολογιστή. Κάθε χρήστης, αν και συνήθως χρησιμοποιεί ένα συγκεκριμένο τερματικό, η πρόσβαση του στον διακομιστή πραγματοποιείται μέσω ενός προσωπικού λογαριασμού στον οποίο εισέρχεται, ανεξάρτητα από το τερματικό από το οποίο θα γίνει η καταχώρηση των προσωπικών του στοιχείων. Συγκεκριμένα τοποθετεί μια ηλεκτρονική κάρτα στο τερματικό που περιλαμβάνει τις ρυθμίσεις που ο ίδιος έχει επιλέξει, και έχει πρόσβαση στα δικά του αρχεία και δεδομένα, από οποιοδήποτε τερματικό είναι συνδεδεμένο με το δίκτυο της εταιρίας. Αυτό πρακτικά ανεξαρτητοποιεί τον εργαζόμενο από οποιαδήποτε βλάβη του

τερματικού που καθημερινά χρησιμοποιεί. Σε περίπτωση βλάβης, λοιπόν, του δικού του τερματικού, μπορεί να μεταβεί σε οποιοδήποτε άλλο διαθέσιμο, μέχρι την επισκευή ή αντικατάσταση του.

Οι τερματικοί σταθμοί εργασίας συνδέονται με έναν ή περισσότερους διακομιστές για τη διεκπεραίωση των απαιτούμενων εργασιών. Οι διακομιστές μιας εταιρίας φυλάσσονται στο λεγόμενο κέντρο δεδομένων της (Data Center), το οποίο αποτελεί ένα απομονωμένο δωμάτιο που εντοπίζεται εντός του χώρου εργασίας. Όσον αφορά, λοιπόν, τη συντήρηση, αναβάθμιση κι ενημέρωση των διακομιστών, αποτελούν διαδικασίες που λαμβάνουν χώρα σε ένα συγκεκριμένο χώρο και για έναν περιορισμένο αριθμό υπολογιστικών συστημάτων. Επιπρόσθετα η αναβάθμιση κι ενημέρωση του λειτουργικού συστήματος και των αντιβιοτικών που παρέχουν τον μηχανισμό άμυνας έναντι κακόβουλων προγραμμάτων κι επιθέσεων, είναι αποκλειστική αρμοδιότητα εξουσιοδοτημένου προσωπικού. Για πολλές, μάλιστα, εργασίες το προσωπικό μηχανοργάνωσης μπορεί να παρέμβει απομακρυσμένα, έχοντας πρόσβαση στον διακομιστή από έναν τερματικό σταθμό εργασίας, όπως ακριβώς συμβαίνει με τους χρήστες.

Επιπλέον η αποθήκευση και η διαχείριση των αποθηκευμένων δεδομένων, πραγματοποιείται σε αποθηκευτικές μονάδες του διακομιστή, με αποτέλεσμα να μπορεί να ελέγχεται κι ενδεχομένως να αποτρέπεται, η διατήρηση ανεπιθύμητων αρχείων και προγραμμάτων από τους χρήστες. Αντίστοιχα, τα κρίσιμα για την εταιρία αλλά και για τους εργαζομένους, δεδομένα φυλάσσονται σε έναν διακομιστή βάσεων δεδομένων, με αποτέλεσμα αφ' ενός να αντιμετωπίζουν κεντρική διαχείριση, και αφ' ετέρου να διατηρείται, όπως και με όλα τα υπόλοιπα δεδομένα, αντίγραφο ασφαλείας (Backup). Κάτι τέτοιο είναι περισσότερο επιτακτικό παρά επιθυμητό, δεδομένου ότι ενδεχόμενη απώλεια δεδομένων του διακομιστή, επηρεάζει άμεσα όλα τα τερματικά που έχουν πρόσβαση σε αυτόν. Ταυτόχρονα διασφαλίζεται η προστασία τους από μη εξουσιοδοτημένους χρήστες ενώ οι εξουσιοδοτημένοι, έχουν πρόσβαση σε όσα τμήματα θέλει κι επιτρέπει η εταιρία.

Τέλος η συνεχόμενη εξέλιξη των λειτουργικών συστημάτων είναι κάτι που ελάχιστα επηρεάζει τη λειτουργικότητα της υποδομής. Οι διακομιστές είναι εξ' ορισμού υπολογιστικά μηχανήματα πολύ αυξημένης ισχύος προκειμένου να μπορούν να εξυπηρετούν πολλά τερματικά την ίδια στιγμή, και οι απαιτήσεις οποιουδήποτε λειτουργικού συστήματος, θα υπερκαλύπτονται από τις δυνατότητες του υλικού ενός διακομιστή.

Η υποδομή εικονικής επιφάνειας εργασίας, λοιπόν, εξασφαλίζει πολλαπλά οφέλη τόσο σε λειτουργικό, όσο και σε οικονομικό επίπεδο τα οποία συγκεντρωτικά παρουσιάζονται στη συνέχεια[22] :

- Μείωση του κόστους από διαδικασίες συντήρησης καθώς και από την κατανάλωση ενέργειας.
- Ασφάλεια και προστασία των δεδομένων από τη συγκεντρωτική διαφύλαξη τους, την κρυπτογράφηση κατά βούληση καθώς και από τον έλεγχο πρόσβασης εξουσιοδοτημένων χρηστών.
- Απλοποίηση των διαδικασιών διαχείρισης κι ελέγχου λόγω της δυνατότητας άμεσης παρέμβασης στο κέντρο δεδομένων, και της ευκολότερης παροχής χώρου εργασίας σε νέους χρήστες και συνεργαζόμενες επιχειρήσεις.
- Εξασφάλιση επιχειρηματικής ευελιξίας λόγω της δυνατότητας προσαρμογής σε νέα δεδομένα και προκλήσεις, καθώς και της πρόσβασης των χρηστών από οποιονδήποτε σταθμό εργασίας.
- Διαφύλαξη των δεδομένων σε περίπτωση απώλειας από τη δυνατότητα αυτοματοποιημένης δημιουργίας αντιγράφων ασφαλείας σε ανεξάρτητη αποθηκευτική μονάδα.
- Λιγότερες εκπομπές αποτυπώματος άνθρακα και μειωμένη κατανάλωση ενεργειακών πόρων.

Η τελευταία αναφορά είναι τόσο επιχειρηματικού όσο και περιβαλλοντικού ενδιαφέροντος, διότι εκτός από την ανάδειξη της κοινωνικής και περιβαλλοντικής ευαισθησίας της εταιρίας που χρησιμοποιεί την συγκεκριμένη υποδομή, υπάρχει ένα σημαντικό κέρδος στην επιβάρυνση της περιβαλλοντικής κατάστασης. Οι παράμετροι αυτές θα αναλυθούν εκτενώς σε επόμενο κεφάλαιο όπου θα υπολογιστούν ποσοτικά όλες οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής της υποδομής εικονικής επιφάνειας εργασίας και του συστήματος σαράντα επιτραπέζιων υπολογιστών.

[22] VMware-Cisco-EMC^2, Enterprise Virtual Desktop Infrastructure. Design for Performance and Reliability, 2009

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ[23]

3.1 Εισαγωγή στην έννοια της αξιολόγησης κύκλου ζωής

Η διαδικασία αξιολόγησης του κύκλου ζωής (Life Cycle Assessment - LCA) ενός προϊόντος είναι μια τεχνική που αποσκοπεί στη μελέτη των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που σχετίζονται με το εν λόγω προϊόν, κατά τη συνολική διάρκεια ύπαρξης και χρήσης του. Επικεντρώνεται κυρίως στην ανάλυση της επιμερισμένης συνεισφοράς των διαφόρων σταδίων του κύκλου ζωής του προϊόντος αυτού, στη συνολική περιβαλλοντική επιβάρυνση, έχοντας συνήθως σκοπό να θέσει σε μια σειρά προτεραιότητας τις πιθανές βελτιώσεις σε επίπεδο υλικών και διαδικασιών, καθώς και τη άμεση σύγκριση διαφορετικών προϊόντων μεταξύ τους.

Πρόκειται δηλαδή για ένα εργαλείο περιβαλλοντικής διαχείρισης και υποστήριξης της ανάληψης αποφάσεων που σκοπό έχει να αποτιμήσει τις επιδράσεις από τη χρήση ενέργειας και την επεξεργασία υλικών, συμπεριλαμβανομένης της απόρριψης αποβλήτων στο περιβάλλον, και να εκτιμήσει τις δυνατότητες μείωσης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, σε συνδυασμό με την ορθολογική διαχείριση των χρησιμοποιούμενων υλικών καθώς και της καταναλισκόμενης ενέργειας.

Ενδεικτικά, η ανάλυση αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως διαγνωστικό εργαλείο για τον προσδιορισμό των διεργασιών του κύκλου ζωής που χρήζουν περιβαλλοντικής βελτίωσης, για την περιβαλλοντική σύγκριση προϊόντων με την ίδια λειτουργία ή χρήση, για την περιβαλλοντική πιστοποίηση προϊόντων ή υπηρεσιών (eco-labelling) και τον οικολογικό σχεδιασμό νέων προϊόντων (eco-design).

Η τεχνική βασίζεται στη δημιουργία ενός είδους μοντέλου, το οποίο διαμορφώνει ο χρήστης προσπαθώντας να περιγράψει όσο το δυνατό πιο ρεαλιστικά ένα σύστημα. Το σύστημα μπορεί να θεωρηθεί ένα στατικό μοντέλο προσομοίωσης της πραγματικότητας, που αποτελείται από διεργασίες (unit processes), η κάθε μια από τις οποίες αντιπροσωπεύει μια ή περισσότερες δραστηριότητες.

Η αξιολόγηση κύκλου ζωής είναι μια σχετικά καινούρια τεχνική που έγινε ιδιαίτερα δημοφιλής στις αρχές της δεκαετίας του 1990. Αρχικά πολλοί πίστευαν πως θα μπορούσε να αποτελεί εργαλείο για τη υποστήριξη, από τις εταιρίες, περιβαλλοντικού περιεχομένου

[23] Το κεφάλαιο αυτό αποτελεί στο μεγαλύτερο μέρος του, απόσπασμα του ακόλουθου εγχειριδίου χρήσης, σχετικά με την ανάλυση κύκλου ζωής : Product Ecology Consultants, Introduction to LCA with SimaPro 7, 2008

επιχειρημάτων που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για λόγους προβολής και ανάδειξης μιας περιβαλλοντικής ευαισθησίας. Με την πάροδο των ετών έγινε σαφές ότι αυτός δεν είναι ο πιο ενδεδειγμένος τρόπος χρήσης της, αν και είναι σημαντικό τα αποτελέσματα της να χρησιμοποιηθούν για επικοινωνιακούς λόγους με προσεκτικό και καλά σταθμισμένο τρόπο.

Τα τελευταία χρόνια ο τρόπος σκέψης γύρω από την ανάλυση του κύκλου ζωής των προϊόντων έχει καταστεί επίκεντρο της διαμόρφωσης της περιβαλλοντικής πολιτικής. Ένα σαφές παράδειγμα είναι η έννοια της ολοκληρωμένης πολιτικής προϊόντος (Integrated Product Policy - IPP) όπως κοινοποιείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση. Αλλά και στην Ασία (Κίνα) και την Αμερική πολλές χώρες αναπτύσσουν στρατηγικές που προωθούν τη φιλοσοφία του κύκλου ζωής ως μια έννοια – κλειδί.

3.2 Πρότυπα τυποποίησης που αφορούν τη διαδικασία αξιολόγησης κύκλου ζωής

Υπάρχουν τέσσερα πρότυπα του διεθνούς οργανισμού τυποποίησης (ISO) που έχουν δημιουργηθεί ειδικά για την ανάλυση κύκλου ζωής των προϊόντων. Αυτά είναι τα ακόλουθα :

- ISO 14040: Αρχές και πεδίο εργασίας (Principles and framework)
- ISO 14041: Καθορισμός στόχου και πλαισίου εφαρμογής και ανάλυση απογραφής (Goal and Scope definition and Inventory analysis)
- ISO 14042: Αξιολόγηση επιπτώσεων κύκλου ζωής (Life Cycle Impact Assessment)
- ISO 14043: Ερμηνεία (Interpretation)

Το 2006 δημοσιεύτηκαν δύο νέα πρόχειρα πρότυπα τα οποία θα αντικαταστήσουν τα τέσσερα παραπάνω και είναι τα εξής :

- ISO/DIS 14040: Αρχές και πεδίο εργασίας (Principles and framework)
- ISO/DIS 14044: Απαιτήσεις και κατευθυντήριες γραμμές (Requirements and Guidelines)

Το νέο 14044 πρότυπο αντικαθιστά το 14041, 14042 και 14043, αλλά δεν περιλαμβάνει σημαντικές αλλαγές στο περιεχόμενο.

Τα πρότυπα ορίζονται σε αρκετά ασαφή γλώσσα, γεγονός που καθιστά δύσκολο να διαπιστωθεί αν μια αξιολόγηση έχει γίνει σύμφωνα με αυτά. Κατ' επέκταση δεν είναι δυνατόν να ληφθεί οποιαδήποτε επίσημη έγκριση που να πιστοποιεί ότι μια ανάλυση, μεθοδολογία ή λογισμικό κύκλου ζωής, όπως το SimaPro, είναι ολοκληρωτικά συμβατό με το πρότυπο και κατ' επέκταση, κανένας κατασκευαστής λογισμικού δεν μπορεί να εγγυηθεί ότι η ανάλυση

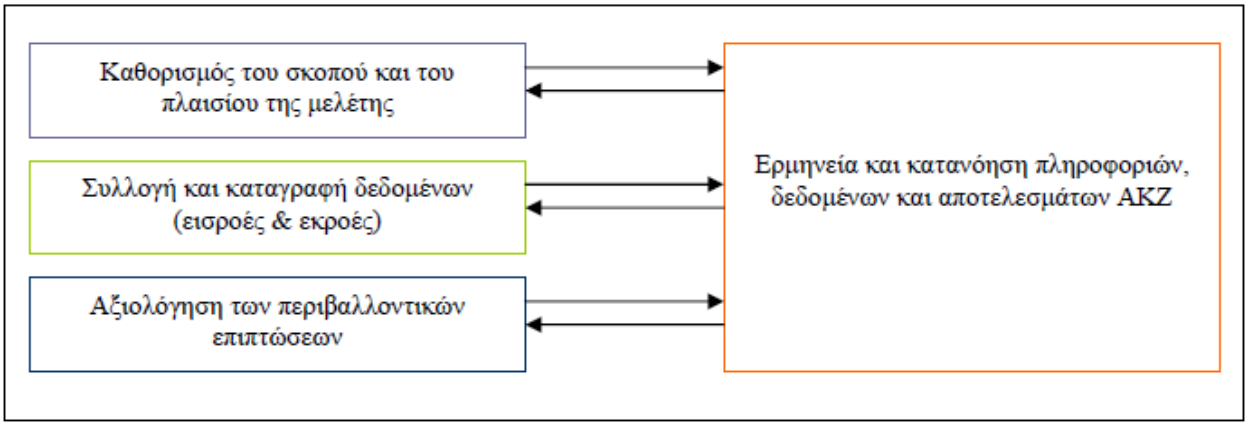
κύκλου ζωής που γίνεται με ένα συγκεκριμένο εργαλείο, αυτομάτως συμφωνεί με τα πρότυπα. Για παράδειγμα, το 14042 δεν επιτρέπει τη στάθμιση (weighting) μεταξύ κατηγοριών επιπτώσεων για επίσημες συγκρίσεις μεταξύ προϊόντων. Ωστόσο η στάθμιση επιτρέπεται για άλλες εφαρμογές και το λογισμικό SimaPro περιλαμβάνει τη συγκεκριμένη διαδικασία. Αυτό σημαίνει ότι είναι ευθύνη του χρήστη του λογισμικού να χρησιμοποιήσει τη συγκεκριμένη λειτουργία με ορθό τρόπο. Παρόμοια παραδείγματα μπορούν να παρατεθούν για τους κανόνες κατανομής και την οριοθέτηση του συστήματος.

3.3 Μεθοδολογία της διαδικασίας αξιολόγησης

Η εφαρμογή της αξιολόγησης χωρίζεται σε τέσσερα βασικά στάδια:

1. Τον ορισμό του στόχου (Goal) και του πλαισίου (Scope) της μελέτης
2. Την κατασκευή ενός μοντέλου που αφορά τον κύκλο ζωής του προϊόντος συμπεριλαμβάνοντας όλες τις περιβαλλοντικές εισροές και εκροές. Η διαδικασία αυτή καλείται και απογραφή κύκλου ζωής (Life Cycle Inventory - LCI)
3. Την κατανόηση όλων των περιβαλλοντικών συσχετίσεων των εισροών κι εκροών. Αυτό το στάδιο καλείται ανάλυση επιπτώσεων κύκλου ζωής (Life Cycle Impact Assessment - LCIA)
4. Την ερμηνεία της μελέτης.

Η ερμηνεία της μελέτης όπως φαίνεται και στην ακόλουθη εικόνα είναι σημαντικό να διεξάγεται καθ' όλη τη διάρκεια της ανάλυσης, προκειμένου να εξετάζεται η ορθότητα αυτής και να αποφεύγονται πιθανές παρεκκλίσεις από την πραγματικότητα.



Εικόνα 3. Μεθοδολογία Ανάλυσης Κύκλου Ζωής (Πηγή : Μ. Αβρααμίδης, Ν. Κυθραιώτου και Δ. Φάττα, Πανεπιστήμιο Κύπρου, Ανάλυση κύκλου ζωής ως υποστηρικτικό εργαλείο λήψης αποφάσεων για την οικολογική παραγωγή ελαιολάδου, 2006)

Η κύρια τεχνική που χρησιμοποιείται στην ανάλυση κύκλου ζωής είναι εκείνη της προσομοίωσης ή μοντελοποίησης. Στο στάδιο της απογραφής, ένα μοντέλο είναι κατασκευασμένο από το πολύπλοκο τεχνικό σύστημα που χρησιμοποιείται για την παραγωγή, μεταφορά, χρήση και τελική διάθεση του προϊόντος. Αυτό οδηγεί σε ένα φύλλο ροής (flow sheet) ή δέντρο διαδικασιών (process tree) με όλες τις σχετικές μεταβλητές. Για κάθε διαδικασία, συγκεντρώνονται όλες οι σχετικές εισροές και εκροές και το αποτέλεσμα είναι συνήθως ένας μακροσκελής κατάλογος των παραμέτρων αυτών που είναι συχνά δύσκολο να ερμηνευθεί.

Στην φάση αξιολόγησης των επιπτώσεων κύκλου ζωής, ένα τελείως διαφορετικό μοντέλο χρησιμοποιείται για να περιγράψει τη σημασία των εισροών και των εκροών. Γι' αυτό, χρησιμοποιείται ένα μοντέλο περιβαλλοντικού μηχανισμού. Για παράδειγμα, η εκπομπή του διοξειδίου του θείου (SO_2) θα μπορούσε να οδηγήσει σε αύξηση της οξύτητας. Η αύξηση της οξύτητας μπορεί να προκαλέσει αλλαγές στην κατάσταση του χώματος που θα έχει ως αποτέλεσμα να πεθαίνουν δέντρα, κλπ. Με τη χρήση διαφόρων περιβαλλοντικών μηχανισμών, το αποτέλεσμα της απογραφής κύκλου ζωής μπορεί να μεταφραστεί σε διάφορες κατηγορίες επιπτώσεων, όπως η αύξηση της οξύτητας, η αλλαγή του κλίματος κλπ.

3.4 Καθορισμός στόχου και πλαισίου

Ο καθορισμός του στόχου και πλαισίου της ανάλυσης είναι ένα ιδιαίτερα σημαντικό στάδιο στην εφαρμογή της τεχνικής γιατί από αυτό θα εξαρτηθεί η έκταση της σε χρόνο, ανθρώπινο

δυναμικό και οικονομικούς πόρους. Όπως σε όλες τις προσομοιώσεις, θα πρέπει να γίνει αντιληπτό ότι ένα μοντέλο δεν αποτελεί παρά μια απλοποιημένη αποτύπωση της πραγματικότητας και όπως σε όλες τις απλουστεύσεις, αυτό σημαίνει ότι η πραγματικότητα θα διαστρεβλωθεί ως έναν βαθμό. Κατ' επέκταση θα πρέπει οι απλοποιήσεις να γίνουν με τέτοιο τρόπο και σε αυτόν τον βαθμό που η επιρροή τους στο τελικό αποτέλεσμα θα είναι κατά το δυνατόν η ελάχιστη. Τα σημαντικότερα ζητήματα που πρέπει να ληφθούν υπόψη και συνδέονται με τον στόχο και το πλαίσιο της ανάλυσης κύκλου ζωής, είναι τα ακόλουθα :

- Η αποτύπωση του σκοπού για τον οποίο γίνεται η ανάλυση.
- Ο ακριβής καθορισμός του προϊόντος, του κύκλου ζωής του και της λειτουργίας που εξυπηρετεί.
- Σε περίπτωση συγκρίσεως προϊόντων, ο καθορισμός της βάσης σύγκρισης τους
- Ο ορισμός και περιγραφή των ορίων του συστήματος
- Η περιγραφή του τρόπου με τον οποίο θα αντιμετωπιστούν προβλήματα κατανομής (πχ. πρόβλημα κατανομής επιπτώσεων εκροών που ανήκουν στην ίδια διαδικασία, της οποίας γνωρίζουμε τις επιπτώσεις στο περιβάλλον)
- Καθορισμός των δεδομένων που θα χρησιμοποιηθούν και της αξιοπιστίας τους
- Παραδοχές και περιορισμοί
- Οι απαιτήσεις όσον αφορά τη διαδικασία αξιολόγησης κύκλου ζωής, και η επακόλουθη ερμηνεία που θα δοθεί
- Οι ενδεχόμενοι λήπτες των αποτελεσμάτων και ο τρόπος που αυτά θα τους παρασχεθούν
- Ο τύπος και η μορφή της έκθεσης που θα χρειαστεί για τη μελέτη

Ο καθορισμός του στόχου και του πλαισίου είναι ένας οδηγός που βοηθά να εξασφαλιστεί η συνοχή της ανάλυσης που εκτελείται. Δεν θα πρέπει να χρησιμοποιείται ως ένα ανεξάρτητο τμήμα, αφού κατά τη διάρκεια της διαδικασίας αξιολόγησης κύκλου ζωής, μπορεί κανείς να λάβει διορθώσεις όταν διαπιστώνεται ότι οι αρχικές επιλογές του δεν είναι οι βέλτιστες ή εφικτές. Ωστόσο, οι προσαρμογές πρέπει να γίνονται συνειδητά και προσεκτικά.

3.4.1 Καθορισμός του στόχου

Είναι προφανές ότι οποιαδήποτε μελέτη κύκλου ζωής θα πρέπει να έχει έναν στόχο. Κατά τα πρότυπα του διεθνούς οργανισμού υπάρχουν κάποιες ιδιαίτερες απαιτήσεις για τον ορισμό του στόχου και είναι οι ακόλουθες :

- Η εφαρμογή και το ενδιαφερόμενο κοινό πρέπει να περιγράφονται με σαφήνεια. Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό, καθώς μια μελέτη που στοχεύει στην παροχή στοιχείων που αφορούν το εσωτερικό μιας εταιρίας θα είναι διαφορετικά δομημένη από μια μελέτη που στοχεύει στο να πραγματοποιήσει συγκρίσεις μεταξύ δύο προϊόντων που αναμένεται να παρουσιαστούν σε εξωτερικούς συντελεστές. Σημαντική είναι και η επικοινωνία με τα ενδιαφερόμενα μέρη, κατά την εκτέλεση της μελέτης για την παροχή σχετικών οδηγιών.
- Οι απώτεροι σκοποί διεξαγωγής της μελέτης θα πρέπει να περιγράφονται, καθώς είναι μείζονος σημασίας, αν ο αναλυτής θέλει να εξάγει ένα συμπέρασμα ή απλώς να παράσχει κάποιες πληροφορίες.

Ορισμένες μελέτες ανάλυσης κύκλου ζωής εξυπηρετούν περισσότερους από έναν στόχους. Τα αποτελέσματα μπορεί να χρησιμοποιηθούν στο εσωτερικό ενός ερευνητικού προγράμματος ή στην παρουσίαση ενός επιστημονικού συνεδρίου. Στην περίπτωση αυτή, οι συνέπειες αυτής της διπλής σκοπιμότητας θα πρέπει να περιγραφούν αφού για κάθε περίπτωση μπορεί, για παράδειγμα, να χρησιμοποιηθούν διαφορετικές μέθοδοι αξιολόγησης των επιπτώσεων.

3.4.2 Καθορισμός του πλαισίου

Το πλαίσιο εφαρμογής της μελέτης περιγράφει τις σημαντικότερες μεθοδολογικές επιλογές, τις παραδοχές και τους περιορισμούς. Καθώς η ανάλυση κύκλου ζωής είναι μια επαναληπτική διαδικασία, ένας αναλυτής ξεκινά με αρχικές επιλογές κι αρχικές απαιτήσεις, που μπορεί να προσαρμόσει και να αλλάξει στη συνέχεια, όταν αποκτήσει περισσότερες πληροφορίες.

3.4.2.1 Λειτουργική μονάδα και ροή αναφοράς

Ένα ιδιαίτερα σημαντικό ζήτημα στις συγκρίσεις των προϊόντων είναι η λειτουργική μονάδα ή η βάση σύγκρισης. Σε πολλές περιπτώσεις, δεν μπορεί κανείς να συγκρίνει απλά ένα προϊόν Α και ένα Β, καθώς μπορεί να έχουν διαφορετικά χαρακτηριστικά απόδοσης. Για παράδειγμα, ένα χάρτινο κουτί γάλακτος μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο μία φορά, ενώ ένα γυάλινο μπουκάλι που επιστρέφεται μπορεί να χρησιμοποιηθεί δέκα ή και περισσότερες φορές. Αν ο σκοπός της ανάλυσης είναι να συγκρίνουμε το σύστημα συσκευασίας του γάλακτος, δεν μπορούμε να συγκρίνουμε ένα χάρτινο κουτί με μια φιάλη. Μια πολύ καλύτερη προσέγγιση είναι να συγκρίνουμε δύο τρόπους συσκευασίας και παράδοσης 1000 λίτρων γάλακτος. Σε αυτή την περίπτωση θα μπορούσαν να συγκριθούν 1000 χάρτινα κουτιά με περίπου 100

μπουκάλια και 900 πλύσεις μπουκαλιών (υποθέτοντας ότι κάθε φιάλη θα επιστραφεί 9 φορές).

Ο καθορισμός της λειτουργικής μονάδας μπορεί να είναι ιδιαίτερα περίπλοκη υπόθεση. Δεν είναι καθόλου εύκολο για παράδειγμα να καθοριστεί επακριβώς η λειτουργική μονάδα ενός παγωτού ή ενός ταξιδίου αναψυχής.

3.4.2.2 Όρια του Συστήματος

Τα όρια του συστήματος καθορίζουν ποιες διεργασίες θα πρέπει να συμπεριληφθούν στη μελέτη. Ο καθορισμός των ορίων του συστήματος, είναι εν μέρει υποκειμενικός, και γίνεται συνήθως κατά τον ορισμό του πλαισίου. Όρια που πρέπει να ληφθούν υπόψη είναι για παράδειγμα τα όρια μεταξύ τεχνόσφαιρας (διεργασίες, υλικά και άλλα είδη που προκύπτουν ως αποτέλεσμα της ανθρώπινης δραστηριότητας) και οικόσφαιρας (διεργασίες και υλικά που δεν προκύπτουν από κάποια ανθρώπινη δραστηριότητα), γεωγραφικά και χρονικά όρια και τα όρια μεταξύ του, υπό μελέτη, κύκλου ζωής και των κύκλων ζωής άλλων συστημάτων.

Τα συστήματα προϊόντων τείνουν να είναι αλληλένδετα μεταξύ τους, με έναν ιδιαίτερα περίπλοκο τρόπο. Για παράδειγμα, στην ανάλυση κύκλου ζωής των χάρτινων κουτιών γάλακτος, χρησιμοποιούνται φορτηγά . Ωστόσο, και τα φορτηγά είναι προϊόντα με κύκλο ζωής. Για την παραγωγή φορτηγών είναι απαραίτητη η παραγωγή χάλυβα, για την παραγωγή χάλυβα είναι απαραίτητη η παραγωγή άνθρακα, για την παραγωγή άνθρακα χρειάζονται φορτηγά κλπ. Είναι σαφές ότι δεν μπορούν να εντοπιστούν όλες τις εισροές και οι εκροές ενός παραγωγικού συστήματος, και ότι είναι απαραίτητο να τεθούν όρια γύρω από αυτό. Είναι επίσης σαφές ότι εξαιρώντας συγκεκριμένα μέρη, καθώς αυτά θα βρίσκονται εκτός ορίων του συστήματος, τα αποτελέσματα που θα προκύψουν μπορεί να είναι ανακριβή με άμεση συνέπεια την αλλοίωση του τελικού αποτελέσματος.

3.4.2.3 Κριτήρια για την ένταξη των εισροών και εκροών στα όρια του συστήματος

Εκτός από τα κριτήρια για τα όρια του συστήματος, μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί ένα συγκεκριμένο όριο κάτω από το οποίο θεωρείται ότι είναι περιττή η συλλογή στοιχείων για μια εισροή ή εκροή. Το πρότυπο 14041 συνιστά τη χρήση μιας ή περισσότερων από τις ακόλουθες βάσεις για ένα τέτοιο όριο:

1. Εάν η μάζα μιας εισροής ή εκροής είναι μικρότερη από ένα ορισμένο ποσοστό επί του συνόλου.

2. Εάν η οικονομική αξία μιας εισροής ή εκροής είναι μικρότερη από ένα ορισμένο ποσοστό της συνολικής αξίας του συστήματος.
3. Εάν η συνεισφορά μιας εισροής ή εκροής στην περιβαλλοντική επιβάρυνση είναι κάτω από ένα ορισμένο ποσοστό.

Το πρόβλημα με τις δύο πρώτες προσεγγίσεις είναι ότι ροές με χαμηλή αξία ή μικρή μάζα θα μπορούσαν να έχουν σημαντικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Ειδικά για την πρώτη περίπτωση υπάρχει το επιπρόσθετο πρόβλημα ότι έχει πρακτική εφαρμογή μόνο για υλικά και όχι για αποστάσεις μεταφορών και ενέργεια.

Η τρίτη φαίνεται να είναι η καταλληλότερη επιλογή, αλλά το πρόβλημα είναι ότι δεν μπορεί κανείς να ξέρει ποια είναι η πραγματική συμβολή στις περιβαλλοντικές επιπτώσεις μιας εισροής ή εκροής πριν αυτή διερευνηθεί. Από τη στιγμή όμως που θα έχει πραγματοποιηθεί η διαδικασία της εξέτασης, ανακύπτει το δίλλημα της ένταξης της συγκεκριμένης μεταβλητής στους υπολογισμούς αφού όσο μικρή και αν είναι η συνεισφορά της, η ένταξη της είναι πλέον εύκολη υπόθεση.

3.4.2.4 Κατανομή

Η κατανομή (Allocation) αφορά την απόδοση περιβαλλοντικής ευθύνης σε μια διεργασία. Πολλές διεργασίες εκτελούν περισσότερες από μία λειτουργίες και έχουν σαν αποτέλεσμα την εξαγωγή πολλαπλών εκροών. Η περιβαλλοντική επιβάρυνση των εν λόγω διεργασιών θα πρέπει να κατανεμηθεί αναλόγως στις εκροές αυτές. Υπάρχουν διάφοροι τρόποι για να πραγματοποιηθεί αυτή η κατανομή. Τα πρότυπα του διεθνούς οργανισμού συνιστούν τις ακόλουθες εναλλακτικές λύσεις, προκειμένου να αντιμετωπιστούν θέματα κατανομής:

- Η κατανομή μπορεί να αποφευχθεί, με τη διάσπαση της διαδικασίας κατά τέτοιο τρόπο ώστε να μπορεί να περιγραφεί ως δύο χωριστές, όπου η κάθε μια έχει ως αποτέλεσμα ένα διαφορετικό προϊόν. Πολλές φορές, αυτό δεν είναι δυνατό, αφού για παράδειγμα, οι ξύλινες σανίδες και το πριονίδι είναι και τα δύο εκροές ενός πριονιστηρίου αλλά δεν μπορεί να χωρισθεί η διαδικασία παρασκευής, σε μια που λαμβάνει χώρα σε ένα μέρος που είναι υπεύθυνο για το πριονίδι και σε μια άλλη που είναι υπεύθυνη για την σανίδες.
- Ένας άλλος τρόπος για να αποφευχθεί η κατανομή είναι να επεκταθούν τα όρια του συστήματος και να συμπεριληφθούν διαδικασίες που απαιτούνται προκειμένου να παραχθεί μια παρόμοια εκροή. Για παράδειγμα, εάν μια χρήσιμη ποσότητα ατμού, που

παράγεται ως παραπροϊόν σε μια διαδικασία, χρησιμοποιείται κατά τέτοιο τρόπο ώστε να αποφευχθεί η εκ νέου παραγωγή ατμού με συμβατικά μέσα, μπορεί κανείς να αφαιρέσει την περιβαλλοντική επιβάρυνση της παραγωγής ατμού που αποφεύγεται. Ένα πρακτικό πρόβλημα είναι ότι συνήθως δεν είναι εύκολο να καθοριστεί ο τρόπος με τον οποίο ατμός, στην περίπτωση αυτή, θα παραχθεί εναλλακτικά.

- Εάν δεν είναι δυνατόν να αποφευχθεί η κατανομή με άλλο τρόπο, τα πρότυπα προτείνουν την κατανομή της περιβαλλοντικής επιβάρυνσης βάση μιας φυσικής αιτιότητας, όπως η μάζα ή η ενεργειακή αξία των εκροών. Για παράδειγμα, εάν το πριονίδι αντιπροσωπεύει το 40% της μάζας, μπορεί να αποδοθεί το 40% της περιβαλλοντικής επιβάρυνσης σε αυτό.
- Εάν αυτή η διαδικασία δεν μπορεί να εφαρμοστεί, ο διεθνής οργανισμός προτείνει την χρήση μιας κοινωνικοοικονομικής βάσης κατανομής, όπως είναι η οικονομική αξία. Για παράδειγμα, εάν το πριονίδι αντιπροσωπεύει το 20% της αξίας που παράγεται από το πριονιστήριο, μπορεί να αποδοθεί το 20% της περιβαλλοντικής επιβάρυνσης σε αυτό.

Παρόλο που στο πρότυπο αναφέρεται η κοινωνικοοικονομική βάση ως έσχατη λύση, χρησιμοποιείται πολύ συχνά. Το πλεονέκτημα είναι ότι η οικονομική αξία είναι ένας καλός τρόπος για να διακριθούν τα απόβλητα (μηδενικής ή αρνητικής αξίας προϊόντα) μιας εκροής.

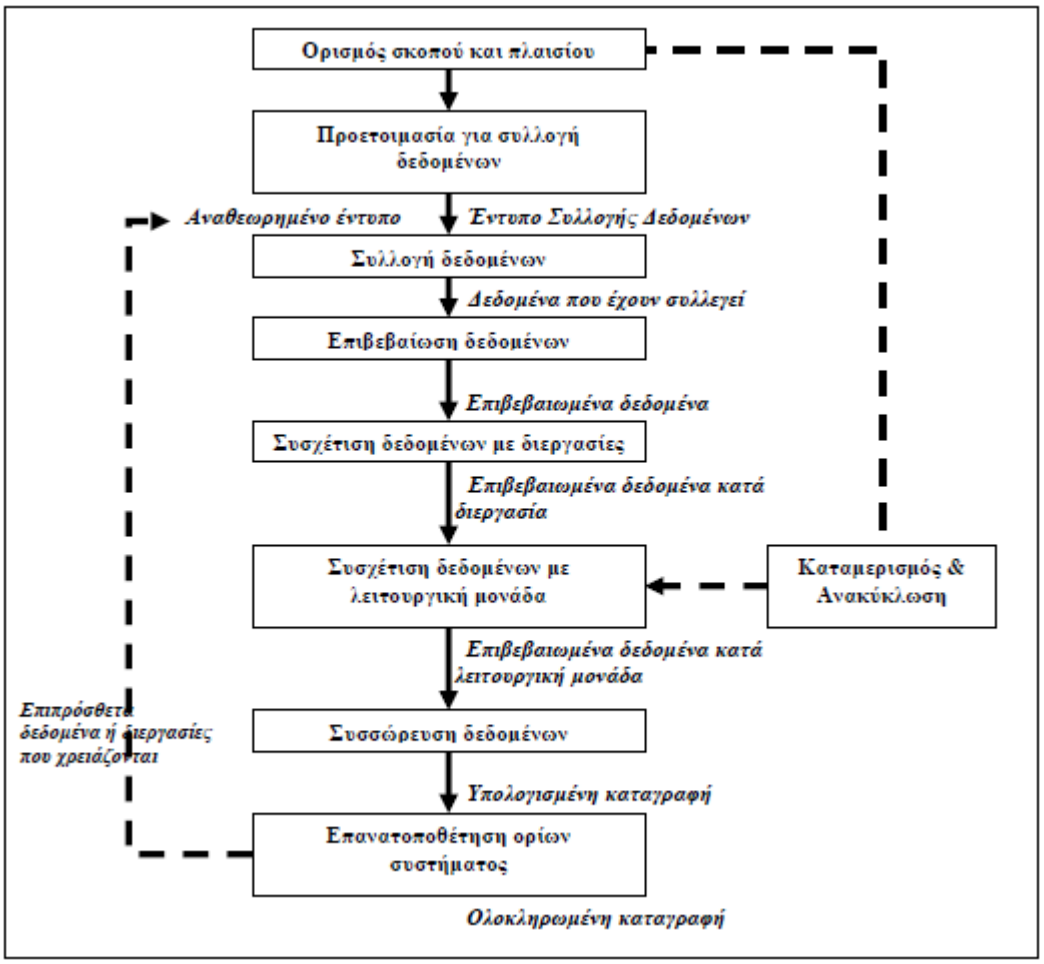
3.4.2.5 Η παρακολούθηση των απαιτήσεων ποιότητας των δεδομένων

Η εγκυρότητα των αποτελεσμάτων από τις μελέτες ανάλυσης κύκλου ζωής, εξαρτάται από την ποιότητα και τις πηγές των δεδομένων που εισάγονται. Θα πρέπει κατά τη συλλογή των δεδομένων να λαμβάνονται υπόψη παράμετροι όπως το χρονικό, γεωγραφικό και τεχνολογικό εύρος των πηγών, η ακρίβεια και η αντιπροσωπευτικότητα τους, η βάση κατανομής που θα χρησιμοποιηθεί, τα όρια του συστήματος καθώς και η εγκυρότητα των μεθόδων που χρησιμοποιούνται για συλλογή τους. Πολλές φορές η αναζήτηση επιπρόσθετων στοιχείων εκτός των ορίων του συστήματος, για μια μελέτη, όπως για παράδειγμα από άλλες χώρες ή ηπείρους, μπορεί να επηρεάσει αρνητικά το αποτέλεσμα, γιατί τα στοιχεία αυτά υπακούουν σε διαφορετικές κανόνες, παρόλο που με αυτόν τον τρόπο επαυξάνεται το πλήθος των μετρούμενων μεγεθών και προσεγγίζουμε περισσότερο τη μέση τιμή. Γι' αυτόν το λόγο απαιτείται προσοχή κατά τη συλλογή των δεδομένων, ώστε αυτή να πραγματοποιείται σύμφωνα με τους κανόνες που έχουν προκαθοριστεί.

3.5 Απογραφή

Για την ολοκλήρωση του μοντέλου είναι αναγκαία η συλλογή δεδομένων για κάθε διεργασία που βρίσκεται εντός των ορίων του συστήματος. Η διαδικασία αυτή καλείται απογραφή (Inventory) και τα δεδομένα αυτά είναι συνδυασμός εισροών κι εκροών. Για τη συλλογή δεδομένων πρέπει, μεταξύ άλλων, να σχεδιάζονται κατάλληλα έντυπα συλλογής. Στη συνέχεια τα δεδομένα θα πρέπει να επαληθεύονται και να συσχετίζονται με τη λειτουργική μονάδα προκειμένου να επιτραπεί η συνάθροιση των αποτελεσμάτων. Ένα πολύ ευαίσθητο βήμα σε αυτήν τη διαδικασία υπολογισμού είναι η κατανομή των ροών στο περιβάλλον όπως για παράδειγμα οι εκπομπές στον αέρα, το νερό και το έδαφος. Ένα πρόβλημα, προκύπτει από το γεγονός ότι αρκετές διεργασίες παράγουν περισσότερα από ένα προϊόντα, που πιθανόν να μην βρίσκονται εντός των ορίων του συστήματος.

Η συλλογή δεδομένων είναι το στάδιο με τις μεγαλύτερες απαιτήσεις σε πόρους και χρόνο σε μία αξιολόγηση κύκλου ζωής. Η εικόνα 4 δείχνει τις απαιτήσεις σε στοιχεία κατά τη διάρκεια μίας ανάλυσης, σύμφωνα με το πρότυπο 14041. Τα συστήματα παραγωγής προϊόντων συνήθως περιλαμβάνουν συγκεκριμένες διεργασίες οι οποίες είναι ίδιες σχεδόν για όλες τις μελέτες, όπως, η προμήθεια ενέργειας, οι μεταφορές, οι υπηρεσίες επεξεργασίας αποβλήτων και η παραγωγή χημικών ουσιών. Οι διεργασίες αυτές ονομάζονται διεργασίες παρασκηνίου (background processes). Τα τελευταία χρόνια έχουν αναπτυχθεί και είναι διαθέσιμες βάσεις δεδομένων με στοιχεία για πολλές από αυτές ενώ η συχνότητα με την οποία χρησιμοποιούνται συνεπάγεται τον εντοπισμό τους σε πολλές βιβλιογραφικές αναφορές. Η επαναχρησιμοποίηση στοιχείων από προηγούμενες μελέτες μπορεί να απλοποιήσει την εργασία συλλογής δεδομένων, εντούτοις αυτό πρέπει να γίνεται με μεγάλη προσοχή έτσι ώστε τα δεδομένα να είναι αντιπροσωπευτικά.



Εικόνα 4. Σχηματική επεξήγηση των αναγκών σε στοιχεία για το στάδιο απογραφής κατά την ανάλυση κύκλου ζωής (Πηγή : Μ. Αβρααμίδης, Ν. Κυθραιώτου και Δ. Φάττα, Πανεπιστήμιο Κύπρου, Ανάλυση κύκλου ζωής ως υποστηρικτικό εργαλείο λήψης αποφάσεων για την οικολογική παραγωγή ελαιολάδου, 2006)

Ωστόσο για αρκετές από τις διεργασίες του συστήματος είτε δεν υπάρχουν διαθέσιμα δεδομένα είτε τα δεδομένα που είναι διαθέσιμα δεν είναι αντιπροσωπευτικά της διεργασίας που περιλαμβάνεται στον υπό εξέταση κύκλο ζωής. Οι διεργασίες αυτές είναι γνωστές ως διεργασίες προσκηνίου (foreground processes) και γι' αυτές απαιτείται η συλλογή πρωτογενών στοιχείων από το, υπό μελέτη, σύστημα και η κατασκευή τους εξ' αρχής.

3.6 Αξιολόγηση επιπτώσεων

Οι περισσότεροι ειδικοί αναλυτές κύκλου ζωής προϊόντων δεν αναπτύσσουν μεθοδολογίες εκτίμησης των επιπτώσεων (Impact Assessment Methods), παρά επιλέγουν κάποια που έχει ήδη δημοσιευθεί.

Όπως και στο στάδιο της απογραφής έτσι και στην αξιολόγηση των επιπτώσεων (Impact Assessment) τα δεδομένα των στόχων και του πλαισίου που έχουν προεισαχθεί είναι η πιο σημαντική πηγή καθοδήγησης για την επιλογή της μεθόδου και των κατηγοριών επιπτώσεων.

Η σημαντικότερη, ίσως, επιλογή που θα πρέπει να γίνει είναι αυτή του καθορισμού του επιθυμητού επιπέδου ακρίβειας κι έκτασης των αποτελεσμάτων. Αυτό συνήθως εξαρτάται από τον τρόπο που θα παρουσιαστούν αυτά στους ενδιαφερόμενους και την ικανότητα αυτών να αντιληφθούν κάποια αναλυτικά αποτελέσματα. Η εικόνα 5 παρουσιάζει μια επισκόπηση ορισμένων από τις παραμέτρους που θα πρέπει να ληφθούν υπόψη στην προαναφερθείσα απόφαση.

Εικόνα 5. Η επιλογή της μεθόδου αξιολόγησης των επιπτώσεων και η εξάρτηση της από διάφορους παράγοντες (Πηγή : Product Ecology Consultants (PRe Consultants), Introduction to LCA with SimaPro 7, 2008)

3.6.1 Ο διεθνής οργανισμός τυποποίησης σχετικά με τις μεθόδους αξιολόγησης των επιπτώσεων

Το πρότυπο 14040 ορίζει μια διαδικασία ανάλυσης κύκλου ζωής, ως τη συλλογή και αξιολόγηση των εισροών και εκροών και των πιθανών περιβαλλοντικών επιπτώσεων ενός συστήματος προϊόντος μέσω του κύκλου ζωής του. Κατά τον ορισμό αυτό, είναι σαφές ότι η αξιολόγηση των επιπτώσεων αποτελεί αναπόσπαστο μέρος της ανάλυσης. Η αξιολόγηση των επιπτώσεων του κύκλου ζωής ορίζεται ως η φάση της ανάλυσης που σαν στόχο έχει την κατανόηση και την αξιολόγηση του μεγέθους και της σημασίας των ενδεχόμενων περιβαλλοντικών επιβαρύνσεων ενός συστήματος.

Οι μέθοδοι αξιολόγησης των επιπτώσεων περιγράφονται στο πρότυπο 14042. Σε αυτό το πρότυπο, γίνεται η εξής διάκριση όσον αφορά τις διαδικασίες αξιολόγησης :

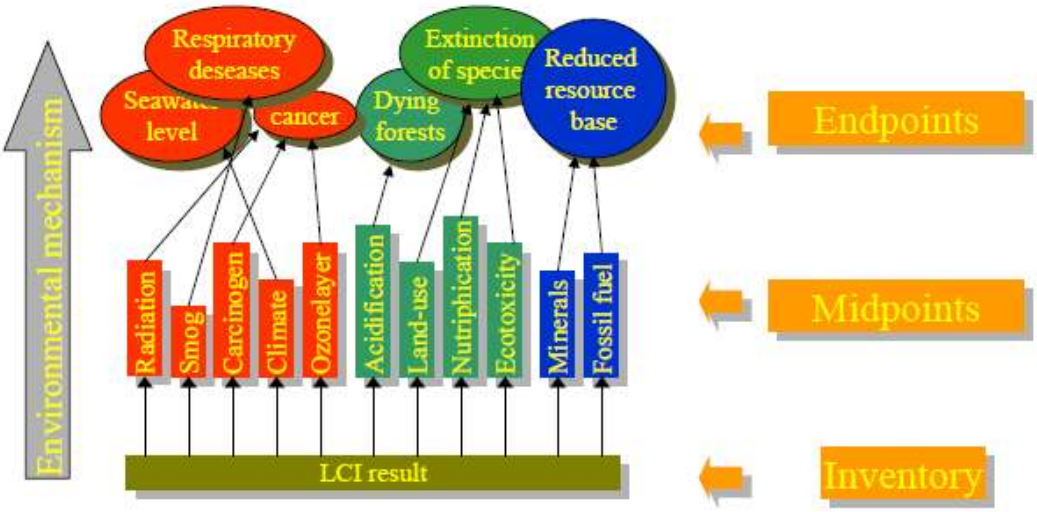
- Υποχρεωτικά στοιχεία, όπως η ταξινόμηση (classification) και ο χαρακτηρισμός (characterization).
- Προαιρετικά στοιχεία, όπως η ομαλοποίηση (normalization), η ταξινόμηση (ranking), η ομαδοποίηση (grouping) και η στάθμιση (weighting)

Αυτό σημαίνει ότι, σύμφωνα με το πρότυπο, κάθε ανάλυση πρέπει τουλάχιστον να περιλαμβάνει ταξινόμηση και χαρακτηρισμό. Αν οι διαδικασίες αυτές δεν πραγματοποιηθούν, τότε η μελέτη δεν μπορεί παρά να χαρακτηριστεί απλά ως απογραφής κύκλου ζωής (Life Cycle Inventory – LCI).

3.6.2 Επιλογή μεθόδων και κατηγοριών επιπτώσεων

Ένα σημαντικό βήμα είναι η επιλογή των κατάλληλων κατηγοριών επιπτώσεων. Η επιλογή καθοδηγείται από το στόχο της μελέτης.

Μια σημαντική βοήθεια στη διαδικασία επιλογής των κατηγοριών επιπτώσεων είναι ο ορισμός των αποκαλούμενων τελικών σημείων (Endpoints) που φαίνονται και στην εικόνα 6. Τα σημεία αυτά θα πρέπει να εκλαμβάνονται ως ζητήματα περιβαλλοντικού ενδιαφέροντος, όπως η ανθρώπινη υγεία, η εξαφάνιση των ειδών, η διαθεσιμότητα των πόρων για τις μελλοντικές γενεές, κλπ. Το πρότυπο δεν συνιστά τη χρήση συγκεκριμένων τελικών σημείων, αλλά αν επιλεχθούν, θα πρέπει αυτό να γίνει από την αρχή ενώ απαιτείται να πραγματοποιηθεί με τρόπο που θα καταδεικνύεται η περιβαλλοντική συσχέτιση των ομαδοποιημένων κατηγοριών. Έπειτα οι κατηγορίες επιπτώσεων μπορούν να επιλεγούν, εφόσον το περιβαλλοντικό μοντέλο που συνδέει την κατηγορία επιπτώσεων με το τελικό σημείο περιγράφεται με σαφήνεια. Ωστόσο δεν είναι απαραίτητο να περιγραφεί αυτός ο σύνδεσμος ποσοτικά. Στην ακόλουθη εικόνα φαίνεται η διαδικασία ενός τυπικού περιβαλλοντικού μηχανισμού.



Εικόνα 6. Γενική επισκόπηση της δομής μιας μεθόδου αξιολόγησης των επιπτώσεων. (Πηγή : Product Ecology Consultants (PRe Consultants), Introduction to LCA with SimaPro 7, 2008).

3.6.3 Ταξινόμηση

Το αποτέλεσμα της απογραφής του κύκλου ζωής συνήθως περιέχει εκατοντάδες διαφορετικές εκπομπές και παραμέτρους εξόρυξης πόρων. Από τη στιγμή που θα καθοριστούν οι σχετικές κατηγορίες επιπτώσεων, τα αποτελέσματα της απογραφής θα πρέπει να ενταχθούν σε αυτές τις κατηγορίες κατά τη διαδικασία της ταξινόμησης (Classification). Για παράδειγμα, το διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) και το μεθάνιο (CH_4) είναι και τα δύο ενταγμένα στην κατηγορία επιπτώσεων της υπερθέρμανσης του πλανήτη, ενώ το διοξείδιο του θείου (SO_2) και η αμμωνία (NH_3) είναι και τα δύο ενταγμένα στην κατηγορία επιπτώσεων της τοξικότητας. Είναι επίσης δυνατόν να αντιστοιχηθούν κάποιες εκπομπές σε περισσότερες από μία κατηγορίες επιπτώσεων ταυτόχρονα. Το διοξείδιο του θείου (SO_2) για παράδειγμα, μπορεί επίσης να ενταχθεί και σε μια κατηγορία επιπτώσεων όπως η υγεία του ανθρώπου, και οι ασθένειες του αναπνευστικού συστήματος.

3.6.4 Χαρακτηρισμός

Μόλις οι κατηγορίες επιπτώσεων καθοριστούν και τα αποτελέσματα του σταδίου απογραφής ενταχθούν σε αυτές, είναι αναγκαίο να καθοριστούν και οι συντελεστές χαρακτηρισμού (Characterization factors). Οι συντελεστές αυτοί πρέπει να αντανακλούν τη σχετική συνεισφορά των αποτελεσμάτων της απογραφής κύκλου ζωής στις διάφορες κατηγορίες

επιπτώσεων. Για παράδειγμα, σε μια χρονική κλίμακα 100 ετών, η συνεισφορά 1 κιλού μεθανίου στην υπερθέρμανση του πλανήτη είναι 21 φορές υψηλότερη από την εκπομπή της ίδιας ποσότητας διοξειδίου του άνθρακα. Αυτό σημαίνει ότι αν ο συντελεστής χαρακτηρισμού του διοξειδίου του άνθρακα είναι 1, ο συντελεστής χαρακτηρισμού του μεθανίου είναι 21. Έτσι, το αποτέλεσμα της κατηγορίας επιπτώσεων της υπερθέρμανσης του πλανήτη μπορεί να υπολογιστεί πολλαπλασιάζοντας τα αποτελέσματα της απογραφής με τον αντίστοιχο συντελεστή χαρακτηρισμού και αθροίζοντας τα στη συνέχεια.

3.6.5 Προαιρετικά βήματα

Όπως αναφέρθηκε η ομαλοποίηση, η ομαδοποίηση και η κατάταξη χρησιμοποιούνται για να απλοποιηθεί η ερμηνεία του αποτελέσματος και θεωρούνται προαιρετικά κατά το πρότυπο 14042. Ωστόσο είναι σημαντικό να πραγματοποιηθούν, εάν υπάρχει η δυνατότητα, καθώς προσφέρουν χρήσιμες πληροφορίες, κι επιπλέον καθίσταται σαφέστερη και πιο ευδιάκριτη η απόδοση των συμπερασμάτων.

3.6.6 Ομαλοποίηση

Ομαλοποίηση (Normalization) είναι μια διαδικασία που απαιτείται για να δείξει σε ποιο βαθμό μια κατηγορία επιπτώσεων έχει συνεισφορά στο συνολικό περιβαλλοντικό πρόβλημα. Αυτό επιτυγχάνεται με τη διαίρεση των αποτελεσμάτων των κατηγοριών επιπτώσεων με μια τιμή. Υπάρχουν διάφοροι τρόποι για να καθοριστεί η τιμή αυτή. Η πιο συνηθισμένη διαδικασία είναι, αφού καθοριστούν τα αποτελέσματα των κατηγοριών επιπτώσεων για μια περιοχή κατά τη διάρκεια ενός έτους, να διαιρεθεί το αποτέλεσμα με τον αριθμό των κατοίκων σε αυτή την περιοχή.

Η ομαλοποίηση εξυπηρετεί δύο σκοπούς :

1. Οι κατηγορίες επιπτώσεων που συνεισφέρουν μόνο σε έναν πολύ μικρό βαθμό στις συνολικές επιπτώσεις σε σύγκριση με άλλες κατηγορίες μπορούν να μην ληφθούν υπόψη κατά την εξέταση, μειώνοντας έτσι τον αριθμό των ζητημάτων που πρέπει να αξιολογηθούν.
2. Τα ομαλοποιημένα αποτελέσματα καταδεικνύουν την τάξη μεγέθους των περιβαλλοντικών προβλημάτων που δημιουργούνται από τον κύκλο ζωής των προϊόντων, σε σύγκριση με το σύνολο των περιβαλλοντικών επιφορτίσεων σε ένα συγκεκριμένο γεωγραφικό περιβάλλον.

3.6.7 Ομαδοποίηση και κατάταξη

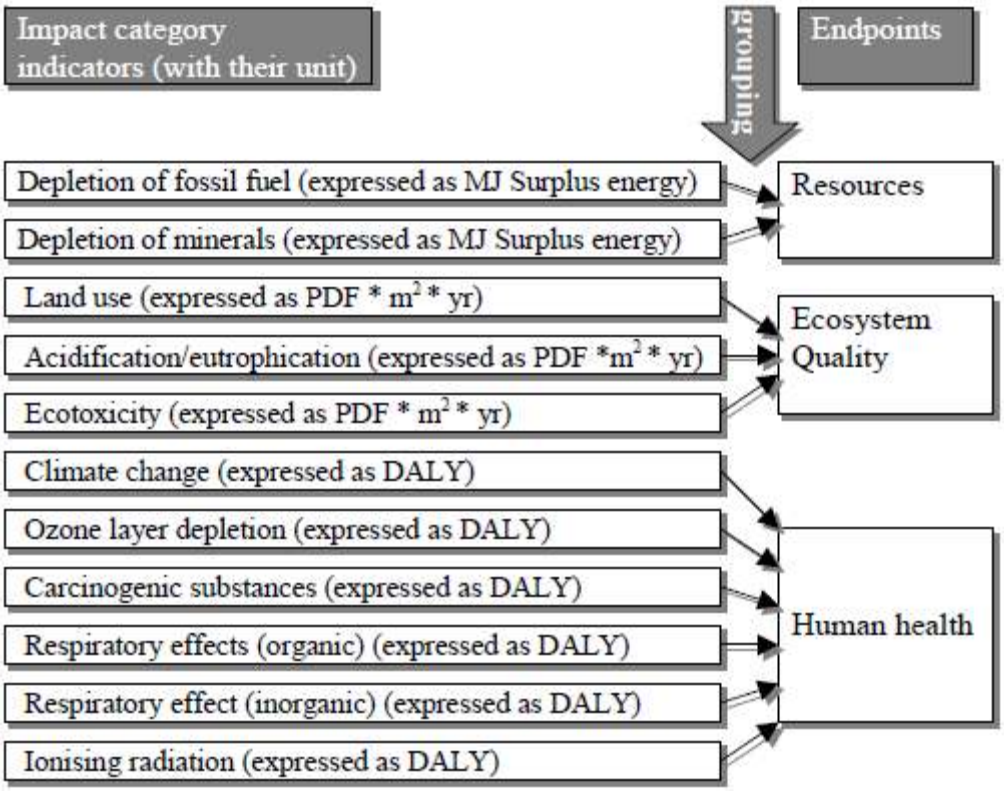
Προκειμένου να αποφευχθεί η στάθμιση, στην προσπάθεια να κατασταθούν τα αποτελέσματα ευκολότερα στην ερμηνεία, οι κατηγορίες επιπτώσεων μπορούν με τη σειρά τους να ομαδοποιηθούν και να καταταχθούν (Grouping & Ranking) σε ευρύτερες κατηγορίες:

- Οι δείκτες των κατηγοριών επιπτώσεων που έχουν ορισμένα κοινά χαρακτηριστικά μπορούν να παρουσιαστούν ως ομάδα. Για παράδειγμα, μπορεί να δημιουργηθεί μια ομάδα κατηγοριών επιπτώσεων με παγκόσμια, περιφερειακή και τοπική επιρροή.
- Η κατάταξη αναφέρεται σε μια διαδικασία, όπου οι κατηγορίες επιπτώσεων ταξινομούνται σε έναν πίνακα με φθίνουσα σειρά σημασίας.

Και οι δύο διαδικασίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να παρουσιαστούν τα αποτελέσματα.

3.6.9 Εκτίμηση ζημιάς

Η εκτίμηση ζημιάς (Damage assessment) αναφέρεται στην ομαδοποίηση των κατηγοριών περιβαλλοντικών επιπτώσεων σε κατηγορίες ζημιάς. Οι μέθοδοι που έχουν παρουσιαστεί μέχρι τώρα εξακολουθούν να είναι δύσκολο να αποδώσουν μια σαφή ερμηνεία των αποτελεσμάτων, καθώς υπάρχει ένα ευρύ φάσμα κατηγοριών επιπτώσεων και η ομαδοποίηση δεν παρεμβαίνει υπολογιστικά στην δημιουργία νέων κατηγοριών. Για την αξιολόγηση ζημιάς, οι κατηγορίες επιπτώσεων κατατάσσονται σε ένα από τα τελικά σημεία, που αποτελούν τις κατηγορίες ζημιάς προκειμένου να επιτευχθεί η καλύτερη δυνατή περιβαλλοντική συσχέτιση. Οι κατηγορίες επιπτώσεων που ανήκουν στο ίδιο τελικό σημείο ορίζονται όλες κατά τέτοιο τρόπο ώστε οι μονάδες των αποτελεσμάτων τους να είναι ίδιες. Αυτό επιτρέπει την πρόσθεση των αποτελεσμάτων των κατηγοριών επιπτώσεων ανά κατηγορία ζημιάς και τα αποτελέσματα αυτών, μπορούν να παρουσιαστούν σε επίπεδο τελικού σημείου χωρίς οποιαδήποτε στάθμιση. Φυσικά στην περίπτωση που είναι διαθέσιμοι οι συντελεστές σχετικής συνεισφοράς κάθε κατηγορίας επιπτώσεων στην αντίστοιχη κατηγορία ζημιάς που ανήκουν, μπορεί να υπολογιστεί μια ακριβής και ποσοτική επιβάρυνση. Η περίπτωση αυτή περιγράφεται στη διαδικασία της στάθμισης. Η ερμηνεία ολιγάριθμων αντί ενός συνόλου πολλών κατηγοριών είναι πολύ ευκολότερη. Η ακόλουθη εικόνα αναπαριστά τη διαδικασία αυτή.



Εικόνα 7. Παράσταση της επιλογής ομαδοποίησης της μεθόδου Eco-indicator99. (Πηγή : Product Ecology Consultants (PRe Consultants), Introduction to LCA with SimaPro 7, 2008)

Η διαδικασία αυτή επιτρέπει τη μείωση του αριθμού των κατηγοριών επιπτώσεων σε τρεις μόνο, αντί των 11 χωρίς υποκειμενική στάθμιση

3.6.10 Στάθμιση

Η στάθμιση (Weighting) είναι το πιο αμφιλεγόμενο και δύσκολο βήμα στην αξιολόγηση των επιπτώσεων του κύκλου ζωής, και ειδικά για μεθόδους που αφορούν ενδιάμεσα σημεία. Αφορά την βαθμονόμηση μέσω συντελεστών στάθμισης κάθε ενδιάμεσου ή τελικού σημείου για την συγκεντρωτική απεικόνιση του συνόλου της επιβάρυνσης του κύκλου ζωής ενός προϊόντος στην αμέσως επόμενη βαθμίδα κατηγορίας επιπτώσεων. Για τα ενδιάμεσα σημεία η επόμενη βαθμίδα είναι οι κατηγορίες ζημιάς Για τα τελικά σημεία, αυτή είναι μια τελική κατηγορία που περιλαμβάνει όλες τις επιπτώσεις που περικλείονται στη μέθοδο αξιολόγησης. Στο λογισμικό SimaPro η στάθμιση σε μια μέθοδο αξιολόγησης επιπτώσεων, φαίνεται μόνο για τη μετάβαση από τις κατηγορίες ζημιάς, σε μια τελική κατηγορία. Ωστόσο στάθμιση πραγματοποιείται και κατά τη διαδικασία βαθμονόμησης των κατηγοριών επιπτώσεων για την

αξιολόγηση ζημιάς, ενώ χρησιμοποιείται και κατά το στάδιο χαρακτηρισμού των επιπτώσεων για να προκύψουν τα ενδιάμεσα σημεία (κατηγορίες επιπτώσεων).

3.7 .Ερμηνεία

3.7.1 Η ερμηνεία σύμφωνα με το πρότυπο 14043

Ίσως το πιο ευανάγνωστο και πρακτικό πρότυπο από τα τέσσερα που αφορούν την ανάλυση κύκλου ζωής είναι το τελευταίο όσον αφορά την ερμηνεία. Στην ουσία αυτό περιγράφει μια σειρά ελέγχων που πρέπει να γίνουν προκειμένου να διαπιστωθεί αν τα συμπεράσματα που θέλουμε να εξάγουμε από τη μελέτη που πρόκειται να γίνει, υποστηρίζονται επαρκώς από τα δεδομένα που χρησιμοποιούνται και από τις διαδικασίες που εκτελούνται. Στη συνέχεια θα περιγραφούν οι πιο σημαντικές από τις αβεβαιότητες που πιθανόν να προκύψουν και οι αντίστοιχοι έλεγχοι που θα πρέπει να πραγματοποιηθούν.

3.7.2 Αβεβαιότητα

Τα δεδομένα στα μοντέλα κύκλου ζωής ενδέχεται να ενέχουν κάποια αβεβαιότητα. Μπορεί κανείς να διακρίνει τρεις βασικές κατηγορίες:

1. Αβεβαιότητες των δεδομένων
2. Οι αβεβαιότητες σχετικά με την ορθότητα (αντιπροσωπευτικά) του μοντέλου
3. Οι αβεβαιότητες που οφείλονται στον ελλιπή χαρακτήρα του μοντέλου

3.7.3 Αβεβαιότητα των δεδομένων

Θεωρητικά, οι αβεβαιότητες των δεδομένων είναι σχετικά εύκολο να χειριστούν, καθώς μπορούν να εκφραστούν ως ένα εύρος τιμών ή με τη βοήθεια της τυπικής απόκλισης. Στατιστικές μέθοδοι, όπως η τεχνική Μόντε Κάρλο, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να χειριστούμε τέτοιου είδους αβεβαιότητες, και να υπολογίσουμε την ανακρίβεια των αποτελεσμάτων της ανάλυσης κύκλου ζωής.

3.7.4 Αβεβαιότητες της αντιπροσωπευτικότητας του μοντέλου

Η αβεβαιότητα σχετικά με την ορθότητα του μοντέλου αναφέρεται στο γεγονός ότι δεν υπάρχει ένας μόνο τρόπος για να μοντελοποιηθεί η πραγματικότητα. Σε κάθε ανάλυση κύκλου ζωής, θα πρέπει να γίνουν λιγότερο ή περισσότερο υποκειμενικές επιλογές κατά την κατασκευή του μοντέλου. Μερικά παραδείγματα είναι τα ακόλουθα:

- Αντιπροσωπευτικότητα. Πολύ συχνά, χρειάζεται να χρησιμοποιήσουμε δεδομένα για τις διαδικασίες που θα εκτελεστούν, που προέρχονται από πηγές που επιλέχθηκαν αναγκαστικά επειδή δεν υπήρχε κάποια άλλη διαθέσιμη. Για παράδειγμα, μπορεί να μας είναι διαθέσιμα τα στοιχεία της καλλιέργειας του βαμβακιού στο Πακιστάν, αλλά να χρειαζόμαστε στοιχεία για την καλλιέργεια του βαμβακιού στην Ινδία. Χρησιμοποιώντας τα διαθέσιμα στοιχεία θα προκύψει σίγουρα ένα σφάλμα, του οποίου όμως το μέγεθος είναι δύσκολο να εκτιμηθεί.
- Βάση κατανομής. Δεν υπάρχει κάποιος τρόπος να επιλεγεί μια αντιπροσωπευτική βάση κατανομής και κατ' επέκταση θα πρέπει να γίνει κάποια εκτίμηση.
- Μελλοντικά γεγονότα. Πολλές αναλύσεις κύκλου ζωής ασχολούνται με προϊόντα που έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής. Αυτό σημαίνει ότι τα προϊόντα αυτά θα διατεθούν ως απόβλητα μετά από κάποιες δεκαετίες από την ημερομηνία κατασκευής τους. Κανείς όμως δεν ξέρει ακριβώς τον τρόπο με τον οποίο θα είναι οργανωμένη η επεξεργασία των αποβλήτων εκείνη την εποχή.
- Επιλογή της λειτουργικής μονάδας. Συχνά δεν είναι σαφές υπό ποια βάση θα συγκριθούν τα προϊόντα.

Όλοι αυτοί οι παράγοντες μπορεί να έχουν πολύ σημαντικές επιπτώσεις στα αποτελέσματα, αλλά δεν είναι πάντα εύκολο να διαχειριστούν σε μια ανάλυση Μόντε Κάρλο. Σε τέτοιες περιπτώσεις χρησιμοποιούμε την ανάλυση ευαισθησίας που περιγράφεται παρακάτω.

3.7.5 Αβεβαιότητες δεδομένων λόγω ημιτελούς μοντέλου

Η αβεβαιότητα που προκαλείται από τον ελλιπή χαρακτήρα του μοντέλου αναφέρεται στα αναπόφευκτα κενά στην πληρότητα των δεδομένων. Σημαντικά ζητήματα αυτής της αναφοράς είναι τα ακόλουθα:

- Τα όρια του συστήματος, όπως έχει προαναφερθεί δεν είναι εύκολο να εφαρμόζουν απόλυτα με τα όρια της ανάλυσης και τα κριτήρια περικοπής στοιχείων αυτής.
- Ελλιπή δελτία δεδομένων και ανεπαρκώς αποσαφηνισμένα δεδομένα. Σε πολλές περιπτώσεις, τα δεδομένα συγκεντρώνονται από συνεντεύξεις και μέσω ερωτηματολογίων, ενώ σε κάποιες άλλες αυτά είναι εν μέρει διαθέσιμα. Ένα ιδιαίτερο πρόβλημα είναι ότι πολλά από τα δεδομένα που συλλέγονται αφορούν πεπλεγμένες παραμέτρους, όπως η βιοχημικές απαιτήσεις οξυγόνου (Biochemical Oxygen Demand – BOD) και οι πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες (Polycyclic Aromatic Hydrocarbons - PAH). Στο στάδιο της αξιολόγησης επιπτώσεων που ακολουθεί το

στάδιο της απογραφής, είναι αρκετά δύσκολο να ερμηνευθούν τέτοιες παράμετροι από τον ερωτηθέντα, αν δεν είναι γνωστές οι περιλαμβανόμενες σε αυτές ουσίες.

- Αναντιστοιχία μεταξύ απογραφής και αξιολόγησης των επιπτώσεων. Σε πολλές περιπτώσεις, τα στοιχεία που συλλέγονται κατά τη διαδικασία της απογραφής δεν έχουν συντελεστή χαρακτηρισμού, και ως εκ τούτου παραλείπονται στη συνέχεια της ανάλυσης.

Ιδιαίτερα λόγω των δύο τελευταίων τύπων αβεβαιότητας, η εφαρμογή ενός ενιαίου συστήματος για την αντιμετώπιση των ανακριβειών καθίσταται ιδιαίτερα περίπλοκη. Η βέλτιστη λύση είναι να συνδυαστούν η ανάλυση Μόντε Κάρλο με την ανάλυση ευαισθησίας για τον εντοπισμό των αβεβαιοτήτων του μοντέλου.

3.7.6 Ανάλυση ευαισθησίας

Προκειμένου να εντοπιστεί η επίδραση που έχουν οι πιο σημαντικές παραδοχές, είναι εξαιρετικά χρήσιμο να εκτελεστεί μια ανάλυση ευαισθησίας (Sensitivity Analysis) κατά τη διάρκεια και στο τέλος της μελέτης. Η βασική αρχή είναι απλή. Αρκεί να μεταβληθούν παράμετροι που αφορούν μια παραδοχή και να επαναϋπολογιστεί εκ νέου το αποτέλεσμα.

Με αυτό το είδος ανάλυσης θα λάβουμε μια σαφέστερη εικόνα του μεγέθους των επιπτώσεων, των παραδοχών που έγιναν. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης μπορεί να εξαρτώνται σε αρκετά μεγάλο βαθμό από κάποιες συγκεκριμένες παραδοχές και λιγότερο από άλλες. Αυτό δεν αποτελεί ιδιαίτερα σημαντικό πρόβλημα, στην περίπτωση που τα συμπεράσματα που εξάγονται από την ανάλυση είναι τα ίδια σε κάθε περίπτωση. Ωστόσο, αν διαπιστωθεί ότι ένα προϊόν Α έχει μεγαλύτερη περιβαλλοντική επιβάρυνση από ένα Β στην περίπτωση που έχει γίνει κάποια συγκεκριμένη παραδοχή, και με μια διαφορετική, το προϊόν Β επιβαρύνει περισσότερο, θα πρέπει προσεκτικά να αξιολογηθεί και να εξηγηθεί υπό ποιες συνθήκες και με ποιον βαθμό βεβαιότητας, τα συμπεράσματα που προκύπτουν είναι έγκυρα. Μπορεί επίσης να καταλήξουμε στο συμπέρασμα ότι δεν υπάρχει δεδομένη απάντηση, καθώς όλα εξαρτώνται από τις παραδοχές.

3.7.7 Ανάλυση συνεισφοράς

Ένα πολύ σημαντικό εργαλείο για την κατανόηση της αβεβαιότητας του αποτελέσματος που προέκυψε είναι η χρήση της ανάλυσης συνεισφοράς (Contribution Analysis). Με την ανάλυση αυτή, θα καθοριστούν οι διαδικασίες που διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στα αποτελέσματα. Είναι αρκετά συχνό φαινόμενο σε αναλύσεις κύκλου ζωής που περιέχουν εκατοντάδες

διαφορετικές διαδικασίες, το 95% ή ακόμη και 99% των αποτελεσμάτων να καθορίζονται από μόλις δέκα διαδικασίες. Με τις πληροφορίες που προκύπτουν από την ανάλυση συνεισφοράς μπορεί να εντοπιστούν οι διαδικασίες αυτές, και να εξεταστεί στη συνέχεια εάν αυτές οι διαδικασίες είναι επαρκώς αντιπροσωπευτικές, πλήρεις και εάν υπάρχουν σημαντικές παραδοχές που πραγματοποιήθηκαν κι εμπλέκονται στο πλαίσιο καθορισμού τους.

3.7.8 Ανάλυση συνεισφοράς στο λογισμικό SimaPro

Στο λογισμικό SimaPro υπάρχουν δύο λειτουργίες για την εξεύρεση της συνεισφοράς από μια διαδικασία:

1. Οι γραφικές παραστάσεις του δέντρου διαδικασιών (Process tree) ή του δικτύου απεικόνισης (Network)
2. Τμήμα ανάλυσης συνεισφοράς στην οθόνη προβολής αποτελεσμάτων (Inventory)

Στο δέντρο διαδικασιών, μια πλευρική μπάρα σαν θερμόμετρο δείχνει τη σχετική συμβολή της διαδικασίας. Το πλεονέκτημα αυτής της προσέγγισης είναι ότι μπορεί να φανεί επακριβώς ποιος είναι ο ρόλος της διαδικασίας στον κύκλο ζωής. Ένα μειονέκτημα είναι ότι ορισμένες διεργασίες μπορεί να εμφανιστούν πολλές φορές σε μια ανάλυση κύκλου ζωής.

Αν σε κάθε μια από αυτές τις εμφανίσεις, η συμβολή της διαδικασίας είναι μόνο ένα μικρό ποσοστό και η διαδικασία πραγματοποιείται 10 ή περισσότερες φορές, η συνολική συνεισφορά από αυτή είναι ιδιαίτερα σημαντική.

Για το λόγο αυτό, έχει αναπτυχθεί το αποτέλεσμα που προκύπτει από την ανάλυση συνεισφοράς. Σε αυτό, όλες οι εισφορές από μια συγκεκριμένη διαδικασία προστίθενται και παρουσιάζονται σε μορφή πίνακα με αποτέλεσμα να φαίνεται η συνολική συμμετοχή της διαδικασίας αυτής στην περιβαλλοντική επιβάρυνση.

3.7.9 Ανάλυση επιβάρυνσης (Gravity analysis)

Η ανάλυση συνεισφοράς παρουσιάζει τις διεργασίες που δημιουργούν υψηλό περιβαλλοντικό φορτίο. Ωστόσο, αυτό δεν καταδεικνύει την αιτία του φορτίου. Για παράδειγμα, εάν μια διεργασία Α χρησιμοποιεί ένα μεγάλο ποσό ηλεκτρικής ενέργειας της οποίας η παραγωγή βασίζεται στον άνθρακα, η ανάλυση συνεισφοράς θα δείξει ότι η περιβαλλοντική επιβάρυνση της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από άνθρακα είναι σημαντική, αλλά στην πραγματικότητα, είναι η διαδικασία Α που προκαλεί την χρήση μεγάλων ποσοτήτων άνθρακα. Στην ανάλυση επιβάρυνσης μπορούμε να εξετάσουμε τις διασυνδέσεις μεταξύ των

διαδικασιών και να διαπιστώσουμε ποιες είναι αυτές που στην πραγματικότητα ευθύνονται για το φορτίο, ενώ αυτές καθαυτές οι διαδικασίες μπορεί να έχουν χαμηλό αντίκτυπο.

3.7.10 Ανάλυση επιβάρυνσης στο λογισμικό SimaPro

Η ανάλυση επιβάρυνσης χρησιμοποιείται για την αναπαράσταση των διαδικασιών μέσω της επιλογής του δικτύου απεικόνισης. Σε αυτή την παρουσίαση κάθε διαδικασία εμφανίζεται μόνο μία φορά, και μπορούμε να δούμε πως η περιβαλλοντική επιβάρυνση μεταδίδεται μέσω του δικτύου.

3.7.11 Τα αποτελέσματα της απογραφής

Το αποτέλεσμα της φάσης απογραφής αναφέρεται ως απογραφή κύκλου ζωής (Life Cycle Inventory - LCI). Είναι μια λίστα των εκπομπών και των πρώτων υλών με ένα ποσό για κάθε μια περίπτωση. Σε πολλές περιπτώσεις, ο κατάλογος περιλαμβάνει μερικές εκατοντάδες ουσίες, οι οποίες καθιστούν το αποτέλεσμα της απογραφής πολύ δύσκολο στην ερμηνεία. Ωστόσο, το όφελος είναι ότι το αποτέλεσμα είναι πολύ λεπτομερές, και δεν επηρεάζεται από τις αβεβαιότητες που εισάγονται κατά την αξιολόγηση των επιπτώσεων.

Το πρότυπο υπογραμμίζει, ότι είναι πάντα χρήσιμο να εφαρμόζονται διαδικασίες αξιολόγησης των επιπτώσεων, προκειμένου να κατανοηθεί καλύτερα η σημασία του κάθε αποτελέσματος απογραφής.

3.7.12 Τα αποτελέσματα της απογραφής στο λογισμικό SimaPro

Στους πίνακες αποτελεσμάτων της απογραφής υπάρχουν αρκετές λειτουργίες που θα βοηθήσουν στην κατανόηση της σημασίας του κάθε αποτελέσματος απογραφής:

- Μπορούν να ταξινομηθούν τα αποτελέσματα της απογραφής κύκλου ζωής με σειρά αλφαβητική, ή σύμφωνα με την τιμή, τη μονάδα μέτρησης και το είδος.
- Μπορούν να παρουσιαστούν τα αποτελέσματα της απογραφής κύκλου ζωής που αποτελούν ένα συγκεκριμένο συστατικό, όπως εκπομπές αερίων ή πρώτες ύλες.
- Μπορούν να παρουσιαστούν τα αποτελέσματα που συμβάλλουν μόνο σε μια συγκεκριμένη κατηγορία επιπτώσεων. Αυτή η παρουσίαση μπορεί να γίνει σε μονάδες μέτρησης της κατηγορίας αυτής ή ποσοστιαία.
- Μπορούν να εμφανιστούν ή να συγχωνευτούν επιμέρους κατηγορίες σε μια ευρύτερη. Έτσι αν για παράδειγμα έχουμε τις εκπομπές αερίων σε οξείδια του αζώτου σε υψηλή και χαμηλή περιεκτικότητα, μπορούν να φανούν οι συνολικές.

- Ανάλογα, με το αν το μοντέλο της απογραφής περιέχει βρόχους, μπορούν να εμφανιστούν τα συνολικά αποτελέσματα της ανάλυσης αλλά και πρόσθετες στήλες με τα αποτελέσματα των διαδικασιών που συνεισφέρουν στο αποτέλεσμα αυτό. Αυτό βοηθά στην καλύτερη κατανόηση της προέλευσης των επιπτώσεων.
- Τα αποτελέσματα της απογραφής κύκλου ζωής παρουσιάζονται αυτόματα στην πιο ευανάγνωστη μορφή μονάδων μέτρησης, έτσι ώστε αντί της εμφάνισης μονάδων 0,00001 κιλά, να παρουσιαστεί μέγεθος 10 χιλιοστογραμμαρίων (mg). Τα αποτελέσματα μπορούν να παρουσιαστούν, σε μονάδες που χρησιμοποιούνται στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής, ή σε αυτές του διεθνούς συστήματος μονάδων (SI).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΠΑΙΤΗΣΕΩΝ ΚΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ

4.1 Μικτή ενέργεια (Energy, GER (Gross Energy Requirement))

Πρόκειται για τη μικτή ενέργεια που χρησιμοποιείται προκειμένου να παραχθεί ένα προϊόν ή να διεκπεραιωθεί μια διεργασία. Συνδέεται άμεσα με την πρωτογενή ενέργεια καύσης που περικλείουν υλικά όπως ο άνθρακας, η βιομάζα και το πετρέλαιο ενώ περιλαμβάνει την ηλεκτρική ενέργεια και τη θερμιδική αξία πρώτων υλών. Μονάδα μέτρησης είναι το MJ και αναφέρεται στην ποσότητα της χρησιμοποιούμενης ενέργειας πριν επέλθουν απώλειες (VHK for the European Commission, Methodology Study Eco-design of Energy-using Products, MEEUP, Methodology Report, 2005).

4.2 Ηλεκτρική ενέργεια (Energy, Electricity)

Είναι η ηλεκτρική ενέργεια που χρησιμοποιείται κατά την εκτέλεση μιας διεργασίας ή την παραγωγή ενός προϊόντος. Περιλαμβάνεται στην κατηγορία της μικτής ενέργειας ωστόσο σε πολλά υλικά έχει υπολογιστεί επιπρόσθετα προκειμένου να διαχωριστεί από την εσωτερική ενέργεια των καυσίμων. Επισημαίνεται ότι αποτελεί βοηθητική παράμετρο και όχι ανεξάρτητο ποσό ενέργειας από την μικτή. Μονάδα μέτρησης είναι το MJ, ισοδύναμη κατ' αναλογία 3,6 προς 1, μονάδα, με αυτή της κιλοβατώρας ηλεκτρικής ενέργειας (KWh_e) (VHK for the European Commission, Methodology Study Eco-design of Energy-using Products, MEEUP, Methodology Report, 2005).

4.3 Θερμιδική αξία πρώτων υλών (Energy, Caloric value of feedstock)

Αναφέρεται στην εσωτερική ενέργεια των πρώτων υλών και κυρίως των πλαστικών, η οποία μπορεί να ανακτηθεί κατά τη διαδικασία της αποτέφρωσης. Η ανακτώμενη ενέργεια είναι 5 - 10% χαμηλότερη από το σύνολο της ενεργειακής περιεκτικότητας των πρώτων υλών. Πρόκειται επίσης για βοηθητική παράμετρο προκειμένου να εντοπιστεί το ποσό ανάκτησης ενέργειας κατά τη διαδικασία της ανακύκλωσης κάποιων στοιχείων (π.χ. των πλαστικών). Μονάδα μέτρησης είναι το MJ. (VHK for the European Commission, Methodology Study Eco-design of Energy-using Products, MEEUP, Methodology Report, 2005).

4.4 Κατανάλωση νερού από διεργασίες (Water consumption, process)

Είναι η ποσότητα του νερού που χρησιμοποιείται σε μια διεργασία. Αντλείται από το δημόσιο δίκτυο, χρησιμοποιείται καταλλήλως κι έπειτα διατίθεται στο δίκτυο αποχέτευσης ή στο

περιβάλλον ως υπέρθερμος ατμός. Μονάδα μέτρησης είναι το λίτρο (l) (VHK for the European Commission, Methodology Study Eco-design of Energy-using Products, MEEUP, Methodology Report, 2005).

4.5 Κατανάλωση νερού για ψύξη (Water consumption, cooling)

Είναι η ποσότητα του νερού που χρησιμοποιείται για την ψύξη των μηχανημάτων που λειτουργούν κατά την παραγωγική διαδικασία ενός προϊόντος και προέρχεται από κάποιον υδροφόρο ορίζοντα (π.χ. ένα ποτάμι). Μετά τη χρήση του επιστρέφει σε αυτό με θερμοκρασία κατά κάποιους βαθμούς υψηλότερη προκαλώντας μια «θερμική περιβαλλοντική επιβάρυνση». Είναι σαφές ότι το περιβαλλοντικό κόστος του νερού για ψύξη είναι διαφορετικό από αυτό που προκαλεί το νερό διεργασιών και αυτός είναι και ο λόγος που καταχωρείται σε ξεχωριστή κατηγορία. Μονάδα μέτρησης είναι το λίτρο (l) (VHK for the European Commission, Methodology Study Eco-design of Energy-using Products, MEEUP, Methodology Report, 2005).

4.6 Επικίνδυνα απόβλητα (Waste, Hazardous)

Είναι τα απόβλητα μιας διαδικασίας που είναι επιβλαβή για το περιβάλλον και κατ' επέκταση χρήζουν ειδικής μεταχείρισης και διαδικασίας διάθεσης. Πρόκειται για υλικά που είτε χαρακτηρίζονται από μια από τις τέσσερις ιδιότητες των επικίνδυνων αποβλήτων (αναφλεξιμότητα, διαβρωτικότητα, αντιδραστικότητα, τοξικότητα) είτε ανήκουν σε μια από τις τέσσερις λίστες στις οποίες συμπεριλαμβάνονται απόβλητα αντίστοιχης επικινδυνότητας (F-list, K-list, P-list, U-list)[24]. Μονάδα μέτρησης είναι το γραμμάριο (g) (VHK for the European Commission, Methodology Study Eco-design of Energy-using Products, MEEUP, Methodology Report, 2005).

4.7 Ακίνδυνα απόβλητα (Waste, Non Hazardous)

Είναι τα απόβλητα μιας διαδικασίας που δεν επιβαρύνουν το περιβάλλον. Τα ακίνδυνα απόβλητα περιλαμβάνουν απορρίμματα συσκευασίας, απόβλητα που μπορούν να συντηρηθούν ακίνδυνα, να ανακυκλωθούν, καθώς και αδρανή απόβλητα. Μονάδα μέτρησης είναι το γραμμάριο (g) (VHK for the European Commission, Methodology Study Eco-design of Energy-using Products, MEEUP, Methodology Report, 2005).

[24] http://en.wikipedia.org/wiki/Hazardous_waste, 2010

4.8 Υπερθέρμανση του πλανήτη (Global Warming Potential – GWP)

Είναι η επιβάρυνση που προκαλεί ένα υλικό η μια διαδικασία στην υπερθέρμανση του πλανήτη. Σε αυτή συνεισφέρουν πολυάριθμα αέρια, κάποια από τα οποία είναι τα λεγόμενα αέρια του θερμοκηπίου και οι μονάδες μέτρησης είναι τα κιλά ισοδύναμων στοιχείων του διοξειδίου του άνθρακα (kg CO_2 equivalent). Ουσιαστικά πρόκειται για μια επιβάρυνση στην οποία συνεισφέρουν πολλές εκπεμπόμενες χημικές ενώσεις αλλά όχι στον ίδιο βαθμό. Για παράδειγμα αν ένα γραμμάριο διοξειδίου του άνθρακα επιβαρύνει μια φορά την υπερθέρμανση του πλανήτη, ένα γραμμάριο μονοξειδίου του άνθρακα την επιβαρύνει κατά 1,57. Επειδή πρόκειται για μια κατηγορία επιπτώσεων, και όχι μια επίπτωση, κρίνεται απαραίτητη η βαθμονόμηση των εκπεμπόμενων αερίων ούτως ώστε να υπολογίζεται η συνολική επιβάρυνση υπό έναν κοινό παρονομαστή. Έτσι ορίζονται οι, αναφερθέντες και σε προηγούμενο κεφάλαιο, συντελεστές στάθμισης. Το άθροισμα των γινομένων των συντελεστών στάθμισης με την αντίστοιχη ποσότητα δίνει την συνολική περιβαλλοντική επιβάρυνση σε κιλά ισοδύναμων στοιχείων διοξειδίου του άνθρακα. Οι χημικές ενώσεις που συμβάλουν στην υπερθέρμανση του πλανήτη είναι οι ακόλουθες :

- Διοξείδιο του άνθρακα (CO_2)
- Μονοξείδιο του άνθρακα (CO)
- Μεθάνιο (CH_4)
- Υποξείδιο του αζώτου (N_2O)
- Εξαφθοριούχο θείο (SF_6)
- Υπερφθορομεθάνιο (CF_4)
- Υπερφθοροαιθάνιο (C_2F_6)
- Υπερφθοροπροπάνιο (C_3F_8)
- Υπερφθορόκυκλοβουτάνιο (C_4F_8)
- Υπερφθοροβουτάνιο (C_4F_{10})
- Υπερφθοροπεντάνιο (C_5F_{12})
- Υπερφθοροεξάνιο (C_6F_{14})
- Τριχλωροφθορομεθάνιο ($CFCl_3$)
- Διχλωροδιφθορομεθάνιο (CF_2Cl_2)
- Χλωροτριφθορομεθάνιο (CF_3Cl)
- Τριχλωροτριφθοροαιθάνιο ($CF_2ClCFCl_2$)
- Διχλωροτετραφθοροαιθάνιο (CF_2ClCF_2Cl)

- Χλωροπενταφθοροαιθάνιο (CF_3CF_2Cl)
- Τριφθορομεθάνιο (CHF_3)
- Διφθορομεθάνιο (CH_2F_3)
- Φθορομεθάνιο (CH_3F)
- Εξαφθοροαιθάνιο (C_2F_6)
- Πενταφθοροαιθάνιο (CHF_2CF_3)
- Τετραφθοροαιθάνιο (CHF_2CHF_2)
- Τετραφθοροαιθάνιο (CF_3CH_2F)
- Τριφθοροαιθάνιο (CH_2FCHF_2)
- Τριφθοροαιθάνιο (CH_3CF_3)
- Διφθοροαιθάνιο (CH_3CHF_2)
- Εξαφθοροπροπάνιο ($CF_3CH_2CF_3$)
- Πενταφθοροπροπάνιο ($CH_2FCF_2CHF_2$)
- Δεκαφθοροπεντάνιο ($CF_3CHFCHFCF_2CF_3$)
- Βρωμιούχο μεθύλιο (CH_3Br)
- Βρωμιούχο διφθορομεθάνιο ($CHBrF_2$)
- Βρωμιούχο χλωροδιφθορομεθάνιο (CF_2ClBr)
- Βρωμιούχο τριφθορομεθάνιο ($CBrF_3$)

Στους πίνακες που ακολουθούν φαίνονται οι συντελεστές στάθμισης των εκπεμπόμενων αερίων που συμβάλουν στην υπερθέρμανση του πλανήτη.

ΧΗΜΙΚΗ ΕΝΩΣΗ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΤΑΘΜΙΣΗΣ
CO_2	1
CO	1,57
N_2O	296
CH_4	21
SF_6	22200

Πίνακας 1. Γενικά στοιχεία (Πηγή : VHK for the European Commission, Methodology Study Eco-design of Energy-using Products, MEEUP, Methodology Report, 2005)

ΧΗΜΙΚΗ ΕΝΩΣΗ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΤΑΘΜΙΣΗΣ
CF_4	6500
C_2F_6	9200
C_3F_8	8600
C_4F_8	10000
C_4F_{10}	8600
C_5F_{12}	8900
C_6F_{14}	9000

Πίνακας 2. Υπερφθοράνθρακες (Πηγή : VHK for the European Commission, Methodology Study Eco-design of Energy-using Products, MEEUP, Methodology Report, 2005)

ΧΗΜΙΚΗ ΕΝΩΣΗ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΤΑΘΜΙΣΗΣ
$CFCl_3$	4600
CF_2Cl_2	10600
CF_3Cl	14000
$CF_2ClCFCl_2$	6000
CF_2ClCF_2Cl	9800
CF_3CF_2Cl	7200

Πίνακας 3. Χλωροφθοράνθρακες (Πηγή : VHK for the European Commission, Methodology Study Eco-design of Energy-using Products, MEEUP, Methodology Report, 2005)

ΧΗΜΙΚΗ ΕΝΩΣΗ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΤΑΘΜΙΣΗΣ
CHF_3	12000
CH_2F_2	5500
CH_3F	97
C_2F_6	11900
CHF_2CF_3	3400
CHF_2CHF_2	1100
CF_3CH_2F	1300
CH_2FCHF_2	330
CH_3CF_3	4300
CH_3CHF_2	120
CF_3CHFCF_3	3500
$CF_3CH_2CF_3$	9400
$CH_2FCF_2CHF_2$	640
$CF_3CHFCHFCF_2CF_3$	1500

Πίνακας 4. Υδροφθοράνθρακες (Πηγή : VHK for the European Commission, Methodology Study Eco-design of Energy-using Products, MEEUP, Methodology Report, 2005)

ΧΗΜΙΚΗ ΕΝΩΣΗ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΤΑΘΜΙΣΗΣ
CH_3CFCl_2	700
CH_3CF_2Cl	2400
$CF_3CF_2CHCl_2$	180
$CClF_2CF_2CHClF$	620

Πίνακας 5. Υδροχλωροφθοράνθρακες (Πηγή : VHK for the European Commission, Methodology Study Eco-design of Energy-using Products, MEEUP, Methodology Report, 2005)

ΧΗΜΙΚΗ ΕΝΩΣΗ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΤΑΘΜΙΣΗΣ
CH_3Br	5
$CHBrF_2$	470
CF_2ClBr	1300
$CBrF_3$	6900

Πίνακας 6. Halons (Πηγή : VHK for the European Commission, Methodology Study Eco-design of Energy-using Products, MEEUP, Methodology Report, 2005)

Από τις παραπάνω χημικές ενώσεις τα αέρια του θερμοκηπίου είναι τα εξής :

- Διοξείδιο του άνθρακα (CO_2)
- Μεθάνιο (CH_4)
- Υποξείδιο του αζώτου (N_2O)
- Υδροφθοράνθρακες (HFCs)
- Υπερφθοράνθρακες (PFCs)
- Εξαφθοριούχο θείο (SF_6)

Οι ανθρωπογενείς ρύποι, διοξείδιο του άνθρακα, μονοξείδιο του άνθρακα, υποξείδιο του αζώτου και μεθάνιο, εκπέμπονται κυρίως κατά την διαδικασία της καύσης ενώ ειδικά το διοξείδιο του άνθρακα εκπέμπεται και κατά την παραγωγή τσιμέντου και σε διάφορες άλλες εφαρμογές των χημικών βιομηχανιών.

Οι υδροφθοράνθρακες, υπερφθοράνθρακες και το εξαφθοριούχο θείο είναι γνωστά και ως φθοριούχα αέρια του θερμοκηπίου για τα οποία η Ευρωπαϊκή Ένωση προετοιμάζει μια ειδική ρύθμιση που περιλαμβάνει μέτρα μείωσης της εκπομπής τους. Όπως φαίνεται και από τους πίνακες με τους συντελεστές στάθμισης τα αέρια που περιέχουν φθόριο έχουν ιδιαίτερα υψηλό δείκτη σε σχέση με το διοξείδιο του άνθρακα κάτι που καταδεικνύει την υψηλή περιβαλλοντική επιβάρυνση που συνεπάγεται η εκπομπή τους. Το εξαφθοριούχο θείο εκπέμπεται κυρίως κατά τη χύτευση μαγνησίου ως αέρια μάζα επικάλυψης. Οι πιο γνωστοί υπερφθοράνθρακες είναι το υπερφθορομεθάνιο (CF_4) και το υπερφθοροαιθάνιο (C_2F_6) που εκπέμπονται για παράδειγμα στην άνοδο κατά την παραγωγή πρωτογενούς αλουμινίου. Οι υπερφθοράνθρακες χρησιμοποιούνται επίσης και στη βιομηχανία κατά την παραγωγή ημιαγωγών ως διαλύτες καθαρισμού. Οι υδροφθοράνθρακες χρησιμοποιούνται ως ψυκτικά μέσα, διαλύτες καθαρισμού και διογκωτικά αφρωδών πλαστικών (VHK for the European

Commission, Methodology Study Eco-design of Energy-using Products, MEEUP, Methodology Report, 2005).

4.9 Τοξικότητα (Acidification - AD)

Είναι η επιβάρυνση που προκαλεί ένα υλικό η μια διαδικασία στην τοξικότητα του περιβάλλοντος. Σε αυτή συμβάλουν διάφορες χημικές ενώσεις και όπως και στην προηγούμενη περίπτωση, βαθμονομείται κάθε μια από αυτές ούτως ώστε ο υπολογισμός της συνολικής επιβάρυνσης να γίνεται σε μονάδες γραμμαρίων ισοδύναμων στοιχείων του διοξειδίου του θείου (g SO_2 eq.). Οι χημικές ενώσεις που επιβαρύνουν τοξικά το περιβάλλον είναι οι ακόλουθες :

- Διοξείδιο του θείου (SO_2)
- Οξείδια του θείου (SO_X)
- Τριοξείδιο του θείου (SO_3)
- Θειικό οξύ (H_2SO_4)
- Θειικό άλας (SO_4)
- Μονοξείδιο του αζώτου (NO)
- Διοξείδιο του αζώτου (NO_2)
- Οξείδια του αζώτου (NO_X)
- Υποξείδιο του αζώτου (N_2O)
- Αμμωνία (NH_3)
- Ανθρακικό αμμώνιο (H_2CO_3 x NH_3)
- Νιτρικό αμμώνιο (NH_4NO_3)
- Υδροχλώριο ή Υδροχλωρικό οξύ (HCl)
- Υδροφθόριο (HF)
- Υδρόθειο (H_2S)
- Νιτρικό οξύ (HNO_3)

Στη συνέχεια παρατίθεται ο πίνακας με τους συντελεστές στάθμισης κάθε στοιχείου.

ΧΗΜΙΚΗ ΕΝΩΣΗ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΤΑΘΜΙΣΗΣ
SO_2	1
SO_X	1
SO_3	0,8
H_2SO_4	0,65
SO_4	0,98
NO	1,07
NO_2	0,7
NO_X	0,7
N_2O	1,78
NH_3	1,88
H_2CO_3 x NH_3	0,67
NH_4NO_3	0,4
HCl	0,88
HF	1,6
H_2S	1,88
HNO_3	0,51

Πίνακας 7. Στοιχεία που συμβάλουν στην τοξικότητα (Πηγή : VHK for the European Commission, Methodology Study Eco-design of Energy-using Products, MEEUP, Methodology Report, 2005)

4.10 Πτητικές οργανικές ενώσεις (Volatile Organic Compounds – VOC)

Με την έννοια πτητικές οργανικές ενώσεις αναφερόμαστε σε οργανικές χημικές ενώσεις που έχουν μεγάλες πιέσεις ατμών και οι οποίες μπορεί να επηρεάσουν αρνητικά το περιβάλλον και την ανθρώπινη υγεία. Οι πτητικές οργανικές ενώσεις είναι πολλές, ποικίλες, και απαντώνται συχνά. Αν και στις ενώσεις αυτές περιλαμβάνονται τόσο οι ανθρωπογενείς και όσο και οι εκπεμπόμενες χημικές ενώσεις από φυσικές διεργασίες, οι ανθρωπογενείς είναι αυτές που χρήζουν ρυθμιστικών μέτρων, ιδίως σε κλειστούς χώρους, όπου οι συγκεντρώσεις

μπορεί να είναι υψηλότερες. Οι ενώσεις αυτές τυπικά αν και δεν είναι ιδιαίτερα τοξικές, μπορεί να έχουν χρόνιες επιδράσεις[25].

Αν και το μεθάνιο περιλαμβάνεται στις ενώσεις αυτές, δεν συνυπολογίζεται στις εκπομπές αυτές διότι έχει επιπτώσεις στην υπερθέρμανση του πλανήτη και κατ' επέκταση συνυπολογίζεται με αυτές που έχουν την ίδια επίδραση. Γι αυτό το λόγο οι πτητικές οργανικές ενώσεις πολλές φορές αναφέρονται και ως μη μεθανικές πτητικές οργανικές ενώσεις (Non – Methane Volatile Organic Compounds – NMVOC)[26].

Σε αυτές τις ενώσεις περιλαμβάνονται κυρίως υδρογονάνθρακες όπως το αιθάνιο, το προπάνιο, το προπένιο, το αιθένιο, το βουτάνιο, το βουτένιο, το μεθυλοπροπυλαίνιο κ.α[27].

Επειδή δεν υπάρχει επίσημη βιβλιογραφία της Ευρωπαϊκής Ένωσης στην οποία να αναφέρονται συντελεστές βαρύτητας για τη συνεισφορά των διαφόρων χημικών ενώσεων στις εκπομπές πτητικών οργανικών ενώσεων δεν αναρτάται σχετικός πίνακας. Μονάδα μέτρησης είναι το χιλιοστογραμμάριο (mg) εκπεμπόμενων ουσιών.

4.11 Ανθεκτικές οργανικές ενώσεις (Persistent Organic Compounds – POC)

Αναφέρονται κυρίως στην διάθεση φυτοφαρμάκων και άλλων χημικών όπως πολυχλωριωμένα διφαινύλια, διοξίνες και φουράνια[28]. Τα πολυχλωριωμένα διφαινύλια είναι οργανικές ενώσεις με 1 ως 10 άτομα χλωρίου ενωμένα με το διφαινύλιο το οποίο είναι ένα μόριο που αποτελείται από δύο δακτυλίους βενζολίου[29]. Ο χημικός του τύπος είναι $C_{12}H_{10-x}Cl_X$ και έχει άμεση σχέση με τα προϊόντα που χρησιμοποιούν ενέργεια αφού χρησιμοποιούνται ευρέως ως διηλεκτρικά υγρά σε μετασχηματιστές, πυκνωτές και ψυκτικά μέσα[30].

Τα διφαινύλια και τα φουράνια προκύπτουν κυρίως κατά την ατελή καύση στερεών καυσίμων. Εκφράζονται σε μονάδες νανογραμμαρίων (ng) ισοδύναμων συνολικών συγκεντρώσεων (Total equivalent – Teq) της τετραχλωροδιβενζοδιοξίνης ($C_{12}H_4Cl_4O_2$ – tetrachlorodibenzodioxin – TCDD). Τα στοιχεία που ανήκουν σε αυτή την κατηγορία φαίνονται ακολούθως :

---

[25] http://en.wikipedia.org/wiki/Volatile_organic_compound, 2010
[26] VHK for the European Commission, Methodology Study Eco-design of Energy-using Products, MEEUP, Methodology Report, 2005
[27] http://en.wikipedia.org/wiki/NMVOC, 2010
[28] http://www.chem.unep.ch/gpa_trial/default.htm, 2010
[29] http://www.sigmaaldrich.com/chemistry/chemistry-products.html?TablePage=16267998, 2010
[30] VHK for the European Commission, Methodology Study Eco-design of Energy-using Products, MEEUP, Methodology Report, 2005

- Τετραχλωροδιβενζοδιοξίνη ($C_{12}H_4Cl_4O_2$)
- Πενταχλωροδιβενζοδιοξίνη ($C_{12}H_3Cl_5O_2$)
- Εξαχλωροδιβενζοδιοξίνη ($C_{12}H_2Cl_6O_2$)
- Επταχλωροδιβενζοδιοξίνη ($C_{12}HCl_7O_2$)
- Οκταχλωροδιβενζοδιοξίνη ($C_{12}Cl_8O_2$)
- Τετραχλωροδιβενζοφουράνιο ($C_{12}H_4Cl_4O$)
- Πενταχλωροδιβενζοφουράνιο ($C_{12}H_3Cl_5O$)
- Εξαχλωροδιβενζοφουράνιο ($C_{12}H_2Cl_6O$)
- Επταχλωροδιβενζοφουράνιο ($C_{12}HCl_7O$)
- Οκταχλωροδιβενζοφουράνιο ($C_{12}H_6Cl_8O$)

Ο πίνακας με του συντελεστές στάθμισης παρουσιάζεται στη συνέχεια :

ΧΗΜΙΚΗ ΕΝΩΣΗ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΤΑΘΜΙΣΗΣ
$C_{12}H_4Cl_4O_2$	1
$C_{12}H_3Cl_5O_2$	0,5
$C_{12}H_2Cl_6O_2$	0,1
$C_{12}HCl_7O_2$	0,01
$C_{12}Cl_8O_2$	0,001
$C_{12}H_4Cl_4O$	0,1
$C_{12}H_3Cl_5O$	0,5
$C_{12}H_2Cl_6O$	0,1
$C_{12}HCl_7O$	0,01
$C_{12}H_6Cl_8O$	0,001

Πίνακας 8. Ανθεκτικές οργανικές ενώσεις (Πηγή : VHK for the European Commission, Methodology Study Eco-design of Energy-using Products, MEEUP, Methodology Report, 2005)

4.12 Βαρέα μέταλλα (Heavy metals to air – HM)

Πρόκειται για τα βαρέα μέταλλα που καταλήγουν στο περιβάλλον ως παραπροϊόντα. Βασικά μέταλλα που ανήκουν στην κατηγορία αυτή είναι το κάδμιο, ο μόλυβδος και ο υδράργυρος. Παράγονται από την βιομηχανία επεξεργασίας μετάλλων όπως η βιομηχανία σιδήρου και χάλυβα από τη βιομηχανία στοιχείων που χαρακτηρίζονται ως αμέταλλα, από διαδικασίες

καύσης κατά την παραγωγή ενέργειας και τις μεταφορές καθώς και από την αποτέφρωση απορριμμάτων[31]. Η εκπομπές τους επηρεάζουν αρνητικά την περιβαλλοντική τοξικότητα ωστόσο αποτελούν ξεχωριστή κατηγορία από την τοξικότητα (Acidification) που περιλαμβάνει ενώσεις αερίων. Μονάδα μέτρησης είναι τα χιλιοστογραμμάρια ισοδύναμων στοιχείων Νικελίου (mg Ni eq.). Τα στοιχεία που ανήκουν σε αυτή την κατηγορία είναι τα εξής :

- Ψευδάργυρος (Zn)
- Μόλυβδος (Pb)
- Χρώμιο (Cr)
- Χαλκός (Cu)
- Νικέλιο (Ni)
- Αρσενικό (As)
- Κάδμιο (Cd)
- Υδράργυρος (Hg)

Ο πίνακας με του συντελεστές στάθμισης των βαρέων μετάλλων που διατίθενται στο περιβάλλον, φαίνεται στη συνέχεια :

ΧΗΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΤΑΘΜΙΣΗΣ
Zn	0,04
Pb	0,04
Cr	0,5
Cu	0,5
Ni	1
As	3,33
Cd	5
Hg	5

Πίνακας 9. Βαρέα μέταλλα στο περιβάλλον (Πηγή : VHK for the European Commission, Methodology Study Eco-design of Energy-using Products, MEEUP, Methodology Report, 2005)

[31] VHK for the European Commission, Methodology Study Eco-design of Energy-using Products, MEEUP, Methodology Report, 2005

4.13 Πολυκυκλικοί Αρωματικοί Υδρογονάνθρακες (Polycyclic Aromatic Hydrocarbons – PAH)

Είναι εφάμιλλη κατηγορία με την προηγούμενη καθώς αναφέρεται σε ουσίες που επιδεινώνουν την τοξικότητα αλλά δεν είναι μεταλλικά στοιχεία. Η μονάδα μέτρησης είναι και πάλι χιλιοστογραμμάρια (mg) ισοδύναμων στοιχείων Νικελίου (Ni eq.). Στην κατηγορία αυτή περιλαμβάνονται μόνο οι δύο ακόλουθες ενώσεις :

- Μονοξείδιο του άνθρακα (CO)
- Βενζόλιο (C_6H_6)

Οι συντελεστές στάθμισης τους είναι :

ΧΗΜΙΚΗ ΕΝΩΣΗ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΤΑΘΜΙΣΗΣ
CO	0,000002
C_6H_6	0,004

Πίνακας 10. Πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες (Πηγή : VHK for the European Commission, Methodology Study Eco-design of Energy-using Products, MEEUP, Methodology Report, 2005)

4.14 Αιωρούμενα σωματίδια (Particualte Matter -PM)

Είναι τα σωματίδια ή σκόνη που προκύπτουν από μια διαδικασία και συμβάλλουν στην δημιουργία αναπνευστικών προβλημάτων του ανθρώπου. Μονάδα μέτρησης είναι το γραμμάριο (g).

4.15 Βαρέα μέταλλα στο νερό (Heavy metals to water (HM))

Είναι τα βαρέα μέταλλα που καταλήγουν στον υδροφόρο ορίζοντα. Μονάδες μέτρησης είναι τα χιλιοστογραμμάρια του ενός εικοστού του ισοδύναμου στοιχείου του υδραργύρου (mg Hg/20 eq.). Η μονάδα μέτρησης είναι έτσι επειδή ο υδράργυρος έχει συντελεστή στάθμισης 20 . Περιλαμβάνει τα εξής μεταλλικά στοιχεία :

- Αρσενικό (As)
- Κάδμιο (Cd)
- Χρώμιο (Cr)
- Χαλκός (Cu)
- Μόλυβδος (Pb)

- Υδράργυρος (Hg)
- Νικέλιο (Ni)
- Ψευδάργυρος (Zn)

Οι συντελεστές στάθμισης κάθε ενός φαίνονται στον πίνακα που ακολουθεί.

ΧΗΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΤΑΘΜΙΣΗΣ
As	3
Cd	7
Cr	0,4
Cu	2,8
Pb	0,5
Hg	20
Ni	7
Zn	0,2

Πίνακας 11. Βαρέα μέταλλα στο νερό (Πηγή : VHK for the European Commission, Methodology Study Eco-design of Energy-using Products, MEEUP, Methodology Report, 2005)

4.16 Ευτροφισμός (Eutrophication – EUP)

Ο ευτροφισμός είναι η αύξηση της συγκέντρωσης θρεπτικών χημικών ουσιών σε ένα οικοσύστημα, σε βαθμό που αυξάνει την πρωτογενή παραγωγικότητα του. Οι συνεπαγόμενες αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον είναι η ανοξία και η σοβαρή μείωση της ποιότητας του νερού, των ψαριών και άλλων υδρόβιων ζωντανών οργανισμών. Ταυτόχρονα μπορεί να υπάρξει υπερπληθυσμός άλλων έμβιων όντων που δεν ευνοούν την αρμονική συνύπαρξη και επηρεάζουν αρνητικά την διαβίωση των υπολοίπων οργανισμών στο οικοσύστημα. Ο ευτροφισμός περιλαμβάνει επίσης την αφύσικη αυξητική τάση ανάπτυξης των φυτικών οργανισμών με αποτέλεσμα την υπερκατανάλωση οξυγόνου και την στέρηση αυτού από τα υπόλοιπα έμβια όντα[32]. Μονάδες μέτρησης είναι τα χιλιοστογραμμάρια ισοδύναμων στοιχείων φωσφορικού άλατος (mg PO_4 eq.).

Τα στοιχεία που συμβάλλουν στον ευτροφισμό είναι τα ακόλουθα :

[32] (http://en.wikipedia.org/wiki/Eutrophication, 2010

- Άζωτο (N)
- Νιτρικό άλας (NO_3-)
- Ανιόντα αμμωνίου (NH_4+)
- Φώσφορος (P)
- Φωσφορικό άλας (PO_4)
- Πεντοξείδιο του φωσφόρου (P_2O_5)
- Chemical Oxygen Demand (COD)
- Biological Oxygen Demand (BOD)
- Αιωρούμενα στερεά (SS)
- Total Organic Carbon (TOC)

Ο όρος COD (Chemical Oxygen Demand) εκφράζει την ποσότητα του οξυγόνου που απαιτείται για την χημική οξείδωση της οργανικής ύλης σε διοξείδιο του άνθρακα και νερό. Ο όρος BOD (Biochemical Oxygen Demand) είναι μια ένδειξη του οξυγόνου που απαιτείται από τους μικροοργανισμούς για την πλήρη βιοχημική οξείδωση των οργανικών ενώσεων που περιέχονται σε μια ποσότητα νερού. Ο όρος αιωρούμενα στερεά αναφέρεται σε μικρά στερεά σωματίδια που παραμένουν αιωρημένα στο νερό, ως κολλοειδή ή λόγω της κίνησης του νερού. Χρησιμοποιείται ως δείκτης της ποιότητας των υδάτων. Ο όρος TOC (Total Organic Carbon) είναι ο ολικός οργανικός άνθρακας κι εννοούμε μια ευρεία ταξινόμηση των οργανικών μορίων άνθρακα από ποικίλη προέλευση και σύνθεση (C. L. Peterson and Gregory Möller, Biodegradability, BOD5, COD and Toxicity of Biodiesel Fuels, 2004).

Στη συνέχεια παρατίθεται ο πίνακας με τους συντελεστές στάθμισης κάθε στοιχείου.

ΧΗΜΙΚΗ ΕΝΩΣΗ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΤΑΘΜΙΣΗΣ
N	0,42
NO_3-	0,1
NH_4+	0,34
P	3,06
PO_4	1
P_2O_5	1,34
COD	0,05
BOD	0,25
SS	0,18
TOC	0,15

Πίνακας 12. Στοιχεία που συμβάλλουν στον ευτροφισμό (Πηγή : VHK for the European Commission, Methodology Study Eco-design of Energy-using Products, MEEUP, Methodology Report, 2005)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΥΛΙΚΩΝ ΚΑΙ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

5.1 Περιγραφή χαρακτηριστικών

5.1.1 Επιτραπέζιος υπολογιστής

Ο επιτραπέζιος υπολογιστής που θα εξεταστεί θα έχει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά :

- Επεξεργαστής : Intel Pentium 4 , 3,4 GHz
- Μνήμη τυχαίας προσπέλασης (Random Access Memory - RAM) : 1024 MB
- Σκληρός δίσκος : 160 GB
- Οπτικά μέσα : 1 DVD – ROM , 1 DVD – RW
- Τροφοδοσία : 300 W

5.1.2 Ελαφρύ τερματικό

Το ελαφρύ τερματικό που υποκαθιστά τον προαναφερθέντα επιτραπέζιο υπολογιστή θα έχει τα εξής χαρακτηριστικά :

- Μοντέλο : IGEL 3210 LX Compact
- Επεξεργαστής : VIA Eden CPU , 600 MHz
- Μνήμη τυχαίας προσπέλασης: 256 MB
- Μνήμη flash : 128 MB
- Τροφοδοσία : 22 W

5.1.3 Διακομιστής

Ο διακομιστής που θα χρησιμοποιηθεί για την υποδομή εικονικής επιφάνειας εργασίας θα έχει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά :

- Μοντέλο : HP ProLiant DL360 G4p
- Επεξεργαστής : 2 x Intel Xeon 3,4 GHz
- Μνήμη τυχαίας προσπέλασης: 4 GB PC2 – 3200 DDR2 400 SDRAM
- Σκληρός δίσκος : 2 x 36.4 GB U320
- Τροφοδοσία : 2 x 460 W (1+1)

Σε αυτό το σημείο θα πρέπει να αναφερθεί πως, επειδή σκοπός της μελέτης είναι η σύγκριση των συστημάτων στα οποία χρησιμοποιούνται επιτραπέζιοι υπολογιστές και ελαφρά

τερματικά, δεν θα περιληφθούν σε αυτή περιφερειακά ηλεκτρονικά που χρησιμοποιούνται και στις δύο προσεγγίσεις όπως η οθόνη, το πληκτρολόγιο και το ποντίκι.

5.2 Περιγραφή υλικών

Τα υλικά από τα οποία αποτελούνται τα ηλεκτρονικά είδη που θα αναλύσουμε καθώς και οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις που αυτά έχουν θα παρουσιαστούν στη συνέχεια. Αρχικά έχουμε τις εξής τέσσερις κατηγορίες υλικών :

- Ηλεκτρονικά
- Μεταλλικά στοιχεία
- Πλαστικά
- Διάφορα

Στην τελευταία κατηγορία εντάσσονται όσα υλικά δεν μπορούν να καταταγούν σε καμία από τις άλλες τρεις. Για κάθε υλικό ή διαδικασία, υπάρχει μια καρτέλα που περιλαμβάνει τις εξής κατηγορίες :

1. Έξοδοι στο τεχνολογικό περιβάλλον. Σε αυτό το σημείο τοποθετείται η ποσότητα του αντικειμένου ή του υλικού που είναι στη διάθεση του επωφελούμενου για να το χρησιμοποιήσει.
2. Έξοδοι στο τεχνολογικό περιβάλλον ως παραπροϊόντα των οποίων την παραγωγή αποφεύγουμε από κάποια άλλη παραγωγική διαδικασία.
3. Είσοδοι από το φυσικό περιβάλλον. Σε αυτή την κατηγορία εντάσσονται στοιχεία που λαμβάνουμε για την παραγωγή της ακριβούς ποσότητας του αντικειμένου που έχει τοποθετηθεί στην πρώτη κατηγορία.
4. Είσοδοι από το τεχνολογικό περιβάλλον. Είναι τα υλικά ή τα καύσιμα που χρησιμοποιούνται κατά την παραγωγική διαδικασία.
5. Αντίστοιχη κατηγορία με την προηγούμενη αλλά περιλαμβάνει ηλεκτρική ενέργεια ή θερμότητα.
6. Επιπτώσεις της διαδικασίας παραγωγής στον αέρα.
7. Επιπτώσεις της διαδικασίας παραγωγής στο νερό.
8. Επιπτώσεις της διαδικασίας παραγωγής στο έδαφος.
9. Οι εξαγόμενοι στο περιβάλλον, ρύποι.
10. Άλλες επιπτώσεις που δεν περιλαμβάνουν υλικούς ρύπους.
11. Κοινωνικές επιπτώσεις της διαδικασίας παραγωγής

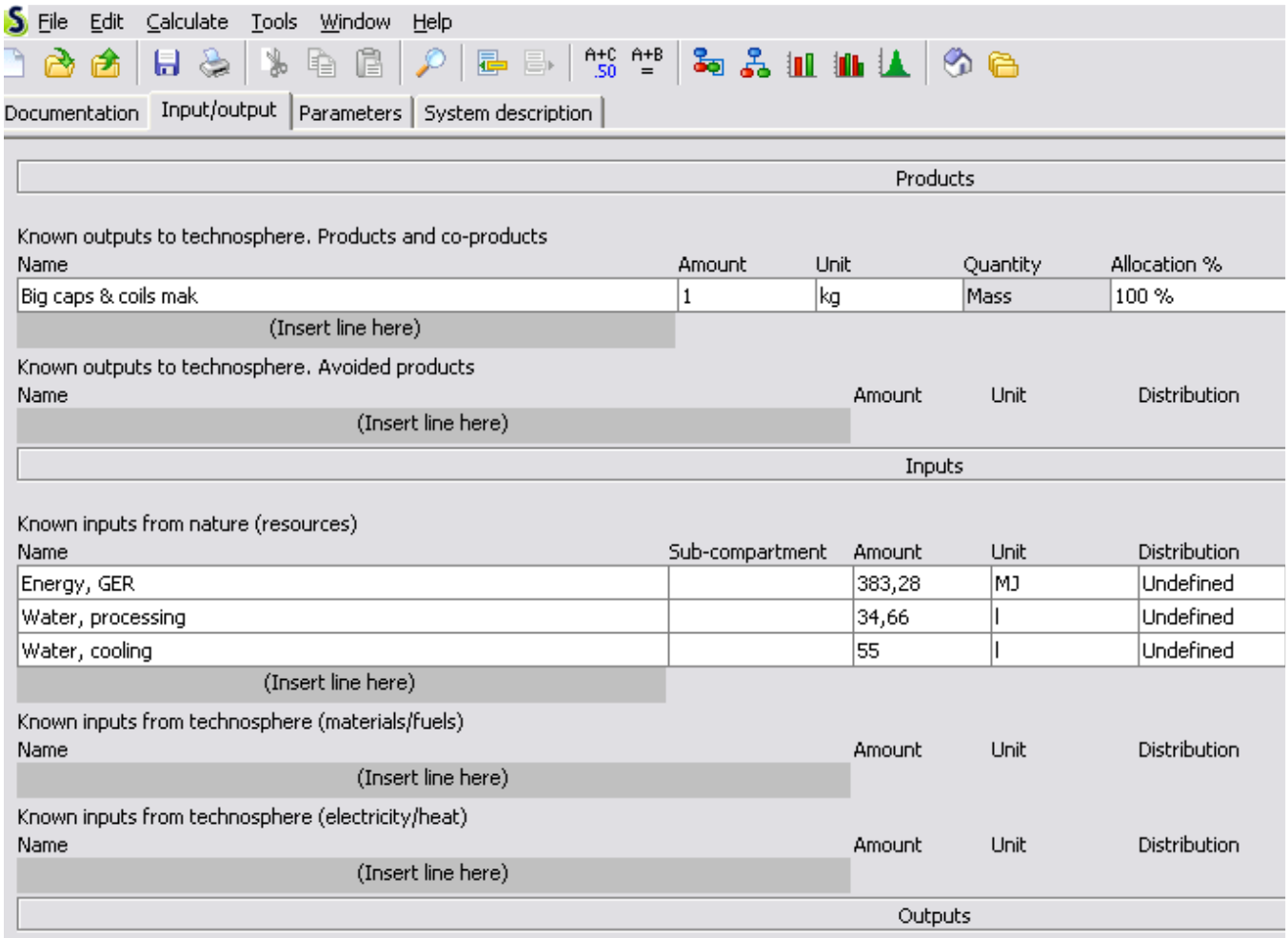
12. Οικονομικές επιπτώσεις της διαδικασίας παραγωγής
13. Τρόποι διαχείρισης των αποβλήτων ή των επιπτώσεων

Σε κάθε μια από τις παραπάνω κατηγορίες, τοποθετείται μια τιμή που αντιπροσωπεύει την περιβαλλοντική επιβάρυνση, ή μια απαίτηση, για την πραγματοποίηση της διαδικασίας ή την παραγωγή του υλικού, στην οποία ή στο οποίο αναφέρεται η καρτέλα.

5.2.1 Ηλεκτρονικά (Electronics)

5.2.1.1 Πυκνωτές και πηνία (Big caps and coils)

Αναφέρονται σε μεγάλης χωρητικότητας πυκνωτές (capacitors) κατασκευασμένους από αλουμίνιο και πηνία (coils) από χαλκό και σίδηρο που βρίσκονται σε μια πλακέτα. Δεν περιλαμβάνουν ενισχυμένο πυρίτιο ή πολύτιμα μέταλλα. Τα στοιχεία από τα οποία αποτελείται, χρησιμοποιούνται σε διεργασίες μετατροπής ενέργειας (SimaPro 7.2 Documentation, 2010). Στην καρτέλα που ακολουθεί φαίνονται οι παράμετροι του είδους αυτού.



Emissions to air

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Global Warming Potential		21,67	kg	Undefined
Acidification Potential		141,82	g	Undefined
Volatile Organic Compounds		0,12	mg	Undefined
Persistent Organic Compounds		2,16	ng	Undefined
Heavy metals		7,66	mg	Undefined
Poly-cyclic aromatic Hydrocarbons		204,65	mg	Undefined
Particulate Matter		35,61	g	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to water

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Heavy metals (Water)		74,23	mg	Undefined
Eutrophication		7,14	mg	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to soil

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
(Insert line here)				

Final waste flows

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Waste, hazardous		19,6	g	Undefined
Waste, non hazardous		600,54	g	Undefined
(Insert line here)				

5.2.1.2 Ολοκληρωμένα κυκλώματα (IC's large)

Είναι κυκλώματα βασισμένα σε πλακίδια πυριτίου διαμέτρου 200 mm. Έχουν 5 % κατά βάρος περιεκτικότητα (5 wt. %) σε υλικά πυρήνα και 0,2 % κατά βάρος περιεκτικότητα σε χρυσό. Στα υλικά πυρήνα περιλαμβάνονται ο νικελιούχος χάλυβας, ο πυριτιούχος χάλυβας, και το χυτό πυρίτιο (SimaPro 7.2 Documentation, 2010). Η καρτέλα των κυκλωμάτων αυτών είναι η ακόλουθη.

Known outputs to technosphere. Products and co-products

Name	Amount	Unit	Quantity	Allocation %
IC's large mak	1	kg	Mass	100 %
(Insert line here)				

Known outputs to technosphere. Avoided products

Name	Amount	Unit	Distribution
(Insert line here)			

Inputs

Known inputs from nature (resources)

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Energy, GER		5509,3	MJ	Undefined
Energy, electricity		5358,42	MJ	Undefined
Water, processing		5017,01	l	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to air

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Global Warming Potential		423,45	kg	Undefined
Acidification Potential		2787,34	g	Undefined
Volatile Organic Compounds		67,77	mg	Undefined
Persistent Organic Compounds		48,84	ng	Undefined
Heavy metals		446,58	mg	Undefined
Poly-cyclic aromatic Hydrocarbons		14,69	mg	Undefined
Particulate Matter		72,85	g	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to water

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Heavy metals (Water)		3740	mg	Undefined
Eutrophication		21,48E3	mg	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to soil

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
(Insert line here)				

Final waste flows

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Waste, hazardous		251,82	g	Undefined
Waste, non hazardous		5181,45	g	Undefined
(Insert line here)				

5.2.1.3 Ολοκληρωμένα κυκλώματα (IC's small)

Είναι κυκλώματα όπως ακριβώς και στην προηγούμενη περίπτωση με τη διαφορά ότι έχουν 1 % κατά βάρος περιεκτικότητα σε υλικά πυρήνα και 0,1 % κατά βάρος περιεκτικότητα σε χρυσό. Μαζί με το προηγούμενο είδος αποτελούν κατά προσέγγιση τις ακραίες περιπτώσεις ολοκληρωμένων κυκλωμάτων που κυκλοφορούν στην αγορά (SimaPro 7.2 Documentation, 2010). Η καρτέλα του είδους αυτού φαίνεται στη συνέχεια.

Known outputs to technosphere. Products and co-products

Name	Amount	Unit	Quantity	Allocation %
IC's small mak	1	kg	Mass	100 %
(Insert line here)				

Known outputs to technosphere. Avoided products

Name	Amount	Unit	Distribution
(Insert line here)			

Inputs

Known inputs from nature (resources)

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Energy, GER		874,17	MJ	Undefined
Energy, electricity		673,18	MJ	Undefined
Energy, caloric value of feedstock		2,98	MJ	Undefined
Water, processing		611,47	l	Undefined
Water, cooling		103,57	l	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to air

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Global Warming Potential		58,82	kg	Undefined
Acidification Potential		816,19	g	Undefined
Persistent Organic Compounds		9,79	ng	Undefined
Heavy metals		185,01	mg	Undefined
Poly-cyclic aromatic Hydrocarbons		2,95	mg	Undefined
Particulate Matter		24,16	g	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to water

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Heavy metals (Water)		9,63	mg	Undefined
Eutrophication		4296,34	mg	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to soil

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
(Insert line here)				

Final waste flows

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Waste, hazardous		644,58	g	Undefined
Waste, non hazardous		1748,32	g	Undefined
(Insert line here)				

5.2.1.4 Ηλεκτρονική πλακέτα (PWB ½ lay 3.75 kg/m2)

Τυπική FR4 πλακέτα με ένα ή δύο στρώματα χαλκού πάχους 35 μικρομέτρων (μm). Οι πλακέτες FR4 είναι κατασκευασμένες από υφάσματα υαλοβάμβακα (fiberglass) με συνδετικό υλικό από εποξική ρητίνη ανθεκτικό στην ανάφλεξη με ικανότητα αυτοπυρόσβεσης. Το συνολικό πάχος της πλακέτας είναι 1,5 χιλιοστά με πυκνότητα 2,5 g / ml. Στη συγκεκριμένη περίπτωση ένα τετραγωνικό μέτρο ζυγίζει 3,75 κιλά (1 m² = 3,75 kg) (SimaPro 7.2 Documentation, 2010). Η καρτέλα της πλακέτας φαίνεται στη συνέχεια.

Known outputs to technosphere. Products and co-products

Name	Amount	Unit	Quantity	Allocation %
PWB 1/2 lay 3.75 kg/m2 mak	1	kg	Mass	100 %
(Insert line here)				

Known outputs to technosphere. Avoided products

Name	Amount	Unit	Distribution
(Insert line here)			

Inputs

Known inputs from nature (resources)

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Energy, GER		281,06	MJ	Undefined
Energy, electricity		150,52	MJ	Undefined
Energy, caloric value of feedstock		8,53	MJ	Undefined
Water, processing		170,04	l	Undefined
Water, cooling		76,8	l	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to air				
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Global Warming Potential		11,22	kg	Undefined
Acidification Potential		213,76	g	Undefined
Volatile Organic Compounds		2,33	mg	Undefined
Persistent Organic Compounds		2,71	ng	Undefined
Heavy metals		36,15	mg	Undefined
Poly-cyclic aromatic Hydrocarbons		3,57	mg	Undefined
Particulate Matter		5,08	g	Undefined
(Insert line here)				
Emissions to water				
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Heavy metals (Water)		14,74	mg	Undefined
Eutrophication		3686,44	mg	Undefined
(Insert line here)				
Emissions to soil				
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
(Insert line here)				
Final waste flows				
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Waste, hazardous		1733,25	g	Undefined
Waste, non hazardous		2625,35	g	Undefined
(Insert line here)				

5.2.1.5 Ηλεκτρονική πλακέτα (PWB 6 lay 4.5 kg/m2)

Πολυστρωματική τυπική FR4 πλακέτα ρητίνης με δύο εξωτερικά στρώματα χαλκού 35 μικρομέτρων (μm) και τέσσερα εσωτερικά στρώματα χαλκού των 18 μικρομέτρων. Το συνολικό πάχος της πλακέτας είναι 1,5 χιλιοστά και πυκνότητα 3 g / ml. Ένα τετραγωνικό μέτρο πλακέτας ζυγίζει 4,5 κιλά (1 m² = 4,5 kg) (SimaPro 7.2 Documentation, 2010). Η καρτέλα της φαίνεται στη συνέχεια.

Known outputs to technosphere. Products and co-products				
Name	Amount	Unit	Quantity	Allocation %
PWB 6 lay 4.5 kg/m2 mak	1	kg	Mass	100 %
(Insert line here)				
Known outputs to technosphere. Avoided products				
Name		Amount	Unit	Distribution
(Insert line here)				
Inputs				
Known inputs from nature (resources)				
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Energy, GER		367,18	MJ	Undefined
Energy, electricity		146,16	MJ	Undefined
Energy, caloric value of feedstock		8,53	MJ	Undefined
Water, processing		485,05	l	Undefined
Water, cooling		76,8	l	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to air

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Global Warming Potential		15,69	kg	Undefined
Acidification Potential		395,99	g	Undefined
Volatile Organic Compounds		1,03	mg	Undefined
Persistent Organic Compounds		5,09	ng	Undefined
Heavy metals		70,06	mg	Undefined
Poly-cyclic aromatic Hydrocarbons		6,89	mg	Undefined
Particulate Matter		37,04	g	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to water

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Heavy metals (Water)		125,44	mg	Undefined
Eutrophication		2442,75	mg	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to soil

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
(Insert line here)				

Final waste flows

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Waste, hazardous		1891,79	g	Undefined
Waste, non hazardous		4073,31	g	Undefined
(Insert line here)				

5.2.1.6 Θύρες διασύνδεσης (Slots/ext. Ports)

Περιλαμβάνει θύρες για τη σύνδεση των εσωτερικών στοιχείων του υπολογιστή (slots) πχ. τα τσιπ της μνήμης τυχαίας προσπέλασης και περιφερειακές κάρτες εσωτερικής διασύνδεσης (Peripheral Component Interconnect – PCI) και εξωτερικές θύρες (external ports) που είναι θύρες για τη σύνδεση περιφερειακών συσκευών. Η περιεκτικότητα ανά κιλό των θυρών αυτών είναι 330 γραμμάρια κραμάτων χαλκού, 635 γραμμάρια πολυμερών και 0,15 γραμμάρια χρυσού (SimaPro 7.2 Documentation, 2010). Η καρτέλα τους φαίνεται στη συνέχεια.

Known outputs to technosphere. Products and co-products

Name	Amount	Unit	Quantity	Allocation %
slots / ext.ports mak	1	kg	Mass	100 %
(Insert line here)				

Known outputs to technosphere. Avoided products

Name	Amount	Unit	Distribution
(Insert line here)			

Inputs

Known inputs from nature (resources)

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Energy, GER		187,07	MJ	Undefined
Energy, electricity		59,31	MJ	Undefined
Water, processing		74,66	l	Undefined
Water, cooling		255,36	l	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to air				
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Global Warming Potential		10,03	kg	Undefined
Acidification Potential		184,36	g	Undefined
Volatile Organic Compounds		0,01	mg	Undefined
Persistent Organic Compounds		1,40	ng	Undefined
Heavy metals		38	mg	Undefined
Poly-cyclic aromatic Hydrocarbons		1,93	mg	Undefined
Particulate Matter		12,96	g	Undefined
(Insert line here)				
Emissions to water				
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Heavy metals (Water)		31,8	mg	Undefined
Eutrophication		6469,73	mg	Undefined
(Insert line here)				
Emissions to soil				
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
(Insert line here)				
Final waste flows				
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Waste, hazardous		17,1	g	Undefined
Waste, non hazardous		307,66	g	Undefined
(Insert line here)				

5.2.1.7 Μικροσυσκευές και λυχνίες (SMD/LED's avg)

Είναι επιφανειακά τοποθετημένες ηλεκτρονικές συσκευές στην επιφάνεια της μητρικής κάρτας ενός υπολογιστή (Surface Mounted Devices). Το βάρος τους είναι το 1,2% του προτύπου βάρους μιας τυπικής ηλεκτρονικής πλακέτας (PWB). Κατ' εκτίμηση, το 15% του βάρους τους οφείλεται σε πυκνωτές, εκ του οποίου το ένα τρίτο οφείλεται στην περιεκτικότητα σε παλλάδιο (Pd) και το υπόλοιπο σε Ταντάλιο (Ta) και σε κεραμικά.

Οι δίοδοι, οι ημιαγωγοί στερεάς κατάστασης, και τα ομοαξονικά βύσματα τύπου RF που καταλαμβάνουν περίπου το 35% κατά βάρος του συνόλου, αντιμετωπίζονται ως ολοκληρωμένα κυκλώματα με υπερμεγέθη συσκευασία (0,5% ενισχυμένου πυριτίου, αντί του 5%) και χωρίς καθόλου περιεκτικότητα σε χρυσό. Ο περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά των αντιστάσεων που κατ' εκτίμηση καταλαμβάνουν το 50% του συνόλου, είναι εφάμιλλα με τη διαδικασία επιμετάλλωσης χαλκού και νικελίου που θα περιγραφεί στη συνέχεια (Cu / Ni plating) (SimaPro 7.2 Documentation, 2010). Η καρτέλα αυτών των ειδών φαίνεται στη συνέχεια.

Known outputs to technosphere. Products and co-products

Name	Amount	Unit	Quantity	Allocation %
SMD/ LED's avg. mak	1	kg	Mass	100 %
(Insert line here)				

Known outputs to technosphere. Avoided products

Name	Amount	Unit	Distribution
(Insert line here)			

Inputs

Known inputs from nature (resources)

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Energy, GER		2968,86	MJ	Undefined
Energy, electricity		2885,56	MJ	Undefined
Water, processing		925,44	l	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to air

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Global Warming Potential		167	kg	Undefined
Acidification Potential		1620,47	g	Undefined
Volatile Organic Compounds		7,48	mg	Undefined
Persistent Organic Compounds		14,99	ng	Undefined
Heavy metals		421,73	mg	Undefined
Poly-cyclic aromatic Hydrocarbons		4,52	mg	Undefined
Particulate Matter		50,83	g	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to water

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Heavy metals (Water)		14,74	mg	Undefined
Eutrophication		2195,5	mg	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to soil

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
(Insert line here)				

Final waste flows

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Waste, hazardous		130,68	g	Undefined
Waste, non hazardous		2830,92	g	Undefined
(Insert line here)				

5.2.1.8 Υλικό συγκόλλησης (Solder SnAgCu 0.5)

Είναι υλικό συγκόλλησης μετάλλων χωρίς μόλυβδο. Βασικό συστατικό είναι ο κασσίτερος και περιέχονται επίσης ασήμι (Ag) σε περιεκτικότητα 4% και χαλκός σε 0,5% . Η εκτίμηση των επιπτώσεων βασίζεται στη σύνθεση των υλικών (SimaPro 7.2 Documentation, 2010). Η καρτέλα του υλικού φαίνεται παρακάτω.

Known outputs to technosphere. Products and co-products

Name	Amount	Unit	Quantity	Allocation %
Solder SnAg4Cu0.5 mak	1	kg	Mass	100 %
(Insert line here)				

Known outputs to technosphere. Avoided products

Name	Amount	Unit	Distribution
(Insert line here)			

Inputs

Known inputs from nature (resources)

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Energy, GER		233,95	MJ	Undefined
Energy, electricity		193,71	MJ	Undefined
Water, processing		70,20	l	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to air

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Global Warming Potential		11,6	kg	Undefined
Acidification Potential		64,51	g	Undefined
Volatile Organic Compounds		0,07	mg	Undefined
Persistent Organic Compounds		1,29	ng	Undefined
Heavy metals		3,34	mg	Undefined
Poly-cyclic aromatic Hydrocarbons		1,87	mg	Undefined
Particulate Matter		1,37	g	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to water

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Eutrophication		6,04	mg	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to soil

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
(Insert line here)				

Final waste flows

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Waste, hazardous		4,53	g	Undefined
Waste, non hazardous		227,9	g	Undefined

5.2.1.9 Πλακέτα ελέγχου (Controller Board)

Είναι πλακέτα ελέγχου που χρησιμοποιείται σε ηλεκτρονικές συσκευές[33]. Η καρτέλα της φαίνεται στη συνέχεια.

[33] Επειδή είναι στοιχείο που δεν περιλαμβάνεται σε άρθρο της Ευρωπαϊκής Επιτροπής δεν διατίθενται περαιτέρω στοιχεία γι' αυτή. Οι απαιτήσεις και οι επιπτώσεις προέκυψαν από βιβλίο εργασίας (Excel) που περιλαμβάνεται στην ιστοσελίδα της PRE, της εταιρίας που δημιούργησε το SimaPro (VHK for the European Commission, EuP EcoReport spreadsheet (XLS File), 2005).

Known outputs to technosphere. Products and co-products

Name	Amount	Unit	Quantity	Allocation %
Controller Board mak	1	kg	Mass	100 %
(Insert line here)				

Known outputs to technosphere. Avoided products

Name	Amount	Unit	Distribution
(Insert line here)			

Inputs

Known inputs from nature (resources)

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Energy, GER		781,47	MJ	Undefined
Energy, electricity		579,47	MJ	Undefined
Energy, caloric value of feedstock		3,04	MJ	Undefined
Water, processing		523,36	l	Undefined
Water, cooling		105,64	l	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to air

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Global Warming Potential		51,53	kg	Undefined
Acidification Potential		437,36	g	Undefined
Volatile Organic Compounds		6,45	mg	Undefined
Persistent Organic Compounds		6,36	ng	Undefined
Heavy metals		73,48	mg	Undefined
Poly-cyclic aromatic Hydrocarbons		60,37	mg	Undefined
Particulate Matter		22,40	g	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to water

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Heavy metals (Water)		333,32	mg	Undefined
Eutrophication		4702,13	mg	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to soil

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
(Insert line here)				

Final waste flows

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Waste, hazardous		652,43	g	Undefined
Waste, non hazardous		1679,65	g	Undefined
(Insert line here)				

5.2.2 Μεταλλικά στοιχεία (Metals)

5.2.2.1 Χυτό αλουμίνιο (Al diecast 85%)

Είναι τα παράγωγα χύτευσης αλουμινίου. Το υλικό είναι κατά 85% ανακυκλώσιμο. Υψηλές εκπομπές ανθεκτικών οργανικών ενώσεων (POC) λόγω υψηλών συγκεντρώσεων διοξίνης από τα παραπροϊόντα της χύτευσης (SimaPro 7.2 Documentation, 2010). Η καρτέλα του φαίνεται ακολούθως.

Known outputs to technosphere. Products and co-products

Name	Amount	Unit	Quantity	Allocation %
Al diecast 85% mak	1	kg	Mass	100 %
(Insert line here)				

Known outputs to technosphere. Avoided products

Name	Amount	Unit	Distribution
(Insert line here)			

Inputs

Known inputs from nature (resources)

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Energy, GER		55,14	MJ	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to air

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Global Warming Potential		3,55	kg	Undefined
Acidification Potential		15,62	g	Undefined
Volatile Organic Compounds		0,07	mg	Undefined
Persistent Organic Compounds		33,49	ng	Undefined
Heavy metals		0,84	mg	Undefined
Poly-cyclic aromatic Hydrocarbons		17,67	mg	Undefined
Particulate Matter		4,05	g	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to water

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Heavy metals (Water)		6,47	mg	Undefined
Eutrophication		1,21	mg	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to soil

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
(Insert line here)				

Final waste flows

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Waste, non hazardous		750	g	Undefined
(Insert line here)				

5.2.2.2 Φύλλα αλουμινίου (Al sheet/extrusion 11%)

Είναι φύλλα αλουμινίου που προκύπτουν από την κατεργασία της έλασης. Υψηλές εκπομπές πολυκυκλικών αρωματικών υδρογονανθράκων (PAH) λόγω της ανόδου άνθρακα. Υψηλές εκπομπές ισοδύναμων στοιχείων διοξειδίου του άνθρακα (GWP – CO_2 eq.) λόγω των φθοριούχων αερίων του θερμοκηπίου (SimaPro 7.2 Documentation, 2010). Η καρτέλα τους φαίνεται στη συνέχεια.

Known outputs to technosphere. Products and co-products

Name	Amount	Unit	Quantity	Allocation %
Al sheet/extrusion 11% mak	1	kg	Mass	100 %
(Insert line here)				

Known outputs to technosphere. Avoided products

Name	Amount	Unit	Distribution
(Insert line here)			

Inputs

Known inputs from nature (resources)

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Energy, GER		192,62	MJ	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to air

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Global Warming Potential		10,35	kg	Undefined
Acidification Potential		67,3	g	Undefined
Volatile Organic Compounds		0,07	mg	Undefined
Persistent Organic Compounds		4,99	ng	Undefined
Heavy metals		3,63	mg	Undefined
Poly-cyclic aromatic Hydrocarbons		96,54	mg	Undefined
Particulate Matter		16,92	g	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to water

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Heavy metals (Water)		35,02	mg	Undefined
Eutrophication		4,95	mg	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to soil

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
(Insert line here)				

Final waste flows

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Waste, non hazardous		3920	g	Undefined
(Insert line here)				

5.2.2.3 Χυτοσίδηρος (Cast iron 85%)

Είναι ο κοινός χυτοσίδηρος. Το υλικό είναι κατά 85% ανακυκλώσιμο. Η καρτέλα του φαίνεται ακολούθως.

Known outputs to technosphere. Products and co-products

Name	Amount	Unit	Quantity	Allocation %
Cast iron 85% mak	1	kg	Mass	100 %
(Insert line here)				

Known outputs to technosphere. Avoided products

Name	Amount	Unit	Distribution
(Insert line here)			

Inputs

Known inputs from nature (resources)

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Energy, GER		10	MJ	Undefined
Energy, electricity		0,1348	MJ	Undefined
Energy, caloric value or feedstock		-0,05963	MJ	Undefined
Water, processing		1,3	l	Undefined
Water, cooling		3,66	l	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to air

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Global Warming Potential		1,057	kg	Undefined
Acidification Potential		3,232	g	Undefined
Volatile Organic Compounds		0,118	mg	Undefined
Persistent Organic Compounds		6	ng	Undefined
Heavy metals		1,983	mg	Undefined
Poly-cyclic aromatic Hydrocarbons		0,01318	mg	Undefined
Particulate Matter		14	g	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to water

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Heavy metals (Water)		0,9086	mg	Undefined
Eutrophication		26,23	mg	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to soil

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
(Insert line here)				

Final waste flows

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Waste, non hazardous		315,36	g	Undefined
(Insert line here)				

5.2.2.4 Φύλλα και σωλήνες χαλκού (Cu tube/sheet 60 %)

Η παραγωγή της ίδιας ποσότητας από τα δύο είδη έχει περίπου τις ίδιες επιπτώσεις και γι' αυτό υπάγονται στην ίδια κατηγορία. Το υλικό είναι κατά 60 % ανακυκλώσιμο (SimaPro 7.2 Documentation, 2010). Η καρτέλα του φαίνεται στη συνέχεια.

Known outputs to technosphere. Products and co-products

Name	Amount	Unit	Quantity	Allocation %
Cu tube/sheet 60% mak	1	kg	Mass	100 %
(Insert line here)				

Known outputs to technosphere. Avoided products

Name	Amount	Unit	Distribution
(Insert line here)			

Inputs

Known inputs from nature (resources)

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Energy, GER		50,92	MJ	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to air

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Global Warming Potential		2,728	kg	Undefined
Acidification Potential		62,6	g	Undefined
Volatile Organic Compounds		0,004759	mg	Undefined
Persistent Organic Compounds		10,29	ng	Undefined
Heavy metals		33,09	mg	Undefined
Poly-cyclic aromatic Hydrocarbons		5,357	mg	Undefined
Particulate Matter		1,46	g	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to water

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Heavy metals (Water)		37,65	mg	Undefined
Eutrophication		61,88	mg	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to soil

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
(Insert line here)				

Final waste flows

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Waste, non hazardous		8014	g	Undefined
(Insert line here)				

5.2.2.5 Χάλκινες σπείρες (Cu winding wire 0%)

Είναι τα περιελιγμένα χάλκινα καλώδια που χρησιμοποιούνται στα κυκλώματα ως πηνία. Τα πηνία αυτά είναι μικρότερης χωρητικότητας από αυτά που περιγράφηκαν σε προηγούμενη κατηγορία. Δεν ανακυκλώνονται λόγω του χαμηλού κέρδους σε καθαρό χαλκό από τη διαδικασία της ανακύκλωσης.

Known outputs to technosphere. Products and co-products

Name	Amount	Unit	Quantity	Allocation %
Cu winding wire 0% mak	1	kg	Mass	100 %
(Insert line here)				

Known outputs to technosphere. Avoided products

Name	Amount	Unit	Distribution
(Insert line here)			

Inputs

Known inputs from nature (resources)

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Energy, GER		142,7	MJ	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to air

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Global Warming Potential		7,367	kg	Undefined
Acidification Potential		303,8	g	Undefined
Volatile Organic Compounds		0,03	mg	Undefined
Persistent Organic Compounds		3,972	ng	Undefined
Heavy metals		56,52	mg	Undefined
Poly-cyclic aromatic Hydrocarbons		5,53	mg	Undefined
Particulate Matter		3,026	g	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to water

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Heavy metals (Water)		6,468	mg	Undefined
Eutrophication		158,2	mg	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to soil

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
(Insert line here)				

Final waste flows

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Waste, hazardous		0,8046	g	Undefined
Waste, non hazardous		20040	g	Undefined
(Insert line here)				

5.2.2.6 Χάλκινα καλώδια (Cu wire 0%)

Είναι τα συνήθη χάλκινα ηλεκτρικά καλώδια που χρησιμοποιούνται σε όλα τα ηλεκτρονικά είδη. Δεν ανακυκλώνονται κυρίως λόγω της διαδικασίας αφαίρεσης του μονωτικού υλικού και του χαμηλού κέρδους σε καθαρό χαλκό από την διαδικασία της ανακύκλωσης. Η καρτέλα τους φαίνεται στη συνέχεια.

Known outputs to technosphere. Products and co-products

Name	Amount	Unit	Quantity	Allocation %
Cu wire 0% mak	1	kg	Mass	100 %
(Insert line here)				

Known outputs to technosphere. Avoided products

Name	Amount	Unit	Distribution
(Insert line here)			

Inputs

Known inputs from nature (resources)

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Energy, GER		116,6	MJ	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to air

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Global Warming Potential		6,203	kg	Undefined
Acidification Potential		292,1	g	Undefined
Volatile Organic Compounds		0,009625	mg	Undefined
Persistent Organic Compounds		3,744	ng	Undefined
Heavy metals		55,06	mg	Undefined
Poly-cyclic aromatic Hydrocarbons		5,38	mg	Undefined
Particulate Matter		2,84	g	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to water

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Heavy metals (Water)		94,09	mg	Undefined
Eutrophication		154,5	mg	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to soil

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
(Insert line here)				

Final waste flows

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Waste, hazardous		0,24	g	Undefined
Waste, non hazardous		20000	g	Undefined
(Insert line here)				

5.2.2.7 Φερρίτης (Ferrite 0%)

Υψηλής καθαρότητας φερρίτης που χρησιμοποιείται στους μετασχηματιστές, στους ηλεκτροκινητήρες κτλ. Δεν ανακυκλώνεται.

Known outputs to technosphere. Products and co-products

Name	Amount	Unit	Quantity	Allocation %
Ferrite 0% mak	1	kg	Mass	100 %
(Insert line here)				

Known outputs to technosphere. Avoided products

Name	Amount	Unit	Distribution
(Insert line here)			

Inputs

Known inputs from nature (resources)

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Energy, GER		50,6	MJ	Undefined
Energy, electricity		3,418	MJ	Undefined
Energy, caloric value of feedstock		0,1113	MJ	Undefined
Water, processing		39,33	l	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to air

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Global Warming Potential		4,241	kg	Undefined
Acidification Potential		11,15	g	Undefined
Volatile Organic Compounds		0,2045	mg	Undefined
Persistent Organic Compounds		39	ng	Undefined
Heavy metals		35,93	mg	Undefined
Particulate Matter		4,061	g	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to water

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Heavy metals (Water)		2,362	mg	Undefined
Eutrophication		78,63	mg	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to soil

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
(Insert line here)				

Final waste flows

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Waste, non hazardous		2582,28	g	Undefined
(Insert line here)				

5.2.2.8 Γαλβανισμένος χάλυβας (Steel sheet galv. 5%)

Είναι χάλυβας ψυχρής έλασης σε ρόλους ή φύλλα, γαλβανισμένος θερμικά, με καλή γενικά επιφανειακή ποιότητα (κατάλληλος για επικάλυψη). Είναι το κατ' εξοχήν τυπικό προϊόν χάλυβα για τη περιβολή προϊόντων που χρησιμοποιούν ενέργεια καθώς και ορισμένα δομικά στοιχεία. Η επιψευδαργύρωση (galvanisation), εφαρμόζεται σε οποιουδήποτε τύπου βασική προστασία από τη διάβρωση. Η διαδικασία παραγωγής είναι 100% υψικαμίνου. Το χαμηλό ποσοστό ανακύκλωσης (5%) είναι χαρακτηριστικό της απαιτούμενης ποιότητας επιφάνειας (SimaPro 7.2 Documentation, 2010). Η καρτέλα του φαίνεται στη συνέχεια.

Known outputs to technosphere. Products and co-products

Name	Amount	Unit	Quantity	Allocation %
St sheet galv 5% mak	1	kg	Mass	100 %
(Insert line here)				

Known outputs to technosphere. Avoided products

Name	Amount	Unit	Distribution
(Insert line here)			

Inputs

Known inputs from nature (resources)

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Energy, GER		34	MJ	Undefined
Energy, electricity		2,279	MJ	Undefined
Energy, caloric value of feedstock		0,07419	MJ	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to air

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Global Warming Potential		2,827	kg	Undefined
Acidification Potential		7,465	g	Undefined
Volatile Organic Compounds		0,1363	mg	Undefined
Persistent Organic Compounds		26	ng	Undefined
Heavy metals		3,545	mg	Undefined
Poly-cyclic aromatic Hydrocarbons		0,06924	mg	Undefined
Particulate Matter		2,707	g	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to water

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Heavy metals (Water)		3,55	mg	Undefined
Eutrophication		65,17	mg	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to soil

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
(Insert line here)				

Final waste flows

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Waste, non hazardous		1721,52	g	Undefined
(Insert line here)				

5.2.2.9 Πλαίσια χάλυβα (St tube/profile 50%)

Τα προφίλ χάλυβα είναι ουσιαστικά χαλύβδινα πλαίσια. Οι χαλύβδινοι σωλήνες χρησιμοποιούνται σε εφαρμογές θέρμανσης. Η παραγωγική διαδικασία περιλαμβάνει κατά 50 % διεργασία σε υψικάμινο και 50 % σε φούρνο ηλεκτρικού τόξου. Οι τιμές δίνονται για χάλυβα με χαμηλή περιεκτικότητα σε άνθρακα (<0,3%) (SimaPro 7.2 Documentation, 2010). Η καρτέλα του υλικού δίνεται παρακάτω.

Known outputs to technosphere. Products and co-products

Name	Amount	Unit	Quantity	Allocation %
St tube/profile 50% mak	1	kg	Mass	100 %
(Insert line here)				

Known outputs to technosphere. Avoided products

Name	Amount	Unit	Distribution
(Insert line here)			

Inputs

Known inputs from nature (resources)

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Energy, GER		17	MJ	Undefined
Energy, electricity		4,572	MJ	Undefined
Energy, caloric value of feedstock		-0,1575	MJ	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to air

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Global Warming Potential		1,375	kg	Undefined
Acidification Potential		3,593	g	Undefined
Volatile Organic Compounds		0,1173	mg	Undefined
Persistent Organic Compounds		12	ng	Undefined
Heavy metals		2,586	mg	Undefined
Poly-cyclic aromatic Hydrocarbons		0,03256	mg	Undefined
Particulate Matter		1,003	g	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to water

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Heavy metals (Water)		1,568	mg	Undefined
Eutrophication		38,33	mg	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to soil

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
(Insert line here)				

Final waste flows

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Waste, non hazardous		800,69	g	Undefined
(Insert line here)				

5.2.2.10 Χαλύβδινα πηνία (Stainless 18/8 coil 63%)

Είναι πηνίο ανοξείδωτου χάλυβα με χημική σύσταση $FeCr_{18}Ni_8$. Το υλικό είναι κατά 63% ανακυκλώσιμο (SimaPro 7.2 Documentation, 2010). Η καρτέλα του φαίνεται στη συνέχεια.

Known outputs to technosphere. Products and co-products

Name	Amount	Unit	Quantity	Allocation %
Stainless 18/8 coil 63% mak	1	kg	Mass	100 %
(Insert line here)				

Known outputs to technosphere. Avoided products

Name	Amount	Unit	Distribution
(Insert line here)			

Inputs

Known inputs from nature (resources)

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Energy, GER		62,04	MJ	Undefined
Energy, electricity		9,691	MJ	Undefined
Energy, caloric value of feedstock		4,045	MJ	Undefined
Water, processing		75,74	l	Undefined
Water, cooling		8,435	l	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to air

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Global Warming Potential		6,205	kg	Undefined
Acidification Potential		56,02	g	Undefined
Volatile Organic Compounds		0,136	mg	Undefined
Persistent Organic Compounds		7,7	ng	Undefined
Heavy metals		148,3	mg	Undefined
Poly-cyclic aromatic Hydrocarbons		0,02826	mg	Undefined
Particulate Matter		7,914	g	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to water

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Heavy metals (Water)		86,37	mg	Undefined
Eutrophication		2328	mg	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to soil

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
(Insert line here)				

Final waste flows

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Waste, non hazardous		1000	g	Undefined
(Insert line here)				

5.2.3 Πλαστικά στοιχεία (Πολυμερή) (Plastics)

5.2.3.1 ABS

Είναι το ακρυλονιτρίλιο βουταδιένιο στυρόλιο (Acrylonitrile Butadiene Styrene – ABS) με χημικό τύπο $(C_8H_8)_x \cdot (C_4H_6)_y \cdot (C_3H_3N)_z$. Είναι ένα κοινό θερμοπλαστικό που χρησιμοποιείται για να δημιουργηθούν ελαφριά, άκαμπτα και μορφοποιημένα προϊόντα όπως σωληνώσεις,

περιβλήματα, και λοιπά προστατευτικά[34]. Η καρτέλα του υλικού αυτού φαίνεται στη συνέχεια.

Known outputs to technosphere. Products and co-products

Name	Amount	Unit	Quantity	Allocation %
ABS mak	1	kg	Mass	100 %
(Insert line here)				

Known outputs to technosphere. Avoided products

Name	Amount	Unit	Distribution
(Insert line here)			

Inputs

Known inputs from nature (resources)

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Energy, GER		95,02	MJ	Undefined
Energy, electricity		6,95	MJ	Undefined
Energy, caloric value of feedstock		45,77	MJ	Undefined
Water, processing		9,3	l	Undefined
Water, cooling		165	l	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to air

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Global Warming Potential		3,321	kg	Undefined
Acidification Potential		17,77	g	Undefined
Volatile Organic Compounds		0,00002	mg	Undefined
Poly-cyclic aromatic Hydrocarbons		1,808	mg	Undefined
Particulate Matter		2,9	g	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to water

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Heavy metals (Water)		1,94	mg	Undefined
Eutrophication		629,8	mg	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to soil

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
(Insert line here)				

Final waste flows

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Waste, hazardous		10	g	Undefined
Waste, non hazardous		91,93	g	Undefined
(Insert line here)				

5.2.3.2 Επόξυ (Epoxy)

Το επόξυ είναι ένα θερμοσκληρυνόμενο πολυμερές που σχηματίζεται από την αντίδραση της εποξειδικής ρητίνης με ένα πολυαμινικό σκληρυντικό. Το επόξυ έχει ένα ευρύ φάσμα

[34] http://en.wikipedia.org/wiki/Acrylonitrile_butadiene_styrene, 2010

εφαρμογών, συμπεριλαμβανομένων των ενισχυμένων με ίνες πλαστικών υλικών και γενικής χρήσης κόλλες[35]. Η καρτέλα του φαίνεται στη συνέχεια.

Known outputs to technosphere. Products and co-products

Name	Amount	Unit	Quantity	Allocation %
Epoxy mak	1	kg	Mass	100 %
(Insert line here)				

Known outputs to technosphere. Avoided products

Name	Amount	Unit	Distribution
(Insert line here)			

Inputs

Known inputs from nature (resources)

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Energy, GER		140,7	MJ	Undefined
Energy, electricity		24,56	MJ	Undefined
Energy, caloric value of feedstock		42,64	MJ	Undefined
Water, processing		19	l	Undefined
Water, cooling		384	l	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to air

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Global Warming Potential		6,591	kg	Undefined
Acidification Potential		43,94	g	Undefined
Volatile Organic Compounds		0,00002	mg	Undefined
Poly-cyclic aromatic Hydrocarbons		0,1164	mg	Undefined
Particulate Matter		15	g	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to water

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Heavy metals (Water)		0,036	mg	Undefined
Eutrophication		9650	mg	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to soil

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
(Insert line here)				

Final waste flows

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Waste, hazardous		19	g	Undefined
Waste, non hazardous		406,56	g	Undefined
(Insert line here)				

5.2.3.3 Flex PUR

Το Flex PUR είναι ένα πολυμερές που χρησιμοποιείται ως μονωτικό υλικό σε καλώδια και γενικότερα στις ηλεκτρικές συσκευές. Η καρτέλα του φαίνεται στη συνέχεια.

[35] http://en.wikipedia.org/wiki/Epoxy, 2010

Known outputs to technosphere. Products and co-products

Name	Amount	Unit	Quantity	Allocation %
Flex PUR mak	1	kg	Mass	100 %
(Insert line here)				

Known outputs to technosphere. Avoided products

Name	Amount	Unit	Distribution
(Insert line here)			

Inputs

Known inputs from nature (resources)

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Energy, GER		104,5	MJ	Undefined
Energy, electricity		18,72	MJ	Undefined
Energy, caloric value of feedstock		39,79	MJ	Undefined
Water, processing		70	l	Undefined
Water, cooling		298	l	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to air

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Global Warming Potential		4,48	kg	Undefined
Acidification Potential		32,11	g	Undefined
Volatile Organic Compounds		0,00002	mg	Undefined
Poly-cyclic aromatic Hydrocarbons		20,17	mg	Undefined
Particulate Matter		8,236	g	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to water

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Heavy metals (Water)		3,334	mg	Undefined
Eutrophication		5686	mg	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to soil

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
(Insert line here)				

Final waste flows

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Waste, hazardous		32,39	g	Undefined
Waste, non hazardous		548,77	g	Undefined
(Insert line here)				

5.2.3.4 Πολυαιθυλένιο (LDPE)

Είναι το πολυαιθυλένιο χαμηλής πυκνότητας (Low Density PolyEthylen -LDPE). Πρόκειται για ένα θερμοπλαστικό που παρασκευάζεται από πετρέλαιο. Ήταν η πρώτη τάξη του πολυαιθυλενίου, που παρήχθηκε το 1933 από χημική βιομηχανία (Imperial Chemical Industries – ICI), χρησιμοποιώντας μια διαδικασία υψηλής πίεσης μέσω του πολυμερισμού ελευθέρων ριζών. Η κατασκευή του χρησιμοποιεί την ίδια μέθοδο και σήμερα. Χρησιμοποιείται εκτός των άλλων και στα μέρη των υπολογιστών, όπως στους σκληρούς

δίσκους, κάρτες γραφικών και οδηγούς οπτικών μέσων[36]. Η καρτέλα του φαίνεται στη συνέχεια.

Known outputs to technosphere. Products and co-products

Name	Amount	Unit	Quantity	Allocation %
LDPE mak	1	kg	Mass	100 %
(Insert line here)				

Known outputs to technosphere. Avoided products

Name	Amount	Unit	Distribution
(Insert line here)			

Inputs

Known inputs from nature (resources)

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Energy, GER		77,8	MJ	Undefined
Energy, electricity		13,31	MJ	Undefined
Energy, caloric value of feedstock		51,54	MJ	Undefined
Water, processing		3	l	Undefined
Water, cooling		45	l	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to air

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Global Warming Potential		1,897	kg	Undefined
Acidification Potential		7,445	g	Undefined
Volatile Organic Compounds		0,49	mg	Undefined
Poly-cyclic aromatic Hydrocarbons		0,1368	mg	Undefined
Particulate Matter		0,92	g	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to water

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Eutrophication		26,62	mg	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to soil

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
(Insert line here)				

Final waste flows

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Waste, hazardous		4,45	g	Undefined
Waste, non hazardous		44,19	g	Undefined
(Insert line here)				

5.2.3.5 Νάιλον (PA 6)

PA 6 ή Nylon 6 είναι ένα πολυμερές που περιέχει μονομερή αμίδια ενωμένα μεταξύ τους με δεσμούς πεπτιδίων. Χρησιμοποιείται εκτός των άλλων στους αντάπτορες[37]. Η καρτέλα του φαίνεται στη συνέχεια.

[36] http://en.wikipedia.org/wiki/Low-density_polyethylene, 2010
[37] http://en.wikipedia.org/wiki/Nylon_6, 2010

Known outputs to technosphere. Products and co-products

Name	Amount	Unit	Quantity	Allocation %
PA 6 mak	1	kg	Mass	100 %
(Insert line here)				

Known outputs to technosphere. Avoided products

Name	Amount	Unit	Distribution
(Insert line here)			

Inputs

Known inputs from nature (resources)

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Energy, GER		119,5	MJ	Undefined
Energy, electricity		15,13	MJ	Undefined
Energy, caloric value of feedstock		38,91	MJ	Undefined
Water, processing		16	l	Undefined
Water, cooling		219	l	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to air

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Global Warming Potential		8,562	kg	Undefined
Acidification Potential		39,04	g	Undefined
Volatile Organic Compounds		0,009	mg	Undefined
Poly-cyclic aromatic Hydrocarbons		0,4036	mg	Undefined
Particulate Matter		5,4	g	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to water

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Heavy metals (Water)		49,02	mg	Undefined
Eutrophication		1872	mg	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to soil

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
(Insert line here)				

Final waste flows

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Waste, hazardous		19	g	Undefined
Waste, non hazardous		176,27	g	Undefined
(Insert line here)				

5.2.3.6 Πολυανθρακικά στοιχεία (PC)

Πολυανθρακικά στοιχεία (polycarbons - PC) είναι μια συγκεκριμένη ομάδα θερμοπλαστικών πολυμερών. Είναι εύκολα στην κατεργασία, και την ψυχρή και θερμή μορφοποίηση. Χρήσιμα χαρακτηριστικά τους είναι η θερμοκρασιακή αντοχή και η αντοχή στις καταπονήσεις. Τοποθετούνται μεταξύ των βασικών πλαστικών για πολλές εφαρμογές. Μεταξύ άλλων

χρησιμοποιούνται σε πολλά εξαρτήματα υπολογιστών[38]. Η καρτέλα του υλικού φαίνεται στη συνέχεια.

Known outputs to technosphere. Products and co-products

Name	Amount	Unit	Quantity	Allocation %
PC mak	1	kg	Mass	100 %
(Insert line here)				

Known outputs to technosphere. Avoided products

Name	Amount	Unit	Distribution
(Insert line here)			

Inputs

Known inputs from nature (resources)

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Energy, GER		116,8	MJ	Undefined
Energy, electricity		14,86	MJ	Undefined
Energy, caloric value of feedstock		37,99	MJ	Undefined
Water, processing		14	l	Undefined
Water, cooling		114	l	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to air

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Global Warming Potential		5,393	kg	Undefined
Acidification Potential		25,43	g	Undefined
Volatile Organic Compounds		0,00002	mg	Undefined
Poly-cyclic aromatic Hydrocarbons		0,3632	mg	Undefined
Particulate Matter		6,7	g	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to water

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Heavy metals (Water)		0,164	mg	Undefined
Eutrophication		504	mg	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to soil

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
(Insert line here)				

Final waste flows

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Waste, hazardous		10	g	Undefined
Waste, non hazardous		176,55	g	Undefined
(Insert line here)				

5.2.4 Διάφορα μέρη

5.2.4.1 Χαρτόνι συσκευασίας (Cardboard 90%)

Το υλικό είναι κατά 90% ανακυκλώσιμο. Η καρτέλα του φαίνεται στη συνέχεια.

[38] http://en.wikipedia.org/wiki/Polycarbonate, 2010

Known outputs to technosphere. Products and co-products

Name	Amount	Unit	Quantity	Allocation %
Cardboard 90% mak	1	kg	Mass	100 %
(Insert line here)				

Known outputs to technosphere. Avoided products

Name	Amount	Unit	Distribution
(Insert line here)			

Inputs

Known inputs from nature (resources)

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Energy, GER		28	MJ	Undefined
Energy, electricity		1,998	MJ	Undefined
Energy, caloric value of feedstock		16	MJ	Undefined
Water, processing		7,048	l	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to air

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Global Warming Potential		0,7022	kg	Undefined
Acidification Potential		1,039	g	Undefined
Volatile Organic Compounds		0,0007525	mg	Undefined
Persistent Organic Compounds		0,0131	ng	Undefined
Heavy metals		0,03428	mg	Undefined
Poly-cyclic aromatic Hydrocarbons		0,003936	mg	Undefined
Particulate Matter		0,01099	g	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to water

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Heavy metals (Water)		0,01288	mg	Undefined
Eutrophication		86,06	mg	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to soil

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
(Insert line here)				

Final waste flows

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Waste, hazardous		0,05	g	Undefined
Waste, non hazardous		52,32	g	Undefined
(Insert line here)				

5.2.4.2 Χαρτί (Office paper 0%)

Είναι το κοινό χαρτί από το οποίο φτιάχνονται οι σελίδες A0 – A5. Ζυγίζει 80 γραμμάρια ανά τετραγωνικό μέτρο. Η καρτέλα του φαίνεται στη συνέχεια.

Known outputs to technosphere. Products and co-products

Name	Amount	Unit	Quantity	Allocation %
Office paper 0% mak	1	kg	Mass	100 %
(Insert line here)				

Known outputs to technosphere. Avoided products

Name	Amount	Unit	Distribution
(Insert line here)			

Inputs

Known inputs from nature (resources)

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Energy, GER		40	MJ	Undefined
Energy, electricity		5,993	MJ	Undefined
Energy, caloric value of feedstock		27	MJ	Undefined
Water, processing		76,14	l	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to air

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Global Warming Potential		0,5596	kg	Undefined
Acidification Potential		5,022	g	Undefined
Volatile Organic Compounds		0,2023	mg	Undefined
Persistent Organic Compounds		0,04211	ng	Undefined
Heavy metals		0,1102	mg	Undefined
Poly-cyclic aromatic Hydrocarbons		0,0127	mg	Undefined
Particulate Matter		1,66	g	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to water

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Heavy metals (Water)		0,04142	mg	Undefined
Eutrophication		5288	mg	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to soil

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
(Insert line here)				

Final waste flows

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Waste, hazardous		0,34	g	Undefined
Waste, non hazardous		67,55	g	Undefined
(Insert line here)				

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΩΝ

6.1 Επιμετάλλωση χαλκού, νικελίου και χρωμίου (Cu/Ni/Cr plating)

Υπάρχουν διαφορές μεταξύ των διαδικασιών αυτών αλλά εμπίπτουν εντός των περιθωρίων του λάθους και συνοψίζονται όλες σε μια διαδικασία. Σύνηθες πάχος στρώματος για λεπτά στρώματα χαλκού είναι τα 12 μικρόμετρα (υπόστρωμα για το νικέλιο), για το νικέλιο είναι 20 μικρόμετρα, και για τα διακοσμητικά χρωμίου (πάνω στο στρώμα Νικελίου) 2 μικρόμετρα (SimaPro 7.2 Documentation, 2010). Η καρτέλα της διαδικασίας φαίνεται στη συνέχεια.

Known outputs to technosphere. Products and co-products

Name	Amount	Unit	Quantity	Allocation %
Cu/Ni/Cr plating 0% mak	1	kg	Mass	100 %
(Insert line here)				

Known outputs to technosphere. Avoided products

Name	Amount	Unit	Distribution
(Insert line here)			

Inputs

Known inputs from nature (resources)

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Energy, GER		2759	MJ	Undefined
Energy, electricity		2584	MJ	Undefined
Water, processing		187	l	Undefined
Water, cooling		1742	l	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to air

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Global Warming Potential		124,7	kg	Undefined
Acidification Potential		1676	g	Undefined
Volatile Organic Compounds		3,149	mg	Undefined
Persistent Organic Compounds		396,5	ng	Undefined
Heavy metals		19,35E3	mg	Undefined
Poly-cyclic aromatic Hydrocarbons		5,038	mg	Undefined
Particulate Matter		52,86	g	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to water

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Heavy metals (Water)		153	mg	Undefined
Eutrophication		9,5E4	mg	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to soil

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
(Insert line here)				

Final waste flows

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Waste, hazardous		58,07	g	Undefined
Waste, non hazardous		20000	g	Undefined
(Insert line here)				

6.2 Επένδυση με επόξυ (Powder Coating 0%)

Είναι η επίστρωση με σκόνη από επόξυ. Σύνηθες πάχος της επίστρωσης είναι τα 35 μικρόμετρα ανά πλευρά (SimaPro 7.2 Documentation, 2010). Η καρτέλα της διαδικασίας παρουσιάζεται στη συνέχεια.

Known outputs to technosphere. Products and co-products

Name	Amount	Unit	Quantity	Allocation %
powder coating 0% mak	1	kg	Mass	100 %
(Insert line here)				

Known outputs to technosphere. Avoided products

Name	Amount	Unit	Distribution
(Insert line here)			

Inputs

Known inputs from nature (resources)

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Energy, GER		357,2	MJ	Undefined
Energy, electricity		61,31	MJ	Undefined
Energy, caloric value of feedstock		42,64	MJ	Undefined
Water, processing		19	l	Undefined
Water, cooling		384	l	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to air

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Global Warming Potential		17,81	kg	Undefined
Acidification Potential		62,95	g	Undefined
Volatile Organic Compounds		0,02768	mg	Undefined
Persistent Organic Compounds		0,4818	ng	Undefined
Heavy metals		1,261	mg	Undefined
Poly-cyclic aromatic Hydrocarbons		0,2615	mg	Undefined
Particulate Matter		15,4	g	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to water

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Heavy metals (Water)		0,5099	mg	Undefined
Eutrophication		9652	mg	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to soil

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
(Insert line here)				

Final waste flows

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Waste, hazardous		20,69	g	Undefined
Waste, non hazardous		491,77	g	Undefined
(Insert line here)				

6.3 Επεξεργασία πλαστικών (Manufacturing all plastic parts)

Είναι η διαδικασία συναρμολόγησης των πλαστικών. Περιλαμβάνει όλες τις επιπτώσεις που προκύπτουν από τη διαδικασία αυτή και οφείλονται στη χρήση ενέργειας για τη λειτουργία

των μηχανημάτων που χρησιμοποιούνται, θέρμανση του χώρου εργασίας, φωτισμό, μεταφορά των πρώτων υλών στο χώρο που γίνεται η συναρμολόγηση κτλ. Με αυτή τη διαδικασία κατεργάζονται όλα τα πλαστικά που περιγράφηκαν νωρίτερα (SimaPro 7.2 Documentation, 2010). Η καρτέλα της διαδικασίας φαίνεται στη συνέχεια.

Known outputs to technosphere. Products and co-products

Name	Amount	Unit	Quantity	Allocation %
Manufacturing all plastic parts mak	1	kg	Mass	100 %
(Insert line here)				

Known outputs to technosphere. Avoided products

Name	Amount	Unit	Distribution
(Insert line here)			

Inputs

Known inputs from nature (resources)

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Energy, GER		40,85	MJ	Undefined
Energy, electricity		24,59	MJ	Undefined
Energy, caloric value of feedstock		1,408	MJ	Undefined
Water, processing		0,37	l	Undefined
Water, cooling		11,6	l	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to air

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Global Warming Potential		2,267	kg	Undefined
Acidification Potential		9,772	g	Undefined
Volatile Organic Compounds		0,002891	mg	Undefined
Poly-cyclic aromatic Hydrocarbons		0,0125	mg	Undefined
Particulate Matter		1,507	g	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to water

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Eutrophication		23,88	mg	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to soil

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
(Insert line here)				

Final waste flows

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Waste, non hazardous		128	g	Undefined
(Insert line here)				

6.4 Επεξεργασία μερών αλουμινίου (Manufacturing foundries Al)

Είναι η διαδικασία επεξεργασίας ή συναρμολόγησης των μερών αλουμινίου για την παρασκευή ενός τελικού προϊόντος. Επισημαίνεται ότι περιλαμβάνονται σε αυτή επιπτώσεις που οφείλονται στη θέρμανση και τον φωτισμό του χώρου, μεταφορά των πρώτων υλών κτλ. καθώς η επιπτώσεις από την παραγωγή έχουν υπολογιστεί στην κατηγορία των υλικών

αλουμινίου (χυτών τμημάτων και φύλλων αλουμινίου) (SimaPro 7.2 Documentation, 2010). Η καρτέλα της διαδικασίας φαίνεται στη συνέχεια.

Known outputs to technosphere. Products and co-products

Name	Amount	Unit	Quantity	Allocation %
Manufacturing foundries Al mak	1	kg	Mass	100 %
(Insert line here)				

Known outputs to technosphere. Avoided products

Name	Amount	Unit	Distribution
(Insert line here)			

Inputs

Known inputs from nature (resources)

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Energy, GER		6,506	MJ	Undefined
Energy, electricity		3,917	MJ	Undefined
Energy, caloric value of feedstock		0,2242	MJ	Undefined
Water, processing		0,05893	l	Undefined
Water, cooling		1,847	l	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to air

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Global Warming Potential		0,361	kg	Undefined
Acidification Potential		1,556	g	Undefined
Volatile Organic Compounds		0,0004604	mg	Undefined
Particulate Matter		0,24	g	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to water

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Eutrophication		3,803	mg	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to soil

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
(Insert line here)				

Final waste flows

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Waste, non hazardous		20,39	g	Undefined
(Insert line here)				

6.5 Επεξεργασία μερών σιδήρου, χαλκού και ψευδαργύρου (Manufacturing foundries Fe/Cu/Zn)

Αναφέρεται στη διαδικασία επεξεργασίας ή συναρμολόγησης μερών από σίδηρο, χαλκό και ψευδάργυρο για την παρασκευή ενός τελικού προϊόντος. (SimaPro 7.2 Documentation, 2010). Η καρτέλα της διαδικασίας φαίνεται στη συνέχεια. Με αυτή κατεργάζεται μόνο ο χυτοσίδηρος (Cast iron) από τα υλικά που θα χρησιμοποιηθούν[39].

[39] VHK for the European Commission, EuP EcoReport spreadsheet (XLS File), 2005

Known outputs to technosphere. Products and co-products

Name	Amount	Unit	Quantity	Allocation %
Manufacturing foundries Fe/Cu/Zn mak	1	kg	Mass	100 %
(Insert line here)				

Known outputs to technosphere. Avoided products

Name	Amount	Unit	Distribution
(Insert line here)			

Inputs

Known inputs from nature (resources)

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Energy, GER		2,196	MJ	Undefined
Energy, electricity		1,322	MJ	Undefined
Energy, caloric value of feedstock		0,07566	MJ	Undefined
Water, processing		0,01989	l	Undefined
Water, cooling		0,6235	l	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to air

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Global Warming Potential		0,1218	kg	Undefined
Acidification Potential		0,5253	g	Undefined
Volatile Organic Compounds		0,0001554	mg	Undefined
Particulate Matter		0,081	g	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to water

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Eutrophication		1,283	mg	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to soil

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
(Insert line here)				

Final waste flows

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Waste, non hazardous		6,88	g	Undefined
(Insert line here)				

6.6 Επεξεργασία μετάλλων (Manufacturing sheetmetal)

Είναι η διαδικασία επεξεργασίας ή συναρμολόγησης λαμαρινών προς δημιουργία ενός τελικού προϊόντος. Κατά τα γνωστά περιλαμβάνει επιπτώσεις των διαδικασιών φωτισμού και θέρμανσης του χώρου, μεταφοράς πρώτων υλών κτλ (SimaPro 7.2 Documentation, 2010). Τα υλικά που επεξεργάζονται με την συγκεκριμένη διεργασία είναι τα εξής[40] :

- Χαλύβδινα φύλλα (St. sheet galv.)
- Φερρίτης (Ferrite)
- Χαλύβδινα πηνία (Stainless 18/8 coil)

[40] VHK for the European Commission, EuP EcoReport spreadsheet (XLS File), 2005

- Φύλλα αλουμινίου (Al sheet extrusion)
- Χάλκινοι σωλήνες και φύλλα (Cu tube/sheet)

Η καρτέλα του είδους φαίνεται παρακάτω.

Known outputs to technosphere. Products and co-products

Name	Amount	Unit	Quantity	Allocation %
Manufacturing sheetmetal mak	1	kg	Mass	100 %
(Insert line here)				

Known outputs to technosphere. Avoided products

Name	Amount	Unit	Distribution
(Insert line here)			

Inputs

Known inputs from nature (resources)

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Energy, GER		15,13	MJ	Undefined
Energy, electricity		9,108	MJ	Undefined
Energy, caloric value of feedstock		0,5214	MJ	Undefined
Water, processing		0,137	l	Undefined
Water, cooling		4,296	l	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to air

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Global Warming Potential		0,8395	kg	Undefined
Acidification Potential		3,619	g	Undefined
Volatile Organic Compounds		0,001071	mg	Undefined
Particulate Matter		0,5581	g	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to water

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Eutrophication		5,97	mg	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to soil

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
(Insert line here)				

Final waste flows

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Waste, non hazardous		47,41	g	Undefined
(Insert line here)				

6.7 Επεξεργασία αποβλήτων μετάλλου (Manufacturing sheetmetal scrap)

Περιλαμβάνει τις επιπτώσεις από τη διαχείριση των αποβλήτων, της επεξεργασίας μετάλλων και την επαναδιάθεση ή απευθείας χρήση στην ίδια παραγωγική διαδικασία. Σε αυτή περιλαμβάνονται επιπτώσεις από την εκ νέου κατεργασία των αποβλήτων και μια ρεαλιστική εκτίμηση είναι ότι τα απόβλητα αυτά αποτελούν το 25 – 30 % του συνόλου των υλικών που

περιγράφηκαν στην προηγούμενη διαδικασία[41]. Στην περίπτωση που εξετάζουμε θα θεωρήσουμε ότι αυτά αποτελούν το 25 %[42]. Η καρτέλα της διαδικασίας φαίνεται ακολούθως.

Known outputs to technosphere. Products and co-products

Name	Amount	Unit	Quantity	Allocation %
Manufacturing sheetmetal scrap mak	1	kg	Mass	100 %
(Insert line here)				

Known outputs to technosphere. Avoided products

Name	Amount	Unit	Distribution
(Insert line here)			

Inputs

Known inputs from nature (resources)

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Energy, GER		11,98	MJ	Undefined
Energy, electricity		4,911	MJ	Undefined
Energy, caloric value of feedstock		0,01924	MJ	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to air

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Global Warming Potential		0,8002	kg	Undefined
Acidification Potential		3,588	g	Undefined
Volatile Organic Compounds		0,08721	mg	Undefined
Persistent Organic Compounds		10,77	ng	Undefined
Heavy metals		25,22	mg	Undefined
Poly-cyclic aromatic Hydrocarbons		0,007914	mg	Undefined
Particulate Matter		0,5157	g	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to water

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Heavy metals (Water)		0,01331	mg	Undefined
Eutrophication		0,226	mg	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to soil

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
(Insert line here)				

Final waste flows

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Waste, hazardous		0,06	g	Undefined
Waste, non hazardous		180,17	g	Undefined
(Insert line here)				

6.8 Συναρμολόγηση κυκλωμάτων (PWB assembly)

Είναι η διαδικασία σύνθεσης των τελικών κυκλωμάτων μιας ηλεκτρονικής συσκευής. Περιλαμβάνει τη συσκευασία των συστατικών, τη μεταφορά τους, την αποθήκευση τους με

[41] VHK for the European Commission, Methodology Study Eco-design of Energy-using Products, MEEUP, Methodology Report, 2005

[42] VHK for the European Commission, EuP EcoReport spreadsheet (XLS File), 2005

συμπεριλαμβανόμενες παραμέτρους θέρμανσης και φωτισμού, συναρμολόγηση των επιμέρους τμημάτων, με προϊόν ένα κύκλωμα ή μια ηλεκτρονική πλακέτα, συσκευασία του προϊόντος αυτού και τέλος μεταφορά αυτών στο σημείο που θα συναρμολογηθεί το τελικό προϊόν (SimaPro 7.2 Documentation, 2010). Η καρτέλα αυτής της διαδικασίας φαίνεται στη συνέχεια.

Known outputs to technosphere. Products and co-products

Name	Amount	Unit	Quantity	Allocation %
PWB assembly mak	1	kg	Mass	100 %
(Insert line here)				

Known outputs to technosphere. Avoided products

Name	Amount	Unit	Distribution
(Insert line here)			

Inputs

Known inputs from nature (resources)

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Energy, GER		128,5	MJ	Undefined
Energy, electricity		3,205	MJ	Undefined
Energy, caloric value of feedstock		4,774	MJ	Undefined
Water, processing		11,78	l	Undefined
Water, cooling		35,76	l	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to air

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Global Warming Potential		8,522	kg	Undefined
Acidification Potential		49	g	Undefined
Volatile Organic Compounds		3,104	mg	Undefined
Persistent Organic Compounds		0,09576	ng	Undefined
Heavy metals		0,8751	mg	Undefined
Poly-cyclic aromatic Hydrocarbons		2,582	mg	Undefined
Particulate Matter		15,04	g	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to water

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Heavy metals (Water)		0,4265	mg	Undefined
Eutrophication		709,2	mg	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to soil

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
(Insert line here)				

Final waste flows

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Waste, hazardous		4,22	g	Undefined
Waste, non hazardous		106,79	g	Undefined
(Insert line here)				

6.9 Εξαιρέσεις

Από τις παραπάνω διαδικασίες επεξεργασίας και συναρμολόγησης εξαιρούνται τα εξής υλικά[43] :

- Χαλύβδινοι σωλήνες (St tube/profile)
- Χάλκινα περιελιγμένα καλώδια (Cu winding wire)
- Χάλκινα καλώδια (Cu wire)
- Ολοκληρωμένα κυκλώματα (IC's small)
- Πλακέτα ελέγχου (Controller Board)
- Χαρτόνι συσκευασίας (Cardboard)
- Χαρτί (Office paper)

Ο λόγος που εξαιρούνται είναι ότι οι επιπτώσεις από την επεξεργασία τους έχει συνυπολογιστεί στη διαδικασία παρασκευής τους και κατ' επέκταση περιλαμβάνεται στην καρτέλα τους στην κατηγορία των υλικών. Όταν θα δείξουμε τις καρτέλες των ηλεκτρονικών ειδών, στο κελί που θα περιλαμβάνει το βάρος των επεξεργασμένων, μέσω κάθε μιας από τις προηγούμενες διαδικασίες, υλικών ή πλακετών, το βάρος που αντιστοιχεί σε κάθε μία από τις παραπάνω ιδιάζουσες περιπτώσεις θα έχει αφαιρεθεί από το σύνολο.

6.10 Συναρμολόγηση και μεταφορά ηλεκτρονικών ανά κυβικό μέτρο προϊόντος (Assembly and distribution per m3 CE & ICT)

Αναφέρεται στην τελική συναρμολόγηση και μεταφορά ειδών που υπάγονται στις κατηγορίες των ηλεκτρονικών ειδών ευρείας κατανάλωσης (Consumer Electronics - CE) και των ηλεκτρονικών προϊόντων πληροφορικής και επικοινωνιών (Information & Communication Technologies - ICT). Οι επιπτώσεις εξαρτώνται από τον όγκο των μεταφερόμενων προϊόντων και περιλαμβάνουν την μεταφορά και παράδοση στα κέντρα διανομής και τις αποθήκες (με συνυπολογισμό φωτισμού και θέρμανσης). Για τη μεταφορά θεωρείται αναλογία για τα προϊόντα αυτά 90 προς 10 για διανομή με φορτηγά και σιδηρόδρομους αντίστοιχα. Τα προϊόντα βρίσκονται σε αποθήκες λιανικής πώλησης ή κεντρικούς προμηθευτές μετά το πέρας της διαδικασίας αυτής. Δεν περιλαμβάνεται η συσκευασία του τελικού προϊόντος που θα καταλήξει στα σημεία λιανικής πώλησης (SimaPro 7.2 Documentation, 2010). Η καρτέλα με τις επιπτώσεις και τις απαιτήσεις της διαδικασίας φαίνεται στη συνέχεια.

[43] VHK for the European Commission, EuP EcoReport spreadsheet (XLS File), 2005

Known outputs to technosphere. Products and co-products

Name	Amount	Unit	Quantity	Allocation %
Assembly and distribution per m3 CE&ICT mak	1	m3	Volume	100 %
(Insert line here)				

Known outputs to technosphere. Avoided products

Name	Amount	Unit	Distribution
(Insert line here)			

Inputs

Known inputs from nature (resources)

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Energy, GER		2962	MJ	Undefined
Energy, electricity		2,839	MJ	Undefined
Energy, caloric value of feedstock		28,38	MJ	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to air

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Global Warming Potential		231,4	kg	Undefined
Acidification Potential		811	g	Undefined
Volatile Organic Compounds		39,3	mg	Undefined
Persistent Organic Compounds		7,451	ng	Undefined
Heavy metals		67,06	mg	Undefined
Poly-cyclic aromatic Hydrocarbons		42,85	mg	Undefined
Particulate Matter		903,6	g	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to water

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Heavy metals (Water)		2,072	mg	Undefined
Eutrophication		35	mg	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to soil

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
(Insert line here)				

Final waste flows

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Waste, hazardous		26,2	g	Undefined
Waste, non hazardous		1318,1	g	Undefined
(Insert line here)				

6.11 Συναρμολόγηση και μεταφορά ανά προϊόν (Assembly and distribution per product)

Είναι η συναρμολόγηση και διανομή ανά προϊόν ως μονάδα. Περιλαμβάνει επιπτώσεις κι απαιτήσεις που οφείλονται ακριβώς στο ίδιο στάδιο του κύκλου ζωής του προϊόντος αλλά σε διαδικασίες που είναι ανεξάρτητες του όγκου ή του βάρους των προϊόντων και υπολογίζονται αμιγώς με γνώμονα τα προϊόντα ως μονάδες. Τέτοιες διαδικασίες είναι ο φωτισμός και η θέρμανση των γραφείων που διατελούν μια εργασία σχετική με το προϊόν, ταξίδια διεκπεραίωσης υποχρεώσεων της εταιρίας διανομής κτλ. Δεν επηρεάζεται σε τίποτα από τη

δομή του προϊόντος και γι αυτόν ακριβώς το λόγο υπολογίζεται σε τεμάχια και ένας επιτραπέζιος υπολογιστής, για παράδειγμα, έχει τις ίδιες επιπτώσεις με ένα ελαφρύ τερματικό (SimaPro 7.2 Documentation, 2010). Η καρτέλα της διαδικασίας φαίνεται στη συνέχεια.

Known outputs to technosphere. Products and co-products

Name	Amount	Unit	Quantity	Allocation %
Assembly and distribution per product mak	1	p	Amount	100 %
(Insert line here)				

Known outputs to technosphere. Avoided products

Name	Amount	Unit	Distribution
(Insert line here)			

Inputs

Known inputs from nature (resources)

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Energy, GER		51,5	MJ	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to air

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Global Warming Potential		4,525	kg	Undefined
Acidification Potential		12	g	Undefined
Volatile Organic Compounds		0,05081	mg	Undefined
Persistent Organic Compounds		0,2903	ng	Undefined
Heavy metals		2,618	mg	Undefined
Poly-cyclic aromatic Hydrocarbons		2,618	mg	Undefined
Particulate Matter		0,2568	g	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to water

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Heavy metals (Water)		0,08024	mg	Undefined
Eutrophication		1,362	mg	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to soil

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
(Insert line here)				

Final waste flows

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Waste, hazardous		1,02	g	Undefined
Waste, non hazardous		51,36	g	Undefined
(Insert line here)				

6.12 Διανομή και μεταφορά ανά κυβικό μέτρο προϊόντος (Distribution and retail per m3)

Είναι η διαδικασία που σχετίζεται με το τελικό στάδιο διάθεσης και πώλησης των προϊόντων. Περιλαμβάνεται θέρμανση και φωτισμός του καταστήματος λιανικής πώλησης, θεωρώντας πώληση 20 προϊόντων ανά τετραγωνικό μέτρο και ύψος χώρου άνω των 3,5 μέτρων. Το μισό από αυτό το ύψος θεωρείται σταθερό και το υπόλοιπο εξαρτώμενο από το μέγεθος της

συσκευασίας του προϊόντος. Η κατανάλωση ενέργειας για φωτισμό και θέρμανση των κεντρικών αποθηκών και του κεντρικού προμηθευτή θεωρείται ότι είναι περίπου το 60 % της αντίστοιχης του καταστήματος. Τα εμπορεύματα μεταφέρονται από την κεντρική αποθήκη του προμηθευτή, στο κατάστημα με μεσαίου μεγέθους φορτηγό. Από το κατάστημα, τα προϊόντα πηγαίνουν στο σπίτι του πελάτη, είτε με φορτηγάκι παράδοσης ή με το αυτοκίνητο του πελάτη. Σε αυτή τη διαδικασία περιλαμβάνεται το ποσό της καταναλισκόμενης ενέργειας που εξαρτάται από το μέγεθος του τελικού προϊόντος (SimaPro 7.2 Documentation, 2010). Η καρτέλα της διαδικασίας αυτής φαίνεται στη συνέχεια.

Known outputs to technosphere. Products and co-products

Name	Amount	Unit	Quantity	Allocation %
Distribution and retail per m3 product mak	1	m3	Volume	100 %
(Insert line here)				

Known outputs to technosphere. Avoided products

Name	Amount	Unit	Distribution
(Insert line here)			

Inputs

Known inputs from nature (resources)

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Energy, GER		499,6	MJ	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to air

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Global Warming Potential		29,31	kg	Undefined
Acidification Potential		84	g	Undefined
Volatile Organic Compounds		5,027	mg	Undefined
Persistent Organic Compounds		1,822	ng	Undefined
Heavy metals		16,43	mg	Undefined
Poly-cyclic aromatic Hydrocarbons		8,501	mg	Undefined
Particulate Matter		214,7	g	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to water

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Heavy metals (Water)		0,5035	mg	Undefined
Eutrophication		8,545	mg	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to soil

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
(Insert line here)				

Final waste flows

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Waste, hazardous		6,4	g	Undefined
Waste, non hazardous		322,25	g	Undefined
(Insert line here)				

6.13 Διανομή και μεταφορά ανά προϊόν (Distribution and retail per product)

Σε αυτή τη διαδικασία όπως και σε αντίστοιχη προηγούμενη περιλαμβάνονται επιπτώσεις του σταδίου διανομής και διατήρησης αποθέματος που δεν εξαρτώνται από τον όγκο και τη δομή του προϊόντος αλλά είναι σταθερές και οφείλονται σε θέρμανση και φωτισμό χώρων γραφείων, και σε διαδικαστικές εργασίες των καταστημάτων λιανικής πώλησης. Μετράται σε μονάδες προϊόντος (SimaPro 7.2 Documentation, 2010). Η καρτέλα της διαδικασία αυτής φαίνεται τη συνέχεια.

Known outputs to technosphere. Products and co-products

Name	Amount	Unit	Quantity	Allocation %
Distribution and retail per product mak	1	p	Amount	100 %
(Insert line here)				

Known outputs to technosphere. Avoided products

Name	Amount	Unit	Distribution
(Insert line here)			

Inputs

Known inputs from nature (resources)

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Energy, GER		58,97	MJ	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to air

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Global Warming Potential		4,028	kg	Undefined
Acidification Potential		13	g	Undefined
Volatile Organic Compounds		0,04368	mg	Undefined
Persistent Organic Compounds		0,3097	ng	Undefined
Heavy metals		2,792	mg	Undefined
Poly-cyclic aromatic Hydrocarbons		0,09308	mg	Undefined
Particulate Matter		0,2698	g	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to water

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Heavy metals (Water)		0,08559	mg	Undefined
Eutrophication		1,453	mg	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to soil

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
(Insert line here)				

Final waste flows

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Waste, hazardous		1,09	g	Undefined
Waste, non hazardous		54,78	g	Undefined
(Insert line here)				

6.14 Ηλεκτρική ενέργεια (Electricity)

Είναι η χρήση ηλεκτρικής ενέργεια από το δημόσιο δίκτυο, τάσης 230V εναλλασσόμενου ρεύματος. Στις επιπτώσεις περιλαμβάνονται εκπομπές από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας βασισμένης στην καύση άνθρακα. Αυξημένες εκπομπές βαρέων μετάλλων λόγω των ποσοτήτων υδραργύρου που προκύπτουν από την εξόρυξη άνθρακα. Μετράται σε μεγαβατώρες ηλεκτρικής ενέργειας (MWh) (SimaPro 7.2 Documentation, 2010). Η καρτέλα της διαδικασίας φαίνεται στη συνέχεια.

Known outputs to technosphere. Products and co-products

Name	Amount	Unit	Quantity
Electricity mak	1	MWh	Energy
(Insert line here)			

Known outputs to technosphere. Avoided products

Name	Amount	Unit	Distribution
(Insert line here)			

Inputs

Known inputs from nature (resources)

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Energy, GER		10.5E3	MJ	Undefined
Energy, electricity		3600	MJ	Undefined
Water, processing		700	l	Undefined
Water, cooling		28E3	l	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to air

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Global Warming Potential		458.2	kg	Undefined
Acidification Potential		2704	g	Undefined
Volatile Organic Carbons		3.955	mg	Undefined
Persistent Organic Compounds		68.82	ng	Undefined
Heavy metals		180.1	mg	Undefined
Poly-cyclic aromatic Hydrocarbons		20.69	mg	Undefined
Particulate Matter		57.75	g	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to water

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Heavy metals (Water)		67.7	mg	Undefined
Eutrophication		322.8	mg	Undefined
(Insert line here)				

Η παραπάνω καρτέλα αφορά τις επιπτώσεις κι απαιτήσεις της ηλεκτρικής ενέργειας που θα τοποθετηθεί στην καρτέλα του κύκλου ζωής των ηλεκτρονικών συσκευών με τιμή ίση με αυτή που καταναλώνεται από αυτές στη διάρκεια της πενταετίας.

Στις απαιτήσεις φαίνεται επίσης ηλεκτρική ενέργεια ίση με 3600 MJ. Η ποσότητα αυτή αντιστοιχεί ακριβώς σε 1 MWh ενώ ταυτόχρονα υπάρχουν απαιτήσεις μικτής ενέργειας ύψους 10.500 MJ που όπως έχει προαναφερθεί περιλαμβάνουν ένα ποσό ηλεκτρικής ενέργειας. Στη

βιβλιογραφία[44] αναφέρεται μόνο η μικτή ενέργεια. Ωστόσο στο λογισμικό το στοιχείο «Electricity» εντάσσεται στην κατηγορία των στοιχειωδών υλικών, ενώ το «Energy, electricity» στην κατηγορία των διαδικασιών, ενώ ταυτόχρονα αποτελεί και απαίτηση που χρησιμοποιείται στα δίκτυα απεικόνισης και τα διαγράμματα χαρακτηρισμού που θα αναλυθούν σε επόμενο κεφάλαιο.

Ως εκ τούτου η χρήση ηλεκτρικής ενέργειας «Electricity» δεν θα μπορεί να συμπεριληφθεί στους υπολογισμούς κατά την κατασκευή των διαγραμμάτων διότι δεν αναγνωρίζεται από το πρόγραμμα. Για το λόγο αυτό τοποθετείται απαίτηση ηλεκτρικής ενέργειας στην καρτέλα της παραπάνω διαδικασίας απλά και μόνο για λόγους ακρίβειας και ορθής έκδοσης αποτελεσμάτων, χωρίς να σημαίνει ότι με κάποιο τρόπο γεννάται ενέργεια.

[44] VHK for the European Commission, Methodology Study Eco-design of Energy-using Products, MEEUP, Methodology Report, 2005

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΤΑΔΙΩΝ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ

Ο κύκλος ζωής ενός προϊόντος, η ανάλυση και αξιολόγηση του οποίου είναι και ο σκοπός της παρούσας εργασίας περιλαμβάνει τρία στάδια.

- Στάδιο παραγωγής
- Στάδιο χρήσης
- Στάδιο διάθεσης

4.1 Στάδιο παραγωγής

Ως στάδιο παραγωγής νοείται το σύνολο των απαιτούμενων διαδικασιών που πρέπει να πραγματοποιηθούν προκειμένου να είναι ένα προϊόν διαθέσιμο προς πώληση. Στις διαδικασίες αυτές περιλαμβάνονται η παραγωγή, η μεταφορά και η επεξεργασία και συναρμολόγηση των πρώτων υλών από τις οποίες απαρτίζονται τα επιμέρους τμήματα του τελικού προϊόντος, η μεταφορά, επεξεργασία και συναρμολόγηση των τμημάτων αυτών και τέλος η μεταφορά και διάθεση του τελικού προϊόντος. Το τελικό προϊόν που είναι το αποτέλεσμα του σταδίου παραγωγής, στο SimaPro καλείται assembly. Ένα τελικό προϊόν αποτελείται από στοιχειώδη υλικά (materials) ή άλλα τελικά προϊόντα τα οποία στην προκειμένη περίπτωση ονομάζονται υποπροϊόντα (sub-assemblies), καθώς και από τις απαιτούμενες διαδικασίες για να προκύψουν αυτά τα τελικά προϊόντα και υποπροϊόντα. Το στάδιο παραγωγής αποτυπώνεται μέσω του τελικού προϊόντος αφού σε αυτό περιλαμβάνονται όλες οι διαδικασίες παραγωγής. Σε όλα τα τελικά προϊόντα έπρεπε να φτιαχτούν ξεχωριστά υποπροϊόντα για τα επιμέρους τμήματα τους, προκειμένου να πραγματοποιηθεί επιτυχώς το στάδιο της διάθεσης που περιγράφεται παρακάτω.

7.1.1 Ελαφρύ τερματικό

7.1.1.1 Πλαστικά μέρη ελαφρού τερματικού (Plastics of thin client)

Είναι το σύνολο των πλαστικών από τα οποία αποτελείται το ελαφρύ τερματικό[45]. Η καρτέλα αυτού του υποπροϊόντος φαίνεται στη συνέχεια.

[45] Fraunhofer Institute for Reliability and Microintegration for IGEL Technology, Environmental comparison of the relevance of PC and thin client desktop equipment for the climate, 2008

Name: Plastics of thin client

Image

Status: None

Materials/Assemblies	Amount	Unit	Distribution
ABS mak	183,61	g	Undefined
Flex PUR mak	3,7	g	Undefined
LDPE mak	13,4	g	Undefined
(Insert line here)			

7.1.1.2 Ηλεκτρονικά του ελαφρού τερματικού (Electronics of thin client)

Είναι το σύνολο των ηλεκτρονικών εξαρτημάτων από τα οποία αποτελείται το ελαφρύ τερματικό[46]. Η καρτέλα αυτού του υποπροϊόντος φαίνεται στη συνέχεια.

Name: Electronics of thin client

Image

Status: None

Materials/Assemblies	Amount	Unit	Distribution
PWB 6 lay 4.5 kg/m2 mak	112	g	Undefined
slots / ext.ports mak	59,18	g	Undefined
IC's small mak	7,3669	g	Undefined
IC's large mak	7	g	Undefined
SMD/ LED's avg. mak	14,1962	g	Undefined
Big caps & coils mak	43,68	g	Undefined
Controller Board mak	202,2	g	Undefined
Solder SnAg4Cu0.5 mak	12,77	g	Undefined
(Insert line here)			

[46] Fraunhofer Institute for Reliability and Microintegration for IGEL Technology, Environmental comparison of the relevance of PC and thin client desktop equipment for the climate, 2008

7.1.1.3 Μεταλλικά και διάφορα μέρη του ελαφρού τερματικού (Metals and Miscellaneous of thin client)

Είναι τα υπόλοιπα υλικά που ανήκουν στις κατηγορίες μεταλλικά υλικά και διάφορα, που περιλαμβάνονται στο ελαφρύ τερματικό[47]. Η καρτέλα τους φαίνεται στη συνέχεια.

Name: Metals and Misc. of thin client

Image

Status: None

Materials/Assemblies	Amount	Unit	Distribution
St sheet galv 5% mak	1336	g	Undefined
Cu winding wire 0% mak	232,3	g	Undefined
Ferrite 0% mak	3,29	g	Undefined
Stainless 18/8 coil 63% mak	144	g	Undefined
Cardboard 90% mak	958,46	g	Undefined
Office paper 0% mak	10	g	Undefined
(Insert line here)			

7.1.1.4 Ελαφρύ τερματικό (Thin client)

Είναι το τελικό προϊόν του ελαφρού τερματικού. Στην καρτέλα που ακολουθεί φαίνονται τα υλικά, οι διαδικασίες καθώς και τα υποπροϊόντα που περιγράφηκαν προηγουμένως[48].

[47] Fraunhofer Institute for Reliability and Microintegration for IGEL Technology, Environmental comparison of the relevance of PC and thin client desktop equipment for the climate, 2008

[48] Fraunhofer Institute for Reliability and Microintegration for IGEL Technology, Environmental comparison of the relevance of PC and thin client desktop equipment for the climate, 2008

Name	Image
M_Thin_Client	

Status: None

Materials/Assemblies	Amount	Unit	Distribution
Electronics of thin client	1	p	Undefined
Plastics of thin client	1	p	Undefined
Metals and Misc. of thin client	1	p	Undefined
(Insert line here)			

Processes	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*S
Cu/Ni/Cr plating 0% mak	80	g	Undefined	
Manufacturing all plastic parts mak	200,71	g	Undefined	
Manufacturing sheetmetal mak	1483,3	g	Undefined	
PWB assembly mak	248,83	g	Undefined	
Manufacturing sheetmetal scrap mak	370,82	g	Undefined	
Assembly and distribution per m3 CE&ICT mak	0,0156	m3	Undefined	
Assembly and distribution per product mak	1	p	Undefined	
Distribution and retail per m3 product mak	0,0156	m3	Undefined	
Distribution and retail per product mak	1	p	Undefined	
(Insert line here)				

7.1.2 Επιτραπέζιος υπολογιστής

7.1.2.1 Πλαστικά μέρη επιτραπέζιου υπολογιστή (Plastics of Desktop Pc)

Είναι το σύνολο των πλαστικών από τα οποία αποτελείται ο επιτραπέζιος υπολογιστής[49]. Η καρτέλα αυτού του υποπροϊόντος φαίνεται στη συνέχεια.

[49] Fraunhofer Institute for Reliability and Microintegration for IGEL Technology, Environmental comparison of the relevance of PC and thin client desktop equipment for the climate, 2008

Name: Plastics of Desktop pc

Image

Status: None

Materials/Assemblies	Amount	Unit	Distribution
LDPE mak	246	g	Undefined
ABS mak	380,75	g	Undefined
PA 6 mak	137,68	g	Undefined
PC mak	264,25	g	Undefined
Epoxy mak	97,9	g	Undefined
Flex PUR mak	1,5	g	Undefined
(Insert line here)			

7.1.2.2 Ηλεκτρονικά του επιτραπέζιου υπολογιστή (Electronics of Desktop Pc)

Είναι το σύνολο των ηλεκτρονικών εξαρτημάτων από τα οποία αποτελείται ο επιτραπέζιος υπολογιστής[50]. Η καρτέλα αυτού του υποπροϊόντος φαίνεται στη συνέχεια.

Name: Electronics of Desktop Pc

Image

Status: None

Materials/Assemblies	Amount	Unit	Distribution
Big caps & coils mak	482,5	g	Undefined
slots / ext.ports mak	310	g	Undefined
IC's large mak	69	g	Undefined
IC's small mak	95,5	g	Undefined
SMD/ LED's avg. mak	193,5	g	Undefined
PWB 1/2 lay 3.75 kg/m2 mak	78	g	Undefined
PWB 6 lay 4.5 kg/m2 mak	162,5	g	Undefined
Solder SnAg4Cu0.5 mak	48	g	Undefined
(Insert line here)			

[50] Fraunhofer Institute for Reliability and Microintegration for IGEL Technology, Environmental comparison of the relevance of PC and thin client desktop equipment for the climate, 2008

7.1.2.3 Μεταλλικά και διάφορα μέρη του επιτραπέζιου υπολογιστή (Metals and Miscellaneous of desktop)

Είναι τα υπόλοιπα υλικά που περιλαμβάνονται στον επιτραπέζιο υπολογιστή[51]. Η καρτέλα τους φαίνεται στη συνέχεια.

Name: Metals and Misc. of Desktop

Image

Status: None

Materials/Assemblies	Amount	Unit	Distribution
St sheet galv 5% mak	6312,3	g	Undefined
St tube/profile 50% mak	106,5	g	Undefined
Cast iron 85% mak	482,5	g	Undefined
Stainless 18/8 coil 63% mak	9,5	g	Undefined
Al sheet/extrusion 11% mak	314,53	g	Undefined
Al diecast 85% mak	15	g	Undefined
Cu winding wire 0% mak	257	g	Undefined
Cu wire 0% mak	333,5	g	Undefined
Cu tube/sheet 60% mak	66,5	g	Undefined
Cardboard 90% mak	2286,5	g	Undefined
(Insert line here)			

7.1.2.4 Επιτραπέζιος υπολογιστής (Desktop Pc)

Είναι το τελικό υποπροϊόν του επιτραπέζιου υπολογιστή. Στην καρτέλα που ακολουθεί φαίνονται τα υλικά, οι διαδικασίες καθώς και τα υποπροϊόντα που περιγράφηκαν προηγουμένως.

[51] Fraunhofer Institute for Reliability and Microintegration for IGEL Technology, Environmental comparison of the relevance of PC and thin client desktop equipment for the climate, 2008

Name	Image
M_Desktop_Pc	

Status: None

Materials/Assemblies	Amount	Unit	Distribution
Electronics of Desktop Pc	1	p	Undefined
Plastics of Desktop pc	1	p	Undefined
Metals and Misc. of Desktop	1	p	Undefined
(Insert line here)			

Processes	Amount	Unit	Distribution
powder coating 0% mak	1,62	g	Undefined
Manufacturing all plastic parts mak	1128,1	g	Undefined
Manufacturing foundries Fe/Cu/Zn mak	482,5	g	Undefined
Manufacturing foundries Al mak	15	g	Undefined
Manufacturing sheetmetal mak	6702,8	g	Undefined
PWB assembly mak	1343,5	g	Undefined
Manufacturing sheetmetal scrap mak	1675,7	g	Undefined
Assembly and distribution per m3 CE&ICT mak	0,0783	m3	Undefined
Assembly and distribution per product mak	1	p	Undefined
Distribution and retail per m3 product mak	0,0783	m3	Undefined
Distribution and retail per product mak	1	p	Undefined
(Insert line here)			

7.1.3 Διακομιστής (Server)

Οι τιμές του διακομιστή προέκυψαν από πρόσθεση επιπλέον 50 % στις μεταβλητές που απαρτίζουν τον επιτραπέζιο υπολογιστή επειδή αυτή είναι η αναλογία του όγκου των δύο ηλεκτρονικών συσκευών και καθώς δεν υπήρχαν πηγές για τα συγκεκριμένα δεδομένα.

7.1.3.1 Πλαστικά μέρη διακομιστή (Plastics of server)

Είναι το σύνολο των πλαστικών από τα οποία αποτελείται ο διακομιστής. Η καρτέλα αυτού του υποπροϊόντος φαίνεται στη συνέχεια.

Name: Plastics of Server

Image

Status: None

Materials/Assemblies	Amount	Unit	Distribution
LDPE mak	369	g	Undefined
ABS mak	571,125	g	Undefined
PA 6 mak	206,52	g	Undefined
PC mak	396,375	g	Undefined
Epoxy mak	146,85	g	Undefined
Flex PUR mak	2,25	g	Undefined
(Insert line here)			

7.1.3.2 Ηλεκτρονικά του διακομιστή (Electronics of server)

Είναι το σύνολο των ηλεκτρονικών εξαρτημάτων από τα οποία αποτελείται ο διακομιστής. Η καρτέλα αυτού του υποπροϊόντος φαίνεται στη συνέχεια.

Name: Electronics of Server

Image

Status: None

Materials/Assemblies	Amount	Unit	Distribution
Big caps & coils mak	723,75	g	Undefined
slots / ext.ports mak	465	g	Undefined
IC's large mak	103,5	g	Undefined
IC's small mak	140,25	g	Undefined
SMD/ LED's avg. mak	290,25	g	Undefined
PWB 1/2 lay 3.75 kg/m2 mak	117	g	Undefined
PWB 6 lay 4.5 kg/m2 mak	243,75	g	Undefined
Solder SnAg4Cu0.5 mak	72	g	Undefined
(Insert line here)			

7.1.3.3 Μεταλλικά και διάφορα μέρη διακομιστή (Metals and Miscellaneous of server)

Είναι τα υπόλοιπα υλικά που περιλαμβάνονται στον διακομιστή. Η καρτέλα τους φαίνεται στη συνέχεια.

Name: Metals and Misc. of Server

Image

Status: None

Materials/Assemblies	Amount	Unit	Distribution
St sheet galv 5% mak	9468,45	g	Undefined
St tube/profile 50% mak	159,75	g	Undefined
Cast iron 85% mak	723,75	g	Undefined
Stainless 18/8 coil 63% mak	14,25	g	Undefined
Al sheet/extrusion 11% mak	471,795	g	Undefined
Al diecast 85% mak	22,5	g	Undefined
Cu winding wire 0% mak	385,5	g	Undefined
Cu wire 0% mak	500,25	g	Undefined
Cu tube/sheet 60% mak	99,75	g	Undefined
Cardboard 90% mak	3429,75	g	Undefined
(Insert line here)			

7.1.3.4 Διακομιστής (server)

Είναι το τελικό προϊόν του διακομιστή. Στην καρτέλα που ακολουθεί φαίνονται τα υλικά, οι διαδικασίες καθώς και τα υποπροϊόντα που περιγράφηκαν προηγουμένως.

Name: M_Server

Image

Status: None

Materials/Assemblies	Amount	Unit	Distribution
Electronics of Server	1	p	Undefined
Plastics of Server	1	p	Undefined
Metals and Misc. of Server	1	p	Undefined
(Insert line here)			

Processes	Amount	Unit	Distribution
powder coating 0% mak	2,43	g	Undefined
Manufacturing all plastic parts mak	1692,15	g	Undefined
Manufacturing foundries Fe/Cu/Zn mak	723,75	g	Undefined
Manufacturing foundries Al mak	22,5	g	Undefined
Manufacturing sheetmetal mak	10054,2	g	Undefined
PWB assembly mak	2015,25	g	Undefined
Manufacturing sheetmetal scrap mak	2513,55	g	Undefined
Assembly and distribution per m3 CE&ICT mak	0,11745	m3	Undefined
Assembly and distribution per product mak	1	p	Undefined
Distribution and retail per m3 product mak	0,11745	m3	Undefined
Distribution and retail per product mak	1	p	Undefined
(Insert line here)			

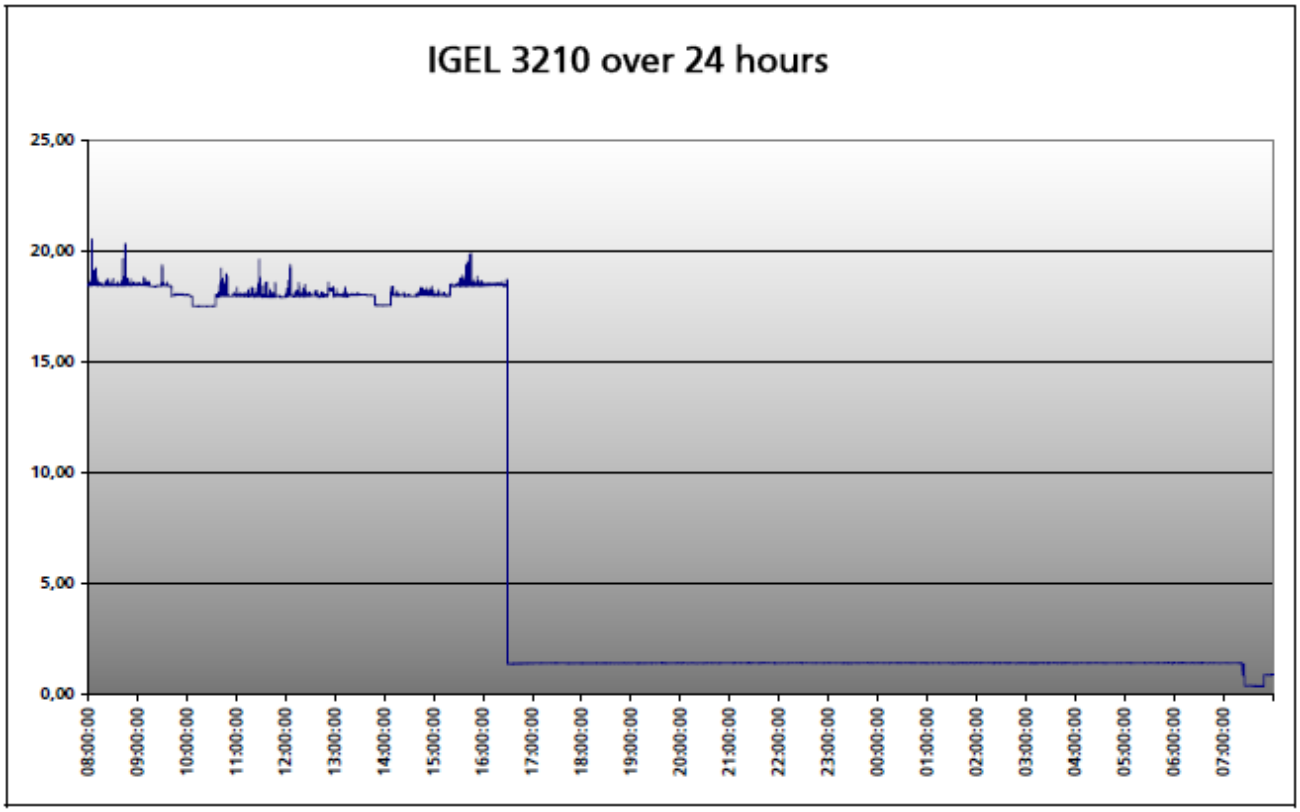
7.2 Στάδιο χρήσης

Είναι το στάδιο στο οποίο περιλαμβάνονται οι διαδικασίες που σχετίζονται με ότι συνδέεται με τη χρήση του τελικού υποπροϊόντος. Τέτοιες διαδικασίες περιλαμβάνουν την κατανάλωση ενέργειας του προϊόντος αυτού καθώς και τη συντήρηση του η οποία με τη σειρά της περιλαμβάνει χρήση υλικών και επιπρόσθετη κατανάλωση ενέργειας.

Στο στάδιο αυτό καλούμαστε να ορίσουμε αρχικά τη διάρκεια του, κι έπειτα το ποσό ενέργειας που καταναλώνεται κατά τη διάρκεια αυτής. Ως διάρκεια χρήσης των ηλεκτρονικών συσκευών θεωρούμε τα πέντε χρόνια, διάστημα το οποίο κατά μέσον όρο αποτελεί τον χρόνο τήρησης των ίδιων υπολογιστικών συστημάτων σε μια επιχείρηση που επιθυμεί μια ικανοποιητική αποδοτικότητα από αυτά. Στη συνέχεια θα υπολογίσουμε την κατανάλωση ενέργειας στο διάστημα αυτό για κάθε μια ηλεκτρονική συσκευή.

7.2.1 Ελαφρύ τερματικό

Από μετρήσεις που έγιναν και καταγραφή αυτών σε διάρκεια ενός εικοσιτετραώρου σχετικά με την κατανάλωση ενέργειας του ελαφρού τερματικού προέκυψε το ακόλουθο διάγραμμα.



Διάγραμμα 1. Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας ελαφρού τερματικού (Πηγή : Fraunhofer Institute for Reliability and Microintegration for IGEL Technology, Environmental comparison of the relevance of PC and thin client desktop equipment for the climate, 2008)

Στο παραπάνω διάγραμμα φαίνεται η κατανάλωση ενέργειας κατά την ενεργή χρήση του ελαφρού τερματικού από τις 8:00 μέχρι τις 16:30 και η κατανάλωση ενέργειας του όντας στη φάση αδρανοποίησης (standby ή soft – off).

Κατά την ενεργή χρήση του υπολογιστή η κατανάλωση ενέργειας είναι κατά μέσον όρο 18,3 Watt ενώ κατά τη φάση αδρανοποίησης είναι κατά μέσον όρο 1,4 Watt. Στο σύνολο του εικοσιτετραώρου ο ολικός μέσος όρος είναι :

$$K = \frac{18{,}3 \cdot 8{,}5 + 1{,}4 \cdot 15{,}5}{24} = 7{,}39\ Watt$$

Υποθέτοντας ότι το έτος έχει 220 εργάσιμες ημέρες η κατανάλωση ενέργειας σε έναν χρόνο είναι :

$$K_1 = 7{,}39 \cdot 220 \cdot 24 = 39.019{,}2\ Wh$$

Η κατανάλωση για τις μη εργάσιμες ημέρες όπου το ελαφρύ τερματικό είναι σε φάση αδράνειας είναι :

$$K_2 = 1{,}4 \cdot 145 \cdot 24 = 4.872\ Wh$$

Η συνολική κατανάλωση ενέργειας σε διάστημα ενός έτους είναι

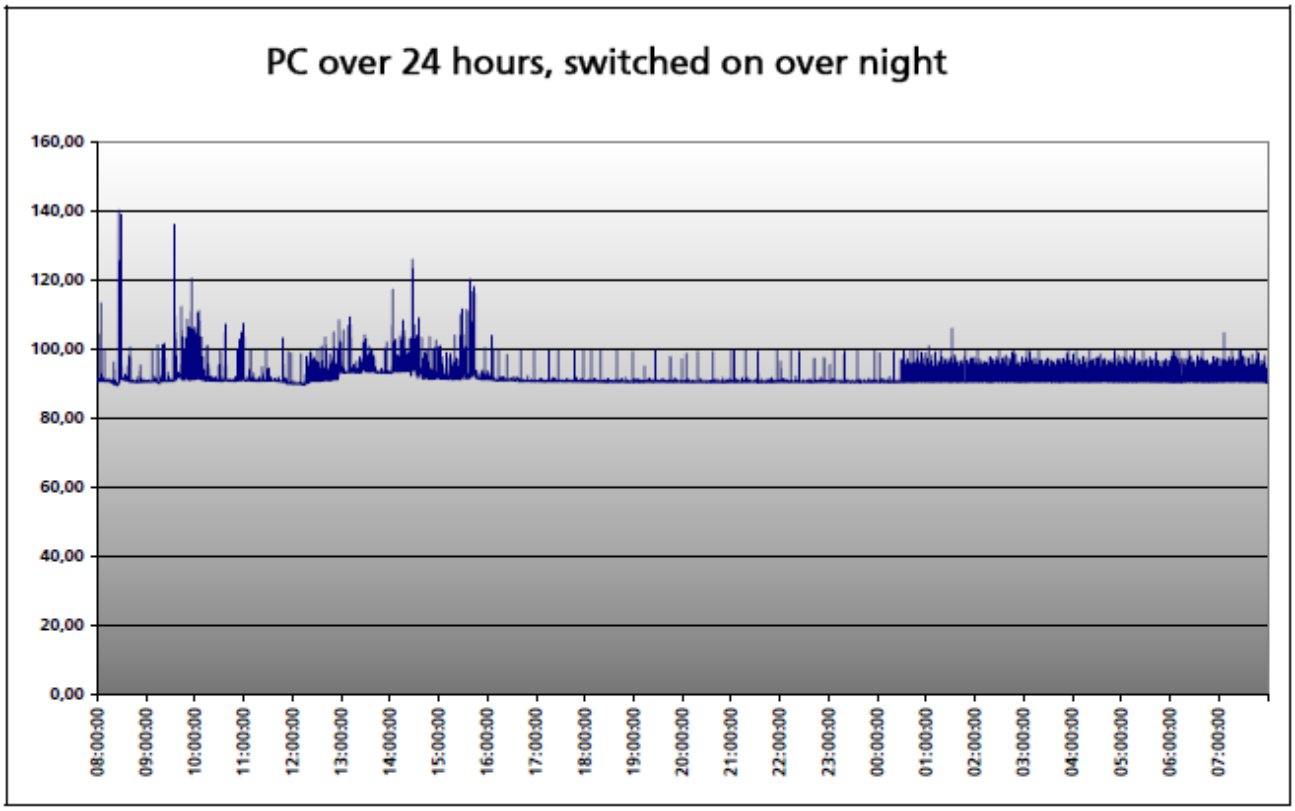
$$K_{\acute{\varepsilon}\tau o\upsilon\varsigma} = 39.019{,}2 + 4.872 = 43.891{,}2\ Wh$$

και σε διάστημα πέντε ετών

$$K_{o\lambda} = 43.891{,}2 \cdot 5 = 219.456\ Wh$$

7.2.2 Επιτραπέζιος υπολογιστής

Οι αντίστοιχες μετρήσεις που καταγράφηκαν σε διάρκεια ενός εικοσιτετραώρου για την κατανάλωση ενέργειας του επιτραπέζιου υπολογιστή φαίνονται στο ακόλουθο διάγραμμα.



Διάγραμμα 2. Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας επιτραπέζιου υπολογιστή (Πηγή : Fraunhofer Institute for Reliability and Microintegration for IGEL Technology, Environmental comparison of the relevance of PC and thin client desktop equipment for the climate, 2008)

Στο συγκεκριμένο διάγραμμα φαίνεται η κατανάλωση ενέργειας του επιτραπέζιου υπολογιστή για συνεχή λειτουργία του και χρήση από τις 8:00 μέχρι τις 16:30. Μετά τις 16:30 ο υπολογιστής στη συγκεκριμένη περίπτωση δεν τέθηκε σε φάση αδρανοποίησης και παρέμεινε ανοιχτός. Για να είναι ορθός ο υπολογισμός της κατανάλωσης ενέργειας και κατ' επέκταση η σύγκριση θα πρέπει για τις μη εργάσιμες ώρες της ημέρας να ληφθεί υπ' όψιν κατανάλωση σε φάση αδρανοποίησης του συστήματος. Από το συγκεκριμένο διάγραμμα προκύπτει η μέση κατανάλωση ενέργειας κατά τη διάρκεια χρήσης και είναι 92,4 W. Μια επιπρόσθετη παρατήρηση είναι ότι η κατανάλωση ενέργειας του υπολογιστή είναι περίπου η ίδια ανεξάρτητα από το αν κάποιος τον χρησιμοποιεί. Για τη φάση αδρανοποίησης από τη βιβλιογραφία[52] προκύπτει μια τιμή κατανάλωσης ενέργειας 2,7 W. Στο σύνολο του εικοσιτετραώρου ο ολικός μέσος όρος είναι :

$$K = \frac{92{,}4 \cdot 8{,}5 + 2{,}7 \cdot 15{,}5}{24} = 34{,}47\ Watt$$

Υποθέτοντας ότι το έτος έχει 220 εργάσιμες ημέρες η κατανάλωση ενέργειας σε έναν χρόνο είναι :

$$K_1 = 34{,}47 \cdot 220 \cdot 24 = 181.995\ Wh$$

Η κατανάλωση για τις μη εργάσιμες ημέρες όπου ο επιτραπέζιος υπολογιστής είναι σε φάση αδράνειας είναι :

$$K_2 = 2{,}7 \cdot 145 \cdot 24 = 9.396\ Wh$$

Η συνολική κατανάλωση ενέργειας σε διάστημα ενός έτους είναι

$$K_{έτους} = 181.955 + 9.396 = 191.391\ Wh$$

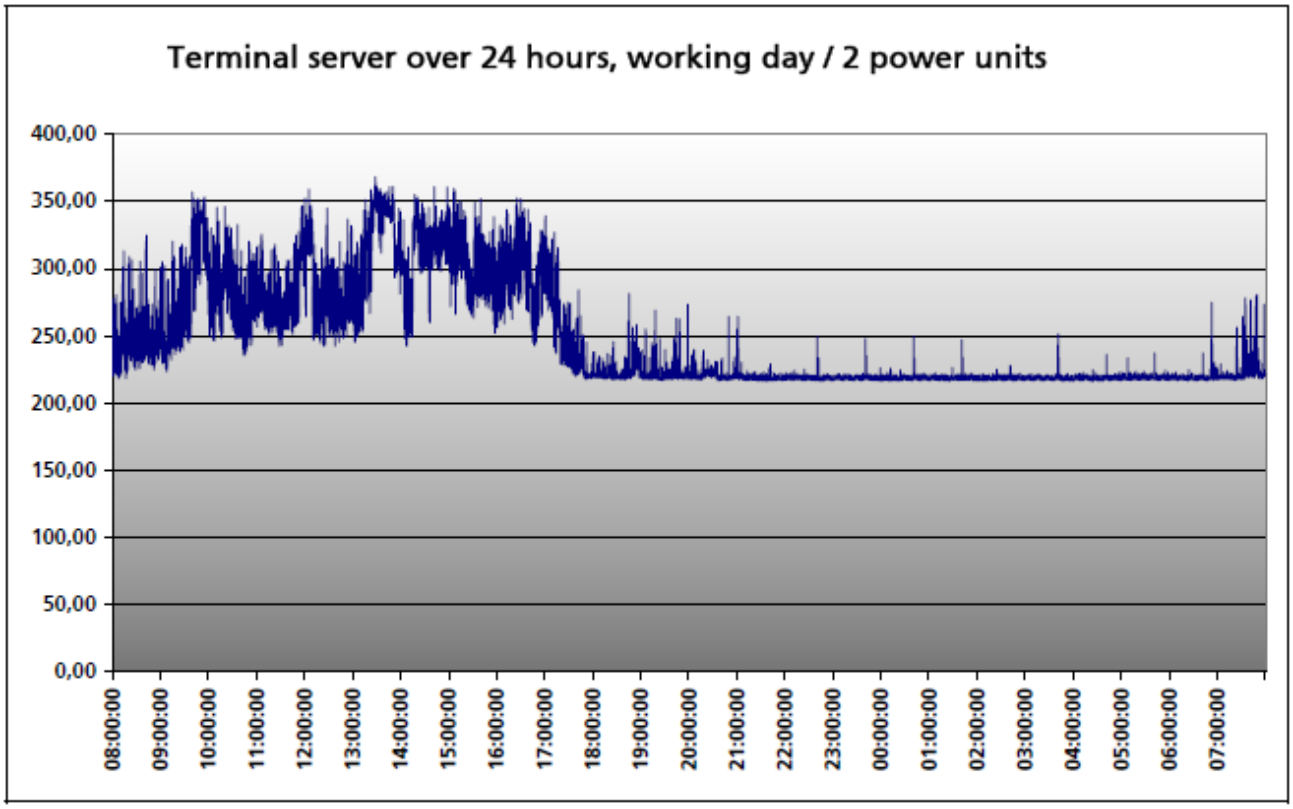
και σε διάστημα πέντε ετών

$$K_{ολ} = 191.391 \cdot 5 = 956.955\ Wh$$

7.2.3 Διακομιστής

Οι μετρήσεις που καταγράφηκαν σε διάρκεια ενός εικοσιτετραώρου για την κατανάλωση ενέργειας του διακομιστή φαίνονται στο ακόλουθο διάγραμμα.

[52] Fraunhofer Institute for Reliability and Microintegration for IGEL Technology, Environmental comparison of the relevance of PC and thin client desktop equipment for the climate, 2008



Διάγραμμα 3. Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας διακομιστή (Πηγή : Fraunhofer Institute for Reliability and Microintegration for IGEL Technology, Environmental comparison of the relevance of PC and thin client desktop equipment for the climate, 2008)

Για τον διακομιστή δεν υπάρχει φάση αδρανοποίησης καθώς στις περισσότερες περιπτώσεις μένει συνέχεια ανοικτός κυρίως επειδή κατά τις μη εργάσιμες ώρες και μέρες γίνονται αναβαθμίσεις και ενημερώσεις του λογισμικού. Εκτός αυτού επειδή ο διακομιστής, συνήθως, είναι ένας για μικρές επιχειρήσεις, υπάρχει η ανάγκη να μένει ανοικτός ώστε κάποια στελέχη να μπορούν, αν χρειαστεί, να έχουν πρόσβαση σε αυτόν ενδεχομένως και εκτός ωραρίου, από υπολογιστή που έχουν στο σπίτι. Για την περίπτωση μας και για δύο τροφοδοτικά η κατανάλωση ενέργειας είναι κατά μέσον όρο 246,6 W τις εργάσιμες ώρες που έχουν πρόσβαση σε αυτόν τα ελαφρά τερματικά και 214,9 W τις υπόλοιπες ώρες της ημέρας. Στο σύνολο του εικοσιτετραώρου ο ολικός μέσος όρος κατανάλωσης είναι :

$$K = \frac{246{,}6 \cdot 8{,}5 + 214{,}9 \cdot 15{,}5}{24} = 226{,}13\ Watt$$

Υποθέτοντας ότι το έτος έχει 220 εργάσιμες ημέρες η κατανάλωση ενέργειας σε έναν χρόνο είναι :

$K_1 = 226{,}13 \cdot 220 \cdot 24 = 1.193.966{,}4\ Wh$

Η κατανάλωση για τις μη εργάσιμες ημέρες είναι :

$K_2 = 214{,}9 \cdot 145 \cdot 24 = 747.852\ Wh$

Η συνολική κατανάλωση ενέργειας σε ένα διάστημα πέντε ετών είναι

$K_{έτους} = 1.193.966{,}4 + 747.852 = 1.941.818{,}4\ Wh$

και σε διάστημα πέντε ετών

$K_{ολ} = 1.941.818{,}4\ \cdot 5 = 9.709.092\ Wh$

Στο διάστημα των πέντε ετών η συντήρηση όλων των ηλεκτρονικών συσκευών που περιγράφηκαν θεωρείται αμελητέα αφού ελάχιστος αριθμός τμημάτων θα χρειαστεί αντικατάσταση.

7.3 Στάδιο διάθεσης

Είναι το στάδιο του κύκλου ζωής στο οποίο περιλαμβάνονται διαδικασίες που σχετίζονται με τον τερματισμό της χρησιμότητας του προϊόντος. Τέτοιες διαδικασίες μπορεί να είναι η διάσπαση του τελικού προϊόντος στα επιμέρους συστατικά του προκειμένου να επαναχρησιμοποιηθούν, να διατεθούν για ταφή, ανακύκλωση, ή αποτέφρωση. Η διαδικασία διάθεσης μπορεί να περιλαμβάνει συνδυασμό των προαναφερθέντων διαδικασιών.

Το στάδιο διάθεσης του κύκλου ζωής πρέπει να περιλαμβάνει μόνο ένα σενάριο διάθεσης (disposal scenario) ή ένα σενάριο διαχείρισης αποβλήτων (waste scenario). Δεν μπορούν να τοποθετηθούν περισσότερα του ενός σενάρια, ούτε και τα δύο αυτά σενάρια ταυτόχρονα. Σε ένα σενάριο διάθεσης θα πρέπει να αναφερθεί το τελικό προϊόν στο οποίο αναφέρεται και μόνο αυτό, μία ή περισσότερες διαδικασίες, ένα ή περισσότερα σενάρια διαχείρισης αποβλήτων, μία ή περισσότερες διαδικασίες αποσυναρμολόγησης (disassembly) και μία ή περισσότερες επαναχρησιμοποιήσεις (reuses). Στη συνέχεια αναλύονται όλες οι παράμετροι και οι περιπτώσεις διάθεσης.

7.3.1 Διαχείριση αποβλήτων (Waste treatment)

Είναι το σύνολο των διαδικασιών διαχείρισης των διαφόρων κατηγοριών αποβλήτων που θα συναντήσουμε στο στάδιο διάθεσης.

7.3.1.1 Περιβαλλοντικό κόστος διάθεσης (Disposal, environmental costs)

Είναι το περιβαλλοντικό κόστος που έχουμε από κάθε διαδικασία διαχείρισης των αποβλήτων. Συγκεκριμένα έχουμε τρεις κατηγορίες διαχείρισης και είναι οι εξής :

- Αποτέφρωση
- Ταφή
- Επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωση πλαστικών

7.3.1.1.1 Αποτέφρωση (Incinerated)

Υπολογίζεται ανά κιλό τελικού προϊόντος και περιλαμβάνει τις επιπτώσεις από της αποτέφρωση επικίνδυνων αποβλήτων σε χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης των 15. Σε αυτές έχει προστεθεί ένα ποσοστό 17% επιπλέον για να αποκλειστεί η συνεισφορά ενέργειας από τα πλαστικά. Η τελευταία θα προστεθεί κατά τη διαδικασία θερμικής ανακύκλωσης των πλαστικών, όπου έχουμε κέρδος εσωτερικής θερμιδικής ενέργειας και ισοδύναμων στοιχείων διοξειδίου του άνθρακα στην οποία η περιβαλλοντική επιβάρυνση από την αποτέφρωση καταχωρείται ως επίπτωση (SimaPro 7.2 Documentation, 2010). Με άλλα λόγια η αποτέφρωση περιελάμβανε κέρδος που οφείλεται στα πλαστικά μέσω της θερμικής ανακύκλωσης τους και κατ' επέκταση το περιβαλλοντικό κόστος αυτής ήταν μειωμένο. Το ζήτημα αυτό θα ξεκαθαριστεί και στη συνέχεια. Η καρτέλα της διαδικασίας αυτής φαίνεται ακολούθως.

Waste specification

Name	Default material / waste type	Amount	Unit
Incinerated mak	All waste types	1	kg

Known outputs to technosphere. Avoided products

Name	Amount	Unit	Distribution
(Insert line here)			

Inputs

Known inputs from nature (resources)

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Energy, GER		67,3	MJ	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to air

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Global Warming Potential		5,017	kg	Undefined
Acidification Potential		10	g	Undefined
Volatile Organic Compounds		0,1406	mg	Undefined
Persistent Organic Compounds		0,03019	ng	Undefined
Heavy metals		18	mg	Undefined
Particulate Matter		84,72	g	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to water

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Heavy metals (Water)		5,677	mg	Undefined
Eutrophication		324,6	mg	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to soil

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
(Insert line here)				

Final waste flows

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Waste, hazardous		1000	g	Undefined
(Insert line here)				

7.3.1.1.2 Ταφή (Landfill)

Είναι η διαδικασία μεταφοράς και ταφής σε χωματερή των αποβλήτων. Περιλαμβάνει όλες τις επιπτώσεις των απαραίτητων διεργασιών προκειμένου να υλοποιηθεί η συγκεκριμένη διαδικασία. Η καρτέλα της φαίνεται στη συνέχεια.

Waste specification

Name	Default material / waste type	Amount	Unit
Landfill mak	All waste types	1	kg

Known outputs to technosphere. Avoided products

Name	Amount	Unit	Distribution
(Insert line here)			
Inputs			

Known inputs from nature (resources)

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Energy, GER		68,32	MJ	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to air

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Global Warming Potential		5,1	kg	Undefined
Acidification Potential		10	g	Undefined
Volatile Organic Compounds		0,283	mg	Undefined
Persistent Organic Compounds		8,434	ng	Undefined
Heavy metals		20	mg	Undefined
Particulate Matter		88,95	g	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to water

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Heavy metals (Water)		5,677	mg	Undefined
Eutrophication		324,6	mg	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to soil

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
(Insert line here)				

Final waste flows

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Waste, non hazardous		1225,94	g	Undefined
(Insert line here)				

7.3.1.1.3 Επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωση πλαστικών (Plastics, re – use, recycle)

Περιλαμβάνει το περιβαλλοντικό κόστος των διαδικασιών διαχείρισης των επαναχρησιμοποιήσιμων κι ανακυκλώσιμων υλικών και τμημάτων. Η καρτέλα της διαδικασίας φαίνεται στη συνέχεια.

Waste specification

Name	Default material / waste type	Amount	Unit
Plastics, re-use, recyc. mak	All waste types	1	kg

Known outputs to technosphere. Avoided products

Name	Amount	Unit	Distribution
(Insert line here)			

Inputs

Known inputs from nature (resources)

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Energy, GER		6,507	MJ	Undefined
Energy, electricity		0,01419	MJ	Undefined
(Insert line here)				

Emissions to air				
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Global Warming Potential		0,4448	kg	Undefined
Acidification Potential		2	g	Undefined
Volatile Organic Compounds		0,133	mg	Undefined
Persistent Organic Compounds		0,01831	ng	Undefined
Heavy metals		1,451	mg	Undefined
Particulate Matter		30,32	g	Undefined
(Insert line here)				
Emissions to water				
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Heavy metals (Water)		0,00506	mg	Undefined
Eutrophication		0,08589	mg	Undefined
(Insert line here)				
Emissions to soil				
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
(Insert line here)				
Final waste flows				
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Waste, hazardous		0,06	g	Undefined
Waste, non hazardous		3,24	g	Undefined
(Insert line here)				

7.3.1.2 Ανακύκλωση ηλεκτρονικών (Electronics recycling)

Αυτή η κατηγορία περιλαμβάνει καρτέλες με το κέρδος από την ανακύκλωση των ηλεκτρονικών μερών. Είναι στην πραγματικότητα καρτέλες υλικών σαν αυτές που περιγράφηκαν στο κεφάλαιο περιγραφής υλικών και στοιχείων και στην θέση 2 τοποθετείται ένα μέρος του υλικού που τελικά ανακτάται από τη διαδικασία της ανακύκλωσης. Συγκεκριμένα αυτό είναι το 20% του υλικού που ανακυκλώνουμε[53]. Αυτή η ποσότητα είναι στη διάθεση του ίδιου του κατασκευαστή ή κάποιου άλλου που έχει την κυριότητα και άρα το δικαίωμα να την εκμεταλλευτεί. Και στις δύο περιπτώσεις τα περιβαλλοντικά οφέλη είναι τα ίδια αφού αποφεύγεται η εκ νέου παραγωγή της ποσότητας αυτής. Τα ηλεκτρονικά που ανακυκλώνονται είναι τα ακόλουθα:

- Πυκνωτές και πηνία (Big caps and coils)
- Πλακέτα ελέγχου (Controller board)
- Ολοκληρωμένα κυκλώματα (IC's large)
- Ηλεκτρονική πλακέτα (PWB ½ lay 3.75 kg/m^2)
- Ηλεκτρονική πλακέτα (PWB 6 lay 4.5 kg/m^2)
- Θύρες διασύνδεσης (Slots / ext. ports)

[53] VHK for the European Commission, Methodology Study Eco-design of Energy-using Products, MEEUP, Methodology Report, 2005

- Μικροσυσκευές και λυχνίες (SMD/LED's)
- Υλικό συγκόλλησης (Solder SnAg4Cu0.5)

Επειδή το ποσοστό κέρδους είναι 20 % της μάζας του υλικού για όλα τα ηλεκτρονικά θα παραθέσουμε την καρτέλα ενός μόνο πχ. του πρώτου. Αυτή φαίνεται στη συνέχεια.

Waste specification

Name	Default material / waste type	Amount	Unit
Recycling Big caps & coils mak	All waste types	1	kg

Known outputs to technosphere. Avoided products

Name	Amount	Unit	Distribution
Big caps & coils mak	0,2	kg	Undefined
(Insert line here)			

7.3.1.3 Ανακύκλωση πλαστικών (Plastics recycling)

Αυτή η κατηγορία περιλαμβάνει το κέρδος από την ανακύκλωση των πλαστικών. Αυτό είναι 27 MJ μικτής ενέργειας και το 50 % της θερμιδικής αξίας των πλαστικών πρώτων υλών καθώς και το 50 % των επιπτώσεων στην υπερθέρμανση του πλανήτη. Το ποσοστό αυτό οφείλεται στο ότι υπάρχει μικρότερη πιθανότητα να ανακτήσουμε ενέργεια από τα κατεργασμένα πλαστικά απ' ότι όταν τα έχουμε ως πρώτη ύλη[54]. Το κόστος είναι αυτό που περιγράφηκε νωρίτερα ως κόστος από την επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωση πλαστικών . Τα πλαστικά που ανακυκλώνονται είναι τα ακόλουθα :

- ABS
- Επόξυ (Epoxy)
- Flex PUR
- Πολυαιθυλένιο (LDPE)
- Νάιλον (PA 6)
- Πολυανθρακικά στοιχεία (PC)

Και πάλι το ίδιο ισχύει για όλα τα πλαστικά γι αυτό και παραθέτουμε την καρτέλα μόνο του ενός[55].

[54] VHK for the European Commission, Methodology Study Eco-design of Energy-using Products, MEEUP, Methodology Report, 2005

[55] Βάζοντας -27 MJ στις εισόδους έχουμε κέρδος 27 MJ.

Waste specification

Name	Default material / waste type	Amount	Unit
ABS recycling mak	All waste types	1	kg

Known outputs to technosphere. Avoided products

Name	Amount	Unit	Distribution
ABS (feedstock + GWP) mak	0,5	kg	Undefined
(Insert line here)			

Inputs

Known inputs from nature (resources)

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Energy, GER		-27	MJ	Undefined
(Insert line here)				

Known outputs to technosphere. Waste and emissions to treatment

Name	Amount	Unit	Distribution
Plastics, re-use, recyc. mak	1	kg	Undefined
(Insert line here)			

Αυτό που φαίνεται στην έξοδο στο τεχνολογικό περιβάλλον είναι τα στοιχεία του υλικού ABS που αφορούν μόνο την εσωτερική ενέργεια της πρώτης ύλης και των επιπτώσεων στην υπερθέρμανση του πλανήτη. Έχει τεθεί ως κέρδος και ανήκει σε ξεχωριστή κατηγορία υλικών. Παρατίθεται η καρτέλα του ακολούθως.

Known outputs to technosphere. Products and co-products

Name	Amount	Unit	Quantity	Allocation %
ABS (feedstock + GWP) mak	1	kg	Mass	100 %
(Insert line here)				

Known outputs to technosphere. Avoided products

Name	Amount	Unit	Distribution
(Insert line here)			

Inputs

Known inputs from nature (resources)

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Energy, caloric value of feedstock		45,77	MJ	Undefined
(Insert line here)				

Known inputs from technosphere (materials/fuels)

Name	Amount	Unit	Distribution
(Insert line here)			

Known inputs from technosphere (electricity/heat)

Name	Amount	Unit	Distribution
(Insert line here)			

Outputs

Emissions to air

Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution
Global Warming Potential		3,321	kg	Undefined
(Insert line here)				

7.3.1.4 Επαναχρησιμοποίηση πλαστικών (Reuse or closed loop recycling plastics)

Περιλαμβάνει την επαναχρησιμοποίηση ή την ανακύκλωση χωρίς απομάκρυνση του υλικού από τον χώρο με άμεση συνέπεια την αποφυγή πρόσθετων επιπτώσεων. Το κέρδος είναι το 75 % όλων των επιπτώσεων που επιφέρει η παραγωγή του αντίστοιχου υλικού[56]. Κατά συνέπεια το κέρδος τίθεται ίσο με το ποσοστό αυτό, του βάρους του αντίστοιχου υλικού ως πρώτη ύλη όπως ορίστηκε στην κατηγορία των υλικών. Το κόστος είναι κι εδώ αυτό που περιγράφηκε νωρίτερα ως κόστος από την επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωση. Τα υλικά που επαναχρησιμοποιούνται είναι τα ίδια που ανακυκλώνονται και αναφέρθηκαν προηγουμένως. Και πάλι το κέρδος και το κόστος είναι τα ίδια για όλα τα υλικά και παρατίθεται η καρτέλα μόνο ενός.

Waste specification

Name	Default material / waste type	Amount	Unit
ABS reuse or closed loop recycling mak	All waste types	1	kg

Known outputs to technosphere. Avoided products

Name	Amount	Unit	Distribution
ABS mak	0,75	kg	Undefined

Known outputs to technosphere. Waste and emissions to treatment

Name	Amount	Unit	Distribution
Plastics, re-use, recyc. mak	1	kg	Undefined
(Insert line here)			

7.3.1.5 Θερμική ανακύκλωση πλαστικών (Thermal recycling plastics)

Είναι η θερμική ανακύκλωση των πλαστικών με ανάκτηση ενέργειας. Το κέρδος είναι το 75 % της θερμιδικής αξίας των πλαστικών και οι αποφυγή των επιπτώσεων στην υπερθέρμανση του πλανήτη. Το κόστος περιλαμβάνει τις επιπτώσεις της διαδικασίας αποτέφρωσης που έχει οριστεί νωρίτερα. Στην ουσία προσθέτοντας 17 % στις επιπτώσεις της τελευταίας, αποκλείουμε το κέρδος σε ενέργεια κι επιπτώσεις από τα πλαστικά. Στην συγκεκριμένη περίπτωση της θερμικής ανακύκλωσης περιλαμβάνεται το κέρδος αυτό κι έτσι προκύπτει το πραγματικό αποτέλεσμα[57]. Αυτό γίνεται διότι η αποτέφρωση μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως επίπτωση και για άλλα είδη και έπρεπε μια διαδικασία που κατά κύριο λόγο αναφέρεται στα πλαστικά, να μπορεί να εφαρμοστεί και στα υπόλοιπα. Τα πλαστικά που ανακυκλώνονται

[56] VHK for the European Commission, Methodology Study Eco-design of Energy-using Products, MEEUP, Methodology Report, 2005

[57] VHK for the European Commission, Methodology Study Eco-design of Energy-using Products, MEEUP, Methodology Report, 2005

κατ' αυτόν τον τρόπο είναι και πάλι τα ίδια με τις δύο προηγούμενες διαδικασίες. Παρατίθεται μια καρτέλα επειδή το ίδιο κέρδος ισχύει για όλα τα πλαστικά.

Waste specification

Name	Default material / waste type	Amount	Unit
ABS thermal recycling mak	All waste types	1	kg

Known outputs to technosphere. Avoided products

Name	Amount	Unit	Distribution
ABS (feedstock + GWP) mak	0,75	kg	Undefined
(Insert line here)			

Known outputs to technosphere. Waste and emissions to treatment

Name	Amount	Unit
Incinerated mak	1	kg
(Insert line here)		

7.3.1.6 Ανακύκλωση μετάλλων και υπολοίπων υλικών (Metals and miscellaneous recycling)

Τα υλικά που περιλαμβάνονται στην κατηγορία αυτή είναι τα ακόλουθα :

- Al diecast 85%
- Al sheet/extrusion 11%
- Cast Iron 85%
- Cu tube/sheet 60%
- St sheet galv. 5%
- St tube/profile 50%
- Stainless 18/8 coil 63%
- Cardboard 90%

Το κέρδος είναι το ποσοστό του αντίστοιχου υλικού που καταδεικνύεται από την ονομασία του. Παρατίθεται μόνο μια καρτέλα καθώς είναι περιττό να δειχθεί για όλα τα υλικά.

Waste specification

Name	Default material / waste type	Amount	Unit
Al diecast 85% recycle mak	All waste types	1	kg

Known outputs to technosphere. Avoided products

Name	Amount	Unit	Distribution
Al diecast 85% mak	0,85	kg	Undefined
(Insert line here)			

7.3.2 Σενάριο διαχείρισης αποβλήτων (Waste scenario)

Η κατηγορία αυτή περιλαμβάνει διαδικασίες που είναι ευρύτερες από αυτές που αναλύθηκαν στη διαχείριση αποβλήτων. Πρόκειται δηλαδή για στρατηγικές διαχείρισης αποβλήτων και όχι μόνο διαδικασίες. Στην κατηγορία αυτή περιλαμβάνονται έξι σενάρια διαχείρισης :

- Ταφή εναπομεινάντων αποβλήτων (Landfill of remaining waste)
- Ανακύκλωση πλαστικών (Plastic recycling)
- Ανακύκλωση ηλεκτρονικών (Recycling electronics)
- Επαναχρησιμοποίηση πλαστικών (Reuse or closed loop recycling plastics)
- Θερμική ανακύκλωση πλαστικών (Thermal recycling plastics)
- Ανακύκλωση μετάλλων και υπολοίπων ειδών (Recycling metals and Miscellaneous)

7.3.2.1 Ταφή εναπομεινάντων αποβλήτων (Landfill of remaining waste)

Είναι το σενάριο διαχείρισης όλων των αποβλήτων που δεν μπορούσαν να μεταχειριστούν διαφορετικά. Περιλαμβάνει όλες τις επιπτώσεις της διαδικασίας ταφής που περιγράφηκε προηγουμένως. Η καρτέλα με τις επιπτώσεις φαίνεται στη συνέχεια. Στην τελευταία σειρά φαίνεται ότι το 100 % των εναπομεινάντων αποβλήτων καταλήγει να θαφτεί. Θα μπορούσαν να υπάρχουν περισσότερες επιλογές γι' αυτά, ωστόσο το άθροισμα όλων των διαφορετικών περιπτώσεων πρέπει να είναι ακριβώς ίσο με 100 %.

Waste specification

Name	Amount	Unit	Category	Comment
Landfill of remaining waste	1	kg	Recycling	

Inputs

Known inputs from technosphere (materials/fuels)

Name	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin
(Insert line here)				

Known inputs from technosphere (electricity/heat)

Name	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin
(Insert line here)				

Outputs

Materials and/or waste types separated from waste stream

Waste scenario/treatment	Material / Waste type	Percentage
Landfill mak	All waste types	100 %
(Insert line here)		

7.3.2.2 Ανακύκλωση πλαστικών (Plastic recycling)

Είναι ένα σενάριο διαχείρισης των πλαστικών. Σε αυτό αναφέρονται όλα τα πλαστικά μέρη που ανακυκλώνονται. Τα εναπομείναντα τεμάχια πάνε για ταφή. Η καρτέλα του σεναρίου

φαίνεται στη συνέχεια. Περιλαμβάνει και υλικά που δεν περιέχονται στις ηλεκτρονικές συσκευές που εξετάζει αυτή η μελέτη και τα οποία δεν σχολιάστηκαν.

Waste specification

Name	Amount	Unit	Category	Comment
Plastic recycling mak	1	kg	Recycling	

Inputs

Known inputs from technosphere (materials/fuels)

Name	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SD	Min	Max
(Insert line here)						

Known inputs from technosphere (electricity/heat)

Name	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SD	Min	Max
(Insert line here)						

Outputs

Materials and/or waste types separated from waste stream

Waste scenario/treatment	Material / Waste type	Percentage	Comment
ABS recycling mak	ABS mak	100 %	
Epoxy recycling mak	Epoxy mak	100 %	
EPS recycling	EPS	100 %	
Flex PUR recycling mak	Flex PUR mak	100 %	
HDPE recycling	HDPE	100 %	
HI-PS recycling	HI-PS	100 %	
LDPE recycling mak	LDPE mak	100 %	
LLDPE recycling	LLDPE	100 %	
PA 6 recycling mak	PA 6 mak	100 %	
PC recycling mak	PC mak	100 %	
PMMA recycling	PMMA	100 %	
PP recycling	PP	100 %	
PS recycling	PS	100 %	
PVC recycling	PVC	100 %	
Rigid PUR recycling	Rigid PUR	100 %	
SAN recycling	SAN	100 %	
(Insert line here)			

Waste streams remaining after separation

Waste scenario/treatment	Percentage	Comment
Landfill mak	100 %	
(Insert line here)		

7.3.2.3 Ανακύκλωση ηλεκτρονικών (Recycling electronics)

Περιλαμβάνει τα ανακυκλώσιμα ηλεκτρονικά. Τα εναπομείναντα τεμάχια πάνε για ταφή. Η καρτέλα του σεναρίου φαίνεται στη συνέχεια.

Waste specification

Name	Amount	Unit	Category	Comment
Recycling electronics mak	1	kg	Recycling	

Inputs

Known inputs from technosphere (materials/fuels)

Name	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin
(Insert line here)				

Known inputs from technosphere (electricity/heat)

Name	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin
(Insert line here)				

Outputs

Materials and/or waste types separated from waste stream

Waste scenario/treatment	Material / Waste type	Percentage
Recycling Solder SnAg4Cu0.5 mak	Solder SnAg4Cu0.5 mak	100 %
Recycling SMD/LEDs avg. mak	SMD/ LED's avg. mak	100 %
Recycling slots/ ext.ports mak	slots / ext.ports mak	100 %
Recycling PWB 6 lay 4.5 kg/m2 mak	PWB 6 lay 4.5 kg/m2 mak	100 %
Recycling PWB 6 lay 2 kg/m2	PWB 6 lay 2 kg/m2	100 %
Recycling PWB 1/2 lay 3.75 kg/m2 mak	PWB 1/2 lay 3.75 kg/m2 mak	100 %
Recycling ICs large mak	IC's large mak	100 %
Recycling Big caps & coils mak	Big caps & coils mak	100 %
Recycling Controller Board mak	Controller Board mak	100 %
(Insert line here)		

Waste streams remaining after separation

Waste scenario/treatment	Percentage	Comment
Landfill mak	100 %	
(Insert line here)		

7.3.2.4 Επαναχρησιμοποίηση πλαστικών (Reuse or closed loop recycling plastics)

Είναι ένα ακόμα σενάριο διαχείρισης των πλαστικών. Σε αυτό αναφέρονται όλα τα πλαστικά μέρη που επαναχρησιμοποιούνται απευθείας ή μετά από μικροεπεξεργασία. Τα εναπομείναντα τεμάχια πάνε για ταφή. Η καρτέλα του σεναρίου φαίνεται στη συνέχεια.

Waste specification

Name	Amount	Unit	Category	Comment
Reuse or closed loop recycling plastics mak	1	kg	Recycling	

Inputs

Known inputs from technosphere (materials/fuels)

Name	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin
(Insert line here)				

Known inputs from technosphere (electricity/heat)

Name	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin
(Insert line here)				

Outputs

Materials and/or waste types separated from waste stream

Waste scenario/treatment	Material / Waste type	Percentage
ABS reuse or closed loop recycling mak	ABS mak	100 %
Epoxy reuse or closed loop recycling mak	Epoxy mak	100 %
EPS reuse or closed loop recycling	EPS	100 %
Flex PUR reuse or closed loop recycling mak	Flex PUR mak	100 %
HDPE reuse or closed loop recycling	HDPE	100 %
HI-PS reuse or closed loop recycling	HI-PS	100 %
LDPE reuse or closed loop recycling mak	LDPE mak	100 %
LLDPE reuse or closed loop recycling	LLDPE	100 %
PA6 reuse or closed loop recycling mak	PA 6 mak	100 %
PC reuse or closed loop recycling mak	PC mak	100 %
PMMA reuse or closed loop recycling	PMMA	100 %
PP reuse or closed loop recycling	PP	100 %
PS reuse or closed loop recycling	PS	100 %
PVC reuse or closed loop recycling	PVC	100 %
PVC reuse or closed loop recycling	Rigid PUR	100 %
PVC reuse or closed loop recycling	SAN	100 %
(Insert line here)		

Waste streams remaining after separation

Waste scenario/treatment	Percentage	Comment
Landfill mak	100 %	
(Insert line here)		

7.3.2.5 Θερμική ανακύκλωση πλαστικών (Thermal recycling plastics)

Είναι ένα τρίτο σενάριο διαχείρισης των πλαστικών. Σε αυτό αναφέρονται όλα τα πλαστικά μέρη που χρησιμοποιούνται για θερμική ανακύκλωση . Τα εναπομείναντα τεμάχια πάνε για ταφή. Η καρτέλα του σεναρίου φαίνεται στη συνέχεια.

Waste specification

Name	Amount	Unit	Category	Comment
Thermal recycling plastics mak	1	kg	Recycling	

Inputs

Known inputs from technosphere (materials/fuels)

Name	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin
(Insert line here)				

Known inputs from technosphere (electricity/heat)

Name	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin
(Insert line here)				

Outputs

Materials and/or waste types separated from waste stream

Waste scenario/treatment	Material / Waste type	Percentage
ABS thermal recycling mak	ABS mak	100 %
Epoxy thermal recycling mak	Epoxy mak	100 %
EPS thermal recycling	EPS	100 %
Flex PUR thermal recycling mak	Flex PUR mak	100 %
HDPE thermal recycling	HDPE	100 %
HI-PS thermal recycling	HI-PS	100 %
LDPE thermal recycling mak	LDPE mak	100 %
LLDPE thermal recycling	LLDPE	100 %
PA 6 thermal recycling mak	PA 6 mak	100 %
PC thermal recycling mak	PC mak	100 %
PMMA thermal recycling	PMMA	100 %
PP thermal recycling	PP	100 %
PS thermal recycling	PS	100 %
PVC thermal recycling	PVC	100 %
Rigid PUR thermal recycling	Rigid PUR	100 %
SAN thermal recycling	SAN	100 %
(Insert line here)		

Waste streams remaining after separation

Waste scenario/treatment	Percentage	Comment
Landfill mak	100 %	
(Insert line here)		

7.3.2.6 Ανακύκλωση μετάλλων και υπολοίπων υλικών (Recycling metals and Miscellaneous)

Είναι ένα σενάριο διαχείρισης των υπολοίπων ειδών. Τα εναπομείναντα τεμάχια πάνε για ταφή. Η καρτέλα του σεναρίου φαίνεται στη συνέχεια.

Waste specification

Name	Amount	Unit	Category	Comment
Recycling metals and Misc. mak	1	kg	Recycling	

Inputs

Known inputs from technosphere (materials/fuels)

Name	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin
(Insert line here)				

Known inputs from technosphere (electricity/heat)

Name	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin
(Insert line here)				

Outputs

Materials and/or waste types separated from waste stream

Waste scenario/treatment	Material / Waste type	Percentage
Al diecast 85% recycle mak	Al diecast 85% mak	100 %
Al sheet/extrusion 11% recycle mak	Al sheet/extrusion 11% mak	100 %
Cast iron 85% recycle mak	Cast iron 85% mak	100 %
Cu tube/sheet 60% recycle mak	Cu tube/sheet 60% mak	100 %
St sheet galv 5% recycle mak	St sheet galv 5% mak	100 %
St tube/profile 50% recycle mak	St tube/profile 50% mak	100 %
Stainless 18/8 coil 63% recycle mak	Stainless 18/8 coil 63% mak	100 %
Cardboard 90% recycle mak	Cardboard 90% mak	100 %
(Insert line here)		

Waste streams remaining after separation

Waste scenario/treatment	Percentage	Comment
Landfill of remaining waste	100 %	
(Insert line here)		

7.3.3 Σενάριο διάθεσης και αποσυναρμολόγηση (Disposal scenario and Disassembly)

Στο στάδιο διάθεσης του κύκλου ζωής όπως προαναφέρθηκε θα πρέπει να τοποθετήσουμε ένα σενάριο διάθεσης (disposal scenario) ή ένα σενάριο διαχείρισης αποβλήτων (waste scenario). Η διαφορά μεταξύ τους είναι δυσδιάκριτη και άπτεται της δομής του τελικού προϊόντος (assembly) που έχουμε κατασκευάσει. Στην περίπτωση που έχουμε για παράδειγμα ένα αντικείμενο που αποτελείται από πολλά διαφορετικά πλαστικά που διαχειρίζονται στο στάδιο της διάθεσης με τον ίδιο τρόπο, είναι ακριβώς το ίδιο όποιο από τα δύο και να επιλέξουμε. Συγκεκριμένα θα διαλέγαμε ένα από τα τρία σενάρια διαχείρισης πλαστικών ή θα φτιάχναμε ένα καινούριο σενάριο που θα περιελάμβανε ποσοστιαία κατανομή διαχείρισης σε κάθε ένα από τα δύο, τρία ή και περισσότερα σενάρια που θα είχαν συνολικό άθροισμα μικρότερο ή ίσο του 100 %. Αν το άθροισμα ήταν μικρότερο τότε τα εναπομείναντα απόβλητα θα διαχειρίζονταν με τον τρόπο που εμείς θα είχαμε ορίσει (π.χ ταφή).

Στην περίπτωση όμως που δεν έχουμε μόνο μια κατηγορία υλικών θα πρέπει να ορίσουμε έναν τρόπο διαχωρισμού αυτών σε επιμέρους ομάδες υλικών που θα μπορούν να διαχειριστούν με τον ίδιο τρόπο (με το ίδιο σενάριο). Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με τον διαχωρισμό σε υποπροϊόντα μέσω της επιλογής αποσυναρμολόγησης (disassembly). Αυτά τα

υποπροϊόντα θα πρέπει να τα έχουμε ορίσει από τη φάση της παραγωγής. Αυτός είναι και λόγος που σε όλα τα ηλεκτρονικά είδη που εξετάζουμε, ορίσαμε υποπροϊόντα των ηλεκτρονικών, πλαστικών και υπολοίπων μερών.

Στη θέση αποσυναρμολόγησης του σεναρίου διάθεσης θα πρέπει να τοποθετήσουμε ένα αποσυναρμολογούμενο προϊόν που θα έχουμε προκατασκευάσει. Σε αυτό θα πρέπει να τοποθετήσουμε το τελικό προϊόν στο οποίο αναφερόμαστε και τα σενάρια διαχείρισης αποβλήτων με τα οποία θα διαχειριστούμε τα υποπροϊόντα.

Για κάθε υποπροϊόν θα πρέπει να ορίσουμε ένα δικό του σενάριο διάθεσης. Τέλος ορίζουμε ένα σενάριο διάθεσης για το τελικό προϊόν και αυτό είναι που τοποθετείται στην καρτέλα του κύκλου ζωής. Όλα τα παραπάνω φαίνονται στη συνέχεια.

7.3.3.1 Σενάριο διαχείρισης ηλεκτρονικών (Waste scenario for electronics)

Είναι το σενάριο διαχείρισης των ηλεκτρονικών που περιέχονται σε ένα τελικό προϊόν. Είναι ένα μόνο και κατ' επέκταση το 100 % των ηλεκτρονικών διαχειρίζεται έτσι. Σε αυτό το σενάριο δεν υπάρχουν τέτοια απόβλητα αλλά η διαχείριση των υπολοίπων είναι υποχρεωτικό να οριστεί διότι το σενάριο διαχείρισης αποβλήτων ανήκει σε ένα σενάριο διάθεσης και μάλιστα το άθροισμα των ποσοστών πρέπει να είναι 100 % αν είχαμε περισσότερες περιπτώσεις. Εδώ είναι μόνο η ταφή.

Waste specification

Name	Amount	Unit	Category	Comment
Waste scenario for electronics	1	kg	Recycling	

Inputs

Known inputs from technosphere (materials/fuels)

Name	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin
(Insert line here)				

Known inputs from technosphere (electricity/heat)

Name	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin
(Insert line here)				

Outputs

Materials and/or waste types separated from waste stream

Waste scenario/treatment	Material / Waste type	Percentage
Recycling electronics mak	All waste types	100 %
(Insert line here)		

Waste streams remaining after separation

Waste scenario/treatment	Percentage	Comment
Landfill mak	100 %	
(Insert line here)		

7.3.3.2 Σενάριο διαχείρισης πλαστικών (Waste scenario for plastics)

Είναι το σενάριο διαχείρισης των πλαστικών μερών που περιλαμβάνονται σε ένα τελικό προϊόν. Το 90 % ανακυκλώνεται θερμικά, το 9 % επαναχρησιμοποιείται και μόλις το 1 % ανακυκλώνεται σύμφωνα με τον συνήθη τρόπο διαχείρισης αποβλήτων μιας επιχείρησης[58]. Τα εναπομείναντα απόβλητα πάνε για ταφή. Για τα υπόλοιπα της διαχείρισης ισχύουν τα ίδια όπως και με το σενάριο για τα ηλεκτρονικά.

Waste specification

Name	Amount	Unit	Category	Comment
Waste scenario for plastics	1	kg	Recycling	

Inputs

Known inputs from technosphere (materials/fuels)

Name	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin
(Insert line here)				

Known inputs from technosphere (electricity/heat)

Name	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin
(Insert line here)				

Outputs

Materials and/or waste types separated from waste stream

Waste scenario/treatment	Material / Waste type	Percentage
Plastic recycling mak	All waste types	1 %
Reuse or closed loop recycling plastics mak	All waste types	9 %
Thermal recycling plastics mak	All waste types	90 %
(Insert line here)		

Waste streams remaining after separation

Waste scenario/treatment	Percentage	Comment
Landfill mak	100 %	
(Insert line here)		

7.3.3.3 Σενάριο διάθεσης ηλεκτρονικών ελαφρού τερματικού (Disposal scenario for electronics, Thin client)

Σενάριο διάθεσης για τα ηλεκτρονικά μέρη του ελαφρού τερματικού. Η καρτέλα του φαίνεται στη συνέχεια.

[58] VHK for the European Commission, Methodology Study Eco-design of Energy-using Products, MEEUP, Methodology Report, 2005

Name
Disposal for electronics, Thin client
Image
Status
None
Referring to assembly
Amount
Unit
Electronics of thin client
1
p
Processes
Amount
Unit
Distribution
(Insert line here)
Waste scenarios
Percentage
Waste scenario for electronics
100 %
(Insert line here)
Disassemblies
Percentage
(Insert line here)
Reuses
Percentage
(Insert line here)

7.3.3.4 Σενάριο διάθεσης ηλεκτρονικών επιτραπέζιου υπολογιστή (Disposal scenario for electronics, Desktop)

Σενάριο διάθεσης για τα ηλεκτρονικά μέρη του επιτραπέζιου υπολογιστή. Η καρτέλα του φαίνεται στη συνέχεια.

Name
Disposal for electronics, Desktop
Image
Status
None
Referring to assembly
Amount
Unit
Electronics of Desktop Pc
1
p
Processes
Amount
Unit
Distribution
(Insert line here)
Waste scenarios
Percentage
Waste scenario for electronics
100 %
(Insert line here)

7.3.3.5 Σενάριο διάθεσης ηλεκτρονικών διακομιστή (Disposal scenario for electronics, Server)

Σενάριο διάθεσης για τα ηλεκτρονικά μέρη του διακομιστή. Η καρτέλα του φαίνεται στη συνέχεια.

Name: Disposal for electronics, Server
Image
Status: None
Referring to assembly: Electronics of Server | Amount: 1 | Unit: p
Processes | Amount | Unit | Distribution
(Insert line here)
Waste scenarios | Percentage
Waste scenario for electronics | 100 %
(Insert line here)

7.3.3.6 Σενάριο διάθεσης πλαστικών ελαφρού τερματικού (Disposal scenario for plastics, Thin client)

Σενάριο διάθεσης για τα πλαστικά μέρη του ελαφρού τερματικού. Η καρτέλα του φαίνεται στη συνέχεια.

Name: Disposal for plastics, Thin client
Image
Status: None
Referring to assembly: Plastics of thin client | Amount: 1 | Unit: p
Processes | Amount | Unit | Distribution
(Insert line here)
Waste scenarios | Percentage
Waste scenario for plastics | 100 %
(Insert line here)

7.3.3.7 Σενάριο διάθεσης πλαστικών επιτραπέζιου υπολογιστή (Disposal scenario for plastics, Desktop)

Σενάριο διάθεσης για τα πλαστικά μέρη του επιτραπέζιου υπολογιστή. Η καρτέλα του φαίνεται στη συνέχεια.

Name: Disposal for plastics, Desktop
Image
Status: None
Referring to assembly: Plastics of Desktop pc | Amount: 1 | Unit: p
Processes | Amount | Unit | Distribution
(Insert line here)
Waste scenarios | Percentage
Waste scenario for plastics | 100 %
(Insert line here)

7.3.3.8 Σενάριο διάθεσης πλαστικών διακομιστή (Disposal scenario for plastics, server)

Σενάριο διάθεσης για τα πλαστικά μέρη του διακομιστή. Η καρτέλα του φαίνεται στη συνέχεια.

Name: Disposal for plastics, Server
Image
Status: None
Referring to assembly: Plastics of Server | Amount: 1 | Unit: p
Processes | Amount | Unit | Distribution
(Insert line here)
Waste scenarios | Percentage
Waste scenario for plastics | 100 %
(Insert line here)

7.3.3.9 Σενάριο διάθεσης μετάλλων και υπολοίπων μερών ελαφρού τερματικού (Disposal scenario for metals and miscellaneous, Thin client)

Σενάριο διάθεσης για τα υπόλοιπα μέρη του ελαφρού τερματικό. Η καρτέλα του φαίνεται τη συνέχεια.

Name: Disposal, metals & misc., Thin client
Image
Status: None
Referring to assembly: Metals and Misc. of thin client | Amount: 1 | Unit: p
Processes | Amount | Unit
(Insert line here)
Waste scenarios | Percentage
Waste scenario for metals and Misc. | 100 %
(Insert line here)

7.3.3.10 Σενάριο διάθεσης μετάλλων και υπολοίπων μερών επιτραπέζιου υπολογιστή (Disposal scenario for metals and miscellaneous, Desktop)

Σενάριο διάθεσης για τα υπόλοιπα μέρη του επιτραπέζιου υπολογιστή. Η καρτέλα του φαίνεται τη συνέχεια.

Name: Disposal, metals & misc., Desktop
Image
Status: None
Referring to assembly: Metals and Misc. of Desktop | Amount: 1 | Unit: p
Processes | Amount | Unit
(Insert line here)
Waste scenarios | Percentage
Waste scenario for metals and Misc. | 100 %
(Insert line here)

7.3.3.11 Σενάριο διάθεσης μετάλλων και υπολοίπων μερών διακομιστή (Disposal scenario for metals and miscellaneous, Server)

Σενάριο διάθεσης για τα υπόλοιπα μέρη του διακομιστή. Η καρτέλα του φαίνεται τη συνέχεια.

Name	Image
Disposal, metals & misc., Server	

Status: None

Referring to assembly	Amount	Unit
Metals and Misc. of Server	1	p

Processes	Amount	Unit
(Insert line here)		

Waste scenarios	Percentage
Waste scenario for metals and Misc.	100 %
(Insert line here)	

7.3.3.12 Αποσυναρμολόγηση ελαφρού τερματικού (Disassembly of thin client)

Είναι η διάσπαση του ελαφρού τερματικό στα συστατικά του μέρη και ο τρόπος διάθεσης αυτών. Η καρτέλα του φαίνεται στη συνέχεια.

Name	Image
Disasembly of thin client	

Status: None

Referring to assembly	Amount	Unit
M_Thin_Client	1	p

Processes	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	M
(Insert line here)					

Separation of sub-assemblies

Disposal scenarios	Sub-assembly	Percentage
Disposal for electronics, Thin client	Electronics of thin client	100 %
Disposal for plastics, Thin client	Plastics of thin client	100 %
Disposal, metals & misc., Thin client	Metals and Misc. of thin client	100 %

Treatment of remaining waste

Waste scenarios	Percentage
Landfill of remaining waste	100 %

7.3.3.13 Αποσυναρμολόγηση επιτραπέζιου υπολογιστή (Disassembly of desktop)

Είναι η διάσπαση του επιτραπέζιου υπολογιστή στα συστατικά του μέρη και ο τρόπος διάθεσης αυτών. Η καρτέλα του φαίνεται στη συνέχεια.

Name	Image
Disassembly of desktop	

Status: None

Referring to assembly	Amount	Unit
M_Desktop_Pc	1	p

Processes	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SD	Min	M
(Insert line here)						

Separation of sub-assemblies

Disposal scenarios	Sub-assembly	Percentage
Disposal for electronics, Desktop	Electronics of Desktop Pc	100 %
Disposal for plastics, Desktop	Plastics of Desktop pc	100 %
Disposal, metals & misc., Desktop	Metals and Misc. of Desktop	100 %

Treatment of remaining waste

Waste scenarios	Percentage
Landfill of remaining waste	100 %

7.3.3.14 Αποσυναρμολόγηση διακομιστή (Disassembly of server)

Είναι η διάσπαση του διακομιστή στα συστατικά του μέρη και ο τρόπος διάθεσης αυτών. Η καρτέλα του φαίνεται στη συνέχεια.

Name	Image
Disassembly of Server	

Status: None

Referring to assembly	Amount	Unit
M_Server	1	p

Processes	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SD	Min
(Insert line here)					

Separation of sub-assemblies

Disposal scenarios	Sub-assembly	Percentage
Disposal for electronics, Server	Electronics of Server	100 %
Disposal for plastics, Server	Plastics of Server	100 %
Disposal, metals & misc., Server	Metals and Misc. of Server	100 %

Treatment of remaining waste

Waste scenarios	Percentage
Landfill of remaining waste	100 %

7.3.3.15 Σενάριο διάθεσης ελαφρού τερματικού (Disposal scenario, Thin client)

Είναι το τελικό σενάριο διάθεσης του ελαφρού τερματικού. Περιλαμβάνει την αποσυναρμολόγηση του ελαφρού τερματικού που περιγράφηκε προηγουμένως. Η καρτέλα του φαίνεται στη συνέχεια.

Name	Image
Disposal scenario, Thin client	

Status: None

Referring to assembly	Amount	Unit
M_Thin_Client	1	p

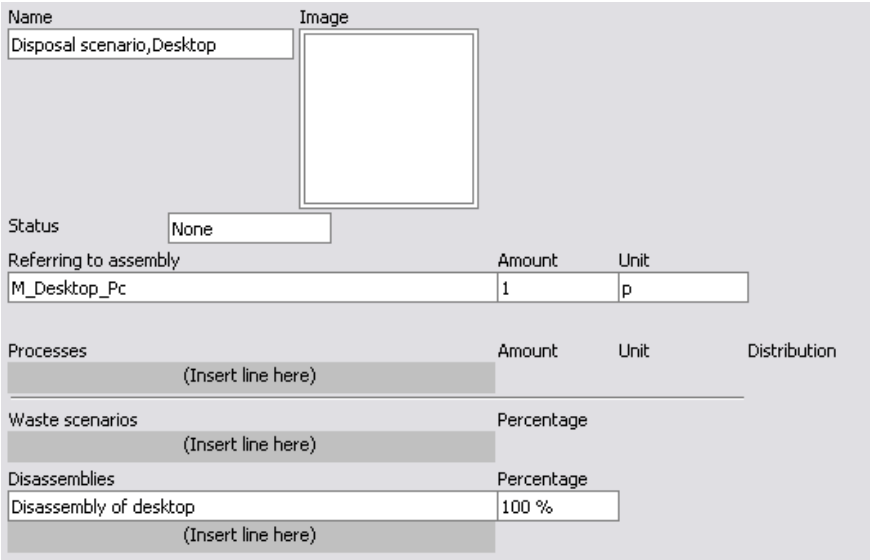
Processes	Amount	Unit	Distribution
(Insert line here)			

Waste scenarios	Percentage
(Insert line here)	

Disassemblies	Percentage
Disasembly of thin client	100 %
(Insert line here)	

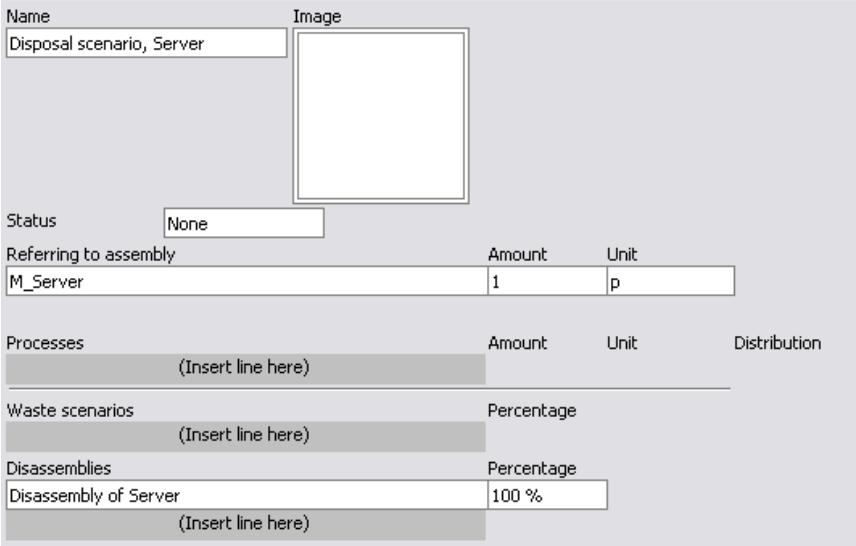
7.3.3.16 Σενάριο διάθεσης επιτραπέζιου υπολογιστή (Disposal scenario, Desktop)

Είναι το τελικό σενάριο διάθεσης του επιτραπέζιου υπολογιστή. Περιλαμβάνει την αποσυναρμολόγηση του επιτραπέζιου υπολογιστή που περιγράφηκε προηγουμένως. Η καρτέλα του φαίνεται στη συνέχεια.



7.3.3.17 Σενάριο διάθεσης διακομιστή (Disposal scenario, Server)

Είναι το τελικό σενάριο διάθεσης του διακομιστή. Περιλαμβάνει την αποσυναρμολόγηση του διακομιστή που περιγράφηκε προηγουμένως. Η καρτέλα του φαίνεται στη συνέχεια.



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΣΥΣΚΕΥΩΝ, ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ 40 ΕΠΙΤΡΑΠΕΖΙΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΥΠΟΔΟΜΗΣ ΕΙΚΟΝΙΚΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ, ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ SIMAPRO 7.2

Σε αυτό το κεφάλαιο θα περιγράψουμε ολόκληρο τον κύκλο ζωής των ηλεκτρονικών ειδών που θέλουμε να εξετάσουμε. Στον κύκλο ζωής άμεσα ή έμμεσα περιλαμβάνονται όλες οι μεταβλητές που έχουν περιγραφεί στα προηγούμενα κεφάλαια. Αφού δείξουμε τους κύκλους ζωής των προϊόντων μεμονωμένα θα συγκρίνουμε ως προς τις επιπτώσεις τα δύο συστήματα που μπορούν να εξυπηρετούσουν μια μικρομεσαία επιχείρηση. Δηλαδή σαράντα επιτραπέζιους υπολογιστές και σαράντα ελαφρά τερματικά που θα λειτουργούν εξαρτημένα από έναν διακομιστή.

8.1 Περιγραφή χρησιμοποιούμενων εφαρμογών

Πριν κάνουμε την ανάλυση του κύκλου ζωής κρίνεται απαραίτητο να περιγραφούν οι διαθέσιμες εφαρμογές που μπορούν να χρησιμοποιηθούν. Αυτές είναι :

- Μέθοδος αξιολόγησης επιπτώσεων (Impact assessment method)
- Δίκτυο απεικόνισης (Network)
- Δέντρο διαδικασιών (Process Tree)
- Ανάλυση (Analyse)
- Σύγκριση (Compare)

8.1.1 Μέθοδος αξιολόγησης επιπτώσεων

Για την αξιολόγηση των επιπτώσεων θα πρέπει να χρησιμοποιήσουμε μια μέθοδο (Impact Assessment Method). Αυτή η μέθοδος μπορεί να περιλαμβάνει τον χαρακτηρισμό (Characterization), την αξιολόγηση ζημιάς (Damage Assessment), την κανονικοποίηση (Normalization) και τη στάθμιση (Weighting). Πρόκειται στην πραγματικότητα για ένα εργαλείο με το οποίο μπορούμε να βγάλουμε συμπεράσματα για τις επιπτώσεις των εξεταζόμενων συσκευών και συστημάτων. Αν δεν πραγματοποιηθεί αυτή η αξιολόγηση η οποιαδήποτε εργασία τελεστεί, δε μπορεί να χαρακτηριστεί ανάλυση ή αξιολόγηση κύκλου ζωής παρά μόνο απογραφή κύκλου ζωής (Life Cycle Inventory). Υποχρεωτικό στάδιο της μεθόδου αξιολόγησης των επιπτώσεων είναι μόνο ο χαρακτηρισμός.

Η μέθοδος που θα χρησιμοποιήσουμε καλείται EuP Indicatoren και είναι η μοναδική διαθέσιμη προς χρήση για τα προϊόντα που χρησιμοποιούν ενέργεια (Energy Using Products). Επισημαίνεται πως το ο διεθνής οργανισμός τυποποίησης (ISO) αν και αναφέρει ότι είναι σημαντικό να χρησιμοποιηθεί ένα εργαλείο αξιολόγησης κύκλου ζωής, δεν υποστηρίζει ούτε προτείνει την δημιουργία μεθόδου αξιολόγησης. Αναφέρει απλώς κάποιες διευκρινιστικές λεπτομέρειες που πρέπει να ληφθούν υπόψη στην περίπτωση που κάποιος επιλέξει να προβεί στην εκτέλεση της συγκεκριμένης διαδικασίας. Είναι μια λειτουργία του προγράμματος SimaPro που ενώ, όπως αναφέρθηκε είναι χρήσιμη μπορεί να περιλαμβάνει υποκειμενικές παραδοχές ή μελέτες. Στο στάδιο της αξιολόγησης ζημιάς, για παράδειγμα, καλείται ο δημιουργός της μεθόδου να κρίνει και να αποτυπώσει ποσοτικά σε τι αναλογία επιβαρύνεται το περιβάλλον από τις εκπομπές ισοδύναμων στοιχείων διοξειδίου του άνθρακα και διοξειδίου του θείου. Πρόκειται για δυο κατηγορίες επιπτώσεων που συμβάλουν με τελείως διαφορετικό τρόπο στην περιβαλλοντική κατάσταση και κατ' επέκταση ποσοτικά είναι μη συγκρίσιμες. Υπάρχουν διάφοροι τρόποι να ξεπεραστεί αυτό το πρόβλημα αλλά επαναλαμβάνεται ότι το αποτέλεσμα είναι υποκειμενική επιλογή του δημιουργού, άσχετα με το αν εν τέλει αναγκαστικά βασίζεται σε κάποια στοιχεία.

8.1.2 Χαρακτηρισμός (Characterization)

Όπως έχει αναφερθεί και σε προηγούμενο κεφάλαιο, ο χαρακτηρισμός περιλαμβάνει την απόδοση μιας κατηγορίας επιπτώσεων σε μια εκπομπή ή απαίτηση ενός υλικού ή μιας διαδικασίας. Στην περίπτωση μας κι επειδή για τις επιπτώσεις των υλικών τέθηκαν ολιγάριθμες και ευρύτερες μεταβλητές, οι ίδιες αυτές αποτελούν και τις κατηγορίες επιπτώσεων. Στην καρτέλα που ακολουθεί φαίνεται ο χαρακτηρισμός των επιπτώσεων.

General | Characterisation | Damage assessment

Impact category	Unit
Energy, GER	MJ
Energy, electricity	MJ
Energy, feedstock	MJ
Water, processing	l
Water, cooling	l
Waste, hazardous	g
Waste, non hazardous	g
air, GWP	g
air, AD	g
air, VOC	g
air, POP	g
air, HM	g
air, PAH	g
air, PM	g
water, HM	g
water, EUP	g

Compartment	Subcompartment	Substance
Raw		Energy, GER

Προς αποφυγή περιττών επισυνάψεων αναφέρουμε ότι σε κάθε κατηγορία αντιστοιχεί η ομώνυμη επίπτωση που ορίστηκε στο κεφάλαιο 4.

8.1.3 Αξιολόγηση ζημιάς (Damage Assessment)

Στην αξιολόγηση ζημιάς κατηγοριοποιούμε τις κατηγορίες επιπτώσεων με βάση ένα χαρακτηριστικό τους. Βασικό ζήτημα της κίνησης αυτής είναι όλες οι επιπτώσεις της ίδιας κατηγορίας να μετρώνται στην ίδια μονάδα. Αυτός είναι ο λόγος που εκπομπές που ετέθησαν σε νανογραμμάρια ή χιλιοστογραμμάρια μετατράπηκαν σε γραμμάρια. Σε αυτό το σημείο πρέπει να τονιστεί ότι ενώ στο κεφάλαιο 4 οι επιπτώσεις μετρώνται με τη δικιά τους μονάδα, όλα τα δίκτυα απεικόνισης που θα φανούν στη συνέχεια και όλα τα διαγράμματα χαρακτηρισμού και αξιολόγησης επιπτώσεων χρησιμοποιούν τις μονάδες που φαίνονται στις καρτέλες της μεθόδου αξιολόγησης ζημιάς. Ένα άλλο θέμα που μπορεί να παρατηρήσει κανείς είναι ότι έχουμε τρεις διαφορετικές μονάδες μέτρησης κάτι που αποτελεί δέσμευση στην δημιουργία ομάδων (κατηγοριών ζημιάς). Σε κάθε κατηγορία φαίνονται οι επιπτώσεις μαζί με τον συντελεστή στάθμισης τους. Η σκοπιμότητα του είναι ανάλογη αυτής των συντελεστών στάθμισης των χημικών ενώσεων που αναλύσαμε νωρίτερα. Στην ακόλουθη καρτέλα φαίνεται η αξιολόγηση ζημιάς της κατηγορίας κατανάλωσης ενέργειας (Energy Consumption).

General | Characterisation | Damage assessment

Damage category	Unit
Energy Consumption	MJ
Water Consumption	l
Environmental Emissions	g

Impact category	Factor	Unit
Energy, GER	1	MJ / MJ
Energy, electricity	0	MJ / MJ
Energy, feedstock	0	MJ / MJ

Η κατανάλωση αφορά αποκλειστικά την κατανάλωση μικτής ενέργειας που όπως έχει προαναφερθεί περιλαμβάνει τις βοηθητικές παραμέτρους της ηλεκτρικής ενέργειας και της θερμιδικής αξίας πρώτων υλών και γι' αυτόν το λόγο οι συντελεστές στάθμισης των βοηθητικών παραμέτρων τίθενται μηδενικοί. Αν δεν γινόταν αυτό κάποια ποσά ενέργειας θα υπολογίζονταν δύο φορές.

Στη συνέχεια φαίνεται η καρτέλα της κατηγορίας κατανάλωσης νερού (Water Consumption).

General | Characterisation | Damage assessment

Damage category	Unit
Energy Consumption	MJ
Water Consumption	l
Environmental Emissions	g

Impact category	Factor	Unit
Water, processing	1	l / l
Water, cooling	1	l / l

Η κατανάλωση νερού θεωρείται ότι έχει την ίδια επίπτωση ανεξάρτητα από τον τρόπο χρήσης της. Η θερμική περιβαλλοντική επιβάρυνση που αναφέρθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο για το νερό ψύξης εκτός του ότι θεωρείται πολύ μικρή, δεν είναι βέβαιο ότι υφίσταται καν καθώς δεν είναι αναγκαίο το νερό αυτό να καταλήγει σε κάποιο ποτάμι ή λίμνη. Στη συνέχεια φαίνεται η καρτέλα με τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

General | Characterisation | Damage assessment

Damage category	Unit
Energy Consumption	MJ
Water Consumption	l
Environmental Emissions	g

Impact category	Factor	Unit
air, GWP	0,013	g / g
air, AD	0,3	g / g
air, VOC	0,05	g / g
air, POP	30000000	g / g
air, HM	1000	g / g
air, PM	0,1	g / g
water, HM	1000	g / g
water, EUP	0,3	g / g
air, PAH	1000	g / g

Οι συντελεστές στάθμισης προέκυψαν από επιστημονική δημοσίευση της Ευρωπαϊκής Επιτροπής για τα προϊόντα που χρησιμοποιούν ενέργεια (VHK for the European Commission, Methodology Study Eco-design of Energy-using Products, MEEUP, Project Report, 2005). Επαναλαμβάνεται ότι παρόλο που προέρχονται από επίσημες δημοσιεύσεις, δεν προκύπτει ότι καθ' οποιονδήποτε τρόπο, οι συγκεκριμένοι συντελεστές είναι δεδομένο ότι αντιπροσωπεύουν την πραγματική κατανομή της περιβαλλοντικής επιβάρυνσης.

Για τα υπόλοιπα τμήματα της συγκεκριμένης μεθόδου αξιολόγησης δεν υπάρχει σχετική βιβλιογραφία και η αυθαίρετη επιλογή συντελεστών θα ήταν άσκοπη, και καταλύτης στην εξαγωγή τουλάχιστον αβάσιμων αν όχι, λανθασμένων συμπερασμάτων. Κατ' επέκταση η διαδικασία της στάθμισης που αφορά τα τελικά σημεία για την δημιουργία μιας τελικής κατηγορίας (π.χ. Συγκεντρωτικές απαιτήσεις κι επιπτώσεις) καθώς και η ομαλοποίηση (Normalization) δεν θα υλοποιηθούν.

Στα διαγράμματα αξιολόγησης ζημιάς (Damage Assessment) και χαρακτηρισμού (Characterization) φαίνονται οι επιβαρύνσεις και τα περιβαλλοντικά κέρδη από κάθε στάδιο του κύκλου ζωής. Η απεικόνιση του κόστους έχει θετικό ποσοστό και εκτείνεται προς τα πάνω, ενώ το κέρδος έχει αρνητικό και εκτείνεται προς τα κάτω. Τα διαγράμματα έχουν όλα μέγιστο το 100 %. Εδώ εκφράζονται τα κόστη και κέρδη για τα στάδια κύκλου ζωής και κάθε στήλη έχει σαν σύνολο τον κύκλο ζωής συνολικά. Επίσης το 100 % δε σχετίζεται με αυτό του κύκλου ζωής και αποτελεί το συνολικό ποσοστό επιβάρυνσης ή κέρδους ανάλογα με το πιο

είναι μεγαλύτερο. Προφανώς πάντα το κόστος θα είναι μεγαλύτερο αφού το κέρδος προέρχεται από ποσοστιαία ανάκτηση των υλικών που ανακυκλώνονται των οποίων το κόστος απεικονίζεται στο ίδιο διάγραμμα. Η συνολική επιβάρυνση είναι το άθροισμα των επιμέρους επιβαρύνσεων από κάθε στάδιο. Είναι προφανές πως το ποσοστό κόστους κάθε σταδίου προκύπτει από την επιμερισμένη συνεισφορά του στο συνολικό. Το ποσοστό του κέρδους προκύπτει από το λόγο του κέρδους προς το κόστος. Μοναδική εξαίρεση αποτελούν τα διαγράμματα σύγκρισης, για τα οποία θα γίνει ειδική αναφορά στο τέλος του κεφαλαίου.

8.1.4 Δίκτυο απεικόνισης

Είναι η σχηματική απεικόνιση του κύκλου ζωής με γνώμονα διάφορες μεταβλητές. Με αυτό μπορούν να παρασταθούν και άλλες καταχωρήσεις εκτός του κύκλου ζωής όπως διαδικασίες (processes), τελικά προϊόντα (assemblies), σενάρια διάθεσης (disposal scenarios), αποσυναρμολογούμενα προϊόντα (disassemblies), και τρόποι διαχείρισης αποβλήτων (waste treatments). Δεν έγινε νωρίτερα, αν και θα μπορούσε σε κάποια από τις παραπάνω περιπτώσεις, διότι κρίθηκε άσκοπο αφού όλα τα παραπάνω θα φανούν συνολικά στην απεικόνιση του κύκλου ζωής.

Κάθε κουτί αντιστοιχεί σε μια από τις προηγούμενα περιγραφείσες καρτέλες. Κεντρικό κουτί είναι αυτό του κύκλου ζωής από το οποίο ξεκινούν ή στο οποίο καταλήγουν όλα τα υπόλοιπα κουτιά του γραφήματος. Απεικονίζεται με κίτρινο χρώμα. Με μπλε χρώμα φαίνονται κουτιά που αντιστοιχούν σε τελικά προϊόντα και υποπροϊόντα, με κόκκινο χρώμα απεικονίζονται αυτά που αντιστοιχούν σε σενάρια διάθεσης, με μωβ χρώμα αυτά που αντιστοιχούν σε αποσυναρμολογήσεις προϊόντων και με γκρι αυτά που αντιστοιχούν σε διεργασίες ή υλικά.

Οι κόκκινες γραμμές εκφράζουν περιβαλλοντική επιβάρυνση του κουτιού από το οποίο ξεκινούν και οι πράσινες περιβαλλοντική συνεισφορά. Για τις πράσινες γραμμές αυτό αποδεικνύεται και από το αρνητικό πρόσημο του ποσού του εκπεφρασμένου μεγέθους στο αντίστοιχο κουτί.

Η ιεραρχία των διαδικασιών, που απεικονίζονται με τα κουτιά, είναι ανάλογη του ύψους στο οποίο βρίσκονται. Για παράδειγμα τα υποπροϊόντα είναι στο ίδιο ύψος μεταξύ τους και πάντα χαμηλότερα από το τελικό προϊόν στο οποίο από κοινού ανήκουν. Τα τελικά προϊόντα μαζί με τη χρήση ενέργειας και το σενάριο διάθεσης είναι στο ίδιο ύψος και όλα κάτω από το κουτί του κύκλου ζωής.

Το ίδιο μπορεί να φανεί από τις καρτέλες που περιγράφηκαν. Σε κάθε καρτέλα διαδικασίας ή υλικού, η ίδια ή το ίδιο, θα είναι πάνω από τις άλλες διαδικασίες ή υλικά που περιλαμβάνονται σε αυτά.

Κάθε κουτί έχει ως τιμή της μεταβλητής που εξετάζεται στο συγκεκριμένο δίκτυο (π.χ. κατανάλωση ενέργειας), το αλγεβρικό άθροισμα των τιμών των κουτιών που βρίσκονται ακριβώς από κάτω του και ταυτόχρονα συνδέονται με αυτό απ' ευθείας. Προφανώς ισχύει το ίδιο για τις τιμές των μεγεθών και τα ποσοστά ακόμα και αν αυτά είναι αρνητικά. Αν κάποιο κουτί είναι κάτω από κάποιο άλλο και δεν συνδέεται άμεσα με αυτό, τότε το ποσό που αντιστοιχεί στο πρώτο, αποτελεί μέρος του αθροίσματος που σαν τελικό αποτέλεσμα δίνει ένα από τα προστιθέμενα μεγέθη που συμμετέχουν στον καθορισμό του αθροίσματος της τιμής του τελευταίου.

8.1.5 Δέντρο διαδικασιών

Είναι η ίδια απεικόνιση με το δίκτυο με τη μόνη διαφορά ότι δεν μπορεί να περιλαμβάνει κύκλους μέσα στο διάγραμμα όπως για παράδειγμα υλικά που επαναχρησιμοποιούνται και ένα μέρος τους επιστρέφει στη διαδικασία παραγωγής. Ταυτόχρονα κανένα κουτί που αντιστοιχεί σε συγκεκριμένη διαδικασία ή υλικό, δεν παρουσιάζεται δύο φορές στο ίδιο διάγραμμα. Ως εκ τούτου δεν θα παρουσιαστούν δέντρα διαδικασιών στην ανάλυση που θα πραγματοποιηθεί αφού αποτελούν εκτενέστερη εκδοχή του αντίστοιχου δικτύου απεικόνισης. Περιλαμβάνουν δηλαδή πολλαπλά κουτιά που αντιστοιχούν στην ίδια περίπτωση κι επιπροσθέτως δεν καταδεικνύεται η σύνδεση διαφορετικών σταδίων του κύκλου ζωής, όπως του σταδίου διάθεσης και του σταδίου παραγωγής, όπου μέρος των ανακυκλούμενων υλικών αφαιρείται από την παραγωγική διαδικασία.

8.1.6 Ανάλυση

Η ανάλυση περιλαμβάνει την αξιολόγηση των επιπτώσεων του εκάστοτε εξεταζόμενου είδους ανά κατηγορία επιπτώσεων. Σε αυτή χρησιμοποιείται η μέθοδος αξιολόγησης που ορίστηκε παραπάνω και περιλαμβάνει τα διαγράμματα χαρακτηρισμού και αξιολόγησης ζημιάς.

8.1.7 Σύγκριση

Η σύγκριση είναι η ίδια διαδικασία με την αξιολόγηση αλλά εφαρμόζεται για δύο ή περισσότερα είδη και συγκρίνονται μεταξύ τους ανά κατηγορία επιπτώσεων ή επίπτωση.

8.2 Ανάλυση κύκλου ζωής ελαφρού τερματικού

Η συνολική κατανάλωση ενέργειας του ελαφρού τερματικού σε ένα διάστημα πέντε ετών έχει υπολογιστεί στο προηγούμενο κεφάλαιο και είναι :

$$K_{o\lambda} = 43.891{,}2 = 219.456\ Wh$$

Στη συνέχεια δίνεται η καρτέλα του κύκλου ζωής του.

Name	Image
Thin client life cycle	

Status	None

Assembly	Amount	Unit	Distribution
M_Thin_Client	1	p	Undefined

Processes	Amount	Unit	Distribution
Electricity mak	219,456	kWh	Undefined
(Insert line here)			

Waste/Disposal scenario
Disposal scenario, Thin client

Additional life cycles	Number	Distribution
(Insert line here)		

Η καρτέλα δείχνει ότι ο κύκλος ζωής του ελαφρού τερματικού περιλαμβάνει ένα τελικό προϊόν στο ποίο περιλαμβάνονται όλες οι διαδικασίες που λαμβάνουν χώρα για να προκύψει αυτό, χρήση ηλεκτρικής ενέργειας ίση με αυτή που καταναλώνεται από αυτό σε διάστημα πέντε ετών και το σύνολο των διαδικασιών που περιλαμβάνονται στο σενάριο τελικής του διάθεσης.

8.2.1 Δίκτυα απεικόνισης και αξιολόγηση κύκλου ζωής ελαφρού τερματικού

Στο δίκτυο απεικόνισης ουσιαστικά παρουσιάζεται σχηματικά ο κύκλος ζωής της ηλεκτρονικής συσκευή.

Για την κατανόηση του δικτύου απεικόνισης παρατίθεται ένα αριθμητικό παράδειγμα που αφορά την απεικόνιση της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας (Energy Consumption) του ελαφρού τερματικού όπως αυτή φαίνεται στα σχήματα 1/1 – 1/4. Επειδή η κατανάλωση μικτής ενέργειας περιλαμβάνει τις βοηθητικές παραμέτρους της ηλεκτρικής ενέργειας και

θερμιδικής αξίας πρώτων υλών, η συνολική κατανάλωση ενέργειας ταυτίζεται με την κατανάλωση μικτής ενέργειας (Energy, GER). Έχουμε τις εξής τιμές :

- Thin client life cycle (κύκλος ζωής): 3140 MJ (100%)
- M Thin client (τελικό προϊόν) : 903 MJ (28,7%)
- Electricity (διαδικασία) : 2300 MJ (73,4%)
- Disposal scenario, Thin client (σενάριο διάθεσης): - 65,9 MJ (-2,1%)

Αυτό σημαίνει ότι για την παραγωγή του ελαφρού τερματικού έχουμε κατανάλωση ενέργειας 903 MJ, για τη λειτουργία του για διάστημα πέντε ετών έχουμε κατανάλωση 2300 MJ, και από τη διάθεση του κερδίζουμε 65,9 MJ. Έτσι έχουμε κατανάλωση ενέργειας

$$Κατανάλωση\ ενέργειας = 903 + 2300 = 3203\ MJ$$

και από τη διάθεση του έχουμε κέρδος 65,9 MJ. Συνολικά λοιπόν για όλο τον κύκλο ζωής του έχουμε δαπάνη ενέργειας

$$Συνολική\ δαπάνη\ ενέργειας = 3.203 - 65{,}9 = 3137{,}1\ MJ$$

με τη μικρή απόκλιση (0,09 %) να οφείλεται σε στρογγυλοποιήσεις που κάνει το πρόγραμμα στη γραφική απεικόνιση.

Για τον χαρακτηρισμό του ελαφρού τερματικού, όπως αναφέρθηκε νωρίτερα έχουμε ότι το ποσοστό του κέρδους προκύπτει από το λόγο του κέρδους προς το κόστος.

Έτσι στο προηγούμενο παράδειγμα είναι

$$Ποσοστό\ κέρδους = \frac{-65{,}9}{3137{,}1} = -0{,}021007 = -2{,}1\%$$

για την κατηγορία κατανάλωση μικτής ενέργειας. Υπενθυμίζεται πως το 100 % του κόστους αντιστοιχεί στο συνολικό κόστος και όχι στο καθαρό κόστος όπως συνέβαινε στο δίκτυο απεικόνισης. Αντίστοιχα ισχύουν και στην καρτέλα της αξιολόγησης ζημιάς (Damage Assessment) αλλά σε αυτή φαίνονται οι κατηγορίες επιπτώσεων και όχι οι επιπτώσεις.

Στη συνέχεια θα ακολουθήσουν μια σειρά σχημάτων στα οποία θα φαίνονται τα σημαντικότερα από τα δίκτυα απεικόνισης για κάθε μια επίπτωση καθώς και τα διαγράμματα αξιολόγησης επιπτώσεων. Το διάγραμμα που αποτυπώνει τις εκπομπές ισοδύναμων στοιχείων διοξειδίου του άνθρακα καλείται και απεικόνιση αποτυπώματος άνθρακα (Carbon Footprint) της συγκεκριμένης συσκευής και αποτελεί εξαιρετικά συχνά χρησιμοποιούμενη παράμετρο περιγραφής περιβαλλοντικών επιπτώσεων παγκοσμίως.

Συνολική κατανάλωση ενέργειας, κύκλου ζωής ελαφρού τερματικού. Σχήμα 1/1

Συνολική κατανάλωση ενέργειας, κύκλου ζωής ελαφρού τερματικού. Σχήμα 1/2

Συνολική κατανάλωση ενέργειας, κύκλου ζωής ελαφρού τερματικού. Σχήμα 1/3

Συνολική περιβαλλοντική επιβάρυνση, κύκλου ζωής ελαφρού τερματικού. Σχήμα 2/1

Συνολική περιβαλλοντική επιβάρυνση, κύκλου ζωής ελαφρού τερματικού. Σχήμα 2/2

Συνολική περιβαλλοντική επιβάρυνση, κύκλου ζωής ελαφρού τερματικού. Σχήμα 2/3

Συνολική κατανάλωση νερού, κύκλου ζωής ελαφρού τερματικού. Σχήμα 3/1

Συνολική κατανάλωση νερού, κύκλου ζωής ελαφρού τερματικού. Σχήμα 3/2

Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, κύκλου ζωής ελαφρού τερματικού. Σχήμα 4/1

Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, κύκλου ζωής ελαφρού τερματικού. Σχήμα 4/2

Εκπομπές ισοδύναμων στοιχείων διοξειδίου του άνθρακα, κύκλου ζωής ελαφρού τερματικού. Σχήμα 5/1

Εκπομπές ισοδύναμων στοιχείων διοξειδίου του άνθρακα, κύκλου ζωής ελαφρού τερματικού. Σχήμα 5/2

Εκπομπές ισοδύναμων στοιχείων διοξειδίου του άνθρακα, κύκλου ζωής ελαφρού τερματικού. Σχήμα 5/3

Χαρακτηρισμός απαιτήσεων κι επιπτώσεων, κύκλου ζωής ελαφρού τερματικού. Σχήμα 6

Αξιολόγηση ζημιάς κατηγοριών απαιτήσεων κι επιπτώσεων, κύκλου ζωής ελαφρού τερματικού. Σχήμα 7

8.3 Ανάλυση κύκλου ζωής επιτραπέζιου υπολογιστή

Η συνολική κατανάλωση ενέργειας του επιτραπέζιου υπολογιστή σε ένα διάστημα πέντε ετών έχει υπολογιστεί σε προηγούμενο κεφάλαιο και είναι :

$$K_{o\lambda} = 956.955\ Wh = 956{,}955\ kWh$$

Στη συνέχεια δίνεται η καρτέλα του κύκλου ζωής του.

Name	Image
Desktop Pc life cycle	

Status	None

Assembly	Amount	Unit
M_Desktop_Pc	1	p

Processes	Amount	Unit
Electricity mak	956,955	kWh
(Insert line here)		

Waste/Disposal scenario
Disposal scenario,Desktop

Additional life cycles	Number
(Insert line here)	

Η καρτέλα δείχνει ότι ο κύκλος ζωής του επιτραπέζιου υπολογιστή περιλαμβάνει ένα τελικό προϊόν στο ποίο περιλαμβάνονται όλες οι διαδικασίες που λαμβάνουν χώρα για να προκύψει αυτό, χρήση ηλεκτρικής ενέργειας ίση με αυτή που καταναλώνεται από αυτόν σε διάστημα πέντε ετών και το σύνολο των διαδικασιών που περιλαμβάνονται στο σενάριο τελικής του διάθεσης.

8.3.1 Δίκτυα απεικόνισης και αξιολόγηση κύκλου ζωής επιτραπέζιου υπολογιστή

Στα δίκτυα απεικόνισης παρουσιάζεται, όπως ακριβώς και στην περίπτωση του ελαφρού τερματικού, ο κύκλος ζωής του επιτραπέζιου υπολογιστή.

Στη συνέχεια θα ακολουθήσουν μια σειρά σχημάτων στα οποία θα φαίνονται τα δίκτυα απεικόνισης για τις ίδιες επιπτώσεις με την περίπτωση του ελαφρού τερματικού καθώς και τα διαγράμματα αξιολόγησης επιπτώσεων.

Συνολική κατανάλωση ενέργειας, κύκλου ζωής επιτραπέζιου υπολογιστή. Σχήμα 8/1

Συνολική κατανάλωση ενέργειας, κύκλου ζωής επιτραπέζιου υπολογιστή. Σχήμα 8/2

Συνολική κατανάλωση ενέργειας, κύκλου ζωής επιτραπέζιου υπολογιστή. Σχήμα 8/3

Συνολική κατανάλωση ενέργειας, κύκλου ζωής επιτραπέζιου υπολογιστή. Σχήμα 8/4

Συνολική περιβαλλοντική επιβάρυνση, κύκλου ζωής επιτραπέζιου υπολογιστή. Σχήμα 9/1

Συνολική περιβαλλοντική επιβάρυνση, κύκλου ζωής επιτραπέζιου υπολογιστή. Σχήμα 9/2

Συνολική περιβαλλοντική επιβάρυνση, κύκλου ζωής επιτραπέζιου υπολογιστή. Σχήμα 9/3

Συνολική περιβαλλοντική επιβάρυνση, κύκλου ζωής επιτραπέζιου υπολογιστή. Σχήμα 9/4

Συνολική κατανάλωση νερού, κύκλου ζωής επιτραπέζιου υπολογιστή. Σχήμα 10/1

Συνολική κατανάλωση νερού, κύκλου ζωής επιτραπέζιου υπολογιστή. Σχήμα 10/2

Συνολική κατανάλωση νερού, κύκλου ζωής επιτραπέζιου υπολογιστή. Σχήμα 10/3

Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, κύκλου ζωής επιτραπέζιου υπολογιστή. Σχήμα 11/1

Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, κύκλου ζωής επιτραπέζιου υπολογιστή. Σχήμα 11/2

Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, κύκλου ζωής επιτραπέζιου υπολογιστή. Σχήμα 11/3

Εκπομπές ισοδύναμων στοιχείων διοξειδίου του άνθρακα, κύκλου ζωής επιτραπέζιου υπολογιστή. Σχήμα 12/1

Εκπομπές ισοδύναμων στοιχείων διοξειδίου του άνθρακα, κύκλου ζωής επιτραπέζιου υπολογιστή. Σχήμα 12/2

Εκπομπές ισοδύναμων στοιχείων διοξειδίου του άνθρακα, κύκλου ζωής επιτραπέζιου υπολογιστή. Σχήμα 12/3

Εκπομπές ισοδύναμων στοιχείων διοξειδίου του άνθρακα, κύκλου ζωής επιτραπέζιου υπολογιστή. Σχήμα 12/4

Χαρακτηρισμός απαιτήσεων κι επιπτώσεων, κύκλου ζωής επιτραπέζιου υπολογιστή. Σχήμα 13

Αξιολόγηση ζημιάς κατηγοριών απαιτήσεων κι επιπτώσεων, κύκλου ζωής επιτραπέζιου υπολογιστή. Σχήμα 14

8.4 Ανάλυση κύκλου ζωής συστήματος σαράντα επιτραπέζιων υπολογιστών

Η συνολική κατανάλωση ενέργειας του συστήματος αυτού, στο διάστημα των πέντε ετών είναι :

$$K_{o\lambda} = 956.955 \cdot 40 = 38.278.200\ Wh = 38.278{,}2\ kWh$$

Στη συνέχεια δίνεται η καρτέλα του κύκλου ζωής του.

Name: Single Infrastructure life cycle

Image

Status: None

Assembly	Amount	Unit	Distribution
M_Desktop_Pc	40	p	Undefined

Processes	Amount	Unit	Distribution
Electricity mak	38278,2	kWh	Undefined
(Insert line here)			

Waste/Disposal scenario: Disposal scenario,Desktop

Additional life cycles	Number	Distribution
(Insert line here)		

Η καρτέλα δείχνει ότι ο κύκλος ζωής του συστήματος περιλαμβάνει σαράντα επιτραπέζιους υπολογιστές, χρήση ηλεκτρικής ενέργειας ίση με αυτή που καταναλώνεται από αυτούς σε διάστημα πέντε ετών και το σύνολο των διαδικασιών που περιλαμβάνονται στο σενάριο τελικής τους διάθεσης.

8.4.1 Δίκτυα απεικόνισης και αξιολόγηση κύκλου ζωής συστήματος σαράντα επιτραπέζιων υπολογιστών

Στο δίκτυο απεικόνισης παρουσιάζεται όπως ακριβώς και στις προηγούμενες περιπτώσεις ο κύκλος ζωής του συστήματος αυτού.

Στη συνέχεια θα ακολουθήσουν μια σειρά σχημάτων στα οποία θα φαίνονται τα δίκτυα απεικόνισης για κάθε μια επίπτωση κι απαίτηση, καθώς και τα διαγράμματα αξιολόγησης επιπτώσεων.

Συνολική κατανάλωση ενέργειας, κύκλου ζωής συστήματος σαράντα επιτραπέζιων υπολογιστών. Σχήμα 15/1

Συνολική κατανάλωση ενέργειας, κύκλου ζωής συστήματος σαράντα επιτραπέζιων υπολογιστών. Σχήμα 15/2

Συνολική κατανάλωση ενέργειας, κύκλου ζωής συστήματος σαράντα επιτραπέζιων υπολογιστών. Σχήμα 15/3

Συνολική κατανάλωση ενέργειας, κύκλου ζωής συστήματος σαράντα επιτραπέζιων υπολογιστών. Σχήμα 15/4

Συνολική περιβαλλοντική επιβάρυνση, κύκλου ζωής συστήματος σαράντα επιτραπέζιων υπολογιστών. Σχήμα 16/1

Συνολική περιβαλλοντική επιβάρυνση, κύκλου ζωής συστήματος σαράντα επιτραπέζιων υπολογιστών. Σχήμα 16/2

Συνολική περιβαλλοντική επιβάρυνση, κύκλου ζωής συστήματος σαράντα επιτραπέζιων υπολογιστών. Σχήμα 16/3

Συνολική περιβαλλοντική επιβάρυνση, κύκλου ζωής συστήματος σαράντα επιτραπέζιων υπολογιστών. Σχήμα 16/4

Συνολική κατανάλωση νερού, κύκλου ζωής συστήματος σαράντα επιτραπέζιων υπολογιστών. Σχήμα 17/1

Συνολική κατανάλωση νερού, κύκλου ζωής συστήματος σαράντα επιτραπέζιων υπολογιστών. Σχήμα 17/2

Συνολική κατανάλωση νερού, κύκλου ζωής συστήματος σαράντα επιτραπέζιων υπολογιστών. Σχήμα 17/3

Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, κύκλου ζωής συστήματος σαράντα επιτραπέζιων υπολογιστών. Σχήμα 18/1

Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, κύκλου ζωής συστήματος σαράντα επιτραπέζιων υπολογιστών. Σχήμα 18/2

Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, κύκλου ζωής συστήματος σαράντα επιτραπέζιων υπολογιστών. Σχήμα 18/3

Εκπομπές ισοδύναμων στοιχείων διοξειδίου του άνθρακα, κύκλου ζωής συστήματος σαράντα επιτραπέζιων υπολογιστών. Σχήμα 19/1

Εκπομπές ισοδύναμων στοιχείων διοξειδίου του άνθρακα, κύκλου ζωής συστήματος σαράντα επιτραπέζιων υπολογιστών. Σχήμα 19/2

Εκπομπές ισοδύναμων στοιχείων διοξειδίου του άνθρακα, κύκλου ζωής συστήματος σαράντα επιτραπέζιων υπολογιστών. Σχήμα 19/3

Εκπομπές ισοδύναμων στοιχείων διοξειδίου του άνθρακα, κύκλου ζωής συστήματος σαράντα επιτραπέζιων υπολογιστών. Σχήμα 19/4

Χαρακτηρισμός απαιτήσεων κι επιπτώσεων, κύκλου ζωής συστήματος σαράντα επιτραπέζιων υπολογιστών. Σχήμα 20

Αξιολόγηση ζημιάς κατηγοριών απαιτήσεων κι επιπτώσεων, κύκλου ζωής συστήματος σαράντα επιτραπέζιων υπολογιστών. Σχήμα 21

8.5 Ανάλυση κύκλου ζωής υποδομής εικονικής επιφάνειας εργασίας

Η συνολική κατανάλωση ενέργειας της υποδομής εικονικής επιφάνειας εργασίας σε ένα διάστημα πέντε ετών είναι :

$$K_{o\lambda} = 40 \cdot 219.456 + 9.709.092 = 8.778.240 + 9.709.092 = 18.487.332\ Wh$$
$$= 18.487{,}332\ kWh$$

Στη συνέχεια δίνεται η καρτέλα του κύκλου ζωής της.

Name	Image
VDI life cycle	

Status: None

Assembly	Amount	Unit	Distribution
M_Thin_Client	40	p	Undefined

Processes	Amount	Unit	Distribution
Electricity mak	8778,24	kWh	Undefined
(Insert line here)			

Waste/Disposal scenario: Disposal scenario, Thin client

Additional life cycles	Number	Distribution
Server life cycle	1	Undefined
(Insert line here)		

Η καρτέλα δείχνει ότι ο κύκλος ζωής της υποδομής εικονικής επιφάνειας εργασίας περιλαμβάνει σαράντα ελαφρά τερματικά, την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργεια από αυτά, σε διάστημα πέντε ετών, και το σύνολο των διαδικασιών που περιλαμβάνονται στο σενάριο τελικής τους διάθεσης. Επιπρόσθετα περιλαμβάνεται ο κύκλος ζωής ενός διακομιστή στον οποίο περιέχεται η δική του κατανάλωση ενέργειας στο διάστημα της πενταετίας, το τελικό προϊόν καθώς και το σενάριο τελικής του διάθεσης.

8.5.1 Δίκτυα απεικόνισης και αξιολόγηση κύκλου ζωής υποδομής εικονικής επιφάνειας εργασίας

Τα δίκτυα απεικόνισης καθώς και τα διαγράμματα αξιολόγησης επιπτώσεων της υποδομής εικονικής επιφάνειας εργασίας φαίνονται στη συνέχεια.

Συνολική κατανάλωση ενέργειας, κύκλου ζωής υποδομής εικονικής επιφάνειας εργασίας. Σχήμα 22/1

Συνολική κατανάλωση ενέργειας, κύκλου ζωής υποδομής εικονικής επιφάνειας εργασίας. Σχήμα 22/2

Συνολική κατανάλωση ενέργειας, κύκλου ζωής υποδομής εικονικής επιφάνειας εργασίας. Σχήμα 22/3

Συνολική περιβαλλοντική επιβάρυνση, κύκλου ζωής υποδομής εικονικής επιφάνειας εργασίας. Σχήμα 23/1

Συνολική περιβαλλοντική επιβάρυνση, κύκλου ζωής υποδομής εικονικής επιφάνειας εργασίας. Σχήμα 23/2

Συνολική περιβαλλοντική επιβάρυνση, κύκλου ζωής υποδομής εικονικής επιφάνειας εργασίας. Σχήμα 23/3

Συνολική κατανάλωση νερού, κύκλου ζωής υποδομής εικονικής επιφάνειας εργασίας. Σχήμα 24/1

Συνολική κατανάλωση νερού, κύκλου ζωής υποδομής εικονικής επιφάνειας εργασίας. Σχήμα 24/2

Συνολική κατανάλωση νερού, κύκλου ζωής υποδομής εικονικής επιφάνειας εργασίας. Σχήμα 24/3

Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, κύκλου ζωής υποδομής εικονικής επιφάνειας εργασίας. Σχήμα 25/1

Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, κύκλου ζωής υποδομής εικονικής επιφάνειας εργασίας. Σχήμα 25/2

Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, κύκλου ζωής υποδομής εικονικής επιφάνειας εργασίας. Σχήμα 25/3

Εκπομπές ισοδύναμων στοιχείων διοξειδίου του άνθρακα, κύκλου ζωής υποδομής εικονικής επιφάνειας εργασίας. Σχήμα 26/1

Εκπομπές ισοδύναμων στοιχείων διοξειδίου του άνθρακα, κύκλου ζωής υποδομής εικονικής επιφάνειας εργασίας. Σχήμα 26/2

Εκπομπές ισοδύναμων στοιχείων διοξειδίου του άνθρακα, κύκλου ζωής υποδομής εικονικής επιφάνειας εργασίας. Σχήμα 26/3

Εκπομπές ισοδύναμων στοιχείων διοξειδίου του άνθρακα, κύκλου ζωής υποδομής εικονικής επιφάνειας εργασίας. Σχήμα 26/4

Χαρακτηρισμός απαιτήσεων κι επιπτώσεων, κύκλου ζωής υποδομής εικονικής επιφάνειας εργασίας. Σχήμα 27

Αξιολόγηση ζημιάς κατηγοριών απαιτήσεων κι επιπτώσεων, κύκλου ζωής υποδομής εικονικής επιφάνειας εργασίας. Σχήμα 28

Τα διαγράμματα και δίκτυα απεικόνισης του διακομιστή δεν παρουσιάστηκαν διότι είναι της ίδιας μορφής με αυτά του επιτραπέζιου υπολογιστή και στις τιμές έχει προστεθεί ένα επιπλέον ποσοστό 50 %.

8.6 Σύγκριση απαιτήσεων κι επιπτώσεων συστήματος σαράντα επιτραπέζιων υπολογιστών και υποδομής εικονικής επιφάνειας εργασίας.

Στο σημείο αυτό θα γίνει σύγκριση των δύο υποδομών με χρήση των διαγραμμάτων χαρακτηρισμού και αξιολόγησης ζημιάς δηλαδή με βάση κάθε μια απαίτηση, επίπτωση και κατηγορία αυτών. Τα ακόλουθα δύο διαγράμματα αποτελούν τα σημαντικότερα όλων που περιλαμβάνονται στην παρούσα εργασία αφού σε αυτά παρουσιάζονται στοιχεία που εξυπηρετούν τον αρχικά τεθέντα στόχο. Σε αυτά, τα μεγέθη είναι ποσοστιαία με αποτέλεσμα κάθε επίπτωση, απαίτηση ή κατηγορία αυτών να είναι ανεξάρτητη από τις υπόλοιπες. Συνεπώς κάθε στήλη μπορεί να συγκριθεί αποκλειστικά με τη στήλη που εντάσσεται στην ίδια κατηγορία με αυτή και με καμία άλλη. Η λεπτομέρεια αυτή θα επεξηγηθεί στη συνέχεια.

Σύγκριση συστήματος σαράντα επιτραπέζιων υπολογιστών και υποδομής εικονικής επιφάνειας εργασίας. Διάγραμμα χαρακτηρισμού. Σχήμα 29

Σύγκριση συστήματος σαράντα επιτραπέζιων υπολογιστών και υποδομής εικονικής επιφάνειας εργασίας. Διάγραμμα αξιολόγησης ζημιάς. Σχήμα 30

8.7 Ερμηνεία των διαγραμμάτων χαρακτηρισμού και αξιολόγησης ζημιάς

Όπως βλέπουμε στο διάγραμμα χαρακτηρισμού, το σύστημα των σαράντα υπολογιστών έχει σημαντικά μεγαλύτερη περιβαλλοντική επιβάρυνση καθώς κι απαιτήσεις ενέργειας και νερού. Μοναδική εξαίρεση αποτελεί η κατηγορία του ευτροφισμού των υδάτων όπου η υποδομή εικονικής επιφάνειας εργασίας έχει μεγαλύτερη επιβάρυνση. Όσον αφορά την υποδομή αυτή, στο σύνολο των εκπομπών ισοδύναμων στοιχείων φωσφορικού άλατος (PO_4 eq.) με τα οποία μετράται ο ευτροφισμός, συνεισφέρει κατά 74% η διαδικασία επιμετάλλωσης χαλκού, νικελίου και χρωμίου (Cu/Ni/Cr plating) που περιλαμβάνεται στις διαδικασίες μόνο των ελαφρών τερματικών. Ταυτόχρονα παρατηρούμε πως σε όλες τις κατηγορίες, εκτός του ευτροφισμού και των βαρέων μετάλλων στο περιβάλλον, η υποδομή εικονικής επιφάνειας εργασίας έχει λιγότερες από τις μισές επιπτώσεις κι απαιτήσεις εν συγκρίσει με αυτές του συστήματος σαράντα επιτραπέζιων υπολογιστών.

Αντίστοιχα συμπεράσματα εξάγουμε και από την παρατήρηση του διαγράμματος αξιολόγησης ζημιάς. Στην κατηγορία της ολικής κατανάλωσης ενέργειας περιλαμβάνεται η μικτή καταναλισκόμενη ενέργεια μόνο και κατ' επέκταση δεν υπάρχει κάτι να προστεθεί. Στην κατηγορία κατανάλωσης νερού βλέπουμε την σύγκριση της συνολικής κατανάλωσης νερού που χρησιμοποιείται στις διάφορες διεργασίες και για ψύξη. Στην κατηγορία των περιβαλλοντικών επιπτώσεων βλέπουμε ένα συνολικό περιβαλλοντικό κόστος όπως αυτό, επιμερισμένα από κάθε επίπτωση, προκύπτει λαμβάνοντας υπ' όψιν τον αντίστοιχο συντελεστή ζημιάς προς το περιβάλλον, όπως αυτοί ορίστηκαν στην μέθοδο αξιολόγησης επιπτώσεων. Σε κάθε μια από τις τρεις κατηγορίες παρατηρούμε πως η υποδομή εικονικής επιφάνειας εργασίας έχει λιγότερες από τις μισές απαιτήσεις κι επιπτώσεις, εν συγκρίσει με το σύστημα σαράντα επιτραπέζιων υπολογιστών.

Στο κεφάλαιο 3 έγινε μια αναφορά στον χαρακτηρισμό, την αξιολόγηση ζημιάς και στην κανονικοποίηση. Οι έννοιες του χαρακτηρισμού και της αξιολόγησης ζημιάς, αφορούν αποκλειστικά την αξιολόγηση και όχι την ανάλυση κύκλου ζωής η οποία πραγματοποιείται μέσω των δικτύων απεικόνισης και δέντρων διαδικασιών. Στα διαγράμματα χαρακτηρισμού και αξιολόγησης ζημιάς φαίνονται κάποιες στήλες που απεικονίζουν ένα ποσοστιαίο μέγεθος ανάλογα με την απαίτηση, επίπτωση ή κατηγορία αυτών, στην οποία αναφέρονται.

Τα συμπεράσματα που προκύπτουν από τα συγκεκριμένα διαγράμματα, είναι σε κάθε περίπτωση απόρροια μιας σύγκρισης τιμών. Αφ' ενός, της σύγκρισης δύο κύκλων ζωής στην περίπτωση που έχουμε τα δύο συστήματα, και αφ' ετέρου της σύγκρισης των σταδίων του

ίδιου κύκλου ζωής όταν έχουμε μόνο ένα σύστημα. Αυτό το γεγονός προκύπτει από τη φύση των διαγραμμάτων αυτών να απεικονίζουν μόνο ποσοστιαία μεγέθη. Απαιτείται λοιπόν προσοχή στην ερμηνεία διότι, πάντοτε στη σύγκριση μεταξύ κύκλων ζωής το 100% θα αντιστοιχεί σε αυτόν που έχει τις μεγαλύτερες απαιτήσεις ή επιπτώσεις εκ των δύο. Συνεπώς το κέρδος μεταξύ δύο συγκρινόμενων κύκλων ζωής, σε μια κατηγορία είναι άμεση συνάρτηση του κύκλου ζωής με την μεγαλύτερη περιβαλλοντική επιβάρυνση. Κατά τη διαδικασία της δημιουργίας της μεθόδου αξιολόγησης επιπτώσεων, αναζητήθηκε μια φόρμουλα, σύμφωνα με την οποία διαφορετικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις θα μπορούσαν να συγκριθούν μεταξύ τους και στη συνέχεια να ομαδοποιηθούν προκειμένου να αποτελέσουν τρεις κατηγορίες περιβαλλοντικής επιβάρυνσης, συνεισφέροντας σε αυτή που ανήκουν, ανάλογα με τη σημαντικότητα τους.

Η δημιουργία λοιπόν του διαγράμματος αξιολόγησης ζημιάς εξυπηρετεί τη σκοπιμότητα της γενικής έποψης των μελετώμενων μεγεθών που αδυνατεί να πραγματοποιηθεί από το διάγραμμα χαρακτηρισμού, στο οποίο όπως αναφέρθηκε καμία στήλη δεν μπορεί να συγκριθεί με κάποια που βρίσκεται σε διαφορετική κατηγορία.

Για την απόδειξη των ανωτέρω θα παρατεθεί ένα παράδειγμα. Στο διάγραμμα χαρακτηρισμού έχουμε δύο κατηγορίες κατανάλωσης νερού που χρησιμοποιείται με διαφορετικό τρόπο. Όπως βλέπουμε στην στήλη της κατανάλωσης νερού για διεργασίες, η υποδομή της εικονικής επιφάνειας εργασίας χρησιμοποιεί περίπου το 43% του αντίστοιχου που χρησιμοποιείται από το σύστημα σαράντα επιτραπέζιων υπολογιστών. Για το νερό ψύξης το αντίστοιχο ποσοστό είναι περίπου 49%. Στη συνέχεια φαίνεται η καρτέλα απογραφής του διαγράμματος χαρακτηρισμού.

Impact assessment | Inventory | Process contribution | Setup | Checks (3,1)

Characterisation | Damage Assessment

Skip categories: Never

Impact category	Unit	Single Infrastructure life	VDI life cycle
Energy, GER	MJ	4,98E5	2,31E5
Energy, electricity	MJ	1,77E5	8,45E4
Energy, feedstock	MJ	1,3E3	385
Water, processing	l	5,15E4	2,2E4
Water, cooling	l	1,09E6	5,27E5
Waste, hazardous	g	6E4	2,13E4
Waste, non hazardous	g	1,1E6	4,38E5
air, GWP	g	2,37E7	1,07E7
air, AD	g	1,49E5	6,95E4
air, VOC	g	0,578	0,171
air, POP	g	1,04E-5	4,57E-6
air, HM	g	17,9	13,1
air, PAH	g	5,77	1,53
air, PM	g	1,54E4	4,79E3
water, HM	g	16,5	6,43
water, EUP	g	320	411

Σε αυτή βλέπουμε πως η διαφορά μεταξύ των δύο συστημάτων όσον αφορά τις δύο κατηγορίες νερού είναι :

- Νερό διεργασιών : 51.500 – 22.000 = 29.500 λίτρα
- Νερό ψύξης : 1.090.000 - 527.000 = 563.000 λίτρα

Ενώ λοιπόν φαίνεται ότι το κέρδος σε νερό ψύξης και νερό διεργασιών είναι 51 % και 57 % αντίστοιχα, στην περίπτωση της υποδομής εικονικής επιφάνειας εργασίας, στην πραγματικότητα έχουμε κέρδος 533.500 λίτρα νερού περισσότερα σε νερό ψύξης απ' ότι σε νερό διεργασιών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9. ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΩΝ ΔΥΟ ΣΕΝΑΡΙΩΝ

Στο κεφάλαιο αυτό θα πραγματοποιηθεί η εξέταση κι ανάλυση των οικονομικών μεγεθών που απαρτίζουν την εγκατάσταση της υποδομής εικονικής επιφάνειας εργασίας.

Για την οικονομική ανάλυση θα εξετάσουμε δύο πιθανά ενδεχόμενα. Το πρώτο αφορά μια επιχείρηση που ξεκινά τη λειτουργία της και ενδέχεται να εγκαταστήσει ένα από τα δύο συστήματα ενώ η δεύτερη αφορά μια επιχείρηση που έχει ήδη εγκατεστημένο ένα σύστημα σαράντα επιτραπέζιων υπολογιστών κι ενδέχεται να το αποσύρει, προκειμένου να εγκαταστήσει μια υποδομή εικονικής επιφάνειας εργασίας με ισάριθμα ελαφρά τερματικά.

9.1 Σύγκριση πρωταρχικών επιλογών

Με βάση τις τιμές της αγοράς το κόστος κτήσης των ηλεκτρονικών συσκευών που εξετάζονται έχει ως εξής [59]:

- Επιτραπέζιος υπολογιστής : 600 €
- Ελαφρύ τερματικό : 300 €
- Διακομιστής : 2.500 €

Οι συντελεστές απόσβεσης των ηλεκτρονικών συσκευών και συγκεκριμένα των υπολογιστικών συστημάτων είναι κατά προσέγγιση 20% αφού σε 5 περίπου χρόνια από την αγορά τους θα χρειαστούν μερική ή ολική αντικατάσταση[60]. Σε κάθε περίπτωση η αξία τους θεωρείται αμελητέα μετά την πάροδο της εν λόγω περιόδου. Για τον διακομιστή, τον επιτραπέζιο υπολογιστή και το ελαφρύ τερματικό, ο συντελεστής απόσβεσης θεωρείται ότι είναι ο ίδιος. Έτσι προκύπτει ο παρακάτω πίνακας με το ύψος της αρχικής επένδυσης, καθώς και τη χρηματική αξία του συνολικού εξοπλισμού στο τέλος κάθε έτους, για κάθε μία από τις ηλεκτρονικές συσκευές και τα δύο εξεταζόμενα σενάρια.

[59] Δρ. Ματθαίος Μαχαίρας, Ιούλιος 2010
[60] Δρ. Ματθαίος Μαχαίρας, Ιούλιος 2010

	ΑΞΙΑ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ					
	ΑΡΧΙΚΗ ΔΑΠΑΝΗ	1ο ΕΤΟΣ	2ο ΕΤΟΣ	3ο ΕΤΟΣ	4ο ΕΤΟΣ	5ο ΕΤΟΣ
ΕΠΙΤΡΑΠΕΖΙΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΗΣ	600,00 €	480,00 €	360,00 €	240,00 €	120,00 €	- €
ΕΛΑΦΡΥ ΤΕΡΜΑΤΙΚΟ	300,00 €	240,00 €	180,00 €	120,00 €	60,00 €	- €
ΔΙΑΚΟΜΙΣΤΗΣ	2.500,00 €	2.000,00 €	1.500,00 €	1.000,00 €	500,00 €	- €
ΣΥΣΤΗΜΑ ΣΑΡΑΝΤΑ ΕΠΙΤΡΑΠΕΖΙΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ	24.000,00 €	19.200,00 €	14.400,00 €	9.600,00 €	4.800,00 €	- €
ΥΠΟΔΟΜΗ ΕΙΚΟΝΙΚΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	14.500,00 €	11.600,00 €	8.700,00 €	5.800,00 €	2.900,00 €	- €

Πίνακας 13. Οικονομική αξία ηλεκτρονικών συσκευών και συστημάτων

Από την άμεση σύγκριση του κόστους κτήσης των δύο συστημάτων προκύπτει ξεκάθαρα πως η υποδομή εικονικής επιφάνειας εργασίας είναι η πιο συμφέρουσα επιλογή μεταξύ των δύο.

Η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας κατά τη διάρκεια της πενταετίας έχει υπολογιστεί συνολικά. Για τον υπολογισμό του κόστους θα θεωρηθεί ότι η κατανάλωση είναι ισομερώς καταμερισμένη σε κάθε έτος και στη συνέχεια σταθερή κατά τη διάρκεια καθενός. Με αυτή την παραδοχή δε βλάπτεται η ακρίβεια της σύγκρισης, αφού αυτή πραγματοποιείται υπό μια κοινή βάση. Έτσι έχουμε τον παρακάτω πίνακα.

	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (Wh)					
	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ	1ο ΕΤΟΣ	2ο ΕΤΟΣ	3ο ΕΤΟΣ	4ο ΕΤΟΣ	5ο ΕΤΟΣ
ΕΠΙΤΡΑΠΕΖΙΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΗΣ	956.955,00	191.391,00	191.391,00	191.391,00	191.391,00	191.391,00
ΕΛΑΦΡΥ ΤΕΡΜΑΤΙΚΟ	219.456,00	43.891,20	43.891,20	43.891,20	43.891,20	43.891,20
ΔΙΑΚΟΜΙΣΤΗΣ	9.709.092,00	1.941.818,40	1.941.818,40	1.941.818,40	1.941.818,40	1.941.818,40
ΣΥΣΤΗΜΑ ΣΑΡΑΝΤΑ ΕΠΙΤΡΑΠΕΖΙΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ	38.278.200,00	7.655.640,00	7.655.640,00	7.655.640,00	7.655.640,00	7.655.640,00
ΥΠΟΔΟΜΗ ΕΙΚΟΝΙΚΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	18.487.332,00	3.697.466,40	3.697.466,40	3.697.466,40	3.697.466,40	3.697.466,40

Πίνακας 14. Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας ηλεκτρονικών συσκευών και συστημάτων

Η τιμολόγηση της κιλοβατώρας από τη Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού πραγματοποιείται κατά περίπτωση και συγκεκριμένα υπάρχει ειδικό καθεστώς για τους επαγγελματίες. Για τη συγκεκριμένη κατηγορία πελατών υπάρχει όπως και σε άλλες περιπτώσεις δυνατότητα

παροχής μειωμένης χρέωσης εάν τουλάχιστον το 50% της κατανάλωσης ενέργειας πραγματοποιείται κατά τις νυχτερινές ώρες και συγκεκριμένα μεταξύ 22:00 και 8:00. Κάτι τέτοιο όμως δεν συμβαίνει σε καμία από τις δύο εξεταζόμενες περιπτώσεις. Επιπρόσθετα όλες οι ηλεκτρονικές συσκευές χρησιμοποιούν μονοφασικό ρεύμα. Τα τιμολόγια γενικής χρήσης ή εμπορικά τιμολόγια χορηγούνται για την παροχή ηλεκτρικού ρεύματος σε εμπορικά καταστήματα, γραφεία, εστιατόρια, σχολεία, επιχειρήσεις και λοιπούς επαγγελματικούς χώρους και χωρίζονται σε δύο κατηγορίες ανάλογα με την απαιτούμενη ισχύ. Για τα τιμολόγια αυτά υπάρχει κλιμακούμενη χρέωση που περιλαμβάνει ένα πάγιο και μια χρέωση ανάλογη της καταναλισκόμενης ενέργειας σε χρονικό διάστημα ενός τετραμήνου[61].

Οι δύο κατηγορίες απευθύνονται σε πελάτες που απαιτούν ισχύ μικρότερη από 25 KVA ή μεταξύ 25 και 250 KVA. Το KVA (kilo Volt-Ampere) αντιστοιχεί σε ισχύ 20 KWatt[62]. Η μέγιστη απαιτούμενη ισχύς για τις δύο περιπτώσεις υποδομών είναι 12 KWatt για την περίπτωση του συστήματος σαράντα επιτραπέζιων υπολογιστών όπου καταναλώνουν 300 Watt ο κάθε ένας, ταυτόχρονα. Συνεπώς ακόμα και με την προσαύξηση της κατανάλωσης από λοιπές συσκευές και ανάγκες φωτισμού, η μέγιστη απαιτούμενη ισχύς ανά πάσα στιγμή είναι μικρότερη από 20 KWatt. Σε αυτή λοιπόν την περίπτωση οι χρεώσεις ανά τετράμηνο χρήσης είναι[63] :

- Πάγιο : 10,3 €
- Ενέργεια : 0,14002 €/KWh

Η κατανάλωση ενέργειας ανά τετράμηνο κάθε μιας υποδομής δίνεται στη συνέχεια.

	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ/ΤΕΤΡΑΜΗΝΟ (KWh)
ΣΥΣΤΗΜΑ ΣΑΡΑΝΤΑ ΕΠΙΤΡΑΠΕΖΙΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ	2.551,880000
ΥΠΟΔΟΜΗ ΕΙΚΟΝΙΚΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	1.232,488800

Πίνακας 15. Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας ανά τετράμηνο των δύο συστημάτων

Η συνολική χρέωση ανά τετράμηνο προκύπτει από το γινόμενο της κατανάλωσης με την τιμή της κιλοβατώρας και την πρόσθεση σε αυτό του παγίου. Το συνολικό κόστος ανά τετράμηνο δίνεται στον πίνακα που ακολουθεί.

[61] http://www.dei.gr/Documents/χτ.τιμ.1.7.08.pdf, 2010
[62] http://www.dieselserviceandsupply.com/Power_Calculator.aspx, 2010
[63] http://www.dei.gr/Documents/χτ.τιμ.1.7.08.pdf, 2010

	ΚΟΣΤΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ/ΤΕΤΡΑΜΗΝΟ
ΣΥΣΤΗΜΑ ΣΑΡΑΝΤΑ ΕΠΙΤΡΑΠΕΖΙΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ	367,61 €
ΥΠΟΔΟΜΗ ΕΙΚΟΝΙΚΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	182,87 €

Πίνακας 16. Κόστος ηλεκτρικής ενέργειας ανά τετράμηνο των δύο συστημάτων

Είναι ξεκάθαρο από τον τελευταίο πίνακα πως η εξοικονόμηση χρημάτων από την κατανάλωση ενέργειας είναι εμφανής για την υποδομή εικονικής επιφάνειας εργασίας.

Στη συνέχεια θα υπολογίσουμε την Παρούσα Αξία – ΠΑ (Present Value – PV) της κάθε μιας δαπάνης[64]. Ως συντελεστή επικαιροποίησης θα λάβουμε 4% που αποτελεί έναν μέσο όρο των επιτοκίων των προθεσμιακών καταθέσεων, των ελληνικών τραπεζών. Το επιτόκιο αυτό είναι ετήσιο και κατανέμεται ισομερώς σε τρείς τετραμηνιαίες περιόδους. Η ΠΑ λοιπόν της τετραμηνιαίας καταβολής χρημάτων για την πληρωμή των οικονομικών υποχρεώσεων προς τη ΔΕΗ για το σύνολο της διάρκειας των πέντε ετών που θα γίνει σε 15 συνολικά περιόδους για κάθε μια δαπάνη, είναι :

	ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ ΚΟΣΤΟΥΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ
ΣΥΣΤΗΜΑ ΣΑΡΑΝΤΑ ΕΠΙΤΡΑΠΕΖΙΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ	5.369,90 €
ΥΠΟΔΟΜΗ ΕΙΚΟΝΙΚΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	2.671,31 €

Πίνακας 17. Παρούσα αξία κόστους ηλεκτρικής ενέργειας των δύο συστημάτων

Τέλος η παρούσα αξία του συνόλου των δαπανών κτήσης του εξοπλισμού και πληρωμής των υποχρεώσεων για την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας είναι :

	ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ ΣΥΝΟΛΟΥ ΔΑΠΑΝΩΝ
ΣΥΣΤΗΜΑ ΣΑΡΑΝΤΑ ΕΠΙΤΡΑΠΕΖΙΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ	29.369,90 €
ΥΠΟΔΟΜΗ ΕΙΚΟΝΙΚΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	17.171,31 €

Πίνακας 18. Παρούσα αξία συνόλου δαπανών των δύο συστημάτων

Συγκρίνοντας τα δύο συστήματα όσον αφορά τα οικονομικά μεγέθη παρατηρούμε ότι το ολικό κόστος κτήσης της υποδομής εικονικής επιφάνειας εργασίας είναι το 58,47 % του συστήματος σαράντα επιτραπέζιων υπολογιστών.

[64] Παναγιωτακόπουλος Χ. Δημήτριος, Συστημική Μεθοδολογία και Τεχνική Οικονομική, Θεσσαλονίκη 2004

Καθίσταται λοιπόν ξεκάθαρα σαφές ότι κατά τη διαδικασία επιλογής ενός εκ των δύο σεναρίων είναι οικονομικά πιο συμφέρουσα η επιλογή της υποδομής εικονικής επιφάνειας εργασίας.

9.2 Αξιολόγηση αντικατάστασης συστήματος σαράντα επιτραπέζιων υπολογιστών με σαράντα ελαφρά τερματικά εξαρτώμενα από έναν διακομιστή

Στη συνέχεια θα εξετάσουμε την περίπτωση όπου μια επιχείρηση έχει ήδη εγκατεστημένους σαράντα επιτραπέζιους υπολογιστές και πρόκειται να εξετάσει το ενδεχόμενο αντικατάστασης τους. Σε κάθε περίπτωση το κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας είναι μικρότερο για την υποδομή της εικονικής επιφάνειας εργασίας και κατ' επέκταση ο ενδοιασμός για την αντικατάσταση του εγκατεστημένου συστήματος έγκειται αποκλειστικά στην απώλεια μέρους ή του συνόλου της αναπόσβεστης αξίας του εξοπλισμού, δεδομένου ότι η διάρκεια της εταιρίας δεν υπεισέρχεται ως παράγοντας στους υπολογισμούς. Αυτό συμβαίνει αφ' ενός διότι είναι κάτι που στην πλειοψηφία των περιπτώσεων η διάρκεια της εταιρίας είναι άγνωστη ακόμα για τους μετόχους της, και αφ' ετέρου διότι κάθε οικονομική ανάλυση πενταετούς επένδυσης ή δαπάνης, είναι άσκοπη εάν πρόκειται η εταιρία να διακόψει τη λειτουργία της πριν από το πέρας αυτής της πενταετίας.

9.2.1 Πέμπτο έτος

Στο τέλος του πέμπτου έτους η επιχείρηση έχει ήδη καταβάλει την αρχική δαπάνη και το σύνολο των χρημάτων για την πληρωμή των λογαριασμών ηλεκτρικής ενέργειας, ενώ η αξία του εξοπλισμού της έχει ήδη μηδενική αξία. Συνεπώς η σύγκριση είναι η ίδια με την αρχή του πρώτου έτους όπου καλείται να επιλέξει ένα από τα δύο σενάρια.

9.2.2 Τέταρτο έτος

Στο τέλος του τέταρτου έτους η αναπόσβεστη αξία του εξοπλισμού των επιτραπέζιων υπολογιστών της επιχείρησης είναι 4.800 €. Η αξία στο τέλος του τέταρτου έτους, του κόστους ηλεκτρικής ενέργειας για ολόκληρο το πέμπτο έτος, είναι :

	ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ ΚΟΣΤΟΥΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ
ΣΥΣΤΗΜΑ ΣΑΡΑΝΤΑ ΕΠΙΤΡΑΠΕΖΙΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ	1.095,53 €
ΥΠΟΔΟΜΗ ΕΙΚΟΝΙΚΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	544,98 €

Πίνακας 19. Αξία δαπανών ηλεκτρικής ενέργειας των δύο συστημάτων κατά το τέλος του τετάρτου έτους

Το κέρδος από το κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας είναι 550,55 €. Αυτό σημαίνει πως η αντικατάσταση της απλής υποδομής είναι οικονομικά συμφέρουσα μόνο στην περίπτωση που η εταιρία μπορεί να ανακτήσει τουλάχιστον 4249,45 € από τη μεταπώληση του εξοπλισμού της απλής υποδομής κάτι που δεν είναι πάντοτε εφικτό. Το ποσόν αυτό, αντιστοιχεί στο 88,53 % της αναπόσβεστης αξίας του εξοπλισμού. Σε κάθε άλλη περίπτωση η πιο συμφέρουσα επιλογή είναι η αντικατάσταση του εξοπλισμού μετά το πέρας της πενταετίας.

9.2.3 Τρίτο έτος

Στο τέλος του τρίτου έτους η αναπόσβεστη αξία του εξοπλισμού της απλής υποδομής της επιχείρησης είναι 9.600 €. Η παρούσα αξία, με σημείο αναφοράς το τέλος του τρίτου έτους, του κόστους ηλεκτρικής ενέργειας για ολόκληρο το τέταρτο και το πέμπτο έτος, είναι για κάθε υποδομή :

	ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ ΚΟΣΤΟΥΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ
ΣΥΣΤΗΜΑ ΣΑΡΑΝΤΑ ΕΠΙΤΡΑΠΕΖΙΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ	2.180,18 €
ΥΠΟΔΟΜΗ ΕΙΚΟΝΙΚΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	1.084,55 €

Πίνακας 19. Αξία δαπανών ηλεκτρικής ενέργειας των δύο συστημάτων κατά το τέλος του τρίτου έτους

Το κέρδος από το κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας είναι 1095,63 €. Αυτό σημαίνει πως η αντικατάσταση της απλής υποδομής είναι οικονομικά συμφέρουσα μόνο στην περίπτωση που η εταιρία μπορεί να ανακτήσει τουλάχιστον 8504,37 € από τη μεταπώληση του εξοπλισμού της απλής υποδομής. Το ποσόν αυτό αντιστοιχεί στο 88,59 % της αναπόσβεστης αξίας του εξοπλισμού. Σε κάθε άλλη περίπτωση η πιο συμφέρουσα επιλογή είναι η αντικατάσταση του εξοπλισμού μετά το πέρας της πενταετίας.

9.2.4 Δεύτερο έτος

Στο τέλος του δεύτερου έτους η αναπόσβεστη αξία του εξοπλισμού της απλής υποδομής της επιχείρησης είναι 14.400 €. Η παρούσα αξία, με σημείο αναφοράς το τέλος του δεύτερου έτους, του κόστους ηλεκτρικής ενέργειας για το τρίτο, τέταρτο και πέμπτο έτος, είναι για κάθε υποδομή :

	ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ ΚΟΣΤΟΥΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ
ΣΥΣΤΗΜΑ ΣΑΡΑΝΤΑ ΕΠΙΤΡΑΠΕΖΙΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ	3.254,05 €
ΥΠΟΔΟΜΗ ΕΙΚΟΝΙΚΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	1.618,76 €

Πίνακας 20. Αξία δαπανών ηλεκτρικής ενέργειας των δύο συστημάτων κατά το τέλος του δευτέρου έτους

Το κέρδος από το κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας είναι 1635,29 €. Αυτό σημαίνει πως η αντικατάσταση της απλής υποδομής είναι οικονομικά συμφέρουσα μόνο στην περίπτωση που η εταιρία μπορεί να ανακτήσει τουλάχιστον 12.764,71 € από τη μεταπώληση του εξοπλισμού της απλής υποδομής. Το ποσόν αυτό αντιστοιχεί στο 88,64% της αναπόσβεστης αξίας του εξοπλισμού.

9.2.5 Πρώτο έτος

Στο τέλος του πρώτου έτους η αναπόσβεστη αξία του εξοπλισμού της απλής υποδομής της επιχείρησης είναι 19.200 €. Η παρούσα αξία, με σημείο αναφοράς το τέλος του πρώτου έτους, του κόστους ηλεκτρικής ενέργειας για το δεύτερο, τρίτο, τέταρτο και πέμπτο έτος, είναι για κάθε υποδομή :

	ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ ΚΟΣΤΟΥΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ
ΣΥΣΤΗΜΑ ΣΑΡΑΝΤΑ ΕΠΙΤΡΑΠΕΖΙΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ	4.317,26 €
ΥΠΟΔΟΜΗ ΕΙΚΟΝΙΚΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	2.147,66 €

Πίνακας 21. Αξία δαπανών ηλεκτρικής ενέργειας των δύο συστημάτων κατά το τέλος του πρώτου έτους

Το κέρδος από το κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας είναι 2.169,60 €. Αυτό σημαίνει πως η αντικατάσταση της απλής υποδομής είναι οικονομικά συμφέρουσα μόνο στην περίπτωση που η εταιρία μπορεί να ανακτήσει τουλάχιστον 17.030,40 € από τη μεταπώληση του εξοπλισμού

της απλής υποδομής. Το ποσόν αυτό αντιστοιχεί στο 88,7% της αναπόσβεστης αξίας του εξοπλισμού.

9.3 Μελέτη περιπτώσεων

Στη μέχρι στιγμής οικονομική ανάλυση έχουμε υποθέσει πως ο αριθμός των απαιτούμενων υπολογιστικών συσκευών είναι δεδομένος και ίσος με σαράντα. Ωστόσο δεν έχουν όλες οι μικρομεσαίες επιχειρήσεις τις ίδιες απαιτήσεις ενώ το υψηλό κόστος του διακομιστή καθιστά την υποδομή εικονικής επιφάνειας εργασίας ασύμφορη σε κάποιες περιπτώσεις εν συγκρίσει με την αγορά επιτραπέζιων υπολογιστών. Στον πίνακα που ακολουθεί φαίνονται τα κόστη κτήσης και τα κόστη ηλεκτρικής ενέργειας για συστήματα που περιλαμβάνουν διάφορους αριθμούς επιτραπέζιων υπολογιστών και ελαφρών τερματικών. Οι τιμές του κόστους ηλεκτρικής ενέργειας αποτελούν την παρούσα αξία του συνολικού κόστους της πενταετίας. Στον δεύτερο κατά σειρά πίνακα φαίνεται το ολικό κόστος κτήσης καθενός συστήματος.

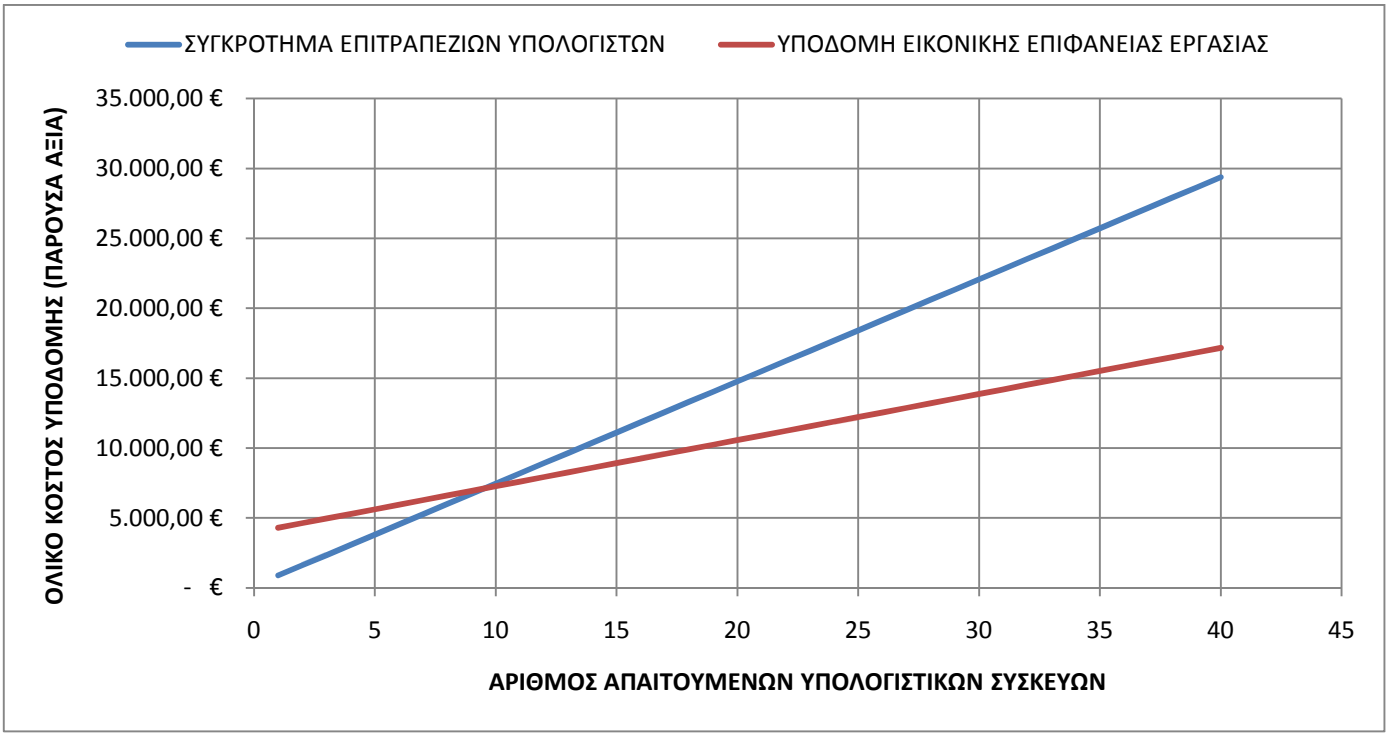
	ΚΟΣΤΟΣ ΚΤΗΣΗΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ		ΚΟΣΤΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	
ΑΡΙΘΜΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΩΝ ΣΥΣΚΕΥΩΝ	ΣΥΣΤΗΜΑ 40 ΕΠΙΤΡΑΠΕΖΙΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ	ΥΠΟΔΟΜΗ ΕΙΚΟΝΙΚΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	ΣΥΣΤΗΜΑ 40 ΕΠΙΤΡΑΠΕΖΙΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ	ΥΠΟΔΟΜΗ ΕΙΚΟΝΙΚΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ
1	600,00 €	2.800,00 €	280,94 €	1.504,27 €
2	1.200,00 €	3.100,00 €	411,43 €	1.534,19 €
3	1.800,00 €	3.400,00 €	541,92 €	1.564,12 €
4	2.400,00 €	3.700,00 €	672,40 €	1.594,04 €
5	3.000,00 €	4.000,00 €	802,89 €	1.623,97 €
6	3.600,00 €	4.300,00 €	933,37 €	1.653,89 €
7	4.200,00 €	4.600,00 €	1.063,86 €	1.683,81 €
8	4.800,00 €	4.900,00 €	1.194,35 €	1.713,74 €
9	5.400,00 €	5.200,00 €	1.324,83 €	1.743,66 €
10	6.000,00 €	5.500,00 €	1.455,32 €	1.773,59 €
11	6.600,00 €	5.800,00 €	1.585,80 €	1.803,51 €
12	7.200,00 €	6.100,00 €	1.716,29 €	1.833,43 €
13	7.800,00 €	6.400,00 €	1.846,78 €	1.863,36 €
14	8.400,00 €	6.700,00 €	1.977,26 €	1.893,28 €
15	9.000,00 €	7.000,00 €	2.107,75 €	1.923,21 €
16	9.600,00 €	7.300,00 €	2.238,24 €	1.953,13 €
17	10.200,00 €	7.600,00 €	2.368,72 €	1.983,05 €
18	10.800,00 €	7.900,00 €	2.499,21 €	2.012,98 €
19	11.400,00 €	8.200,00 €	2.629,69 €	2.042,90 €
20	12.000,00 €	8.500,00 €	2.760,18 €	2.072,83 €
21	12.600,00 €	8.800,00 €	2.890,67 €	2.102,75 €
22	13.200,00 €	9.100,00 €	3.021,15 €	2.132,68 €
23	13.800,00 €	9.400,00 €	3.151,64 €	2.162,60 €
24	14.400,00 €	9.700,00 €	3.282,13 €	2.192,52 €
25	15.000,00 €	10.000,00 €	3.412,61 €	2.222,45 €
26	15.600,00 €	10.300,00 €	3.543,10 €	2.252,37 €
27	16.200,00 €	10.600,00 €	3.673,58 €	2.282,30 €
28	16.800,00 €	10.900,00 €	3.804,07 €	2.312,22 €
29	17.400,00 €	11.200,00 €	3.934,56 €	2.342,14 €
30	18.000,00 €	11.500,00 €	4.065,04 €	2.372,07 €
31	18.600,00 €	11.800,00 €	4.195,53 €	2.401,99 €
32	19.200,00 €	12.100,00 €	4.326,01 €	2.431,92 €
33	19.800,00 €	12.400,00 €	4.456,50 €	2.461,84 €
34	20.400,00 €	12.700,00 €	4.586,99 €	2.491,76 €
35	21.000,00 €	13.000,00 €	4.717,47 €	2.521,69 €
36	21.600,00 €	13.300,00 €	4.847,96 €	2.551,61 €
37	22.200,00 €	13.600,00 €	4.978,45 €	2.581,54 €
38	22.800,00 €	13.900,00 €	5.108,93 €	2.611,46 €
39	23.400,00 €	14.200,00 €	5.239,42 €	2.641,38 €
40	24.000,00 €	14.500,00 €	5.369,90 €	2.671,31 €

Πίνακας 22. Αξία δαπανών των δύο συστημάτων συναρτήσει του αριθμού των υπολογιστικών συσκευών

	ΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΚΤΗΣΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ	
ΑΡΙΘΜΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΩΝ ΣΥΣΚΕΥΩΝ	ΣΥΣΤΗΜΑ ΣΑΡΑΝΤΑ ΕΠΙΤΡΑΠΕΖΙΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ	ΥΠΟΔΟΜΗ ΕΙΚΟΝΙΚΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ
1	880,94 €	4.304,27 €
2	1.611,43 €	4.634,19 €
3	2.341,92 €	4.964,12 €
4	3.072,40 €	5.294,04 €
5	3.802,89 €	5.623,97 €
6	4.533,37 €	5.953,89 €
7	5.263,86 €	6.283,81 €
8	5.994,35 €	6.613,74 €
9	6.724,83 €	6.943,66 €
10	7.455,32 €	7.273,59 €
11	8.185,80 €	7.603,51 €
12	8.916,29 €	7.933,43 €
13	9.646,78 €	8.263,36 €
14	10.377,26 €	8.593,28 €
15	11.107,75 €	8.923,21 €
16	11.838,24 €	9.253,13 €
17	12.568,72 €	9.583,05 €
18	13.299,21 €	9.912,98 €
19	14.029,69 €	10.242,90 €
20	14.760,18 €	10.572,83 €
21	15.490,67 €	10.902,75 €
22	16.221,15 €	11.232,68 €
23	16.951,64 €	11.562,60 €
24	17.682,13 €	11.892,52 €
25	18.412,61 €	12.222,45 €
26	19.143,10 €	12.552,37 €
27	19.873,58 €	12.882,30 €
28	20.604,07 €	13.212,22 €
29	21.334,56 €	13.542,14 €
30	22.065,04 €	13.872,07 €
31	22.795,53 €	14.201,99 €
32	23.526,01 €	14.531,92 €
33	24.256,50 €	14.861,84 €
34	24.986,99 €	15.191,76 €
35	25.717,47 €	15.521,69 €
36	26.447,96 €	15.851,61 €
37	27.178,45 €	16.181,54 €
38	27.908,93 €	16.511,46 €
39	28.639,42 €	16.841,38 €
40	29.369,90 €	17.171,31 €

Πίνακας 23. Ολικό κόστος κτήσης των δύο συστημάτων συναρτήσει του αριθμού των υπολογιστικών συσκευών

Για την πιο ξεκάθαρη παρουσίαση των αποτελεσμάτων, τα παραπάνω στοιχεία θα παρατεθούν και σε μια μορφή διαγράμματος το οποίο φαίνεται στη συνέχεια.



Διάγραμμα 4. Σχηματική απεικόνιση ολικού κόστος κτήσης των δύο συστημάτων συναρτήσει του αριθμού των υπολογιστικών συσκευών

Όπως φαίνεται στο διάγραμμα αλλά και στον τελευταίο πίνακα, το ολικό κόστος κτήσης της υποδομής εικονικής επιφάνειας εργασίας είναι μικρότερο από αυτό του συστήματος επιτραπέζιων υπολογιστών, για κάθε περίπτωση που περιλαμβάνει δέκα ή περισσότερες υπολογιστικές συσκευές.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Κεντρικός στόχος της παρούσας εργασίας ήταν η ανάλυση κι αξιολόγηση του κύκλου ζωής δύο εναλλακτικών σεναρίων για την εγκατάσταση και λειτουργία ενός ολοκληρωμένου εταιρικού συστήματος πληροφορικής. Τα δύο σενάρια που εξετάστηκαν είναι τα εξής :

- Υποδομή εικονικής επιφάνειας εργασίας (Virtual Desktop Infrastructure)
- Υποδομή βασισμένη σε συμβατικούς επιτραπέζιους υπολογιστές (Desktop PC)

Το πρώτο σενάριο αποτελεί την εγκατάσταση του συστήματος σαράντα ελαφρών τερματικών εξυπηρετούμενα από έναν διακομιστή, ενώ το δεύτερο, την εγκατάσταση συστήματος σαράντα συμβατικών επιτραπέζιων υπολογιστών.

Η ανάλυση άπτεται άμεσα της σύγκρισης των δύο συστημάτων, υπό μια κοινή βάση δεδομένου ότι εξυπηρετείται ο ίδιος αριθμός υπαλλήλων και στις δύο περιπτώσεις σεναρίων, προκειμένου να εξαχθεί ένα συμπέρασμα ως προς το προτιμότερο εκ των δύο σε ένα σφαιρικό επίπεδο. Η σύγκριση αυτή πραγματοποιήθηκε σε τρία επίπεδα και είναι τα εξής :

- Λειτουργικό
- Οικονομικό
- Περιβαλλοντικό

Στο λειτουργικό επίπεδο, αναφέρθηκαν τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα κάθε προσέγγισης. Στο κεφάλαιο 2 εξετάστηκαν και αξιολογήθηκαν οι αντικειμενικές δυσκολίες διαχείρισης πολυάριθμων υπολογιστικών συστημάτων και περιγράφηκε ο τρόπος με τον οποίο αντιμετωπίζονται οι δυσκολίες αυτές, σε ένα περιβάλλον στο οποίο χρησιμοποιείται η υποδομή εικονικής επιφάνειας εργασίας.

Η συγκεκριμένη λοιπόν υποδομή εξασφαλίζει πλεονεκτήματα όπως :

1. Η κεντρική διαχείριση και ασφάλεια των δεδομένων
2. Ο έλεγχος της πρόσβασης, της αποθήκευσης αρχείων και των αρμοδιοτήτων των εργαζομένων
3. Η απλοποίηση των εργασιών συντήρησης, αναβάθμισης, ενημέρωσης κι εγκατάστασης προγραμμάτων σε όλη την έκταση του περιβάλλοντος εργασίας μιας επιχείρησης.
4. Η δυνατότητα πρόσβασης των χρηστών στο προσωπικό τους περιβάλλον εργασίας από οπουδήποτε κι οποιονδήποτε τερματικό σταθμό.

Μοναδικά μειονεκτήματά της είναι :

1. Η αναγκαιότητα διαρκούς σύνδεσης των τερματικών με τον διακομιστή, προκειμένου να εκτελεστούν ακόμα και οι στοιχειώδεις εργασίες τους
2. Η απαίτηση διαμόρφωσης ειδικού δωματίου στο οποίο θα φυλάσσεται ο διακομιστής

Στο οικονομικό επίπεδο, πραγματοποιήθηκε μια στοιχειώδης οικονομική ανάλυση στο κεφάλαιο 9. Τα συμπεράσματα από την ανάλυση αυτή είναι καταφανή και φαίνονται στη συνέχεια :

1. Το ολικό κόστος κτήσης (TCO) της υποδομής εικονικής επιφάνειας εργασίας, είναι σχεδόν το μισό από αυτό του συστήματος σαράντα επιτραπέζιων υπολογιστών και κατά συνέπεια δεν υφίσταται θέμα σύγκρισης κατά τη διαδικασία επιλογής ενός εκ των δύο.
2. Επιπρόσθετα δείξαμε πως το ολικό κόστος κτήσης της υποδομής εικονικής επιφάνειας εργασίας, είναι μικρότερο για οποιαδήποτε περίπτωση περιλαμβάνει περισσότερους από δέκα υπολογιστές. Συνεπώς σε κάθε επιχείρηση που απασχολεί περισσότερους από δέκα υπαλλήλους που εργάζονται σε ηλεκτρονικό υπολογιστή, η υποδομή της εικονικής επιφάνειας εργασίας είναι, από οικονομικής απόψεως, η πιο συμφέρουσα επιλογή.

Ωστόσο, αυτά ισχύουν για τα σημερινά δεδομένα και με το παρόν καθεστώς τιμολόγησης των ηλεκτρονικών συσκευών. Όπως είναι ευρέως γνωστό οι τιμές των ηλεκτρονικών ειδών γενικότερα, μεταβάλλονται ταχύτατα ενώ επηρεάζονται όχι μόνο από το κόστος παραγωγής αλλά και από παράγοντες όπως ο προμηθευτής, ο ανταγωνισμός, η πολιτική προώθησης πωλήσεων, το ύψος της παραγγελίας, η σκοπιμότητα της χρήσης, η διαφήμιση των κατασκευαστών μέσω των εταιριών που αγοράζουν τις συσκευές κ.ά.

Έτσι, μια οικονομική ανάλυση που δεν λαμβάνει, υπ' όψιν τις παραμέτρους αυτές, ενδέχεται να αποκλίνει σημαντικά από την πραγματικότητα. Τα παραπάνω, λοιπόν, συμπεράσματα αφορούν μια γενική άποψη, και για κάθε μεμονωμένη περίπτωση θα πρέπει να διενεργείται μια εκ νέου μελέτη.

Στο περιβαλλοντικό επίπεδο, στο κεφάλαιο 8, υπολογίστηκαν με ακρίβεια το σύνολο των απαιτήσεων κι επιπτώσεων των διεργασιών που λαμβάνουν χώρα κατά τα στάδια παραγωγής, χρήσης και τελικής διάθεσης, που από κοινού ανήκουν στον κύκλο ζωής, όλων των ηλεκτρονικών συσκευών, καθώς και των δύο συστημάτων συνολικά. Τα αποτελέσματα των

υπολογισμών αυτών, που αποτελούν το στάδιο της απογραφής, φαίνονται στα δίκτυα απεικόνισης και τα διαγράμματα χαρακτηρισμού και αξιολόγησης ζημιάς. Ως αποκορύφωμα της αξιολόγησης κύκλου ζωής των δύο συστημάτων παρατέθηκαν τα διαγράμματα σύγκρισης.

Όπως προαναφέρθηκε, στα διαγράμματα σύγκρισης τα στοιχεία παρουσιάζονται σε ποσοστιαία μεγέθη και κατ' επέκταση δεν είναι άμεσα αντιληπτό το κόστος κάθε μιας επίπτωσης ή απαίτησης. Για το λόγο αυτό θα αξιολογηθούν και στοιχεία από την καρτέλα απογραφής, τα οποία χρησιμοποιούνται για την κατασκευή των διαγραμμάτων αυτών. Τα στοιχεία που θα παρουσιαστούν και αξιολογηθούν, αφορούν την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας διότι αποτελεί τον σημαντικότερο παράγοντα περιβαλλοντικών επιπτώσεων και την εκπομπή ισοδύναμων στοιχείων του διοξειδίου του άνθρακα διότι ευθύνονται άμεσα για την υπερθέρμανση του πλανήτη και αποτελούν κατηγορία, εκτενώς χρησιμοποιούμενη από πολυάριθμες μελέτες.

Στο κεφάλαιο της οικονομικής ανάλυσης έγινε άμεση σύγκριση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας των δύο συστημάτων. Αυτή η κατανάλωση όμως αναφέρεται αποκλειστικά στο στάδιο χρήσης και όχι στα στάδια κατασκευής και διάθεσης. Τα στοιχεία που θα παρουσιαστούν στη συνέχεια αφορούν το σύνολο του κύκλου ζωής με άμεση συνέπεια την αξιολόγηση από τη σκοπιά της περιβαλλοντικής επιβάρυνσης και όχι μόνο του επιχειρηματικού συμφέροντος.

Η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής των δύο συστημάτων, ορίστηκε κατ' εξαίρεση με έναν ιδιαίτερο τρόπο, στο κεφάλαιο περιγραφής των διαδικασιών (Κεφάλαιο 6). Με αυτόν τον τρόπο η καταναλισκόμενη ενέργεια, συνυπολογίζεται στις συνολικές απαιτήσεις των κύκλων ζωής.

Στην παράγραφο ερμηνείας των διαγραμμάτων σύγκρισης, παρατέθηκε η καρτέλα απογραφής που περιλαμβάνει τα στοιχεία κατασκευής των διαγραμμάτων αυτών, για να φανούν τα στοιχεία κατανάλωσης νερού. Σε αυτή φαίνονται τα μεγέθη που αφορούν και τις υπόλοιπες κατηγορίες επιπτώσεων. Όσον αφορά την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας των κύκλων ζωής των δύο συστημάτων, τα δεδομένα είναι τα εξής :

- 177.000 MJ = 49,17 MWh για το σύστημα σαράντα επιτραπέζιων υπολογιστών
- 84.500 MJ = 23,47 MWh για την υποδομή εικονικής επιφάνειας εργασίας

Η διαφορά στην συνολική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας είναι

ΔΚ = 25,7 MWh

Όσον αφορά τις εκπομπές ισοδύναμων στοιχείων διοξειδίου του άνθρακα τα αριθμητικά αποτελέσματα των δύο εναλλακτικών σεναρίων είναι τα ακόλουθα:

- 23.700.000 γραμμάρια ισοδύναμων στοιχείων διοξειδίου του άνθρακα (g CO_2 equivalent) για το σύστημα σαράντα επιτραπέζιων υπολογιστών
- 10.700.000 γραμμάρια ισοδύναμων στοιχείων διοξειδίου του άνθρακα (g CO_2 equivalent) για την υποδομή εικονικής επιφάνειας εργασίας

Η διαφορά στις συνολικές εκπομπές είναι :

ΔΕ = 13.000.000 ισοδύναμα στοιχεία διοξειδίου του άνθρακα.

Τα δύο βασικά συμπεράσματα που προκύπτουν από τη σύγκριση των κύκλων ζωής των δύο σεναρίων είναι τα ακόλουθα :

1. Κατά το σύνολο του κύκλου ζωής της υποδομής εικονικής επιφάνειας εργασίας καταναλώνεται 52,3 % (25,7 MWh) λιγότερη ηλεκτρική ενέργεια από αυτή του συστήματος σαράντα επιτραπέζιων υπολογιστών.
2. Κατά το σύνολο του κύκλου ζωής της εικονικής επιφάνειας εργασίας εκπέμπονται 54,9 % (13.000.000 g CO_2 eq.) λιγότερα ισοδύναμα στοιχεία διοξειδίου του άνθρακα από αυτά του συστήματος σαράντα επιτραπέζιων υπολογιστών.

Για την αποσαφήνιση των παραπάνω μεγεθών θα παρατεθούν παραδείγματα από την καθημερινή ζωή ώστε να γίνει αντιληπτό το ύψος καθενός.

Σύμφωνα με μετρήσεις που έγιναν για τον Δήμο Αμαρουσίου η μέση ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας μιας οικίας είναι 4.005 KWh/έτος [65].

Το συμπέρασμα λοιπόν είναι πως μόνο με τη διαφορά της καταναλισκόμενης ενέργειας για την παραγωγή, χρήση, και διάθεση για ανακύκλωση των ηλεκτρονικών συσκευών των δύο συστημάτων, μπορούν να ηλεκτροδοτηθούν περισσότερες από έξι οικίες στην Ελλάδα για έναν ολόκληρο χρόνο.

Οι εκπομπές ενός αυτοκινήτου Volkswagen Polo με κινητήρα 1.200 κυβικών εκατοστών (cc), έχει εκπομπές 122 γραμμάρια διοξειδίου του άνθρακα ανά χιλιόμετρο[66] ενώ η μέση

[65] http://www.cres.gr/pepesec/apotelesmata.html, 2010
[66] http://www.volkswagen.gr/gr/el/model/polo/Engine/1_2_70ps.html, 2010

περιφέρεια της γης είναι 40.041,455 χιλιόμετρα[67]. Αυτό σημαίνει πως η διαφορά των εκπεμπόμενων στοιχείων διοξειδίου του άνθρακα των δύο συστημάτων, αντιστοιχεί σε εκπομπές ενός τέτοιου οχήματος, προκειμένου να κάνει το γύρο του κόσμου περισσότερες από 2,5 φορές!

Με βάση την αναλογία των υπόλοιπων περιβαλλοντικών επιπτώσεων που φαίνονται στα διαγράμματα σύγκρισης των δύο συστημάτων, αντίστοιχα αποτελέσματα προκύπτουν και για τις υπόλοιπες κατηγορίες.

Με δεδομένο ότι τα μεγέθη που αναφέρθηκαν αφορούν τις επιπτώσεις που οφείλονται σε μια μόνο επιχείρηση, μπορεί κανείς να φανταστεί το κέρδος που μπορεί να εξασφαλιστεί, τόσο σε οικονομικό, όσο και σε περιβαλλοντικό επίπεδο εάν υπήρχε μια συλλογική μέριμνα.

Τα οφέλη από την εγκατάσταση υποδομών εικονικής επιφάνειας εργασίας μπορούν να γίνουν υπερμεγέθη εάν για παράδειγμα, πραγματοποιούταν μια μαζική αντικατάσταση υπολογιστών στις δημόσιες υπηρεσίες. Δεδομένου ότι αυτή τη στιγμή στην Ελλάδα εργάζονται περίπου 550.000 δημόσιοι υπάλληλοι από τους οποίους οι περισσότεροι χρησιμοποιούν ηλεκτρονικό υπολογιστή, μια τέτοια κίνηση θα ήταν καταλύτης στη μερική ή ολική επίλυση οικονομικών και περιβαλλοντικών προβλημάτων.

Σε μια εποχή όπου η περιβαλλοντική κινητοποίηση αποτελεί μονόδρομο και όχι επιλογή από πλευράς του συνόλου του πληθυσμού αυτού του πλανήτη, η παρούσα εργασία εξυπηρετεί ταυτόχρονα την απόδοση ορισμένων στοιχείων που στην συντριπτική πλειοψηφία των ενδιαφερόμενων, είναι άγνωστα. Αν και πολλοί αντιλαμβάνονται την προβληματική κι επικίνδυνη πορεία της περιβαλλοντικής κατάστασης, δεν είναι ευρέως γνωστό ότι είναι ανατρέψιμη.

Κι εάν τα αποτελέσματα αυτής της μελέτης, που περιορίστηκε σε ένα πολύ συγκεκριμένο αντικείμενο, είναι αξιοσημείωτα, υπάρχουν πολυάριθμα παραδείγματα εφαρμογών που, σε ένα συγκεντρωτικό επίπεδο, μπορούν να επιφέρουν σημαντικά οφέλη για την κλιματική αλλαγή που απειλεί το οικοσύστημα αυτού του πλανήτη.

[67] http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%93%CE%B7, 2010

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Π.1 Απογραφή κύκλου ζωής ψυγείου

Στο σημείο αυτό θα γίνει μια συνοπτική παρουσίαση ενός ψυγείου που αποτελεί μια άλλη ηλεκτρονική συσκευή όπως αυτή ορίζεται από το λογισμικό SimaPro 7.2. Τα αποτελέσματα προέκυψαν από το μέσο όρο των τιμών 5 ψυγείων και αντικατοπτρίζουν τα μεγέθη ενός ψυγείου 2 θυρών, 250 λίτρων με έναν συμπιεστή. Η διάρκεια ζωής έχει τεθεί 15 χρόνια. Αρχικά παρατίθεται η καρτέλα του τελικού προϊόντος με τις ανάλογες απαιτήσεις κι επιπτώσεις προκειμένου να παραχθεί αυτό, όπως αντίστοιχα έγινε προηγούμενα με τις υπόλοιπες ηλεκτρονικές συσκευές.

Name: Refrigerators & freezers

Image

Status: None

Materials/Assemblies	Amount	Unit	Distribution
St sheet galv 5%	31.25	kg	Undefined
Cu wire 0%	1.35	kg	Undefined
Al diecast 85%	1.3	kg	Undefined
Rigid PUR	2.9	kg	Undefined
PS	4	kg	Undefined
ABS	3.5	kg	Undefined
Epoxy	1.250	kg	Undefined
PVC	0.75	kg	Undefined
PP	150	g	Undefined
PA 6	100	g	Undefined
LDPE	100	g	Undefined
PS	50	g	Undefined
PA 6	50	g	Undefined
PA 6	50	g	Undefined
SAN	50	g	Undefined
Glass for lamps 0%	2050	g	Undefined
Ferrite 0%	100	g	Undefined
Office paper 0%	150	g	Undefined

Processes	Amount	Unit	Distribution	S
powder coating 0%	300	g	Undefined	
Manufacturing foundries Al	1.3	kg	Undefined	
Manufacturing foundries Fe/Cu/Zn	0	kg	Undefined	
Manufacturing sheetmetal	31.350	kg	Undefined	
Manufacturing all plastic parts	12.950	kg	Undefined	
PWB assembly	0	kg	Undefined	
Distribution and retail per m3 product	0.8	m3	Undefined	
Assembly and distribution per m3 appliances	0.8	m3	Undefined	
(Insert line here)				

Στη συνέχεια φαίνεται η καρτέλα του σεναρίου διαχείρισης των αποβλήτων του ψυγείου, αφού ολοκληρωθεί το στάδιο χρήσης του μετά το πέρας της δεκαπενταετίας.

Waste specification

Name	Amount	Unit	Category	Comment
Waste scenario WEEE Business As Usual	1	kg	Others	

Materials and/or waste types separated from waste stream

Waste scenario/treatment	Material / Waste type	Percentage	Comment
Metal and glass recycling	Metals	90.25 %	95% processed, 95% recycled
Metal and glass recycling	Glass	90.25 %	95% processed, 95% recycled
Reuse or closed loop recycling plastics	Plastics	0.95 %	95% processed, 1% recycled
Plastic recycling	Plastics	8.55 %	95% processed, 9% recycled
Thermal recycling plastics	Plastics	85.5 %	95% processed, 90% incinerate
Recycling electronics	Electronics	8.55 %	95% processed, 9% recycled
(Insert line here)			

Waste streams remaining after separation

Waste scenario/treatment	Percentage	Comment
Landfill	100 %	
(Insert line here)		

Τέλος παρατίθεται η καρτέλα του κύκλου ζωής του στη οποία φαίνονται το τελικό προϊόν, η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας από αυτό σε διάστημα δεκαπέντε ετών, διαδικασίες συντήρησης όπως μεταφορά με μίνι – βαν των υλικών συντήρησης, καθώς και το σενάριο τελικής του διάθεσης. Οι υπόλοιπες διαδικασίες που φαίνονται αφορούν τις επιπτώσεις από μη ανακτώμενα αέρια που απελευθερώνονται κατά τη διαδικασία συντήρησης ή χρήσης που χρησιμοποιούνται σε υγρή μορφή υπό πίεση, από το ψυγείο. Κάποιες από τις τιμές αυτές είναι μηδενικές διότι για το συγκεκριμένο προϊόν θεωρούνται αμελητέες και έχουν τεθεί στην περίπτωση που γίνει κάποια μελέτη διαφορετικής περίπτωσης. Επισημαίνεται πως για την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας ισχύουν τα ίδια με την κατανάλωση των ηλεκτρονικών συσκευών όπως περιγράφηκαν στο κεφάλαιο περιγραφής διαδικασιών.

Name	Image
Refrigerators & freezers-15 years u	

Status: None

Assembly	Amount	Unit	Distribution
Refrigerators & freezers	1.01	p	Undefined

Processes	Amount	Unit	Distribution
Electricity	15930	MJ	Undefined
Mini-van diesel	10	km	Undefined
Not recovered R134a	0.18	g	Undefined
Not recovered R152a	0	kg	Undefined
Not recovered R404a	0	kg	Undefined
Not recovered R410a	0	kg	Undefined
Not recovered R744 (CO2)	0	kg	Undefined
(Insert line here)			

Waste/Disposal scenario

Waste scenario WEEE Business As Usual

Π.2 Δίκτυα απεικόνισης κύκλου ζωής ψυγείου

Στη συνέχεια δίνεται μια σχηματική απεικόνιση του κύκλου ζωής του ψυγείου μέσω των δικτύων απεικόνισης που περιγράφηκαν σε προηγούμενο κεφάλαιο για τις ηλεκτρονικές συσκευές. Τα δίκτυα απεικόνισης που θα παρουσιαστούν αφορούν την κατανάλωση μικτής και ηλεκτρικής ενέργειας, την ανάκτηση μικτής ενέργειας κατά το στάδιο διάθεσης και τις εκπομπές ισοδύναμων στοιχείων του διοξειδίου του άνθρακα καθώς αυτά κρίνονται αρκετά για την ικανοποιητική κατανόηση των μεγεθών που αφορούν τον κύκλο ζωής του ψυγείου. Το δίκτυο απεικόνισης που αφορά την ανάκτηση μικτής ενέργειας (Energy, primary) περιλαμβάνει την ίδια κατηγορία μικτής ενέργειας που φαίνεται στα σχήματα 1/1 – 1/3 (Energy, GER). Ωστόσο έχει οριστεί διαφορετικά για να διαχωριστεί η ανακτώμενη ενέργεια που οφείλεται στην παραγωγή των ανακυκλούμενων υλικών. Πρόκειται για διαφορετική αποτύπωση της αντίστοιχης διαδικασίας στην περίπτωση των επιτραπέζιων υπολογιστών, ελαφρών τερματικών και του διακομιστή.

Πρέπει, επιπρόσθετα, να αναφερθεί ότι οι μονάδες μέτρησης όλων των κατηγοριών ενέργειας είναι το MJ όπως και στην περίπτωση των άλλων ηλεκτρονικών συσκευών, ενώ οι εκπομπές

ισοδύναμων στοιχείων διοξειδίου του άνθρακα μετρώνται σε κιλά και όχι σε γραμμάρια. Αυτό συμβαίνει διότι δεν ορίστηκε μέθοδος αξιολόγησης επιπτώσεων για το ψυγείο και οι τιμές των μεγεθών έχουν τις προεπιλεγμένες μονάδες μέτρησης των επιπτώσεων όπως αυτές ορίστηκαν στο κεφάλαιο 4.

Η συνολική διαδικασία που ακολουθείται, αν και έχει πραγματοποιηθεί ο χαρακτηρισμός των επιπτώσεων και η ομαδοποίηση τους σε ευρύτερες κατηγορίες, καλείται απογραφή κύκλου ζωής, διότι δεν χρησιμοποιείται κάποια μέθοδος αξιολόγησης επιπτώσεων. Στην πραγματικότητα απλώς παρατίθενται κάποια δεδομένα που αφορούν τον κύκλο ζωής του ψυγείου.

Κατανάλωση μικτής ενέργειας, κύκλου ζωής ψυγείου. Σχήμα 1/1

Κατανάλωση μικτής ενέργειας, κύκλου ζωής ψυγείου. Σχήμα 1/2

Κατανάλωση μικτής ενέργειας, κύκλου ζωής ψυγείου. Σχήμα 1/3

Ανάκτηση μικτής ενέργειας, κύκλου ζωής ψυγείου. Σχήμα 2/1

Ανάκτηση μικτής ενέργειας, κύκλου ζωής ψυγείου. Σχήμα 2/2

Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, κύκλου ζωής ψυγείου. Σχήμα 3/1

Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, κύκλου ζωής ψυγείου. Σχήμα 3/2

Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, κύκλου ζωής ψυγείου. Σχήμα 3/3

Εκπομπές ισοδύναμων στοιχείων διοξειδίου του άνθρακα, κύκλου ζωής ψυγείου. Σχήμα 4/1

Εκπομπές ισοδύναμων στοιχείων διοξειδίου του άνθρακα, κύκλου ζωής ψυγείου. Σχήμα 4/2

Εκπομπές ισοδύναμων στοιχείων διοξειδίου του άνθρακα, κύκλου ζωής ψυγείου. Σχήμα 4/3

Εκπομπές ισοδύναμων στοιχείων διοξειδίου του άνθρακα, κύκλου ζωής ψυγείου. Σχήμα 4/4

Π.3 Ερμηνεία των αποτελεσμάτων

Στα διαγράμματα που παρατέθηκαν εντοπίζουμε αρχικά τα δύο σημαντικότερα που, όπως και στην περίπτωση των ηλεκτρονικών συσκευών, αφορούν την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας και τις εκπομπές ισοδύναμων στοιχείων διοξειδίου του άνθρακα. Επισημαίνεται πως η διάρκεια κύκλου ζωής του ψυγείου είναι δεκαπέντε χρόνια και όχι πέντε όπως στην περίπτωση των υπολογιστικών συστημάτων. Όπως βλέπουμε από τα σχήματα που αφορούν την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, η συνολική κατανάλωση του κύκλου ζωής του ψυγείου είναι:

16.800 MJ = 4,67 MWh

Εδώ πρέπει να σημειωθεί ότι το 94,8 % της ενέργειας αυτής καταναλώνεται κατά το στάδιο χρήσης, κάτι που μπορεί να φανεί από την απλή αναγωγή της κατανάλωσης του σταδίου αυτού, σε ποσοστιαίες μονάδες έναντι του συνόλου.

Από τα σχήματα που αφορούν τις εκπομπές ισοδύναμων στοιχείων του διοξειδίου του άνθρακα έχουμε ότι οι εκπομπές αυτές κατά το σύνολο του κύκλου ζωής είναι :

2.300 κιλά ισοδύναμων στοιχείων του διοξειδίου του άνθρακα (kg CO_2 eq.).

Αξίζει να σημειωθεί πως το 88,1 % των εκπομπών αυτών οφείλεται στην ηλεκτρική ενέργεια που καταναλώνεται κατά το στάδιο χρήσης, και το 0,0809% στη διαδικασία συντήρησης. Αυτά τα δύο μεγέθη αφορούν αποκλειστικά το στάδιο χρήσης με συνολικό άθροισμα εκπομπών 88,1809 %.

Απομονώνοντας την κατανάλωση, που οφείλεται στο στάδιο χρήσης, μπορούμε κατά προσέγγιση, και με δεδομένη τη γραμμική σχέση μεταξύ του μεγέθους αυτού και του χρόνου, να το ανάγουμε σε διάρκεια μιας πενταετίας. Έτσι για πενταετούς διάρκειας χρήση έχουμε :

$$K_5 = \frac{15.900\ MJ}{3{,}6 \cdot 3} = 1{,}47\ MWh$$

Με δεδομένο πως η μέση ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας μιας οικίας είναι 4.005 KWh/έτος, η κατανάλωση ενός μέσου ψυγείου σε σχέση με τη συνολική είναι

$$Ποσοστό\ συμμετοχής\ στη\ συνολική\ κατανάλωση\ οικίας = \frac{1{,}47}{5 \cdot 4{,}005} = 7{,}3\ \%$$

Το ποσοστό αυτό είναι σχετικά σημαντικό και καταδεικνύει πως η μείωση της κατανάλωσης, από την ευσυνείδητη επιλογή ενός ψυγείου, από το σύνολο των καταναλωτών, μπορεί να επιφέρει σημαντικά οφέλη.

Για τις εκπομπές ισοδύναμων στοιχείων διοξειδίου του άνθρακα όπως προαναφέρθηκε στο κεφάλαιο συμπερασμάτων η διαφορά των εκπομπών των δύο συστημάτων ηλεκτρονικών συσκευών είναι 13.000.000 γραμμάρια = 13.000 κιλά. Για διάστημα μιας δεκαπενταετίας όπου η παραγωγή, η χρήση και η διάθεση για ανακύκλωση των ηλεκτρονικών συσκευών επαναλαμβάνεται τρεις φορές είναι 39.000 κιλά. Η ανηγμένη, σε κάθε ηλεκτρονική συσκευή, διαφορά είναι 975 κιλά ισοδύναμων στοιχείων διοξειδίου του άνθρακα ενώ οι εκπομπές κατά την δεκαπενταετή χρήση ενός ψυγείου είναι 2.030 κιλά.

Παρατηρούμε πως οι εκπομπές ενός ψυγείου αντιστοιχούν στη διαφορά που εξασφαλίζεται από την αντικατάσταση δύο περίπου επιτραπέζιων υπολογιστών, με δύο ελαφρά τερματικά για κάθε κύκλο ζωής. Συνολικά λοιπόν σε διάστημα δεκαπέντε ετών έχουμε αντιστοιχία ενός ψυγείου με έξι ηλεκτρονικές συσκευές. Επισημαίνεται πως στα ελαφρά τερματικά περιλαμβάνεται και ο διακομιστής σε αναλογία 1/40 σε κάθε ένα.

Αυτό πρακτικά σημαίνει πως αν για παράδειγμα επιλεγούν από σαράντα οικίες, ψυγεία που καταναλώνουν 16 % λιγότερη ηλεκτρική ενέργεια από το ψυγείο που εξετάζεται, θα έχουμε κατά προσέγγιση, αντίστοιχα περιβαλλοντικά οφέλη στην υπερθέρμανση του πλανήτη, με την εγκατάσταση μιας υποδομής εικονικής επιφάνειας εργασίας σε μια μικρομεσαία επιχείρηση. Ένα τέτοιο ψυγείο αντιστοιχεί στο μέσον όρο των ψυγείων ενεργειακής κλάσης Α[68].

[68] http://www.greenpeace.org/greece/137368/137396/138799, 2010

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Βιβλία κι επιστημονικές δημοσιεύσεις

- Αραβώσης Κωνσταντίνος, Κατάρτιση & αξιολόγηση επενδυτικών σχεδίων & προγραμμάτων - Από την Θεωρία στην Πράξη, Νομική βιβλιοθήκη, Αθήνα 2007.
- Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ), Μέθοδοι ανάλυσης κόστους κύκλου ζωής, 2006
- Μ. Αβρααμίδης, Ν. Κυθραιώτου και Δ. Φάττα, Πανεπιστήμιο Κύπρου, Ανάλυση κύκλου ζωής ως υποστηρικτικό εργαλείο λήψης αποφάσεων για την οικολογική παραγωγή ελαιολάδου, 2006
- Παναγιωτακόπουλος Χ. Δημήτριος, Συστημική Μεθοδολογία και Τεχνική Οικονομική, Θεσσαλονίκη, 2004
- Albert W.C. Yau & Thomas Y.C. Lee, Client/Server Computing, 1995
- Channu Kambalyal, 3-Tier Architecture, 2004
- Department of Chemical Engineering, North Carolina State University, Samsung Electronics Co., Life Cycle Assessment Study of Color Computer Monitor, 2001
- Environment, Health and Safety Committee, Life Cycle Assessment, 2010
- European Commission DG TREN, Preparatory studies for Eco-design Requirements of EuPs, Personal Computers (desktops and laptops) and Computer Monitors, 2005
- European Commission, Environmental Impact of Products (EIPRO), 2006
- Fraunhofer Institute for Reliability and Microintegration for IGEL Technology, Environmental comparison of PC and thin client desktop equipment, 2006
- Fraunhofer Institute for Reliability and Microintegration for IGEL Technology, Environmental comparison of the relevance of PC and thin client desktop equipment for the climate, 2008
- Fraunhofer Institute for Reliability and Microintegration for IGEL Technology, Environmental comparison of the relevance of PC and thin client desktop equipment for the climate, 2008
- Fraunhofer Institute for Reliability and Microintegration, EuP Preparatory Studies “Imaging Equipment”, 2007
- George Schussel, Client/Server : Past, Present, Future, 1995
- IGEL Technology, Challenges for Public Administration, 2008
- IGEL Technology, UD2 series, 2009

- Ioannis Komninos, Urban and Regional Innovation Research Unit Faculty of Engineering Aristotle University of Thessaloniki, Product Life Cycle Management, 2002
- Joel Kanter, Understanding Thin-Client/Server Computing, 1999
- Journal of Atmospheric Chemistry, European VOC Emission Estimates Evaluated by Measurements and Model Calculations, 1997
- Karsten Schischke, Fraunhofer IZM, Eco Design for EuP: Methodologies, Tools, Case Studies, 2009
- Office of the Registrar, University of California, Moving to Client/Server Computing, A User's Perspective, 1998
- P. Frankl, F. Rubik, Life Cycle Assessment (LCA) in business, an overview on drivers, applications, issues and future perspectives, 1999
- Product Ecology Consultants (PRe Consultants), Introduction to LCA with SimaPro 7, 2008
- Product Ecology Consultants (PRe Consultants), SimaPro 7.1 Tutorial, 2008
- Product Ecology Consultants (PRe Consultants), SimaPro 7.1 Wizard Tutorial, 2008
- Scott M. Lewandowski, Frameworks for Component – Based Client/Server Computing, 1998
- SimaPro 7.2 Documentation, 2010
- Springer-Verlag, LCIA of impacts on human health and ecosystems • methodology, 2008
- SUN Microsystems, Scaling the N-Tier Architecture, 2000
- United Nations Environment Program, Kick the habit, a UN guide to climate Neutrality, 2008
- VHK for the European Commission, EuP EcoReport spreadsheet (XLS File), 2005
- VHK for the European Commission, Methodology Study Eco-design of Energy-using Products, MEEUP, Project Report, 2005
- VHK for the European Commission, Methodology Study Eco-design of Energy-using Products, MEEUP, Product Cases Report, 2005
- VHK for the European Commission, Methodology Study Eco-design of Energy-using Products, MEEUP, Methodology Report, 2005
- VMware Inc., VMware View 4.5, 2010

- VMWARE, Virtual Desktop Infrastructure, 2008
- VMware-Cisco-EMC[2], Enterprise Virtual Desktop Infrastructure. Design for Performance and Reliability, 2009

2. Ηλεκτρονικές διευθύνσεις

- http://aix.meng.auth.gr/helcare/LCA/LCA.htm
- http://alexandra.di.uoa.gr/mmtech/msTech/4_DNA_COM/PDFs/3-tier.pdf
- http://channukambalyal.tripod.com/NTierArchitecture.pdf
- http://cis.cuyamaca.net/draney/214/web_server/client.htm
- http://ec.europa.eu/index_en.htm
- http://en.wikipedia.org/wiki/Client%E2%80%93server_model
- http://en.wikipedia.org/wiki/Desktop_virtualization
- http://en.wikipedia.org/wiki/Main_Page
- http://en.wikipedia.org/wiki/Thin_client
- http://eprints.usq.edu.au/492/
- http://ewasteguide.info/biblio/life-cycle-as
- http://ex-elca2.bologna.enea.it/cm/navContents?l=EL&navID=lcaSmes&subNavID=1&pagID=1
- http://ieeexplore.ieee.org/Xplore/login.jsp?url=http%3A%2F%2Fieeexplore.ieee.org%2Fiel5%2F5129253%2F5156678%2F05156722.pdf%3Farnumber%3D5156722&authDecision=-203
- http://library.tee.gr/digital/m2045/m2045_koroneos.pdf
- http://maps.grida.no/go/graphic/life-cycle-emissions-of-a-computer1
- http://sqltech.cl/doc/oas10gR3/web.1013/b13593/undtldev010.htm
- http://westwood.wikispaces.com/page/pdf/Life+Cycle+of+Computer+Hardware
- http://www.aegean.gr/environment/eda/Envirohelp/greece/bestpractices/LCAgr.html
- http://www.altec.gr/index.php/software/technology/3-tier-client-server.html
- http://www.dciexpo.com/geos/dbsejava.htm
- http://www.earthshift.com/methods.htm
- http://www.ecosmes.net/cm/navContents?l=EL&navID=lcaSmesIntro&subNavID=1&pagID=1

- http://www.ekpaa.greekregistry.eu/index.php?option=com_content&view=article&id=128%3Aap3a&catid=61%3Aatmospheretrends&lang=el&Itemid=115
- http://www.epa.gov/nrmrl/std/sab/iam/
- http://www.gartner.com/press_releases/asset_154164_11.html
- http://www.gdrc.org/uem/lca/lca-japan.html
- http://www.gdrc.org/uem/lca/life-cycle.html
- http://www.gnest.org/journal/Vol1_No3/Frankl.pdf
- http://www.greenpeace.org/greece/137368/137396/138799
- http://www.iland.com/sites/default/files/iland_workforce_cloud.swf
- http://www.it.uom.gr/project/client_server/theoria1.htm
- http://www.life-cycle.org/
- http://www.oc-praktikum.de/el/articles/pdf/LCAMethod_el.pdf
- http://www.pre.nl/
- http://www.rsc.org/images/LCA_20100215_tcm18-97943.pdf
- http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6V78-4V4KC60-1&_user=10&_coverDate=02%2F15%2F2009&_rdoc=1&_fmt=high&_orig=search&_sort=d&_docanchor=&view=c&_searchStrId=1257162072&_rerunOrigin=google&_acct=C000050221&_version=1&_urlVersion=0&_userid=10&md5=31f8aa047f1f4819f366d2caf980c819
- http://www.sun.com/software/whitepapers/wp-ntier/wp-ntier.pdf
- http://www.virtu-software.com/ask-doug/QandA.asp?q=48
- http://www.vmware.com
- http://www.win.tue.nl/~mchaudro/sa2007/Client-Server%20Computing%20Lewandowski%20ACM-CS1998.pdf
- http://www.youtube.com/watch?v=lXC6nDZyUT0