



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ & ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕ ΘΕΜΑ:

**«ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ
ΔΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΟΙΚΙΑΚΩΝ ΨΥΚΤΙΚΩΝ ΣΥΣΚΕΥΩΝ»**



Φοιτητής:

Αρτελάρης Παρασκευάς

Επιβλέπων Καθηγητής:

Δρ. Αραβώσης Κωνσταντίνος
Λέκτορας Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Φεβρουάριος 2012



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ & ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

«ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ
ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΟΙΚΙΑΚΩΝ ΨΥΚΤΙΚΩΝ ΣΥΣΚΕΥΩΝ»

Φοιτητής:

Αρτελάρης Παρασκευάς

Επιβλέπων Καθηγητής:

Δρ. Αραβώσης Κωνσταντίνος
Λέκτορας Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Φεβρουάριος 2012



*Στους γονείς μου
και
στη σύντροφο μου Μαρία*



ΠΡΟΛΟΓΟΣ – ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στα πλαίσια των σπουδών μου στη σχολή Μηχανολόγων Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου. Κατά τη περίοδο αυτή αποκόμισα γνώσεις και εμπειρίες που θα μου χρησιμεύσουν στη σταδιοδρομία μου ως Μηχανολόγος Μηχανικός.

Το θέμα της αφορά την περιβαλλοντική αξιολόγηση οικιακών ψυκτικών συσκευών, ιδέα του επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Κωνσταντίνου Αραβώση, τον οποίο ευχαριστώ θερμά για την πολύτιμη βοήθεια, καθοδήγηση και υποστήριξη του σε όλη τη διάρκεια εκπόνησης αυτής της εργασίας. Καθώς επίσης και για τη δυνατότητα που μου έδωσε να ασχοληθώ με ένα τόσο ενδιαφέρον και σημαντικό θέμα που αποτελεί μέρος ενός ερευνητικού προγράμματος, περιβαλλοντικού ενδιαφέροντος, που διεξάγεται από τον τομέα Βιομηχανικής Διοίκησης και Επιχειρησιακής Έρευνας του Ε.Μ.Π.

Θερμές ευχαριστίες θα ήθελα να εκφράσω στους κ.κ. Χουλιάρα Βασίλειο, Μανέττα Ηλία, Μαυρόπουλο Γεώργιο και Χαιρετάκη Κωνσταντίνο της εταιρείας Bosch and Siemens Home Appliances Group Hellas (BSH Hellas) για την παροχή δεδομένων. Ιδιαίτερα ευχαριστώ τον κο Μαυρόπουλο Γεώργιο, ο οποίος είναι και εξωτερικός συνεργάτης στον τομέα Θερμότητας του Ε.Μ.Π., για τον χρόνο που αφιέρωσε και την προσπάθεια που κατέβαλε για την όσο το δυνατόν γρηγορότερη παροχή των απαιτούμενων δεδομένων, χωρίς τα οποία δεν θα μπορούσε να ολοκληρωθεί η παρούσα εργασία.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω την κ. Κόντα Σοφία της εταιρείας Ανακύκλωση Συσκευών Α.Ε. και την κ. Ann Maher του τμήματος Human Resources & Administration (SRD. 1) DG Environment/DG Climate Action της Ευρωπαϊκής Επιτροπής για τις σημαντικές πληροφορίες που μου παρείχαν.

Τέλος, ιδιαίτερα ευχαριστώ τους κ.κ. Γεράσιμο Αρτελάρη και Ιωάννη Γεροντίνη για την πολύτιμη βοήθεια τους στην επεξεργασία και στατιστική ανάλυση των δεδομένων, καθώς επίσης και τους κ.κ. Σωμάκο Λεωνίδα και Μακρή Δημήτριο για τις βοηθητικές συμβουλές στα αρχικά στάδια της εργασίας.



ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Είναι γνωστό ότι η ρύπανση και γενικότερα η υποβάθμιση του περιβάλλοντος από τις ανθρώπινες δραστηριότητες είναι τόσο παλαιά, όσο και η εμφάνιση του ανθρώπου πάνω στη Γη. Όμως με την πάροδο του χρόνου τα περιβαλλοντικά προβλήματα γίνονται εντονότερα, με συνέπεια η αύξηση του φαινομένου του θερμοκηπίου, η εξασθένηση του στρώματος του όζοντος, τα οποία έχουν ως αποτέλεσμα την αλλαγή του κλίματος και η εξάντληση των φυσικών και ενεργειακών πόρων να αποκτούν όλο και μεγαλύτερη βαρύτητα παγκοσμίως.

Η σχέση μεταξύ αιφόρου ανάπτυξης και κλιματικής αλλαγής είναι αμφίδρομη. Από τη μια πλευρά η κλιματική αλλαγή επηρεάζει σημαντικά τη φύση και τις ανθρώπινες συνθήκες διαβίωσης και επομένως και τη βάση για κοινωνική και οικονομική ανάπτυξη, ενώ από την άλλη οι προτεραιότητες της κοινωνίας στην αιφόρο ανάπτυξη επηρεάζουν τις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου που προκαλούν την κλιματική αλλαγή. Λαμβάνοντας υπόψη το γεγονός ότι ο ενεργειακός τομέας αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους ρυπογόνους παράγοντες καθώς και την συνεχή ποσοτική αύξηση των προϊόντων που σχετίζονται με την ενέργεια, μια από τις προτεραιότητες αφορά τον οικολογικό σχεδιασμό και την ενεργειακή αποδοτικότητα αυτών. Έτσι, οι μέθοδοι εκτίμησης περιβαλλοντικών επιπτώσεων είναι ένα σημαντικό εργαλείο για την λήψη φιλικών προς το περιβάλλον αποφάσεων και την επίτευξη αειφορίας.

Σκοπός λοιπόν της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η ανάπτυξη μιας μεθοδολογίας, η οποία θα είναι σύμφωνη με τα πρότυπα και τις ευρωπαϊκές οδηγίες και θα αξιολογήσει/βαθμολογήσει περιβαλλοντικά δύο οικιακές ψυκτικές συσκευές δημιουργώντας ένα διαφορετικό κριτήριο για την οικολογική απόδοση αυτών.

Στα κεφάλαια που ακολουθούν, εκτός από τα οικολογικά πρότυπα σχεδιασμού που παρουσιάζονται και πρέπει να πληρούν οι δύο οικιακές ψυκτικές συσκευές (ψυγείο και καταψύκτης), πραγματοποιείται -για την αξιολόγηση τους- ανάλυση των κύκλων ζωής, που αποτελεί και την επίσημη μέθοδο εκτίμησης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων ενός προϊόντος, ενώ η βαθμολόγηση θα προκύψει από τη σύνθεση τεσσάρων δεικτών οικολογικής απόδοσης που αφορούν τα παραπάνω περιβαλλοντικά προβλήματα.

Τέλος, αξίζει να αναφερθεί ότι, η μεθοδολογία αυτή μπορεί να εφαρμοστεί σε οποιαδήποτε κατηγορία λευκών συσκευών και η υλοποίηση της ανάλυσης κύκλου ζωής γίνεται με την βοήθεια του λογισμικού SimaPro v.7.2 της εταιρείας Pre Consultants.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

«ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΟΙΚΙΑΚΩΝ ΨΥΚΤΙΚΩΝ ΣΥΣΚΕΥΩΝ».....	2
ΠΡΟΛΟΓΟΣ – ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	4
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	5
ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΩΝ ΚΥΡΙΩΝ ΟΡΩΝ	10
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	12
1.1 Το κλιματικό σύστημα και το φαινόμενο του θερμοκηπίου.....	12
1.2 Αέρια του θερμοκηπίου	14
1.3 Κλιματική αλλαγή.....	17
2. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ.....	19
2.1 Υπερθέρμανση του πλανήτη (Global Warming)	19
2.1.1 Αποτύπωμα Άνθρακα (Carbon Footprint)	23
2.2 Οξίνιση (Acidification).....	24
2.3 Πτητικές οργανικές ενώσεις (Volatile Organic Compounds).....	25
2.4 Ανθεκτικοί οργανικοί ρυπαντές (Persistent Organic Pollutants).....	26
2.5 Βαρέα μέταλλα στον αέρα (Heavy Metals to air).....	27
2.6 Πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες	28
(Polycyclic Aromatic Hydrocarbons)	28
2.7 Αιωρούμενα σωματίδια (Particulate Matter)	28
2.8 Βαρέα μέταλλα στο νερό (Heavy Metals to water)	28
2.9 Ευτροφισμός (Eutrophication).....	29
2.10 Δυναμικό μείωσης όζοντος (Ozone Depletion Potential).....	30
3. ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ (ΑΚΖ)	32
3.1 Εισαγωγή στην έννοια της ανάλυσης και αξιολόγησης κύκλου ζωής.....	32
3.2 Πρότυπα τυποποίησης που αφορούν την ΑΚΖ	33
3.3 Μεθοδολογία της διαδικασίας αξιολόγησης.....	34
3.4 Καθορισμός στόχου και πεδίου εφαρμογής.....	36
3.4.1 Καθορισμός του στόχου.....	37
3.4.2 Καθορισμός του πεδίου εφαρμογής.....	37
3.5 Απογραφή	39
3.6 Αξιολόγηση επιπτώσεων	40
3.6.1 Τα διεθνή πρότυπα αναφορικά με τις μεθόδους αξιολόγησης επιπτώσεων	41

3.6.2	Επιλογή μεθόδων και κατηγοριών επιπτώσεων.....	42
3.6.3	Υποχρεωτικά στάδια.....	43
3.6.4	Προαιρετικά στάδια.....	43
3.6.5	Εκτίμηση ζημιάς.....	44
3.6.6	Στάθμιση.....	45
3.7	Ερμηνεία.....	46
3.7.1	Η ερμηνεία σύμφωνα με το πρότυπο 14043.....	46
3.7.2	Αβεβαιότητα (Uncertainty).....	46
3.7.3	Ανάλυση ευαισθησίας (Sensitivity Analysis).....	48
3.7.4	Ανάλυση συνεισφοράς (Contribution Analysis).....	48
3.7.5	Ανάλυση βαρύτητας επιβάρυνσης (Gravity Analysis).....	49
3.7.6	Ανάλυση απογραφής (Inventory Analysis).....	49
4.	ΤΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ ΠΟΥ ΚΑΤΑΝΑΛΩΝΟΥΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑ.....	51
4.1	Ορισμός των EuP και το πρόβλημα που προκύπτει.....	51
4.2	Οικιακές Ψυκτικές Συσκευές.....	52
4.3	Οικολογικός Σχεδιασμός (Ecodesign).....	54
4.4	Απαιτήσεις οικολογικού σχεδιασμού.....	56
4.5	Τα Απόβλητα Ηλεκτρικού και Ηλεκτρονικού Εξοπλισμού (ΑΗΗΕ).....	60
5.	ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΣΗΜΑΝΣΗ.....	68
5.1	Περιβαλλοντικές ετικέτες.....	68
5.2	Σήμανση κατανάλωσης ενέργειας.....	69
5.2.1	Μέθοδος υπολογισμού του Δείκτης Ενεργειακής Απόδοσης (EEI).....	71
5.3	Οικολογική σήμανση.....	75
5.3.1	Το οικολογικό σήμα της ΕΕ.....	76
5.3.2	Το σήμα <i>Energy Star</i>	80
5.3.3	Λοιπά οικολογικά σήματα.....	81
5.4	Σήμανση που σχετίζεται με τον οικολογικό σχεδιασμό.....	81
6.	ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΤΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ SIMAPRO ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΚΖ ΤΩΝ ΔΥΟ ΣΥΣΚΕΥΩΝ.....	82
6.1	Οι λίστες των υλικών (Bill Of Materials).....	82
6.2	Περιγραφή των υλικών.....	85
6.2.1	Μεταλλικά στοιχεία (Metals).....	86
6.2.2	Ηλεκτρονικά στοιχεία (Electronics).....	89
6.2.3	Πλαστικά στοιχεία (Plastics).....	91

6.2.4 Διάφορα στοιχεία (Miscellaneous)	94
6.2.5 Ψυκτικό μέσο (Refrigerant)	95
6.3 Περιγραφή των διεργασιών	95
6.3.1 Επένδυση με έποξυ (Powder Coating).....	95
6.3.2 Προ-επικάλυψη ρόλων (Pre-coating Coil).....	96
6.3.3 Παραγωγή όλων των πλαστικών μερών (Manufacturing all Plastic parts)	97
6.3.3 Χυτήρια παραγωγής αλουμινίου (Manufacturing Foundries Al)	98
6.3.4 Χυτήρια παραγωγής σιδήρου, χαλκού και ψευδάργυρου (Manufacturing Foundries Fe/Cu/Zn).....	99
6.3.5 Παραγωγή των μεταλλικών φύλλων (Manufacturing Sheetmetal)	99
6.3.6 Επεξεργασία αποβλήτων μεταλλικών φύλλων (Manufacturing Sheetmetal scrap).....	100
6.3.7 Συναρμολόγηση κυκλωμάτων (PWB Assembly).....	101
6.3.8 Εξαιρέσεις	102
6.3.9 Συναρμολόγηση και διανομή συσκευών ανά κυβικό μέτρο προϊόντος (Assembly and Distribution per m ³ appliances).....	103
6.3.10 Συναρμολόγηση και διανομή ανά προϊόν (Assembly and Distribution per product).....	103
6.3.11 Διανομή και λιανική πώληση ανά κυβικό μέτρο προϊόντος (Distribution and Retail per m ³ product)	104
6.3.12 Διανομή και λιανική πώληση ανά προϊόν (Distribution and Retail per product).....	105
6.3.13 Ηλεκτρική ενέργεια (Electricity)	106
6.3.14 Συντήρηση – επισκευές (Maintenance – Repairs).....	108
7. ΤΑ ΣΤΑΔΙΑ ΤΟΥ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ ΣΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ SIMAPRO.....	109
7.1 Στάδιο Παραγωγής.....	109
7.1.1 Μονόπορτο ψυγείο KIR.....	109
7.1.2 Κατακόρυφος καταψύκτης GSD	111
7.2 Στάδιο Χρήσης.....	113
7.2.1 Ψυγείο KIR	113
7.2.2 Καταψύκτης GSD	114
7.3 Στάδιο Διάθεσης	114
7.3.1 Σενάριο διάθεσης ψυγείου KIR	115
7.3.2 Σενάριο διάθεσης καταψύκτη GSD	115
7.3.3 Σενάριο διαχείρισης αποβλήτων	116

7.3.3.1 Ανακύκλωση ηλεκτρονικών (Electronics Recycling)	117
7.3.3.2 Ανακύκλωση πλαστικών (Plastics Recycling)	118
7.3.3.3 Επαναχρησιμοποίηση ή κλειστού τύπου ανακύκλωση πλαστικών (Reuse or Closed loop Recycling Plastics)	119
7.3.3.4 Θερμική ανακύκλωση πλαστικών (Thermal Recycling Plastics).....	121
Εικόνα 64 : Το σενάριο θερμικής ανακύκλωσης των πλαστικών	121
7.3.3.5 Περιβαλλοντικό κόστος διάθεσης (Disposal, Environmental costs)	122
8. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ ΤΩΝ ΔΥΟ ΟΙΚΙΑΚΩΝ ΨΥΚΤΙΚΩΝ ΣΥΣΚΕΥΩΝ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ SIMAPRO	125
8.1 Περιγραφή χρησιμοποιούμενων εφαρμογών.....	125
8.1.1 Μέθοδος αξιολόγησης επιπτώσεων	125
8.1.2 Δίκτυο απεικόνισης.....	129
8.1.2 Δέντρο διαδικασιών	130
8.1.3 Ανάλυση.....	130
8.1.4 Σύγκριση	130
8.2 Ανάλυση κύκλου ζωής ψυγείου KIR.....	130
8.3 Ανάλυση κύκλου ζωής καταψύκτη GSD.....	138
8.4 Συμπεράσματα	146
9. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΒΑΘΜΟΛΟΓΗΣΗ	147
9.1 Οικολογική Απόδοση.....	147
9.2 Δείκτες οικολογικής απόδοσης.....	148
9.2.1 Ενεργειακή αποδοτικότητα (Energy Efficiency).....	148
9.2.2 Αποτύπωμα άνθρακα (Carbon Footprint).....	149
9.2.3 Κατανάλωση νερού (Water Consumption).....	153
9.2.4 Ανακυκλωσιμότητα (Recycle Rate).....	156
9.3 Συντελεστές βαρύτητας δεικτών.....	156
9.4 Βαθμολόγηση των δύο συσκευών	157
9.5 Στατιστική Ανάλυση.....	162
9.6 Σύγκριση και συμπεράσματα.....	169
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ: Οδηγίες Χρήσεως Μεθοδολογίας	176
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	180

ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΩΝ ΚΥΡΙΩΝ ΟΡΩΝ

ΑΗΗΕ: Απόβλητα Ηλεκτρικού και Ηλεκτρονικού Εξοπλισμού

ΑΚΖ: Ανάλυση Κύκλου Ζωής (**Life Cycle Analysis**)

ΕΕ: Ευρωπαϊκή Ένωση

ΕΚΑ: Ευρωπαϊκός Κατάλογος Αποβλήτων

ΑΠΕ: Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

ΗΗΕ: Ηλεκτρικός και Ηλεκτρονικός Εξοπλισμός

AD: Acidification

BOM: Bill Of Materials

CECED: European Committee of Domestic Equipment Manufacturers

CF: Carbon Footprint

EI: Energy Efficiency Index

EIA: Environmental Impact Assessment

EU: European Union

EuP: Energy using Products

EUP: Eutrophication

GHG: Greenhouse Gas

GWP: Global Warming Potential

HM: Heavy Metals

IES: Institute for the Environment and Sustainability

IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change

IPP: Integrated Product Policy

ISO: International Organization of Standardization

JRC: Joint Research Center

LCIA: Life Cycle Impact Assessment

LCI: Life Cycle Inventory



ODP: Ozone Depletion Potential

PAH: Polycyclic Aromatic Hydrocarbons

PM: Particulate Matter

POP: Persistent Organic Pollutants

RoHS: Restriction of Hazardous Substances

UNEP: United Nations Environment Programme

UNFCCC: United Nations Framework Convention on Climate Change

VOC: Volatile Organic Compounds

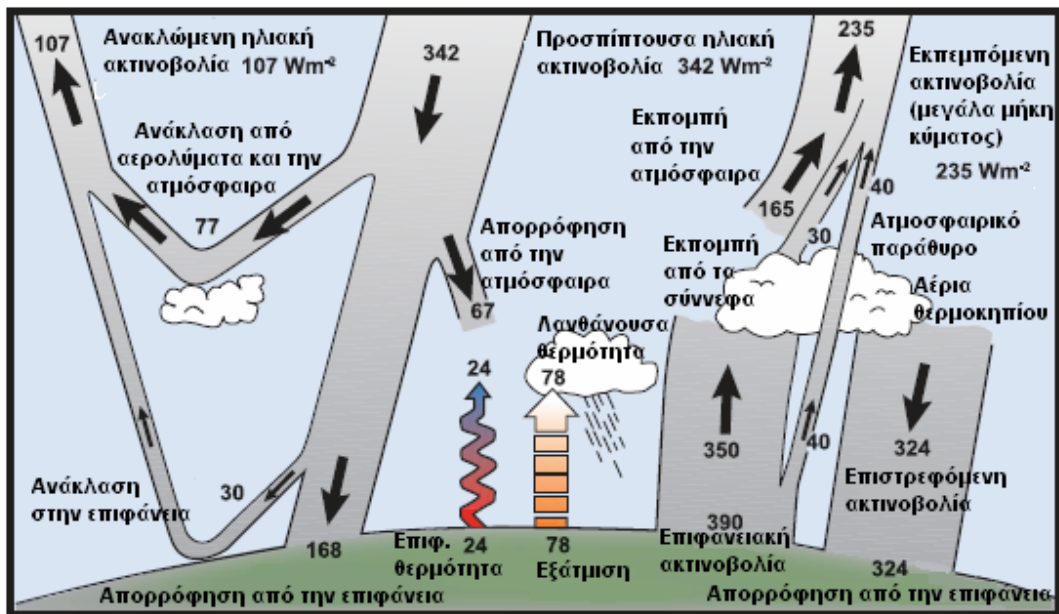


1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Το κλιματικό σύστημα και το φαινόμενο του θερμοκηπίου

Το κλιματικό σύστημα είναι ένα σύνθετο σύστημα, που αποτελείται από πολλαπλές αλληλεπιδράσεις ανάμεσα στην ατμόσφαιρα, την επιφάνεια της Γης, τα χιόνια και τους πάγους, τους ωκεανούς, τα λοιπά επιφανειακά και υπόγεια νερά των ηπείρων και τους ζωντανούς οργανισμούς¹.

Το σύστημα αυτό εξελίσσεται κάτω από την επίδραση της εσωτερικής του δυναμικής και μέσω διαφόρων εξωτερικών παραγόντων. Οι εξωτερικοί αυτοί παράγοντες είναι τα φυσικά φαινόμενα όπως οι ηφαιστειακές εκρήξεις και οι ηλιακές διακυμάνσεις, καθώς επίσης και αλλαγές στη χημική σύσταση της ατμόσφαιρας, οι οποίες προκαλούνται από ανθρώπινες δραστηριότητες. Με την ηλιακή ακτινοβολία να είναι στην ουσία ο παράγοντας που δίνει ενέργεια στο κλιματικό σύστημα.



Εικόνα 1: Το Παγκόσμιο Ενεργειακό Ισοζύγιο (Οι τιμές εκφράζονται σε Wm^{-2})

(Πηγή: IPCC Fourth Assessment Report: Climate Change 2007 (AR4))

Σύμφωνα με την Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή (IPCC² Fourth Assessment Report 2007, 96) υπάρχουν τρεις θεμελιώδεις τρόποι να διαφοροποιηθεί η ισορροπία της ακτινοβολίας της Γης, μεταβάλλοντας:

¹ IPCC Fourth Assessment Report: Climate Change 2007 (AR4)

² Επιστημονική συμβουλευτική επιτροπή των Ηνωμένων Εθνών

- την εισερχόμενη ηλιακή ακτινοβολία (μικρού μήκους κύματος)
- την ανακλώμενη ηλιακή ακτινοβολία
- τη μεγάλη μήκους κύματος εκπεμπόμενη ακτινοβολία από τη Γη προς το διάστημα (π.χ. μέσω διαφοροποιήσεων των συγκεντρώσεων των αερίων του θερμοκηπίου)

Περίπου 30% του Ηλιακού φωτός που φθάνει στα εξωτερικά στρώματα της Γήινης ατμόσφαιρας ανακλάται πίσω στο διάστημα, ενώ η ενέργεια που δεν ανακλάται, απορροφάται από την επιφάνεια της Γης και την ατμόσφαιρα (βλέπε εικόνα 1). Το ποσό που απορροφάται είναι περίπου 240 Watt ανά τετραγωνικό μέτρο (Wm^{-2}) και για να υπάρξει ισορροπία πρέπει η ίδια η Γη να ακτινοβολήσει περίπου το ίδιο ποσό ενέργειας πίσω στο διάστημα, πράγμα το οποίο γίνεται με την εκπομπή ακτινοβολίας μεγάλων μηκών κύματος. Όμως, για την εκπομπή αυτή (240 Wm^{-2}) θα έπρεπε η μέση θερμοκρασία στην επιφάνεια της Γης να είναι περίπου -19°C και όχι 15°C . Ο λόγος που η Γήινη επιφάνεια είναι τόσο ζεστή εξηγείται από την παρουσία των αερίων του θερμοκηπίου, τα οποία απορροφούν μερικώς τη δευτερογενή αυτή ακτινοβολία δημιουργώντας έτσι το φαινόμενο του θερμοκηπίου³.

Το φαινόμενο του θερμοκηπίου ή θερμοκηπικό φαινόμενο είναι μια φυσική ατμοσφαιρική διαδικασία χάρη στην οποία διαμορφώνονται οι κατάλληλες συνθήκες που καθιστούν τον πλανήτη μας φιλόξενο για ζωή.



Εικόνα 2 : Φαινόμενο θερμοκηπίου – παγίδευση ακτινοβολίας

(Πηγή : US Department of Energy, <http://www.eere.energy.gov>)

³ IPCC Fourth Assessment Report: Climate Change 2007 (AR4)

Για την ακρίβεια το φαινόμενο αυτό και τα ατμοσφαιρικά αέρια που το καθορίζουν διατηρούν την θερμοκρασία του πλανήτη σε ανεκτά επίπεδα για την επιβίωση, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, σχηματίζοντας ένα στρώμα το οποίο επιτρέπει τη διέλευση της ηλιακής ακτινοβολίας προς τη Γη, αλλά παράλληλα εγκλωβίζει την εκπεμπόμενη από το έδαφος και τα επιφανειακά υλικά ακτινοβολία, η οποία τελικά μετατρέπεται σε θερμότητα⁴ (εικόνα 2).

1.2 Αέρια του θερμοκηπίου

Αέριο του Θερμοκηπίου (GHG) είναι ένα αέριο το οποίο βρίσκεται στην Γήινη ατμόσφαιρα και απορροφά ή εκπέμπει ακτινοβολία εντός του θερμικού υπέρυθρου φάσματος⁵. Τα βασικά αέρια του θερμοκηπίου είναι τα εξής:

Υδρατμοί: Το κυριότερο από αυτά είναι οι υδρατμοί (H₂O), οι οποίοι ευθύνονται για περίπου τα δύο τρίτα του φυσικού φαινομένου του θερμοκηπίου. Στην ατμόσφαιρα, τα μόρια νερού δεσμεύουν τη ακτινοβολία που εκπέμπει η Γη και με την σειρά τους την εκπέμπουν εκ νέου προς όλες τις κατευθύνσεις, θερμαίνοντας έτσι την επιφάνεια της Γης.

Οι υδρατμοί της ατμόσφαιρας αποτελούν τμήμα του υδρολογικού κύκλου, ενός κλειστού συστήματος κυκλοφορίας του νερού -το οποίο είναι διαθέσιμο σε πεπερασμένες ποσότητες στη Γη- από τους ωκεανούς και το έδαφος στην ατμόσφαιρα και από εκεί πίσω στο έδαφος μέσω της εξάτμισης και της διαπνοής, της συμπύκνωσης και της κατακρήμνισης.

Οι ανθρώπινες δραστηριότητες δεν αυξάνουν τους υδρατμούς στην ατμόσφαιρα. Ωστόσο, ο θερμότερος αέρας μπορεί να κατακρατήσει πολύ περισσότερη υγρασία, με αποτέλεσμα οι αυξημένες θερμοκρασίες να εντείνουν περαιτέρω τις κλιματικές αλλαγές.

Διοξείδιο του άνθρακα: Ο κυριότερος συντελεστής του ενισχυμένου φαινομένου (ανθρωπογενούς) του θερμοκηπίου είναι το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂). Ευθύνεται παγκοσμίως για τουλάχιστον το 60% του ενισχυμένου φαινομένου των αερίων θερμοκηπίου. Στις βιομηχανικές χώρες, το διοξείδιο του άνθρακα αποτελεί τουλάχιστον το 80% των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.

Στη γη υπάρχουν πεπερασμένες ποσότητες άνθρακα, οι οποίες, όπως και το νερό, ανακυκλώνονται με τον "κύκλο του άνθρακα". Πρόκειται για ένα ιδιαίτερα πολύπλοκο σύστημα στο οποίο ο άνθρακας κινείται μεταξύ της ατμόσφαιρας, της επίγειας βιόσφαιρας και των ωκεανών. Τα φυτά απορροφούν CO₂ από την ατμόσφαιρα κατά τη φωτοσύνθεση. Χρησιμοποιούν τον άνθρακα για να συνθέσουν

⁴ Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών – Ινστιτούτο Ερευνών Περιβάλλοντος, www.meteo.gr

⁵ http://en.wikipedia.org/wiki/Greenhouse_gas, 2012

τους ιστούς τους και τον απελευθερώνουν στην ατμόσφαιρα, όταν ξεραίνονται και αποσυντίθενται. Ο οργανισμός των ανθρώπων (και των ζώων) περιέχει και αυτός άνθρακα, τον οποίο λαμβάνει από τα βρώσιμα φυτά ή από τα ζώα που καταναλώνουν αυτά τα φυτά. Ο άνθρακας απελευθερώνεται ως CO₂ με την αναπνοή, καθώς και με το θάνατο και την αποσύνθεση.

Τα ορυκτά καύσιμα είναι τα απολιθωμένα υπολείμματα νεκρών ζώων και φυτών, τα οποία συντίθενται υπό συγκεκριμένες συνθήκες σε διάστημα εκατομμυρίων ετών και, συνεπώς, έχουν μεγάλη περιεκτικότητα σε άνθρακα. Με την ευρεία έννοια, το κάρβουνο δεν είναι παρά υπολείμματα καμένων δασών, ενώ το πετρέλαιο προέρχεται από τη χλωρίδα των ωκεανών (Οι ωκεανοί απορροφούν CO₂, που χρησιμοποιείται σε διαλυμένη μορφή για τη φωτοσύνθεση της θαλάσσιας χλωρίδας).

Πολλά δισεκατομμύρια τόνοι άνθρακα ανταλλάσσονται με φυσικό τρόπο κάθε χρόνο μεταξύ της ατμόσφαιρας, των ωκεανών και της επίγειας χλωρίδας. Τα επίπεδα διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα παρουσίαζαν αποκλίσεις μικρότερες από 10% κατά τη διάρκεια των 10.000 χρόνων που προηγήθηκαν της βιομηχανικής επανάστασης. Ωστόσο, από το 1800 η συγκέντρωση του έχει αυξηθεί κατά περίπου 30%, καθώς τεράστιες ποσότητες ορυκτών καυσίμων καίγονται για να παραχθεί ενέργεια, κυρίως στις ανεπτυγμένες χώρες. Σήμερα εκπέμπουμε στην ατμόσφαιρα τουλάχιστον 25 δισεκατομμύρια τόνους CO₂ το χρόνο. Πρόσφατα, Ευρωπαίοι ερευνητές ανακάλυψαν ότι οι τρέχουσες συγκεντρώσεις CO₂ στην ατμόσφαιρα είναι τώρα υψηλότερες από ποτέ κατά τα τελευταία 650.000 χρόνια. Πραγματοποιήθηκε πυρηνοληψία πάγου σε βάθος άνω των 3 χιλιομέτρων στους πάγους της Ανταρκτικής οι οποίοι διαμορφώθηκαν εκατοντάδες χιλιάδες χρόνια πριν. Ο πάγος περιέχει φυσαλίδες αέρα, οι οποίες μας δίνουν πληροφορίες για την ατμοσφαιρική σύσταση σε διάφορες εποχές της ιστορίας του πλανήτη.

Το CO₂ μπορεί να παραμείνει στην ατμόσφαιρα για 50-200 χρόνια, ανάλογα με τον τρόπο ανακύκλωσης και επιστροφής του στο έδαφος και τους ωκεανούς.

Μεθάνιο: Το δεύτερο σημαντικότερο αέριο που ευθύνεται για το ενισχυμένο φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι το μεθάνιο (CH₄). Από τις απαρχές της βιομηχανικής επανάστασης, οι ατμοσφαιρικές συγκεντρώσεις μεθανίου έχουν διπλασιαστεί και συμβάλλουν κατά περίπου 20% στην ενίσχυση του φαινομένου των αερίων θερμοκηπίου. Στις βιομηχανικές χώρες, το μεθάνιο αποτελεί συνήθως το 15% των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου.

Το Μεθάνιο συντίθεται, κατά κύριο λόγο, από βακτήρια που ενισχύονται με οργανικές ύλες ελλείψει οξυγόνου. Συνεπώς, εκπέμπεται από διάφορες φυσικές και μη πηγές⁶ που επηρεάζονται από την ανθρώπινη δραστηριότητα, με κυριότερες τις ανθρωπογενείς εκπομπές. Οι φυσικές πηγές περιλαμβάνουν τους υδροτόπους, τους τερμίτες και τους ωκεανούς, ενώ οι πηγές που επηρεάζονται από την ανθρώπινη

⁶ Υπουργείο Εθνικής Παιδείας και Θρησκευμάτων, 'Ατμοσφαιρική Ρύπανση' *Οδηγός Εκπαιδευτικών*, 2000

δραστηριότητα περιλαμβάνουν την εξόρυξη και την καύση ορυκτών καυσίμων, την κτηνοτροφία (τα βοοειδή καταναλώνουν φυτά και εκπέμπουν μεθάνιο μέσω της εκπνοής και των περιττωμάτων τους), τις ρυζοκαλλιέργειες (οι ορυζώνες παράγουν μεθάνιο καθώς οι οργανικές ύλες του εδάφους αποσυντίθενται χωρίς αρκετό οξυγόνο) και τους χώρους υγειονομικής ταφής (και εδώ τα οργανικά απόβλητα αποσυντίθενται χωρίς αρκετό οξυγόνο).

Το μεθάνιο στην ατμόσφαιρα δεσμεύει θερμότητα 21 φορές πιο αποτελεσματικά από το CO₂ (για χρονικό ορίζοντα 100 χρόνων). Ωστόσο, η διάρκεια ζωής του είναι μικρότερη και κυμαίνεται από 10 έως 15 χρόνια.

Υποξείδιο του αζώτου: Το υποξείδιο του αζώτου (N₂O) απελευθερώνεται με φυσικό τρόπο από τους ωκεανούς και τα παρθένα δάση, καθώς και από τα βακτήρια του εδάφους. Οι πηγές που επηρεάζονται από την ανθρώπινη δραστηριότητα περιλαμβάνουν τα αζωτούχα λιπάσματα, την καύση ορυκτών καυσίμων και τη βιομηχανική χημική παραγωγή με χρήση αζώτου, όπως είναι η επεξεργασία λυμάτων. Στις βιομηχανικές χώρες, το N₂O αποτελεί το 6% των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.

Όπως το διοξείδιο του άνθρακα και το μεθάνιο, έτσι και το υποξείδιο του αζώτου είναι ένα αέριο θερμοκηπίου, του οποίου τα μόρια απορροφούν θερμότητα που προσπαθεί να διαφύγει στο διάστημα. Το N₂O είναι 296 φορές πιο αποτελεσματικό από το CO₂ (για χρονικό ορίζοντα 100 χρόνων) στην απορρόφηση της θερμότητας. Από τις απαρχές της βιομηχανικής επανάστασης, οι συγκεντρώσεις υποξειδίου του αζώτου στην ατμόσφαιρα έχουν αυξηθεί κατά περίπου 16% και συμβάλλουν κατά 4 έως 6% στην ενίσχυση του φαινομένου του θερμοκηπίου.

Φθοριούχα αέρια θερμοκηπίου: Είναι τα μόνα αέρια θερμοκηπίου που δεν έχουν συντεθεί με φυσικό τρόπο, αλλά έχουν δημιουργηθεί από τον άνθρωπο για βιομηχανικούς σκοπούς. Το μερίδιό τους στις εκπομπές αερίων θερμοκηπίου από τις βιομηχανικές χώρες είναι περίπου 1,5%. Όντας όμως εξαιρετικά ισχυρά, μπορούν να δεσμεύσουν θερμότητα έως και 22.000 φορές πιο αποτελεσματικά από ότι το CO₂ (για χρονικό ορίζοντα 100 χρόνων), και παραμένουν στην ατμόσφαιρα για χιλιάδες χρόνια.

Τα φθοριούχα αέρια θερμοκηπίου περιλαμβάνουν τους υδροφθοράνθρακες (HFC's) που χρησιμοποιούνται στο τομέα της ψύξης, συμπεριλαμβανομένων των συστημάτων κλιματισμού, το εξαφθοριούχο θείο (SF₆) που χρησιμοποιείται για παράδειγμα στην ηλεκτρονική βιομηχανία και τους υπερφθοράνθρακες (PFC's) που εκπέμπονται κατά την παραγωγή αλουμινίου και χρησιμοποιούνται επίσης στην ηλεκτρική και ηλεκτρονική βιομηχανία.⁷

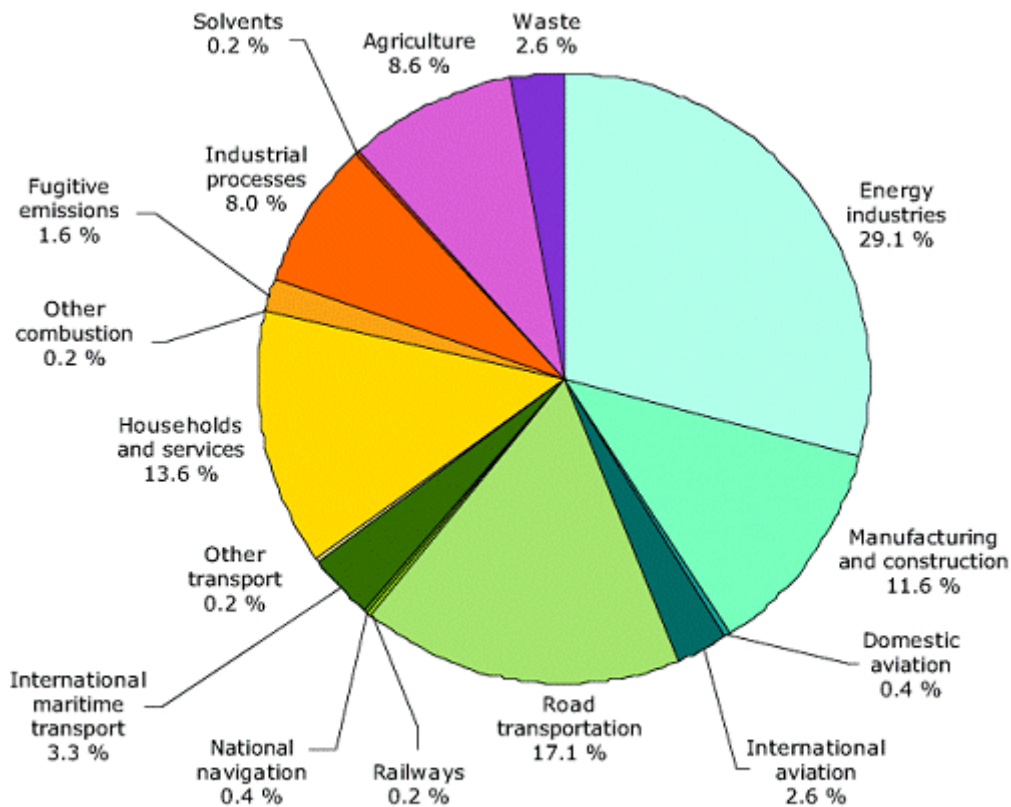
Αδιαμισβήτητα, τα γνωστότερα από αυτά τα αέρια είναι οι χλωροφθοράνθρακες (CFC's) που δεν είναι μόνον φθοριούχα αέρια θερμοκηπίου, αλλά εξασθενούν και το

⁷ http://ec.europa.eu/clima/news/index_en.htm, 2010

στρώμα του όζοντος. Στην παρούσα φάση έχουν απαγορευτεί και αποσύρονται σταδιακά από την κυκλοφορία σύμφωνα με το Πρωτόκολλο του Μόντρεαλ του 1987 για τις ουσίες που εξασθενούν το στρώμα του όζοντος.

1.3 Κλιματική αλλαγή

Στη σημερινή εποχή το φαινόμενο του θερμοκηπίου αποτελεί μια παρεξηγημένη έννοια, καθώς οι περισσότεροι το συνδέουν με την αύξηση της μέσης θερμοκρασίας του πλανήτη και την κλιματική αλλαγή. Στην πραγματικότητα το φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι μια ευεργετική διαδικασία. Υπεύθυνη για την κλιματική αλλαγή είναι η ανθρώπινη δραστηριότητα, όπως προκύπτει και από τη τελευταία έκθεση της IPCC το 2007 ύστερα από μια μελέτη τριών χρόνων. Η έκθεση αυτή καταλήγει στο συμπέρασμα ότι η υπερθέρμανση του πλανήτη είναι *πολύ πιθανό* (> 90%), σε σχέση με την προηγούμενη έκθεση (IPCC Third Assessment Report) που έξι χρόνια νωρίτερα το θεωρούσε *πιθανό* (> 66%), να προκαλείται από τις ανθρωπογενείς εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου. Η ανθρώπινη δραστηριότητα (εικόνα 3) και



Source: European Environment Agency

Εικόνα 3 : Εκπομπές Αερίων του Θερμοκηπίου (GHG's) ανά Τομέα στην EU 27 για το 2008

(Πηγή : European Environment Agency (EEA))

κυρίως η παραγωγή και κατανάλωση ενέργειας⁸, συμβάλλουν στην αύξηση των συγκεντρώσεων των θερμοκηπικών αερίων και ιδιαίτερα⁹ του διοξειδίου του άνθρακα, ενισχύοντας το ανθρωπογενές φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Αν και δεν υπάρχει μια καθολική συμφωνία στην επιστημονική κοινότητα για τις ακριβείς επιπτώσεις των αυξανόμενων συγκεντρώσεων των GHG, πέρα από την αύξηση της μέσης θερμοκρασίας της επιφάνειας της Γης, κανείς δεν μπορεί να πει με βεβαιότητα και αυτή τι ακριβώς θα προκαλέσει, μιας και το κλίμα είναι αρκετά πολύπλοκο για να μοντελοποιηθεί με ακρίβεια¹⁰. Κλιματολόγοι και επιστήμονες υποθέτουν ότι θα οδηγήσει σε πλήθος αλλαγών όπως: μεταβολή του παγκόσμιου κλίματος, του επιπέδου της θάλασσας¹¹, των οικοσυστημάτων κ.α. με επιβλαβείς συνέπειες και στην ποιότητα ζωής του ανθρώπου.

Βέβαια, παρόλο που δεν είναι δυνατή η ακριβής πρόβλεψη των αποτελεσμάτων της πλανητικής θέρμανσης, αυτή δεν παύει να είναι γεγονός και μέτρα για την αντιμετώπιση της δημιουργούνται ή αναβαθμίζονται συνεχώς σε διεθνές επίπεδο.

⁸ Η ενέργεια αντιπροσωπεύει περίπου το 65% των παγκόσμιων ανθρωπογενών εκπομπών των GHG

⁹ Η μεγαλύτερη πηγή συμβολής στην ‘παραγωγή’ GHG’s είναι η καύση ορυκτών καυσίμων

¹⁰ V. Ramanathan and Y. Feng, ‘Air pollution, greenhouse gases and climate change: Global and regional perspectives’, *Atmospheric Environment* 43,(2008): 37-50, accessed 2009, www.elsevier.com

¹¹ Έκθεση της US Environment Protection Agency το 2007 επιβεβαιώνει ότι το μέσο επίπεδο της θάλασσας παγκοσμίως ανέβηκε έως και τρία χιλιοστά το χρόνο.

2. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ

2.1 Υπερθέρμανση του πλανήτη (Global Warming)

Όπως αναφέρθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο η υπερθέρμανση του πλανήτη επηρεάζεται από τις ανθρώπινες δραστηριότητες και τις εκπομπές των θερμοκηπικών και μη¹² αερίων που αυτές παράγουν. Τα αέρια αυτά συνεισφέρουν στην εν λόγω επιβάρυνση όμως όχι στον ίδιο βαθμό, έτσι, κρίνοντας αναγκαία την αναγωγή τους υπό ένα κοινό μέτρο σύγκρισης, η IPCC όρισε για το καθένα από αυτά το δυναμικό πλανητικής θέρμανσης (global warming potential).

Το *Δυναμικό πλανητικής θέρμανσης ή GWP* είναι μια ποσοτική μέτρηση, σε παγκόσμιο επίπεδο, των μέσων όρων των επιπτώσεων της ακτινοβολίας ενός συγκεκριμένου αερίου του θερμοκηπίου. Ορίζεται ως η αθροιστική ακτινοβολιακή ένταση - άμεση και έμμεση¹³ - ενσωματωμένη σε μια χρονική περίοδο από την εκπομπή της, που προέρχεται από μια μονάδα μάζας του συγκεκριμένου αερίου σε σχέση με ένα αέριο αναφοράς (IPCC 1996). Ως αέριο αναφοράς επιλέχτηκε από την IPCC το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) με GWP ίσο με τη μονάδα (1). Οι βασικοί παράγοντες που επηρεάζουν την τιμή του GWP των αερίων είναι:

- το ποσοστό απορρόφησης υπέρυθρης ακτινοβολίας από αυτά
- σε τι μήκος του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος (δηλαδή, τι μήκη κύματος) γίνεται η απορρόφηση
- η διάρκεια ζωής τους στην ατμόσφαιρα

Τυπικά οι τιμές του GWP που χρησιμοποιούνται είναι μόνο αυτές των αερίων που έχουν μεγάλη ατμοσφαιρική διάρκεια ζωής (σε έτη), γιατί μόνο αυτά διαρκούν αρκετά, ώστε να αναμειχθούν ισόμορφα και να διαδοθούν σε όλη την ατμόσφαιρα σχηματίζοντας ομοιόμορφη συγκέντρωση. Οι τιμές του GWP προορίζονται να είναι 'πλανητικές' όπως δηλώνει και το όνομα τους, επομένως αέρια με μικρή διάρκεια ζωής που δεν έχουν πλανητική συγκέντρωση επειδή καταστρέφονται γρήγορα δεν μπορούν να έχουν στην πραγματικότητα τιμή για το GWP.¹⁴

Συνοψίζοντας, όσο υψηλότερη είναι η τιμή του GWP τόσο μεγαλύτερη τάση έχει το αέριο να απορροφά υπέρυθρη ακτινοβολία. Βέβαια σε αυτή τη πρόταση υπάρχουν τρεις 'επιπλοκές':

¹² Πρόδρομα αέρια των οποίων οι εκπομπές οδηγούν στο σχηματισμό αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα, π.χ. μονοξείδιο του άνθρακα (CO)

¹³ Έμμεση ακτινοβολιακή ένταση προκύπτει όταν οι χημικοί μετασχηματισμοί που αφορούν το αρχικό αέριο παράγουν ένα ή περισσότερα αέρια τα οποία είναι επίσης θερμοκηπικά, ή όταν ένα αέριο επηρεάζει άλλες σημαντικές ακτινοβολιακές διαδικασίες, όπως οι ατμοσφαιρικές ζωές των άλλων αερίων.

¹⁴ ghg management institute, <http://ghginstitute.org>, 2012

1. Τα αέρια απορροφούν συγκεκριμένου μήκους κύματος ακτινοβολία. Όσο αυξάνονται οι συγκεντρώσεις ορισμένων αερίων στην ατμόσφαιρα μπορούν να προκαλέσουν κορεσμό στο αντίστοιχο μήκος κύματος, με αποτέλεσμα επιπλέον συγκεντρώσεις να μην έχουν ακτινοβολία για να απορροφήσουν.
2. Η χρονική περίοδος στην οποία ενσωματώνεται η ακτινοβολιακή ένταση πρέπει να είναι καθορισμένη για να χρησιμοποιηθεί το αντίστοιχο GWP¹⁵. Οι τυπικές χρονικές περιόδους σύμφωνα με την IPCC είναι: 20, 100 και 500 έτη¹⁶.
3. Η IPCC σε κάθε μεγάλη επιστημονική έκθεση της επικαιροποιεί τις τιμές των GWP, μιας και οι επιστημονικές γνώσεις συνεχώς βελτιώνονται. Αυτό αποτελεί πρόβλημα σε περίπτωση που μια χώρα έχει δεσμευτεί με π.χ. το πρωτόκολλο του Κιότο και συνεχώς αλλάζουν οι στόχοι που πρέπει να επιτύχει.

Έτσι, για την αντιμετώπιση των δύο παραπάνω ‘επιλοκών’, οι συνεργαζόμενες ομάδες του UNFCCC διευκρίνισαν ότι πρέπει να χρησιμοποιούνται οι πληροφορίες που παρέχονται στην δεύτερη έκθεση της IPCC για την κλιματική αλλαγή¹⁷, ενώ τα GWP των αερίων πρέπει να είναι υπολογισμένα για την χρονική περίοδο των 100 ετών¹⁸, ώστε όλα τα προγράμματα για την κλιματική αλλαγή, συμπεριλαμβανομένου και του πρωτοκόλλου του Κιότο, να έχουν συνοχή στους υπολογισμούς των εκπομπών.

Τέλος, διευκρινίζεται ότι οι τιμές GWP εφαρμόζονται μόνο σε μονάδες μάζας και όχι όγκου.

Στους πίνακες που ακολουθούν φαίνονται οι συντελεστές στάθμισης GWP(100) των εκπεμπόμενων αερίων που συμβάλουν στην υπερθέρμανση του πλανήτη.

ΧΗΜΙΚΗ ΕΝΩΣΗ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΤΑΘΜΙΣΗΣ GWP
CO ₂	1
CO	1,57
N ₂ O	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)

¹⁵ Ένα αέριο, το οποίο απομακρύνεται γρήγορα από την ατμόσφαιρα αρχικά έχει μεγάλο αντίκτυπο, αλλά σε μεγάλη χρονική περίοδο γίνεται λιγότερο σημαντικό

¹⁶ Σχεδόν πάντα χρησιμοποιείται η τιμή του GWP για την χρονική περίοδο των 100 χρόνων

¹⁷ Second Assessment Report, 1995

¹⁸ Αν και αρκετά αέρια έχουν διάρκεια ζωής χιλιάδων ετών

ΧΗΜΙΚΗ ΕΝΩΣΗ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΤΑΘΜΙΣΗΣ GWP
CF ₄	6500
C ₂ F ₆	9200
C ₃ F ₈	8600
C ₄ F ₈	10000
C ₄ F ₁₀	8600
C ₅ F ₁₂	8900
C ₆ F ₁₄	9000

Πίνακας 2 : Υπερφοροάνθρακες

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

ΧΗΜΙΚΗ ΕΝΩΣΗ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΤΑΘΜΙΣΗΣ GWP
CFCl ₃	4600
CF ₂ Cl ₂	10600
CF ₃ Cl	14000
CF ₂ ClCFCl ₂	6000
CF ₂ ClCF ₂ Cl	9800
CF ₃ CF ₂ Cl	7200

Πίνακας 3 : Χλωροφοροάνθρακες

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

ΧΗΜΙΚΗ ΕΝΩΣΗ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΤΑΘΜΙΣΗΣ GWP
CH ₃ CFCl ₂	700
CH ₃ CF ₂ Cl	2400
CF ₃ CF ₂ CHCl ₂	180
CClF ₂ CF ₂ CHClF	620

Πίνακας 4 : Υδροχλωροφοροάνθρακες

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

ΧΗΜΙΚΗ ΕΝΩΣΗ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΤΑΘΜΙΣΗΣ GWP
CHF ₃	12000
CH ₂ F ₂	5500
CH ₃ F	97
C ₂ F ₆	11900
CHF ₂ CF ₃	3400
CHF ₂ CHF ₂	1100
CF ₃ CH ₂ F	1300
CH ₂ FCHF ₂	330
CH ₃ CF ₃	4300
CH ₃ CHF ₂	120
CF ₃ CHF ₂ CF ₃	3500
CF ₃ CH ₂ CF ₃	9400
CH ₂ FCF ₂ CHF ₂	640
CF ₃ CHF ₂ CF ₂ CF ₃	1500

Πίνακας 5 : Υδροφθοράνθρακες

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

ΧΗΜΙΚΗ ΕΝΩΣΗ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΤΑΘΜΙΣΗΣ GWP
CH ₃ Br	5
CHBrF ₂	470
CF ₂ ClBr	1300
CBrF ₃	6900

Πίνακας 6 : Αλογόνα

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

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 (CF₄) και το υπερφθοροαιθάνιο (C₂F₆) 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).

2.1.1 Αποτύπωμα Άνθρακα (Carbon Footprint)

Το αποτύπωμα άνθρακα ή προφίλ άνθρακα είναι ένας διεθνώς αναγνωρισμένος τρόπος μέτρησης των εκπομπών GHG's που προκαλούνται άμεσα¹⁹ ή έμμεσα²⁰ από τις ανθρώπινες δραστηριότητες. Το αποτύπωμα αυτό λαμβάνει υπόψη και τα έξι GHG's που αναφέρονται στο παράρτημα Α του πρωτοκόλλου του Κιότο (CO₂, CH₄, N₂O, HFC's, PFC's και SF₆) (εικόνα 5).



Εικόνα 4 : Σύμβολο Αποτυπώματος Άνθρακα

(Πηγή : <http://www.pandp.gr>)

Μονάδα μέτρησης του είναι τα ισοδύναμα κιλά διοξειδίου του άνθρακα (kg CO₂e), τα οποία υπολογίζονται πολλαπλασιάζοντας τα κιλά εκπομπών, του καθενός από τα παραπάνω έξι αέρια, επί τον αντίστοιχο συντελεστή GWP (100).

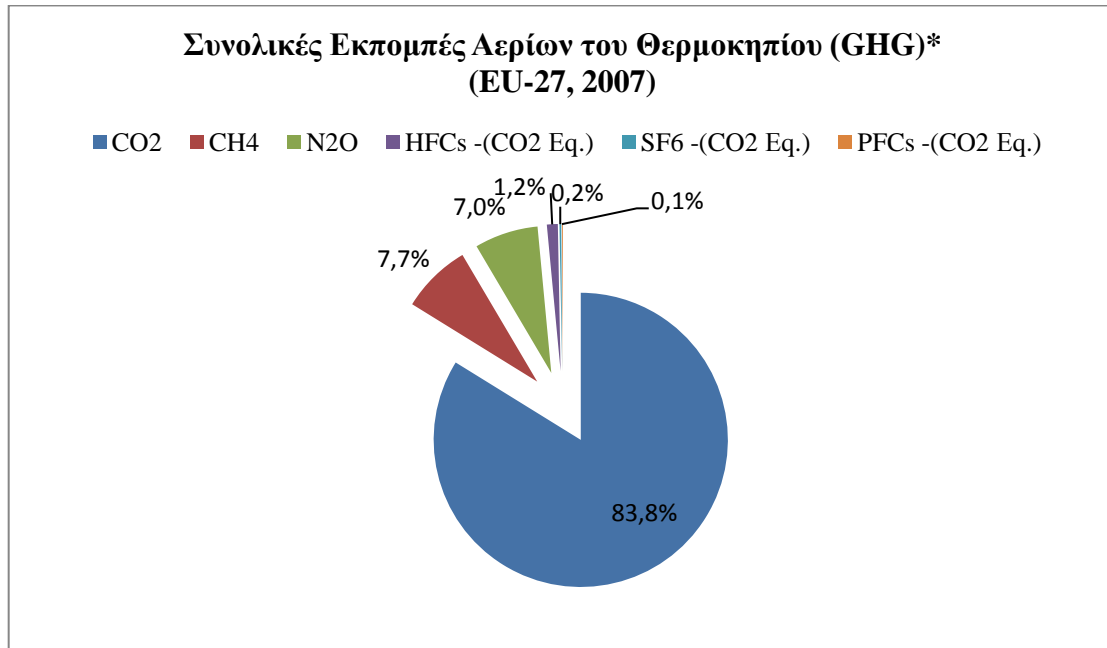
$$\text{Μάζα CO}_2 \text{ eq.} = (\text{μάζα αερίου}) \times (\text{GWP}_{100}),$$

Το αποτύπωμα άνθρακα (CF) ενός προϊόντος που καταναλώνει ενέργεια είναι ουσιαστικά μια αξιολόγηση κύκλου ζωής, η οποία εστιάζει μόνο σε ένα ζήτημα, αυτό της κλιματικής αλλαγής, ενώ ταυτόχρονα αναδεικνύει ευκαιρίες για μείωση των εκπομπών εντός του κύκλου. Στα πλαίσια της βιώσιμης κατανάλωσης και παραγωγής το CF μπορεί να θεωρηθεί ως ένα υποσύνολο της αυξανόμενης ζήτησης για πληροφορίες με βάση την ΑΚΖ, που χρησιμοποιούνται για την λήψη αποφάσεων, με

¹⁹ Άμεσες εκπομπές : από την ενέργεια που χρησιμοποιείται, ή οποία προέρχεται από καύση ορυκτών καυσίμων.

²⁰ Έμμεσες εκπομπές : από τον κύκλο ζωής των προϊόντων.

τα πρότυπα ISO 14040 – 14044 να παρέχουν ισχυρές και πρακτικά αποδεδειγμένες απαιτήσεις για την εκτέλεση αποδεκτών υπολογισμών αυτού (EU JRC).



Εικόνα 5 : Κατανομή των GHG's στο αποτύπωμα άνθρακα της EU-27 το 2007

(Πηγή : European Environmental Agency (EEA), July 2009)

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω το αποτύπωμα άνθρακα παρόλο που υπολογίζεται πάνω σε μια ΑΚΖ, απευθύνεται μόνο στο ζήτημα της κλιματικής αλλαγής. Για την καλύτερη περιβαλλοντική αξιολόγηση μιας απόφασης βελτίωσης ενός προϊόντος πρέπει να γίνεται μια ολοκληρωμένη LCIA ώστε να λαμβάνονται υπόψη και οι υπόλοιπες περιβαλλοντικές επιπτώσεις (δηλαδή το περιβαλλοντικό αποτύπωμα του²¹).

2.2 Οξίνιση (Acidification)

Είναι η επιβάρυνση που προκαλεί ένα υλικό ή 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 SO₂ eq.)

²¹ Αυτή τη χρονική περίοδο (2011-2012) εκπονείται μελέτη από το DG Environment και JRC IES της ΕΕ για την ανάπτυξη μιας εναρμονισμένης μεθοδολογίας για τον υπολογισμό του περιβαλλοντικού αποτυπώματος των προϊόντων.

Στον πίνακα που ακολουθεί φαίνονται οι συντελεστές στάθμισης των χημικών ενώσεων που επιβαρύνουν τοξικά το περιβάλλον.

ΧΗΜΙΚΗ ΕΝΩΣΗ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΤΑΘΜΙΣΗΣ
SO ₂	1
SO _x	1
SO ₃	0,8
H ₂ SO ₄	0,65
SO ₄	0,98
NO	1,07
NO ₂	0,7
NO _x	0,7
N ₂ O	1,78
NH ₃	1,88
H ₂ CO ₃ x NH ₃	0,67
NH ₄ NO ₃	0,4
HCl	0,88
HF	1,6
H ₂ S	1,88
HNO ₃	0,51

Πίνακας 7 : Παράγοντες οξίνισης

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

2.3 Πτητικές οργανικές ενώσεις (Volatile Organic Compounds)

Με τον όρο πτητικές οργανικές ενώσεις (VOC) 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 ιδίως στον τομέα παραγωγής ενέργειας. Αν και στις ενώσεις αυτές περιλαμβάνονται τόσο οι ανθρωπογενείς, 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.

Το μεθάνιο περιλαμβάνεται στις ενώσεις αυτές, αλλά δεν συνυπολογίζεται στις εκπομπές τους²² διότι έχει επιπτώσεις στην υπερθέρμανση του πλανήτη και κατ' επέκταση συνυπολογίζεται με αυτές που έχουν την ίδια επίδραση. Για αυτό το λόγο οι

²² VOC emissions

πτητικές οργανικές ενώσεις πολλές φορές αναφέρονται και ως μη μεθανικές πτητικές οργανικές ενώσεις (Non – Methane Volatile Organic Compounds – NMVOC)²³.

Τυπικές ενώσεις αυτής τις κατηγορίας είναι κυρίως υδρογονάνθρακες όπως το αιθάνιο, το προπάνιο, το προπένιο, το βουτάνιο, το μεθυλοπροπυλαίνιο κ.α.²⁴

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

2.4 Ανθεκτικοί οργανικοί ρυπαντές (Persistent Organic Pollutants)

Οι ανθεκτικοί οργανικοί ρυπαντές (POP's) ορίζονται στην σύμβαση της Στοκχόλμης (2004) και αναφέρονται κυρίως στην διάθεση φυτοφαρμάκων και άλλων χημικών όπως τα πολυχλωριωμένα διφαινύλια, οι διοξίνες και τα φουράνια. 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. Ο χημικός τους τύπος είναι C₁₂H_{10-x}Cl_x και έχουν άμεση σχέση με τα προϊόντα που χρησιμοποιούν ενέργεια αφού χρησιμοποιούνται ευρέως ως διηλεκτρικά υγρά σε μετασχηματιστές, πυκνωτές και ψυκτικά μέσα²⁵.

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 (C₁₂H₄Cl₄O₂ – tetrachlorodibenzodioxin – TCDD). Οι συντελεστές στάθμισης τους φαίνονται στον παρακάτω πίνακα.

ΧΗΜΙΚΗ ΕΝΩΣΗ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΤΑΘΜΙΣΗΣ
C ₁₂ H ₄ Cl ₄ O ₂	1
C ₁₂ H ₃ Cl ₅ O ₂	0,5
C ₁₂ H ₂ Cl ₆ O ₂	0,1
C ₁₂ HCl ₇ O ₂	0,01
C ₁₂ Cl ₈ O ₂	0,001
C ₁₂ H ₄ Cl ₄ O	0,1
C ₁₂ H ₃ Cl ₅ O	0,5

²³ VHK for the European Commission, Methodology Study Eco-design of Energy-using Products, MEEUP, Methodology Report, 2005

²⁴ <http://en.wikipedia.org/wiki/NMVOC>, 2012

²⁵ VHK for the European Commission, Methodology Study Eco-design of Energy-using Products, MEEUP, Methodology Report, 2005

(συνεχ.)	(συνεχ.)
C ₁₂ H ₂ Cl ₆ O	0,1
C ₁₂ HCl ₇ O	0,01
C ₁₂ H ₆ Cl ₈ O	0,001

Πίνακας 8 : Ανθεκτικοί οργανικοί ρυπαντές

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

2.5 Βαρέα μέταλλα στον αέρα (Heavy Metals to air)

Πρόκειται για τα βαρέα μέταλλα [Χαλκός (Cu), Μόλυβδος (Pb), Χρόμιο (Cr), Ψευδάργυρος (Zn), Νικέλιο (Ni), Αρσενικό (As), Κάδμιο (Cd) και Υδράργυρος (Hg)] που καταλήγουν στο περιβάλλον ως παραπροϊόντα. Το πρωτόκολλο των Ηνωμένων Εθνών (UN) του 1998²⁶, που αναφέρεται στη κατηγορία αυτή, επικεντρώνεται σε τρία από αυτά: το κάδμιο, το μόλυβδο και τον υδράργυρο και στοχεύει στην εξάλειψη των εκπομπών τους, που παράγονται από την βιομηχανία επεξεργασίας μετάλλων (όπως η βιομηχανία σιδήρου και χάλυβα), τις διαδικασίες καύσης κατά την παραγωγή ενέργειας και τις μεταφορές καθώς και την αποτέφρωση απορριμμάτων²⁷. Οι εκπομπές όλων των βαρέων μετάλλων επηρεάζουν αρνητικά την περιβαλλοντική οξίνιση ωστόσο αποτελούν ξεχωριστή κατηγορία, γιατί αυτή περιλαμβάνει ενώσεις αερίων. Μονάδα μέτρησης είναι τα χιλιοστογραμμάρια ισοδύναμων στοιχείων Νικελίου (mg Ni eq.) και ο πίνακας 9 παρουσιάζει τους συντελεστές στάθμισης τους.

ΧΗΜΙΚΗ ΕΝΩΣΗ	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 στον αέρα

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

²⁶ Στο Arhus της Δανίας. Η ΕΕ το ενέκρινε το 2002 και εξέδωσε υποστηρικτική νομοθεσία μέσω της οδηγίας RoHS.

²⁷ VHK for the European Commission, Methodology Study Eco-design of Energy-using Products, MEEUP, Methodology Report, 2005

2.6 Πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες (Polycyclic Aromatic Hydrocarbons)

Είναι εφάμιλλη κατηγορία με την προηγούμενη καθώς αναφέρεται σε ουσίες που επιδεινώνουν την οξίνιση αλλά δεν είναι μεταλλικά στοιχεία. Η μονάδα μέτρησης είναι και πάλι χιλιοστογραμμάρια (mg) ισοδύναμων στοιχείων Νικελίου (Ni eq.). Στη κατηγορία αυτή περιλαμβάνονται μόνο το Μονοξείδιο του άνθρακα (CO) και το Βενζόλιο (C₆H₆) με τους συντελεστές στάθμισης τους να είναι:

ΧΗΜΙΚΗ ΕΝΩΣΗ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΤΑΘΜΙΣΗΣ
CO	0,000002
C ₆ H 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)

2.7 Αιωρούμενα σωματίδια (Particulate Matter)

Η κατηγορία αυτή αναφέρεται σε σωματίδια ή σκόνη, τα οποία προκύπτουν από μια οποιαδήποτε διαδικασία και συμβάλλουν στην πρόκληση αναπνευστικών προβλημάτων. Μονάδα μέτρησης τους είναι το γραμμάριο.

2.8 Βαρέα μέταλλα στο νερό (Heavy Metals to water)

Η αντίστοιχη κατηγορία των βαρέων μετάλλων που όμως καταλήγουν στον υδροφόρο ορίζοντα. Η μονάδα μέτρησης εδώ αλλάζει και είναι τα χιλιοστογραμμάρια του ενός εικοστού του ισοδύναμου στοιχείου του υδραργύρου (mg Hg/20 eq.), η οποία προκύπτει έτσι επειδή ο υδράργυρος έχει συντελεστή στάθμισης 20.

Οι συντελεστές στάθμισης των βαρέων μετάλλων στο νερό φαίνονται στον πίνακα 11 της επόμενης σελίδας.

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

Πίνακας 11 : Βαρέα μέταλλα στο νερό

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

2.9 Ευτροφισμός (Eutrophication)

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 όντα²⁸. Μονάδα μέτρησης του είναι τα χιλιοστογραμμάρια ισοδύναμων στοιχείων φωσφορικού άλατος (mg PO₄ eq.).

Τα χημικά στοιχεία που περιλαμβάνονται στην κατηγορία του ευτροφισμού είναι τα : Άζωτο (N), Νιτρικό άλας (NO₃-), Ανιόντα αμμωνίου (NH₄+), Φώσφορος (P), Φωσφορικό άλας (PO₄), Πεντοξείδιο του φωσφόρου (P₂O₅), Chemical Oxygen Demand (COD), Biological Oxygen Demand (BOD), Αιωρούμενα στερεά (SS), Total Organic Carbon (TOC), όπου ο όρος :

- COD εκφράζει την ποσότητα του οξυγόνου που απαιτείται για τη χημική οξείδωση της οργανικής ύλης σε διοξείδιο του άνθρακα και νερό
- BOD είναι μια ένδειξη του οξυγόνου που απαιτείται από τους μικροοργανισμούς για την πλήρη βιοχημική οξείδωση των οργανικών ενώσεων που περιέχονται σε μια ποσότητα νερού

²⁸ <http://en.wikipedia.org/wiki/Eutrophication>, 2012

- Αιωρούμενα στερεά αναφέρεται σε μικρά στερεά σωματίδια που παραμένουν αιωρημένα στο νερό, ως κολλοειδή ή λόγω της κίνησης του και χρησιμοποιείται ως δείκτης ποιότητας των υδάτων
- TOC είναι ο ολικός οργανικός άνθρακας και εννοούμε μια ευρεία ταξινόμηση των οργανικών μορίων άνθρακα από ποικίλη προέλευση και σύνθεση

(C. L. Peterson and Gregory Moller, Biodegradability, BOD5, COD and Toxicity of Biodiesel Fuels, 2004).

Στη συνέχεια παρατίθεται ο πίνακας με τους συντελεστές στάθμισης του κάθε στοιχείου :

ΧΗΜΙΚΗ ΕΝΩΣΗ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΤΑΘΜΙΣΗΣ
N	0,42
NO ₃ ⁻	0,1
NH ₄ ⁺	0,34
P	3,06
PO ₄	1
P ₂ O ₅	1,34
COD	0,05
BOD	0,25
SS	0,18
TOC	0,15

Πίνακας 12 : Χημικά στοιχεία ευτροφισμού

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

2.10 Δυναμικό μείωσης όζοντος (Ozone Depletion Potential)

Οι συντελεστές στάθμισης του δυναμικού μείωσης του όζοντος των ουσιών, που προκαλούν εξασθένιση του στρώματος του όζοντος, ορίζονται από το πρωτόκολλο του Μόντρεαλ. Όμως μετά τον κανονισμό της ΕΕ Νο 2037/2000, που αφορά αυτές τις ουσίες, οι περισσότερες απομακρύνθηκαν σταδιακά με αποτέλεσμα να έχουν παραμείνει μόνο δύο κατηγορίες : οι υδροβρωμοφθοράνθρακες (HBFC's) και οι υδροχλωροφθοράνθρακες (HCFC's).

Η VHK στην MEEUP, Methodology Report που εκπόνησε το 2005 για την ΕΕ, της οποίας τα δεδομένα χρησιμοποιεί το λογισμικό SimaPro, αναφέρει ότι, κατά την συλλογή των δεδομένων τους, μετά το 2000 πολύ λίγες από αυτές τις ουσίες είχαν

παραμένει στην παραγωγή υλών και προϊόντων²⁹. Έτσι, κατέληξαν σε ατελή δεδομένα που θα οδηγούσαν σε λανθασμένες συγκρίσεις, οπότε και αποφάσισαν να μην τα χρησιμοποιήσουν, με αποτέλεσμα το ODP να μην λαμβάνεται υπόψη.

Επτά χρόνια μετά (2012) λογικά έχει επιτευχθεί η απομάκρυνση ή έχει περιοριστεί ή χρήση αυτών των ουσιών, με τον οικολογικό σχεδιασμό, όπως αποδεικνύεται και από τις δύο συσκευές μας, οι οποίες χρησιμοποιούν ψυκτικά (refrigerant) και διογκωτικά μέσα (blowing agent) με μηδενικό ODP.

²⁹ Η μονάδα μέτρησης ODP είναι η ισοδύναμη μάζα χλωροφθοράνθρακα CFC-11 eq. , ουσία η οποία είχε απομακρυνθεί.

3. ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ (ΑΚΖ)³⁰

3.1 Εισαγωγή στην έννοια της ανάλυσης και αξιολόγησης κύκλου ζωής

Η φιλοσοφία της ανάλυσης κύκλου ζωής επιδιώκει να εντοπίσει τις δυνατές βελτιώσεις σε αγαθά και υπηρεσίες μέσω της μείωσης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων και της χρήσης πόρων σε όλα τα στάδια του κύκλου. Αυτό αρχίζει με την εξαγωγή πρώτων υλών και την μετατροπή τους, συνεχίζει με την παραγωγή και διανομή των αγαθών και την χρήση ή κατανάλωση τους, τελειώνοντας με την επαναχρησιμοποίηση, ανακύκλωση των υλικών ή την καύση τους για ανάκτηση ενέργειας και την τελική διάθεση τους.



Εικόνα 6 : Φιλοσοφία ανάλυσης κύκλου ζωής

(Πηγή : The National Institute of Standards and Technology (NIST))

Ο βασικός στόχος της φιλοσοφίας αυτής είναι να αποφευχθεί η ‘μετατόπιση επιβάρυνσης’. Αυτό σημαίνει την ελαχιστοποίηση των επιπτώσεων σε ένα στάδιο του κύκλου ζωής ή σε μια συγκεκριμένη κατηγορία περιβαλλοντικών επιπτώσεων, ενώ παράλληλα αποφεύγονται οι αυξήσεις των επιβαρύνσεων αλλού.

³⁰ Μεγάλο μέρος αυτού του κεφαλαίου βασίζεται σε ή αποτελεί απόσπασμα του εγχειρίδιου χρήσης, σχετικά με την ΑΚΖ: Product Ecology Consultants, Introduction to LCA with SimaPro 7, 2008

Η ΑΚΖ δηλαδή, αποτελεί 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-labeling) και τον οικολογικό σχεδιασμό νέων προϊόντων (eco-design), ικανοποιώντας έτσι τελικά τους:

- Καταναλωτές που επιθυμούν να κάνουν την περιβαλλοντικά καλύτερη επιλογή
- Φορείς χάραξης περιβαλλοντικής πολιτικής που επιθυμούν να προωθήσουν τη βιώσιμη παραγωγή και κατανάλωση
- Επιχειρήσεις που επιθυμούν να ενισχύσουν την ανταγωνιστικότητα τους, συμβάλλοντας παράλληλα σε μια αειφόρο κοινωνία

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.

Ωστόσο, πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι η χρήση της ΑΚΖ είναι απλώς ένα εργαλείο στήριξης αποφάσεων, και όχι ένα εργαλείο λήψης αποφάσεων, δεδομένου ότι έχει συγκεκριμένη εστίαση. Ιδιαίτερα τείνει να αποκλείσει οικονομικές και κοινωνικές επιπτώσεις, επομένως είναι απαραίτητο να χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμό με άλλα εργαλεία τον σωστότερο εντοπισμό τομέων με δυνατότητες βελτίωσης³¹.

3.2 Πρότυπα τυποποίησης που αφορούν την ΑΚΖ

Υπάρχουν τέσσερα βασικά πρότυπα του διεθνούς οργανισμού τυποποίησης (ISO) που έχουν δημιουργηθεί ειδικά για την ανάλυση κύκλου ζωής των προϊόντων:

1. ISO 14040 (1997): Αρχές και πλαίσιο εργασίας (Principles and framework)
2. ISO 14041(1998): Ορισμός του στόχου και του πεδίου εφαρμογής και ανάλυση απογραφής (Goal and Scope definition and Inventory analysis)

³¹ European Commission, ec.europa.eu

3. ISO 14042 (2000): Εκτίμηση επιπτώσεων κύκλου ζωής (Life Cycle Impact Assessment)
4. ISO 14043 (2000): Ερμηνεία (Interpretation)

Ενώ, δημιουργήθηκαν και άλλα τρία για την καλύτερη επεξήγηση τους:

1. ISO/WD TR 14047 (2000): Παραδείγματα εφαρμογής του ISO 14042 (Examples of application of ISO 14042)
2. ISO/TR 14049 (2000): Παραδείγματα εφαρμογής του ISO 14041 στον ορισμό του σκοπού και του πεδίου και στην απογραφή δεδομένων
3. ISO/TS 14048 (2002): Διαμόρφωση της τεκμηρίωσης δεδομένων (Data Documentation format)

Το 2006 δημοσιεύτηκαν άλλα δύο νέα πρόχειρα πρότυπα, τα οποία έχουν ως σκοπό να αντικαταστήσουν τα τέσσερα βασικά:

1. ISO/DIS 14040: Αρχές και πλαίσιο εργασίας (Principles and framework)
2. ISO/DIS 14044: Απαιτήσεις και κατευθυντήριες γραμμές (Requirements and Guidelines)

Το πρότυπο 14044 αντικαθιστά τα 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 άρα, 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.

3.3 Μεθοδολογία της διαδικασίας αξιολόγησης

Η εφαρμογή της αξιολόγησης χωρίζεται σε τέσσερα βασικά στάδια³²:

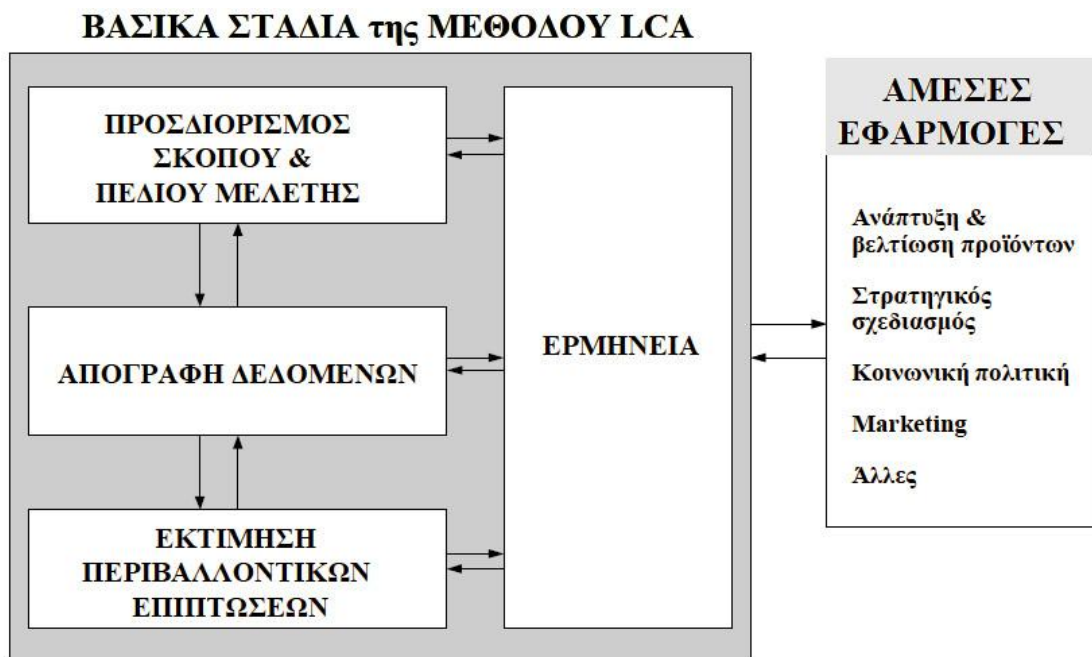
1. Τον ορισμό του στόχου (Goal) και του πεδίου (Scope) της μελέτης
2. Την κατασκευή ενός μοντέλου που αφορά τον κύκλο ζωής του προϊόντος συμπεριλαμβάνοντας όλες τις περιβαλλοντικές εισροές και εκροές. Η

³² European Commission, JRC LCA tools, *Introduction to LCA*, 2009

διαδικασία αυτή καλείται και απογραφή κύκλου ζωής (Life Cycle Inventory - LCI)

3. Την κατανόηση όλων των περιβαλλοντικών συσχετίσεων των εισροών και 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 (7) 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 7 : Τα στάδια και οι εφαρμογές της ΑΚΖ

(Πηγή : Ελένη Συρράκου, Πανεπιστήμιο Πατρών, Ανάπτυξη και εφαρμογή μεθοδολογίας περιβαλλοντικής αξιολόγησης σε ηλεκτροχρωμικά παράθυρα, 2005)

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 (SO₂) 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 πεδίου εφαρμογής

Ο καθορισμός του στόχου και πεδίου 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 πεδίο 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 επιπτώσεων
- 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 αυτός αποτελεί έναν οδηγό, ο οποίος 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 ΑΚΖ θα πρέπει να έχει έναν στόχο. Κατά τα πρότυπα του διεθνούς οργανισμού υπάρχουν κάποιες ιδιαίτερες απαιτήσεις για τον ορισμό του στόχου:

1. 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 παρουσιάσουν σε εξωτερικούς συντελεστές. Σημαντική είναι και η επικοινωνία με τα ενδιαφερόμενα μέρη, κατά την εκτέλεση της μελέτης για την παροχή σχετικών οδηγιών
2. 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 εξυπηρετούν περισσότερους από έναν στόχους και τα αποτελέσματα μπορεί να χρησιμοποιηθούν εσωτερικά (π.χ. για έρευνα) ή εξωτερικά (π.χ. για έκθεση). 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 πεδίου εφαρμογής

Το πεδίο 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.

Το πεδίο αυτό επηρεάζεται από τους εξής παράγοντες:

- Λειτουργική μονάδα και ροή αναφοράς = σημαντικό ζήτημα στις συγκρίσεις προϊόντων, αποτελεί τη βάση σύγκρισης
- Όρια του συστήματος = καθορισμός των διεργασιών που θα πρέπει να συμπεριληφθούν στη μελέτη. Ο καθορισμός αυτός είναι εν μέρει υποκειμενικός, ειδικά στα συστήματα προϊόντων που τείνουν να είναι αλληλένδετα μεταξύ τους με περίπλοκο τρόπο
- Ένταξη των εισροών-εκροών στα όρια του συστήματος = πέρα από τα παραπάνω όρια, μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί ένα όριο κάτω από το οποίο να θεωρείται περιττή η συλλογή στοιχείων για εισροές ή εκροές. Το πρότυπο 14041 συνιστά 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 (μπορεί όμως να έχει σημαντικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις)
 2. Εάν η οικονομική αξία μιας εισροής ή εκροής είναι μικρότερη από ένα ορισμένο ποσοστό της συνολικής αξίας του συστήματος (μπορεί όμως να έχει σημαντικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις)
 3. Εάν η συνεισφορά μιας εισροής ή εκροής στην περιβαλλοντική επιβάρυνση είναι κάτω από ένα ορισμένο ποσοστό (είναι όμως αδύνατο να ξέρει κανείς ποια είναι η πραγματική συμβολή στις περιβαλλοντικές επιπτώσεις πριν αυτή διερευνηθεί)
- Κατανομή (Allocation) = η 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:
 1. 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
 2. Εάν επεκταθούν τα όρια του συστήματος και να συμπεριληφθούν διαδικασίες που απαιτούνται προκειμένου να παραχθεί μια παρόμοια εκροή
 3. Κατανομή της περιβαλλοντικής επιβάρυνσης βάση μιας φυσικής αιτιότητας, όπως η μάζα ή η ενεργειακή αξία των εκροών
 4. Χρήση μιας κοινωνικο-οικονομικής βάσης κατανομής, όπως είναι η οικονομική αξία
- Παρακολούθηση των απαιτήσεων ποιότητας των δεδομένων = πρέπει κατά τη συλλογή των δεδομένων να λαμβάνονται υπόψη παράμετροι όπως το χρονικό, γεωγραφικό και τεχνολογικό εύρος των πηγών, η ακρίβεια και η αντιπροσωπευτικότητά τους, η βάση κατανομής που θα χρησιμοποιηθεί, τα όρια του συστήματος καθώς και η εγκυρότητα των μεθόδων που

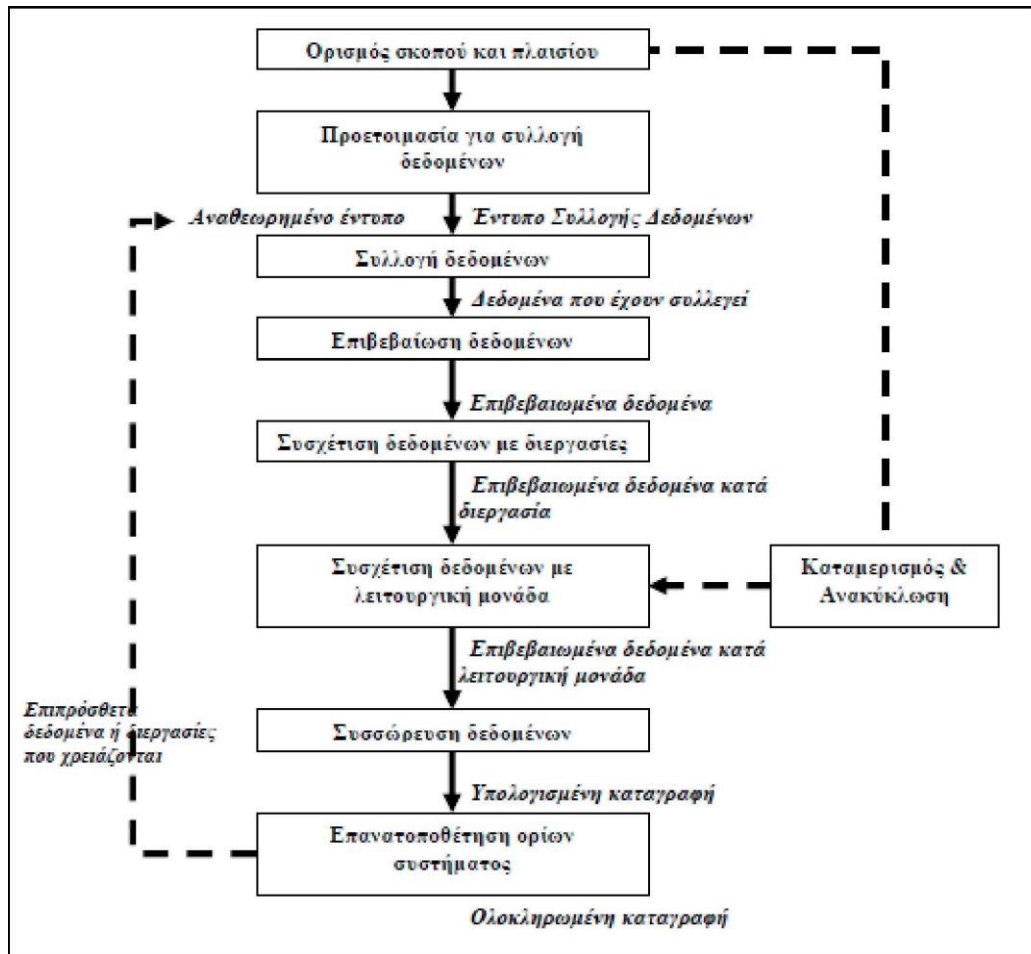
χρησιμοποιούνται για συλλογή τους. Η εγκυρότητα των αποτελεσμάτων από τις μελέτες AKZ εξαρτάται από την ποιότητα και τις πηγές των δεδομένων που εισάγονται.

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 8 δείχνει τις απαιτήσεις σε στοιχεία κατά τη διάρκεια μιας 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.

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.



Εικόνα 8 : Σχηματική επεξήγηση των αναγκών σε στοιχεία για το στάδιο απογραφής κατά την ΑΚΖ

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

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 9 παρουσιάζει μια επισκόπηση ορισμένων από τις παραμέτρους που θα πρέπει να ληφθούν υπόψη στην προαναφερθείσα απόφαση.



Εικόνα 9 : Παράγοντες που επηρεάζουν την επιλογή της μεθόδου αξιολόγησης επιπτώσεων

(Πηγή : Product Ecology Consultants, Introduction to LCA with SimaPro 7, 2008)

3.6.1 Τα διεθνή πρότυπα αναφορικά με τις μεθόδους αξιολόγησης επιπτώσεων

Το πρότυπο 14040 ορίζει μια διαδικασία AKZ, ως τη συλλογή και αξιολόγηση των εισροών - 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 διαφοροποίηση μεταξύ των:

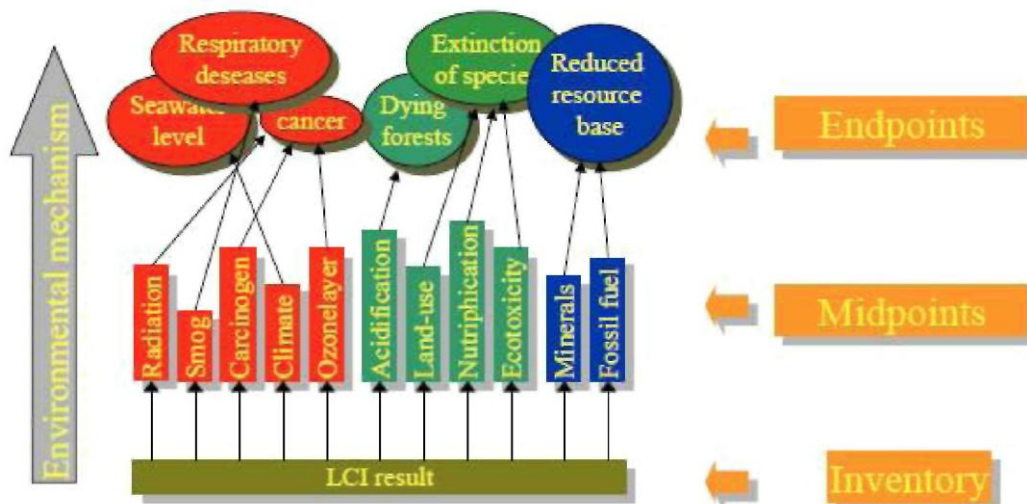
- *Υποχρεωτικών σταδίων*, όπως η ταξινόμηση (classification) και ο χαρακτηρισμός (characterization)
- *Προαιρετικών σταδίων*, όπως η ομαλοποίηση (normalization), η ταξινόμηση (ranking), η ομαδοποίηση (grouping) και η στάθμιση (weighting)

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 (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) (βλέπε εικόνα 10). 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 επιλεγθούν, 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 10 : Γενική επισκόπηση της δομής μιας μεθόδου αξιολόγησης επιπτώσεων

(Πηγή : Product Ecology Consultants, Introduction to LCA with SimaPro 7, 2008)

3.6.3 Υποχρεωτικά στάδια

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. 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 κάποιες εκπομπές να αντιστοιχούν 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.

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 πλανήτη³³ μπορεί να υπολογιστεί πολλαπλασιάζοντας τα αποτελέσματα της απογραφής με τον αντίστοιχο συντελεστή χαρακτηρισμού και αθροίζοντας τα στη συνέχεια.

3.6.4 Προαιρετικά στάδια

Εάν υπάρχει η δυνατότητα, τα στάδια της ομαλοποίησης, της ομαδοποίησης και της κατάταξης αξίζει να αναφερθούν, γιατί προσφέρουν χρήσιμες πληροφορίες, ενώ καθιστούν και σαφέστερη απόδοση συμπερασμάτων.

Ομαλοποίηση: 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

³³ Που είναι ουσιαστικά το αποτύπωμα άνθρακα, όπως αναφέραμε στο 2^ο κεφάλαιο

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

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 σε ευρύτερες κατηγορίες:

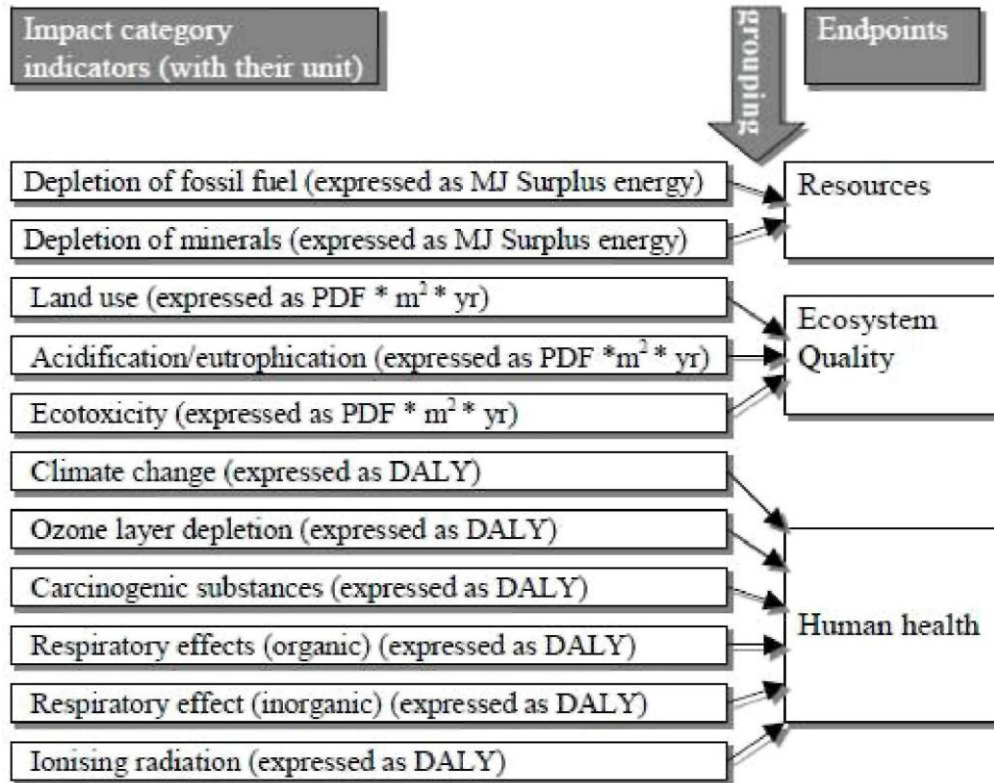
- Οι δείκτες των κατηγοριών επιπτώσεων που έχουν ορισμένα κοινά χαρακτηριστικά μπορούν να παρουσιαστούν ως ομάδα
- Η κατάταξη αναφέρεται σε μια διαδικασία, όπου οι κατηγορίες επιπτώσεων ταξινομούνται σε έναν πίνακα με φθίνουσα σειρά σημασίας

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

3.6.5 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 για μια συγκεκριμένη μέθοδο αξιολόγησης επιπτώσεων.



Εικόνα 11 : Παράσταση της επιλογής ομαδοποίησης της μεθόδου Eco-indicator99

(Πηγή : Product Ecology Consultants, Introduction to LCA with SimaPro 7, 2008)

3.6.6 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 περιλαμβάνονται 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 βασικά που σχετίζονται με την AKZ είναι το τελευταίο, το οποίο 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 (Uncertainty)

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

1. Αβεβαιότητες των δεδομένων: τις αβεβαιότητες αυτές είναι σχετικά εύκολο να τις χειριστεί κανείς, 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 AKZ.
2. 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 AKZ, 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
- *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 με μια ανάλυση Μόντε Κάρλο. Σε τέτοιες περιπτώσεις χρησιμοποιούμε την ανάλυση ευαισθησίας που περιγράφεται παρακάτω.

3. Αβεβαιότητες που οφείλονται στον ελλιπή χαρακτήρα του μοντέλου: αναφέρονται στα αναπόφευκτα κενά στην πληρότητα των δεδομένων. Σημαντικά ζητήματα αυτής της αναφοράς είναι τα ακόλουθα:

- Τα όρια του συστήματος, όπως έχει προαναφερθεί, δεν 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

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.

3.7.3 Ανάλυση ευαισθησίας (Sensitivity Analysis)

Προκειμένου να εντοπιστεί η επίδραση που έχουν οι πιο σημαντικές παραδοχές, είναι εξαιρετικά χρήσιμο να εκτελεστεί μια ανάλυση ευαισθησίας κατά τη διάρκεια και στο τέλος της μελέτης. Η βασική αρχή είναι απλή. Αρκεί να μεταβληθούν παράμετροι που αφορούν μια παραδοχή και να επαναυπολογιστεί 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.

3.7.4 Ανάλυση συνεισφοράς (Contribution Analysis)

Ένα πολύ σημαντικό εργαλείο για την κατανόηση της αβεβαιότητας του αποτελέσματος που προέκυψε είναι η χρήση της ανάλυσης συνεισφοράς. Με την ανάλυση αυτή, θα καθοριστούν οι διαδικασίες που διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στα αποτελέσματα, αφού 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 από αυτές. Με τις πληροφορίες που προκύπτουν από την ανάλυση συνεισφοράς μπορεί να εντοπιστούν οι διαδικασίες αυτές, και να εξεταστεί στη συνέχεια εάν είναι επαρκώς αντιπροσωπευτικές, πλήρεις και εάν υπάρχουν σημαντικές παραδοχές που πραγματοποιήθηκαν και εμπλέκονται στο πλαίσιο καθορισμού τους.

Στο λογισμικό SimaPro υπάρχουν δύο λειτουργίες για την εξεύρεση της συνεισφοράς μιας διαδικασίας:

1. Οι γραφικές παραστάσεις του *δέντρου διαδικασιών* (Process tree) ή του *δικτύου απεικόνισης* (Network)
2. Το 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.

3.7.5 Ανάλυση βαρύτητας επιβάρυνσης (Gravity Analysis)

Η ανάλυση βαρύτητας επιβάρυνσης 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 βαρύτητας θα δείξει ότι η περιβαλλοντική επιβάρυνση της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από άνθρακα είναι σημαντική, αλλά στη πραγματικότητα, είναι η διαδικασία Α που προκαλεί την χρήση μεγάλων ποσοτήτων άνθρακα. Στην ανάλυση αυτή 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.

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

3.7.6 Ανάλυση απογραφής (Inventory Analysis)

Τα αποτελέσματα της φάσης απογραφής (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.

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

- Ταξινόμηση των αποτελεσμάτων του LCI με σειρά αλφαβητική, ή σύμφωνα με την τιμή, τη μονάδα μέτρησης και το είδος
- Παρουσίαση των αποτελεσμάτων του LCI που αποτελούν ένα συγκεκριμένο συστατικό, όπως εκπομπές αερίων ή πρώτες ύλες
- Παρουσίαση των αποτελεσμάτων που συμβάλλουν μόνο σε μια συγκεκριμένη κατηγορία επιπτώσεων. Αυτή η παρουσίαση μπορεί να γίνει σε μονάδες μέτρησης της κατηγορίας αυτής ή ποσοστιαία
- Εμφάνιση ή να συγχώνευση επιμέρους κατηγοριών σε μια ευρύτερη
- Ανάλογα, με το αν το μοντέλο της απογραφής περιέχει βρόχους, εμφάνιση των συνολικών αποτελεσμάτων της ανάλυσης αλλά και πρόσθετων στηλών με τα αποτελέσματα των διαδικασιών που συνεισφέρουν σε αυτά, για καλύτερη κατανόηση της προέλευσης των επιπτώσεων
- Αυτόματη παρουσίαση των αποτελεσμάτων του LCI 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).

4. ΤΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ ΠΟΥ ΚΑΤΑΝΑΛΩΝΟΥΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

4.1 Ορισμός των EuP και το πρόβλημα που προκύπτει

Ως προϊόν που χρησιμοποιεί ενέργεια (Energy using Product – EuP) ορίζεται κάθε προϊόν το οποίο αφού διατεθεί στην αγορά και τεθεί σε λειτουργία, έχει επίδραση στην κατανάλωση ενέργειας (ηλεκτρική, φυσικό αέριο, ορυκτά καύσιμα και ΑΠΕ) κατά τη προοριζόμενη χρήση του ή ένα προϊόν για τη παραγωγή, μεταφορά και μέτρηση αυτής της ενέργειας, συμπεριλαμβανομένων των εξαρτημάτων που εξαρτώνται από την ενέργεια και προορίζονται να ενσωματωθούν σε EuP, τα οποία διατίθενται στην αγορά ή/και τίθενται σε λειτουργία ως μεμονωμένα εξαρτήματα για τελικούς χρήστες και των οποίων οι περιβαλλοντικές επιδόσεις μπορούν να αξιολογούνται ανεξάρτητα.

Με την ανάπτυξη της τεχνολογίας και την συνεχώς ραγδαία εξέλιξη της στον τομέα των EuP, αυξάνεται και η παραγωγή – διάθεση – χρήση αυτών των προϊόντων, με αποτέλεσμα να υπάρχει μεγαλύτερη ζήτηση ενέργειας για την κάλυψη των αναγκών του συνεχώς αναπτυσσόμενου αυτού τομέα. Αν αναλογιστεί κανείς ότι ο τομέας της ενέργειας, που είναι σημαντικότερος ρυπογόνος παράγοντας (όπως αναφέρθηκε και στο 2^ο κεφάλαιο), υπεύθυνος για ποσοστό εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου μεγαλύτερο του 80% και την πρόβλεψη της *World Energy Outlook* ότι η παροχή³⁴ αυτής θα αυξηθεί κατά 40% στο διάστημα 2007 με 2030³⁵, προκύπτει ένα πολύ σημαντικό πρόβλημα για την επίπτωση που μπορεί να έχουν τα EuP στο περιβάλλον και την υπερθέρμανση του πλανήτη.

Έτσι, σε μια προσπάθεια προστασίας του περιβάλλοντος και αντιμετώπισης αυτού του προβλήματος η ΕΕ δημιούργησε και αναβαθμίζει πρότυπα και οδηγίες για ‘πράσινη’ τυποποίηση του σχεδιασμού των EuP, προωθώντας ταυτόχρονα οικολογικά σήματα για την υπεύθυνη ενημέρωση των καταναλωτών. Τελικός στόχος αυτής της προσπάθειας, πέρα από την προστασία του περιβάλλοντος, είναι και η βιώσιμη ανάπτυξη του τομέα των EuP.

³⁴ Με τα ορυκτά καύσιμα να χρησιμοποιούνται ακόμα σε πολύ υψηλό ποσοστό (80%) για το σύνολο της πρωτογενούς παροχής ενέργειας, χωρίς να είναι δυνατή η μείωση τους για τόσο υψηλή ζήτηση.

³⁵ International Energy Agency Statistics, ‘CO2 Emissions From Fuel Combustion Highlights’, IEA, 2009 Edition

4.2 Οικιακές Ψυκτικές Συσκευές

Η οικιακή ψυκτική συσκευή ορίζεται ως μονωμένο ερμάριο, με έναν ή περισσότερους θαλάμους προοριζόμενο για την ψύξη ή κατάψυξη τροφίμων, ή για αποθήκευση τροφίμων σε ψύξη ή κατάψυξη για μη επαγγελματικούς σκοπούς, που ψύχεται με μια ή περισσότερες ενεργοβόρες διαδικασίες³⁶, συμπεριλαμβανομένων συσκευών που πωλούνται ως σύνολα στοιχείων τα οποία συναρμολογούνται από τον τελικό χρήστη. (Κανονισμός ΕΕ, αριθ. 1060/2010 της Επιτροπής, 28/9/2010)

Οι οικιακές ψυκτικές συσκευές ταξινομούνται σε κατηγορίες σύμφωνα με τον πίνακα 13. Κάθε κατηγορία προσδιορίζεται από τους θαλάμους που περιλαμβάνει και είναι ανεξάρτητη των θυρών ή/και συρταριών.

Κατηγορία	Προσδιορισμός
1	Ψυγείο με έναν ή περισσότερους θαλάμους αποθήκευσης νωπών τροφίμων
2	Ψυγείο με δροσερό θάλαμο, συσκευές δροσερού θαλάμου και συσκευές συντήρησης κρασιών
3	Ψυγείο-ψύκτης και ψυγείο με έναν θάλαμο 0 αστέρων
4	Ψυγείο με έναν θάλαμο 1 αστέρος
5	Ψυγείο με έναν θάλαμο 2 αστέρων
6	Ψυγείο με έναν θάλαμο 3 αστέρων
7	Ψυγειοκαταψύκτης
8	Καταψύκτης κατακόρυφου τύπου
9	Καταψύκτης οριζόντιου τύπου
10	Ψυκτικές συσκευές πολλαπλών χρήσεων και άλλων τύπων ³⁷

Πίνακας 13 : Κατηγορίες οικιακών ψυκτικών συσκευών

(Πηγή : Κανονισμός ΕΕ, αριθ. 1060/2010 της Επιτροπής, 28/9/2010)

Όπου :

- Ψυγείο με δροσερό θάλαμο = ψυκτική συσκευή που διαθέτει τουλάχιστον έναν θάλαμο αποθήκευσης νωπών τροφίμων και έναν δροσερό θάλαμο, αλλά όχι θάλαμο αποθήκευσης κατεψυγμένων τροφίμων
- Συσκευή δροσερού θαλάμου = ψυκτική συσκευή που διαθέτει μόνο έναν ή περισσότερους δροσερούς θαλάμους

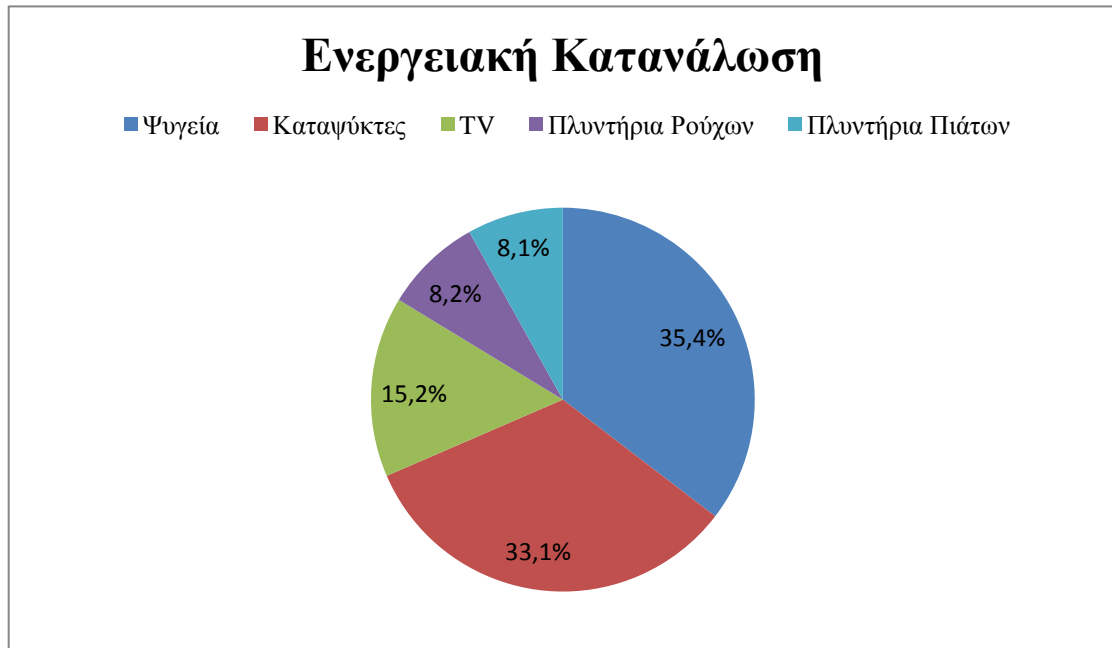
³⁶ Ψύξη με συμπίεση ή απορρόφηση

³⁷ Οι οικιακές ψυκτικές συσκευές που δεν είναι δυνατόν να ταξινομηθούν σε μια από τις κατηγορίες 1 έως 9 λόγω της θερμοκρασίας των θαλάμων ταξινομούνται σε αυτή τη κατηγορία

- Ψυγείο-ψύκτης = ψυκτική συσκευή που διαθέτει τουλάχιστον έναν θάλαμο αποθήκευσης νωπών τροφίμων και έναν θάλαμο ψύκτη, αλλά όχι θάλαμο αποθήκευσης κατεψυγμένων τροφίμων
- Δροσερός θάλαμος = θάλαμος που προορίζεται για την αποθήκευση συγκεκριμένων τροφίμων ή ποτών σε θερμοκρασία υψηλότερη από εκείνη του θαλάμου αποθήκευσης νωπών τροφίμων
- Θάλαμος ψύκτης = θάλαμος που προορίζεται για την αποθήκευση υπερευαίσθητων τροφίμων
- Θάλαμος αποθήκευσης κατεψυγμένων τροφίμων = θάλαμος χαμηλής θερμοκρασίας που προορίζεται ειδικά για την αποθήκευση κατεψυγμένων τροφίμων και ταξινομείται ανάλογα με τη θερμοκρασία ως εξής:
 1. Θάλαμος ενός αστέρου = θάλαμος αποθήκευσης κατεψυγμένων τροφίμων στον οποίο η θερμοκρασία δεν υπερβαίνει τους $-6\text{ }^{\circ}\text{C}$
 2. Θάλαμος δύο αστέρων = θάλαμος αποθήκευσης κατεψυγμένων τροφίμων στον οποίο η θερμοκρασία δεν υπερβαίνει τους $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$
 3. Θάλαμος τριών αστέρων = θάλαμος αποθήκευσης κατεψυγμένων τροφίμων στον οποίο η θερμοκρασία δεν υπερβαίνει τους $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$
 4. Θάλαμος κατεψυγμένων τροφίμων = θάλαμος κατάλληλος για την κατάψυξη από τη θερμοκρασία περιβάλλοντος μέχρι τους $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ επί περίοδο 24 ωρών, ο οποίος είναι επίσης κατάλληλος για την αποθήκευση κατεψυγμένων τροφίμων σε συνθήκες αποθήκευσης τριών αστέρων και μπορεί να περιλαμβάνει και τμήματα δύο αστέρων
 5. Θάλαμος 0 αστέρων = θάλαμος αποθήκευσης κατεψυγμένων τροφίμων στον οποίο η θερμοκρασία είναι κάτω από $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ αλλά δεν προορίζεται για την αποθήκευση υπερευαίσθητων τροφίμων.

Με τον συνολικό αριθμό των οικιακών ψυκτικών συσκευών, σήμερα στην Ευρωπαϊκή Ένωση (EU-27), να εκτιμάται γύρω στα 260 εκατομμύρια, οι συσκευές αυτές κατέχουν το μεγαλύτερο μερίδιο της οικιακής κατανάλωσης ενέργειας.

Όπως φαίνεται και από την εικόνα 12, η οποία αφορά την Ελλάδα, για το έτος 2007 τα ψυγεία και οι καταψύκτες κατείχαν, σε σχέση με τις υπόλοιπες μεγάλες οικιακές συσκευές, ποσοστό 68,5% της συνολικής οικιακής κατανάλωσης. Με το ίδιο να ισχύει μέχρι και σήμερα, σε όλες τις χώρες της Ευρώπης (ποσοστό άνω του 40%), οι οικιακές συσκευές ψύξης κατατάσσονται πάντα πρώτες στον σχεδιασμό και στην εφαρμογή βελτιώσεων ενεργειακής αποδοτικότητας.



Εικόνα 12 : Ποσοστά Ενεργειακής Κατανάλωσης μεγάλων οικιακών συσκευών στην Ελλάδα το 2007

(Πηγή : ΚΑΠΕ (CRES), MURE-ODYSSEE, Intelligent Energy EU, 'Energy Efficiency Policies and Measures in Greece', Monitoring of Energy Efficiency in EU 27, Norway and Croatia (ODYSSEE-MURE), CRES, September 2009)

4.3 Οικολογικός Σχεδιασμός (Ecodesign)

Εκτός από τη συμπεριφορά του χρήστη, υπάρχουν δύο συμπληρωματικές μέθοδοι μείωσης της ενέργειας που καταναλώνεται από τα EuP: επισήμανση για την ευαισθητοποίηση των καταναλωτών σχετικά με την πραγματική χρήση της ενέργειας, προκειμένου να επηρεάσουν τις αποφάσεις αγορών τους (όπως πλαίσια σήμανσης για οικιακές συσκευές που περιγράφεται στο επόμενο κεφάλαιο) και επιβολή των απαιτήσεων ενεργειακής απόδοσης στα προϊόντα από το πρώιμο στάδιο της φάσης του σχεδιασμού.

Η διαχείριση του κύκλου ζωής των EuP συνδέεται με πολλές σημαντικές επιπτώσεις στο περιβάλλον, όπως η κατανάλωση ενέργειας, η κατανάλωση άλλων υλικών/πόρων, η παραγωγή αποβλήτων (ΑΗΗΕ) και η απελευθέρωση επικίνδυνων ουσιών στο περιβάλλον. Εκτιμάται ότι πάνω από το 80% του συνόλου των επιπτώσεων που σχετίζονται με τα EuP προσδιορίζονται κατά τη φάση σχεδιασμού ενός προϊόντος. Στο πλαίσιο αυτό, ο οικολογικός σχεδιασμός αποσκοπεί στη βελτίωση των περιβαλλοντικών επιδόσεων των προϊόντων καθ' όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής - περιλαμβανομένων της επιλογής και της χρησιμοποίησης πρώτων υλών, της συσκευασίας, μεταφοράς και διανομής, της εγκατάστασης και της

συντήρησης, της χρήσης και του τέλους ζωής - με τη συστηματική ενσωμάτωση των περιβαλλοντικών πτυχών σε πολύ πρώιμο στάδιο στο σχεδιασμό του προϊόντος.

Ο όρος *περιβαλλοντική πτυχή* αναφέρεται σε κάθε στοιχείο ή λειτουργία ενός EuP που μπορεί να αλληλεπιδράσει με το περιβάλλον κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής του. Στις οικιακές ψυκτικές συσκευές, για παράδειγμα, ως σημαντικές περιβαλλοντικές πτυχές χαρακτηρίζονται η κατανάλωση ενέργειας κατά το στάδιο χρήσης και τα χαρακτηριστικά των προϊόντων που έχουν σχεδιαστεί για να εξασφαλίζουν φιλικότερη, προς το περιβάλλον, χρήση από τους τελικούς χρήστες.

Ο οικολογικός σχεδιασμός των EuP αποτελεί ζωτικό παράγοντα της κοινοτικής στρατηγικής για την ολοκληρωμένη πολιτική προϊόντων (IPP)³⁸, αφού οι απαιτήσεις του ορίζονται λαμβάνοντας υπόψη τους στόχους και τις προτεραιότητες³⁹ του έκτου κοινοτικού προγράμματος για το περιβάλλον. Πολλά EuP έχουν σημαντικές δυνατότητες βελτίωσης μέσω καλύτερου σχεδιασμού, ο οποίος άλλωστε οδηγεί επίσης τις επιχειρήσεις και τους τελικούς χρήστες στο να εξοικονομούν οικονομικούς πόρους.

Η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης είναι η αποδοτικότερη τελική χρήση της ηλεκτρικής ενέργειας και θεωρείται ουσιαστική συμβολή στην επίτευξη των στόχων για τις μειώσεις των εκπομπών του αερίου του θερμοκηπίου, ενώ αν συνδυαστεί και με την αποτελεσματικότερη χρήση των πόρων συμβάλλει στην ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού και στη μείωση της ζήτησης των φυσικών πόρων, παράγοντες που συνιστούν προϋποθέσεις για την υγιή οικονομική δραστηριότητα και τελικά την αειφόρο ανάπτυξη⁴⁰.

Οι οικιακές ψυκτικές συσκευές οφείλουν⁴¹ να καταστούν αποδοτικότερες από πλευράς κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας με την εφαρμογή υφιστάμενων ανιδοσταγών οικονομικώς αποδοτικών τεχνολογιών, οι οποίες έχουν ως αποτέλεσμα μείωση του συνολικού συνδυασμένου κόστους αγοράς και λειτουργίας αυτών. Επιπλέον οι απαιτήσεις οικολογικού σχεδιασμού πρέπει να μην επηρεάζουν τη λειτουργικότητα τους από τη πλευρά του τελικού χρήστη και δυσμενώς την υγεία, την ασφάλεια και το περιβάλλον. Ειδικότερα, τα οφέλη της μείωσης της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας πρέπει να αντισταθμίζουν κατά πολύ τυχόν πρόσθετες περιβαλλοντικές επιπτώσεις του σταδίου παραγωγής.

³⁸ Arne Remmen, Rikke Dorothea Andersen, Carl Dalhammar, Ecodesign and Resource Efficiency, *'Integrated Product Policy Instruments'*, Lund University, Aalborg University, 2010.

³⁹ Η αλλαγή του κλίματος και η αντιστροφή της τάσης για ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας ως κατηγορία τελικής χρήσης ενέργειας αποτελούν κάποιες από αυτές

⁴⁰ Επίσημη Εφημερίδα της ΕΕ L285, Οδηγία 2009/125/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου

⁴¹ Επίσημη Εφημερίδα της ΕΕ L191, Κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 643/2009 της Επιτροπής, 2009

4.4 Απαιτήσεις οικολογικού σχεδιασμού

Η οδηγία 2009/125/EK θεσπίζει τις απαιτήσεις οικολογικού σχεδιασμού που πρέπει να πληρούν τα EuP, σε μια προσπάθεια αύξηση της ενεργειακής απόδοσης και του επιπέδου προστασίας του περιβάλλοντος, με ταυτόχρονη αύξηση της ασφάλειας του ενεργειακού εφοδιασμού. Στην περίπτωση των γενικών απαιτήσεων, τα εναρμονισμένα πρότυπα μπορούν να συμβάλλουν σημαντικά στην καθοδήγηση των κατασκευαστών όσον αφορά τη καθιέρωση του οικολογικού προφίλ⁴² των προϊόντων τους σύμφωνα με αυτές. Βέβαια προτεραιότητα θα πρέπει να δίνεται σε εναλλακτικούς τρόπους δράσης, όπως η αυτορρύθμιση από τη βιομηχανία, όταν η δράση αυτή είναι πιθανόν να εξασφαλίζει την επίτευξη των στόχων πολιτικής ταχύτερα ή με χαμηλότερο κόστος.

Οι γενικές απαιτήσεις οικολογικού σχεδιασμού αποσκοπούν στη βελτίωση των περιβαλλοντικών επιδόσεων των προϊόντων, με γνώμονα τις σημαντικές περιβαλλοντικές τους πτυχές και χωρίς καθορισμό οριακών τιμών. Τα μέρη των γενικών απαιτήσεων είναι:

Μέρος 1: Παράμετροι οικολογικού σχεδιασμού

1.1 Οι σημαντικές περιβαλλοντικές πτυχές πρέπει να προσδιορίζονται με συνεκτίμηση των ακόλουθων φάσεων του κύκλου ζωής του προϊόντος και στο βαθμό που αυτές σχετίζονται με το σχεδιασμό του:

- Επιλογή και χρησιμοποίηση πρώτων υλών
- Κατασκευή
- Συσκευασία, μεταφορά, διανομή
- Εγκατάσταση και συντήρηση
- Χρήση
- Τέλος ζωής

1.2 Για κάθε φάση, πρέπει να εκτιμώνται οι ακόλουθες περιβαλλοντικές πτυχές ανάλογα με την περίπτωση:

- Προβλεπόμενη κατανάλωση υλικών, ενέργειας και άλλων πόρων
- Προβλεπόμενες εκπομπές στον αέρα, το νερό ή το έδαφος
- Προβλεπόμενη ρύπανση μέσω φυσικών φαινομένων, όπως ο θόρυβος, οι δονήσεις, οι ακτινοβολίες και τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία
- Προβλεπόμενη παραγωγή αποβλήτων

⁴² Περιγραφή των εισροών και εκροών που συνδέονται με ένα προϊόν καθ' όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής του, οι οποίες είναι σημαντικές από την άποψη περιβαλλοντικού αντίκτυπου και εκφράζονται σε φυσικά μεγέθη τα οποία μπορούν να μετρηθούν

- Δυνατότητες επαναχρησιμοποίησης, ανακύκλωσης και ανάκτησης υλικών ή/και ενέργειας

1.3 Ιδιαίτερα πρέπει να χρησιμοποιούνται και να συμπληρώνονται οι ακόλουθες παράμετροι για την αξιολόγηση των δυνατοτήτων βελτίωσης των παραπάνω περιβαλλοντικών πτυχών:

- Βάρος και όγκος του προϊόντος
- Χρήση υλικών που προέρχονται από δραστηριότητες ανακύκλωσης
- Κατανάλωση ενέργειας, νερού και άλλων πόρων καθ' όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής
- Χρήση ουσιών που ταξινομούνται ως επικίνδυνες για την υγεία ή/και το περιβάλλον (RoHS)
- Ποσότητα και φύση των αναλώσιμων που χρειάζονται για τη σωστή χρήση και συντήρηση
- Ευχέρεια επαναχρησιμοποίησης και ανακύκλωσης, όπως εκφράζεται μέσω των ακόλουθων στοιχείων: αριθμός χρησιμοποιούμενων υλικών και εξαρτημάτων, χρήση τυποποιημένων εξαρτημάτων, χρόνος που απαιτείται για την αποσυναρμολόγηση, πολυπλοκότητα των εργαλείων που απαιτούνται για την αποσυναρμολόγηση, χρήση πρότυπων κωδικοποίησης για τον προσδιορισμό των εξαρτημάτων και των υλικών που είναι κατάλληλα για επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωση (συμπεριλαμβανομένης της σήμανσης των πλαστικών εξαρτημάτων σύμφωνα με τα πρότυπα ISO), χρήση εύκολα ανακυκλώσιμων υλικών, ευχερής πρόσβαση σε πολύτιμα και άλλα ανακυκλώσιμα εξαρτήματα και υλικά, ευχερής πρόσβαση σε εξαρτήματα και υλικά που περιέχουν επικίνδυνες ουσίες
- Ενσωμάτωση μεταχειρισμένων εξαρτημάτων
- Αποφυγή τεχνικών λύσεων που βλάπτουν την επαναχρησιμοποίηση και την ανακύκλωση εξαρτημάτων και ολόκληρων συσκευών
- Παράταση του χρόνου ζωής, όπως εκφράζεται μέσω των εξής στοιχείων: ελάχιστη εγγυημένη διάρκεια ζωής, ελάχιστο διάστημα διαθεσιμότητας ανταλλακτικών, δομοστοιχειωτός σχεδιασμός, δυνατότητα αναβάθμισης, δυνατότητα επιδιόρθωσης
- Ποσότητες παραγομένων αποβλήτων και ποσότητες επικίνδυνων παραγομένων αποβλήτων: εκπομπές στον αέρα, στο νερό, στο έδαφος

Μέρος 2: Απαιτήσεις παροχής πληροφοριών

Μπορεί να απαιτείται από τον κατασκευαστή παροχή πληροφοριών, οι οποίες είναι δυνατόν να επηρεάζουν τον τρόπο χειρισμού, χρήσης ή ανακύκλωσης του προϊόντος από μέρη άλλα πλην του κατασκευαστή, οι οποίες μπορεί να περιλαμβάνουν, ανάλογα με την περίπτωση:

- Πληροφορίες από τον σχεδιαστή σχετικά με τη διαδικασία κατασκευής
- Πληροφορίες στους καταναλωτές σχετικά με τα σημαντικά περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά και επιδόσεις του προϊόντος, οι οποίες πρέπει να το συνοδεύουν, όταν αυτό διατίθεται στην αγορά, ούτως ώστε ο καταναλωτής να μπορεί να συγκρίνει αυτές τις πτυχές τους
- Πληροφορίες στους καταναλωτές σχετικά με τον τρόπο εγκατάστασης, χρήσης και συντήρησης του προϊόντος, προκειμένου να ελαχιστοποιείται ο αντίκτυπός του στο περιβάλλον και να διασφαλίζεται η βέλτιστη προσδοκώμενη διάρκεια ζωής του, καθώς και σχετικά με το τρόπο επιστροφής του μετά το τέλος της ζωής του και, ανάλογα με τη περίπτωση, πληροφορίες για τη περίοδο διαθεσιμότητας ανταλλακτικών και τις δυνατότητες βελτίωσης του
- Πληροφορίες για τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας σχετικά με την αποσυναρμολόγηση, την ανακύκλωση ή τη διάθεση του προϊόντος μετά το τέλος της ζωής του

Οι πληροφορίες πρέπει να βρίσκονται επάνω στο ίδιο το προϊόν, όταν αυτό είναι δυνατόν

Μέρος 3: Απαιτήσεις για τον κατασκευαστή

3.1 Λαμβάνοντας υπόψη τις περιβαλλοντικές πτυχές, οι οποίες είναι δυνατόν να επηρεάζονται ουσιαστικά από τον σχεδιασμό του προϊόντος, οι κατασκευαστές των EuP υποχρεούνται να διενεργούν αξιολόγηση του μοντέλου αυτού καθ' όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής του, με βάση ρεαλιστικές παραδοχές σχετικά με τις κανονικές συνθήκες και τους σκοπούς της χρησιμοποίησής του. Σύμφωνα λοιπόν με αυτή την αξιολόγηση, οι κατασκευαστές πρέπει να καταρτίζουν το οικολογικό προφίλ του προϊόντος, ενώ άλλες περιβαλλοντικές πτυχές μπορεί να εξετάζονται σε εθελοντική βάση.

3.2 Οι κατασκευαστές πρέπει να χρησιμοποιούν τα παραπάνω για να αξιολογούν τις εναλλακτικές σχεδιαστικές λύσεις και την επιτευχθείσα περιβαλλοντική επίδοση του προϊόντος βάσει κριτηρίων αναφοράς. Τα κριτήρια αυτά προσδιορίζονται από την Επιτροπή, βάσει των διαθέσιμων στην αγορά προϊόντων ή τεχνολογιών με τις καλύτερες επιδόσεις, με το επίπεδο των απαιτήσεων να καθορίζεται μέσω τεχνικών, οικονομικών και περιβαλλοντικών αναλύσεων. Τέλος, η επιλογή συγκεκριμένης σχεδιαστικής λύσης πρέπει να εξασφαλίζει εύλογη ισορροπία μεταξύ των διαφόρων περιβαλλοντικών πτυχών και μεταξύ, αφενός, άλλων σχετικών θεμάτων, όπως η ασφάλεια και η υγεία, οι τεχνικές απαιτήσεις λειτουργικότητας, ποιότητας και επιδόσεων, και αφετέρου, των οικονομικών πτυχών, συμπεριλαμβανομένου του κόστους κατασκευής και της δυνατότητας εμπορίας, τηρουμένου συγχρόνως, του συνόλου της σχετικής νομοθεσίας.

Απαιτήσεις οικολογικού σχεδιασμού για οικιακές ψυκτικές συσκευές :

1. Γενικές απαιτήσεις

1.1 Από την 1^η Ιουλίου 2010:

- Για τις συσκευές συντήρησης κρασιών, στο βιβλιάριο οδηγιών που χορηγεί ο κατασκευαστής, αναγράφονται, αναγράφονται οι ακόλουθες πληροφορίες: «*Η παρούσα συσκευή προορίζεται αποκλειστικά για τη συντήρηση κρασιού*».
- Για τις οικιακές ψυκτικές συσκευές, στο βιβλιάριο οδηγιών που χορηγεί ο κατασκευαστής, περιλαμβάνονται πληροφορίες σχετικά με:
 - Τον συνδυασμό συρταριών, καλαθιών και ραφιών με τον οποίο επιτυγχάνεται η αποδοτικότερη χρήση ενέργειας για τη συσκευή
 - Τρόποι ελαχιστοποίησης της κατανάλωσης ενέργειας από την οικιακή ψυκτική συσκευή κατά τη φάση της χρήσης

1.2 Από την 1^η Ιουλίου 2013:

- Η εγκατάσταση ταχείας κατάψυξης ή οποιαδήποτε παρόμοια λειτουργία που επιτυγχάνεται μέσω τροποποίησης της ρύθμισης του θερμοστάτη, σε καταψύκτες και θαλάμους κατάψυξης, μετά την ενεργοποίηση της από τον τελικό χρήστη σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή, επανέρχεται στη κατάσταση της προηγούμενης θερμοκρασίας κανονικής αποθήκευσης αφού παρέλθουν το πολύ 72 ώρες. Η απαίτηση αυτή δεν εφαρμόζεται σε ψυγειοκαταψύκτες με έναν θερμοστάτη και έναν συμπιεστή που είναι εξοπλισμένοι με ηλεκτρομηχανικό πίνακα ελέγχου.
- Οι ψυγειοκαταψύκτες με έναν θερμοστάτη και έναν συμπιεστή που είναι εξοπλισμένοι με ηλεκτρονικό πίνακα ελέγχου και μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε θερμοκρασίες περιβάλλοντος κάτω των 16 °C σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή, είναι κατασκευασμένοι έτσι ώστε κάθε χειμερινή ρύθμιση ή παρόμοια λειτουργία που εξασφαλίζει τη σωστή θερμοκρασία αποθήκευσης των κατεψυγμένων τροφίμων να είναι αυτόματη ανάλογα με τη θερμοκρασία περιβάλλοντος στο τόπο εγκατάστασης της συσκευής
- Οι οικιακές ψυκτικές συσκευές με όγκο αποθήκευσης κάτω των 10 λίτρων μεταπίπτουν σε κατάσταση λειτουργίας με κατανάλωση ισχύος 0,00 Watt αφού παρέλθει το πολύ 1 ώρα όταν είναι κενές. Η απλή παρουσία διακόπτη απενεργοποίησης δεν θεωρείται επαρκής για την εκπλήρωση της παρούσας απαίτησης

2. Ειδικές απαιτήσεις



Οι οικιακές ψυκτικές συσκευές με όγκο αποθήκευσης ίσο ή μεγαλύτερο των 10 λίτρων πρέπει να ικανοποιούν τα όρια του δείκτη ενεργειακής απόδοσης (Energy Efficiency Index – EEI⁴³), όπως φαίνονται στον παρακάτω πίνακα. Η απαίτηση αυτή δεν εφαρμόζεται σε συσκευές συντήρησης κρασιών.

Χρόνος έναρξης εφαρμογής	Δείκτης ενεργειακής απόδοσης (EEI)
1 ^η Ιουλίου 2010	EEI < 55
1 ^η Ιουλίου 2012	EEI < 44
1 ^η Ιουλίου 2014	EEI < 42

Πίνακας 14 : Ψυκτικές συσκευές με συμπίεση

(Πηγή : Επίσημη Εφημερίδα της ΕΕ, L191, Κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 643/2009 της Επιτροπής, 2009)

4.5 Τα Απόβλητα Ηλεκτρικού και Ηλεκτρονικού Εξοπλισμού (ΑΗΗΕ)

Ο όρος απόβλητα ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού (ΑΗΗΕ), αναφέρεται σε ένα ευρύ φάσμα υλικών και πρόκειται ουσιαστικά για το πιο πολύπλοκο ρεύμα στερεών αποβλήτων. Η πολυπλοκότητα του οφείλεται στην μεγάλη ποικιλία υλικών που χρησιμοποιούνται ως πρώτες ύλες για την παραγωγή ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού (ΗΗΕ), καθώς και στο μεγάλο αριθμό ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών προϊόντων. Είναι σημαντικό να δοθούν οι ορισμοί για τους δύο παραπάνω όρους, όπως αυτοί καθορίζονται από την Οδηγία 2002/96 της Ευρωπαϊκής Ένωσης⁴⁴.

“Ηλεκτρικός και ηλεκτρονικός εξοπλισμός” ή ΗΗΕ είναι ο εξοπλισμός, του οποίου η ορθή λειτουργία εξαρτάται από ηλεκτρικά ρεύματα ή ηλεκτρομαγνητικά πεδία και ο εξοπλισμός για την παραγωγή, τη μεταφορά και τη μέτρηση των ρευμάτων και πεδίων αυτών, ο οποίος υπάγεται στις κατηγορίες του Πίνακα⁴⁵ 1.1 και ο οποίος έχει σχεδιαστεί για να λειτουργεί υπό ονομαστική τάση μέχρι 1000 V εναλλασσόμενου ρεύματος και μέχρι 1500 V συνεχούς ρεύματος”.

“Απόβλητα ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού” ή ΑΗΗΕ νοείται ο ηλεκτρικός και ηλεκτρονικός εξοπλισμός που θεωρείται “απόβλητο” κατά την έννοια του άρθρου 1(α) της οδηγίας 75/442/ΕΚ ”

⁴³ Ο αναλυτικός τρόπος υπολογισμού του περιγράφεται στο επόμενο κεφάλαιο.

⁴⁴ ΕΕΔΣΑ, Επιστημονικός μη Κερδοσκοπικός Οργανισμός Συμβολής στη Βιώσιμη Ανάπτυξη, www.eedsa.gr, 2011

⁴⁵ Οι οικιακές ψυκτικές συσκευές ανήκουν στην πρώτη κατηγορία του πίνακα 1.1 της οδηγίας, αυτή των μεγάλων οικιακών συσκευών

Σύμφωνα με την οδηγία αυτή ορίζεται το στερεό απόβλητο ως κάθε ουσία ή αντικείμενο, το οποίο ο κάτοχος του αποβάλλει ή υποχρεούται να αποβάλλει δυνάμει των Διατάξεων της εν ισχύι εθνικής νομοθεσίας.

Με τον τομέα των EuP και των ειδών ΗΗΕ γενικότερα, να εξελίσσεται⁴⁶ συνεχώς, δημιουργείται ένα ακόμη σημαντικό πρόβλημα, αυτό της αύξησης των ΑΗΗΕ. Η ποσότητα των ΑΗΗΕ αναμένεται να αυξηθεί με ρυθμό του 3-5%⁴⁷ κάθε χρόνο στην Ευρώπη, αφού παρουσιάζουν περίπου τρεις φορές μεγαλύτερο ρυθμό αύξησης από αυτόν των αστικών αποβλήτων, γεγονός το οποίο κάνει τον προσδιορισμό της πιο οικολογικά κατάλληλης επιλογής διαχείρισης των εν λόγω αποβλήτων ζωτικής σημασίας για την αποτελεσματική προστασία του περιβάλλοντος.

Η σύσταση των ΑΗΗΕ έχει αρχίσει να διαφοροποιείται σημαντικά, λόγω των τεχνολογικών εξελίξεων και των νομοθετικών ρυθμίσεων, όπως η Οδηγία 2002/95 που αφορά την απαγόρευση χρήσης ορισμένων επικίνδυνων ουσιών (RoHS) και η Οδηγία 2009/125/ΕΚ για τον οικολογικό σχεδιασμό που αναφέρθηκε παραπάνω. Πολλές οικιακές ψυκτικές συσκευές πλέον περιλαμβάνουν λιγότερα σιδηρούχα και πολύτιμα υλικά και αυξημένες ποσότητες πλαστικών και αλουμινίου, όπως προκύπτει και από τις δύο συσκευές μας, με αποτέλεσμα το ίδιο ακριβώς να συμβαίνει και με τα απόβλητα τους.

Τα πιο επικίνδυνα συστατικά που περιέχονται στα ΑΗΗΕ, είναι τα βαρέα μέταλλα όπως ο μόλυβδος, ο υδράργυρος, το χρώμιο, οι αλογονούχες ενώσεις (CFC) και οι βρωμιούχοι φλογεπιβραδυντές των πλαστικών και των ηλεκτρονικών κυκλωμάτων. Επιπροσθέτως άλλα επικίνδυνα συστατικά που πιθανώς να περιέχονται στα ΑΗΗΕ είναι ο αμιάντος, το νικέλιο, ο χαλκός και το αρσενικό. Στο Παράρτημα ΙΙ της Οδηγίας 2002/96/ΕΚ καταγράφονται τα κατασκευαστικά μέρη που πρέπει να απομακρύνονται από το ρεύμα των ΑΗΗΕ και να συλλέγονται χωριστά, καθώς εμπεριέχουν επικίνδυνες ουσίες. Στον πίνακα που ακολουθεί απεικονίζονται τα προαναφερθέντα κατασκευαστικά μέρη και οι επικίνδυνες ουσίες που αυτά περιέχουν.

Μέρη του Παραρτήματος ΙΙ	Επικίνδυνη ουσία
Πυκνωτές που περιέχουν πολυχλωριωμένα διφαινύλια	PCB
Κατασκευαστικά στοιχεία που περιέχουν υδράργυρο	Hg
Μπαταρίες	Pb, Cd, Hg
Πλακέτες τυπωμένων κυκλωμάτων από κινητά τηλέφωνα εν γένει και από άλλες συσκευές >10cm ²	BFR's, Be
Δοχεία υγρών ή κολλωδών μελανιών	-
Πλαστικά υλικά που περιέχουν βρωμιούχους φλογεπιβραδυντές	BFR's -

⁴⁶ Πολλές ηλεκτρονικές συσκευές απαξιώνονται σε πολύ μικρό χρονικό διάστημα

⁴⁷ R. Hischer, P. Wager, J. Gaughhofer, "Does WEEE recycling make sense from an environmental perspective?", Environmental Impact Assessment Review 25 (2005) 525– 539

(συνεχ.)	(συνεχ.)
Αμιαντούχα απόβλητα και κατασκευαστικά στοιχεία	Αμίαντος
Καθοδικές λυχνίες	Pb, φώσφορος
CFC, HCFC, HFC, HC	ODS
Λαμπτήρες εκκένωσης αερίων	Hg
Οθόνες υγρών κρυστάλλων > 100cm ² , οθόνες φωτιζόμενες από το πίσω μέρος τους με λαμπτήρες εκκένωσης αερίων	Hg, υγροί κρύσταλλοι -
Εξωτερικά ηλεκτρικά καλώδια	BFR
Κατασκευαστικά στοιχεία με πυρίμαχες κεραμικές ίνες	RCF
Κατασκευαστικά στοιχεία με ραδιενεργές ουσίες	Ραδιενεργά νουκλίδια
Οι ηλεκτρολυτικοί πυκνωτές που περιέχουν επικίνδυνες ουσίες	- -

Πίνακας 15 : Επικίνδυνα υλικά που πρέπει να απομακρύνονται από το ρεύμα των ΑΗΗΕ

(Πηγή : ΕΕΔΣΑ, Επιστημονικός μη Κερδοσκοπικός Οργανισμός Συμβολής στη Βιώσιμη Ανάπτυξη, www.eedsa.gr, 2011)

Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή στρατηγική τα απόβλητα, αν η παραγωγή τους είναι αναπόφευκτη, όπως ισχύει με τον ΗΗΕ, τα κράτη μέλη οφείλουν να λάβουν τα απαραίτητα μέτρα ώστε να διαμορφωθούν συστήματα διαχείρισης όπου οι διανομείς και οι τελικοί κάτοχοι των συσκευών θα μπορούν να τα επιστρέψουν δωρεάν. Οι παραγωγοί προϊόντων ΗΗΕ θα πρέπει να συμβληθούν με συλλογικά συστήματα διαχείρισης ή να διαμορφώσουν οι ίδιοι ατομικά συστήματα, ενώ με βάση την αρχή «ο ρυπαίνων πληρώνει» υποχρεούνται να χρηματοδοτήσουν τη συλλογή και επεξεργασία αυτών.

Στα πλαίσια αυτής της διαχείρισης προτεραιότητα έχει η αξιοποίηση των αποβλήτων (εικόνα 13), με σκοπό τη μείωση της ποσότητας των προς διάθεση αποβλήτων και την εξοικονόμηση φυσικών πόρων, ιδίως με την επαναχρησιμοποίηση, την ανακύκλωση και την ανάκτηση ενέργειας. Η επιλογή μεταξύ των εναλλακτικών λύσεων, σε κάθε συγκεκριμένη περίπτωση, πρέπει να λαμβάνει υπόψη τις περιβαλλοντικές και οικονομικές επιπτώσεις, αλλά μέχρις ότου σημειωθεί επιστημονική και τεχνολογική πρόοδος, η επαναχρησιμοποίηση και η ανάκτηση υλικών θα πρέπει να προτιμώνται, όπου και στο βαθμό που είναι οι περιβαλλοντικώς άριστες επιλογές.

Όπου:

- *Επαναχρησιμοποίηση* = οποιαδήποτε ενέργεια χάρη στην οποία τα ΑΗΗΕ ή τα κατασκευαστικά τους μέρη χρησιμοποιούνται για τους σκοπούς που σχεδιάστηκαν, συμπεριλαμβανομένης της συνέχισης της χρήσης του εξοπλισμού ή των μερών που επιστρέφονται στα σημεία συλλογής ή στους διανομείς ή στους ανακυκλωτές ή στους παραγωγούς.

- *Ανακύκλωση* = η επανεπεξεργασία στο πλαίσιο της παραγωγικής διαδικασίας, των αποβλήτων υλικών, για τους σκοπούς που είχαν αρχικά σχεδιασθεί ή για άλλους σκοπούς
- *Ανάκτηση ενέργειας* = η χρήση καυσίμων αποβλήτων ως μέσων παραγωγής ενέργειας με άμεση καύση με ή χωρίς άλλα απόβλητα αλλά με ανάκτηση θερμότητας
- *Διάθεση* = η τελικά εφαρμόσιμη ενέργεια, όπως η υγειονομική ταφή



Εικόνα 13 : Ιεραρχία επιλογών διαχείρισης των στερεών αποβλήτων στην Ευρώπη

(Πηγή : www.wasteawarebusiness.wordpress.com)

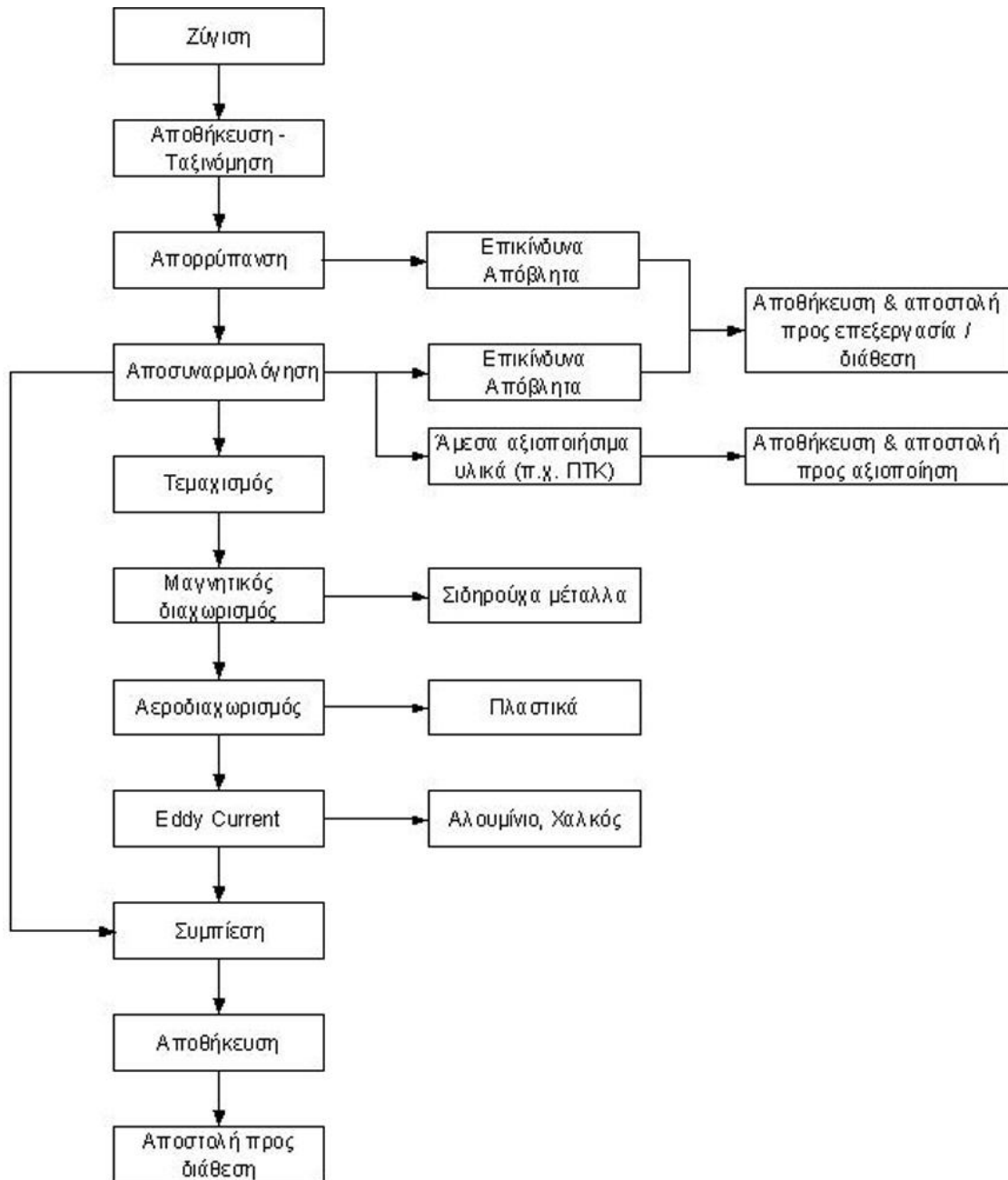
Σύμφωνα με την Οδηγία 2002/96/ΕΚ για τις οικιακές ψυκτικές συσκευές πρέπει: ο βαθμός αξιοποίησης να είναι τουλάχιστον στο 80%, ενώ η επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωση των κατασκευαστικών στοιχείων και υλικών, να είναι τουλάχιστον στο 75% του μέσου βάρους ανά συσκευή.

Τα ΑΗΗΕ περιέχουν πλήθος κατασκευαστικών υλικών, η πλειοψηφία των οποίων μπορεί να ανακτηθεί και αξιοποιηθεί σε μεγάλο βαθμό. Οι μέθοδοι επεξεργασίας που μπορούν να χρησιμοποιηθούν ταξινομούνται στις εξής δύο βασικές κατηγορίες:

- Τεμαχισμός (shredding) των υλικών και μετέπειτα εφαρμογή διαφόρων μεθόδων διαχωρισμού των επιμέρους κλασμάτων
- Αποσυναρμολόγηση των κατασκευαστικών μερών, η οποία διακρίνεται σε μη καταστρεπτική (δεν καταστρέφονται τα επιμέρους τμήματα) και μερικώς καταστρεπτική (καταστρέφονται ορισμένα τμήματα π.χ. συνδέσεις)

Στην παρούσα φάση η διαδικασία της αποσυναρμολόγησης δεν είναι αυτοματοποιημένη κάτι που προβλέπεται να συμβεί πλήρως στο μέλλον, ως αποτέλεσμα και του περιβαλλοντικού σχεδιασμού των προϊόντων. Η χειρωνακτική

αποσυναρμολόγηση και ο διαχωρισμός των ΑΗΗΕ, ανεβάζει το κόστος επεξεργασίας με αποτέλεσμα να πραγματοποιείται μόνο για τα πολύτιμα υλικά που περιέχονται σε αυτά. Η έλλειψη κατασκευαστικών δεδομένων για τις παλιές ηλεκτρικές συσκευές αλλά και το εύρος των προϊόντων και των υλικών που περιέχονται στα ΑΗΗΕ, δυσχεραίνουν την αυτοματοποίηση της διαδικασίας αποσυναρμολόγησης και την αποδέσμευση της από τον ανθρώπινο παράγοντα. Για τους παραπάνω λόγους η μέθοδος του τεμαχισμού χρησιμοποιείται ευρέως σε εργοστάσια επεξεργασίας ΑΗΗΕ.



Εικόνα 14 : Διάγραμμα ροής για την διαχείριση των ΑΗΗΕ

(Πηγή : ΕΕΔΣΑ, Επιστημονικός μη Κερδοσκοπικός Οργανισμός Συμβολής στη Βιώσιμη Ανάπτυξη, www.eedsa.gr, 2011)

Μέθοδος	Αποτέλεσμα Μεθόδου
Τεμαχισμός	Θραύση, ελάττωση μεγέθους σε επιθυμητό επίπεδο
Συμπίεση	Αύξηση πυκνότητας τελικών υλικών
Κοσκίνισμα	Διαχωρισμός κλασμάτων αποβλήτων βάσει μεγέθους
Απορρύπανση	Χειρονακτική ή μηχανική αφαίρεση επικίνδυνων τμημάτων
Αποσυναρμολόγηση	Αποσύνδεση τμημάτων για περαιτέρω επεξεργασία
Δόνηση	Δημιουργία συνθηκών ομοιογενούς ροής αποβλήτων στην είσοδο των διαφόρων διατάξεων επεξεργασίας / διαχωρισμού
Ζύγιση	Καταγραφή βάρους

Πίνακας 16 : Μέθοδοι επεξεργασίας ΑΗΗΕ

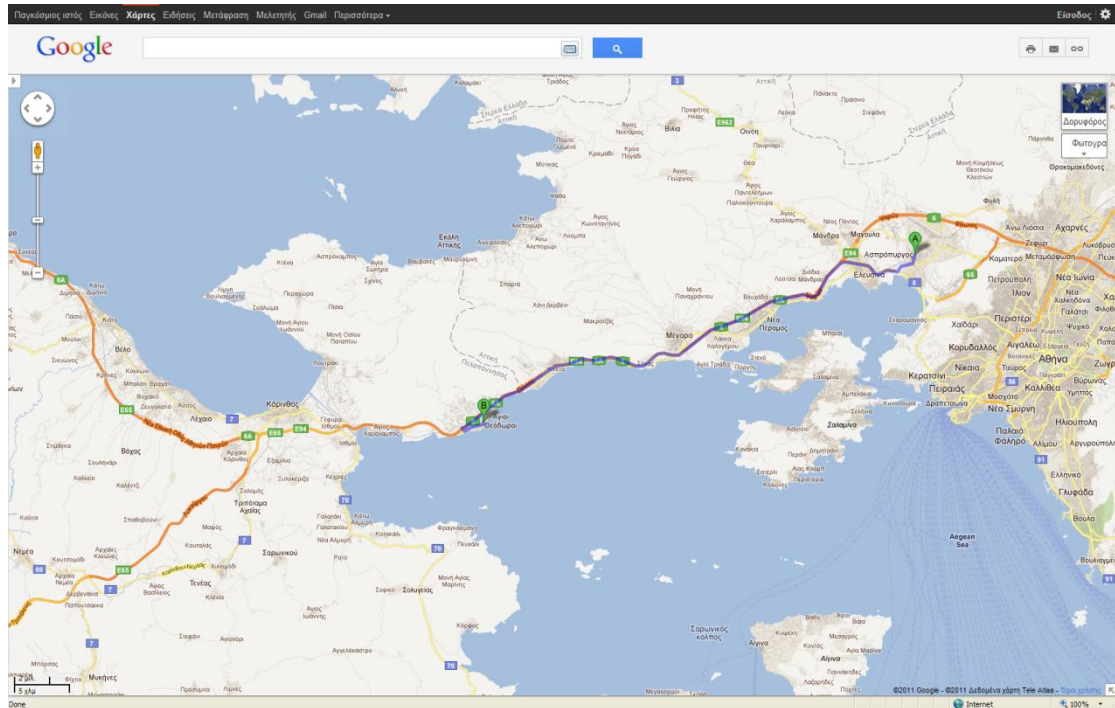
(Πηγή : ΕΕΔΣΑ, Επιστημονικός μη Κερδοσκοπικός Οργανισμός Συμβολής στη Βιώσιμη Ανάπτυξη, www.eedsa.gr, 2011)

Το αντίστοιχο νομικό πλαίσιο που διέπει τη διαχείριση των ΑΗΗΕ στην Ελλάδα, έχει εγκριθεί από το 2004 και λειτουργεί συλλογικό σύστημα διαχείρισης των ΑΗΗΕ με την επωνυμία «ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΣΥΣΚΕΥΩΝ Α.Ε.». Σύμφωνα με στοιχεία της Ανακύκλωσης Συσκευών Α.Ε. του 2008, περίπου 230,000 τόνοι ΗΗΕ βγήκαν στην αγορά, ενώ μόλις 47,141 τόνοι συλλέχθηκαν και στη συνέχεια διαχειρίστηκαν βάση της σχετικής νομοθεσίας (επαναχρησιμοποίηση, ανακύκλωση, ασφαλής διάθεση)⁴⁸.

Η συλλογή των ΑΗΗΕ γίνεται χωριστά από τα υπόλοιπα αστικά απόβλητα, γεγονός αναγκαίο προκειμένου να επιτευχθεί το επιλεγέν επίπεδο προστασίας, τόσο της υγείας του ανθρώπου, όσο και του περιβάλλοντος. Οι καταναλωτές υποχρεούνται να συμβάλλουν ενεργώς στην επιτυχία της ως άνω συλλογής και θα πρέπει να ενθαρρύνονται, ώστε να επιστρέφουν τα ΑΗΗΕ ξεχωριστά. Προς τούτο έχουν δημιουργηθεί και δημόσια σημεία διαλογής, τα οποία λαμβάνουν υπόψη την πληθυσμιακή πυκνότητα, για την τουλάχιστον άνευ επιβαρύνσεως επιστροφή αναλόγων αποβλήτων εκ μέρους των οικιακών χρηστών.

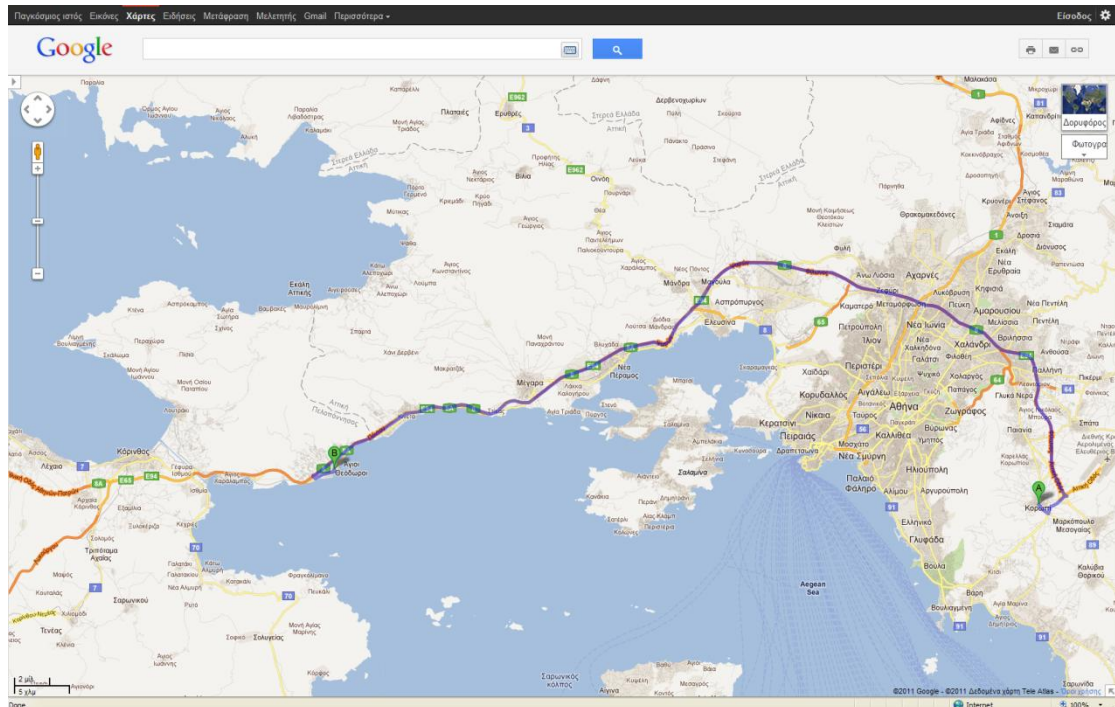
Στη συνέχεια παρουσιάζονται τρεις εικόνες (χάρτες του Google) στις οποίες φαίνονται οι μέσες αποστάσεις ευρύτερων περιοχών συλλογής ΑΗΗΕ από τη μονάδα HFR (Hellenic Fridge Recycling) S.A. στους Αγ. Θεοδώρους, όπου πραγματοποιείται η επεξεργασία των ψυκτικών μηχανισμών, καθώς επίσης και τα ποσοστά των ψυκτικών συσκευών που συλλέγονται στη κάθε περιοχή.

⁴⁸ Οικολογική Εταιρεία Ανακύκλωσης, www.ecorec.gr



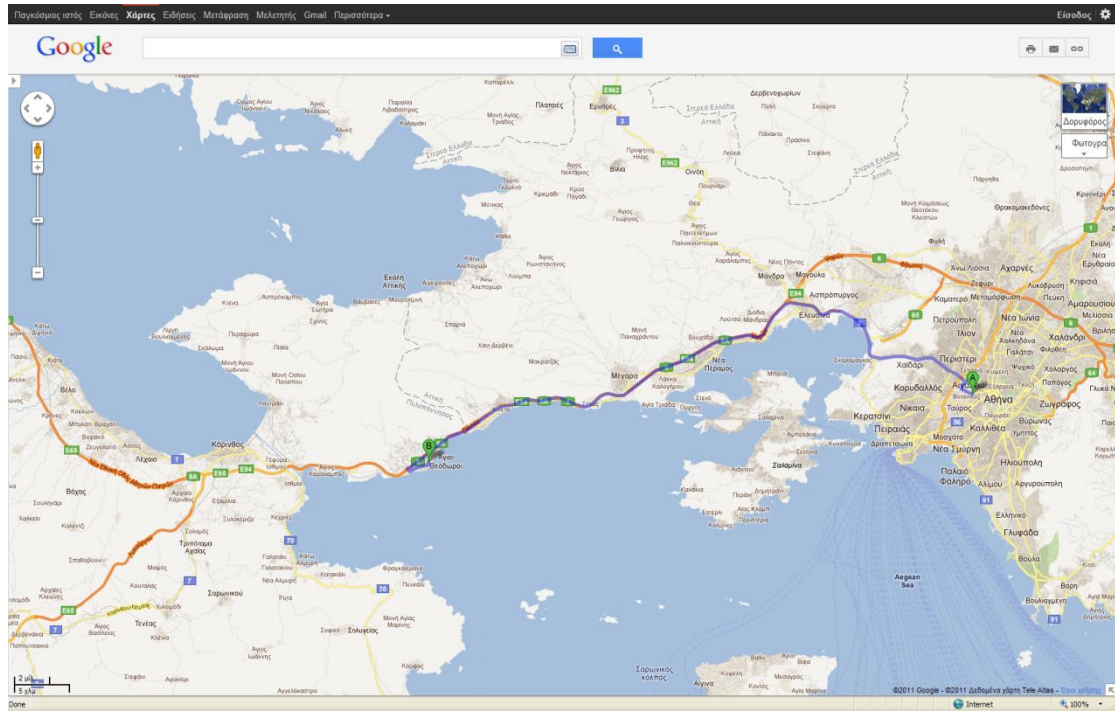
Εικόνα 15 : Μέση απόσταση διακίνησης ΑΗΗΕ (Ψυκτικές Συσκευές) από τη περιοχή Ασπροπύργου
55 km , 83%

(Πηγή : ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΣΥΣΚΕΥΩΝ Α.Ε., www.electrocycle.gr)



Εικόνα 16 : Μέση απόσταση διακίνησης ΑΗΗΕ (Ψυκτικές Συσκευές) από τη περιοχή Κορωπίου
96 km , 5%

(Πηγή : ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΣΥΣΚΕΥΩΝ Α.Ε., www.electrocycle.gr)



Εικόνα 17 : Μέση απόσταση διακίνησης ΑΗΗΕ (Ψυκτικές Συσκευές) από την ευρύτερη περιοχή Αθηνών

66 km, 12%

(Πηγή : ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΣΥΣΚΕΥΩΝ Α.Ε., www.electrocycle.gr)

5. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΣΗΜΑΝΣΗ

5.1 Περιβαλλοντικές ετικέτες

Η προστασία του περιβάλλοντος από τις εταιρείες μέσα από το « Think Green » είναι μια επιτακτική ανάγκη για να αναδείξουν το κοινωνικό τους πρόσωπο, ελαχιστοποιώντας τις αρνητικές επιπτώσεις προς τον πλανήτη. Έτσι, υιοθετούν προγράμματα και τεχνολογίες που κάνουν τα προϊόντα τους πιο, περιβαλλοντικά, ανταγωνιστικά, αποκτώντας το δικαίωμα να φέρουν περιβαλλοντικές ετικέτες, οι οποίες το αποδεικνύουν.

Η περιβαλλοντική ετικέτα ορίζεται ως η οποιαδήποτε ετικέτα επί του προϊόντος η οποία παρέχει πληροφορίες σχετικά με το ανακυκλώσιμο περιεχόμενο, την δυνατότητα ανακύκλωσής του, τις μειωμένες απαιτήσεις συσκευασίας και άλλα σχετικά χαρακτηριστικά (Connecticut erp, 2010)⁴⁹.

Οι ετικέτες αυτές συνήθως αναρτώνται στα πλαίσια συγκεκριμένων προγραμμάτων αξιολόγησης και ανάλυσης των επιδόσεων των προϊόντων, τα οποία ορίζονται ως προσπάθειες διάθεσης κατάλληλων περιβαλλοντικών πληροφοριών στους καταναλωτές. Αν και δεν υπάρχει συγκεκριμένη πολιτική σχετικά με το πώς οριοθετείται ένα βέλτιστο περιβαλλοντικό πρόγραμμα, με τι πληροφορίες και τι μορφή θα είναι χρήσιμο προς τους καταναλωτές, κάθε σχετική προσπάθεια συνεισφέρει στην παραγωγή και στη διάθεση των παραπάνω πληροφοριών για προϊόντα και υπηρεσίες της αγοράς.

Οι σημερινές πρωτοβουλίες για παγκόσμια εναρμόνιση σχετικών περιβαλλοντικών προγραμμάτων και ίδρυσης στάνταρντ⁵⁰, τα οποία θα αναγνωρίζουν και θα συνδυάζουν τις διάφορες περιβαλλοντικές ετικέτες, είναι αρκετές. Κάποια προγράμματα δίνουν έμφαση σε ένα μόνο χαρακτηριστικό του προϊόντος, όπως για παράδειγμα το ποσοστό ανακύκλωσης, ενώ άλλα προσπαθούν να αναγνωρίσουν φίλο-περιβαλλοντικά προϊόντα για τους καταναλωτές. Κάθε ένα από αυτά σχετίζεται άμεσα με τις υιοθετημένες μεθοδολογίες αξιολόγησης των περιβαλλοντικών χαρακτηριστικών και δεικτών των προϊόντων. Οι πιο κατανοητές εξ αυτών ερευνούν το συνολικό κύκλο ζωής αυτών, μια προσέγγιση που εφαρμόζεται σχεδόν σε όλες τις περιπτώσεις. Οι μεθοδολογίες AKZ υιοθετούνται συνήθως λόγω της δυσκολίας επιλογής ενός μικρού αριθμού δεικτών και χαρακτηριστικών οι οποίοι να μπορούν να

⁴⁹ Σωμάκος Λεωνίδα, Μακρής Δημήτριος, *‘Ανάπτυξη Μεθοδολογίας «Πράσινης» Βαθμολόγησης (Green Tagging) Ηλεκτρικών & Ηλεκτρονικών Προϊόντων, μέσω Θεωριών και Μεθόδων Οικολογικού (Πράσινου) Marketing»*, ΕΜΠ, 2010

⁵⁰ Jing Tao, Suiran Yu *“Implementation of energy efficiency standards of household refrigerator/freezer in China: Potential environmental and economic impacts”*, Applied Energy 88 (2011): 1890 - 1905

εκφράσουν πλήρως τις περιβαλλοντικές συνέπειες και χαρακτηριστικά ενός προϊόντος ή μιας υπηρεσίας. Εντούτοις, κάποια προγράμματα όπως το Energy Star, αξιολογούν προϊόντα με βάση τον κύκλο ζωής, αλλά εστιάζουν σε ένα κυρίως χαρακτηριστικό, την ενεργειακή κατανάλωση.

Στην ΕΕ γίνεται ένας σχετικός διαχωρισμός μεταξύ των περιβαλλοντικών ετικετών σε τρεις επιμέρους κατηγορίες, οι οποίες μπορούν να συνυπάρχουν σε ένα προϊόν μιας και ουσιαστικά δηλώνουν τρία διαφορετικά πράγματα:

- Σήμανση κατανάλωσης ενέργειας
- Οικολογική σήμανση
- Σήμανση που σχετίζεται με τον οικολογικό σχεδιασμό

5.2 Σήμανση κατανάλωσης ενέργειας

Η ετικέτα σήμανσης κατανάλωσης ενέργειας είναι υποχρεωτική⁵¹ για όλες τις συσκευές εντός της ΕΕ και πρέπει να τοποθετείται ευδιάκριτα πάνω σε αυτές, στα σημεία πώλησης τους. Η ετικέτα αυτή, αναλόγως της κατηγορίας των προϊόντων, τα κατατάσσει σύμφωνα με την ενεργειακή τους αποδοτικότητα σε ενεργειακές κλάσεις. Στις οικιακές ψυκτικές συσκευές η κλίμακα των ενεργειακών κλάσεων κυμαίνεται από A+++ έως G (για τα πιο νέα προϊόντα έως D), με την A+++ να είναι η πιο αποδοτική. Η ενεργειακή κλάση προκύπτει από την τιμή του δείκτη ενεργειακής απόδοσης (Energy Efficiency Index – EEI) σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα.

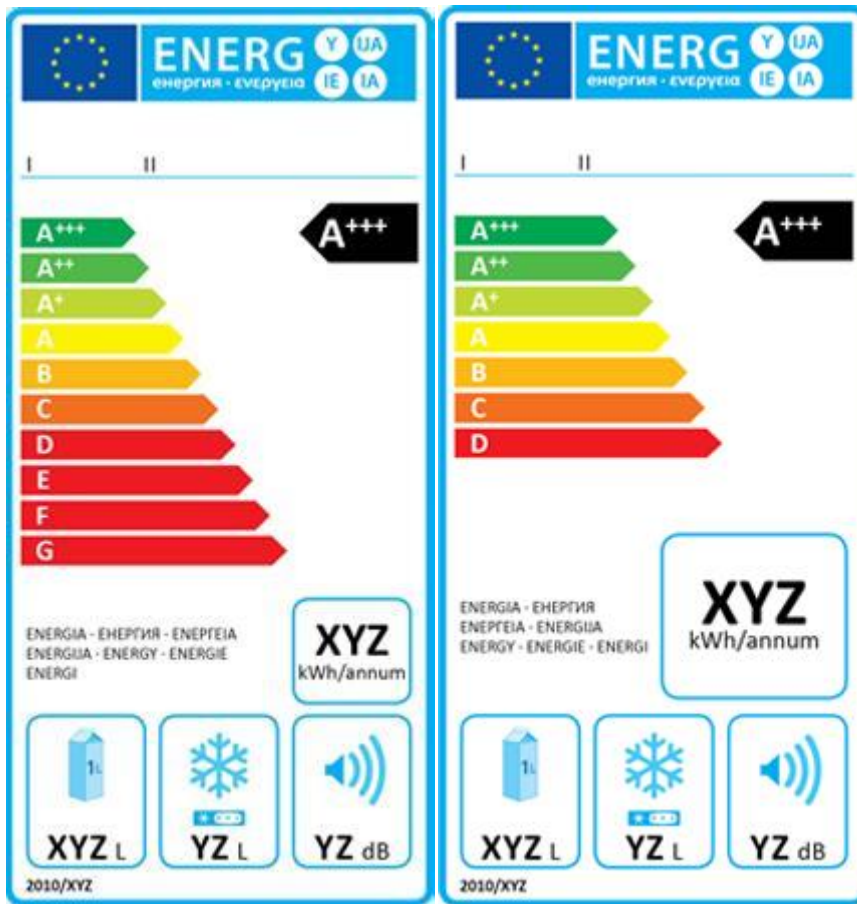
Κλάση ενεργειακής απόδοσης	Δείκτης ενεργειακής απόδοσης (%)
A+++ (ανώτατη απόδοση)	$EEI < 22$
A++	$22 \leq EEI < 33$
A+	$33 \leq EEI < 44$
A	$44 \leq EEI < 55$
B	$55 \leq EEI < 75$
C	$75 \leq EEI < 95$
D	$95 \leq EEI < 110$
E	$110 \leq EEI < 125$
F	$125 \leq EEI < 150$
G (κατώτατη απόδοση)	$150 \leq EEI$

Πίνακας 17 : Κλάσεις Ενεργειακής Απόδοσης έως την 30ή Ιουνίου 2014

(Πηγή : Κατ' εξουσιοδότηση Κανονισμός (ΕΕ) αριθ. 1060/2010 της Επιτροπής)

⁵¹ Οδηγία 2010/30/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου

Από την 1^η Ιουλίου 2014 το όριο του ΕΕΙ μεταξύ των ενεργειακών κλάσεων Α και Α+ θα μεταβληθεί από 44 σε 42, ενώ μελέτες όπως η *Preparatory Studies for Ecodesign Requirements of EuP's, LOT 13: Domestic Refrigerators & Freezers, 2008*, παρουσιάζουν αναθεωρημένες κλίμακες (μετά το Α) μέχρις ορίων που δεν είναι τεχνολογικώς εφικτά στη παρούσα φάση. Βέβαια αρκετές εταιρείες ήδη τεχνολογικά υπολογίζουν και προσπαθούν να επιτύχουν μια ανώτερη κλάση (Α++++) που να είναι μικρότερη του 11% .



Εικόνα 18 : Η νέες ετικέτες σήμανσης κατανάλωσης ενέργειας για την EU - 27

(Πηγή : CECED, <http://www.newenergylabel.com/index.php/uk/home/>, 2012)

Η ετικέτα περιλαμβάνει τις ακόλουθες πληροφορίες:

- Όνομα/επωνυμία του προμηθευτή ή εμπορικό σήμα
- Αναγνωριστικό μοντέλου από τον προμηθευτή
- Κλάση ενεργειακής απόδοσης. Η αιχμή του βέλους που περιέχει την ένδειξη της κλάσης ενεργειακής απόδοσης της οικιακής ψυκτικής συσκευής

τοποθετείται έναντι της αιχμής του βέλους της οικείας κλάσης ενεργειακής απόδοσης

- Ετήσια κατανάλωση ενέργειας (AE_c) σε kWh ανά έτος, στρογγυλοποιημένη στον πλησιέστερο ακέραιο
- Άθροισμα των όγκων αποθήκευσης όλων των θαλάμων που δεν πληρούν τα κριτήρια απονομής αστέρων (π.χ. θερμοκρασία λειτουργίας > -6 °C), στρογγυλοποιημένη στον πλησιέστερο ακέραιο. Αν η συσκευή δεν διαθέτει τέτοιο θάλαμο ο προμηθευτής δηλώνει «- L» αντί αριθμητικής τιμής
- Άθροισμα των όγκων αποθήκευσης όλων των θαλάμων αποθήκευσης κατεψυγμένων τροφίμων που πληρούν τα κριτήρια απονομής αστέρων (π.χ. θερμοκρασία λειτουργίας < -6 °C), στρογγυλοποιημένη στον πλησιέστερο ακέραιο και τον αριθμό των αστέρων του θαλάμου με το μεγαλύτερο ποσοστό σε αυτό το άθροισμα. Αν η συσκευή δεν διαθέτει τέτοιο θάλαμο ο προμηθευτής δηλώνει «- L» αντί αριθμητικής τιμής και αφήνει ασυμπλήρωτη τη θέση για τον αριθμό αστέρων
- Εκπομπές αερόφερτου ακουστικού θορύβου σε decibel (dB) , στρογγυλοποιημένες στον πλησιέστερο ακέραιο

Η ετικέτα των 10 κλάσεων δημιουργήθηκε για συνοχή και ουσιαστικά περιλαμβάνει τις οικιακές ψυκτικές συσκευές τύπου απορρόφησης που διαφέρουν από τις πιο σύγχρονες και ευρέως διαδεδομένες οικιακές ψυκτικές συσκευές τύπου συμπίεσης στη τεχνολογία ψύξης. Οι συσκευές αυτές είναι αθόρυβες αλλά καταναλώνουν περισσότερη ενέργεια.

5.2.1 Μέθοδος υπολογισμού του Δείκτης Ενεργειακής Απόδοσης (EEI)

Για τον υπολογισμό του δείκτη ενεργειακής απόδοσης (EEI), η ετήσια κατανάλωση ενέργειας της οικιακής ψυκτικής συσκευής συγκρίνεται με την τυπική ετήσια κατανάλωση ενέργειας της. Υπολογίζεται λοιπόν από τον παρακάτω μαθηματικό τύπο και στρογγυλοποιείται στο πρώτο δεκαδικό ψηφίο.

$$EEI = \frac{AE_c}{SAE_c} \times 100$$

Όπου:

AE_c = η ετήσια κατανάλωση ενέργειας

SAE_c = η τυπική ετήσια κατανάλωση ενέργειας

Η ετήσια κατανάλωση ενέργειας (Annual Energy Consumption, AE_c) υπολογίζεται σε kWh/έτος ως ακολούθως και στρογγυλοποιείται στο δεύτερο δεκαδικό ψηφίο:

$$AE_c = E_{24h} \times 365$$



Όπου:

E_{24h} = η κατανάλωση ενέργειας της οικιακής ψυκτικής συσκευής kWh/24h στρογγυλοποιημένη στο τρίτο δεκαδικό ψηφίο

Η τυπική ετήσια κατανάλωση ενέργειας (SAE_c) υπολογίζεται σε kWh/έτος ως ακολούθως και στρογγυλοποιείται στο δεύτερο δεκαδικό ψηφίο:

$$SAE_c = V_{eq} \times M \times N + CH$$

Όπου:

V_{eq} = ο ισοδύναμος όγκος της οικιακής ψυκτικής συσκευής

CH = με 50 kWh/έτος για οικιακές ψυκτικές συσκευές με θάλαμο-ψύκτη του οποίου ο όγκος αποθήκευσης είναι τουλάχιστον 15 λίτρα

Και οι τιμές των M και N δίνονται από τον παρακάτω πίνακα για κάθε κατηγορία ψυκτικής συσκευής, όπως αυτές προκύπτουν από τον Πίνακα 13 της §4.2 στη σελίδα 49.

Κατηγορία	M	N
1	0,233	245
2	0,233	245
3	0,233	245
4	0,643	191
5	0,450	245
6	0,777	303
7	0,777	303
8	0,539	315
9	0,472	286
10	(*)	(*)

Πίνακας 18 : Τιμές M και N ανά κατηγορία οικιακής ψυκτικής συσκευής

(Πηγή : Κατ' εξουσιοδότηση Κανονισμός (ΕΕ) αριθ. 1060/2010 της Επιτροπής)

Σημείωση: Για οικιακές ψυκτικές συσκευές κατηγορίας 10 οι τιμές M και N εξαρτώνται από τη θερμοκρασία και τη κατηγορία αστερών του θαλάμου με τη χαμηλότερη θερμοκρασία αποθήκευσης την οποία μπορεί να ρυθμίσει ο τελικός χρήστης και να διατηρεί συνεχώς σε αυτά τα επίπεδα σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή.

Ο ισοδύναμος όγκος της οικιακής ψυκτικής συσκευής (V_{eq}) είναι το ισοδύναμο άθροισμα των ισοδύναμων όγκων όλων των θαλάμων. Υπολογίζεται σε λίτρα και στρογγυλοποιείται στον πλησιέστερο ακέραιο:

$$V_{eq} = \left[\sum_{c=1}^n V_c \times \frac{(25 - T_c)}{20} \times FF_c \right] \times CC \times BI$$

Όπου:

n = το πλήθος των θαλάμων

V_c = ο όγκος αποθήκευσης του θαλάμου ή των θαλάμων

T_c = η ονομαστική θερμοκρασία των θαλάμων όπως ορίζεται στον πίνακα 19

$\frac{(25 - T_c)}{20}$ = ο θερμοδυναμικός συντελεστής όπως ορίζεται στον πίνακα 19

FF_c , CC , BI = συντελεστές διόρθωσης του όγκου όπως ορίζονται στον πίνακα 20

Ο θερμοδυναμικός συντελεστής $(25 - T_c)/20$ είναι η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ της ονομαστικής θερμοκρασίας ενός θαλάμου T_c και της θερμοκρασίας περιβάλλοντος υπό τυπικές συνθήκες δοκιμών στους $+25\text{ }^\circ\text{C}$, ο οποίος εκφράζεται ως λόγος της ίδιας διαφοράς για τον θάλαμο νωπών τροφίμων $+5\text{ }^\circ\text{C}$.

Θάλαμος	Ονομαστική Θερμοκρασία	$(25 - T_c)/20$
Άλλος	Θερμοκρασία μελέτης	$(25 - T_c)/20$
Δροσερός/συντήρησης κρασιών	$+12\text{ }^\circ\text{C}$	0,65
Αποθήκευσης νωπών τροφίμων	$+5\text{ }^\circ\text{C}$	1,00
Ψύκτης	$0\text{ }^\circ\text{C}$	1,25
Παραγωγής πάγου και 0 αστέρων	$0\text{ }^\circ\text{C}$	1,25
Ενός αστέρου	$-6\text{ }^\circ\text{C}$	1,55
Δύο αστέρων	$-12\text{ }^\circ\text{C}$	1,85
Τριών αστέρων	$-18\text{ }^\circ\text{C}$	2,15
Κατεψυγμένων τροφίμων	$-18\text{ }^\circ\text{C}$	2,15

Πίνακας 19 : Ονομαστική θερμοκρασία και θερμοδυναμικοί συντελεστές θαλάμων ψυκτικών συσκευών

(Πηγή : Κατ' εξουσιοδότηση Κανονισμός (ΕΕ) αριθ. 1060/2010 της Επιτροπής)

Διορθωτικός συντελεστής	Τιμή	Συνθήκες
FF (χωρίς πάγο)	1,2	Για θαλάμους κατεψυγμένων τροφίμων χωρίς πάγο
	1	Άλλες περιπτώσεις
CC (κλιματική Κλάση)	1,2	Για συσκευές κλάσης T (τροπική)
	1,1	Για συσκευές κλάσης ST (υποτροπική)
	1	Άλλες περιπτώσεις
Άλλες περιπτώσεις BI (εντοιχιζόμενη)	1,2	Για εντοιχισμένες συσκευές πλάτους $< 58\text{ cm}$
	1	Άλλες περιπτώσεις

Πίνακας 20 : Τιμή διορθωτικού συντελεστή

(Πηγή : Κατ' εξουσιοδότηση Κανονισμός (ΕΕ) αριθ. 1060/2010 της Επιτροπής)

FF = ο συντελεστής διόρθωσης όγκου για θαλάμους χωρίς πάγο (no frost).

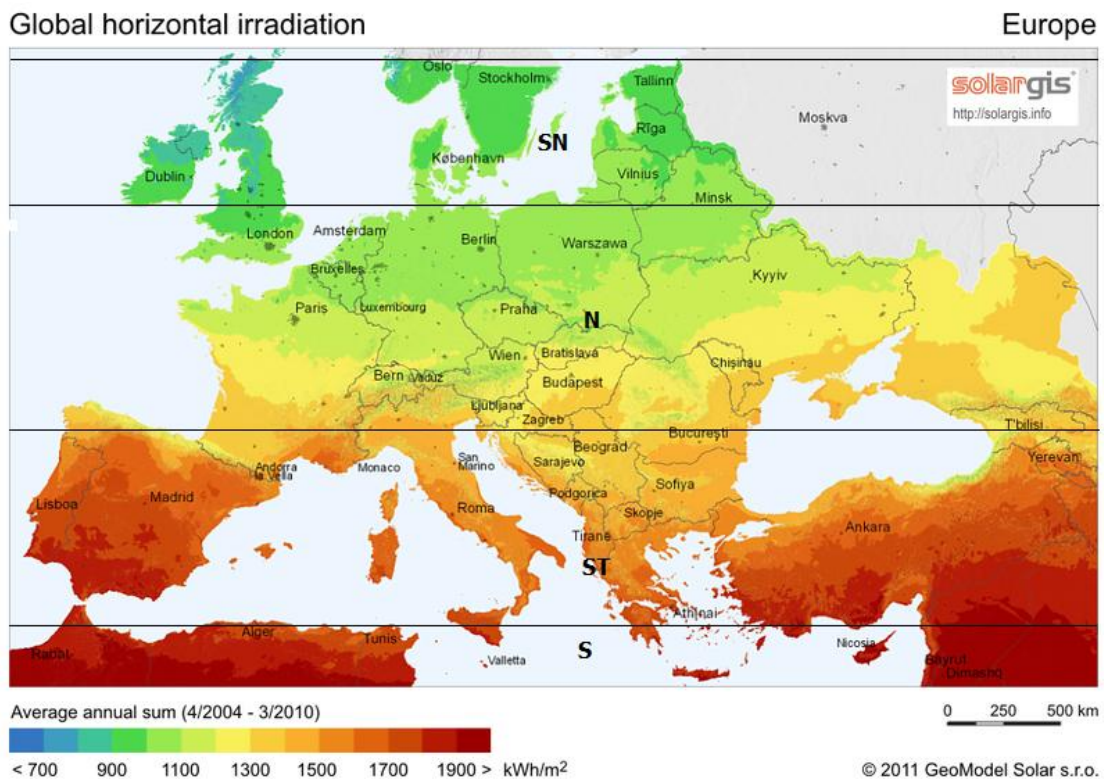
CC = ο συντελεστής διόρθωσης όγκου για δεδομένη κλιματική κλάση. Εφόσον η ψυκτική συσκευή ταξινομείται σε περισσότερες της μιας κλιματικές κλάσεις, για τον υπολογισμό του ισοδύναμου όγκου χρησιμοποιείται η κλιματική κλάση με τον μεγαλύτερο διορθωτικό συντελεστή (πίνακας 21, εικόνα 19).

BI = ο συντελεστής διόρθωσης όγκου για εντοιχισμένες συσκευές.

Κλάση	Σύμβολο	Μέση θερμοκρασία περιβάλλοντος °C
Εκτεταμένη εύκρατη	SN	+10 έως +32
Εύκρατη	N	+16 έως +32
Υποτροπική	ST	+16 έως +38
Τροπική	T	+16 έως +43

Πίνακας 21: Κλιματικές κλάσεις

(Πηγή : Κατ' εξουσιοδότηση Κανονισμός (ΕΕ) αριθ. 1060/2010 της Επιτροπής)



Εικόνα 19 : Ζώνες κλιματικών κλάσεων

(Πηγή εικόνας χωρίς τις κλιματικές κλάσεις : GeoModel Solar, geomodelsolar.eu)

5.3 Οικολογική σήμανση

Τα οικολογικά σήματα είναι εθελοντικές ετικέτες που υποδεικνύουν στους καταναλωτές ότι τα προϊόντα που τις φέρουν είναι φιλικά προς το περιβάλλον σε σχέση με άλλα ανταγωνιστικά προϊόντα.. Συχνά χρησιμοποιούνται για να παρουσιάσουν πολύπλοκες περιβαλλοντικές πληροφορίες στους καταναλωτές με απλοϊκό τρόπο.

Η λογική που κρύβεται πίσω από τα οικολογικά σήματα είναι η κινητοποίηση των αγοραστών για την αύξηση του μεριδίου της αγοράς των επιχειρήσεων που σέβονται το περιβάλλον.

Σε ένα πολυκατάστημα μπορεί να βρει κανείς πάρα πολλές εφαρμογές του οικολογικού σήματος. Η σήμανση των «**βιολογικών ειδών διατροφής**», τα ψυγεία με την ένδειξη «**δεν βλέπουν το όζον**», η σήμανση με το λουλούδι της Ευρωπαϊκής Ένωσης (που ενσωματώνει πολύπλοκους περιβαλλοντικούς ελέγχους) είναι μερικές μόνο από τις εφαρμογές που συναντάμε καθημερινά στις συσκευασίες διάφορων προϊόντων⁵².

Ο Διεθνής Οργανισμός Τυποποίησης (ISO) αναγνωρίζει τρεις τύπους οικολογικής σήμανσης:

- Τα οικολογικά σήματα *Τύπου I* είναι αυτά που βασίζονται στα κριτήρια ελέγχου τρίτων οργανισμών με βάση την ΑΚΖ ενός προϊόντος. Τα σήματα Τύπου I απονέμονται από ανεξάρτητους οργανισμούς σε παραγωγούς και κατασκευαστές που αποδεδειγμένα χρησιμοποιούν πρακτικές και πρώτες ύλες «φιλικές προς το περιβάλλον» με σκοπό τα προϊόντα τους να διαφοροποιηθούν σημαντικά έναντι ανταγωνιστικών προϊόντων στον ίδιο κλάδο
- Τα οικολογικά σήματα *Τύπου II* είναι αυτά που αναδεικνύουν τους ισχυρισμούς των κατασκευαστών τους. Για παράδειγμα «*κατασκευασμένο κατά 40% από ανακυκλωμένα υλικά*»
- Τα οικολογικά σήματα *Τύπου III* είναι αυτά που παρουσιάζουν εύκολα συγκρίσιμες πληροφορίες βάσει του κύκλου ζωής ενός προϊόντος αλλά δεν προβαίνουν σε ισχυρισμούς έναντι άλλων ανταγωνιστικών προϊόντων

Για τον καθορισμό των κριτηρίων των οικολογικών σημάτων γίνεται η εξής διαδικασία: Αρχικά επιλέγεται μια κατηγορία προϊόντων (π.χ. ψυγεία) που να συμπεριλαμβάνει ανταγωνιστικά προϊόντα που εξυπηρετούν τον ίδιο σκοπό. Στη συνέχεια γίνεται η ΑΚΖ για την συγκεκριμένη κατηγορία προϊόντων με σκοπό να καθοριστούν οι σημαντικότερες περιβαλλοντικές συνέπειες από την χρήση τους. Με βάση τα αποτελέσματα της ΑΚΖ θεσπίζονται αυστηρά περιβαλλοντικά κριτήρια για

⁵² Σωμάκος Λεωνίδα, Μακρής Δημήτριος, 'Ανάπτυξη Μεθοδολογίας «Πράσινης» Βαθμολόγησης (Green Tagging) Ηλεκτρικών & Ηλεκτρονικών Προϊόντων, μέσω Θεωριών και Μεθόδων Οικολογικού (Πράσινου) Marketing», ΕΜΠ, 2010

αυτή την κατηγορία προϊόντων. Από εκεί και πέρα μόνο τα προϊόντα ή οι μέθοδοι παραγωγής που είναι σύμφωνες με τα παραπάνω κριτήρια κρίνονται κατάλληλες για την απονομή του οικολογικού σήματος.

Βέβαια, παρόλο που η απονομή ενός οικολογικού σήματος απαιτεί ικανοποίηση αυστηρών κριτηρίων, τελικά προσφέρει κοινωνικά και οικονομικά οφέλη.

Για της επιχειρήσεις :

- Εύκολη επικοινωνία με τους καταναλωτές για τα περιβαλλοντικά οφέλη του προϊόντος τους
- Ξεκάθαρος τρόπος για την διατύπωση περιβαλλοντικών ισχυρισμών
- Συγκριτικά δεδομένα για τη μέτρηση των περιβαλλοντικών επιδόσεων
- Διαφοροποίηση του προϊόντος έναντι των άλλων ανταγωνιστικών προϊόντων
- Ανταμοιβή από την αγορά για την αξιοποίηση της καινοτομίας
- Συμμετοχή σε μια υγιή αγορά πλήρους ανταγωνισμού που προωθεί τα φίλο-περιβαλλοντικά προϊόντα

Για τους καταναλωτές :

- Αυξάνουν τις γνώσεις για τα φίλο-περιβαλλοντικά προϊόντα με εύκολα κατανοητό τρόπο
- Χρησιμοποιούν ορθολογικά κριτήρια για να αγοράζουν καλύτερα προϊόντα

Για το ευρύτερο κοινωνικό σύνολο :

- Ανακύκλωση και εξοικονόμηση υλικών και πρώτων υλών
- Μείωση της χρησιμοποίησης των τοξικών ουσιών
- Αντικατάσταση των επικίνδυνων υλικών από φιλικά προς το περιβάλλον
- Ενίσχυση γενικότερα των μηχανισμών που εξυπηρετούν τη βιώσιμη ανάπτυξη

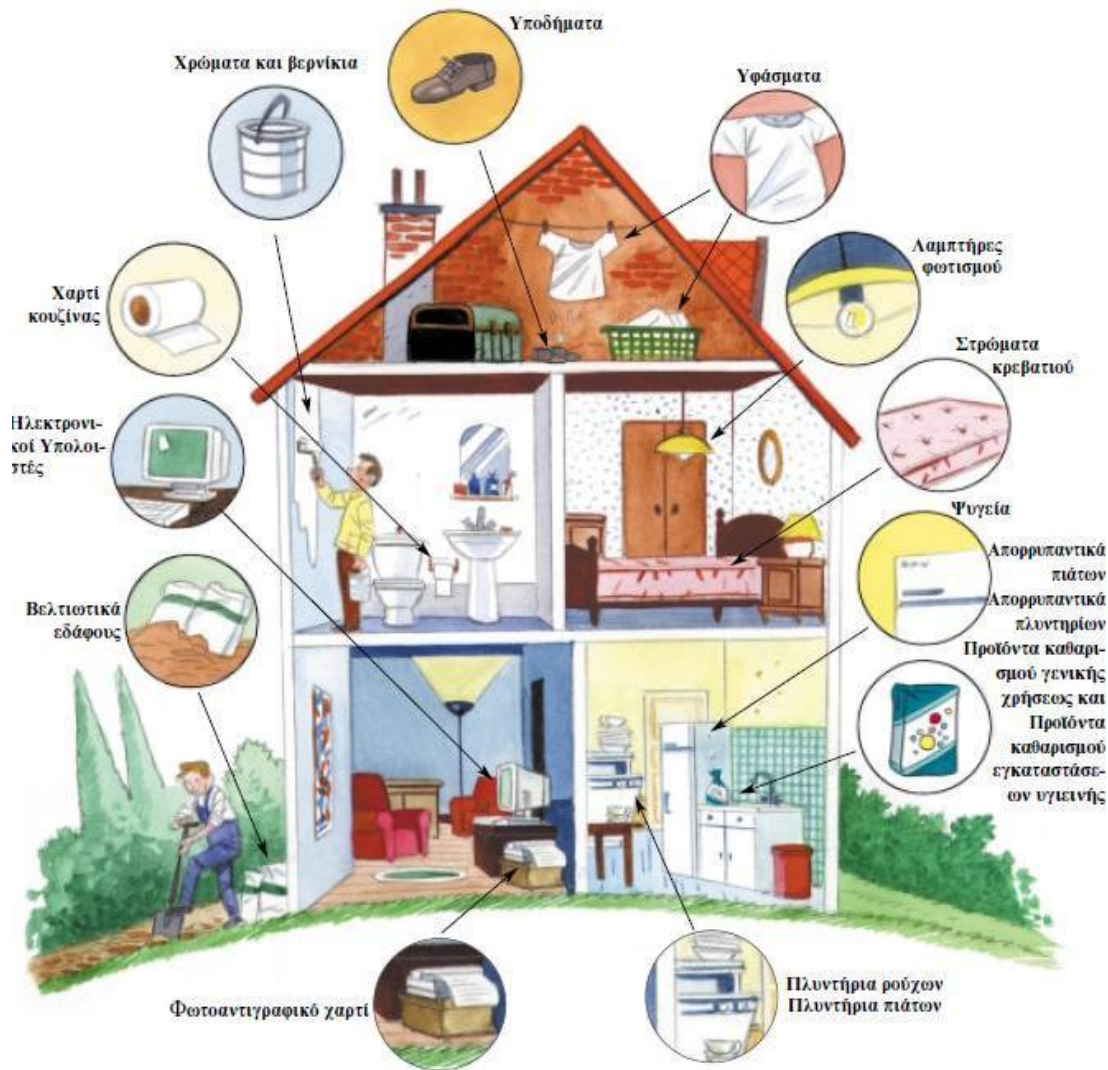
5.3.1 Το οικολογικό σήμα της ΕΕ

Το Οικολογικό Σήμα της ΕΕ, το Λουλούδι, θεσπίστηκε το 1992 και αποτελεί ένα μοναδικό εθελοντικό σύστημα πιστοποίησης με στόχο να βοηθήσει τους Ευρωπαίους καταναλωτές να διακρίνουν τα πιο φιλικά προς το περιβάλλον προϊόντα και υπηρεσίες (δεν αφορά τρόφιμα και ποτά) (European Commission, 2012).



Το σύστημα οικολογικού σήματος της ΕΕ εντάσσεται στην κοινωνική πολιτική αειφόρου κατανάλωσης και παραγωγής, σκοπός της οποίας είναι η μείωση των αρνητικών επιπτώσεων αυτών στο περιβάλλον, στην υγεία, στο κλίμα και στους φυσικούς πόρους.

Προϊόντα που φέρουν το Οικολογικό σήμα της ΕΕ



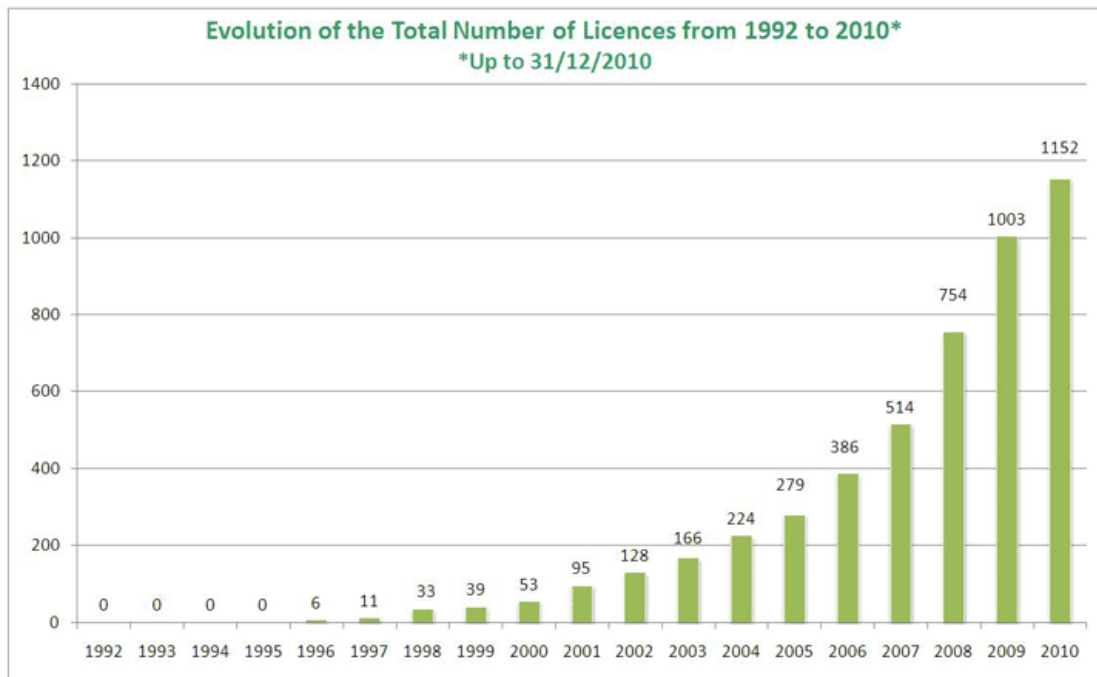
Εικόνα 20 : Προϊόντα που φέρουν το οικολογικό σήμα της ΕΕ

(Πηγή : EC, Europa ecolabel, brochures, versiona_el)

Τα προϊόντα με τις καλύτερες επιδόσεις και τις μικρότερες επιπτώσεις για το περιβάλλον, στα οποία απονέμεται το οικολογικό σήμα, φέρουν το επίσημο λογότυπο, δηλ. ένα λουλούδι με τα 12 αστέρια., διευκολύνοντας έτσι τους ευρωπαϊούς καταναλωτές ώστε να μπορούν να τα ξεχωρίζουν εύκολα και να επιλέγουν ανάλογα.

Το οικολογικό σήμα είναι προαιρετικό, δηλαδή οι κατασκευαστές μπορούν να αποφασίζουν ελεύθερα αν θέλουν να υποβάλουν σχετική αίτηση για να το χρησιμοποιήσουν για ένα ή περισσότερα προϊόντα τους. Είναι όμως αυτονόητο ότι, τελικά, το σήμα αυτό θα αποτελέσει σημείο αναφοράς για το κοινό όταν διαλέγει τα προϊόντα που θα αγοράσει.

Το μεγάλο πλεονέκτημα του οικολογικού σήματος, είναι η ευρωπαϊκή του διάσταση. Ένα σήμα που εγκρίνεται από έναν Αρμόδιο Φορέα Κράτους Μέλους, μπορεί να χρησιμοποιείται και στα υπόλοιπα κράτη μέλη. Κατ' αυτόν τον τρόπο, οι κατασκευαστές δεν χρειάζεται να υποβάλλουν αίτηση σε κάθε χώρα, όπου κυκλοφορεί το προϊόν τους και αποφεύγουν έτσι τις δαπανηρές και χρονοβόρες διαδικασίες⁵³.



Εικόνα 21 : Εξέλιξη του συνολικού αριθμού απονομών του EU ecolabel από το 1992 έως το 2010

(Πηγή : EU, ec.europa.eu)

Τα κριτήρια του οικολογικού σήματος ορίζονται ανά κατηγορίες προϊόντων και βασίζονται (Europa, Σύνοψη Νομοθεσίας της ΕΕ):

- Στις προοπτικές διείσδυσης του προϊόντος στην αγορά
- Στο κατά πόσον είναι εφικτό να πραγματοποιηθούν οι δέουσες τεχνικές και οικονομικές προσαρμογές
- Στις δυνατότητες βελτίωσης περιβαλλοντικών θεμάτων

Τα ως άνω κριτήρια καθιερώνονται, αξιολογούνται και αναθεωρούνται από το συμβούλιο οικολογικής σήμανσης της Ευρωπαϊκής Ένωσης (CUELE). Τα κριτήρια αυτά δημοσιεύονται στην Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης και τα προϊόντα πρέπει να ανταποκρίνονται στις εξής προϋποθέσεις:

⁵³ Σωμάκος Λεωνίδας, Μακρής Δημήτριος, 'Ανάπτυξη Μεθοδολογίας «Πράσινης» Βαθμολόγησης (Green Tagging) Ηλεκτρικών & Ηλεκτρονικών Προϊόντων, μέσω Θεωριών και Μεθόδων Οικολογικού (Πράσινου) Marketing», ΕΜΠ, 2010

- Να είναι επαρκούς βαρύτητας εντός της εσωτερικής αγοράς
- Να έχουν σοβαρές περιβαλλοντικές επιπτώσεις
- Να συνεπάγονται σοβαρές προοπτικές βελτίωσης του περιβάλλοντος λόγω των επιλογών των καταναλωτών
- Ένα σημαντικό μέρος των πωλήσεων να προορίζεται για τελική κατανάλωση

Τα συγκεκριμένα κριτήρια που πρέπει να πληρούν οι οικιακές ψυκτικές συσκευές είναι⁵⁴:

Βασικά κριτήρια:

- *Εξοικονόμηση ενέργειας*: Η συσκευή πρέπει να ανήκει στις κλάσεις ενεργειακών αποδόσεων από A+ και πάνω
- *Μείωση του δυναμικού μείωσης του όζοντος (ODP) των ψυκτικών ρευστών και των διογκωτικών μέσων*: Το ODP των ψυκτικών ρευστών του κυκλώματος ψύξης και των διογκωτικών μέσων για τη μόνωση της συσκευής πρέπει να ισούται με το μηδέν (Greenfreeze)
- *Μείωση του δυναμικού πλανητικής θέρμανσης(GWP) των ψυκτικών ρευστών και των διογκωτικών μέσων*: Το GWP των ψυκτικών ρευστών του κυκλώματος ψύξης και των διογκωτικών μέσων για τη μόνωση της συσκευής πρέπει να είναι μικρότερο ή ίσο προς 15 (σε ισοδύναμα CO₂ για χρονική περίοδο 100 ετών)

Πρόσθετα κριτήρια:

- *Παράταση του χρόνου ζωής*: Εξασφαλίζεται η διάθεση συμβατών ανταλλακτικών και η παροχή των αντίστοιχων υπηρεσιών επί δώδεκα έτη μετά την λήξη παραγωγής
- *Ανάληψη και ανακύκλωση*: Ο κατασκευαστής προσφέρει δωρεάν⁵⁵, την ανάληψη με στόχο την ανακύκλωση της συσκευής και των κατασκευαστικών στοιχείων που αντικαθίστανται, εξαιρουμένων των στοιχείων που έχουν υποστεί ρύπανση λόγω των χρηστών. Επιπλέον:
 - Λαμβάνεται υπόψη η διάλυση του ψυγείου και παρέχεται έκθεση διάλυσης
 - Τα πλαστικά τμήματα των οποίων το βάρος υπερβαίνει τα 50 γραμμάρια φέρουν μόνιμη σήμανση που εντοπίζει το υλικό
 - Τα πλαστικά τμήματα πρέπει να μην περιέχουν ως επιβραδυντικά φλόγας επικίνδυνα υλικά
 - Τα πλαστικά μέρη με βάρος μεγαλύτερο των 25 γραμμαρίων πρέπει να μην περιέχουν ουσίες ή παρασκευάσματα επιβράδυνσης φλόγας στα οποία έχουν αποδοθεί οποιαδήποτε από τις φράσεις κινδύνου (επικίνδυνο για την υγεία, επικίνδυνο για το περιβάλλον)

⁵⁴ Απόφαση της Επιτροπής 2004/669/EK

⁵⁵ Έχει ληφθεί υπόψη στη τιμή του προϊόντος

- Το είδος του ψυκτικού υγρού και του διογκωτικού μέσου αναφέρονται στη συσκευή, πλησίον ή επί της ετικέτας αξιολόγησης, ώστε να διευκολύνεται η μελλοντική ανάκτηση
- *Οδηγίες χρήσης:* Η συσκευή πωλείται συνοδευόμενη από εγχειρίδιο χρήσης, το οποίο περιέχει συμβουλές για τη χρηστή περιβαλλοντική χρήση της
- *Περιορισμός των ηχητικών οχλήσεων:* Ο αερομεταφερόμενος θόρυβος από τη συσκευή, υπολογιζόμενος ως ένταση ήχου, δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 40 dB
- *Συσκευασία:* Πρέπει να ανταποκρίνεται στις ακόλουθες απαιτήσεις:
 - Όλα τα συστατικά της συσκευασίας πρέπει να είναι εύκολα διαχωρίσιμα χειρωνακτικώς σε επιμέρους υλικά, ώστε να διευκολύνεται η ανακύκλωση
 - Εφόσον χρησιμοποιούνται συσκευασίες χαρτονιού πρέπει να αποτελούνται τουλάχιστον κατά 80% από ανακυκλώσιμα υλικά
- *Ενημέρωση του καταναλωτή:* Στο οικολογικό σήμα θα αναγράφονται τα ακόλουθα:
 - Χαμηλή κατανάλωση ενέργειας
 - Ελαχιστοποίηση της επιδείνωσης του φαινομένου του θερμοκηπίου
 - Χαμηλός θόρυβος

5.3.2 Το σήμα *Energy Star*

Το Ευρωπαϊκό οικολογικό σήμα Energy Star αποτελεί εθελοντική ετικέτα ενέργειας για εξοπλισμό γραφείου (H/Y, οθόνες, εκτυπωτές, κ.α.). Δημιουργήθηκε από την Αμερικάνικη Environmental Protection Agency (EPA) και υιοθετήθηκε από την ΕΕ το 2000 ύστερα από μεταξύ τους σύμβαση μιας και ο εξοπλισμός αυτός εμπορεύεται σε παγκόσμια κλίμακα. Σκοπός του σήματος αυτού είναι να αναγνωρίσει τον ενεργειακά αποδοτικό εξοπλισμό γραφείου και να συντονίσει δύο από τις μεγαλύτερες παγκόσμιες αγορές αυτού του εξοπλισμού για εμπόριο χωρίς φραγμούς⁵⁶.



Επίσης, διευκολύνει τους καταναλωτές να επιλέγουν εξοπλισμό γραφείου φιλικό προς τη τσέπη τους, αλλά και προς το περιβάλλον, αφού ο εξοπλισμός αυτός είναι υπεύθυνος για αυξανόμενο μερίδιο κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας στην ΕΕ.

⁵⁶ US Environmental Protection Agency, www.energystar.gov

5.3.3 Λοιπά οικολογικά σήματα

Αρκετές χώρες στην Ευρώπη, αλλά και στον υπόλοιπο κόσμο έχουν υιοθετήσει δικές τους περιβαλλοντικές ετικέτες, εθελοντικές ή υποχρεωτικές, οι οποίες στηρίζονται στη λογική και στα κριτήρια που αναφέραμε στην §5.1.

Ένα άξιο αναφοράς οικολογικό σήμα όμως, αποτελεί το Carbon Emission Label, αφού διαφοροποιείται από τα υπόλοιπα υπολογίζοντας και περιγράφοντας μόνο το αποτύπωμα άνθρακα που παράγεται κατά τον κύκλο ζωής του προϊόντος. Το πρώτο σήμα άνθρακα εμφανίστηκε για πρώτη φορά παγκοσμίως στην Αγγλία το 2006 από την Carbon Trust και ακολούθησαν το CarbonCounted το 2007 και το Ελβετικό «approved by climator» το 2008. Το σήμα της Carbon Trust απαιτεί επίσης, από τις εταιρίες να δεσμευθούν για τη μείωση του αποτυπώματος του προϊόντος, διαφορετικά χάνουν το δικαίωμα να το χρησιμοποιούν. Ένα ελάττωμα του σήματος αυτού είναι ότι δεν υπολογίζει (σύμφωνα με άρθρο του 2008⁵⁷) τις εκπομπές CO₂ eq κατά τη διάρκεια της χρήσης του προϊόντος με αποτέλεσμα να μην μπορεί να χρησιμοποιηθεί με ακρίβεια σε EuP.



5.4 Σήμανση που σχετίζεται με τον οικολογικό σχεδιασμό

Οι απαιτήσεις του οικολογικού σχεδιασμού, όπως αναφέραμε και στο 4^ο κεφάλαιο, υιοθετούνται αναλόγως της κατηγορίας των προϊόντων και είναι υποχρεωτικές για τη διάθεση των ιδίων στην ευρωπαϊκή αγορά. Ένα EuP που συνάδει με αυτές τις απαιτήσεις πρέπει πριν διατεθεί στην αγορά ή τεθεί σε λειτουργία να φέρει τη σήμανση και τη δήλωση συμμόρφωσης CE, τα οποία αποδεικνύουν στους καταναλωτές ότι εκπληρώνει τις απαραίτητες απαιτήσεις ασφαλείας και φιλικότητας προς το περιβάλλον.



⁵⁷ <http://www.treehugger.com>

6. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΤΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ SIMAPRO ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΚΖ ΤΩΝ ΔΥΟ ΣΥΣΚΕΥΩΝ

6.1 Οι λίστες των υλικών (Bill Of Materials)

Οι λίστες των υλικών ή Bill Of Materials (BOM) περιλαμβάνουν τις πρώτες ύλες και τα συστατικά, καθώς επίσης και τις ποσότητες αυτών, που απαιτούνται για κάθε παραγωγή ενός προϊόντος. Η εταιρεία BSH Hellas μας παρείχε αυτά στοιχεία για τις δύο οικιακές ψυκτικές συσκευές

Το BOM του μονόπορτου ψυγείου *KIR*:

Version 5 VHK for European Commission 28 Nov. 2005

Document subject to a legal notice (see below)



ECO-DESIGN OF ENERGY-USING PRODUCTS

EuP EcoReport: [INPUTS](#)
Assessment of Environmental Impact

Nr	Product name	Date	Author
	Products		vhk

Pos nr	MATERIALS Extraction & Production Description of component	Weight in g	Category Click & select	Material or Process select Category first !
--------	---	----------------	--	--

1	St Sheet galv.	10232,0	3-Ferro	21-St sheet galv.
2	St Tube/profile	2297,0	3-Ferro	22-St tube/profile
3	Stainless steel	2,0	3-Ferro	25-Stainless 18/8 coil
4	Al Sheet	1283,0	4-Non-ferro	26-Al sheet/extrusion
5	Al Diecast	56,0	4-Non-ferro	27-Al diecast
6	CuSn cast	48,0	4-Non-ferro	31-CuZn38 cast
7	Cu wire	36,0	4-Non-ferro	29-Cu wire
8	Cu Tube/sheet	238,0	4-Non-ferro	30-Cu tube/sheet
9	CuZn cast	11,0	4-Non-ferro	31-CuZn38 cast
10	ZnAl15 cast	3,0	4-Non-ferro	32-ZnAl4 cast
11	LDPE	70,0	1-BlkPlastics	1-LDPE
12	HDPE	210,0	1-BlkPlastics	2-HDPE
13	PP	2551,0	1-BlkPlastics	4-PP
14	PS	5441,0	1-BlkPlastics	5-PS
15	EPS (packaging)	743,0	1-BlkPlastics	6-EPS
16	HIPS	3607,0	1-BlkPlastics	7-HI-PS
17	PVC	225,0	1-BlkPlastics	8-PVC
18	ABS	131,0	1-BlkPlastics	10-ABS



19	EPDM	33,0	1-BlkPlastics	9-SAN
20	PIB	73,0	1-BlkPlastics	4-PP
21	PA6 (including packaging)	142,0	2-TecPlastics	11-PA 6
22	PA6.6	91,0	2-TecPlastics	11-PA 6
23	Epoxy	10,0	2-TecPlastics	14-Epoxy
24	RigidPUR (including foaming agent)	3546,0	2-TecPlastics	15-Rigid PUR
25	FlexPUR	12,0	2-TecPlastics	16-Flex PUR
26	POM	39,0	2-TecPlastics	11-PA 6
27	PC	48,0	2-TecPlastics	12-PC
28	PB	125,0	2-TecPlastics	11-PA 6
29	Capacitor	10,0	6-Electronics	44-big caps & coils
30	IC large	35,0	6-Electronics	46-IC's avg., 5% Si, Au
31	IC small/SMD	2,0	6-Electronics	47-IC's avg., 1% Si
32	SMD/LED	50,0	6-Electronics	48-SMD/ LED's avg.
33	Controller Board	0,0	6-Electronics	98-controller board
34	Solder	6,0	6-Electronics	52-Solder SnAg4Cu0.5
35	Boron Compounds (Al-flux paste)	2,0	7-Misc.	
36	Paint/ink	19,0	7-Misc.	
37	Retarder - Solvent	10,0	7-Misc.	
38	Glass (shelves)	800,0	7-Misc.	54-Glass for lamps
39	Cardboard	3028,0	7-Misc.	56-Cardboard
40	Paper	190,0	7-Misc.	57-Office paper
41	Refrigerant R600a	31,0	7-Misc.	
Pos nr	MATERIALS Extraction & Production Description of component	Weight in g	Category Click &select	Material or Process select Category first !
42	Wet Paint	29,0	5-Coating	38-pre-coating coil
43	Epoxy coating	3,0	5-Coating	39-powder coating

Εικόνα 22 : Το BOM του μονόπορτου ψυγείου KIR

(Πηγή εικόνας φύλλου Excel χωρίς τα υλικά : VHK for the European Commission, Methodology Study Eco-design of Energy-using Products, MEEUP, Methodology Report, 2005)

Το BOM του καταψύκτη *GSD*:

Version 5 VHK for European Commission 28 Nov. 2005

Document subject to a legal notice (see below)



ECO-DESIGN OF ENERGY-USING PRODUCTS

EuP EcoReport: [INPUTS](#)
Assessment of Environmental Impact

Nr	Product name	Date	Author
	Products		vhk



Pos nr	MATERIALS Extraction & Production Description of component	Weight in g	Category Click & select	Material or Process select Category first !
1	St Sheet galv.	8862,0	3-Ferro	21-St sheet galv.
2	St Tube/profile	4235,0	3-Ferro	22-St tube/profile
3	Stainless steel	1650,0	3-Ferro	25-Stainless 18/8 coil
4	Al Sheet	45,0	4-Non-ferro	26-Al sheet/extrusion
5	CuZn cast	5,0	4-Non-ferro	31-CuZn38 cast
6	CuSn cast	18,0	4-Non-ferro	31-CuZn38 cast
7	Cu wire	37,0	4-Non-ferro	29-Cu wire
8	Cu Tube/sheet	228,0	4-Non-ferro	30-Cu tube/sheet
9	PS	6516,0	1-BlkPlastics	5-PS
10	PP	1297,0	1-BlkPlastics	4-PP
11	LDPE	20,0	1-BlkPlastics	1-LDPE
12	HDPE	207,0	1-BlkPlastics	2-HDPE
13	EPS (packaging)	620,0	1-BlkPlastics	6-EPS
14	HIPS	2779,0	1-BlkPlastics	7-HI-PS
15	PVC	92,0	1-BlkPlastics	8-PVC
16	ABS	1496,0	1-BlkPlastics	10-ABS
17	EPDM	59,0	1-BlkPlastics	9-SAN
18	PA6 (including packaging)	46,0	2-TecPlastics	11-PA 6
19	PA6.6	31,0	2-TecPlastics	11-PA 6
20	Epoxy	340,0	2-TecPlastics	14-Epoxy
21	RigidPUR (including foaming agent)	4826,0	2-TecPlastics	15-Rigid PUR
22	FlexPUR	1015,0	2-TecPlastics	16-Flex PUR
23	POM	78,0	2-TecPlastics	11-PA 6
24	PB	92,0	2-TecPlastics	11-PA 6
25	IC large	40,0	6-Electronics	46-IC's avg., 5% Si, Au
26	Big Caps and Coils	48,0	6-Electronics	44-big caps & coils
27	Solder	6,0	6-Electronics	52-Solder SnAg4Cu0.5
28	Boron Compounds (Al-flux paste)	3,0	7-Misc.	
29	Paint/ink	15,0	7-Misc.	
30	Cardboard	1891,0	7-Misc.	56-Cardboard
31	Paper	180,0	7-Misc.	57-Office paper
32	Refrigerant R600a	50,0	7-Misc.	
33	Wet Paint	15,0	5-Coating	38-pre-coating coil
34	Epoxy coating	85,8	5-Coating	39-powder coating
35				

Εικόνα 23 : Το BOM του καταγύκτη GSD

(Πηγή εικόνας φύλλου Excel χωρίς τα υλικά : VHK for the European Commission, Methodology Study Eco-design of Energy-using Products, MEEUP, Methodology Report, 2005)

6.2 Περιγραφή των υλικών

Στις καρτέλες των υλικών που ακολουθούν, εκτός από τις περιβαλλοντικές επιβαρύνσεις που προκαλούν, φαίνονται και τα εξής:

- *Μικτή ενέργεια* [Energy, GER (Gross Energy Requirement)] = η μικτή ενέργεια που χρησιμοποιείται προκειμένου να παραχθεί ένα προϊόν ή να διεκπεραιωθεί μια διεργασία. Συνδέεται άμεσα με την πρωτογενή ενέργεια καύσης που περιλαμβάνει 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. Πέρα από αυτό η GER φέρεται να καλύπτει και το 90% της πτυχής της εξάντλησης των υλικών (VHK for the European Commission, Methodology Study Eco-design of Energy-using Products, MEEUP, Methodology Report, 2005)
- *Ηλεκτρική ενέργεια* (Energy, Electricity) = 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)
- *Θερμιδική αξία πρώτων υλών* (Energy, Caloric value of feedstock) = η εσωτερική ενέργεια των πρώτων υλών και κυρίως των πλαστικών, η οποία μπορεί να ανακτηθεί κατά τη διαδικασία της θερμικής ανακύκλωσης. 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)
- *Κατανάλωση νερού από διεργασίες* (Water consumption, process) = 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)
- *Κατανάλωση νερού για ψύξη* (Water consumption, cooling) = 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)

- *Επικίνδυνα απόβλητα* (Waste, Hazardous) = 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)⁵⁸. Μονάδα μέτρησης είναι το γραμμάριο (g) (VHK for the European Commission, Methodology Study Eco-design of Energy-using Products, MEEUP, Methodology Report, 2005)
- *Ακίνδυνα απόβλητα* (Waste, Non Hazardous) = 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)

Στη συνέχεια, για κάθε κατηγορία υλικών, θα παρουσιάζονται δύο καρτέλες, δύο υλικών της αντίστοιχης κατηγορίας. Κάθε υλικό έχει ξεχωριστή και παρόμοια (με τις τιμές να διαφοροποιούνται) καρτέλα, αλλά για χάρη συντομίας θα παρουσιάζονται μόνο δύο εξ αυτών. Η παρουσίαση γίνεται καθαρά για λόγους περιγραφής του προγράμματος και 'επεξήγησης' των τυπικών ιδιοτήτων κάθε κατηγορίας.

6.2.1 Μεταλλικά στοιχεία (Metals)

Στη κατηγορία αυτή ανήκουν τα εξής υλικά:

- Χυτό αλουμίνιο (Al diecast), περιέχει 85% ανακυκλωμένο υλικό
 - Φύλλα αλουμινίου (Al sheet/extrusion), περιέχουν 11% ανακυκλωμένο υλικό.
- Η διαφορά μεταξύ των φύλλων Al εξώθησης και ψυχρής έλασης είναι πολύ

⁵⁸ http://en.wikipedia.org/wiki/Hazardous_waste, 2012

μικρή, της τάξεως του 5%, η οποία είναι μικρότερη από το συνολικό περιθώριο λάθους, επομένως εμπεριέχονται στην ίδια κατηγορία (SimaPro 7.2 Documentation 2011)

- Φύλλα και σωλήνες χαλκού (Cu tube/sheet), περιέχουν 60% ανακυκλωμένο υλικό. Η παραγωγή της ίδιας ποσότητας από τα δύο είδη έχει περίπου τις ίδιες επιπτώσεις και γι' αυτό υπάγονται στην ίδια κατηγορία
- Χάλκινα καλώδια (Cu wire), περιέχουν 0% ανακυκλωμένο υλικό
- Χυτό κράμα CuZn38, περιέχει 85% ανακυκλωμένο υλικό. Χυτός ορείχαλκος γενικής χρήσεως με Cu και 38% Zn
- Χυτό κράμα CuSn, περιέχει 85% ανακυκλωμένο υλικό. Χυτός μπρούτζος, αποτελεί 'πληρεξούσιο' (proxy) του χυτού ορείχαλκου
- Φύλλα γαλβανισμένου χάλυβα (Steel sheet galv.), περιέχουν 5% ανακυκλωμένο υλικό. Είναι χάλυβας ψυχρής έλασης σε φύλλα ή ρολά, γαλβανισμένος θερμικά, με καλή γενικά επιφανειακή ποιότητα (κατάλληλος για επικάλυψη). Είναι το κατεξοχήν τυπικό προϊόν χάλυβα για τη περιβολή και για ορισμένα δομικά στοιχεία των EuP. Η διαδικασία παραγωγής είναι 100% υψικαμίνου. Το χαμηλό ποσοστό (5%) ανακυκλωμένου υλικού, το οποίο περιέχει, είναι χαρακτηριστικό της απαιτούμενης ποιότητας επιφάνειας (SimaPro 7.2 Documentation, 2011)
- Πλαίσια και σωλήνες χάλυβα (St tube/profile), περιέχουν 50% ανακυκλωμένο υλικό. Η παραγωγική τους διαδικασία περιλαμβάνει κατά 50% διεργασία σε υψικάμινο και 50% σε φούρνο ηλεκτρικού τόξου. Οι τιμές στην καρτέλα του δίνονται για χάλυβα με χαμηλή περιεκτικότητα σε άνθρακα (< 0,3%) (SimaPro 7.2 Documentation, 2011)
- Ανοξείδωτες σπείρες χάλυβα (Stainless 18/8 coil), περιέχουν 63% ανακυκλωμένο υλικό. Ωστενιτικός ανοξείδωτος χάλυβας, τύπου 304 και ποιότητας επιφάνειας 2B (SimaPro 7.2 Documentation, 2011)
- Χυτό κράμα κράμα ZnAl15, περιέχει 85% ανακυκλωμένο υλικό. Χυτός Ψευδάργυρος (Zn) με 15% Αλουμίνιο (Al), γενικής χρήσης "Zamac", αποτελεί proxy του ZnAl4.

Ακολουθούν οι καρτέλες των:

- Φύλλων γαλβανισμένου χάλυβα (Steel sheet galv.) και
- Φύλλων αλουμινίου (Al sheet/extrusion)

Known outputs to technosphere. Products and co-products							
Name	Amount	Unit	Quantity	Allocation %	Waste type	Category	
St sheet galv 5% refrig	1	kg	Mass	100 %	Metals	Metals	
(Insert line here)							
Known outputs to technosphere. Avoided products							
Name	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment	
(Insert line here)							
Inputs							
Known inputs from nature (resources)							
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment
Energy, GER		34	MJ	Undefined			
Energy, electricity		2,279	MJ	Undefined			
Energy, caloric value of feedstock		0,07419	MJ	Undefined			
(Insert line here)							
Known inputs from technosphere (materials/fuels)							
Name	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment	
(Insert line here)							
Known inputs from technosphere (electricity/heat)							
Name	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment	
(Insert line here)							
Outputs							
Emissions to air							
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment
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	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment
Heavy metals (Water)		3,55	mg	Undefined			
Eutrophication		65,17	mg	Undefined			
(Insert line here)							
Emissions to soil							
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment
(Insert line here)							
Final waste flows							
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment
Waste, non hazardous		1721,52	g	Undefined			
(Insert line here)							

Εικόνα 24 : Καρτέλα των φύλλων γαλβανισμένου χάλυβα από το λογισμικό SimaPro

Known outputs to technosphere. Products and co-products							
Name	Amount	Unit	Quantity	Allocation %	Waste type	Category	
Al sheet/extrusion 11% refrig	1	kg	Mass	100 %	Metals	Metals	
(Insert line here)							
Known outputs to technosphere. Avoided products							
Name	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment	
(Insert line here)							
Inputs							
Known inputs from nature (resources)							
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment
Energy, GER		192,62	MJ	Undefined			
(Insert line here)							
Known inputs from technosphere (materials/fuels)							
Name	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment	
(Insert line here)							
Known inputs from technosphere (electricity/heat)							
Name	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment	
(Insert line here)							
Outputs							
Emissions to air							
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment
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	SD [^] 2 or 2*SDMin	Max	Comment
Heavy metals (Water)		35,02	mg	Undefined			
Eutrophication		4,95	mg	Undefined			
(Insert line here)							
Emissions to soil							
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution	SD [^] 2 or 2*SDMin	Max	Comment
(Insert line here)							
Final waste flows							
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution	SD [^] 2 or 2*SDMin	Max	Comment
Waste, non hazardous		3920	g	Undefined			
(Insert line here)							

Εικόνα 25 : Καρτέλα των φύλλων αλουμινίου από το λογισμικό SimaPro

6.2.2 Ηλεκτρονικά στοιχεία (Electronics)

Στη κατηγορία αυτή ανήκουν τα εξής:

- Πυκνωτές και πηνία (Big caps & 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. Χρησιμοποιούνται σε διεργασίες μετατροπής ενέργειας (SimaPro 7.2 Documentation, 2011)
- Πλακέτα ελέγχου (Controller board). Χρησιμοποιείται σε ηλεκτρονικές συσκευές και δημιουργήθηκε για το SimaPro μέσω του VHK for the European Commission, EuP EcoReport spreadsheet (XLS File), 2005
- Ολοκληρωμένα κυκλώματα (IC's large). Είναι κυκλώματα βασισμένα σε πλακίδια πυριτίου διαμέτρου 200mm. 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, 2011)
- 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, 2011)
- Μικροσυσκευές και λυχνίες (SMD/LED's avg). 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 κεραμικά. Οι δίοδοι, οι ημιαγωγοί στερεάς κατάστασης, και τα ομοαξονικά βύσματα τύπου RF καταλαμβάνουν περίπου το 35% και αντιμετωπίζονται ως ολοκληρωμένα κυκλώματα με υπερμεγέθη συσκευασία (0,5% ενισχυμένου πυριτίου, αντί του 5%) και χωρίς καθόλου περιεκτικότητα σε χρυσό, ενώ οι αντιστάσεις καταλαμβάνουν το 50% (SimaPro 7.2 Documentation, 2011)

- Υλικό συγκόλλησης (Solder SnAgCu 0,5). Είναι υλικό που έχει ως βασικό συστατικό του το κασσίτερο (Sn) και περιέχει άργυρο (Ag) σε περιεκτικότητα 4% και χαλκό (Cu) σε περιεκτικότητα 0,5% , ενώ δεν περιέχει μόλυβδο (Pb). Η εκτίμηση των επιπτώσεων του βασίζεται στη σύνθεση των υλικών (SimaPro 7.2 Documentation, 2011)

Ακολουθούν οι καρτέλες των:

- Πυκνωτών και πηνίων (Big caps & coils) και του
- Υλικού συγκόλλησης (Solder SnAgCu 0,5)

Known outputs to technosphere. Products and co-products							
Name	Amount	Unit	Quantity	Allocation %	Waste type	Category	
Big caps & coils refrig	1	kg	Mass	100 %	Electronics	Electron	
(Insert line here)							
Known outputs to technosphere. Avoided products							
Name	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment	
(Insert line here)							
Inputs							
Known inputs from nature (resources)							
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment
Energy, GER		383,28	MJ	Undefined			
Water, processing		34,66	l	Undefined			
Water, cooling		55	l	Undefined			
(Insert line here)							
Known inputs from technosphere (materials/fuels)							
Name	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment	
(Insert line here)							
Known inputs from technosphere (electricity/heat)							
Name	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment	
(Insert line here)							
Outputs							
Emissions to air							
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment
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	mg	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	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment
Heavy metals (Water)		74,23	mg	Undefined			
Eutrophication		7,14	mg	Undefined			
(Insert line here)							
Emissions to soil							
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment
(Insert line here)							
Final waste flows							
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment
Waste, hazardous		19,6	g	Undefined			
Waste, non hazardous		600,54	g	Undefined			
(Insert line here)							

Εικόνα 26 : Καρτέλα των πυκνωτών & πηνίων από το λογισμικό SimaPro

Known outputs to technosphere. Products and co-products							
Name	Amount	Unit	Quantity	Allocation %	Waste type	Category	
Solder SnAg4Cu0.5 refig	1	kg	Mass	100 %	Electronics	Electronic	
(Insert line here)							
Known outputs to technosphere. Avoided products							
Name	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment	
(Insert line here)							
Inputs							
Known inputs from nature (resources)							
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment
Energy, GER		233,95	MJ	Undefined			
Energy, electricity		193,71	MJ	Undefined			
Water, processing		70,20	l	Undefined			
(Insert line here)							
Known inputs from technosphere (materials/fuels)							
Name	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment	
(Insert line here)							
Known inputs from technosphere (electricity/heat)							
Name	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment	
(Insert line here)							
Outputs							
Emissions to air							
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment
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	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment
Eutrophication		6,04	mg	Undefined			
(Insert line here)							
Emissions to soil							
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment
(Insert line here)							
Final waste flows							
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment
Waste, hazardous		4,53	g	Undefined			
Waste, non hazardous		227,9	g	Undefined			
(Insert line here)							

Εικόνα 27 : Καρτέλα του υλικού συγκόλλησης από το λογισμικό SimaPro

6.2.3 Πλαστικά στοιχεία (Plastics)

Στη κατηγορία αυτή ανήκουν τα εξής υλικά:

- Ακρυλονιτρίλιο βουταδιένιο στυρόλιο (Acrylonitrile Butadiene Styrene - ABS), περιέχει 0% ανακυκλωμένο υλικό
- Αιθυλένιο προπυλένιο διένιο κατηγορίας M (Ethylene Propylene Diene M-class – EPDM), περιέχει 0% ανακυκλωμένο υλικό. Αποτελεί proxy του SAN.
- Έποξυ (Epoxy), περιέχει 0% ανακυκλωμένο υλικό. Το επόξυ είναι ένα θερμοσκληρυνόμενο πολυμερές που σχηματίζεται από την αντίδραση της εποξειδικής ρητίνης με ένα πολυαμινικό σκληρυντικό.
- Διογκωμένο πολυστυρένιο (Expanded Polystyrene – EPS), περιέχει 0% ανακυκλωμένο υλικό
- Εύκαμπτη πολουρεθάνη (Flexible Polyurethane - Flex PUR), περιέχει 0% ανακυκλωμένο υλικό
- Πολυαιθυλένιο υψηλής πυκνότητας (High Density Polyethylene – HDPE), περιέχει 0% ανακυκλωμένο υλικό

- Πολυστυρένιο υψηλής αντοχής (High Impact Polystyrene – HI-PS), περιέχει 0% ανακυκλωμένο υλικό
- Πολυαιθυλένιο χαμηλής πυκνότητας (Low Density Polyethylene – LDPE), περιέχει 0% ανακυκλωμένο υλικό
- Νάιλον 6 (Nylon 6 – PA6), περιέχει 0% ανακυκλωμένο υλικό
- Νάιλον 6.6 (Nylon 6.6 – PA6.6), περιέχει 0% ανακυκλωμένο υλικό
- Τερεφθαλικό πολυβουτυλένιο (Polybutylene Terephthalate – PBT), περιέχει 0% ανακυκλωμένο υλικό. Αποτελεί proxy του PA 6 με δική⁵⁹ του απαίτηση σε μικτή ενέργεια (GER)
- Πολυανθρακικά στοιχεία (Polycarbons – PC), περιέχει 0% ανακυκλωμένο υλικό
- Πολυισοβουτυλένιο (Polyisobutylene – PIB), περιέχει 0% ανακυκλωμένο υλικό. Αποτελεί proxy του PP με δική του απαίτηση σε μικτή ενέργεια (GER)
- Ακετάλη (Polyoxymethylene – POM), περιέχει 0% ανακυκλωμένο υλικό. Αποτελεί proxy του PA 6 με δική του απαίτηση σε μικτή ενέργεια (GER)
- Πολυπροπυλένιο (Polypropylene – PP), περιέχει 0% ανακυκλωμένο υλικό
- Πολυστυρένιο (Polystyrene – PS), περιέχει 0% ανακυκλωμένο υλικό
- Πολυβινυλοχλωρίδιο (Polyvinyl chloride – PVC), περιέχει 0% ανακυκλωμένο υλικό
- Άκαμπτη πολυουρεθάνη (Rigid Polyurethane – Rigid PUR), περιέχει 0% ανακυκλωμένο υλικό
- Στυρένιο ρητίνη ακρυλονιτριλίου (Styrene Acrylonitrile resin – SAN), περιέχει 0% ανακυκλωμένο υλικό

Ακολουθούν οι καρτέλες των:

- Εύκαμπτη πολυουρεθάνη (Flexible Polyurethane - Flex PUR) και
- Πολυστυρένιο (Polystyrene – PS)

⁵⁹ VHK for the European Commission, Methodology Study Eco-design of Energy-using Products, MEEUP, Methodology Report, 2005

Known outputs to technosphere. Products and co-products							
Name	Amount	Unit	Quantity	Allocation %	Waste type	Category	
Flex PUR refrig	1	kg	Mass	100 %	Plastics	Plastics	
(Insert line here)							
Known outputs to technosphere. Avoided products							
Name	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment	
(Insert line here)							
Inputs							
Known inputs from nature (resources)							
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment
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)							
Known inputs from technosphere (materials/fuels)							
Name	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment	
(Insert line here)							
Known inputs from technosphere (electricity/heat)							
Name	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment	
(Insert line here)							
Outputs							
Emissions to air							
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment
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	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment
Heavy metals (Water)		3,334	mg	Undefined			
Eutrophication		5685,59	mg	Undefined			
(Insert line here)							
Emissions to soil							
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment
(Insert line here)							
Final waste flows							
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment
Waste, hazardous		32,39	g	Undefined			
Waste, non hazardous		548,77	g	Undefined			
(Insert line here)							

Εικόνα 28 : Καρτέλα της εύκαμπτης πολουρεθάνης από το λογισμικό SimaPro

Known outputs to technosphere. Products and co-products							
Name	Amount	Unit	Quantity	Allocation %	Waste type	Category	
IPS refrig	1	kg	Mass	100 %	Plastics	Plastics	
(Insert line here)							
Known outputs to technosphere. Avoided products							
Name	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment	
(Insert line here)							
Inputs							
Known inputs from nature (resources)							
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment
Energy, GER		86,73	MJ	Undefined			
Energy, electricity		3,62	MJ	Undefined			
Energy, caloric value or feedstock		47,53	MJ	Undefined			
Water, processing		4,9	l	Undefined			
Water, cooling		177	l	Undefined			
(Insert line here)							
Known inputs from technosphere (materials/fuels)							
Name	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment	
(Insert line here)							
Known inputs from technosphere (electricity/heat)							
Name	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment	
(Insert line here)							
Outputs							
Emissions to air							
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment
Global Warming Potential		2,792	kg	Undefined			
Acidification Potential		17,22	g	Undefined			
Poly-cyclic aromatic Hydrocarbons		120,84	mg	Undefined			
Particulate Matter		1,5	g	Undefined			
(Insert line here)							

Emissions to water							
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment
Eutrophication		55,49	mg	Undefined			
(Insert line here)							
Emissions to soil							
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment
(Insert line here)							
Final waste flows							
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment
Waste, hazardous		0,69	g	Undefined			
Waste, non hazardous		21,84	g	Undefined			
(Insert line here)							

Εικόνα 29 : Καρτέλα του πολυστυρενίου από το λογισμικό SimaPro

6.2.4 Διάφορα στοιχεία (Miscellaneous)

Στη κατηγορία αυτή ανήκουν τα εξής υλικά:

- Χαρτόνι συσκευασίας (Cardboard), περιέχει 90% ανακυκλωμένο υλικό
- Γυαλί (Glass), περιέχει 0% ανακυκλωμένο υλικό
- Χαρτί (Office Paper), περιέχει 0% ανακυκλωμένο υλικό

Ακολουθεί η καρτέλα του χαρτονιού συσκευασίας (Cardboard):

Known outputs to technosphere. Products and co-products							
Name	Amount	Unit	Quantity	Allocation %	Waste type	Category	
Cardboard 90% refig	1	kg	Mass	100 %	Cardboard	Miscella	
(Insert line here)							
Known outputs to technosphere. Avoided products							
Name	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment	
(Insert line here)							
Inputs							
Known inputs from nature (resources)							
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment
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	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment
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	mg	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	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment
Heavy metals (Water)		0,01288	mg	Undefined			
Eutrophication		86,06	mg	Undefined			
(Insert line here)							
Emissions to soil							
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment
(Insert line here)							
Final waste flows							
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment
Waste, hazardous		0,05	g	Undefined			
Waste, non hazardous		52,32	g	Undefined			
(Insert line here)							

Εικόνα 30 : Καρτέλα του χαρτονιού συσκευασίας από το λογισμικό SimaPro

6.2.5 Ψυκτικό μέσο (Refrigerant)

Ως ψυκτικό μέσο στις δύο οικιακές ψυκτικές συσκευές μας χρησιμοποιείται το R600a, ισοβουτάνιο (C₄H₁₀). Το ψυκτικό μέσο R600a ανήκει στην κατηγορία CARE 10 των υδρογονανθράκων και έχει μηδενικό ODP και πολύ χαμηλό GWP (< 8) και είναι σύμφωνο με την τεχνολογία Greenfreeze⁶⁰. Οι υδρογονάνθρακες επιτυγχάνουν αυξημένη απόδοση των συσκευών ψύξης και το ισοβουτάνιο έχει κυριαρχήσει στην αγορά των οικιακών ψυγείων με πάνω από 100 εκατομμύρια ψυγεία να το χρησιμοποιούν διεθνώς⁶¹.

Σύμφωνα με την BSH οι δύο οικιακές ψυκτικές συσκευές μας, στο σύνολο των 10 ετών χρήσης τους, έχουν περίπου 1% απώλειες σε ψυκτικό μέσο. Η παρακάτω καρτέλα περιγράφει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις για 1kg μη ανακτημένου R600a.

Known outputs to technosphere. Products and co-products							
Name	Amount	Unit	Quantity	Allocation %	Category		
Not recovered R600a refrig	1	kg	Mass	100 %	Not recovered refrigerants		
(Insert line here)							
Known outputs to technosphere. Avoided products							
Name	Amount	Unit	Distribution	SD ² or 2*SDMin	Max	Comment	
(Insert line here)							
Inputs							
Known inputs from nature (resources)							
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution	SD ² or 2*SDMin	Max	Comment
(Insert line here)							
Known inputs from technosphere (materials/fuels)							
Name	Amount	Unit	Distribution	SD ² or 2*SDMin	Max	Comment	
(Insert line here)							
Known inputs from technosphere (electricity/heat)							
Name	Amount	Unit	Distribution	SD ² or 2*SDMin	Max	Comment	
(Insert line here)							
Outputs							
Emissions to air							
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution	SD ² or 2*SDMin	Max	Comment
Global Warming Potential		8	kg	Undefined			
(Insert line here)							

Εικόνα 31 : Καρτέλα του μη ανακτημένου ψυκτικού R600a από το λογισμικό SimaPro

6.3 Περιγραφή των διεργασιών

6.3.1 Επένδυση με έποξυ (Powder Coating)

Είναι η επίστρωση με σκόνη από έποξυ. Σύννηθες πάχος της επίστρωσης είναι τα 35 μικρόμετρα ανά πλευρά (SimaPro 7.2 Documentation, 2011).

⁶⁰ Η τεχνολογία Greenfreeze, η οποία είναι εναλλακτική τεχνική ψύξης που δεν καταστρέφει το όζον, προωθήθηκε από την Greenpeace τη δεκαετία του '90 και βραβεύτηκε το 1997 με το Βραβείο Όζοντος των Ηνωμένων Εθνών

⁶¹ Ψύξη & Κλιματισμός χωρίς υπερθέρμανση του πλανήτη, 3^η έκδοση, Greenpeace, 2003

Known outputs to technosphere. Products and co-products							
Name	Amount	Unit	Quantity	Allocation %	Category		
powder coating 0% refrig	1	kg	Mass	100 %	Coating/plating		
(Insert line here)							
Known outputs to technosphere. Avoided products							
Name	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment	
(Insert line here)							
Inputs							
Known inputs from nature (resources)							
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment
Energy, GER		357,21	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)							
Known inputs from technosphere (materials/fuels)							
Name	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment	
(Insert line here)							
Known inputs from technosphere (electricity/heat)							
Name	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment	
(Insert line here)							
Outputs							
Emissions to air							
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment
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	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment
Heavy metals (Water)		0,5099	mg	Undefined			
Eutrophication		9652,07	mg	Undefined			
(Insert line here)							
Emissions to soil							
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment
(Insert line here)							
Final waste flows							
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment
Waste, hazardous		20,69	g	Undefined			
Waste, non hazardous		491,77	g	Undefined			
(Insert line here)							

Εικόνα 32 : Καρτέλα της διεργασίας επένδυση με έποξυ από το λογισμικό SimaPro

6.3.2 Προ-επικάλυψη ρόλων (Pre-coating Coil)

Προ-επικάλυψη φύλλων χάλυβα ή αλουμινίου με ένα στρώμα 55 μm έποξυ ή πολουρεθάνης. Αποτελεί μια από τις λίγες διαδικασίες υγρής βαφής που έχουν παραμείνει στα EuP (SimaPro 7.2 Documentation, 2011).

Known outputs to technosphere. Products and co-products							
Name	Amount	Unit	Quantity	Allocation %	Category		
pre-coating coil 0% refrig	1	kg	Mass	100 %	Coating/plating		
(Insert line here)							
Known outputs to technosphere. Avoided products							
Name	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment	
(Insert line here)							
Inputs							
Known inputs from nature (resources)							
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment
Energy, GER		313,9	MJ	Undefined			
Energy, electricity		83,36	MJ	Undefined			
Energy, caloric value or 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	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment
Global Warming Potential		15,56	kg	Undefined			
Acidification Potential		59,15	g	Undefined			
Volatile Organic Carbons		0,8	mg	Undefined			
Persistent Organic Compounds		0,3854	mg	Undefined			
Heavy metals		1,009	mg	Undefined			
Poly-cyclic aromatic Hydrocarbons		0,2325	mg	Undefined			
Particulate Matter		15,32	g	Undefined			
(Insert line here)							
Emissions to water							
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment
Heavy metals (Water)		0,4151	mg	Undefined			
Eutrophication		9651,62	mg	Undefined			
(Insert line here)							
Emissions to soil							
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment
(Insert line here)							
Final waste flows							
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment
Waste, hazardous		19	g	Undefined			
Waste, non hazardous		406,56	g	Undefined			
(Insert line here)							

Εικόνα 33 : Καρτέλα της διεργασίας προ-επικάλυψη ρόλων από το λογισμικό SimaPro

6.3.3 Παραγωγή όλων των πλαστικών μερών (Manufacturing all Plastic parts)

Η διεργασία παραγωγής των πλαστικών μερών περιλαμβάνει όλες τις επιπτώσεις που προκύπτουν από τη χρήση ενέργειας για τη λειτουργία των μηχανημάτων που χρησιμοποιούνται, τη θέρμανση του χώρου εργασίας, το φωτισμό, τη μεταφορά των πρώτων υλών στο χώρο που γίνεται η συναρμολόγηση κτλ. Με αυτή τη διαδικασία κατεργάζονται όλα τα πλαστικά που περιγράφηκαννωρίτερα (SimaPro 7.2 Documentation, 2011).

Known outputs to technosphere. Products and co-products							
Name	Amount	Unit	Quantity	Allocation %	Category		
Manufacturing all plastic parts refrig	1	kg	Mass	100 %	OEM Manufacturing		
(Insert line here)							
Known outputs to technosphere. Avoided products							
Name	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment	
(Insert line here)							
Inputs							
Known inputs from nature (resources)							
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment
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)							
Known inputs from technosphere (materials/fuels)							
Name	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment	
(Insert line here)							
Known inputs from technosphere (electricity/heat)							
Name	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment	
(Insert line here)							
Outputs							
Emissions to air							
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment
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 air							
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution	SD ^{^2} or 2*SDMin	Max	Comment
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	SD ^{^2} or 2*SDMin	Max	Comment
Eutrophication		23,88	mg	Undefined			
(Insert line here)							
Emissions to soil							
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution	SD ^{^2} or 2*SDMin	Max	Comment
(Insert line here)							
Final waste flows							
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution	SD ^{^2} or 2*SDMin	Max	Comment
Waste, non hazardous		128	g	Undefined			
(Insert line here)							

Εικόνα 34 : Καρτέλα της διεργασίας παραγωγής των πλαστικών μερών από το λογισμικό SimaPro

6.3.3 Χυτήρια παραγωγής αλουμινίου (Manufacturing Foundries Al)

Είναι η διεργασία παραγωγής αλουμινίου, σε αυτή περιλαμβάνονται οι επιπτώσεις που οφείλονται στη θέρμανση και τον φωτισμό του χώρου, στη μεταφορά των πρώτων υλών κτλ.(SimaPro 7.2 Documentation, 2011).

Known outputs to technosphere. Products and co-products							
Name	Amount	Unit	Quantity	Allocation %	Category		
Manufacturing foundries Al refrig	1	kg	Mass	100 %	OEM Manufacturing		
(Insert line here)							
Known outputs to technosphere. Avoided products							
Name	Amount	Unit	Distribution	SD ^{^2} or 2*SDMin	Max	Comment	
(Insert line here)							
Inputs							
Known inputs from nature (resources)							
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution	SD ^{^2} or 2*SDMin	Max	Comment
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)							
Known inputs from technosphere (materials/fuels)							
Name	Amount	Unit	Distribution	SD ^{^2} or 2*SDMin	Max	Comment	
(Insert line here)							
Known inputs from technosphere (electricity/heat)							
Name	Amount	Unit	Distribution	SD ^{^2} or 2*SDMin	Max	Comment	
(Insert line here)							
Outputs							
Emissions to air							
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution	SD ^{^2} or 2*SDMin	Max	Comment
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	SD ^{^2} or 2*SDMin	Max	Comment
Eutrophication		3,803	mg	Undefined			
(Insert line here)							
Emissions to soil							
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution	SD ^{^2} or 2*SDMin	Max	Comment
(Insert line here)							
Final waste flows							
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution	SD ^{^2} or 2*SDMin	Max	Comment
Waste, non hazardous		20,39	g	Undefined			
(Insert line here)							

Εικόνα 35 : Καρτέλα της διεργασίας παραγωγής αλουμινίου από το λογισμικό SimaPro

6.3.4 Χυτήρια παραγωγής σιδήρου, χαλκού και ψευδάργυρου (Manufacturing Foundries Fe/Cu/Zn)

Αναφέρεται στη διεργασία παραγωγής μερών από σίδηρο, χαλκό και ψευδάργυρο και όπως και πριν, περιλαμβάνονται οι επιπτώσεις που οφείλονται στη θέρμανση και τον φωτισμό του χώρου, στη μεταφορά των πρώτων υλών κτλ. (SimaPro 7.2 Documentation, 2011).

Known outputs to technosphere. Products and co-products							
Name	Amount	Unit	Quantity	Allocation %	Category		
Manufacturing foundries Fe/Cu/Zn refrig	1	kg	Mass	100 %	OEM Manufacturing		
(Insert line here)							
Known outputs to technosphere. Avoided products							
Name	Amount	Unit	Distribution	SD [^] 2 or 2*SDMin	Max	Comment	
(Insert line here)							
Inputs							
Known inputs from nature (resources)							
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution	SD [^] 2 or 2*SDMin	Max	Comment
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)							
Known inputs from technosphere (materials/fuels)							
Name	Amount	Unit	Distribution	SD [^] 2 or 2*SDMin	Max	Comment	
(Insert line here)							
Known inputs from technosphere (electricity/heat)							
Name	Amount	Unit	Distribution	SD [^] 2 or 2*SDMin	Max	Comment	
(Insert line here)							
Outputs							
Emissions to air							
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution	SD [^] 2 or 2*SDMin	Max	Comment
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	SD [^] 2 or 2*SDMin	Max	Comment
Eutrophication		1,283	mg	Undefined			
(Insert line here)							
Emissions to soil							
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution	SD [^] 2 or 2*SDMin	Max	Comment
(Insert line here)							
Final waste flows							
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution	SD [^] 2 or 2*SDMin	Max	Comment
Waste, non hazardous		6,88	g	Undefined			
(Insert line here)							

Εικόνα 36 : Καρτέλα της διεργασίας παραγωγής Fe/Cu/Zn από το λογισμικό SimaPro

6.3.5 Παραγωγή των μεταλλικών φύλλων (Manufacturing Sheetmetal)

Είναι η διεργασία παραγωγής λαμαρινών και ομοίως περιλαμβάνει επιπτώσεις των διαδικασιών φωτισμού και θέρμανσης του χώρου, μεταφοράς πρώτων υλών κτλ

(SimaPro 7.2 Documentation, 2011). Τα υλικά που επεξεργάζονται με την συγκεκριμένη διεργασία είναι τα εξής⁶²:

- Χαλύβδινα φύλλα (St. sheet galv.)
- Ανοξείδωτες σπείρες χάλυβα (Stainless 18/8 coil)
- Φύλλα αλουμινίου (Al sheet/extrusion)
- Φύλλα και σωλήνες χαλκού (Cu tube/sheet)

Known outputs to technosphere. Products and co-products							
Name	Amount	Unit	Quantity	Allocation %	Category		
Manufacturing sheetmetal refrig	1	kg	Mass	100 %	OEM Manufacturing		
(Insert line here)							
Known outputs to technosphere. Avoided products							
Name	Amount	Unit	Distribution	SD [^] 2 or 2*SDMin	Max	Comr	
(Insert line here)							
Inputs							
Known inputs from nature (resources)							
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution	SD [^] 2 or 2*SDMin	Max	Comr
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)							
Known inputs from technosphere (materials/fuels)							
Name	Amount	Unit	Distribution	SD [^] 2 or 2*SDMin	Max	Comr	
(Insert line here)							
Known inputs from technosphere (electricity/heat)							
Name	Amount	Unit	Distribution	SD [^] 2 or 2*SDMin	Max	Comr	
(Insert line here)							
Outputs							
Emissions to air							
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution	SD [^] 2 or 2*SDMin	Max	Comr
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	SD [^] 2 or 2*SDMin	Max	Comr
Eutrophication		5,97	mg	Undefined			
(Insert line here)							
Emissions to soil							
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution	SD [^] 2 or 2*SDMin	Max	Comr
(Insert line here)							
Final waste flows							
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution	SD [^] 2 or 2*SDMin	Max	Comr
Waste, non hazardous		47,41	g	Undefined			
(Insert line here)							

Εικόνα 37 : Καρτέλα της διεργασίας παραγωγής μεταλλικών φύλλων από το λογισμικό SimaPro

6.3.6 Επεξεργασία αποβλήτων μεταλλικών φύλλων (Manufacturing Sheetmetal scrap)

Περιλαμβάνει τις επιπτώσεις από τη διαχείριση των αποβλήτων, την επεξεργασία 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 για διπλωμένα φύλλα (π.χ. πλαισίων

⁶² VHK for the European Commission, EuP EcoReport spreadsheet (XLS File), 2005

οικιακών ψυκτικών συσκευών) είναι ότι τα απόβλητα αυτά αποτελούν το 10% των υλικών που περιγράφηκαν στη προηγούμενη διεργασία (SimaPro 7.2 Documentation, 2011).

Known outputs to technosphere. Products and co-products							
Name	Amount	Unit	Quantity	Allocation %	Category		
Manufacturing sheetmetal scrap refrig	1	kg	Mass	100 %	OEM Manufacturing		
(Insert line here)							
Known outputs to technosphere. Avoided products							
Name	Amount	Unit	Distribution	SD [^] 2 or 2*SDMin	Max	Comment	
(Insert line here)							
Inputs							
Known inputs from nature (resources)							
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution	SD [^] 2 or 2*SDMin	Max	Comment
Energy, GER		11,98	MJ	Undefined			
Energy, electricity		4,911	MJ	Undefined			
Energy, caloric value of feedstock		0,01924	MJ	Undefined			
(Insert line here)							
Known inputs from technosphere (materials/fuels)							
Name	Amount	Unit	Distribution	SD [^] 2 or 2*SDMin	Max	Comment	
(Insert line here)							
Known inputs from technosphere (electricity/heat)							
Name	Amount	Unit	Distribution	SD [^] 2 or 2*SDMin	Max	Comment	
(Insert line here)							
Outputs							
Emissions to air							
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution	SD [^] 2 or 2*SDMin	Max	Comment
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	SD [^] 2 or 2*SDMin	Max	Comment
Heavy metals (Water)		0,01331	mg	Undefined			
Eutrophication		0,226	mg	Undefined			
(Insert line here)							
Emissions to soil							
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution	SD [^] 2 or 2*SDMin	Max	Comment
(Insert line here)							
Final waste flows							
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution	SD [^] 2 or 2*SDMin	Max	Comment
Waste, hazardous		0,06	g	Undefined			
Waste, non hazardous		180,17	g	Undefined			
(Insert line here)							

Εικόνα 38 : Καρτέλα της επεξεργασίας αποβλήτων μεταλλικών φύλλων από το λογισμικό SimaPro

6.3.7 Συναρμολόγηση κυκλωμάτων (PWB Assembly)

Είναι η διεργασία σύνθεσης των τελικών κυκλωμάτων μιας ηλεκτρονικής συσκευής. Περιλαμβάνει τη συσκευασία των υλικών, τη μεταφορά τους, την αποθήκευσή τους με 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, 2011).

Known outputs to technosphere. Products and co-products							
Name	Amount	Unit	Quantity	Allocation %	Category		
PWB assembly refrig	1	kg	Mass	100 %	Final Assmbl,Off,Transp.to Wf		
(Insert line here)							
Known outputs to technosphere. Avoided products							
Name	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment	
(Insert line here)							
Inputs							
Known inputs from nature (resources)							
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment
Energy, GER		128,49	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)							
Known inputs from technosphere (materials/fuels)							
Name	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment	
(Insert line here)							
Known inputs from technosphere (electricity/heat)							
Name	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment	
(Insert line here)							
Outputs							
Emissions to air							
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment
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	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment
Heavy metals (Water)		0,4265	mg	Undefined			
Eutrophication		709,22	mg	Undefined			
(Insert line here)							
Emissions to soil							
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment
(Insert line here)							
Final waste flows							
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment
Waste, hazardous		4,22	g	Undefined			
Waste, non hazardous		106,79	g	Undefined			
(Insert line here)							

Εικόνα 39 : Καρτέλα της συναρμολόγησης κυκλωμάτων από το λογισμικό SimaPro

6.3.8 Εξαιρέσεις

Από τις παραπάνω διεργασίες παραγωγής, επεξεργασίας και συναρμολόγησης εξαιρούνται τα εξής υλικά :

- Χαλύβδινοι σωλήνες (St tube/profile)
- 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.

6.3.9 Συναρμολόγηση και διανομή συσκευών ανά κυβικό μέτρο προϊόντος (Assembly and Distribution per m³ appliances)

Αποτελεί το τελικό στάδιο της παρασκευής μια οικιακής συσκευής. Περιλαμβάνει 10% εισαγωγές, μόνο θαλάσσια ναύλα, ενώ η αναλογία μεταξύ φορτηγού και τρένου για τη μεταφορά είναι 70/30. Η συσκευασία δεν περιλαμβάνεται (SimaPro 7.2 Documentation, 2011).

Known outputs to technosphere. Products and co-products								
Name	Amount	Unit	Quantity	Allocation %	Category			
Assembly and distribution per m3 appliances refrig	1	m3	Volume	100 %	Final Assembl,Off,Transp.t			
(Insert line here)								
Known outputs to technosphere. Avoided products								
Name	Amount	Unit	Distribution	SD [^] 2 or 2*SDMin	Max	Comment		
(Insert line here)								
Inputs								
Known inputs from nature (resources)								
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution	SD [^] 2 or 2*SDMin	Max	Comment	
Energy, GER		798,45	MJ	Undefined				
Energy, electricity		2,838	MJ	Undefined				
(Insert line here)								
Known inputs from technosphere (materials/fuels)								
Name	Amount	Unit	Distribution	SD [^] 2 or 2*SDMin	Max	Comment		
(Insert line here)								
Known inputs from technosphere (electricity/heat)								
Name	Amount	Unit	Distribution	SD [^] 2 or 2*SDMin	Max	Comment		
(Insert line here)								
Outputs								
Emissions to air								
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution	SD [^] 2 or 2*SDMin	Max	Comment	
Global Warming Potential		46,67	kg	Undefined				
Acidification Potential		150	g	Undefined				
Volatile Organic Carbons		15,73	mg	Undefined				
Persistent Organic Compounds		1,567	ng	Undefined				
Heavy metals		14,01	mg	Undefined				
Poly-cyclic aromatic Hydrocarbons		35,74	mg	Undefined				
Particulate Matter		3204,06	g	Undefined				
(Insert line here)								
Emissions to water								
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution	SD [^] 2 or 2*SDMin	Max	Comment	
Heavy metals (Water)		0,4463	mg	Undefined				
Eutrophication		7,351	mg	Undefined				
(Insert line here)								
Emissions to soil								
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution	SD [^] 2 or 2*SDMin	Max	Comment	
(Insert line here)								
Final waste flows								
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution	SD [^] 2 or 2*SDMin	Max	Comment	
Waste, hazardous		5,51	g	Undefined				
Waste, non hazardous		277,21	g	Undefined				
(Insert line here)								

Εικόνα 40 : Καρτέλα της τελικής συναρμολόγησης και διανομής των συσκευών από το λογισμικό SimaPro

6.3.10 Συναρμολόγηση και διανομή ανά προϊόν (Assembly and Distribution per product)

Είναι η συναρμολόγηση και διανομή ανά προϊόν ως μονάδα. Περιλαμβάνει επιπτώσεις και 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 το σχεδιασμό του προϊόντος και για αυτόν ακριβώς το λόγο υπολογίζεται σε τεμάχια (SimaPro 7.2 Documentation, 2011).

Known outputs to technosphere. Products and co-products							
Name	Amount	Unit	Quantity	Allocation %	Category		
Assembly and distribution per product refrig	1	p	Amount	100 %	Final Assmbl,Off,Transp.to W		
(Insert line here)							
Known outputs to technosphere. Avoided products							
Name	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment	
(Insert line here)							
Inputs							
Known inputs from nature (resources)							
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment
Energy, GER		51,5	MJ	Undefined			
(Insert line here)							
Known inputs from technosphere (materials/fuels)							
Name	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment	
(Insert line here)							
Known inputs from technosphere (electricity/heat)							
Name	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment	
(Insert line here)							
Outputs							
Emissions to air							
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment
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	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment
Heavy metals (Water)		0,08024	mg	Undefined			
Eutrophication		1,362	mg	Undefined			
(Insert line here)							
Emissions to soil							
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment
(Insert line here)							
Final waste flows							
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment
Waste, hazardous		1,02	g	Undefined			
Waste, non hazardous		51,36	g	Undefined			
(Insert line here)							

Εικόνα 41 : Καρτέλα της τελικής συναρμολόγησης και διανομής ανά προϊόν από το λογισμικό SimaPro

6.3.11 Διανομή και λιανική πώληση ανά κυβικό μέτρο προϊόντος (Distribution and Retail per m³ product)

Είναι η διεργασία που σχετίζεται με το τελικό στάδιο διάθεσης και πώλησης των προϊόντων. Περιλαμβάνεται η θέρμανση και ο 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, 2011).

Known outputs to technosphere. Products and co-products							
Name	Amount	Unit	Quantity	Allocation %	Category		
Distribution and retail per m3 product refrig	1	m3	Volume	100 %	Distribution & Retail		
(Insert line here)							
Known outputs to technosphere. Avoided products							
Name	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment	
(Insert line here)							
Inputs							
Known inputs from nature (resources)							
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment
Energy, GER		499,59	MJ	Undefined			
(Insert line here)							
Known inputs from technosphere (materials/fuels)							
Name	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment	
(Insert line here)							
Known inputs from technosphere (electricity/heat)							
Name	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment	
(Insert line here)							
Outputs							
Emissions to air							
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment
Global Warming Potential		29,31	kg	Undefined			
Acidification Potential		84	g	Undefined			
Volatile Organic Compounds		5,027	mg	Undefined			
Persistent Organic Compounds		1,822	mg	Undefined			
Heavy metals		16,43	mg	Undefined			
Poly-cyclic aromatic Hydrocarbons		8,501	mg	Undefined			
Particulate Matter		214,73	g	Undefined			
(Insert line here)							
Emissions to water							
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment
Heavy metals (Water)		0,5035	mg	Undefined			
Eutrophication		8,545	mg	Undefined			
(Insert line here)							
Emissions to soil							
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment
(Insert line here)							
Final waste flows							
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment
Waste, hazardous		6,4	g	Undefined			
Waste, non hazardous		322,25	g	Undefined			
(Insert line here)							

Εικόνα 42 : Καρτέλα της διανομής και λιανικής πώλησης ανά κυβικό μέτρο προϊόντος από το λογισμικό SimaPro

6.3.12 Διανομή και λιανική πώληση ανά προϊόν (Distribution and Retail per product)

Σε αυτή τη διεργασία όπως και σε αντίστοιχη προηγούμενη περιλαμβάνονται οι 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, 2011).

Known outputs to technosphere. Products and co-products							
Name	Amount	Unit	Quantity	Allocation %	Category		
Distribution and retail per product refrig	1	p	Amount	100 %	Distribution & Retail		
(Insert line here)							
Known outputs to technosphere. Avoided products							
Name	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment	
(Insert line here)							
Inputs							
Known inputs from nature (resources)							
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment
Energy, GER		58,97	MJ	Undefined			
(Insert line here)							
Known inputs from technosphere (materials/fuels)							
Name	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment	
(Insert line here)							
Known inputs from technosphere (electricity/heat)							
Name	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment	
(Insert line here)							
Outputs							
Emissions to air							
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment
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	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment
Heavy metals (Water)		0,08559	mg	Undefined			
Eutrophication		1,453	mg	Undefined			
(Insert line here)							
Emissions to soil							
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment
(Insert line here)							
Final waste flows							
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment
Waste, hazardous		1,09	g	Undefined			
Waste, non hazardous		54,78	g	Undefined			
(Insert line here)							

Εικόνα 43 : Καρτέλα της διανομής και λιανικής πώλησης ανά προϊόν από το λογισμικό SimaPro

6.3.13 Ηλεκτρική ενέργεια (Electricity)

Είναι η χρήση ηλεκτρικής ενέργειας από το δημόσιο δίκτυο, τάσης 230V εναλλασσόμενου ρεύματος. Στις επιπτώσεις περιλαμβάνονται εκπομπές από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μέσω της καύσης άνθρακα. Αυξημένες εκπομπές βαρέων μετάλλων λόγω των ποσοτήτων υδραργύρου που προκύπτουν από την εξόρυξη άνθρακα. Μετράται σε μεγαβατώρες ηλεκτρικής ενέργειας (MWh_e) (SimaPro 7.2 Documentation, 2011).

Known outputs to technosphere. Products and co-products							
Name	Amount	Unit	Quantity	Allocation %	Category		
Electricity refriger	1	MWh	Energy	100 %	Energy		
(Insert line here)							
Known outputs to technosphere. Avoided products							
Name	Amount	Unit	Distribution	SD [^] 2 or 2*SDMin	Max	Comment	
(Insert line here)							
Inputs							
Known inputs from nature (resources)							
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution	SD [^] 2 or 2*SDMin	Max	Comment
Energy, GER		10,5E3	MJ	Undefined			
Energy, electricity		3600	MJ	Undefined			
Water, processing		700	l	Undefined			
Water, cooling		28E3	l	Undefined			
(Insert line here)							
Known inputs from technosphere (materials/fuels)							
Name	Amount	Unit	Distribution	SD [^] 2 or 2*SDMin	Max	Comment	
(Insert line here)							
Known inputs from technosphere (electricity/heat)							
Name	Amount	Unit	Distribution	SD [^] 2 or 2*SDMin	Max	Comment	
(Insert line here)							
Outputs							
Emissions to air							
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution	SD [^] 2 or 2*SDMin	Max	Comment
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	SD [^] 2 or 2*SDMin	Max	Comment
Heavy metals (Water)		67,7	mg	Undefined			
Eutrophication		322,8	mg	Undefined			
(Insert line here)							

Εικόνα 44 : Καρτέλα της χρήσης ηλεκτρικής ενέργειας από το λογισμικό SimaPro

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

Στις απαιτήσεις φαίνεται επίσης ηλεκτρική ενέργεια ίση με 3600 MJ. Η ποσότητα αυτή αντιστοιχεί ακριβώς σε 1 MWh_e ενώ ταυτόχρονα υπάρχουν απαιτήσεις μικτής ενέργειας ύψους 10.500 MJ που όπως έχει προαναφερθεί περιλαμβάνουν ένα ποσό ηλεκτρικής ενέργειας. Στη βιβλιογραφία⁶³ 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 και 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 κάποιον τρόπο γεννάται ενέργεια.

⁶³ VHK for the European Commission, Methodology Study Eco-design of Energy-using Products, MEEUP, Methodology Report, 2005

6.3.14 Συντήρηση – επισκευές (Maintenance – Repairs)

Η συντήρηση ή/και η επισκευή μιας οικιακής ψυκτικής συσκευής είναι σπάνιο φαινόμενο, όμως για τη διάρκεια ζωής των 10 ετών θεωρούμε ότι πραγματοποιείται τουλάχιστον μια φορά. Για τη συντήρηση ή επισκευή αυτή υπολογίζονται οι επιπτώσεις ενός μίνι φορτηγού ή ενός πετρελαιοκίνητου αυτοκινήτου σε κίνηση πόλεως ανά χιλιόμετρο απόστασης (SimaPro 7.2 Documentation, 2011).

Known outputs to technosphere. Products and co-products							
Name	Amount	Unit	Quantity	Allocation %	Category		
Mini-van diesel refrig	1	km	Length	100 %	Maintenance, Repairs		
(Insert line here)							
Known outputs to technosphere. Avoided products							
Name	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment	
(Insert line here)							
Inputs							
Known inputs from nature (resources)							
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment
Energy, GER		2,407	MJ	Undefined			
(Insert line here)							
Known inputs from technosphere (materials/fuels)							
Name	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment	
(Insert line here)							
Known inputs from technosphere (electricity/heat)							
Name	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment	
(Insert line here)							
Outputs							
Emissions to air							
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment
Global Warming Potential		0,186	kg	Undefined			
Acidification Potential		0,186	g	Undefined			
Volatile Organic Carbons		0,0389	mg	Undefined			
Heavy metals		0,52	mg	Undefined			
Poly-cyclic aromatic Hydrocarbons		0,52	mg	Undefined			
Particulate Matter		8,82	g	Undefined			
(Insert line here)							

Εικόνα 45 : Καρτέλα για πετρελαιοκίνητο αυτοκίνητο από το λογισμικό SimaPro

7. ΤΑ ΣΤΑΔΙΑ ΤΟΥ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ ΣΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ SIMAPRO


7.1 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, η επεξεργασία και η 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 Μονόπορτο ψυγείο KIR

Για το ψυγείο KIR έχουμε τρία subassemblies για τα :


- Πλαστικά Μέρη [Plastic parts (KIR)] = Είναι το σύνολο των πλαστικών από τα οποία αποτελείται το ψυγείο KIR
- Ηλεκτρονικά Μέρη [Electronic parts (KIR)] = Είναι το σύνολο των ηλεκτρονικών εξαρτημάτων από τα οποία αποτελείται το ψυγείο KIR
- Μεταλλικά και Διάφορα Μέρη [Metals and misc. parts (KIR)] = Είναι όλα τα υπόλοιπα υλικά που ανήκουν στις κατηγορίες μεταλλικά και διάφορα στοιχεία από τα οποία αποτελείται το ψυγείο KIR

Name	Image	Comment				
Plastic parts (KIR)		<input type="text"/>				
Status	None					
Materials/Assemblies	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment
PS refrig	5441	g	Undefined			
HI-PS refrig	3607	g	Undefined			
PP refrig	2551	g	Undefined			
PVC refrig	225	g	Undefined			
PBT refrig	125	g	Undefined			
HDPE refrig	210	g	Undefined			
LDPE refrig	70	g	Undefined			
ABS refrig	131	g	Undefined			
PA 6 refrig	142	g	Undefined			Including Packaging
PA 6.6 refrig	91	g	Undefined			
PC refrig	48	g	Undefined			
POM refrig	39	g	Undefined			
EPS refrig	743	g	Undefined			
EPDM refrig	33	g	Undefined			
PIB refrig	73	g	Undefined			
Epoxy refrig	10	g	Undefined			
Rigid PUR refrig	3546	g	Undefined			
Flex PUR refrig	12	g	Undefined			
(Insert line here)						

Εικόνα 46 : Τα πλαστικά μέρη του ψυγείου KIR


Name	Image	Comment				
Electronic parts (KIR)		<input type="text"/>				
Status	None					
Materials/Assemblies	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment
Big caps & coils refrig	10	g	Undefined			
IC's large refrig	35	g	Undefined			
IC's small refrig	2	g	Undefined			
SMD/ LED's avg. refrig	50	g	Undefined			
Solder SnAg4Cu0.5 refrig	6	g	Undefined			
(Insert line here)						

Εικόνα 47 : Τα ηλεκτρονικά μέρη του ψυγείου KIR

Name	Image	Comment				
Metal and Misc. parts (KIR)		<input type="text"/>				
Status	None					
Materials/Assemblies	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment
St sheet galv 5% refrig	10232	g	Undefined			
St tube/profile 50% refrig	2297	g	Undefined			
Stainless 18/8 coil 63% refrig	2	g	Undefined			
Al sheet/extrusion 11% refrig	1283	g	Undefined			
Al diecast 85% refrig	56	g	Undefined			
Cu wire 0% refrig	36	g	Undefined			
Cu tube/sheet 60% refrig	66,5	g	Undefined			
CuSn cast 85% refrig	48	g	Undefined			
CuZn38 cast 85% refrig	11	g	Undefined			
ZnAl4 cast 85% refrig	3	g	Undefined			
Glass for lamps 0% refrig	800	g	Undefined			
Office paper 0% refrig	190	g	Undefined			
Cardboard 90% refrig	3028	g	Undefined			
(Insert line here)						

Εικόνα 48 : Τα μεταλλικά & διάφορα μέρη του ψυγείου KIR

Η τελική συναρμολόγηση/προϊόν (Assembly) παρουσιάζεται στην παρακάτω καρτέλα. Στη καρτέλα αυτή φαίνονται τα υποπροϊόντα (subassemblies) των στοιχείων του ψυγείου και κάποιες από τις διεργασίες που περιγράφηκαν προηγουμένως.


Name	Image	Comment				
Refrigerator (KIR)						
Status	None					
Materials/Assemblies	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment
Electronic parts (KIR)	1	p	Undefined			
Plastic parts (KIR)	1	p	Undefined			
Metal and Misc. parts (KIR)	1	p	Undefined			
(Insert line here)						
Processes	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*Min	Max	Comment
powder coating 0% refrig	3	g	Undefined			
Manufacturing all plastic parts refrig	17097	g	Undefined			
Manufacturing foundries Fe/Cu/Zn refrig	62	g	Undefined			
Manufacturing foundries Al refrig	56	g	Undefined			
Manufacturing sheetmetal refrig	11755	g	Undefined			
PWB assembly refrig	101	g	Undefined			
Manufacturing sheetmetal scrap refrig	1176	g	Undefined			
pre-coating coil 0% refrig	29	g	Undefined			
Assembly and distribution per m3 appliances refrig	0,468	m3	Undefined			
Assembly and distribution per product refrig	1	p	Undefined			
Distribution and retail per m3 product refrig	0,468	m3	Undefined			
Distribution and retail per product refrig	1	p	Undefined			
(Insert line here)						

Εικόνα 49 : Τα τελικό Assembly του ψυγείου KIR


7.1.2 Κατακόρυφος καταψύκτης GSD

Για το καταψύκτη GSD, ομοίως έχουμε τρία subassemblies για τα :


- Πλαστικά Μέρη [Plastic parts (GSD)] = Είναι το σύνολο των πλαστικών από τα οποία αποτελείται ο καταψύκτης GSD
- Ηλεκτρονικά Μέρη [Electronic parts (GSD)] = Είναι το σύνολο των ηλεκτρονικών εξαρτημάτων από τα οποία αποτελείται ο καταψύκτης GSD
- Μεταλλικά και Διάφορα Μέρη [Metals and misc. parts (GSD)] = Είναι όλα τα υπόλοιπα υλικά που ανήκουν στις κατηγορίες μεταλλικά και διάφορα στοιχεία από τα οποία αποτελείται ο καταψύκτης GSD

Name	Image	Comment				
Plastic parts (GSD)		<input type="text"/>				
Status	None					
Materials/Assemblies	Amount	Unit	Distribution	SD ² or 2*SDMin	Max	Comment
HI-P5 refrig	2779	g	Undefined			
PBT refrig	92	g	Undefined			
P5 refrig	6516	g	Undefined			
PP refrig	1297	g	Undefined			
PVC refrig	92	g	Undefined			
LDPE refrig	20	g	Undefined			
ABS refrig	1496	g	Undefined			
PA 6 refrig	46	g	Undefined			
PA 6.6 refrig	31	g	Undefined			
Epoxy refrig	343	g	Undefined			
HDPE refrig	207	g	Undefined			
EPDM refrig	59	g	Undefined			
EPS refrig	620	g	Undefined			
POM refrig	78	g	Undefined			
Rigid PUR refrig	4826	g	Undefined			
Flex PUR refrig	1015	g	Undefined			
(Insert line here)						

Εικόνα 50 : Τα πλαστικά μέρη του καταψύκτη GSD


Name	Image	Comment				
Electronic parts (GSD)		<input type="text"/>				
Status	None					
Materials/Assemblies	Amount	Unit	Distribution	SD ² or 2*SDMin	Max	Comment
Big caps & coils refrig	100	g	Undefined			
IC's large refrig	40	g	Undefined			
Solder SnAg4Cu0.5 refrig	11	g	Undefined			
(Insert line here)						

Εικόνα 51 : Τα πλαστικά μέρη του καταψύκτη GSD

Name	Image	Comment				
Metal and Misc. parts (GSD)		<input type="text"/>				
Status	None					
Materials/Assemblies	Amount	Unit	Distribution	SD ² or 2*SDMin	Max	Comment
St sheet galv 5% refrig	8862	g	Undefined			
St tube/profile 50% refrig	4235	g	Undefined			
Stainless 18/8 coil 63% refrig	1650	g	Undefined			
Al sheet/extrusion 11% refrig	45	g	Undefined			
Cu wire 0% refrig	37	g	Undefined			
Cu tube/sheet 60% refrig	228	g	Undefined			
CuSn cast 85% refrig	18	g	Undefined			
CuZn38 cast 85% refrig	5	g	Undefined			
Office paper 0% refrig	180	g	Undefined			
Cardboard 90% refrig	1891	g	Undefined			
(Insert line here)						

Εικόνα 52 : Τα μεταλλικά & διάφορα μέρη του ψυγείου KIR

Η τελική συναρμολόγηση/προϊόν (Assembly) παρουσιάζεται στην παρακάτω καρτέλα. Στη καρτέλα αυτή φαίνονται τα υποπροϊόντα (subassemblies) των στοιχείων του καταψύκτη και κάποιες από τις διεργασίες που περιγράφηκαν προηγουμένως.

Name	Image	Comment				
Freezer (GSD)						
Status	None					
Materials/Assemblies	Amount	Unit	Distribution	SD ² or 2*SDMin	Max	Comment
Electronic parts (GSD)	1	p	Undefined			
Plastic parts (GSD)	1	p	Undefined			
Metal and Misc. parts (GSD)	1	p	Undefined			
(Insert line here)						
Processes	Amount	Unit	Distribution	SD ² or 2*Min	Max	Comment
powder coating 0% refrig	85,75	g	Undefined			
Manufacturing all plastic parts refrig	19517	g	Undefined			
Manufacturing foundries Fe/Cu/Zn refrig	23	g	Undefined			
pre-coating coil 0% refrig	15	g	Undefined			
Manufacturing sheetmetal refrig	10785	g	Undefined			
PWB assembly refrig	151	g	Undefined			
Manufacturing sheetmetal scrap refrig	1078,5	g	Undefined			
Assembly and distribution per m3 appliances refrig	0,407	m3	Undefined			
Assembly and distribution per product refrig	1	p	Undefined			
Distribution and retail per m3 product refrig	0,407	m3	Undefined			
Distribution and retail per product refrig	1	p	Undefined			
(Insert line here)						

Εικόνα 53 : Τα τελικό Assembly του καταψύκτη GSD

7.2 Στάδιο Χρήσης

Είναι το στάδιο στο οποίο περιλαμβάνονται οι διεργασίες που σχετίζονται με ό,τι συνδέεται με τη χρήση του τελικού υποπροϊόντος. Τέτοιες διεργασίες 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 ζωής του, και έπειτα το ποσό ενέργειας που καταναλώνεται κατά τη διάρκεια αυτή. Ως διάρκεια χρήσης των δύο οικιακών ψυκτικών συσκευών λαμβάνουμε τα δέκα έτη⁶⁴, διάστημα το οποίο αποτελεί τον ελάχιστο χρόνο τήρησης αυτών. Στη συνέχεια θα υπολογίσουμε την κατανάλωση ενέργειας στο διάστημα αυτό για κάθε μια συσκευή.

7.2.1 Ψυγείο KIR

⁶⁴ Προκύπτει από τα στοιχεία που μας έδωσε η κατασκευάστρια εταιρεία

Το ψυγείο KIR, όπως και όλες οι οικιακές ψυκτικές συσκευές, λειτουργεί συνεχόμενα και έχει ετήσια κατανάλωση ενέργειας ίση με 138 kWh. Για τα δέκα έτη λειτουργίας του:

$$137,605 \text{ kWh/y} * 10\text{y} = 1376,05 \text{ kWh} = 1,38 \text{ MWh}$$

Περιέχει 31g ψυκτικού μέσου R600a και στα δέκα έτη λειτουργίας του έχει συνολικά απώλειες της τάξεως του 1% = 0,31g (μη ανακτημένο ψυκτικό μέσο)

Θεωρούμε ότι χρειάζεται μια φορά συντήρηση ή/και επισκευή για όλη τη διάρκεια ζωής του και ότι ο τεχνικός πηγαίνει στην οικία με πετρελαιοκίνητο όχημα για συνολική απόσταση, μετ' επιστροφής, πέντε χιλιομέτρων.

7.2.2 Καταψύκτης GSD

Ο καταψύκτης GSD, λειτουργεί συνεχόμενα και έχει ετήσια κατανάλωση ενέργειας ίση με 193 kWh. Για τα δέκα έτη λειτουργίας του:

$$192,72 \text{ kWh/y} * 10\text{y} = 1927,2 \text{ kWh} = 1,93 \text{ MWh}$$

Περιέχει 50g ψυκτικού μέσου R600a και στα δέκα έτη λειτουργίας του έχει συνολικά απώλειες της τάξεως του 1% = 0,5g (μη ανακτημένο ψυκτικό μέσο)


Θεωρούμε ότι χρειάζεται, ομοίως, μια φορά συντήρηση ή/και επισκευή για όλη τη διάρκεια ζωής του και ότι ο τεχνικός πηγαίνει στην οικία με πετρελαιοκίνητο όχημα για συνολική απόσταση, μετ' επιστροφής, πέντε χιλιομέτρων.

7.3 Στάδιο Διάθεσης

Είναι το στάδιο του κύκλου ζωής στο οποίο περιλαμβάνονται διεργασίες που σχετίζονται με τον τερματισμό της χρησιμότητας του προϊόντος. Τέτοιες διεργασίες μπορεί να είναι η διάσπαση του τελικού προϊόντος στα επιμέρους συστατικά του προκειμένου να επαναχρησιμοποιηθούν, να διατεθούν για ανακύκλωση, ταφή, ή αποτέφρωση. Η διαδικασία διάθεσης μπορεί να περιλαμβάνει συνδυασμό των προαναφερθέντων διεργασιών. 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 διεργασίες, ένα ή περισσότερα σενάρια διαχείρισης αποβλήτων, μία ή περισσότερες διαδικασίες αποσυναρμολόγησης (disassembly) και μία ή περισσότερες επαναχρησιμοποιήσεις (reuses).

7.3.1 Σενάριο διάθεσης ψυγείου KIR


Στην εικόνα που ακολουθεί παρουσιάζεται το τελικό σενάριο διάθεσης του ψυγείου KIR, το οποίο περιλαμβάνει το σενάριο διαχείρισης αποβλήτων, που αναλύεται παρακάτω.

Name	Image	Comment
Disposal scenario (KIR)		
Status	None	
Referring to assembly	Amount	Unit
Refrigerator (KIR)	1	p
Processes	Amount	Unit
(Insert line here)		
Waste scenarios	Percentage	Comment
Waste scenario WEEE Dematerialisation refrig 97%	100 %	
(Insert line here)		
Disassemblies	Percentage	Comment
(Insert line here)		

Εικόνα 54 : Το σενάριο διάθεσης του ψυγείου KIR

7.3.2 Σενάριο διάθεσης καταψύκτη GSD

Στην εικόνα που ακολουθεί παρουσιάζεται το τελικό σενάριο διάθεσης του καταψύκτη GSD, το οποίο περιλαμβάνει το σενάριο διαχείρισης αποβλήτων, που αναλύεται παρακάτω.

Name	Image	Comment
Disposal scenario (GSD)		
Status	None	
Referring to assembly	Amount	Unit
Freezer (GSD)	1	p
Processes	Amount	Unit
(Insert line here)		
Waste scenarios	Percentage	Comment
Waste scenario WEEE Dematerialisation refrig 97%	100 %	
(Insert line here)		
Disassemblies	Percentage	Comment
(Insert line here)		

Εικόνα 55 : Το σενάριο διάθεσης του καταψύκτη GSD

7.3.3 Σενάριο διαχείρισης αποβλήτων

Από τα στοιχεία που μας έδωσε η BSH Hellas και η ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΣΥΣΚΕΥΩΝ ΑΕ, προκύπτει ότι οι δύο οικιακές ψυκτικές συσκευές δεν αποσυναρμολογούνται πλήρως. Σε πρώτο στάδιο αφαιρούνται τα ηλεκτρονικά μέρη, το ψυκτικό μέσο κ.α. , ενώ στο δεύτερο στάδιο οι συσκευές επεξεργάζονται μηχανικά από ειδική μονάδα τεμαχισμού και διαλογής. Έτσι, και οι δύο συσκευές υπάγονται στο σενάριο “WEEE Minimum Waste/Dematerialisation”, με τη μόνη διαφορά ότι το ποσοστό ανάκτησης/επεξεργασίας είναι 97% και όχι 95%⁶⁵. Αυτό δεν αποτελεί πρόβλημα γιατί το 95% που αναφέρεται είναι το κατώτερο επιθυμητό για τα σενάρια επεξεργασίας ΑΗΗΕ. Η καρτέλα του σεναρίου διαχείρισης αποβλήτων που ακολουθεί είναι κοινή και για τις δύο συσκευές.

Waste specification							
Name	Amount	Unit	Category	Comment			
Waste scenario WEEE Dematerialisation refrig 97%	1	kg	Others				
Inputs							
Known inputs from technosphere (materials/fuels)							
Name		Amount	Unit	Distribution	SD ² or 2*SDMin	Max	Comment
(Insert line here)							
Known inputs from technosphere (electricity/heat)							
Name		Amount	Unit	Distribution	SD ² or 2*SDMin	Max	Comment
(Insert line here)							
Outputs							
Materials and/or waste types separated from waste stream							
Waste scenario/treatment		Material / Waste type		Percentage	Comment		
Metal and glass recycling refrig		Metals		92,15 %	97% processed, 95% recycled		
Metal and glass recycling refrig		Glass		92,15 %	97% processed, 95% recycled		
Cardboard and paper recycling refrig		Cardboard		90 %	100% processed, 90% recycled		
Cardboard and paper recycling refrig		Paper		97 %	97% processed, 100% recycled		
Reuse or closed loop recycling plastics refrig		Plastics		0,97 %	97% processed, 1% recycled		
Plastic recycling refrig		Plastics		15,52 %	97% processed, 16% recycled		
Thermal recycling plastics refrig		Plastics		77,6 %	97% processed, 80% recycled		
Incinerated refrig		Plastics		2,91 %	97% processed, 3% incinerated		
Recycling electronics refrig		Electronics		97 %	97% processed, 100% recycled (in case of design for disassembly)		
(Insert line here)							
Waste streams remaining after separation							
Waste scenario/treatment		Percentage	Comment				
Landfill refrig		100 %					
(Insert line here)							

Εικόνα 56 : Το σενάριο διαχείρισης αποβλήτων των δύο συσκευών

Εδώ αξίζει να αναφερθεί ότι το όφελος από την ανακύκλωση των μεταλλικών και διαφόρων (metals & misc.) στοιχείων για τα σενάρια ΑΗΗΕ (WEEE) δεν υπολογίζεται, γιατί έχει ήδη συμπεριληφθεί στη παραγωγή αυτών με αυξημένα ποσοστά χρησιμοποίησης αντίστοιχου ανακυκλωμένου υλικού (π.χ. 85% ποσοστό αντί 60-65% για τα χυτά μέταλλα)⁶⁶.

⁶⁵ VHK for the European Commission, Methodology Study Eco-design of Energy-using Products, MEEUP, Methodology Report, 2005

⁶⁶ VHK for the European Commission, Methodology Study Eco-design of Energy-using Products, MEEUP, Methodology Report, 2005

7.3.3.1 Ανακύκλωση ηλεκτρονικών (Electronics Recycling)

Η κατηγορία αυτή περιλαμβάνει καρτέλες με το κέρδος από την ανακύκλωση των ηλεκτρονικών μερών:

Waste specification							
Name	Amount	Unit	Category	Comment			
Recycling electronics refrag	1	kg	Recycling				
Inputs							
Known inputs from technosphere (materials/fuels)							
Name	Amount	Unit	Distribution	SD [^] 2 or 2*SDMin	Max	Comment	
(Insert line here)							
Known inputs from technosphere (electricity/heat)							
Name	Amount	Unit	Distribution	SD [^] 2 or 2*SDMin	Max	Comment	
(Insert line here)							
Outputs							
Materials and/or waste types separated from waste stream							
Waste scenario/treatment	Material / Waste type	Percentage	Comment				
Recycling Solder SnAg4Cu0.5 refrag	Solder SnAg4Cu0.5 refrag	100 %					
Recycling SMD/LEDs avg. refrag	SMD/ LED's avg. refrag	100 %					
Recycling slots/ ext.ports refrag	slots / ext.ports refrag	100 %					
Recycling PWB 6 lay 4.5 kg/m2 refrag	PWB 6 lay 4.5 kg/m2 refrag	100 %					
Recycling ICs small refrag	IC's small refrag	100 %					
Recycling PWB 1/2 lay 3.75 kg/m2 refrag	PWB 1/2 lay 3.75 kg/m2 refrag	100 %					
Recycling ICs large refrag	IC's large refrag	100 %					
Recycling Big caps & coils refrag	Big caps & coils refrag	100 %					
Recycling Controller Board refrag	Controller Board refrag	100 %					
(Insert line here)							
Waste streams remaining after separation							
Waste scenario/treatment	Percentage	Comment					
Landfill refrag	100 %						
(Insert line here)							

Εικόνα 57 : Το σενάριο ανακύκλωσης των ηλεκτρονικών μερών

Το ποσοστό κέρδους είναι 20 % της μάζας του υλικού για όλα τα ηλεκτρονικά στοιχεία. 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.

Επειδή, όπως αναφέραμε το ποσοστό κέρδους είναι το ίδιο για όλα τα ηλεκτρονικά παραθέτουμε τη καρτέλα ενός μόνο (π.χ. των πυκνωτών και των πηνίων):

Waste specification							
Name	Default material / waste type	Amount	Unit	Quantity	Category	Cor	
Recycling Big caps & coils refrag	All waste types	1	kg	Mass	Electronics recycling		
Known outputs to technosphere. Avoided products							
Name	Amount	Unit	Distribution	SD [^] 2 or 2*SDMin	Max	Comment	
Big caps & coils refrag	0,2	kg	Undefined				
(Insert line here)							

Εικόνα 58 : Επεξεργασία πυκνωτών/πηνίων και το κέρδος από την ανακύκλωση αυτών

7.3.3.2 Ανακύκλωση πλαστικών (Plastics Recycling)

Το ποσοστό των πλαστικών που πηγαίνει για ανακύκλωση είναι το 16% επί του συνόλου αυτών. Στη καρτέλα που ακολουθεί φαίνεται το σενάριο διαχείρισης πλαστικών «ανακύκλωση».

Waste specification							
Name	Amount	Unit	Category	Comment			
Plastic recycling refrig	1	kg	Recycling				
Inputs							
Known inputs from technosphere (materials/fuels)							
Name	Amount	Unit	Distribution	SD ² or 2*SDMin	Max	Comment	
(Insert line here)							
Known inputs from technosphere (electricity/heat)							
Name	Amount	Unit	Distribution	SD ² or 2*SDMin	Max	Comment	
(Insert line here)							
Outputs							
Materials and/or waste types separated from waste stream							
Waste scenario/treatment	Material / Waste type			Percentage	Comment		
ABS recycling refrig	ABS refrig			100 %			
Epoxy recycling refrig	Epoxy refrig			100 %			
Flex PUR recycling refrig	Flex PUR refrig			100 %			
LDPE recycling refrig	LDPE refrig			100 %			
PA 6 recycling refrig	PA 6 refrig			100 %			
PC recycling refrig	PC refrig			100 %			
EPDM recycling refrig	EPDM refrig			100 %			
EPS recycling refrig	EPS refrig			100 %			
HDPE recycling refrig	HDPE refrig			100 %			
HI-PS recycling refrig	HI-PS refrig			100 %			
NBR recycling refrig	NBR refrig			100 %			
PA 6.6 recycling refrig	PA 6.6 refrig			100 %			
PBT recycling refrig	PBT refrig			100 %			
PIB recycling refrig	PIB refrig			100 %			
PMMA recycling refrig	PMMA refrig			100 %			
POM recycling refrig	POM refrig			100 %			
PP recycling refrig	PP refrig			100 %			
PS recycling refrig	PS refrig			100 %			
PVC recycling refrig	PVC refrig			100 %			
Rigid PUR recycling refrig	Rigid PUR refrig			100 %			
SAN recycling refrig	SAN refrig			100 %			
(Insert line here)							
Waste streams remaining after separation							
Waste scenario/treatment	Percentage	Comment					
Landfill refrig	100 %						
(Insert line here)							

Εικόνα 59 : Το σενάριο ανακύκλωσης των πλαστικών

Αυτή η κατηγορία περιλαμβάνει το κέρδος από την ανακύκλωση των πλαστικών. Αυτό είναι 27 MJ μκτής 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 ύλη⁶⁷. Επειδή ισχύει το ίδιο για όλα τα πλαστικά παραθέτουμε μόνο μια καρτέλα⁶⁸.

⁶⁷ VHK for the European Commission, Methodology Study Eco-design of Energy-using Products, MEEUP, Methodology Report, 2005

⁶⁸ Βάζοντας -27 MJ στην είσοδο από το περιβάλλον έχουμε κέρδος 27 MJ

Waste specification							
Name	Default material / waste type	Amount	Unit	Quantity	Category		
PS recycling refrig	All waste types	1	kg	Mass	Recycling		
Known outputs to technosphere. Avoided products							
Name		Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment
PS (feedstock + GWP) refrig		0,5	kg	Undefined			credit is 50%
(Insert line here)							
Inputs							
Known inputs from nature (resources)							
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment
Energy, GER		-27	MJ	Undefined			Recycling dis
(Insert line here)							
Known outputs to technosphere. Waste and emissions to treatment							
Name		Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment
Plastics, re-use, recyc. refrig		1	kg	Undefined			
(Insert line here)							

Εικόνα 60 : Επεξεργασία πλαστικού PS και το κέρδος από την ανακύκλωση του

Αυτό που φαίνεται στην έξοδο στο τεχνολογικό περιβάλλον είναι τα στοιχεία του υλικού PS 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. Παρατίθεται η καρτέλα του ακολούθως.

Known outputs to technosphere. Products and co-products							
Name		Amount	Unit	Quantity	Allocation %	Category	
PS (feedstock + GWP) refrig		1	kg	Mass	100 %	Plastics/credit for recycling	
(Insert line here)							
Known outputs to technosphere. Avoided products							
Name		Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment
(Insert line here)							
Inputs							
Known inputs from nature (resources)							
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment
Energy, caloric value of feedstock		47,53	MJ	Undefined			
(Insert line here)							
Known inputs from technosphere (materials/fuels)							
Name		Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment
(Insert line here)							
Known inputs from technosphere (electricity/heat)							
Name		Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment
(Insert line here)							
Outputs							
Emissions to air							
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment
Global Warming Potential		2,792	kg	Undefined			
(Insert line here)							

Εικόνα 61 : Καρτέλα εσωτερικής ενέργειας/GWP του πλαστικού PS

Αντίστοιχες καρτέλες υπάρχουν για όλα τα πλαστικά της εικόνας 59.

7.3.3.3 Επαναχρησιμοποίηση ή κλειστού τύπου ανακύκλωση πλαστικών (Reuse or Closed loop Recycling Plastics)

Το ποσοστό των πλαστικών που πηγαίνει για επαναχρησιμοποίηση ή κλειστού τύπου ανακύκλωση είναι το 1% επί του συνόλου αυτών. Στη καρτέλα που ακολουθεί φαίνεται το σενάριο διαχείρισης πλαστικών «επαναχρησιμοποίηση ή κλειστού τύπου ανακύκλωση».

Waste specification							
Name	Amount	Unit	Category	Comment			
Reuse or closed loop recycling plastics refrag	1	kg	Recycling				
Inputs							
Known inputs from technosphere (materials/fuels)							
Name	Amount	Unit	Distribution	SD ^{^2} or 2*SDMin	Max	Comment	
(Insert line here)							
Known inputs from technosphere (electricity/heat)							
Name	Amount	Unit	Distribution	SD ^{^2} or 2*SDMin	Max	Comment	
(Insert line here)							
Outputs							
Materials and/or waste types separated from waste stream							
Waste scenario/treatment	Material / Waste type	Percentage		Comment			
ABS reuse or closed loop recycling refrag	ABS refrag	100 %					
EPS reuse or closed loop recycling refrag	EPS refrag	100 %					
Flex PUR reuse or closed loop recycling refrag	Flex PUR refrag	100 %					
HDPE reuse or closed loop recycling refrag	HDPE refrag	100 %					
HI-PS reuse or closed loop recycling refrag	HI-PS refrag	100 %					
LDPE reuse or closed loop recycling refrag	LDPE refrag	100 %					
NBR reuse or closed loop recycling refrag	NBR refrag	100 %					
PA6 reuse or closed loop recycling refrag	PA 6 refrag	100 %					
PC reuse or closed loop recycling refrag	PC refrag	100 %					
PMMA reuse or closed loop recycling refrag	PMMA refrag	100 %					
PP reuse or closed loop recycling refrag	PP refrag	100 %					
PS reuse or closed loop recycling refrag	PS refrag	100 %					
PVC reuse or closed loop recycling refrag	PVC refrag	100 %					
Rigid PUR reuse or closed loop recycling refrag	Rigid PUR refrag	100 %					
SAN reuse or closed loop recycling refrag	SAN refrag	100 %					
EPDM reuse or closed loop recycling refrag	EPDM refrag	100 %					
Epoxy reuse or closed loop recycling refrag	Epoxy refrag	100 %					
PA6.6 reuse or closed loop recycling refrag	PA 6.6 refrag	100 %					
PBT reuse or closed loop recycling refrag	PBT refrag	100 %					
PIB reuse or closed loop recycling refrag	PIB refrag	100 %					
POM reuse or closed loop recycling refrag	POM refrag	100 %					
(Insert line here)							
Waste streams remaining after separation							
Waste scenario/treatment	Percentage	Comment					
Landfill refrag	100 %						
(Insert line here)							

Εικόνα 62 : Το σενάριο επαναχρησιμοποίησης ή κλειστού τύπου ανακύκλωσης των πλαστικών

Η κατηγορία αυτή 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 υλικού⁶⁹. Κατά συνέπεια το κέρδος τίθεται ίσο με το ποσοστό αυτό, του βάρους του αντίστοιχου υλικού ως πρώτη ύλη όπως ορίστηκε στην κατηγορία των υλικών. 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	Quantity	Category	Co	
ABS reuse or closed loop recycling refrag	All waste types	1	kg	Mass	Reuse or closed loop recycling		
Known outputs to technosphere. Avoided products							
Name	Amount	Unit	Distribution	SD ^{^2} or 2*SDMin	Max	Comment	
ABS refrag	0,75	kg	Undefined			credit is 75% plastics used	
(Insert line here)							
Known outputs to technosphere. Waste and emissions to treatment							
Name	Amount	Unit	Distribution	SD ^{^2} or 2*SDMin	Max	Comment	
Plastics, re-use, recyc. refrag	1	kg	Undefined				
(Insert line here)							

Εικόνα 63 : Επεξεργασία πλαστικού ABS και το κέρδος από την επαναχρησιμοποίηση ή κλειστού τύπου ανακύκλωση του

⁶⁹ VHK for the European Commission, Methodology Study Eco-design of Energy-using Products, MEEUP, Methodology Report, 2005

7.3.3.4 Θερμική ανακύκλωση πλαστικών (Thermal Recycling Plastics)

Το ποσοστό των πλαστικών που πηγαίνει για θερμική ανακύκλωση είναι το 80% επί του συνόλου αυτών. Στη καρτέλα που ακολουθεί φαίνεται το σενάριο διαχείρισης πλαστικών «θερμική ανακύκλωση».

Waste specification							
Name	Amount	Unit	Category	Comment			
Thermal recycling plastics refrag	1	kg	Recycling				
Inputs							
Known inputs from technosphere (materials/fuels)							
Name	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment	
(Insert line here)							
Known inputs from technosphere (electricity/heat)							
Name	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment	
(Insert line here)							
Outputs							
Materials and/or waste types separated from waste stream							
Waste scenario/treatment	Material / Waste type			Percentage	Comment		
ABS thermal recycling refrag	ABS refrag			100 %			
Epoxy thermal recycling refrag	Epoxy refrag			100 %			
EPDM thermal recycling refrag	EPDM refrag			100 %			
EPS thermal recycling refrag	EPS refrag			100 %			
Flex PUR thermal recycling refrag	Flex PUR refrag			100 %			
HDPE thermal recycling refrag	HDPE refrag			100 %			
HI-PS thermal recycling refrag	HI-PS refrag			100 %			
LDPE thermal recycling refrag	LDPE refrag			100 %			
NBR thermal recycling refrag	NBR refrag			100 %			
PA 6.6 thermal recycling refrag	PA 6.6 refrag			100 %			
PA 6 thermal recycling refrag	PA 6 refrag			100 %			
PC thermal recycling refrag	PC refrag			100 %			
PMMA thermal recycling refrag	PMMA refrag			100 %			
PP thermal recycling refrag	PP refrag			100 %			
PS thermal recycling refrag	PS refrag			100 %			
PVC thermal recycling refrag	PVC refrag			100 %			
Rigid PUR thermal recycling refrag	Rigid PUR refrag			100 %			
SAN thermal recycling refrag	SAN refrag			100 %			
POM thermal recycling refrag	POM refrag			100 %			
PIB thermal recycling refrag	PIB refrag			100 %			
PBT thermal recycling refrag	PBT refrag			100 %			
(Insert line here)							
Waste streams remaining after separation							
Waste scenario/treatment	Percentage	Comment					
Landfill refrag	100 %						
(Insert line here)							

Εικόνα 64 : Το σενάριο θερμικής ανακύκλωσης των πλαστικών

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. Παρατίθεται μια καρτέλα επειδή το ίδιο κέρδος ισχύει για όλα τα πλαστικά.

Waste specification							
Name	Default material / waste type	Amount	Unit	Quantity	Category	Comment	
HI-PS thermal recycling refrag	All waste types	1	kg	Mass	Thermal recycling		
Known outputs to technosphere. Avoided products							
Name	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment	
HI-PS (feedstock + GWP) refrag	0,75	kg	Undefined			credit is 75%	
(Insert line here)							
Known outputs to technosphere. Waste and emissions to treatment							
Name	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment	
Plastics, re-use, recyc. refrag	1	kg	Undefined				
(Insert line here)							

Εικόνα 65 : Επεξεργασία πλαστικού HI- PS και το κέρδος από τη θερμική ανακύκλωση του

7.3.3.5 Περιβαλλοντικό κόστος διάθεσης (Disposal, Environmental costs)

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

- Αποτέφρωση
- Ταφή
- Επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωση πλαστικών

Αποτέφρωση: Περιλαμβάνει τις επιπτώσεις από την καύση επικίνδυνων αποβλήτων σε χώρες της EU- 15. Ποσοστό 3% επί του συνόλου των πλαστικών καίγεται ως επικίνδυνα απόβλητα. Η καρτέλα της διεργασίας αυτής φαίνεται ακολούθως.

Waste specification							
Name	Default material / waste type	Amount	Unit	Quantity	Category	C	
Incinerated refrig	All waste types	1	kg	Mass	Disposal: Env costs		
Known outputs to technosphere. Avoided products							
Name		Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment
(Insert line here)							
Inputs							
Known inputs from nature (resources)							
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment
Energy, GER		67,3	MJ	Undefined			
(Insert line here)							
Known inputs from technosphere (materials/fuels)							
Name		Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment
(Insert line here)							
Known inputs from technosphere (electricity/heat)							
Name		Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment
(Insert line here)							
Outputs							
Emissions to air							
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment
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	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment
Heavy metals (Water)		5,677	mg	Undefined			
Eutrophication		324,58	mg	Undefined			
(Insert line here)							
Final waste flows							
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment
Waste, hazardous		1000	g	Undefined			
(Insert line here)							

Εικόνα 66 : Καρτέλα απαιτήσεων και επιπτώσεων αποτέφρωσης

Ταφή: Είναι η διαδικασία μεταφοράς και υγειονομικής ταφής σε χωματερή των ΑΗΗΕ. Περιλαμβάνει όλες τις επιπτώσεις των απαραίτητων διεργασιών προκειμένου να υλοποιηθεί η συγκεκριμένη διαδικασία. Το ποσοστό 3% των συσκευών που δεν ανακτάται, καθώς και τα εναπομείναντα κομμάτια από τα υλικά που ανακυκλώνονται ή καίγονται πηγαίνουν απευθείας για ταφή. Η καρτέλα της φαίνεται στη συνέχεια.

Waste specification							
Name	Default material / waste type	Amount	Unit	Quantity	Category		
Landfill refrig	All waste types	1	kg	Mass	Disposal: Env costs		
Known outputs to technosphere. Avoided products							
Name		Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment
(Insert line here)							
Inputs							
Known inputs from nature (resources)							
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment
Energy, GER		68,32	MJ	Undefined			
(Insert line here)							
Known inputs from technosphere (materials/fuels)							
Name		Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment
(Insert line here)							
Known inputs from technosphere (electricity/heat)							
Name		Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment
(Insert line here)							
Outputs							
Emissions to air							
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment
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	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment
Heavy metals (Water)		5,677	mg	Undefined			
Eutrophication		324,58	mg	Undefined			
(Insert line here)							
Final waste flows							
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment
Waste, non hazardous		1225,94	g	Undefined			
(Insert line here)							

Εικόνα 67 : Καρτέλα απαιτήσεων και επιπτώσεων υγειονομικής ταφής

Επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωση πλαστικών: Περιλαμβάνει το περιβαλλοντικό κόστος των διεργασιών διαχείρισης των επαναχρησιμοποιήσιμων κι ανακυκλώσιμων υλικών και τμημάτων. Η καρτέλα της διαδικασίας φαίνεται στη συνέχεια.

Waste specification							
Name	Default material / waste type	Amount	Unit	Quantity	Category		
Plastics, re-use, recyc. refrig	All waste types	1	kg	Mass	Disposal: Env costs		
Known outputs to technosphere. Avoided products							
Name		Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment
(Insert line here)							
Inputs							
Known inputs from nature (resources)							
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment
Energy, GER		6,507	MJ	Undefined			
Energy, electricity		0,01419	MJ	Undefined			
(Insert line here)							
Known inputs from technosphere (materials/fuels)							
Name		Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment
(Insert line here)							
Known inputs from technosphere (electricity/heat)							
Name		Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment
(Insert line here)							
Outputs							
Emissions to air							
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment
Global Warming Potential		0,4448	kg	Undefined			
Acidification Potential		2	g	Undefined			
Volatile Organic Compounds		0,133	mg	Undefined			
Persistent Organic Compounds		0,01631	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	SD^2 or 2*SDMin	Max	Comment
Heavy metals (Water)		0,00506	mg	Undefined			
Eutrophication		0,08589	mg	Undefined			

Final waste flows							
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	Distribution	SD ² or 2*SDMin	Max	Comment
Waste, hazardous		0,06	g	Undefined			
Waste, non hazardous		3,24	g	Undefined			
(Insert line here)							

Εικόνα 67 : Καρτέλα απαιτήσεων και επιπτώσεων επαναχρησιμοποίησης και ανακύκλωσης πλαστικών

8. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ ΤΩΝ ΔΥΟ ΟΙΚΙΑΚΩΝ ΨΥΚΤΙΚΩΝ ΣΥΣΚΕΥΩΝ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ SIMAPRO

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 (Analyze)
- 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), όπως αναφέραμε και στο 3^ο κεφάλαιο. 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 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.

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	Compartment	Subcompartment
Energy, GER	MJ	Raw	Energy, GER
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		

Εικόνα 68 : Χαρακτηρισμός των επιπτώσεων

Προς αποφυγή περιττών επισυνάψεων αναφέρουμε ότι σε κάθε κατηγορία αντιστοιχεί η ομώνυμη επίπτωση που ορίστηκε σε προηγούμενα κεφάλαια.

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 2 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	Impact category	Factor	Unit	
Energy Consumption	MJ	Energy, GER	1	MJ / MJ	
Water Consumption	l	Energy, electricity	0	MJ / MJ	
Environmental Emissions	g	Energy, feedstock	0	MJ / MJ	

Εικόνα 69 : Κατηγορίες αξιολόγησης ζημιάς – Κατανάλωση ενέργειας

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	Impact category	Factor	Unit	
Energy Consumption	MJ	Water, processing	1	l / l	
Water Consumption	l	Water, cooling	1	l / l	
Environmental Emissions	g				

Εικόνα 70 : Κατηγορίες αξιολόγησης ζημιάς – Κατανάλωση νερού

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.

Τέλος, φαίνεται η καρτέλα με τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

General		Characterisation		Damage assessment	
Damage category	Unit	Impact category	Factor	Unit	
Energy Consumption	MJ	air, GWP	0,013	g / g	
Water Consumption	l	air, AD	0,3	g / g	
Environmental Emissions	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	

Εικόνα 71 : Κατηγορίες αξιολόγησης ζημιάς – Περιβαλλοντικές επιπτώσεις

Οι συντελεστές στάθμισης προέκυψαν από την 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 είναι δεδομένο, καθ' οποιονδήποτε τρόπο, οι συγκεκριμένοι συντελεστές να 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.

8.1.2 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 διεργασίας ή υλικού, η ίδια ή το ίδιο, θα είναι πάνω από τις άλλες διεργασίες ή υλικά που περιλαμβάνονται σε αυτές.

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.

8.1.2 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 και 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.

8.1.3 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.

8.1.4 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. Σύγκριση θα γίνει στο 9^ο κεφάλαιο.

8.2 Ανάλυση κύκλου ζωής ψυγείου KIR

Η καρτέλα του κύκλου ζωής του ψυγείου KIR περιλαμβάνει το τελικό προϊόν που παράγεται, στο οποίο περιλαμβάνονται όλες οι διαδικασίες που λαμβάνουν χώρα για να προκύψει αυτό, τη χρήση ηλεκτρικής ενέργειας ίση με αυτή που καταναλώνεται από αυτό σε διάστημα δέκα ετών, τη μη ανάκτηση ψυκτικού, τη διαδρομή για την συντήρηση και το σύνολο των διεργασιών που εμπεριέχονται στο σενάριο τελικής του διάθεσης. Η καρτέλα αυτή είναι η εξής:

Name	Image	Comment				
Refrigerator (KIR) life cycle		KIR refrigerator is a 224 litres 1-door 1-compressor/1- cold circuit fridge w/o low-temp. compartment. Energy consumption/24h = 0,377 kWh Annual Energy consumption = 138 kWh EU Energy efficiency class A+ Climate class/climate zone SN - ST Life time: 10 years				
Status	None					
Assembly	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*Min	Max	Comment
Refrigerator (KIR)	1	p	Undefined			
Processes	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*Min	Max	Comment
Electricity refrig	1376,05	kWh	Undefined			137,605 kWh/y * 10 y
Not recovered R600a refrig	0,31	g	Undefined			1% of 31 g
Mini-van diesel refrig	5	km	Undefined			
(Insert line here)						
Waste/Disposal scenario						Comment
Disposal scenario (KIR)						WEEE Minimum Waste/Dematerialisation

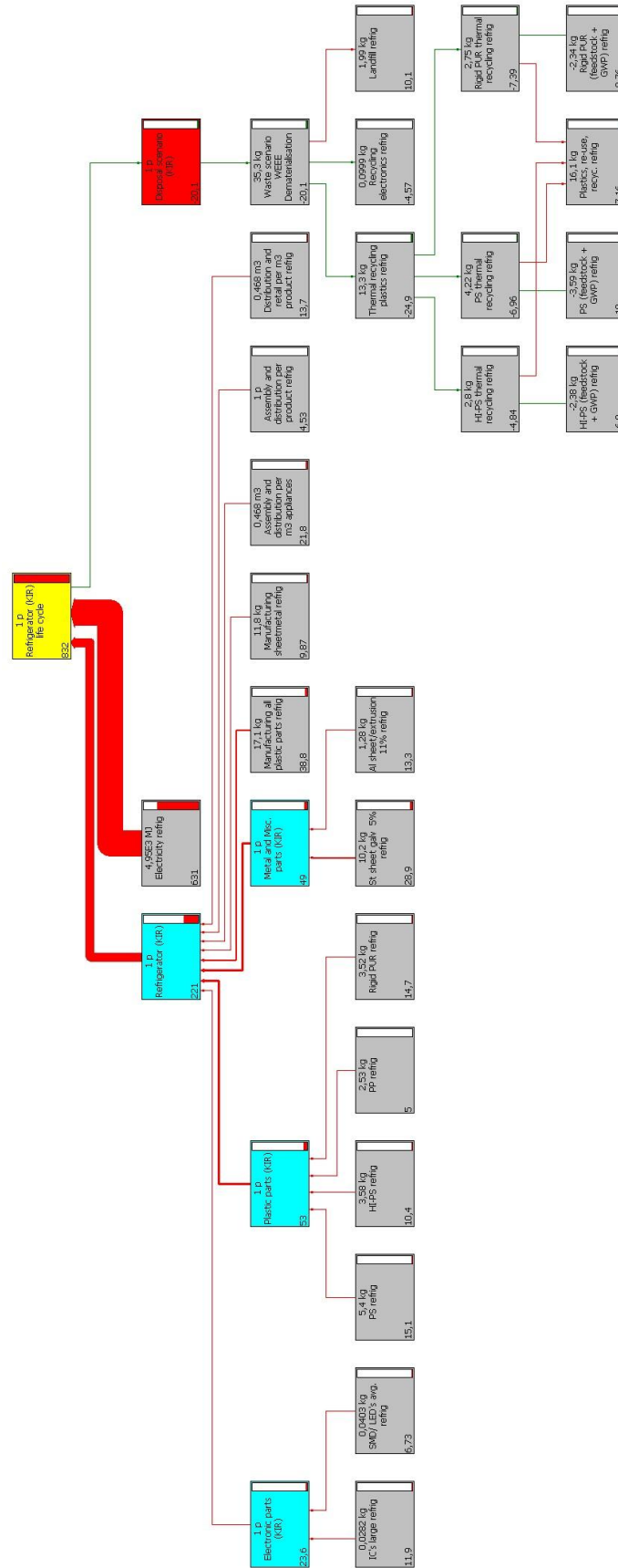
Εικόνα 72 : Καρτέλα κύκλου ζωής ψυγείου KIR

Από την παραπάνω καρτέλα προκύπτουν τα δίκτυα απεικόνισης και η αξιολόγηση του κύκλου ζωής που φαίνονται στις εικόνες που ακολουθούν. Αξίζει να αναφερθεί εδώ ότι, επειδή οι οικιακές ψυκτικές συσκευές αποτελούνται από πάρα πολλά κομμάτια/υλικά τα δίκτυα απεικόνισης είναι πολύ μεγάλου μεγέθους και παρουσιάζονται σε σμίκρυνση χωρίς μεγάλη ευκρίνεια. Έτσι, επιλέγουμε ένα ποσοστό αποκοπής της τάξεως του 0,5%. Διεργασίες που αποτελούν ποσοστό μικρότερου αυτού, στο κύκλο ζωής, δεν εμφανίζονται στο δίκτυο απεικόνισης.

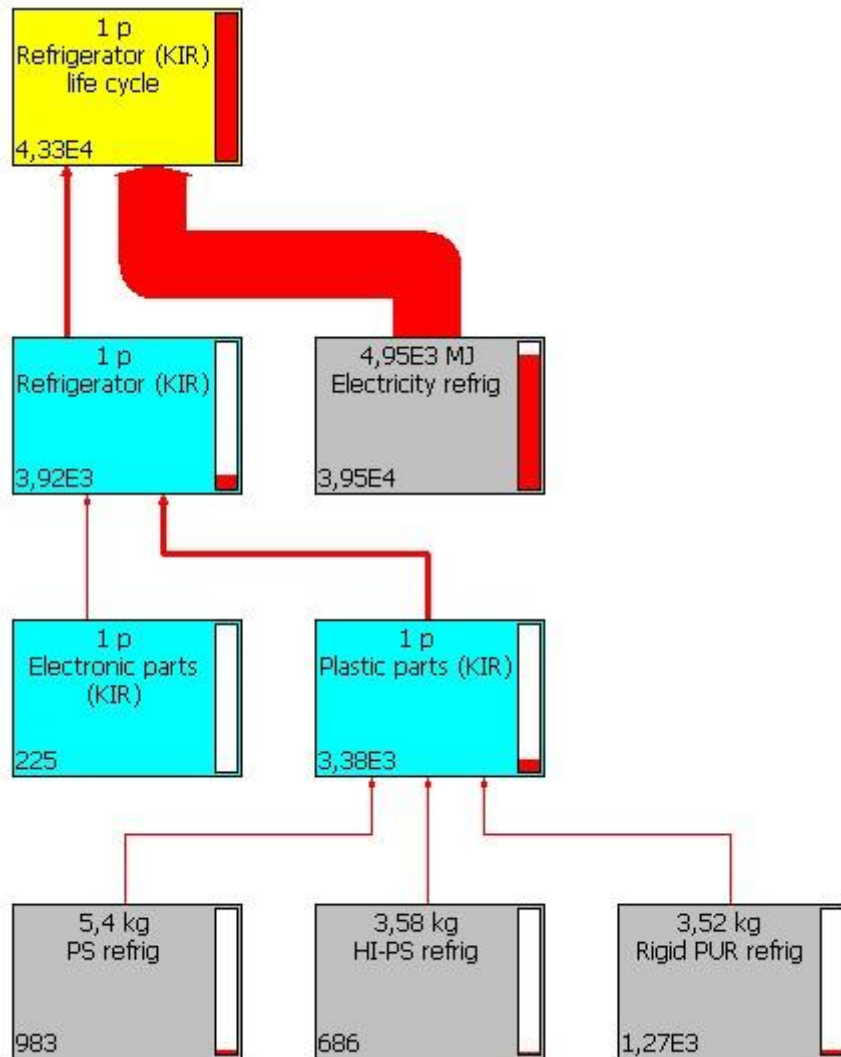
No	Substance	Compartment /	Unit	Total	Refrigerator (KIR)	Electricity refrig	Not recovered R600a refrig	Mini-van diesel refrig	Disposal sce (KIR)
1	Energy, caloric value of feedstock	Raw	MJ	-410	113	x	x	x	-523
2	Energy, caloric value of feedstock	Raw	MJ	761	766	x	x	x	-5,56
3	Energy, electricity	Raw	MJ	5,95E3	1,06E3	4,95E3	x	x	-65,6
4	Energy, GER	Raw	MJ	1,88E4	4,27E3	1,44E4	x	12	124
5	Water, cooling	Raw	m3	41,9	3,35	38,5	x	x	-0,0226
6	Water, processing	Raw	m3	1,48	0,565	0,963	x	x	-0,0455
7	Acidification Potential	Air	kg	4,8	1,06	3,72	x	0,00093	0,0193
8	Global Warming Potential	Air	kg	832	221	631	0,00248	0,93	-20,1
9	Heavy metals	Air	mg	457	142	248	x	2,6	64,9
10	Particulate Matter	Air	kg	2,57	1,74	0,0795	x	0,0441	0,705
11	Persistent Organic Compounds	Air	ng	433	322	94,7	x	x	16,6
12	Poly-cyclic aromatic Hydrocarbons	Air	g	1,17	1,15	0,0285	x	0,0026	-0,00779
13	Volatile Organic Carbons	Air	mg	13,1	7,47	5,44	x	0,194	-0,000589
14	Volatile Organic Compounds	Air	mg	9,75	7,51	x	x	x	2,24
15	Eutrophication	Water	g	18,2	17,2	0,444	x	x	0,542
16	Heavy metals (Water)	Water	mg	479	399	93,2	x	x	-12,8
17	Waste, hazardous	Waste	g	621	127	x	x	x	494
18	Waste, non hazardous	Waste	kg	34,2	31,8	x	x	x	2,41

Analysing 1 p 'Refrigerator (KIR) life cycle'; Method: EUP Indicatoren Mak V1.00

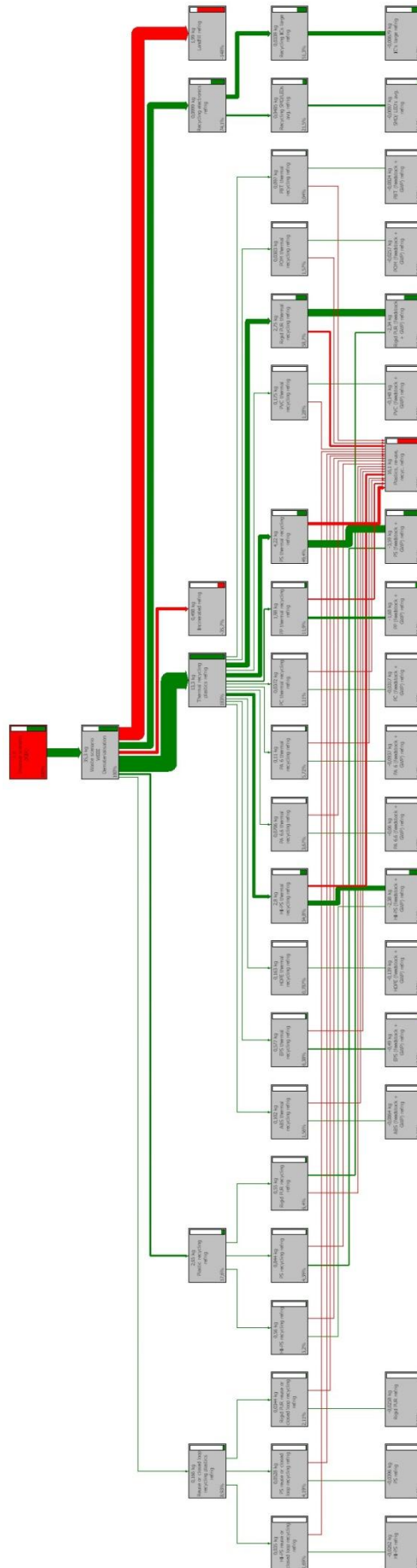
Εικόνα 73 : LCI του κύκλου ζωής του ψυγείου KIR



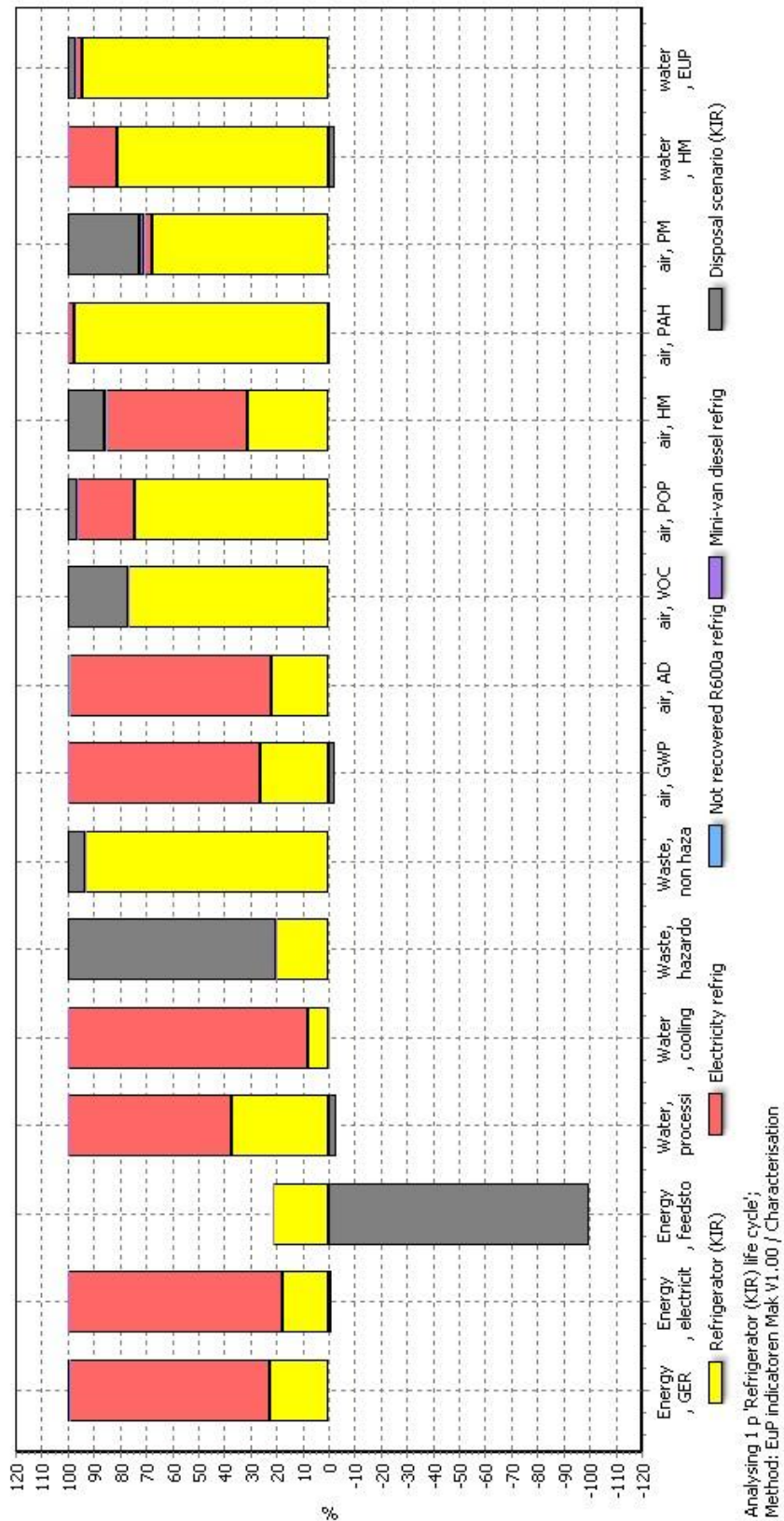
Διάγραμμα 1 : Αποτύπωμα άνθρακα του κύκλου ζωής του ψυγείου KIR



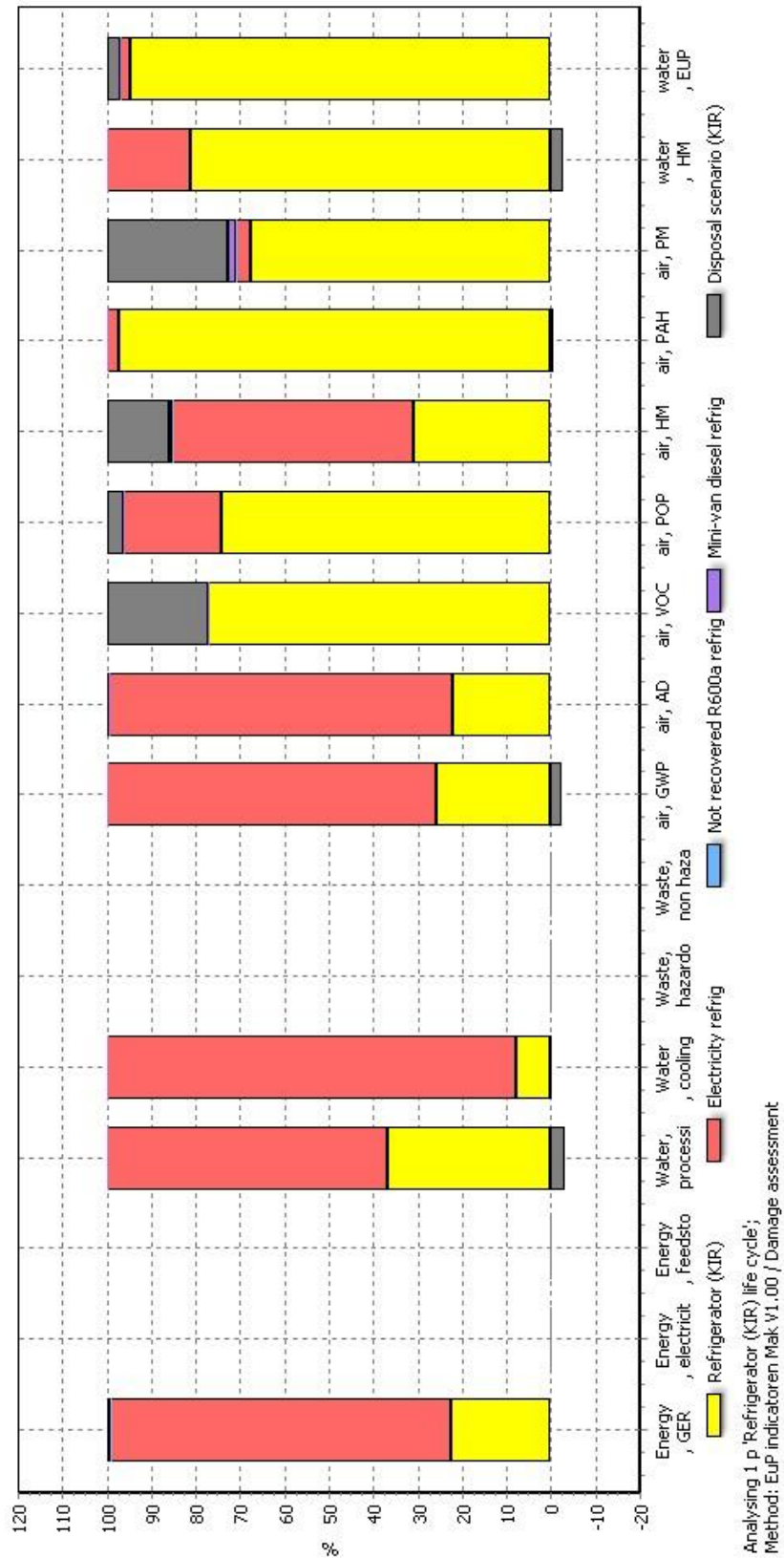
Διάγραμμα 3 : Κατανάλωση νερού (1) για όλο το κύκλο ζωής του ψυγείου KIR



Διάγραμμα 4 : Συνολική περιβαλλοντική επιβάρυνση του σταδίου διάθεσης (KIR)



Διάγραμμα 5 : Χαρακτηρισμός απαιτήσεων και επιπτώσεων, κύκλου ζωής ψυγείου KIR



Διάγραμμα 6 : Εκτίμηση ζημιάς απαιτήσεων και επιπτώσεων, κύκλου ζωής ψυγείου KIR

8.3 Ανάλυση κύκλου ζωής καταψύκτη GSD

Η καρτέλα του κύκλου ζωής του καταψύκτη GSD, ομοίως περιλαμβάνει το τελικό προϊόν που παράγεται, στο οποίο περιλαμβάνονται όλες οι διαδικασίες που λαμβάνουν χώρα για να προκύψει αυτό, τη χρήση ηλεκτρικής ενέργειας ίση με αυτή που καταναλώνεται από αυτό σε διάστημα δέκα ετών, τη μη ανάκτηση ψυκτικού, τη διαδρομή για την συντήρηση και το σύνολο των διεργασιών που εμπεριέχονται στο σενάριο τελικής του διάθεσης. Η καρτέλα αυτή είναι η εξής:

Name	Image	Comment
Freezer (GSD) life cycle		GSD freezer is a 97 litres 1-door 1-compressor/1- cold circuit upright freezer. Energy consumption/24h = 0,528 kWh Annual Energy consumption = 193 kWh EU Energy efficiency class A+ Climate class/climate zone SN - ST Life time: 10 years
Status	<input type="text" value="None"/>	
Assembly	Amount	Unit
Freezer (GSD)	1	p
Processes	Amount	Unit
Electricity refrig	1927,2	kWh
Not recovered R600a refrig	0,5	g
Mini-van diesel refrig	5	km
(Insert line here)		
Waste/Disposal scenario		Comment
Disposal scenario (GSD)		WEEE Minimum Waste/Dematerialisation

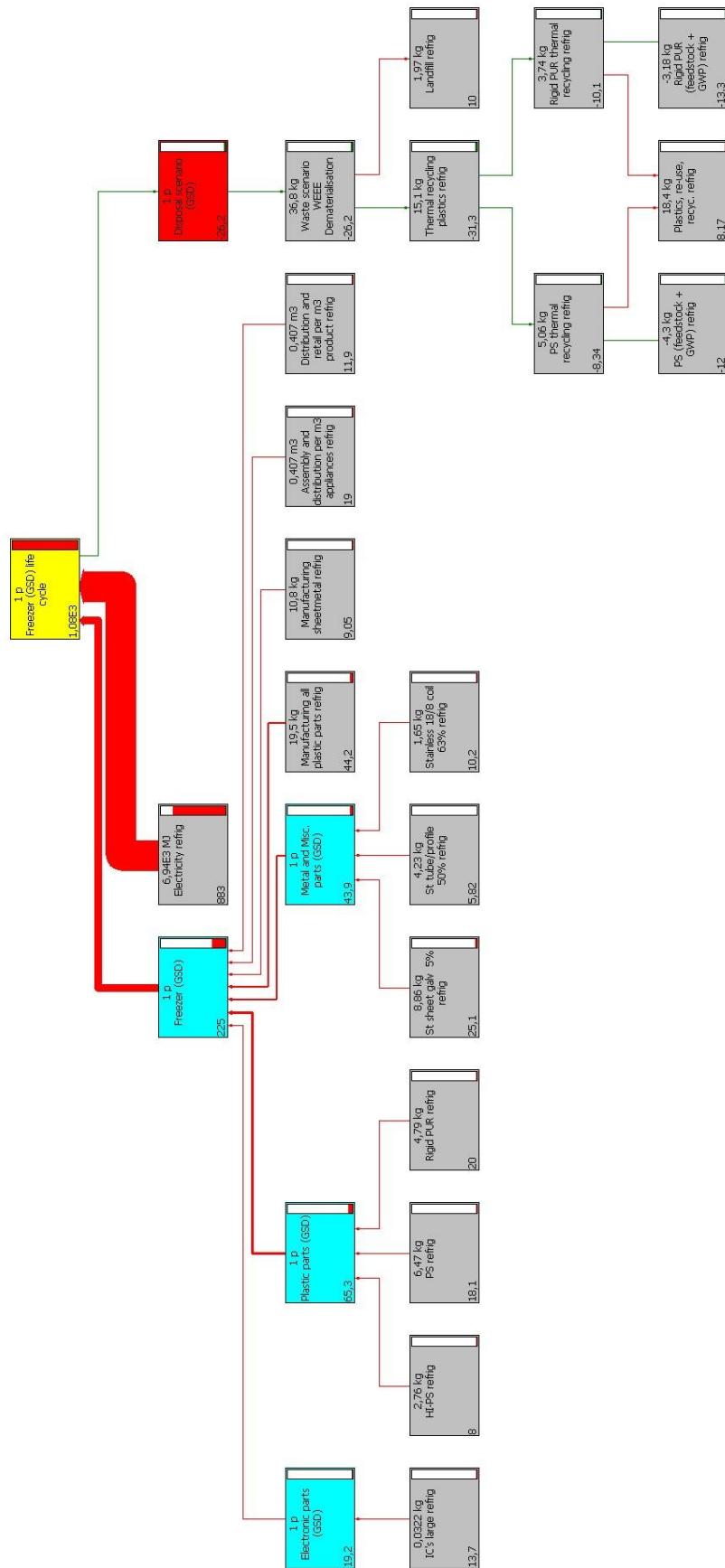
Εικόνα 74 : Καρτέλα κύκλου ζωής καταψύκτη GSD

Από την παραπάνω καρτέλα προκύπτουν τα δίκτυα απεικόνισης και η αξιολόγηση του κύκλου ζωής που φαίνονται στις εικόνες που ακολουθούν. Ομοίως, επιλέγουμε ένα ποσοστό αποκοπής της τάξεως του 0,5%. Διεργασίες που αποτελούν ποσοστό μικρότερου αυτού, στο κύκλο ζωής, δεν εμφανίζονται στο δίκτυο απεικόνισης.

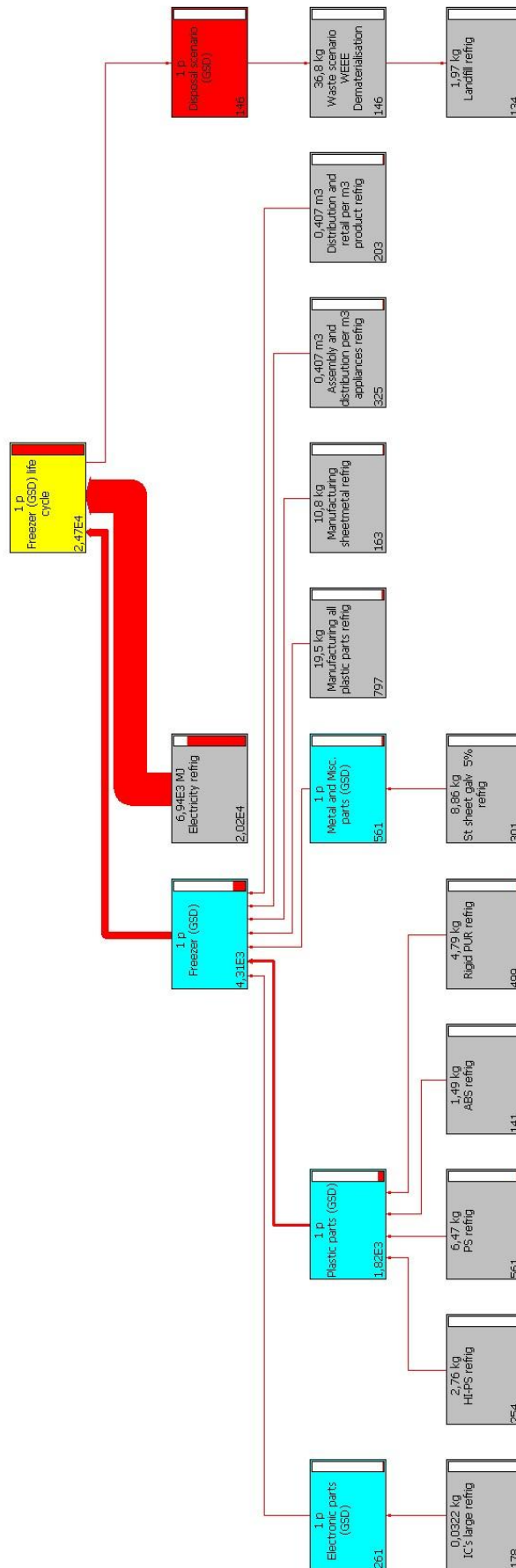
No	Substance	Compartment	Unit	Total	Freezer (GSD)	Electricity refig	Not recovered R600a refig	Mini-van diesel refig	Disposal scen (GSD)
1	Energy, caloric value of feedstock	Raw	MJ	-369	213	x	x	x	-582
2	Energy, caloric value or feedstock	Raw	MJ	742	748	x	x	x	-5,43
3	Energy, electricity	Raw	MJ	7,94E3	1,05E3	6,94E3	x	x	-43
4	Energy, GER	Raw	MJ	2,47E4	4,31E3	2,02E4	x	12	146
5	Water, cooling	Raw	m3	58,3	4,38	54	x	x	-0,0305
6	Water, processing	Raw	m3	2,12	0,813	1,35	x	x	-0,043
7	Acidification Potential	Air	kg	6,37	1,12	5,21	x	0,00093	0,0345
8	Global Warming Potential	Air	kg	1,08E3	225	883	0,004	0,93	-26,2
9	Heavy metals	Air	mg	784	362	347	x	2,6	72,6
10	Particulate Matter	Air	kg	2,49	1,55	0,111	x	0,0441	0,778
11	Persistent Organic Compounds	Air	ng	462	313	133	x	x	16,5
12	Poly-cyclic aromatic Hydrocarbons	Air	g	1,19	1,16	0,0399	x	0,0026	-0,0122
13	Volatile Organic Carbons	Air	mg	14,3	6,47	7,62	x	0,194	-0,000412
14	Volatile Organic Compounds	Air	mg	10	7,48	x	x	x	2,55
15	Eutrophication	Water	g	36	34,9	0,622	x	x	0,464
16	Heavy metals (Water)	Water	mg	692	579	130	x	x	-17,6
17	Waste, hazardous	Waste	g	756	190	x	x	x	565
18	Waste, non hazardous	Waste	kg	32,7	30,4	x	x	x	2,4

Analysing 1 p 'Freezer (GSD) life cycle'; Method: EuP indicatoren Mak V1.00

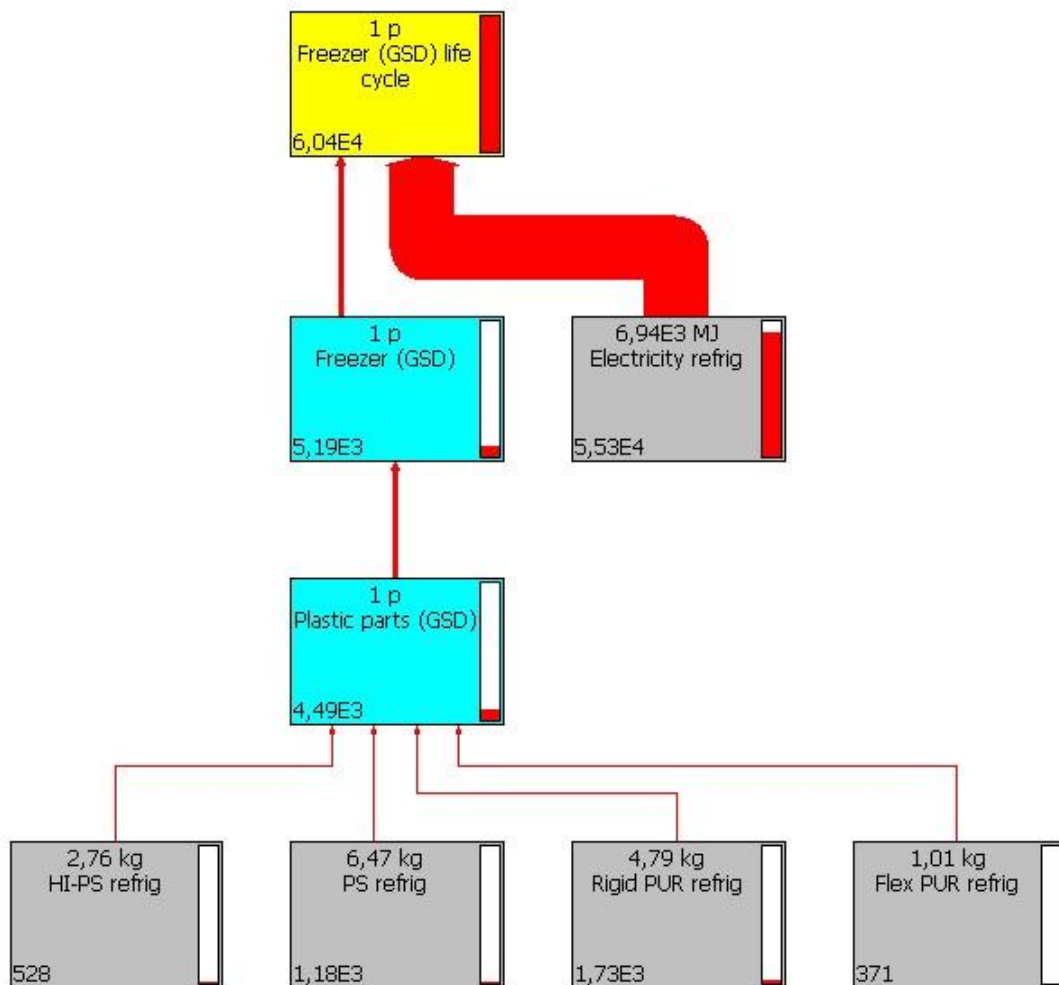
Εικόνα 75 : LCI του κύκλου ζωής του καταψύκτη GSD



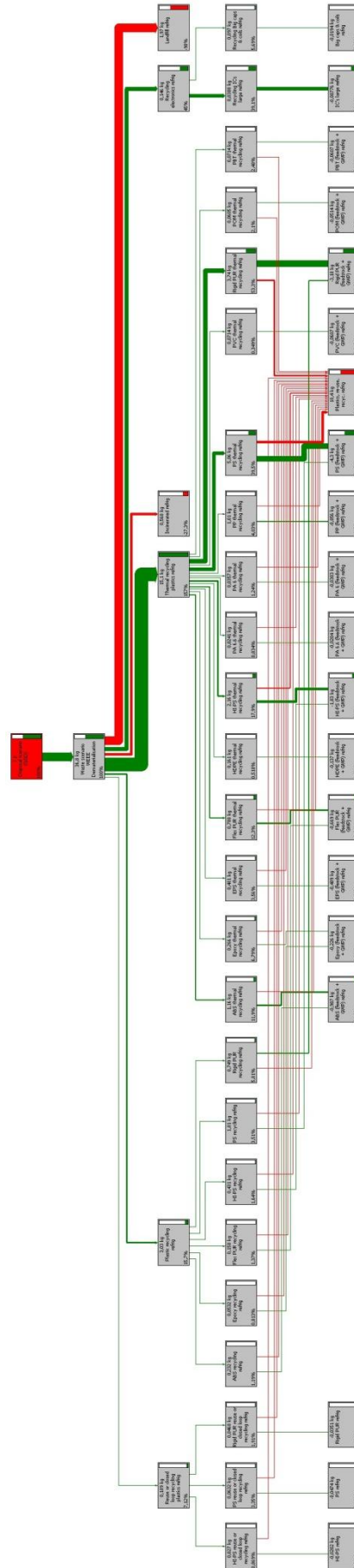
Διάγραμμα 7 : Αποτύπωμα άνθρακα του κύκλου ζωής του καταψύκτη GSD



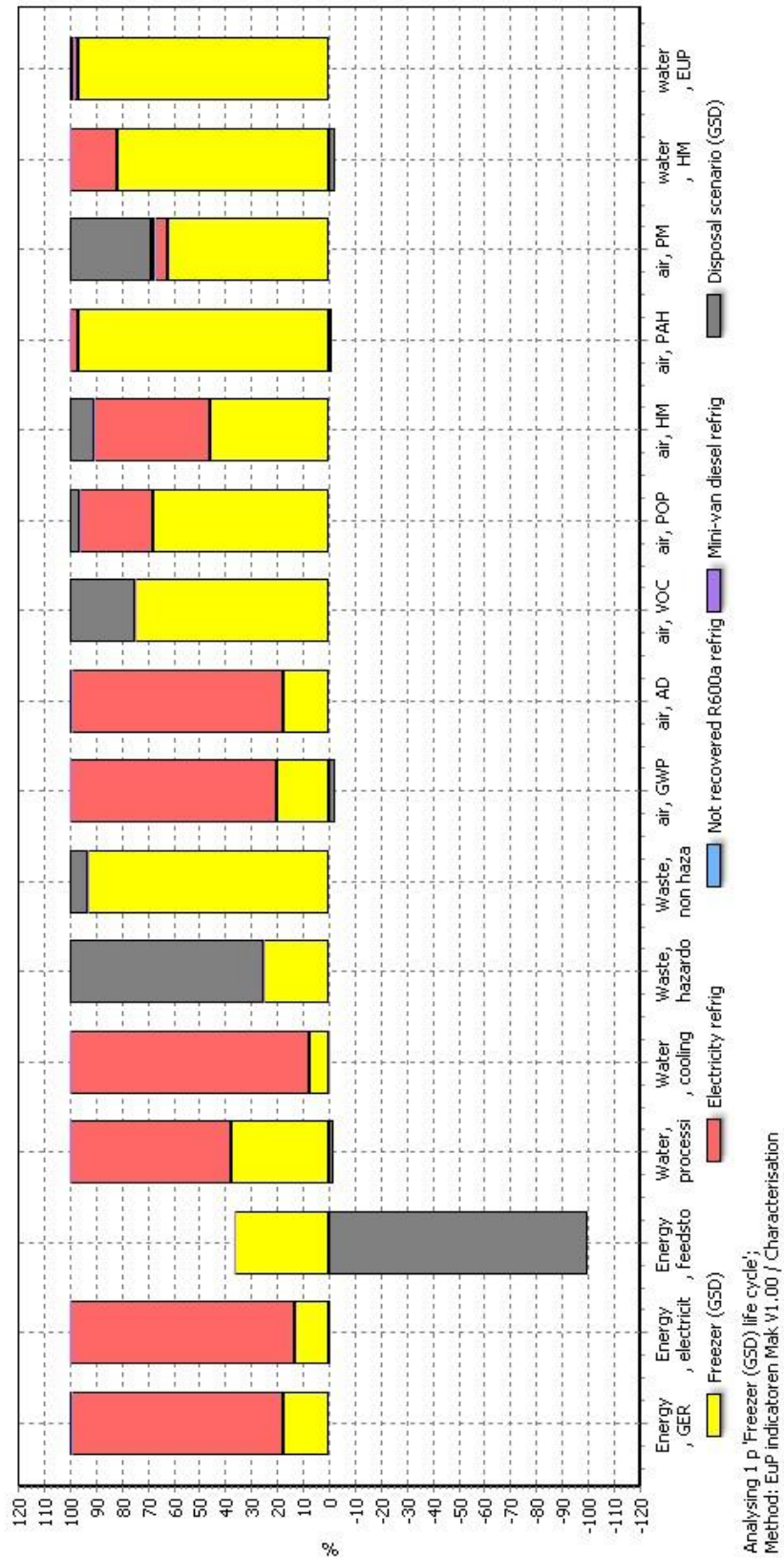
Διάγραμμα 8 : Κατανάλωση ενέργειας (MJ) για όλο το κύκλο ζωής του καταψύκτη GSD



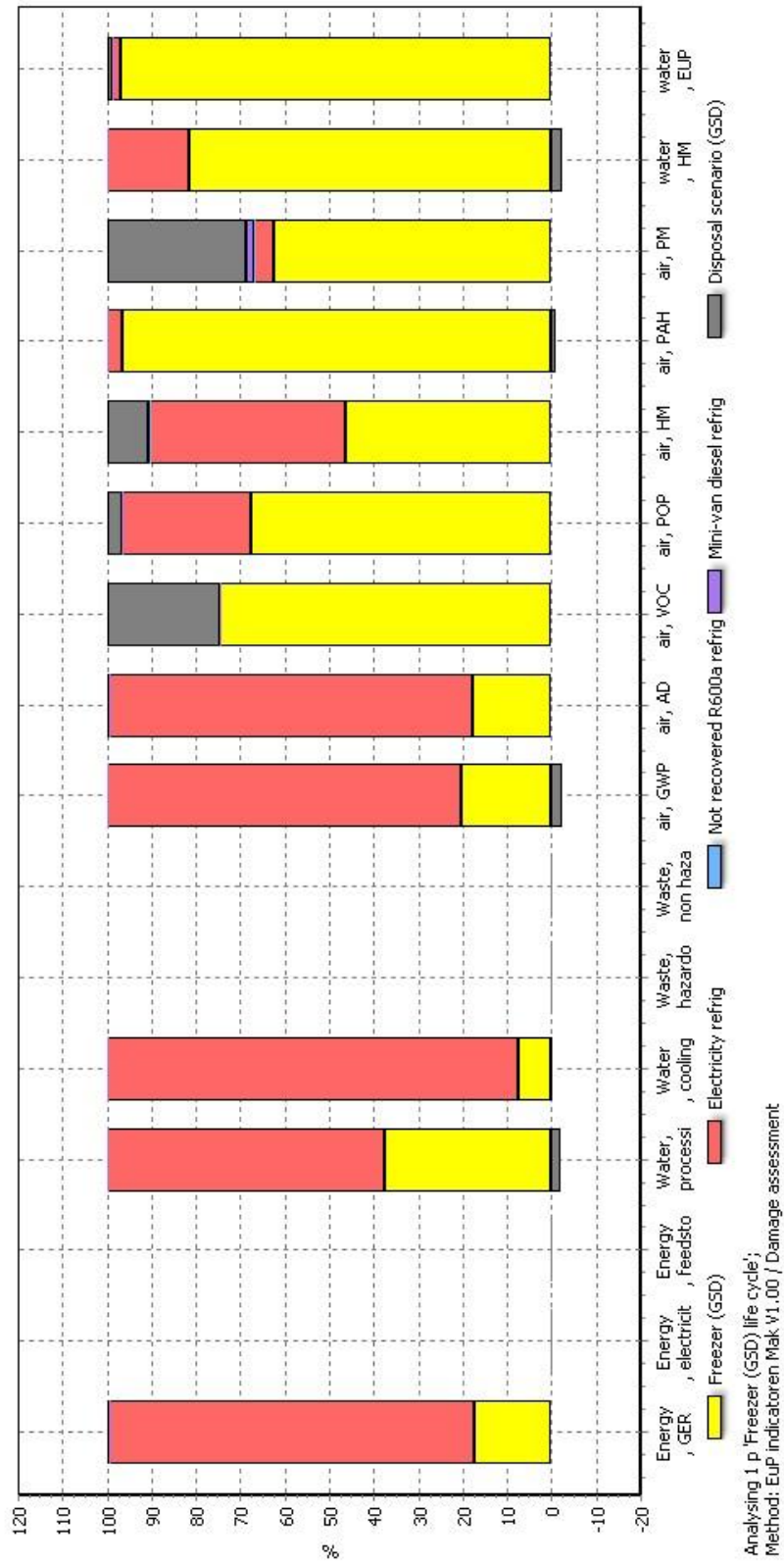
Διάγραμμα 9 : Κατανάλωση νερού (1) για όλο το κύκλο ζωής του καταψύκτη GSD



Διάγραμμα 10 : Συνολική περιβαλλοντική επιβάρυνση του σταδίου διάθεσης (GSD)



Διάγραμμα 11 : Χαρακτηρισμός απαιτήσεων και επιπτώσεων, κύκλου ζωής καταψύκτη GSD



Διάγραμμα 12 : Εκτίμηση ζημιάς απαιτήσεων και επιπτώσεων, κύκλου ζωής καταψύκτη GSD

8.4 Συμπεράσματα

Από τα παραπάνω διαγράμματα είναι φανερό ότι ο καταψύκτης GSD επιβαρύνει περισσότερο το περιβάλλον, λόγω της μεγαλύτερης του κατανάλωσης ενέργειας, σε σχέση με το ψυγείο KIR. Όμως, στο επόμενο κεφάλαιο θα δούμε τελικά τι βαθμολογία περιβαλλοντικής αξιολόγησης θα πάρει σε σχέση με άλλες συσκευές της κατηγορίας του.

9. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΒΑΘΜΟΛΟΓΗΣΗ

9.1 Οικολογική Απόδοση

Η οικολογική απόδοση είναι ένα νέο εξελισσόμενο κριτήριο περιβαλλοντικής αξιολόγησης με ευρεία εφαρμογή στα θέματα βιώσιμης ανάπτυξης. Μέσω της διαμόρφωσης λειτουργικών οικολογικών δεικτών, που προσαρμόζονται στα χαρακτηριστικά κάθε προϊόντος και συστήματος που μελετάται, εξετάζεται η περιβαλλοντική απόδοση αυτού.

Όπως αναφέραμε και σε προηγούμενο κεφάλαιο η ανάπτυξη της αγοράς με στόχο την παραγωγικότητα και το κέρδος έχει προκαλέσει περιβαλλοντικές επιπτώσεις που έχουν υποκινήσει παγκόσμια ανησυχία. Ως έκφραση αυτής της ανησυχίας προέκυψε, ήδη από τον περασμένο αιώνα, η ιδέα της βιώσιμης ανάπτυξης, η οποία πρέπει να ικανοποιεί οικολογικούς, κοινωνικούς και οικονομικούς αντικειμενικούς στόχους⁷⁰. Το Διεθνές Επιχειρηματικό Συμβούλιο για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη (World Business Council for Sustainable Development - WBCSD) ορίζει επτά κριτήρια οικολογικής απόδοσης:

- Ελαχιστοποίηση της έντασης (intensity) των υλικών για τη δημιουργία αγαθών
- Ελαχιστοποίηση της έντασης ενέργειας για τη δημιουργία αγαθών
- Ελαχιστοποίηση της διασποράς τοξικών
- Ενίσχυση της δυνατότητας ανακύκλωσης των υλικών
- Μεγιστοποίηση της χρήσης ανανεώσιμων πόρων
- Αύξηση του χρόνου ζωής των προϊόντων
- Αύξηση της δυνατότητας ανάκτησης των αγαθών

Η οικολογική απόδοση δεν εξασφαλίζει οπωσδήποτε βιωσιμότητα, διευκολύνει όμως να κινηθούμε προς αυτόν το στόχο. Στη περίπτωση της ανάπτυξης προϊόντων, η οικολογική τους αποδοτικότητα πρέπει να προβλέπεται ήδη από τη φάση του σχεδιασμού τους. Αυτό είναι το επίκεντρο της Πράσινης Μηχανικής (Green Engineering), που είναι μια προσέγγιση που σχετίζεται στενά με την οικολογική απόδοση και επιδιώκει να επιτύχει τη βιωσιμότητα μέσω της τεχνολογίας και της επιστήμης⁷¹.

⁷⁰ Ελένη Συρράκου, Ανάπτυξη και εφαρμογή μεθοδολογίας περιβαλλοντικής αξιολόγησης σε ηλεκτροχρωμικά παράθυρα, Πανεπιστήμιο Πατρών, Σχολή Θετικών Επιστημών, 2005

⁷¹ Υπάρχει άμεσος συσχετισμός μεταξύ Πράσινης Μηχανικής και οικολογικού σχεδιασμού

9.2 Δείκτες οικολογικής απόδοσης

Για να μετρηθεί η οικολογική απόδοση και να πραγματοποιηθεί η περιβαλλοντική βαθμολόγηση, είναι απαραίτητο να χρησιμοποιηθούν δείκτες περιβαλλοντικής απόδοσης, για τους οποίους πρέπει να διαμορφωθεί ένα πλαίσιο σύγκρισης. Οι δείκτες αυτοί πρέπει να βασίζονται σε σημαντικά περιβαλλοντικά ζητήματα όπως:

- Πρώτες ύλες που χρησιμοποιούνται
- Χρησιμοποιούμενη ενέργεια ετησίως
- Εξοικονόμηση ενέργειας
- Ποσοστό του περιεχομένου του προϊόντος που μπορεί να ανακυκλωθεί
- Επικίνδυνα απόβλητα που δημιουργούνται
- Εκπομπές συγκεκριμένων ρύπων στον αέρα
- Εκπεμπόμενος θόρυβος
- Υγρά απόβλητα που αποβάλλονται
- Επικίνδυνα απόβλητα που εξουδετερώνονται με πρόληψη της ρύπανσης

Με τις λευκές συσκευές να επηρεάζονται κυρίως από τις παραμέτρους : ενέργειας, εξάντλησης πόρων, κατανάλωσης νερού και αποτυπώματος άνθρακα⁷² επιλέγονται και δημιουργούνται οι εξής τέσσερις δείκτες για την περιβαλλοντική βαθμολόγηση:

1. Ενεργειακή αποδοτικότητα
2. Αποτύπωμα άνθρακα
3. Κατανάλωση νερού
4. Ανακυκλωσιμότητα

9.2.1 Ενεργειακή αποδοτικότητα (Energy Efficiency)

Ουσιαστικά προκύπτει από τη βαθμολόγηση των ενεργειακών κλάσεων, όπως φαίνεται στον πίνακα 22. Σύμφωνα με την επίσημη εφημερίδα της ΕΕ αποτελεί το πρώτο βήμα για βελτίωση μιας οικιακής ψυκτικής συσκευής, αφού το στάδιο χρήσης (κατανάλωση ενέργειας) αποτελεί το 90-95% του συνολικού κύκλου ζωής της, και στην εκτίμηση των ερωτηθέντων, η οποία παρουσιάζεσαι παρακάτω, προκύπτει ως ο πιο σημαντικός δείκτης από τους τέσσερις. Υπολογίζεται όπως ακριβώς αναφέραμε στο 5^ο κεφάλαιο για κάθε κατηγορία ψυκτικών συσκευών και στην ουσία είναι δύο οι κλίμακες βαθμολόγησης, παρόλο που παρουσιάζονται ως μια στον πίνακα 22. Οι κλίμακες είναι δύο γιατί ο EEI προκύπτει ως ποσοστό (π.χ. 22% = A+++), που μετράται σε σύγκριση με τη συσκευή D (EEI = 100%) της ίδιας κατηγορίας οικιακών

⁷² Reinhard Otto et al. , “Assessment of the Environmental Impact of Household Appliances”, Appliance Magazine, 2006

ψυκτικών συσκευών. Έτσι, είναι πιο σωστή η σύγκριση και η βαθμολόγηση των κατηγοριών με τον πίνακα βαθμολογίας απλά να είναι ο ίδιος.

Κλάση ενεργειακή αποδοτικότητας	Βαθμολογία
A+++	10
A++	9
A+	8
A	7
B	6
C	5
D	4
E	3
F	2
G	1

Πίνακας 22 : Βαθμός δείκτη ενεργειακής αποδοτικότητας

Ο δείκτης ενεργειακής αποδοτικότητας σχετίζεται μέσω της κατανάλωσης ενέργειας με τους δείκτες του αποτυπώματος άνθρακα και της κατανάλωσης νερού, όμως επειδή ουσιαστικά είναι η ενεργειακή κλάση λαμβάνει υπόψη του και άλλους τομείς όπως την κλιματική κλάση, το τύπο της συσκευής κ.α. (κεφάλαιο 5).

9.2.2 Αποτύπωμα άνθρακα (Carbon Footprint)

Είναι η ποσότητα σε κιλά ισοδύναμου διοξειδίου του άνθρακα (CO₂ eq) που εκπέμπεται καθ' όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής (10 έτη) της συσκευής. Η τιμή του προκύπτει από την AKZ που κάναμε, μέσω του λογισμικού Simapro (τιμή GWP), στο προηγούμενο κεφάλαιο και αποτελεί έναν επίσης σημαντικό δείκτη γιατί η μείωση της τιμής του είναι ισοδύναμη με τη μείωση των αερίων του θερμοκηπίου.

Η κλίμακα βαθμολογίας του προέκυψε ως εξής:

- Από τον EEI των δύο συσκευών υπολογίσαμε σύμφωνα με τη συσκευή κλάσης D (EEI = 100%) τις ανώτερες καταναλώσεις ενέργειας για κάθε ενεργειακή κλάση (των δύο κατηγοριών ψυκτικών συσκευών)
- Με τις καταναλώσεις αυτές και θεωρώντας ότι οι συσκευές των δύο κατηγοριών έχουν τα ίδια τεχνικά χαρακτηριστικά, στάδιο παραγωγής και στάδιο διάθεσης με το ψυγείο KIR και καταψύκτη GSD αντίστοιχα, υπολογίσαμε μέσω του λογισμικού Simapro τις τιμές του αποτυπώματος άνθρακα για κάθε ενεργειακή κλάση
- Θέλοντας ο βαθμός 10 να αντιστοιχεί σε πολύ χαμηλό αποτύπωμα άνθρακα (συμβολισμός GWP) δεν δώσαμε αντίστοιχη τιμή και ξεκινήσαμε με το 9 να

αντιστοιχεί στο GWP να αντιστοιχεί στην ενεργειακή κλάση A+++ και ετοιμάσαμε τις αρχικές κλίμακες ως οδηγό

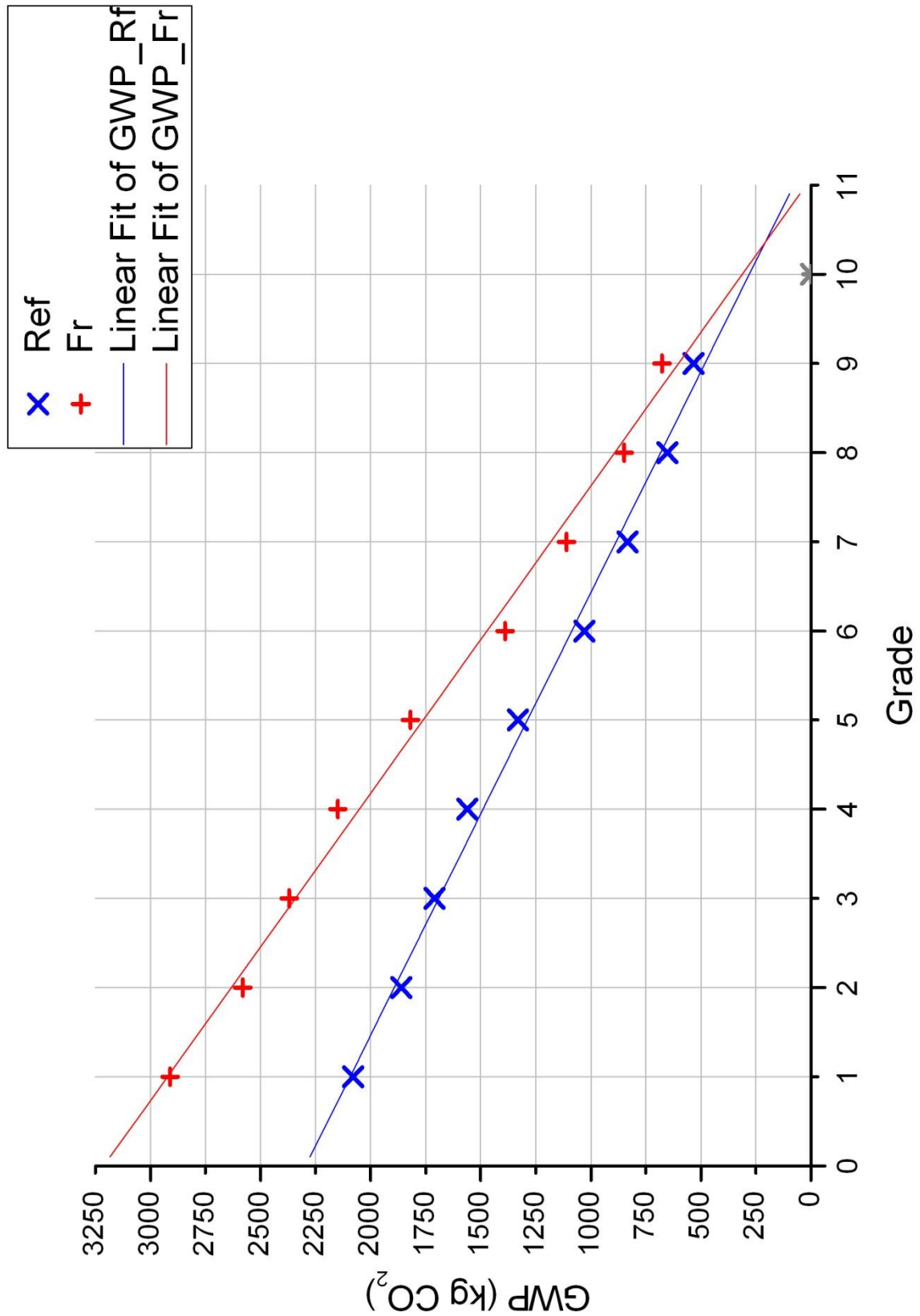
GWP	Βαθμολογία
-	10
533	9
653	8
834	7
1030	6
1330	5
1560	4
1710	3
1860	2
2080	1

Πίνακας 23 : Αρχική κλίμακα βαθμολόγησης ψυγείου KIR

GWP	Βαθμολογία
-	10
677	9
849	8
1110	7
1390	6
1820	5
2150	4
2370	3
2580	2
2910	1

Πίνακας 24 : Αρχική κλίμακα βαθμολόγησης καταψύκτη GSD

- Τοποθετώντας τις παραπάνω τιμές στο πρόγραμμα Origin pro v7.5 και δίνοντας την εντολή να βρει την ιδανική ευθεία προέκυψαν τα διαγράμματα των αντίστοιχων κατηγοριών
- Από την εξίσωση που περιγράφει την ευθεία ($y = Ax + B$) και τα A και B γνωστά μέσω εντολής του προγράμματος προκύπτουν οι νέες τιμές (μετατοπισμένα σημεία) και η κλίμακα βαθμολόγησης μας
- Τέλος σε ένα υπολογιστικό φύλλο του Excel μπορούμε με τις νέες κλίμακες για κάθε y (GWP) να βρίσκουμε τον αντίστοιχο βαθμό x



Διάγραμμα 13 : Η βέλτιστες ευθείες GWP – Βαθμολόγηση για τις δύο συσκευές

Μονόπορτο ψυγείο KIR: $y = -201,52 x + 2295,36$

GWP	Βαθμολογία
280,16	10
481,68	9
683,20	8
884,72	7
1086,24	6
1287,76	5
1489,28	4
1690,80	3
1892,32	2
2093,36	1

Πίνακας 25 : Τελική κλίμακα βαθμολόγησης ψυγείου KIR

Από το διάγραμμα για GWP μεγαλύτερο του 2250 (ακριβής τιμή 2295,36) ο βαθμός ισούται με 0.

Κατακόρυφος καταψύκτης GSD: $y = -290,08 x + 3212,19$

GWP	Βαθμολογία
311,39	10
601,47	9
891,55	8
1181,63	7
1471,71	6
1761,79	5
2051,87	4
2341,95	3
2632,03	2
2922,11	1

Πίνακας 26 : Τελική κλίμακα βαθμολόγησης καταψύκτη GSD

Από το διάγραμμα για GWP μεγαλύτερο του 3200 (ακριβής τιμή 3212,19) ο βαθμός ισούται με 0.

Από τις δύο κλίμακες προκύπτει ότι ο βαθμός 10 δεν αντιστοιχεί σε $GWP = 0$. Η τιμή 0 θα ήταν η βέλτιστη από περιβαλλοντικής απόψεως, όμως στη παρούσα τεχνολογική φάση δεν είναι δυνατή.

9.2.3 Κατανάλωση νερού (Water Consumption)

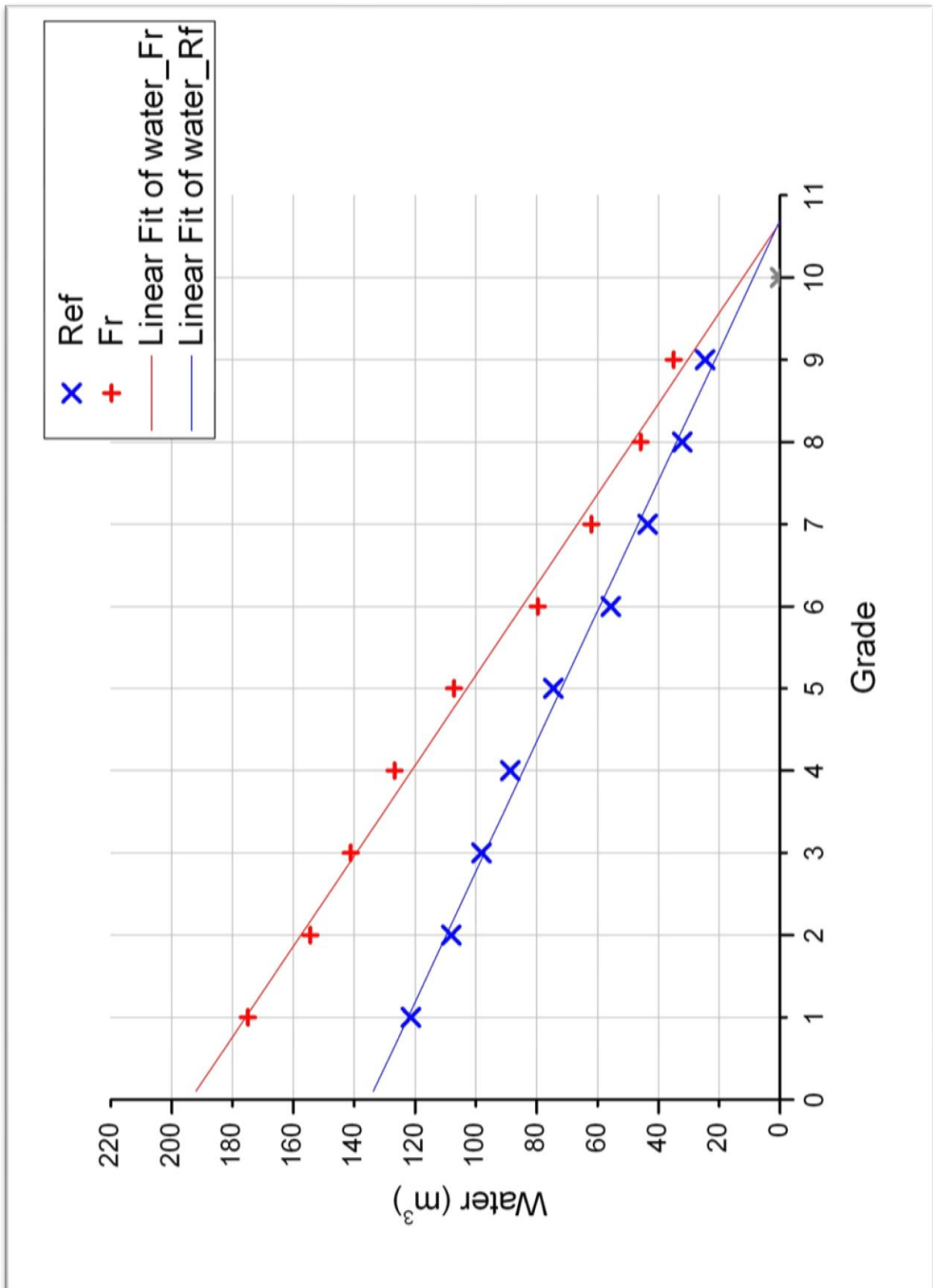
Είναι η ποσότητα σε κυβικά μέτρα του νερού που καταναλώνεται καθ' όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής (10 έτη) της συσκευής. Επιλέχθηκε ως δείκτης γιατί αποτελεί έναν πολύ σημαντικό πόρο, ο οποίος μειώνεται σταδιακά λόγω της υπερθέρμανσης του πλανήτη. Η τιμή του προκύπτει από την AKZ που κάναμε, μέσω του λογισμικού Simapro (τιμή Water cooling + Water processing), στο προηγούμενο κεφάλαιο. Η κλίμακα βαθμολογίας του προέκυψε ακριβώς όπως και η κλίμακα του GWP με τις αντίστοιχες τιμές:

Water Cons.	Βαθμολογία
-	10
24,63	9
32,11	8
43,49	7
55,68	6
74,54	5
88,69	4
98,12	3
108,05	2
121,39	1

Πίνακας 27 : Αρχική κλίμακα βαθμολόγησης ψυγείου KIR

Water Cons.	Βαθμολογία
-	10
35	9
45,76	8
62,06	7
79,69	6
107,25	5
126,75	4
141,08	3
154,41	2
174,91	1

Πίνακας 28 : Αρχική κλίμακα βαθμολόγησης καταψύκτη GSD



Διάγραμμα 14 : Η βέλτιστες ευθείες Water Cons. – Βαθμολόγηση για τις δύο συσκευές

Μονόπορτο ψυγείο KIR: $y = -12,62 x + 134,95$

Water Cons.	Βαθμολογία
8,75	10
21,37	9
33,99	8
46,61	7
59,23	6
71,85	5
84,47	4
97,09	3
109,71	2
122,33	1

Πίνακας 29 : Τελική κλίμακα βαθμολόγησης ψυγείου KIR

Από το διάγραμμα για Water Cons. μεγαλύτερο του 130 (ακριβής τιμή 134,95) ο βαθμός ισούται με 0.

Κατακόρυφος καταψύκτης GSD: $y = -18,18 x + 193,88$

Water Cons.	Βαθμολογία
12,08	10
30,26	9
48,44	8
66,62	7
84,80	6
102,98	5
121,16	4
139,34	3
157,52	2
175,70	1

Πίνακας 30 : Τελική κλίμακα βαθμολόγησης καταψύκτη GSD

Από το διάγραμμα για Water Cons. μεγαλύτερο του 190 (ακριβής τιμή 193,88) ο βαθμός ισούται με 0.

Ομοίως, από τις δύο κλίμακες προκύπτει ότι ο βαθμός 10 δεν αντιστοιχεί σε Water Cons. = 0. Η τιμή 0 θα ήταν η βέλτιστη από περιβαλλοντικής απόψεως, όμως στη παρούσα τεχνολογική φάση δεν είναι δυνατή.

9.2.4 Ανακυκλωσιμότητα (Recycle Rate)

Ο βαθμός της ανακυκλωσιμότητας προκύπτει από τον πίνακα 31 και είναι το ακριβές ποσοστό το οποίο τελικά ανακυκλώνεται, βάσει το εκάστοτε σενάριο διάθεσης και διαχείρισης των ΑΗΗΕ. Ως δείκτης έχει ιδιαίτερη σημασία γιατί σχετίζεται άμεσα με τη μείωση της εξάντλησης πόρων και παραγωγής ΑΗΗΕ.

Ποσοστό Ανακύκλωσης	Βαθμολογία
100%	10
90%	9
80%	8
70%	7
60%	6
50%	5
40%	4
30%	3
20%	2
10%	1

Πίνακας 31 : Βαθμός δείκτη ανακυκλωσιμότητας

9.3 Συντελεστές βαρύτητας δεικτών

Οι τέσσερις δείκτες, όπως προκύπτει από την βιβλιογραφία χωρίς να ορίζεται κάποια συγκεκριμένη τιμή, δεν έχουν την ίδια βαρύτητα ως προς το ποσοστό που επηρεάζουν την περιβαλλοντική βαθμολογία. Μη θέλοντας να πάρουμε μια αυθαίρετη εκτίμηση, προβήκαμε σε μια έρευνα, ρωτώντας δέκα άτομα, τα οποία έχουν κάποια σχέση με το αντικείμενο της. Από τις απαντήσεις των ατόμων αυτών προκύπτει η εκτίμηση των συντελεστών βαρύτητας, όπως φαίνεται στην εικόνα 76, για τις οικιακές ψυκτικές συσκευές⁷³.

⁷³ Για άλλες κατηγορίες λευκών συσκευών οι συντελεστές βαρύτητας μπορεί να έχουν διαφορετικά ποσοστά

Εκτίμηση συντελεστών βαρύτητας των τεσσάρων περιβαλλοντικών δεικτών					
Δείκτες (%)					
A/A Ερωτηθέντων	Energy Efficiency	GWP	Water Consumption	Recycle Rate	
1	35	30	10	25	
2	35	35	5	25	
3	75	5	12	8	
4	15	30	25	30	
5	80	5	5	10	
6	50	20	5	25	
7	40	20	30	10	
8	35	35	10	20	
9	55	15	5	25	
10	45	25	5	25	
	465	220	112	203	
Σενάριο 1	1,86	0,88	0,45	0,81	

Εικόνα 76 : Η εκτίμηση των συντελεστών βαρύτητας

9.4 Βαθμολόγηση των δύο συσκευών

Ψυγείο KIR:

1. Το KIR είναι ένα μονόπορτο, εντοιχιζόμενο ψυγείο 224 λίτρων, χωρίς θάλαμο κατάψυξης, με έναν συμπιεστή/κύκλωμα ψύξης, σχεδιασμένο για κλιματική κλάση SN-ST και ετήσια κατανάλωση ενέργειας 138 kWh. Έτσι, έχει κλάση ενεργειακής αποδοτικότητας A+ → βαθμός δείκτη Energy Efficiency = 8
2. Όπως αναφέραμε στην §7.3.3 (σελ.115) το σενάριο διάθεσης που έχει επιλεγεί για το ψυγείο είναι το “WEEE Minimum Waste/Dematerialisation”, με τη μόνη διαφορά ότι το ποσοστό ανάκτησης/επεξεργασίας είναι 97%.
Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζεται η κατανομή των υλικών στο Bill Of Materials για το ψυγείο KIR.

Distribution				
Plastic	Metal	Electronic	Paper	
16,44	14,98	0,097	0,62	kg
51,15%	46,61%	0,30%	1,93%	

Πίνακας 32 : Κατανομή υλικών στο BOM του ψυγείου KIR

Εκ των οποίων έχουμε:

- Πλαστικά στοιχεία: από το 51,15% το 97% πηγαίνει για επεξεργασία = 49,615%, ενώ τελικά το 97% αυτού ανακυκλώνεται (επαναχρησιμοποίηση 1%, ανακύκλωση 16%, θερμική ανακύκλωση 80%) και το 3% πηγαίνει για καύση επικίνδυνων ουσιών. Δηλαδή το τελικό ποσοστό ανακύκλωσης είναι 48,13%
- Μεταλλικά στοιχεία: από το 46,61% το 97% πηγαίνει για επεξεργασία = 45,212%, ενώ τελικά το 95% αυτού ανακυκλώνεται και το 5% πηγαίνει για ταφή. Δηλαδή το τελικό ποσοστό ανακύκλωσης είναι 42,95%
- Ηλεκτρονικά στοιχεία: από το 0,30% το 97% πηγαίνει για επεξεργασία = 0,29%, ενώ τελικά το 100% αυτού ανακυκλώνεται (με την προϋπόθεση ότι τα ηλεκτρονικά μέρη μπορούν να αποσυναρμολογηθούν εύκολα από τη συσκευή ώστε να τεμαχιστούν ξεχωριστά⁷⁴)
- Χαρτί: από το 1,93% το 97% πηγαίνει για επεξεργασία = 1,87%, ενώ τελικά το 100% αυτού ανακυκλώνεται

Αθροίζοντας τα παραπάνω ποσοστά προκύπτει ότι το τελικό ποσοστό ανακύκλωσης της συσκευής είναι ίσο με 93,24% \approx 93,2% \rightarrow βαθμός δείκτη Recycle Rate = 9,32

3. Από την AKZ μέσω του προγράμματος Simapro και το LCI αυτής (εικόνα 73, σελ.131) προκύπτει ότι το αποτύπωμα άνθρακα της συσκευής είναι ίσο με 832 kg CO₂ eq. Τοποθετώντας τη τιμή αυτή στο υπολογιστικό φύλλο του Excel (Πίνακας 33) που αναφέραμε και στη §9.2.2 \rightarrow βαθμός δείκτη GWP = 7,26
4. Ομοίως για τη κατανάλωση νερού από το LCI (εικόνα 73) και το άθροισμα των Water cooling και Water processing προκύπτει η τιμή 43,38 m³, η οποία μέσω του ίδιου υπολογιστικού φύλλου Excel (Πίνακας 33) \rightarrow βαθμός δείκτη Water Consumption = 7,26.

⁷⁴ VHK for the European Commission, Methodology Study Eco-design of Energy-using Products, MEEUP, Methodology Report, 2005

Refrigerator index	$x=(y-B)/A$ GWP	$x=(y-B)/A$ Water
A	-201,52	-12,62
B	2295,36	134,95
y	832	43,38
x	7,26	7,26

Πίνακας 33 : Υπολογισμός βαθμών των δεικτών GWP & Water Cons.

Για την τελική βαθμολόγηση γίνεται σύνθεση των τεσσάρων δεικτών. Ο βαθμός του κάθε δείκτη πολλαπλασιάζεται με τον αντίστοιχο συντελεστή βαρύτητας και η βαθμολόγηση του ψυγείου KIR προκύπτει από τον μέσο όρο του αθροίσματος αυτών των γινομένων.

Τιμές Δεικτών				
	Energy Ef.(βαθμός)	Recycle Rate (%)	GWP (kg CO2)	Water Cons. (m3)
Εισαγωγή τιμών:	8,0	93,20	832,0	43,38
Βαθμός δείκτη:	8,00	9,32	7,26	7,26
Συντελεστές βαρύτητας :	1,86	0,81	0,88	0,45
Τελικός βαθμός δείκτη :	14,88	7,55	6,39	3,27
Τελική Βαθμολογία συσκευής:			8,02	

Εικόνα 77 : Βαθμολόγηση ψυγείου KIR

Καταψύκτης GSD:

1. Ο GSD είναι ένας μονόπορτος, κατακόρυφος καταψύκτης 97 λίτρων, με έναν συμπιεστή/κύκλωμα ψύξης, σχεδιασμένος για κλιματική κλάση SN-ST και ετήσια κατανάλωση ενέργειας 193 kWh. Έτσι, έχει κλάση ενεργειακής αποδοτικότητας A+ → βαθμός δείκτη Energy Efficiency = 8
2. Ομοίως, το σενάριο διάθεσης που έχει επιλεγεί για τον καταψύκτη είναι το “WEEE Minimum Waste/Dematerialisation”, με τη μόνη διαφορά ότι το ποσοστό ανάκτησης/επεξεργασίας είναι 97%.

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζεται η κατανομή των υλικών στο Bill Of Materials για τον καταψύκτη GSD

Distribution			
Plastic	Metal	Electronic	Paper
19,5	15,06	0,14	0,25
55,77%	43,07%	0,40%	0,71%

Πίνακας 34 : Κατανομή υλικών στο BOM του καταψύκτη GSD

Εκ των οποίων έχουμε:

- Πλαστικά στοιχεία: από το 55,77% το 97% πηγαίνει για επεξεργασία = 54,097%, ενώ τελικά το 97% αυτού ανακυκλώνεται (επαναχρησιμοποίηση 1%, ανακύκλωση 16%, θερμική ανακύκλωση 80%) και το 3% πηγαίνει για καύση επικίνδυνων ουσιών. Δηλαδή το τελικό ποσοστό ανακύκλωσης είναι 52,47%
- Μεταλλικά στοιχεία: από το 43,07% το 97% πηγαίνει για επεξεργασία = 41,778%, ενώ τελικά το 95% αυτού ανακυκλώνεται και το 5% πηγαίνει για ταφή. Δηλαδή το τελικό ποσοστό ανακύκλωσης είναι 39,68%
- Ηλεκτρονικά στοιχεία: από το 0,40% το 97% πηγαίνει για επεξεργασία = 0,39%, ενώ τελικά το 100% αυτού ανακυκλώνεται (με την προϋπόθεση ότι τα ηλεκτρονικά μέρη μπορούν να αποσυναρμολογηθούν εύκολα από τη συσκευή ώστε να τεμαχιστούν ξεχωριστά⁷⁵)
- Χαρτί: από το 0,71% το 97% πηγαίνει για επεξεργασία = 0,69%, ενώ τελικά το 100% αυτού ανακυκλώνεται

Αθροίζοντας τα παραπάνω ποσοστά προκύπτει ότι το τελικό ποσοστό ανακύκλωσης της συσκευής είναι ίσο με $93,23\% \approx 93,2\%$ → βαθμός δείκτη Recycle Rate = 9,32

3. Από την AKZ μέσω του προγράμματος Simapro και το LCI αυτής (εικόνα 75, σελ.139) προκύπτει ότι το αποτύπωμα άνθρακα της συσκευής είναι ίσο με 1080 kg CO₂ eq. Τοποθετώντας τη τιμή αυτή στο υπολογιστικό φύλλο του Excel (Πίνακας 35) που αναφέραμε και στη §9.2.2 → βαθμός δείκτη GWP = 7,35
4. Ομοίως για τη κατανάλωση νερού από το LCI (εικόνα 75) και το άθροισμα των Water cooling και Water processing προκύπτει η τιμή 60,42 m³, η οποία μέσω του ίδιου υπολογιστικού φύλλου Excel (Πίνακας 35) → βαθμός δείκτη Water Consumption = 7,34

⁷⁵ VHK for the European Commission, Methodology Study Eco-design of Energy-using Products, MEEUP, Methodology Report, 2005

Freezer index	$x=(y-B)/A$ GWP	$x=(y-B)/A$ Water
A	-290,08	-18,18
B	3212,19	193,88
y	1080	60,42
x	7,35	7,34

Πίνακας 35 : Υπολογισμός βαθμών των δεικτών GWP & Water Cons.

Για την τελική βαθμολόγηση γίνεται σύνθεση των τεσσάρων δεικτών όπως και παραπάνω. Ο βαθμός του κάθε δείκτη πολλαπλασιάζεται με τον αντίστοιχο συντελεστή βαρύτητας και η βαθμολόγηση του καταψύκτη GSD προκύπτει από τον μέσο όρο του αθροίσματος αυτών των γινομένων.

Τιμές Δεικτών				
	Energy Ef.(βαθμός)	Recycle Rate (%)	GWP (kg CO2)	Water Cons. (m3)
Εισαγωγή τιμών:	8,0	93,20	1080,0	60,42
Βαθμός δείκτη:	8,0	9,32	7,35	7,34
Συντελεστές βαρύτητας :	1,86	0,81	0,88	0,45
Τελικός βαθμός δείκτη :	14,88	7,55	6,47	3,30
Τελική Βαθμολογία συσκευής:			8,05	

Εικόνα 78 : Βαθμολόγηση καταψύκτη GSD

Παρατηρούμε λοιπόν, ότι παρόλο που ο καταψύκτης GSD επιβαρύνει περισσότερο το περιβάλλον (όπως προέκυψε στο 8^ο κεφάλαιο), λόγω της υψηλότερης κατανάλωσης ενέργειας -σε σχέση με το ψυγείο KIR- τελικά παίρνει καλύτερη βαθμολογία, γιατί στη κατηγορία του βρίσκεται σε καλύτερο επίπεδο απ’ ότι το ψυγείο KIR στην αντίστοιχη δική του.

9.5 Στατιστική Ανάλυση

Στατιστική αξιολόγηση ερωτηματολογίου εκτιμήσεων

Από το ερωτηματολόγιο που εστάλη στα δέκα άτομα για τις εκτιμήσεις τους (εικόνα 76, σελ.157) στη σημαντικότητα των τεσσάρων δεικτών, προέκυψαν οι παρακάτω μέσοι όροι (Πίνακας 36). Προκειμένου να θεωρήσουμε αξιόπιστες τις εκτιμήσεις αυτές, πρέπει να ελέγξουμε την στατιστική τους σημαντικότητα (εάν είναι διάφοροι του μηδενός, μέσω έλεγχου t), καθώς και εάν οι μεταξύ τους διαφορές είναι στατιστικά σημαντικές (έλεγχος άνονα).

Descriptives

εκτιμήσεις	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval		Minimum	Maximum
					Mean			
					Lower Bound	Upper Bound		
ENERGY	10	46,50	19,59	6,19	32,48	60,51	15,00	80,00
GWP	10	22,00	11,10	3,51	14,05	29,94	5,00	35,00
WATER	10	11,20	9,95	3,51	3,80	20,44	5,00	30,00
RECYCLE	10	20,30	7,94	2,51	14,61	25,98	8,00	30,00
Total	40	25,92	18,05	2,92	19,98	31,85	5,00	80,00

Πίνακας 36 : Πίνακας Descriptives από το λογισμικό SPSS, vol 13

Για τον δείκτη Energy Efficiency : 46,5% (τυπική απόκλιση : 6,19) , δείκτης GWP : 22% (τ.α.: 3,51), δείκτης Water Consumption : 12,12 % (τ.α.: 3,52) και δείκτης Recycle Rate : 20,3% (τ.α.: 2,51). (σε παρενθέσεις οι τυπικές αποκλίσεις σύμφωνα με υπολογισμούς από το στατιστικό πρόγραμμα spss,vol13)

Για την στατιστική σημαντικότητα της εκτίμησης του κάθε δείκτη, θα κάνουμε την μηδενική υπόθεση : $H_0: \mu_i = 0$, έναντι της εναλλακτικής $H_1: \mu_i \neq 0$, ότι ο κάθε δείκτης είναι διάφορος του μηδενός (όπου $i = 0$ κάθε δείκτης) . Θα πάρουμε 5% επίπεδο σημαντικότητας, και θα το συγκρίνουμε με την τιμή ελέγχου p-value. Εάν η p-value ή sig(2-tailed) είναι μικρότερη του επιπέδου σημαντικότητας 5%,τότε θα απορρίπτουμε την H_0 , που σημαίνει ότι οι δείκτες μας είναι σημαντικοί σε επίπεδο σημαντικότητας 5%. Από το πρόγραμμα του spss προκύπτει:

One-Sample Test

	Test Value = 0					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
recycle	8,080	9	,000	20,30000	14,6165	25,9835
Energy_Efficiency	7,508	9	,000	46,50000	32,4890	60,5110
GWP	6,264	9	,000	22,00000	14,0556	29,9444
water	3,907	9	,004	11,20000	4,7151	17,6849

Πίνακας 37 : Τεστ στατιστικής σημαντικότητας

Δηλαδή:

$p\text{-value}_{\text{gwp}} = 0,00 < 0,05$, άρα ο δείκτης GWP είναι στατιστικά σημαντικός

$p\text{-value}_{\text{energy}} = 0,00 < 0,05$, άρα ο δείκτης Energy Efficiency είναι στατιστικά σημαντικός

$p\text{-value}_{\text{water}} = 0,004 < 0,05$, άρα ο δείκτης Water Consumption είναι στατιστικά σημαντικός

$p\text{-value}_{\text{recycle}} = 0,00 < 0,05$, άρα ο δείκτης Recycle Rate είναι στατιστικά σημαντικός

Στο δεύτερο στάδιο για να εξετάσουμε εάν οι μέσες εκτιμήσεις διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά, θα πραγματοποιήσουμε έλεγχο μέσω ANOVA test. Η ανάλυση διακύμανσης (Analysis of Variance – ANOVA)⁷⁶ αποτελεί τη φυσική επέκταση της διαδικασίας ελέγχου του μέσου όρου ενός ή περισσότερων πληθυσμών. Η διαδικασία ANOVA στηρίζεται (όπως και ο έλεγχος t) στην κανονικότητα των δεδομένων για κάθε επίπεδο πληθυσμού (θα γίνει έλεγχος μέσω normality test) και στην ομοιογένεια των ευρημάτων (θα εξετασθεί μέσω του Homogeneity test).

Υπόθεση: δεν υπάρχει διαφορά στους μέσους σταθμικούς των δεικτών ($H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$), έναντι: υπάρχει στατιστικά διαφορά ($H_1: \mu_1 \neq \mu_2$ ή $\mu_1 \neq \mu_3$ ή $\mu_2 \neq \mu_3$ ή $\mu_1 \neq \mu_4$ ή $\mu_2 \neq \mu_4$ ή $\mu_3 \neq \mu_4$).

Τεστ κανονικής κατανομής μέσω Kolmogorov-Smirnov:

- H_0 : οι εκτιμήσεις κάθε δείκτη ακολουθούν κανονική κατανομή έναντι
- H_1 : δεν ακολουθούν κανονική κατανομή

⁷⁶ Cardinal, Rudolf N.; Aitken, Michael R. F. (2006), «ANOVA for the behavioral sciences researcher», Mahwah, NJ, US: Lawrence Erlbaum Associates Publishers. (2006). xvi 448 pp

	Kolmogorov-Smirnov(a)			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Energy_Efficiency	,179	10	,200(*)	,934	10	,486
GWP	,164	10	,200(*)	,907	10	,259
water	,265	10	,054	,730	10	,002
recycle	,323	10	,004	,805	10	,017

(* This is a lower bound of the true significance, a Lilliefors Significance Correction)

Πίνακας 38 : Τεστ κανονικής κατανομής (Tests of Normality)

Τα p-value (sig.) τριών δεικτών (GWP, Energy Efficiency και οριακά Water Consumption) είναι αντίστοιχα 0,2 , 0,2 και 0,054 > 5%, και σύμφωνα με αυτό το τεστ ακολουθούν κανονική κατανομή (αποδεκτή η υπόθεση H_0).

Το p-value του δείκτη Recycle Rate δεν μας δίνει ένδειξη για κανονικότητα, αλλά επειδή είναι πολύ μικρό το δείγμα μας (δέκα ερωτηθέντες), είναι φυσιολογικό και θα θεωρήσουμε ότι και αυτός ακολουθεί την κανονική κατανομή όπως οι υπόλοιποι δείκτες.

Τεστ ομοιογένειας:

Ελέγχουμε εάν οι διασπορές είναι ίσες (HOMOGENEITY test for variances) σε επίπεδο σημαντικότητας 5% $H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2 = \sigma_4^2$, έναντι $H_1: \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$ ή $\sigma_1^2 \neq \sigma_3^2$ ή $\sigma_2^2 \neq \sigma_3^2$ ή $\sigma_1^2 \neq \sigma_4^2$ ή $\sigma_2^2 \neq \sigma_4^2$ ή $\sigma_3^2 \neq \sigma_4^2$

Test of Homogeneity of Variances

EKTIMISEIS

Levene Statistic	df 1	df 2	Sig.
2,320	3	34	,093

Πίνακας 39 : Τεστ ομοιογένειας

Προκύπτει p-value = 0,093 > $\alpha = 0,05$, δεν απορρίπτω την H_0 , άρα οι διασπορές είναι ίσες και συνεπώς μπορώ να προχωρήσω σε έλεγχο ANOVA.

ANOVA**EKTIMISEIS**

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	6227,288	3	2075,763	12,119	,000
Within Groups	5823,475	34	171,279		
Total	12050,763	37			

Πίνακας 40 : Έλεγχος ANOVA

Από τον έλεγχο ANOVA προκύπτει $p\text{-value} = 0,000 < \alpha = 0,05$, οπότε απορρίπτουμε την H_0 και συνεπώς σε επίπεδο σημαντικότητας 5% (διάστημα εμπιστοσύνης 95%), υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στους μέσους σταθμικούς δείκτες των εκτιμήσεων των δέκα ατόμων.

Συμπερασματικά, από το ερωτηματολόγιο για την εκτίμηση των τεσσάρων δεικτών προέκυψαν στατιστικά σημαντικές εκτιμήσεις, ακολουθούν κανονική κατανομή με μικρές τυπικές αποκλίσεις. Επιπλέον, και μεταξύ τους οι μέσες εκτιμώμενες τιμές των δεικτών έχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές, που σημαίνει ότι όντως ο κάθε δείκτης έχει σημαντική βαρύτητα και είναι διαφορετικός από τους υπολοίπους.

Στατιστική αξιολόγηση επιρροής των συντελεστών βαρύτητας στην βαθμολόγηση

Όπως και παραπάνω, έτσι και εδώ θα γίνει έλεγχος ANOVA. Θα πρέπει λοιπόν πριν εφαρμοσθεί η συγκεκριμένη τεχνική να εξετάζεται (μέσω του Homogeneity test) αν υπάρχουν σοβαρές αποκλίσεις από την κανονικότητα. Στην έρευνα μας έχουμε την μεταβλητή final (τελική βαθμολόγηση) εξαρτημένη και τους τέσσερεις ανεξάρτητους δείκτες (Energy Efficiency, GWP, Water Consumption και Recycle Rate).

Τα τρία εναλλακτικά σενάρια των συντελεστών βαρύτητας για τον έλεγχο είναι:

1. Όπως προέκυψαν από την εκτίμηση της έρευνας
2. Όλοι οι δείκτες είναι ισοβαρείς. Δηλαδή ο συντελεστής βαρύτητας του κάθε δείκτη έχει την τιμή 1
3. Ο υψηλότερος δείκτης (Energy Efficiency) μειωμένος κατά το μισό και ισόβαθμη αύξηση των υπολοίπων (αυθαίρετη υπόθεση)

Σενάριο 1	1,86	0,88	0,45	0,81	
	Όλοι οι δείκτες ίδια βαρύτητα 25%				
Σενάριο 2	1	1	1	1	
	Μείωση του υψηλότερου συντελεστή στο μισό και ισόβαθμη αύξηση των τριών υπολοίπων				
Σενάριο 3	0,93	1,19	0,76	1,12	

Εικόνα 79 : Τα τρία σενάρια για την στατιστική ανάλυση

Υπόθεση: δεν υπάρχει διαφορά στην εξαρτημένη final, οπότε είναι ίσοι οι μέσοι σταθμικοί των δεικτών κάθε σεναρίου) ($H_0 = \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$), εναλλακτική: η final, δεν επηρεάζεται στατιστικά από διαφορετικές τιμές των δεικτών ($H_1: \mu_1 \neq \mu_2$ ή $\mu_1 \neq \mu_3$ ή $\mu_2 \neq \mu_3$)

Για το ψυγείο KIR:

Από τα τρία σενάρια προκύπτουν οι τελικές βαθμολογήσεις (final) όπως φαίνονται στην εικόνα 80 και ο πίνακας Descriptives (Πίνακας 41) από το λογισμικό spss, vol13

0,88	0,45	1,86	0,81			weighting factors
6,39	3,27	14,88	7,55	8,02		with weighting factors
1	1	1	1			weighting factors scenario 2
7,26	7,26	8,00	9,32	7,96		with weighting factors scen.2
1,19	0,76	0,93	1,12			weighting factors scenario 3
8,64	5,51	7,44	10,44	8,01		with weighting factors scen.3

Εικόνα 80 : Τελική βαθμολόγηση κάθε σεναρίου για το ψυγείο KIR

Descriptives

Refrigerator

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
1,00	4	8,0225	4,91596	2,45798	,2001	15,8449	3,27	14,88
2,00	4	7,9600	,97146	,48573	6,4142	9,5058	7,26	9,32
3,00	4	8,0075	2,07177	1,03588	4,7109	11,3041	5,51	10,44
Total	12	7,9967	2,83190	,81750	6,1974	9,7960	3,27	14,88

Πίνακας 41 : Πίνακας Descriptives από το λογισμικό SPSS, vol 13 για το ψυγείο KIR

Υποθέτουμε ότι υπάρχει σχέση μεταξύ των εναλλακτικών σταθμισμένων δεικτών και της εξαρτημένης final. Πριν προχωρήσουμε σε έλεγχο ANOVA, ελέγχουμε εάν οι διασπορές είναι ίσες (Homogeneity test for variances) σε επίπεδο σημαντικότητας 5% (οι κατανομές είναι κανονικές → 25% στάθμιση για κάθε δείκτη).

$$H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2, \text{ έναντι } H_1: \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2 \text{ ή } \sigma_1^2 \neq \sigma_3^2 \text{ ή } \sigma_2^2 \neq \sigma_3^2$$

Test of Homogeneity of Variances

Refrigerator			
Levene Statistic	df 1	df 2	Sig.
2,360	2	9	,150

Πίνακας 42 : Τεστ ομοιογένειας ψυγείου KIR

Απ’ όπου προκύπτει p-value = 0,150 > α = 0,05 , δεν απορρίπτω την H₀, άρα οι διασπορές είναι ίσες και συνεπώς μπορώ να προχωρήσω σε έλεγχο ANOVA. Για τον έλεγχο των μέσων σταθμίσεων (ανά σενάριο) θα χρησιμοποιήσουμε τον έλεγχο:

$$H_0 = \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 \text{ έναντι } H_1: \mu_1 \neq \mu_2 \text{ ή } \mu_1 \neq \mu_3 \text{ ή } \mu_2 \neq \mu_3$$

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,009	2	,004	,000	1,000
Within Groups	88,208	9	9,801		
Total	88,216	11			

Πίνακας 43 : Έλεγχος ANOVA για το ψυγείο KIR

Από τον έλεγχο ANOVA προκύπτει p-value = 1,00 > α = 0,05 , δεχόμαστε την H₀, οπότε σε επίπεδο σημαντικότητας 5% (διάστημα εμπιστοσύνης 95%), δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στους μέσους σταθμικούς δείκτες των τριών εναλλακτικών σεναρίων, άρα δεν επηρεάζεται η final (εξαρτημένη μεταβλητή του ψυγείου = η τελική βαθμολόγηση).

Για τον καταγύκτη GSD:

Από τα τρία σενάρια προκύπτουν οι τελικές βαθμολογήσεις (final) όπως φαίνονται στην εικόνα 81 και ο πίνακας Descriptives (Πίνακας 44) από το λογισμικό spss, vol13

0,88	0,45	1,86	0,81			weighting factors
6,47	3,30	14,88	7,55		8,05	with weighting factors
1	1	1	1			weighting factors scenario 2
7,35	7,34	8,00	9,32		8,00	with weighting factors scen.2
1,19	0,76	0,93	1,12			weighting factors scenario 3
8,75	5,58	7,44	10,44		8,05	with weighting factors scen.3

Εικόνα 81 : Τελική βαθμολόγηση κάθε σεναρίου για τον καταψύκτη GSD

Descriptives

Freezer	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
					1,00	4		
2,00	4	8,0025	,93103	,46552	6,5210	9,4840	7,34	9,32
3,00	4	8,0525	2,05549	1,02774	4,7818	11,3232	5,58	10,44
Total	12	8,0350	2,81618	,81296	6,2457	9,8243	3,30	14,88

Πίνακας 44 : Πίνακας Descriptives από το λογισμικό SPSS, vol 13 για τον καταψύκτη GSD

Ομοίως, υποθέτουμε ότι υπάρχει σχέση μεταξύ των εναλλακτικών σταθμισμένων δεικτών και της εξαρτημένης final. Πριν προχωρήσουμε σε έλεγχο ANOVA, ελέγχουμε εάν οι διασπορές είναι ίσες (Homogeneity test for variances) σε επίπεδο σημαντικότητας 5% (οι κατανομές είναι κανονικές → 25% στάθμιση για κάθε δείκτη).

$$H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2, \text{ έναντι } H_1: \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2 \text{ ή } \sigma_1^2 \neq \sigma_3^2 \text{ ή } \sigma_2^2 \neq \sigma_3^2$$

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
2,431	2	9	,143

Πίνακας 45 : Τεστ ομοιογένειας καταψύκτη GSD

Απ' όπου προκύπτει $p\text{-value} = 0,143 > \alpha = 0,05$, δεν απορρίπτω την H_0 , άρα οι διασπορές είναι ίσες και συνεπώς μπορώ να προχωρήσω σε έλεγχο ANOVA. Για τον έλεγχο των μέσων σταθμίσεων (ανά σενάριο) θα χρησιμοποιήσουμε τον έλεγχο:

$$H_0 = \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 \text{ έναντι } H_1: \mu_1 \neq \mu_2 \text{ ή } \mu_1 \neq \mu_3 \text{ ή } \mu_2 \neq \mu_3$$

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,006	2	,003	,000	1,000
Within Groups	87,233	9	9,693		
Total	87,240	11			

Πίνακας 46 : Έλεγχος ANOVA για τον καταψύκτη GSD

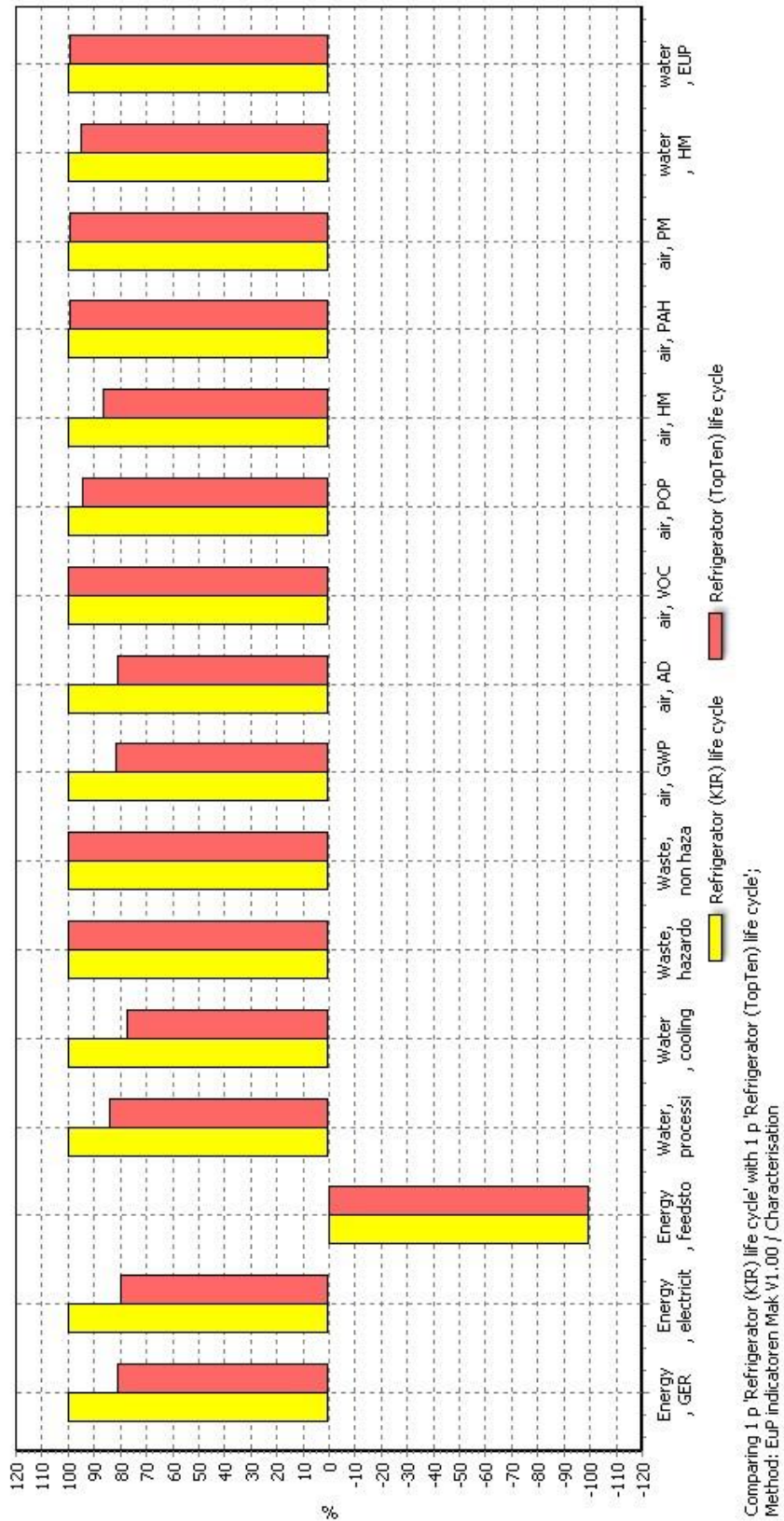
Από τον έλεγχο ANOVA προκύπτει τελικά $p\text{-value} = 1,00 > \alpha = 0,05$, δεχόμαστε την H_0 , οπότε σε επίπεδο σημαντικότητας 5% (διάστημα εμπιστοσύνης 95%), δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στους μέσους σταθμικούς δείκτες των τριών εναλλακτικών σεναρίων, άρα δεν επηρεάζεται η final (εξαρτημένη μεταβλητή του καταψύκτη = η τελική βαθμολόγηση).

Από τις παραπάνω στατιστικές αναλύσεις παρατηρούμε ότι στις δύο ψυκτικές συσκευές οι συντελεστές βαρύτητας δεν επηρεάζουν την τελική βαθμολόγηση, όμως η επιλογή των δεδομένων από την εκτίμηση αυτών δίνει μεγαλύτερη ακρίβεια και πιο αξιόπιστα αποτελέσματα στη μέθοδο μας.

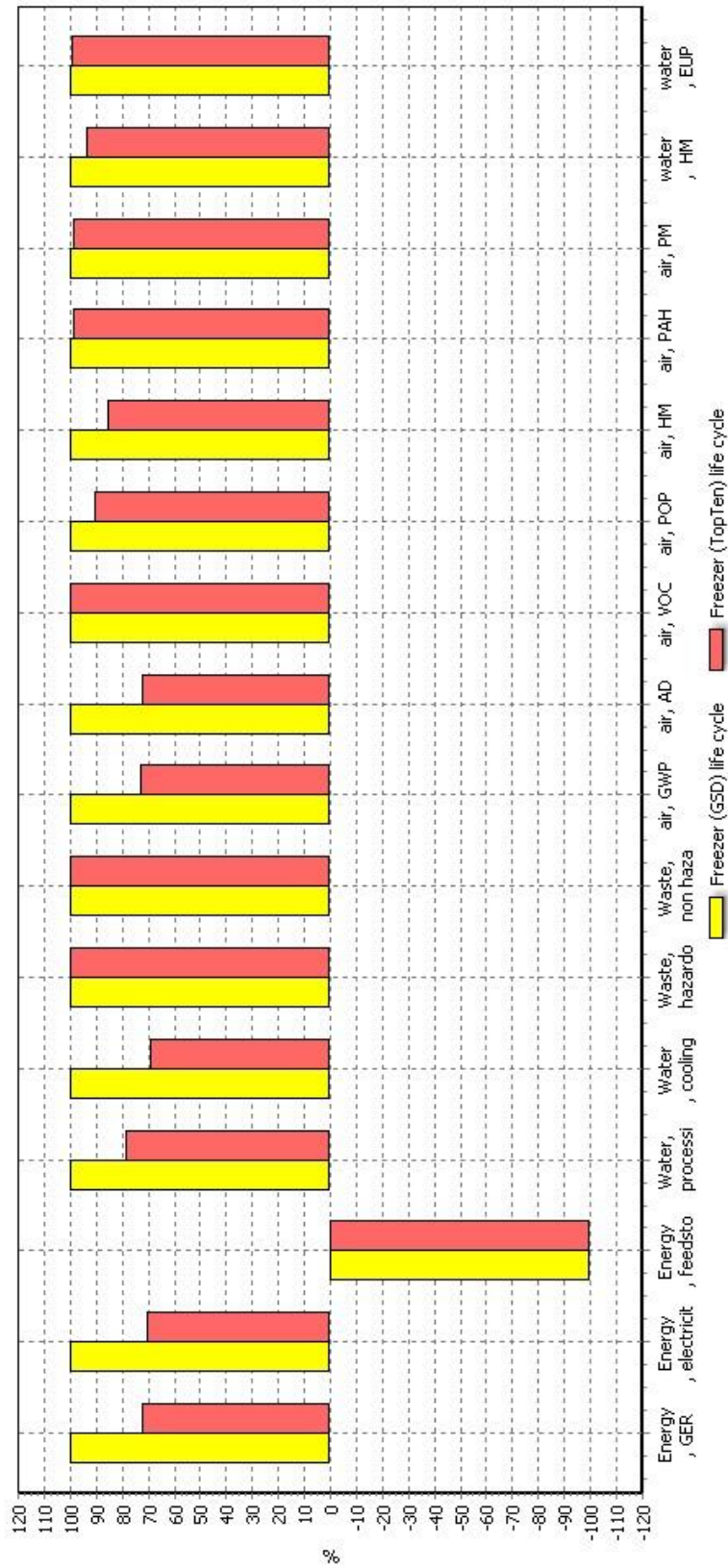
9.6 Σύγκριση και συμπεράσματα

Για τις οικιακές ψυκτικές συσκευές, στη διεθνή βιβλιογραφία και από τους αρμόδιους φορείς δεν υπάρχει συγκεκριμένη οριοθέτηση στα κριτήρια για τον βέλτιστο οικολογικό σχεδιασμό και κατασκευή, αλλά γίνεται σύγκριση με τις διαρκώς αναθεωρημένες, πιο εξελιγμένες τεχνολογίες και τις βέλτιστες συσκευές των αντίστοιχων κατηγοριών.

Ο διαχωρισμός στις ψυκτικές συσκευές αφορά κυρίως την ενεργειακή τους αποδοτικότητα, για αυτό και εμείς από τον ηλεκτρονικό σύνδεσμο της WWF, www.Topten.eu, που παρουσιάζει πίνακες προϊόντων με τις βέλτιστες ενεργειακές αποδοτικότητες και λοιπά τεχνικά χαρακτηριστικά (όπως τα δηλώνουν οι κατασκευαστές, σύμφωνα με τις οδηγίες της ΕΕ), επιλέξαμε ένα ψυγείο και έναν καταψύκτη, των αντίστοιχων κατηγοριών των συσκευών μας, με τα ίδια κατασκευαστικά στοιχεία και του ίδιου κατασκευαστή BSH. Έτσι, μπορούμε να θεωρήσουμε παρόμοια υλικά, στάδιο παραγωγής και στάδιο τελικής διάθεσης, με μόνη ουσιαστική διαφορά στη σύγκριση την κατανάλωση ενέργειας /κλάση ενεργειακής αποδοτικότητας. Μέσω του λογισμικού SimaPro παρουσιάζεται η περιβαλλοντική σύγκριση των συσκευών και με τα βήματα της § 9.4 βαθμολογούνται και οι συσκευές Topten.

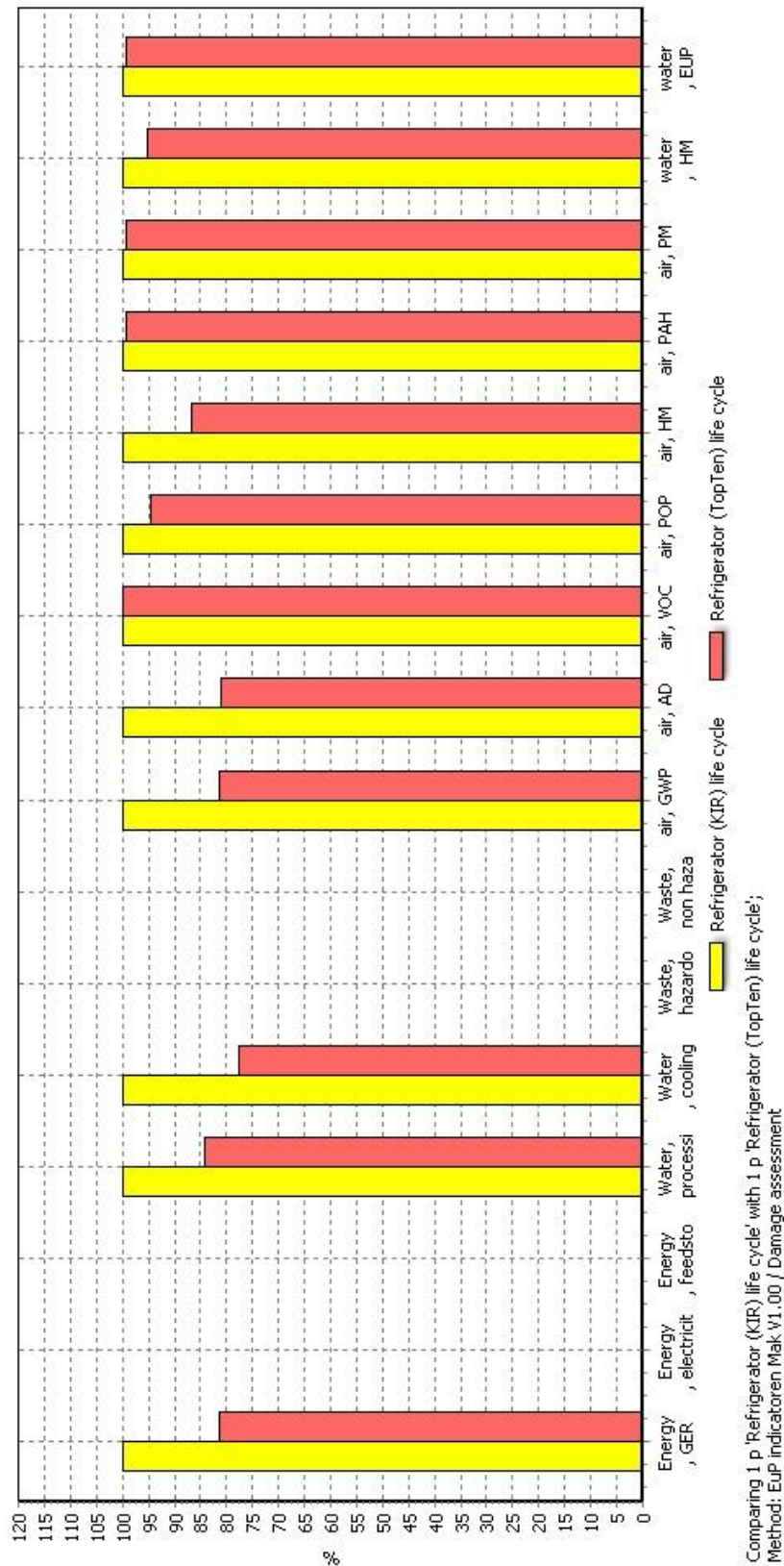


Διάγραμμα 15 : Σύγκριση χαρακτηρισμού απαιτήσεων και επιπτώσεων, κύκλου ζωής ψυγείων KIR και TopTen

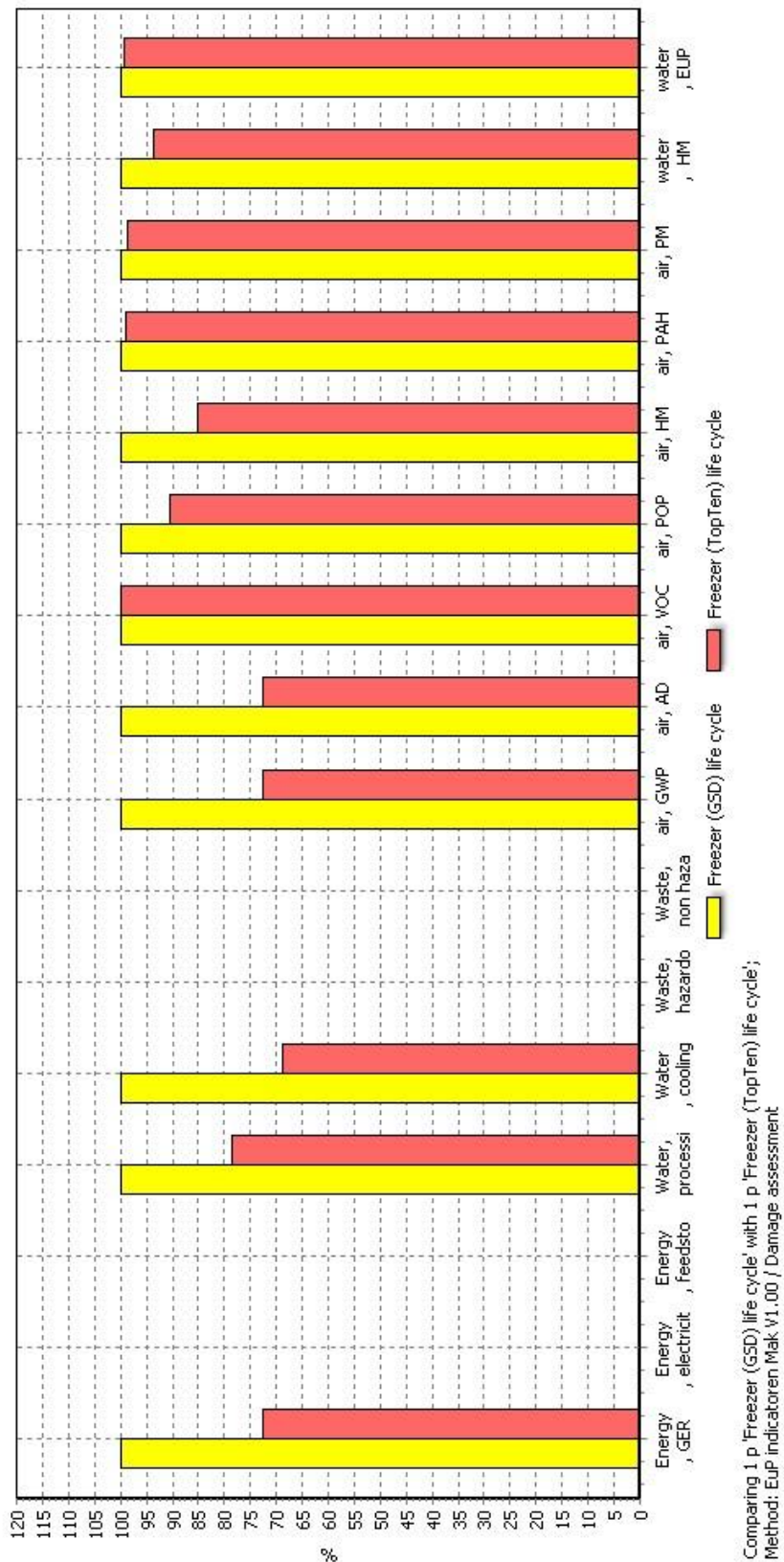


Comparing 1 p 'Freezer (GSD) life cycle' with 1 p 'Freezer (TopTen) life cycle';
Method: EUP indicators Mak V1.00 / Characterisation

Διάγραμμα 16 : Σύγκριση χαρακτηρισμού απαιτήσεων και επιπτώσεων, κύκλου ζωής κατασκευτών GSD και TopTen



Διάγραμμα 17 : Σύγκριση εκτίμησης ζημιάς απαιτήσεων και επιπτώσεων, κύκλου ζωής ψυγείων KIR και TopTen



Διάγραμμα 18 : Σύγκριση εκτίμησης ζημιάς απαιτήσεων και επιπτώσεων, κύκλου ζωής καταψυκτών GSD και TopTen

Ενώ, από τη μεθοδολογία μας οι δύο συσκευές TopTen παίρνουν τις εξής βαθμολογίες :

Βαθμός ψυγείου TopTen = 8,74

8,03	8,02	9,00	9,32		
0,88	0,45	1,86	0,81		
7,06	3,61	16,74	7,55		8,74

Εικόνα 82 : Βαθμολόγηση ψυγείου TopTen

Βαθμός καταψύκτη TopTen = 8,85

8,36	8,37	9,00	9,32		
0,88	0,45	1,86	0,81		
7,36	3,76	16,74	7,55		8,85

Εικόνα 83 : Βαθμολόγηση καταψύκτη TopTen

Από τα παραπάνω λοιπόν συνεπάγεται ότι οι βαθμοί των δύο συσκευών μας είναι αρκετά καλοί (συγκρίνοντας τους με τους αντίστοιχους δύο βέλτιστων συσκευών της αγοράς), γεγονός το οποίο υποδεικνύει ότι οι ίδιες είναι φιλικές προς το περιβάλλον. Βέβαια, οι τιμές των βαθμών αυτών έχουν δυνατότητες κατασκευαστικής βελτίωσης και περιβαλλοντικής αξιοποίησης για πιο σύγχρονα μοντέλα.

Αναλυτικότερα, όπως ήταν αναμενόμενο η ενεργειακή αποδοτικότητα⁷⁷ για τα προϊόντα που καταναλώνουν ενέργεια (EuP) παίζει πολύ σημαντικό ρόλο και επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό την οικολογική τους απόδοση, όπως φαίνεται άλλωστε και στα διαγράμματα 17 & 18, αλλά και στην τελική περιβαλλοντική τους βαθμολόγηση. Έτσι, επίτευξη της βέλτιστης ενεργειακής κλάσης A+++ (με την BSH, η οποία είναι και ο πάροχος των δεδομένων μας, να αναφέρει ότι παραγωγή οικιακών συσκευών αυτής της ενεργειακής κλάσης έχει ήδη ξεκινήσει από το 2010) μπορεί να επιφέρει σημαντική βελτίωση στη βαθμολογία της μεθοδολογίας μας. Εδώ πρέπει να ληφθεί υπόψη όμως, ότι και ο τρόπος με τον οποίο παράγεται η ηλεκτρική ενέργεια, η

⁷⁷ Όπως αναφέραμε και σε άλλο κεφάλαιο, το στάδιο χρήσης αποτελεί πάνω από το 90% του κύκλου ζωής των οικιακών ψυκτικών συσκευών. Για αυτό και ο αντίστοιχος δείκτης προέκυψε ως ο σημαντικότερος από την εκτίμηση.

οποία καταναλώνεται στα στάδια του κύκλου ζωής, στις διάφορες χώρες μπορεί να επηρεάσει σημαντικά τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις και να διαφοροποιήσει αρκετά αυτή τη βαθμολογία.

Ακόμα, σημαντικός παράγοντας είναι και η βελτίωση των τεχνολογιών του σταδίου παραγωγής. Μελέτη του IPCC (2007) αναφέρει ότι στη βιομηχανία η χρήση ενέργειας είναι κατά 50% περισσότερη από αυτή που πραγματικά χρειάζεται. Πολλές διεργασίες έχουν πολύ χαμηλή ενεργειακή αποδοτικότητα, ενώ η μέση κατανάλωση ενέργειας είναι πολύ υψηλότερη απ' ό τι θα επέτρεπαν οι καλύτερες δυνατές τεχνολογίες, δίνοντας έτσι μια σημαντική ευκαιρία για μείωση της κατανάλωσης του σταδίου παραγωγής. Βέβαια εδώ αξίζει να αναφερθεί ότι πολλές από τις τιμές του προγράμματος SimaPro έχουν προκύψει από την «VHK for the European Commission, Methodology Study Eco-design of Energy-using Products, MEEUP, Methodology Report» του 2005 με τελευταία αναβάθμιση της βιβλιοθήκης δεδομένων (data library) το 2010. Συνεπώς, ενδέχεται ο κατασκευαστής να έχει και να χρησιμοποιεί καλύτερες τεχνολογίες από αυτές που υπολογίστηκαν στην AKZ και εμπεριέχονται στη βαθμολογία.

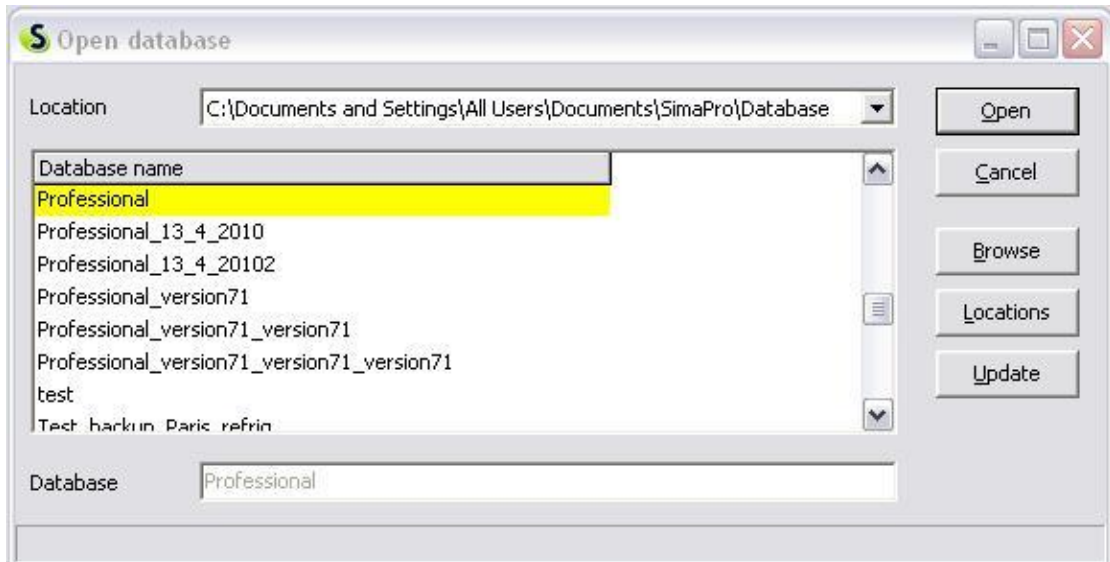
Τέλος, απαραίτητη είναι και η βελτίωση του τελικού σταδίου διάθεσης, γιατί δυστυχώς λόγω του υψηλού κόστους της χειρωνακτικής αποσυναρμολόγησης οι συσκευές στην αγορά τεμαχίζονται με αποτέλεσμα το ποσοστό που επαναχρησιμοποιείται άμεσα να είναι μικρό.

Ως τελικό συμπέρασμα πάντως, στα πλαίσια της συνεχούς βελτίωσης λόγω της ελλείψεως συγκεκριμένης οριοθέτησης, μπορούμε να πούμε ότι απ'όλες τις λευκές συσκευές, οι οικιακές ψυκτικές συσκευές είναι αυτές που επιδεικνύουν σε μεγαλύτερο βαθμό την επιτυχία του οικολογικού σχεδιασμού και την βέλτιστη περιβαλλοντική συμπεριφορά.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ: Οδηγίες Χρήσεως Μεθοδολογίας

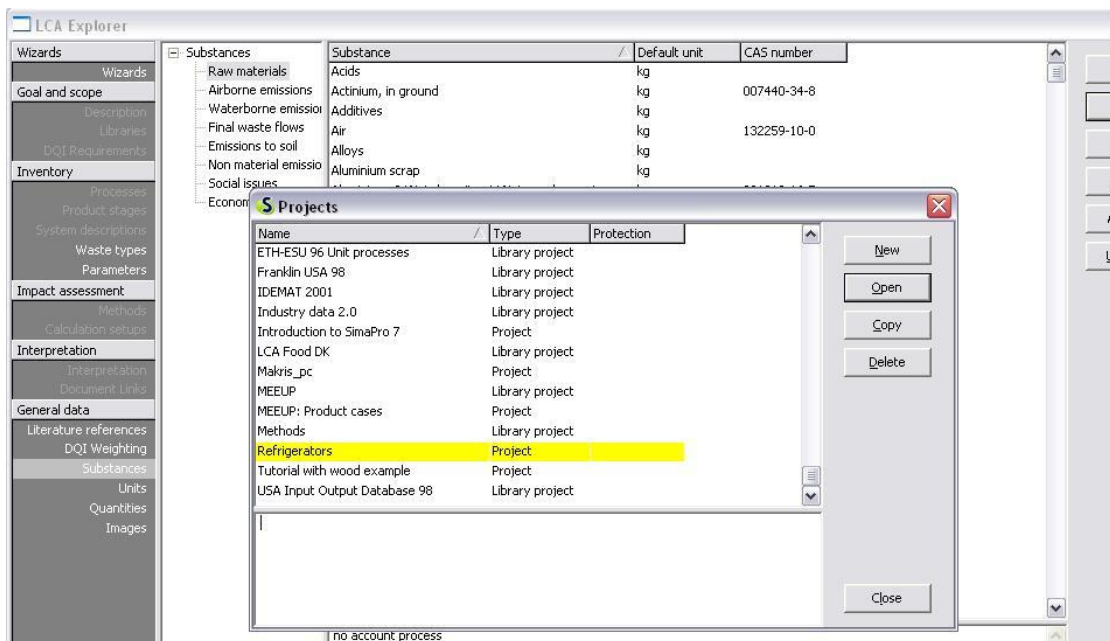
Τα βήματα που ακολουθούνται για τη βαθμολόγηση είναι τα εξής:

1. Ανοίγουμε το πρόγραμμα SimaPro και επιλέγουμε την βάση δεδομένων (Database) Professional (εικόνα Π1)



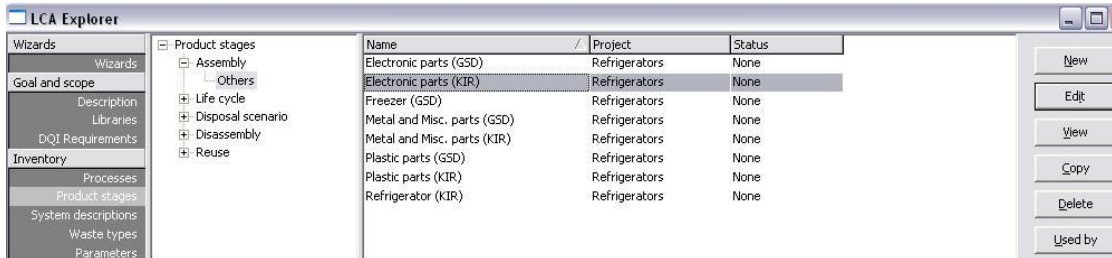
Εικόνα Π1 : Επιλογή βάσης δεδομένων

2. Επιλέγουμε το project που μας ενδιαφέρει. Στη περίπτωση μας το project Refrigerators (εικόνα Π2) που στην ουσία είναι το MEEUP Library project με πρόσθετα στοιχεία για τις οικιακές ψυκτικές συσκευές



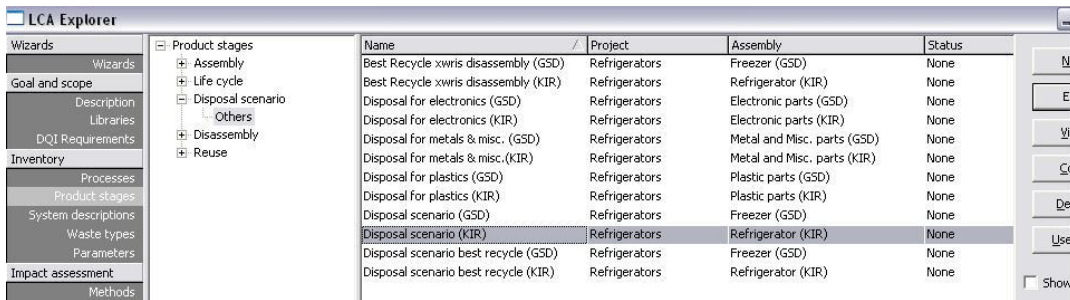
Εικόνα Π2 : Επιλογή project

3. Στον LCA Explorer πηγαίνουμε αριστερά (εικόνα Π3) στα Product stages → Assembly → Others και κάνουμε αντιγραφή (copy) το subassembly ή assembly που θέλουμε, τοποθετώντας στη συνέχεια τα δεδομένα των υλικών της συσκευής μας στο αντίγραφο (για να μη χαθούν οι συσκευές KIR και GSD)



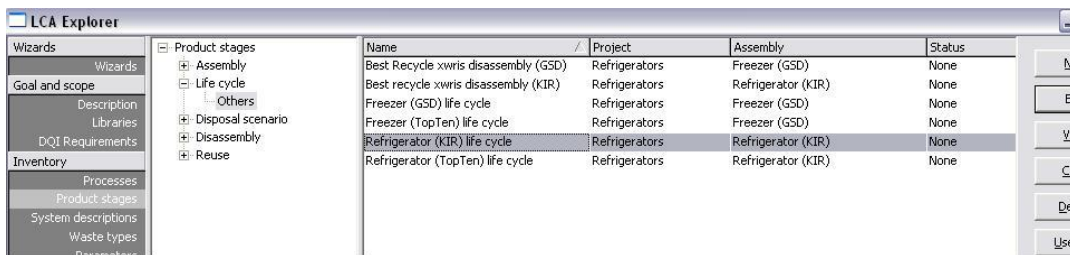
Εικόνα Π3 : Στάδιο προϊόντος Assembly

4. Στον LCA Explorer, στα Product stages → Disposal scenario → Others και επιλέγουμε το σενάριο διάθεσης που μας ενδιαφέρει (εικόνα Π4). Ομοίως, αν χρειαστεί να αλλάξουμε κάτι πρέπει να γίνει σε αντίγραφο



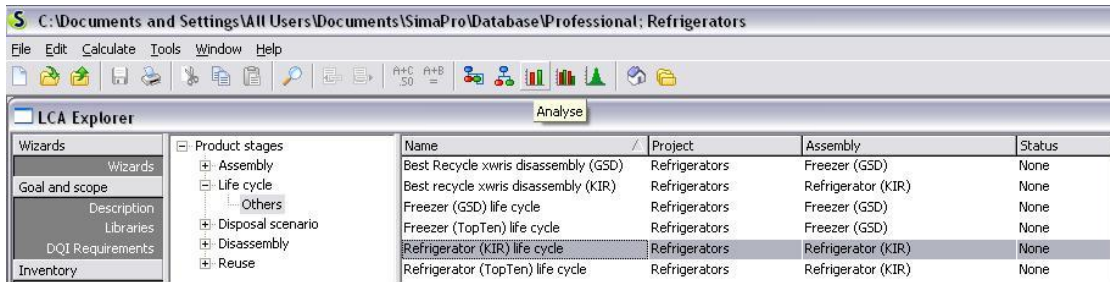
Εικόνα Π4 : Στάδιο προϊόντος Disposal

5. Στον LCA Explorer, στα Product stages → Life cycle → Others δημιουργούμε σε αντίγραφο τον κύκλο ζωής της συσκευής μας (Assembly από βήμα 3, Use από δεδομένα μας και Disposal από βήμα 4) (εικόνα Π5)



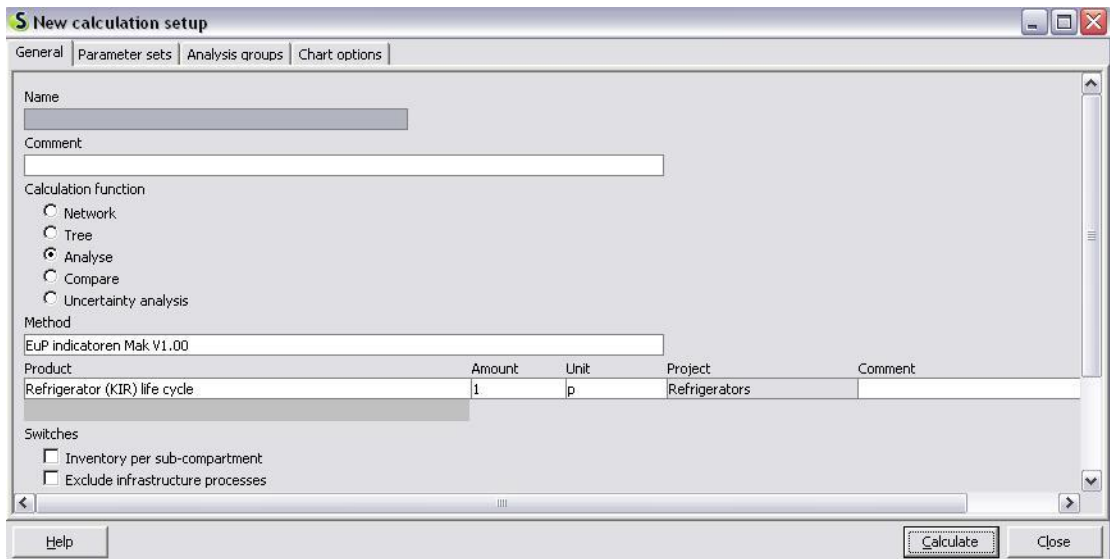
Εικόνα Π5 : Ο κύκλος ζωής

6. Αφού δημιουργήσουμε τον κύκλο ζωής, έχοντας τον επιλεγμένο πατάμε το Analyse (εικόνα Π6) για την ανάλυση του



Εικόνα Π6 : Επιλογή ανάλυσης του κύκλου ζωής

7. Εμφανίζεται τότε η εικόνα Π7, η οποία επιβεβαιώνει την εντολή και δίνει το δικαίωμα αλλαγής της μεθόδου αξιολόγησης (προεπιλεγμένη μέθοδος η EuP indicators που αφορά τα Energy using Products). Πατάμε το Calculate για να γίνει η AKZ



Εικόνα Π7 : Επιβεβαίωση και υπολογισμός της ανάλυσης κύκλου ζωής

8. Αφού γίνει η ανάλυση πηγαίνουμε στη καρτέλα Inventory (LCI) για όλα τα Compartments (εικόνα Π8) και λαμβάνουμε τις τιμές των δεικτών Global Warming Potential (GWP) και Water Consumption (Water cooling+Water processing), ενώ οι τιμές των Energy Efficiency και Recycle Rate είναι γνωστές από τα κατασκευαστικά δεδομένα και το σενάριο τελικής διάθεσης

No	Substance	Compartment /	Unit	Total	Refrigerator (KIR)	Electricity refig	Not recovered R600a refig	Mini-van diesel refig	Disposal sce (KIR)
1	Energy, caloric value of feedstock	Raw	MJ	-410	113	x	x	x	-523
2	Energy, caloric value or feedstock	Raw	MJ	761	766	x	x	x	-5,56
3	Energy, electricity	Raw	MJ	5,95E3	1,06E3	4,95E3	x	x	-65,6
4	Energy, GER	Raw	MJ	1,88E4	4,27E3	1,44E4	x	12	124
5	Water, cooling	Raw	m3	41,9	3,35	38,5	x	x	-0,0226
6	Water, processing	Raw	m3	1,48	0,565	0,963	x	x	-0,0455
7	Acidification Potential	Air	kg	4,8	1,06	3,72	x	0,00093	0,0193
8	Global Warming Potential	Air	kg	832	221	631	0,00248	0,93	-20,1
9	Heavy metals	Air	mg	457	142	248	x	2,6	64,9
10	Particulate Matter	Air	kg	2,57	1,74	0,0795	x	0,0441	0,705
11	Persistent Organic Compounds	Air	ng	433	322	114	x	x	16,6

Εικόνα Π8 : LCI

9. Τέλος τοποθετούμε τις τέσσερις παραπάνω τιμές στο υπολογιστικό φύλλο του Excel → Βαθμολόγηση.xls (εικόνα Π9) στη θέση «Εισαγωγή τιμών» και προκύπτει η βαθμολογία της συσκευής (κατηγορίας 1 ή 8)

Κλίμακας Βαθμολογίας Δεικτών					Σχόλια
Βαθμός	Energy Efficiency	Recycle Rate	GWP	Water Consumption	Αυτές οι κλίμακες βαθμολογίας αναφέρονται σε συσκευές που ανήκουν στην κατηγορία 1 των οικιακών ψυκτικών συσκευών
10	A+++	100%	280,16	8,75	
9	A++	90%	481,68	21,37	
8	A+	80%	683,20	33,99	Οι τιμές του GWP είναι σε kg CO2 eq
7	A	70%	884,72	46,61	Οι τιμές του Water Consumption είναι σε m3
6	B	60%	1086,24	59,23	
5	C	50%	1287,76	71,85	
4	D	40%	1489,28	84,47	
3	E	30%	1690,80	97,09	
2	F	20%	1892,32	109,71	
1	G	10%	2093,84	122,33	
Τιμές Δεικτών					Οι τιμές του GWP και Water Consumption προκύπτουν από την Ανάλυση Κύκλου Ζωής της συσκευής μέσω του SimaPro
Εισαγωγή τιμών:	8,0	93,20	832,0	43,38	Για τη τιμή 0 οι δείκτες GWP και Water Cons. παίρνουν βαθμό μεγαλύτερο του 10 αφού η τεχνολογικά δυνατή βέλτιστη τιμή τους είναι μεγαλύτερη του μηδέν όπως φαίνεται στις κλίμακες
Βαθμός δείκτη:	8,00	9,32	7,26	7,26	Η κλίση ενεργειακής αποδοτικότητας δίνεται από τον κατασκευαστή
Συντελεστές βαρύτητας :	1,86	0,81	0,88	0,45	Το ποσοστό ανακύκλωσης προκύπτει από το επιλεγμένο σενάριο τελικής διάθεσης
Τελικός βαθμός δείκτη :	14,88	7,55	6,39	3,27	Οι συντελεστές βαρύτητας προέκυψαν από την εκτίμηση της έρευνας.
Τελική Βαθμολογία συσκευής:			8,02		Σύνθεση των τεσσάρων δεικτών

Εικόνα Π9 : Βαθμολόγηση συσκευής

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Μ. Αβρααμίδης, Ν. Κυθραιώτου και Δ. Φάττα, Πανεπιστήμιο Κύπρου, *Ανάλυση κύκλου ζωής ως υποστηρικτικό εργαλείο λήψης αποφάσεων για την οικολογική παραγωγή ελαιολάδου*, 2006
2. Συρράκου Ελένη, Πανεπιστήμιο Πατρών, *Ανάπτυξη και εφαρμογή μεθοδολογίας περιβαλλοντικής αξιολόγησης σε ηλεκτροχρωμικά παράθυρα*, 2005
3. Υπουργείο Εθνικής Παιδείας και Θρησκευμάτων, Δ. Μελάς, Α. Αλεξανδροπούλου, Β. Αμοιρίδης, Μ. Κακαρίδου και Ν. Σουλακέλλης, *Ατμοσφαιρική Ρύπανση [Οδηγός Εκπαιδευτικών]*, Αθήνα, 2000
4. Σωμάκος Λεωνίδα και Μακρής Δημήτρης, *Ανάπτυξη Μεθοδολογίας «Πράσινης» Βαθμολόγησης (Green Tagging) Ηλεκτρικών & Ηλεκτρονικών Προϊόντων, Μέσω Θεωριών και Μεθόδων Οικολογικού (Πράσινου) Marketing*, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, 2010
5. Finkbeiner Matthias, “Carbon footprinting – opportunities and threats”, *International Journal of Life Cycle Assessment* 14 (2009): 91-94
6. Perry Simon, Klemes Jiri and Buratov Igor, “Integrating waste and renewable energy to reduce the carbon footprint of locally integrated energy sectors”, *Energy* 33 (2008): 1489-1497
7. Matthews H. Scott, Hendrickson T. Chris and Weber L. Christopher, “The Importance of Carbon Footprint Estimation Boundaries”, *Environmental Science & Technology* 42 (2008): 5839-5842
8. Hertwich G. Edgar and Peters P. Glen, “Carbon Footprint of Nations: A Global, Trade-Linked Analysis”, *Environmental Science & Technology* 43 (2009): 6414-6420
9. Wiedmann, T. and Minx, J. (2008), *A Definition of 'Carbon Footprint'*. In: C.C. Pertsova, *Ecological Economics Research Trends: Chapter 1*, pp. 1-11, Nova Science Publishers, Hauppauge NY, USA.
10. European Environment Agency, *Air pollution in Europe 1990-2004*, Report No2, Copenhagen, 2007
11. UNEP, Refrigeration, Air Conditioning and Heat Pumps Technical Options Committee, *Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer*, 2010 Assessment
12. Rex Emma and Baumann Henrikke, “Beyond ecolabels: what green marketing can learn from conventional marketing”, *Journal of Cleaner Production* 15 (2007): 567-576

13. Banerjee Abhijit and Solomon D. Barry, “Eco-labeling for energy efficiency and sustainability: a meta-evaluation of US programs”, *Energy Policy* 31 (2003): 109-123
14. VHK for the European Commission, *Revision European Eco-label criteria for refrigerators*, 1999
15. Isis Preparatory Studies for Eco-design Requirements of EuPs, *LOT 13: Domestic Refrigerators & Freezers, FINAL REPORT*, 2008
16. Tao Jing and Yu Suiran, “Implementation of energy efficiency standards of household refrigerator/freezer in China: Potential environmental and economic impacts”, *Applied Energy* 88 (2011): 1890-1905
17. Peterson C.L. and Moller Gregory, *Biodegradability, BOD5, COD and Toxicity of Biodiesel Fuels*, 2004
18. IPCC, *Fourth Assessment Report: Climate Change (AR4)*, 2007
19. CECED, *Voluntary Commitment on Reducing Energy Consumption of Household Refrigerators, Freezers and their Combinations*, 2002-2010
20. VHK for the European Commission, *Methodology Study Eco-design of Energy-using Products, MEEUP, Project Report*, 2005
21. VHK for the European Commission, *Methodology Study Eco-design of Energy-using Products, MEEUP, Project Cases Report*, 2005
22. VHK for the European Commission, *Methodology Study Eco-design of Energy-using Products, MEEUP, Methodology Report*, 2005
23. Y. Barba-Gutierrez, B. Adenso-Diaz and S. Lozano, “Eco-Efficiency of Electric and Electronic Appliances: A Data Envelopment Analysis (DEA), *Environmental Model Assessment* 14 (2009): 439-447
24. Jean-Baptiste Philippe and Ducroux Rene, “Energy policy and climate change”, *Energy Policy* 31 (2003): 155-166
25. Mure Odyssee, Intelligent Energy Europe and ΚΑΠΕ CRES, *Energy Efficiency Policies and Measures in Greece*, Athens, 2009
26. European Commission Enterprise Directorate-General, *Mandate to CEN/CENELEC/ETSI for Programming of Standardization Work in the Field of Eco-design of Energy-using Products*, Brussels, 2004
27. European Committee for Electrotechnical Standardization, *Mandate M/341 – Programming of standardization work in the field of eco-design of Energy-using Products (EuP)*, 2006



28. Fraunhofer-Institute for Systems and Innovation Research, ENERDATA, Institute of studies for the Integration of Systems ISIS, Technical University of Vienna and Wuppertal Institute for Climate, Environment and Energy WI for the European Commission Directorate-General Energy and Transport, *Study on the Energy Savings Potentials in EU Member States, Candidate Countries and EEA Countries Final Report*, 2009
29. Remmen Arne, Andersen Dorothea Rikke and Dalhammar Carl, *Integrated Product Policy Instruments, Brief prepared for the Workshop “Ecodesign and Resource Efficiency”*, Copenhagen, 2010
30. Product Ecology Consultants (Pre Consultants), *Introduction to LCA with SimaPro 7*, 2008
31. Product Ecology Consultants (Pre Consultants), *SimaPro 7.1 Tutorial*, 2008
32. Product Ecology Consultants (Pre Consultants), *SimaPro 7.2 Documentation*, 2010
33. V. Ramamathan and Y. Feng, “Air pollution, greenhouse gases and climate change: Global and regional perspectives”, *Atmospheric Environment* 43 (2009): 37-50
34. International Energy Agency, *CO₂ Emissions from Fuel Combustion Highlights*, 2009
35. European Environment Agency, *Greenhouse gas emission trends and projections in Europe 2009, Tracking progress towards Kyoto targets*, Report No 9, 2009
36. L.D. Danny Harvey, “A guide to global warming potentials (GWPs)”, *Energy Policy*, vol 21, issue 1 (1993): 24-34
37. Yuhta Alan Horie, *Life Cycle Optimization of Household Refrigerator-Freezer Replacement*, Center of Sustainable Systems, University of Michigan, 2004
38. European Commission Joint Research Centre, Institute for Environment and Sustainability, *Analysis of existing Environmental Impact Assessment methodologies for use in Life Cycle Assessment*, 2010
39. Tukker Arnold and Jansen Bart, “Environmental Impacts of Products, A Detailed Review of Studies”, *Journal of Industrial Ecology*, vol 10, No 3 (2006): 159-182
40. Han Zhang, *Sustainable Pavement Asset Management Based on Life Cycle Models and Optimization Methods*, Center of Sustainable Systems, University of Michigan, 2009

41. Cardinal, Rudolf N.; Aitken, Michael R. F, *ANOVA for the behavioural sciences researcher*, Mahwah, NJ, US: Lawrence Erlbaum Associates Publishers. (2006). xvi 448 pp
42. Communities and Local Government, *Code for Sustainable Homes Technical Guide*, United Kingdom, 2010
43. OECD Environment Directorate, *Key Environmental Indicators*, Paris, 2008
44. Weidema P. Bo, Thrane Mikkel, Christensen Per, Schmidt Jannick and Lokke Soren, “Carbon Footprint, A Catalyst for Life Cycle Assessment?”, *Journal of Industrial Ecology*, vol 12, No 1 (2008): 1-6
45. Draucker Laura, Kaufman Scott, Ter Kuile Robert and Meinrenken Christoph, “Moving Forward on Product Carbon Footprint Standards”, *Journal of Industrial Ecology*, vol 15, No 2 (2011): 169-171
46. R. Hischer, P. Wager and J. Gaughhofer, “Does WEEE recycling make sense from an environmental perspective? The environmental impacts of the Swiss take-back and recycling systems for waste electrical and electronic equipment (WEEE)”, *Environmental Impact Assessment Review* 25 (2005): 525-539
47. European Commission Directorate-General Joint Research Center, Institute for Prospective Technological Studies, *Implementation of the Waste Electric and Electronic Equipment Directive in the EU*, Technical Report, 2006
48. United Nations University, *Review of Directive 2002/96 on Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE), Final Report*, 2008

Ηλεκτρονικές Διευθύνσεις

Επίσημη εφημερίδα της ΕΕ : www.eur-lex.europa.eu

Scribd : www.scribd.com/doc/37021980/carbon-footprint

Ghg management institute : www.ghginstitute.org

University of Michigan : www.umich.edu

US Department of Energy : www.eere.energy.gov

Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ): www.cres.gr

WWF TopTen : www.topten.eu

Energy Star : www.energystar.gov

CE MARK : www.cetest.nl



EU Ecolabel : www.ecolabel.eu

UNCTAD : www.unctad.org

Joint Research Center EU : www.lca.jrc.ec.europa.eu

Wikipedia : www.wikipedia.org

Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών : www.meteo.gr

International Energy Agency : www.iea.org

