



Πανεπιστήμιο Πειραιώς

Τμήμα Οργάνωσης & Διοίκησης Επιχειρήσεων

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΤΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ - ΟΛΙΚΗ
ΠΟΙΟΤΗΤΑ/ΜΒΑ-ΤQM



ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΘΕΜΑ: «Οικονομοτεχνική ανάλυση και αξιολόγηση ανασχεδίασης προϊόντος με στόχο τη βελτίωση της περιβαλλοντικής του ποιότητας με βάση το κύκλο ζωής του»

- ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ: Σπυρίδων Ε. Τσεκούρας
- ΑΡ.ΜΗΤΡΩΟΥ: ΜΔΕ-ΟΠ/1036
- ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: Δημήτριος Α. Γεωργακέλλος



Ευχαριστίες

Με την εκπόνηση της διπλωματικής εργασίας, ολοκληρώνονται οι σπουδές μου στο μεταπτυχιακό πρόγραμμα «Διοίκηση Επιχειρήσεων – Ολική Ποιότητα», γι' αυτό νιώθω την ανάγκη να ευχαριστήσω, όλους όσους με στήριξαν σε αυτήν μου την πορεία.

Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους καθηγητές, από τους οποίους διδάχθηκα, μέσα από τα μαθήματα τους στα δύο αυτά εξάμηνα. Ειδικότερα θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Καθηγητή κ. Δ.Α Γεωργακέλλο για την άριστη συνεργασία, κατά την εκπόνηση της διπλωματικής εργασίας, αλλά περισσότερο για την υποστήριξη και καθοδήγηση του καθ' όλη την διάρκεια του μεταπτυχιακού προγράμματος.

Ακόμη θα ήθελα να ευχαριστήσω τη μητέρα μου για την αμέριστη συμπαράσταση της όλα τα χρόνια των σπουδών μου και τέλος την εξαδέλφη μου Φρόσω, τον φίλο μου Αλέξανδρο και την Ελένη, που με βοήθησαν τα μέγιστα στην ολοκλήρωση του μεταπτυχιακού.

Περίληψη

Τα τελευταία χρόνια έχει προκύψει ένα έντονο ενδιαφέρον παγκοσμίως και μία αυξανόμενη ευαισθητοποίηση σχετικά με την προστασία του περιβάλλοντος, αλλά και μία συνεχής προσπάθεια για την εύρεση τρόπων και μεθόδων, με την βοήθεια των οποίων θα επιτευχθεί ο περιορισμός των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, που προκαλούνται από τις επιχειρηματικές δραστηριότητες.

Η Ανάλυση Κύκλου Ζωής ή όπως ονομάζεται στην διεθνή ορολογία Life Cycle Assessment ανήκει στις μεθόδους, που περιγράφηκαν παραπάνω. Αναλυτικότερα η Ανάλυση Κύκλου Ζωής προϊόντος ή υπηρεσίας είναι ένα εργαλείο περιβαλλοντικής διαχείρισης, το οποίο έχει δύο στόχους:

1. Την ποσοτικοποίηση και την αξιολόγηση της περιβαλλοντικής επίδοσης ενός προϊόντος ή μιας υπηρεσίας από το «λίκνο μέχρι τον τάφο», δηλαδή καθ' όλη την διάρκεια ζωής του προϊόντος (εξαγωγή και κατεργασία πρώτων υλών, κατασκευή, μεταφορά, διανομή, χρήση, επαναχρησιμοποίηση, ανακύκλωση και τελική απόθεση).
2. Την υποστήριξη των υπεύθυνων αποφάσεων, ώστε να επιλέγουν μεταξύ εναλλακτικών προϊόντων και υπηρεσιών ή να παίρνουν αποφάσεις, που θα βελτιώνουν την παραγωγική διαδικασία, όσον αφορά την περιβαλλοντική επίδοση.

Η ΑΚΖ βρίσκεται πεδίο εφαρμογής και στην βιομηχανία τροφίμων και ποτών, η οποία απαιτεί μεγάλες εισροές από πόρους και προκαλεί αυξημένες περιβαλλοντικές επιπτώσεις το περιβάλλον. Η παρούσα διπλωματική θα έχει ως αντικείμενο την ΑΚΖ, κατά πόσο η ΑΚΖ μπορεί να συμβάλει σε ένα ολοκληρωμένο σύστημα διαχείρισης και την εφαρμογή της στην βιομηχανία των ποτών.

Πιο συγκεκριμένα ο σκοπός της διπλωματικής είναι να αναλύσει την μέθοδο της ΑΚΖ και την εφαρμογή της στην παραγωγή της ξανθιάς μπίρας, με σκοπό να εντοπίσει και να αναγνωρίσει ποια κομμάτια του κύκλου ζωής είναι σημαντικά, όσον αφορά τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

Η μελέτη της ΑΚΖ θα περιλαμβάνει:

- Την αγροτική παραγωγή των δημητριακών,
- Την βιομηχανική τους επεξεργασία στο εργοστάσιο, ώστε τα δημητριακά να μετατραπούν στη ξανθιά μπίρα
- Και την συσκευασία της μπίρας σε γυάλινα μπουκάλια

Λόγω του γεγονότος της εξαιρετικής πολυπλοκότητας να συμπεριληφθούν και τα τρία στάδια σε ένα LCA, το κάθε στάδιο θα αναλυθεί σε μία ανάλυση κύκλου ζωής ξεχωριστά.

Στην διπλωματική επίσης αναλυθήκαν και προτάσεις ανασχεδιασμού βελτίωσης της παραγωγικής διαδικασίας της ξανθιάς μπίρας, με στόχο να βελτιωθεί το προϊόν ποιοτικά και να γίνει φιλικότερο ως προς το περιβάλλον. Για το λόγο αυτό πραγματοποιήθηκε εκ νέου ΑΚΖ, ώστε να ελεγχθεί αν όντως οι προτάσεις ανασχεδιασμού έκαναν το προϊόν φιλικότερο ως προς το περιβάλλον και ποιοτικά πιο βελτιωμένο.

Τέλος πραγματοποιήθηκε μία χρηματοοικονομική ανάλυση, ώστε να ελεγχθεί αν οι προτάσεις ανασχεδιασμού, πέρα από την ποιοτική και περιβαλλοντική βελτίωση του προϊόντος, έκαναν το προϊόν πιο επικερδές.

Abstract

A strong global interest and a rising public awareness on environmental issues have emerged recently alongside a continuous effort to find ways and methods to reduce the impact of business and industry on nature.

Life Cycle Assessment is one of the above mentioned methods. More specifically, Life Cycle Assessment (LCA) is an environmental management tool with two objectives:

1. Compilation and evaluation of environmental performance of a product or a service throughout its life cycle, "cradle-to-grave", (extraction and processing of raw materials, manufacturing, transportation, distribution, use, reuse, recycling and disposal).
2. Support of the decision makers so as to select effectively between alternative products and services or to make decisions that will improve the production process associated with the environmental performance.

LCA is often used in food and beverage industry since it requires large inputs of resources and causes severe environmental consequences.

This thesis deals with LCA, whether it can contribute to an integrated management system as well as its application in the beverage industry.

More specifically, the purpose of the thesis is to analyze the LCA methodology and its application in the production of lager beer in order to identify and recognize which parts of the life cycle are crucial in terms of environmental impact. The LCA study will include:

- The production of cereal through agriculture,
- Cereal processing so that barley is converted into lager beer,
- And beer packaging in glass bottles.

Due to the endeavor's great complexity to include all three stages in one LCA, each stage will be presented separately through an individual life cycle analysis.

This thesis also analyzes redesign proposals targeting the improvement of the production process of lager beer in order to improve the quality of the product and make it eco-friendlier. For the reason outlined above, a re-LCA has been conducted

so as to confirm whether the redesign proposals did make the product friendlier to the environment and improve its quality.

Finally, a financial analysis has been conducted so as to verify whether the redesign proposals in addition to quality and environmental improvement of the product, did make the product more profitable.

Περιεχόμενα

Πρόλογος.....	13
Κεφάλαιο 1: Ανάλυση κύκλου ζωής.....	14
1.1 Εισαγωγή.....	14
1.2 Ιστορική αναδρομή.....	16
1.2.1 Τα πρώτα χρόνια.....	16
1.2.2 Ραγδαία ανάπτυξη και εφηβεία.....	18
1.2.3 Προς την ωριμότητα	18
1.2.4 Καθιέρωση.....	19
1.3 Τι είναι η ανάλυση του κύκλου ζωής;.....	21
1.4 Προσδιορισμός του σκοπού και αντικειμένου της μελέτης (Goal definition and Scoring).....	23
1.4.1 Ορισμός των αντικειμενικών στόχων της μελέτης.....	23
1.4.2 Επιλογή της λειτουργικής μονάδας.....	24
1.4.3 Καθορισμός των ορίων του συστήματος.....	25
1.4.4 Καθορισμός ποιότητας των δεδομένων	27
1.5 Απογραφική ανάλυση (Life Cycle Inventory)	29
1.5.1 Διάγραμμα Ροής.....	30
1.5.2 Συλλογή δεδομένων	32
1.5.3 Επαναπροσδιορισμός των ορίων του συστήματος.....	34
1.5.4 Υπολογισμός των περιβαλλοντικών φορτίων.....	35
1.5.5 Αξιολόγηση των δεδομένων.....	35
1.5.6 Συσχετισμός των δεδομένων	36
1.5.7 Κατανομή των περιβαλλοντικών επιβαρύνσεων	37
1.6 Εκτίμηση ή ανάλυση επιπτώσεων (Life Cycle Impact Assessment)	40
1.6.1 Υποχρεωτικά και προαιρετικά στάδια της Εκτίμησης Επιπτώσεων ...	41
1.6.2 Κατηγορίες επιπτώσεων και τομείς προστασίας (AoPs).....	43
1.6.3 Ταξινόμηση (Classification).....	43

1.6.4	Χαρακτηρισμός (Characterization).....	45
1.6.5	Κανονικοποίηση (Normalization)	47
1.6.6	Ομαδοποίηση (Grouping).....	48
1.6.7	Στάθμιση (Weighting)	49
1.7	Ερμηνεία αποτελεσμάτων ή ανάλυση βελτιώσεων (Life Cycle Interpretation)	51
1.7.1	Διαδικασίες (Procedure).....	52
1.7.2	Έλεγχος συνέπειας (Consistency check)	52
1.7.3	Έλεγχος πληρότητας (Completeness check)	53
1.7.4	Ανάλυση συμβολής (Contribution analysis).....	53
1.7.5	Ανάλυση διαταραχής (Perturbation analysis)	53
1.7.6	Ανάλυση ευαισθησίας και αβεβαιότητας (Sensitivity and uncertainty analysis) 54	
1.7.7	Συμπεράσματα και συστάσεις (Conclusions and recommendations).54	
1.7.8	Αποτελέσματα της ερμηνείας.....	55
1.8	Πλεονεκτήματα της εφαρμογής LCA	56
1.9	Εφαρμογές του LCA.....	58
1.9.1	Επίπεδα εξειδίκευσης του LCA για διαφορετικές εφαρμογές.....	59
1.9.2	Εφαρμογές στον ιδιωτικό τομέα.....	61
1.9.3	Marketing	64
1.9.4	Στρατηγικός σχεδιασμός.....	65
1.9.5	Χάραξη δημόσιας πολιτικής.....	67
1.9.6	Μελλοντικές εφαρμογές.....	68
1.10	Το μέλλον	69

Κεφάλαιο 2: Περιβάλλον και Ποιότητα	71
2.1 Εισαγωγή.....	71
2.2 Τάσεις που επιβάλλουν την ενσωμάτωση των περιβαλλοντικών θεμάτων στην εφαρμογή διοίκησης.....	73
2.3 Διοίκηση Ολικής Ποιότητας (TQM) και αρχές περιβαλλοντικής διαχείρισης 74	
2.3.1 Κοινά σημεία μεταξύ ποιότητας και περιβάλλοντος	75
2.4 Ποιότητα και Συστήματα Περιβαλλοντικής Διαχείρισης: Οι πυλώνες για την Ολοκλήρωση	78
2.5 Διοίκηση Ολικής Περιβαλλοντικής Ποιότητας (Total Quality Environmental Management, TQEM) και ISO 14001	79
Κεφάλαιο 3: Εφαρμογή της Ανάλυσης Κύκλου Ζωής (LCA)	84
3.1 Εισαγωγή.....	84
3.2 Ξανθιά Μπίρα (Lager Beer).....	86
3.2.1 Εισαγωγή.....	86
3.2.2 Πρώτες ύλες	86
3.2.3 Παραγωγική διαδικασία	87
3.3 Ανάλυση Κύκλου Ζωής της αγροτικής παραγωγής Δημητριακών (κριθариού)	89
3.3.1 Καθορισμός σκοπού και αντικειμένου μελέτης/καθορισμός ορίων του συστήματος.....	89
3.3.2 Απογραφική Ανάλυση.....	95
3.3.3 Ανάλυση Επιπτώσεων.....	103
3.3.4 Ερμηνεία Αποτελεσμάτων ή Ανάλυση Βελτιώσεων	110
3.4 Ανάλυση Κύκλου Ζωής της παραγωγής ξανθιάς Μπίρας	111
3.4.1 Εισαγωγή.....	111
3.4.2 Καθορισμός του σκοπού και του αντικειμένου της μελέτης.....	111
3.4.3 Απογραφική Ανάλυση.....	116
3.4.4 Ανάλυση επιπτώσεων	122

3.4.5	Ερμηνεία αποτελεσμάτων	123
3.5	Ανάλυση Κύκλου Ζωής της παραγωγής μη επιστρεφόμενων γυάλινων μπουκαλιών μπίρας.....	124
3.5.1	Εισαγωγή.....	124
3.5.2	Καθορισμός σκοπού και αντικειμένου μελέτης	125
3.5.3	Απογραφική Ανάλυση	127
3.5.4	Ανάλυση επιπτώσεων	133
3.5.5	Ερμηνεία αποτελεσμάτων	140
Κεφάλαιο 4: Ανασχεδιασμός ανάλυσης κύκλου ζωής.....		141
4.1	Εισαγωγή.....	141
4.2	Σκοπός του ανασχεδιασμού.....	142
4.3	Ανασχεδιασμός με βάση το ISO 9000 και ISO 14000	143
4.3.1	TQEM, ISO 9000, ISO 14000.....	143
4.4	Διαστάσεις ποιότητας προϊόντος	145
4.4.1	Ορισμός των διαστάσεων ποιότητας	146
4.4.2	Διαστάσεις ποιότητας της ξανθιάς μπίρας	147
4.5	Ανασχεδιασμός της ανάλυσης κύκλου ζωής της αγροτικής παραγωγής δημητριακών.....	148
4.5.1	Ανάλυση βελτιώσεων	150
4.6	Ανασχεδιασμός της ανάλυσης κύκλου ζωής της παραγωγής μπίρας	152
4.6.1	Εισαγωγή.....	152
4.6.2	Novozymes A/S.....	152
4.6.3	Καθορισμός σκοπού και αντικειμένου μελέτης	153
4.6.4	Απογραφική ανάλυση	155
4.6.5	Ανάλυση επιπτώσεων	160
4.6.6	Ανάλυση βελτιώσεων	164
4.7	Ανασχεδιασμός της ανάλυσης κύκλου ζωής της παραγωγής μη επιστρεφόμενων γυάλινων μπουκαλιών	166

4.7.1	Εισαγωγή.....	166
4.7.2	Επιστρεφόμενες γυάλινες φιάλες.....	166
4.7.3	Καθορισμός σκοπού και αντικειμένου μελέτης	167
4.7.4	Απογραφική ανάλυση	169
4.7.5	Ανάλυση επιπτώσεων	175
4.7.6	Ανάλυση βελτιώσεων	177
Κεφάλαιο 5: Χρηματοοικονομική ανάλυση		180
5.1	Εισαγωγή.....	180
5.2	Παραδοχές	182
5.3	Ανάλυση νεκρού σημείο	183
5.4	Προβλέψεις αποτελεσμάτων χρήσεως.....	184
5.5	Βασικοί οικονομικοί δείκτες.....	186
5.6	Πρόβλεψη εξόδων	187
5.7	Προβλεπόμενες ταμειακές ροές.....	188
5.8	Προβλεπόμενοι ισολογισμοί τέλους.....	190
5.9	Σύνοψη-Ανάλυση χρηματοοικονομικών καταστάσεων.....	192
Κεφάλαιο 6: Συμπεράσματα.....		194
6.1	Συμπεράσματα σχετικά με την ανάλυση κύκλου ζωής.....	194
6.2	Συμπεράσματα σχετικά με το περιβάλλον και την ποιότητα.....	194
6.3	Συμπεράσματα σχετικά με την εφαρμογή της ανάλυσης κύκλου ζωής..	195
6.4	Συμπεράσματα σχετικά με τον ανασχεδιασμό της ανάλυσης κύκλου ζωής	195
6.4.1	Συμπεράσματα σχετικά με τον ανασχεδιασμό της ανάλυσης κύκλου ζωής της αγροτικής παραγωγής των δημητριακών	195
6.4.2	Συμπεράσματα σχετικά με τον ανασχεδιασμό της παραγωγής μπίρας	198
6.4.3	Συμπεράσματα σχετικά με τον ανασχεδιασμό της παραγωγής μη-επιστρεφόμενων φιαλών	200
6.5	Συμπεράσματα σχετικά με την χρηματοοικονομική ανάλυση	202

Βιβλιογραφία203

Πρόλογος

Η εκπόνηση της διπλωματικής εργασίας έχει ως κύριο σκοπό την ανάλυση του εργαλείου περιβαλλοντικής διαχείρισης «Ανάλυση Κύκλου Ζωής ενός προϊόντος ή μιας υπηρεσίας», το οποίο στη διεθνή ορολογία αναφέρεται ως Life Cycle Assessment (LCA). Η ανάλυση κύκλου ζωής θα εφαρμοστεί στο βιομηχανικό τομέα των τροφίμων και των ποτών και πιο συγκεκριμένα η μελέτη της ΑΚΖ θα ασχοληθεί με την παραγωγική διαδικασία της ξανθιάς μπίρας.

Η διπλωματική εργασία περιλαμβάνει έξι κεφάλαια. Στο πρώτο κεφάλαιο θα αναλυθεί εκτενώς η ΑΚΖ, η μεθοδολογία εφαρμογής της, ο σκοπός της, τα μειονεκτήματα και τα πλεονεκτήματα της, καθώς και η πορεία του συγκεκριμένου εργαλείου περιβαλλοντικής διαχείρισης στο μέλλον. Στο δεύτερο κεφάλαιο θα αναλυθεί το κατά πόσο το περιβάλλον και η ποιότητα μπορούν να συμβαδίσουν και αν οι δύο αυτές «έννοιες», μπορούν να αποτελέσουν ένα ολοκληρωμένο σύστημα διαχείρισης. Στο τρίτο κεφάλαιο περιλαμβάνεται η εφαρμογή της ΑΚΖ στην παραγωγική διαδικασία της ξανθιάς μπίρας και η ανάλυση των αποτελεσμάτων της ΑΚΖ. Στο τέταρτο κεφάλαιο αναλύονται προτάσεις ανασχεδιασμού, ώστε να περιοριστούν οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις, που διαπιστώθηκαν στο τρίτο κεφάλαιο και να βελτιωθεί ποιοτικά και περιβαλλοντικά το προϊόν. Η αποτελεσματικότητα των προτάσεων αυτών θα διαπιστωθεί με μία εκ νέου μελέτη ΑΚΖ. Στο πέμπτο κεφάλαιο πραγματοποιείται μία χρηματοοικονομική ανάλυση, ώστε να ελεγχθεί αν το προϊόν πέρα από ποιοτικά και περιβαλλοντικά βελτιωμένο, είναι και πιο επικερδές. Δηλαδή αν συμφέρει μία επιχείρηση και οικονομικά να εφαρμόσει τις προτάσεις ανασχεδιασμού. Τέλος στο έκτο κεφάλαιο αναλύονται όλα τα συμπεράσματα, που προκύπτουν από την εκπόνηση της διπλωματικής.

Η ΑΚΖ αποτελεί μία μέθοδο εκτίμησης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, που βρίσκει εφαρμογή σε πολλούς τομείς και πολλές επιχειρήσεις δείχνουν να είναι διατεθειμένες να την εφαρμόσουν, ώστε να βελτιώσουν τα προϊόντα και τις υπηρεσίες τους, τόσο περιβαλλοντικά, όσο και ποιοτικά.

Κεφάλαιο 1: Ανάλυση κύκλου ζωής

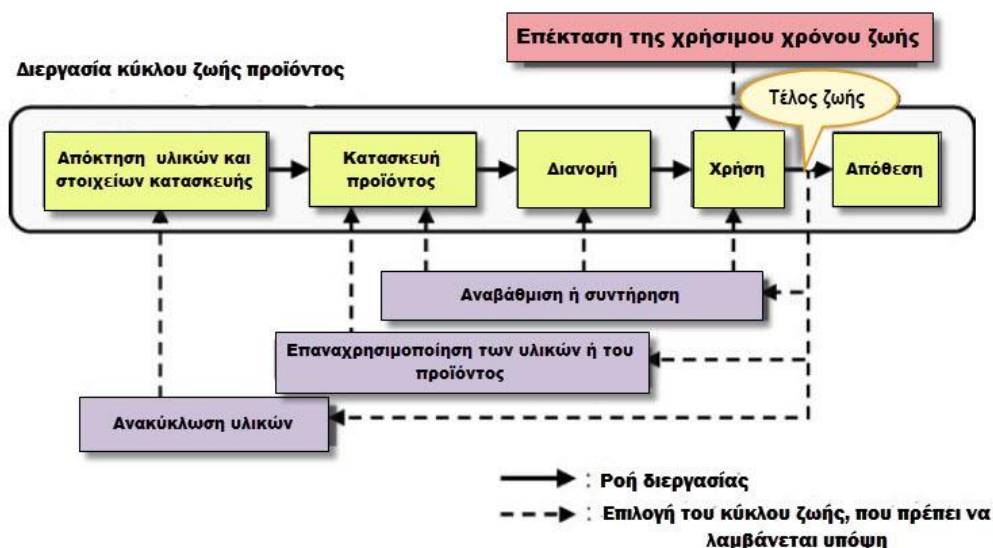
1.1 Εισαγωγή

Το αυξανόμενο ενδιαφέρον για τις πιθανές επιπτώσεις, που μπορεί να προκληθούν από τις κλιματικές αλλαγές, έχει δημιουργήσει ένα νέο κύμα από έρευνες για εναλλακτικές, που προσανατολίζονται στις «πράσινες» υπηρεσίες, στα «πράσινα» προϊόντα και στις «πράσινες» διαδικασίες παραγωγής (Wardenaar et.al, 2012).

Στη σύγχρονη εποχή, πολλοί από τους ειδικούς, που ασχολούνται με τον βιομηχανικό τομέα, (όπως σύμβουλοι, κατασκευαστές, ερευνητές), θεωρούν ότι η Ανάλυση Κύκλου Ζωής (Life Cycle Assessment, LCA) είναι το πιο επιτυχημένο εργαλείο για την αποτίμηση και αξιολόγηση των περιβαλλοντικών παραμέτρων κατά την διαδικασία σχεδίασης ενός προϊόντος ή μιας υπηρεσίας (Millet et.al, 2007). Η Ανάλυση του Κύκλου Ζωής, πιο συγκεκριμένα στοχεύει στην αξιολόγηση της εν γένει περιβαλλοντικής επίδρασης (ενέργεια και κατανάλωση πόρων και πρώτων υλών, εκπομπές καυσαερίων κ.λπ.) κατά τον κύκλο ζωής ενός προϊόντος ή κατά την δημιουργία μιας νέας υπηρεσίας, με σκοπό να συγκρίνει διαφορετικές επιλογές όσον αφορά την παραγωγική διαδικασία ή τα υλικά κατασκευής. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η κλασική μέθοδος της Ανάλυσης του Κύκλου Ζωής (ΑΚΖ) δεν συμπεριλαμβάνει την επίδραση ατυχημάτων, όπως πυρκαγιές ή γεγονότα, που οδηγούν σε μια επιπλέον μεν, αλλά ακούσια δε, ρύπανση του περιβάλλοντος (Hamzi et. al, 2008).

Η ΑΚΖ αποτελεί πλέον ένα αποδεκτό εργαλείο περιβαλλοντικής διαχείρισης, το οποίο εφαρμόζεται ολιστικά, συστηματικά και πολύπλευρα για την ποσοτικοποίηση των πιθανών περιβαλλοντικών επιπτώσεων σε ολόκληρη την διάρκεια του κύκλου ζωής ενός προϊόντος, μιας διεργασίας ή απλά μιας δραστηριότητας. Παρά το γεγονός ότι έχει χρησιμοποιηθεί σε κάποιους βιομηχανικούς τομείς για περίπου 20 χρόνια, μόλις στην δεκαετία του 1990, όταν έγινε πια προφανής η συσχέτιση του και η εφαρμογή του τόσο στον ιδιωτικό, όσο και στον δημόσιο τομέα όσον αφορά την λήψη αποφάσεων και την μεθοδευμένη ανάπτυξη, ξεκίνησε να χρησιμοποιείται ευρέως. Μερικά παραδείγματα, προς αυτή την κατεύθυνση ήταν η ενσωμάτωση της ΑΚΖ στα πρότυπα κατά ISO και συγκεκριμένα στο ISO 14000, Environmental Management Systems (EMS), στην EU Eco-Management and Audit Schemes (EMAS), καθώς και στην EC Directive on Integrated Pollution, Prevention and Control (IPPC),

τα οποία απαιτούν όλες οι εταιρίες να έχουν πλήρη γνώση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των πράξεων τους και στον χώρο εγκατάστασής τους, αλλά και γύρω από αυτόν, με την γενικότερη έννοια του όρου.



Διάγραμμα 1.1. Διεργασία του κύκλου ζωής προϊόντος και εναλλακτικές επιλογές για το κύκλο ζωής του προϊόντος (Kobayashi, 2005).

Παρά το ότι η μεθοδολογία της ΑΚΖ έχει σε πολλά σημεία της μια αρκετά υποκειμενική υπόσταση, όπως ο καθορισμός των ορίων του συστήματος, ο καθορισμός του στόχου-αντικειμένου της μελέτης και τα αποτελέσματα της μεθόδου κάποιες φορές πάσχουν από έλλειψη εγκυρότητας, η ΑΚΖ είναι ευρέως διαδεδομένη ως ένα εργαλείο στην λήψη αποφάσεων κατά την επιλογή της κατάλληλης παραγωγικής διαδικασίας, στο σχεδιασμό ενός προϊόντος ή μιας υπηρεσίας, στην βελτιστοποίηση με στόχο την εδραίωση και χρήση «πράσινης και καθαρής» τεχνολογίας. Από την άλλη μεριά, η προσομοίωση και η βελτιστοποίηση μεθόδων, οι οποίες αποτελούν πολύτιμα εργαλεία κυρίως σε παραγωγικές διαδικασίες, εφαρμόζονται επιτυχώς για αρκετές δεκαετίες (Pieragostini et. al, 2012).

Οι εταιρίες προσπαθούν συνεχώς να εφευρίσκουν νέες προσεγγίσεις για να διαφοροποιούνται και να αυξάνουν την ανταγωνιστικότητά τους στον χώρο της αγοράς και η ΑΚΖ παρέχει την δυνατότητα να επιτυγχάνουν υψηλή περιβαλλοντική επίδοση. Έτσι η προσοχή στην ΑΚΖ έχει εστιασθεί ακόμη περισσότερο με στόχο τώρα

πια όχι την καθιέρωση της εφαρμογής της, αλλά τη βελτιστοποίηση της μεθοδολογίας της και των εργαλείων της, με απώτερο σκοπό οι εταιρίες να αναπτύξουν νέες επιχειρηματικές στρατηγικές, νέες στρατηγικές μάρκετινγκ και μεθόδους επικοινωνίας με όλους τους εμπλεκόμενους της κάθε επιχείρησης. Επιπροσθέτως έχουν πραγματοποιηθεί έρευνες στην επίδραση γενικότερα της μεθόδου AKZ, αλλά και των πληροφοριών που παρέχει τόσο στους τελικούς καταναλωτές, όσο και στις εταιρίες, που αποτελούν και αυτές πολλές φορές αγοραστές προϊόντων (ενδιάμεσων ή τελικών), (Molina-Murillo, M.Smith, 2009).

1.2 Ιστορική αναδρομή

1.2.1 Τα πρώτα χρόνια

Η ιστορία της περιβαλλοντικής εκτίμησης διεργασιών, πρώτων υλών, και προϊόντων της βιομηχανίας είναι μικρή ακόμα. Οι πρώτες σχετικές έννοιες έκαναν την εμφάνισή τους στις αρχές της δεκαετίας του 1960 και αναφέρονταν κυρίως στις περιβαλλοντικές επιπτώσεις μεγάλων κατασκευαστικών έργων. Μία από τις πρώτες εργασίες, που δημοσιεύτηκαν σχετικά ήταν αυτή του Harold Smith στη World Energy Conference το 1963. Η εργασία αυτή, η οποία επιχειρούσε να υπολογίσει τη συνολική ενέργεια, που χρειαζόταν για την παραγωγή διαφόρων χημικών προϊόντων, ίσως σηματοδότησε την αρχή των μελετών αυτού του είδους (Γεωργακέλλος, 2000).

Οι πρώτες μελέτες, είχαν ως αντικείμενο τον κύκλο ζωής ενός προϊόντος, τα υλικά και τις πρώτες ύλες κατασκευής του, ενώ στο τέλος της δεκαετίας του '60 και στις αρχές της δεκαετίας του '70 άρχισαν να πραγματοποιούνται μελέτες, δίνοντας ιδιαίτερη έμφαση σε θέματα, που αφορούν την ενεργειακή επίδοση, την κατανάλωση των πρώτων υλών, καθώς και την απόθεση-απόρριψη των αποβλήτων. Το 1969, για παράδειγμα, η εταιρία της Coca Cola πραγματοποίησε μία μελέτη, η οποία αποσκοπούσε στην σύγκριση μεταξύ της κατανάλωσης των πόρων και των ρύπων, που προέρχονταν από τα αλουμινένια κουτάκια, μέσα στα οποία φυλάσσονταν και μεταφέρονταν τα αναψυκτικά. Εν τω μεταξύ στην Ευρώπη, λάμβανε χώρα μία παρόμοια προσπάθεια, η οποία έγινε γνωστή αργότερα ως "Ecobalance". Το 1972 στην Ηνωμένο Βασίλειο, ο Ian Boustead υπολόγισε την συνολική ενέργεια, που

καταναλώθηκε στην παραγωγή μεγάλων ποσοτήτων διαφορετικών τύπων αναψυκτικών, συμπεριλαμβάνοντας υλικά όπως το γυαλί, το πλαστικό, το ατσάλι και το αλουμίνιο. Μετά από κάποια χρόνια, ο Boustead επέκτεινε την μεθοδολογία, που είχε αναπτύξει, για να γίνει εφαρμόσιμη και σε ένα μεγαλύτερο εύρος υλικών και το 1979 εξέδωσε το "Handbook of Industrial Energy Analysis".

Αρχικά, ο τρόπος με τον οποίο χρησιμοποιείται η ενέργεια αποτέλεσε υψηλή προτεραιότητα σε σχέση με τα απόβλητα και εν γένει τις εκροές. Εξαιτίας αυτού του γεγονότος, υπήρξε ένας μικρός διαχωρισμός μεταξύ της ανάπτυξης του καταλόγου απογραφής των εισροών και των εκροών κατά την παραγωγή ενός προϊόντος και της ερμηνείας των συνολικών επιδράσεων, που προκαλεί στο περιβάλλον η παραγωγή ενός προϊόντος. Το 1975 και έπειτα, μετά το τέλος της πετρελαϊκής κρίσης, το ενδιαφέρον για τα ενεργειακά ζητήματα μειώθηκε. Παρόλα αυτά το ενδιαφέρον για το LCA συνέχισε να υφίσταται, αλλά με μικρότερη ένταση. Το πραγματικό και μεγάλο ενδιαφέρον ξεκίνησε στα μέσα της δεκαετίας του '80 και στις αρχές της δεκαετίας του '90, όταν ένας μεγάλος αριθμός από βιομηχανίες, εταιρίες σχεδιασμού προϊόντων και έμποροι λιανικής υιοθέτησαν το LCA (Hoffman et. al, 1997). Από τις πιο σημαντικές προτάσεις, που έγιναν εκείνη την περίοδο, είναι το «Οικολογικό Ισοζύγιο» (Eco-Balance) από το Bundewamt fuer Umweltschutz το 1984 και η «Ανάλυση Γραμμής Προϊόντος» (Product Line Analysis) από το Projektgruppe Oekologische Wirtschaft το 1987. Καθοριστικό ρόλο, στην ένταση του ενδιαφέροντος στην Ευρώπη, έπαιξαν οι πιέσεις από τις οικολογικές κινήσεις και την δημιουργία από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή της Γενικής Διεύθυνσης για το Περιβάλλον (ΓΔ XI). Βέβαια αν και στην αρχή το έργο της διεύθυνσης αυτής, ήταν κυρίως η τυποποίηση των περιβαλλοντικών κανονισμών σε όλη την Ευρωπαϊκή Ένωση, το 1985 εισήγαγε την οδηγία 85/339 σχετικά με τους περιέκτες τροφίμων και ποτών, η οποία αναφερόταν στην κατανάλωση πρώτων υλών και ενέργειας καθώς και στις αιτίες πρόκλησης της ρύπανσης (Γεωργακέλλος, 2000).

1.2.2 Ραγδαία ανάπτυξη και εφηβεία

Παρά τις τρεις δεκαετίες ανάπτυξης του LCA υπήρξαν πολλοί από τον χώρο της βιομηχανίας, που θεωρούσαν το LCA ως ένα εργαλείο, που χρειαζόταν περαιτέρω βελτίωση. Το πραγματικό ενδιαφέρον για αυτού του είδους τη μεθοδολογία ξεκίνησε στις αρχές της δεκαετίας του '90 και στο συνέδριο UN Earth Summit, ενώ το 1992 άρχισε να εδραιώνεται η άποψη ότι οι μεθοδολογίες της ανάλυσης κύκλου ζωής είναι πολλά υποσχόμενες και μπορούν να εφαρμοστούν σε ένα ευρύ φάσμα επιχειρηματικών δραστηριοτήτων.

Το πιο κατανοητό διεθνές εγχειρίδιο εκείνης της εποχής ήταν το "The LCA Sourcebook", το οποίο εκδόθηκε το 1993. Μέχρι εκείνη τη στιγμή το LCA ήταν ακόμη περιορισμένου ενδιαφέροντος έκτος από μία μικρή κοινωνία επιστημόνων, οι οποίοι προέρχονταν από την Ευρώπη και την Β. Αμερική. Αλλά το "Sourcebook" έδωσε, στους επιστήμονες και το έργο τους, την δυνατότητα να ξεπεράσουν τα στενά όρια του εργαστηρίου τους και να εισέλθουν στο πραγματικό κόσμο (Hoffman et. al, 1997).

1.2.3 Προς την ωριμότητα

Πού βρισκόμαστε τώρα; Αν και η ανάπτυξη είναι αργή και σταθερή, η μεθοδολογία αρχίζει να εδραιώνεται και να οδεύει προς την ωριμότητα. Όμως για πολλούς παραμένει ένα ερωτηματικό κατά πόσο η μεθοδολογία αυτή έχει πρακτική χρήση. Από την άλλη πλευρά, τα τελευταία χρόνια υπάρχει μια αυξανόμενη αυτοπεποίθηση σε όλους, όσοι ασχολούνται με την μεθοδολογία LCA, ότι το LCA αποτελεί ένα ισχυρό εργαλείο, το οποίο έχει μέλλον. Για παράδειγμα οι Procter και Gamble Peter πιστεύουν σε μία ραγδαία πρόοδο και είναι αισιόδοξοι για το μέλλον της μεθοδολογίας σαν εργαλείο γενικότερης διαχείρισης.

Πίσω στο 1992 και 1993, SustainAbility επινόησε τον όρο "laptop LCA", προσπαθώντας να τονίσει ότι μέχρι το LCA να γίνει κατανοητό και πραγματικά φιλικό στο χρήστη, είναι απίθανο να έχει κάποια ιδιαίτερη απήχηση. Με το πέρασμα των χρόνων, προγραμματιστές προσπάθησαν να κάνουν το LCA πιο προσιτό και εύκολο στη χρήση, μέσα από προγράμματα, τα οποία ήταν προς πώληση στην ελεύθερη

αγορά. Τα προγράμματα αυτά έπρεπε να ελεγχθούν για την εγκυρότητα τους πριν από την χρήση τους, αφού δεν ήταν απολύτως αξιόπιστα τα αποτελέσματά τους.

Γενικώς το LCA είναι πλέον ικανό να προσφέρει ένα εύρος από εργαλεία, τα οποία μπορούν να βρουν εφαρμογή σε πολλούς τομείς της διαχείρισης (Hoffman et. al, 1997).

1.2.4 Καθιέρωση

Η AKZ και γενικά οι μελέτες και τα άρθρα αυτού του είδους, φάνηκε ότι παρουσίαζαν κάποια προβλήματα, όπως:

- Η συγκεχυμένη κατάσταση που επικρατεί στο θέμα της ορολογίας.
- Η πολυπλοκότητα πολλών από τις μεθοδολογίες και τις διεργασίες.
- Το υψηλό κόστος και ο μεγάλος χρόνος, που απαιτείται παρά τη μεγάλη πρόοδο, που έχει γίνει σε αυτό το πεδίο.
- Η αναγκαιότητα του χρήστη της μεθοδολογίας να κάνει παραδοχές και να παίρνει αποφάσεις, οι οποίες δεν μπορούν να τεκμηριωθούν απόλυτα στην τελική αναφορά.
- Η έλλειψη αποδεκτών διεθνών προτύπων.
- Η αφάνεια, στην οποία βρίσκεται η μεθοδολογία, λόγω των παραπάνω αιτιών (Hoffman et. al, 1997)

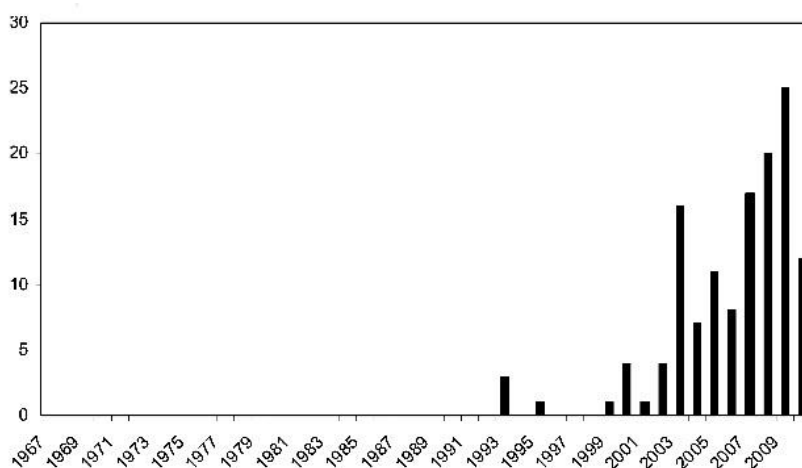
Για την αντιμετώπιση των παραπάνω προβλημάτων ακολούθησε και η πρώτη προσπάθεια να επιτευχθεί μια εναρμόνιση όλων των μεθοδολογιών της AKZ σε ένα ευρύ διεθνές επίπεδο, μέσα από την Εταιρία Περιβαλλοντικής Τοξικολογίας και Χημείας (Society for Environmental Toxicology – SETAC) το 1990. Η διαδικασία εναρμόνισης οδήγησε σύντομα στην συγγραφή και έκδοση του αποκαλούμενου κώδικα συμπεριφοράς SETAC για την AKZ (SETAC, 1993). Στην συνέχεια, μια δεύτερη προσπάθεια τυποποίησης της μεθοδολογίας AKZ άρχισε στο πλαίσιο του Διεθνούς Οργανισμού Τυποποίησης (International Standardization Organization – ISO), (Rebirtzer et. al, 2004).

Τα διεθνή πρότυπα για το LCA ξεκίνησαν να αναπτύσσονται τη δεκαετία του 1990 από την ISO Technical Committee 207 ως κομμάτι του ISO 14000, που αφορά το

κομμάτι της περιβαλλοντικής διαχείρισης. Αυτό έπαιξε καθοριστικό ρόλο για την αποδοχή του LCA παγκοσμίως. Μέχρι σήμερα αποτελούν τα μόνα διεθνή έγγραφα προτυποποίησης για το LCA, τα οποία χρησιμοποιούνται ευρέως από χρήστες του LCA και από άλλες διεργασίες προτυποποίησης. Στην ουσία τα πρότυπα ISO 14000 αντιπροσωπεύουν την μεθοδολογία του LCA.

Έχοντας ως βάση κύρια πρότυπα «ISO 14040-Περιβαλλοντική Διαχείριση-Ανάλυση Κύκλου Ζωής-Αρχές και Πλαίσιο και ISO 14044-Περιβαλλοντική Διαχείριση-Ανάλυση Κύκλου Ζωής-Απαιτήσεις και Οδηγίες» πραγματοποιήθηκε πρόοδος, η οποία οδήγησε σε νέες προσεγγίσεις και σε μερικά παρελκόμενα πρότυπα. Καλύπτονται θέματα όπως:

- «Μεμονωμένα θέματα LCA», όπως το αποτύπωμα άνθρακα (carbon footprinting) (ISO 14067) ή το αποτύπωμα νερού (water footprinting) (ISO 14046).
- «Πέρα από τα καθαρά περιβαλλοντικά θέματα LCA», όπως ο κύκλος ζωής κόστους, το κοινωνικό LCA και η αξιολόγηση της περιβαλλοντικής επίδοσης ή ακόμα και η αξιολόγηση του κύκλου βιωσιμότητας.
- «Πέρα από το προϊόν LCA», όπως η εφαρμογή τριών τύπων LCA από οργανισμούς (ISO 14072) ή η εφαρμογή του LCA σε συγκεκριμένους τομείς.
- «Πέρα της ποσοτικοποίησης του LCA», όπως στο τύπο III των περιβαλλοντικών δηλώσεων προϊόντων του ISO 14025.



Διάγραμμα 1.2. Ο αριθμός των άρθρων, στα οποία υπάρχει αναφορά του LCA από το 1967 μέχρι τη δεκαετία του '90 (Zamagni, 2011).

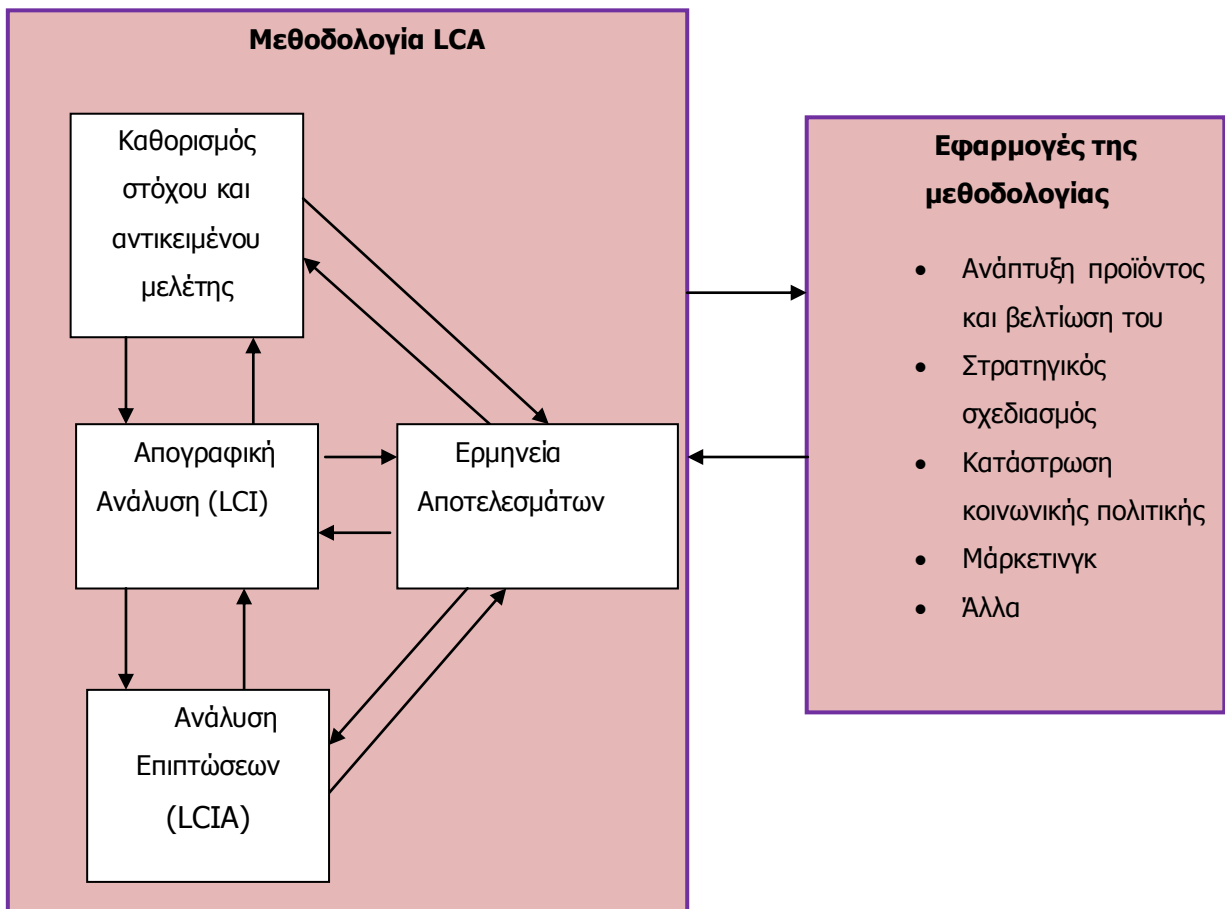
Γενικότερα στο μέλλον θα υπάρξουν επιπρόσθετα πρότυπα, τα οποία διευκρινίζουν ακόμα καλύτερα συγκεκριμένα τμήματα του LCA, ακόμα πιο απλοποιημένες μεθόδους LCA και θα επεκταθεί το περιβαλλοντικό ενδιαφέρον παίρνοντας και άλλες διαστάσεις, όπως για παράδειγμα είναι το κοινωνικό LCA. Όλες αυτές οι βελτιώσεις θα υποστηρίξουν την αξιοπιστία και την εγκυρότητα της χρήσης του LCA ως ένα εργαλείο παγκόσμιας αποδοχής, όσον αφορά την λήψη αποφάσεων σε επίπεδο διαχείρισης. Το LCA δεν αποτελεί, σε καμία περίπτωση, μία εγγύηση για την αειφόρο ανάπτυξη, αλλά σίγουρα μπορεί να βοηθήσει τα μέγιστα προς αυτή την κατεύθυνση (Finkbeiner, 2013).

1.3 Τι είναι η ανάλυση του κύκλου ζωής;

Η Ανάλυση του Κύκλου Ζωής έχει δύο κύριους στόχους. Ο πρώτος στόχος είναι η ποσοτικοποίηση και η αξιολόγηση της περιβαλλοντικής επίδοσης ενός προϊόντος ή μιας υπηρεσίας από το «λίκνο μέχρι τον τάφο», δηλαδή καθ' όλη την διάρκεια ζωής του προϊόντος (εξαγωγή και κατεργασία πρώτων υλών, κατασκευή, μεταφορά, διανομή, χρήση, επαναχρησιμοποίηση, ανακύκλωση και τελική απόθεση). Έτσι οδηγούμαστε στον δεύτερο στόχο της ανάλυσης του κύκλου ζωής, ο οποίος είναι να βοηθηθούν οι υπεύθυνοι αποφάσεων, ώστε να επιλέγουν σωστά μεταξύ εναλλακτικών προϊόντων και υπηρεσιών. Επιπροσθέτως, το LCA παρέχει μία βάση για αξιολόγηση πιθανών βελτιώσεων μιας παραγωγικής διαδικασίας όσον αφορά την περιβαλλοντική επίδοση.

Σχετικά με το πλαίσιο του LCA, η Εταιρία Περιβαλλοντικής Τοξικολογίας και Χημείας (SETAC), ξεκίνησε προσπάθειες να καθορίσει επακριβώς το LCA και να αναπτύξει μία γενική μεθοδολογία, στην οποία να βασίζονται όλες οι μελέτες LCA. Μετά από κάποιο σύντομο χρονικό διάστημα την ίδια προσπάθεια ξεκίνησε και ο Διεθνής Οργανισμός Προτυποποίησης (ISO), εστιάζοντας στην δημιουργία αρχών και οδηγιών πάνω στην μεθοδολογία LCA. Παρά το γεγονός ότι οι SETAC και ISO εργάστηκαν ανεξάρτητα υπήρξε μια ομόφωνη σύγκλιση στον καθορισμό της μεθοδολογίας, χωρίς να υπάρχουν μεγάλες διαφορές, παρά μόνο σε κάποιες λεπτομέρειες.

Η μεθοδολογία για την διεξαγωγή μιας μελέτης LCA, όπως καθορίζεται και από τους ISO και SETAC περιλαμβάνει τέσσερα κύρια στάδια: (1) Καθορισμός του στόχου και του αντικειμένου μελέτης (Goal definition and Scoping), (2) Απογραφική ανάλυση ή Ανάλυση εισροών-εκροών (Life Cycle Inventory Analysis), (3) Εκτίμηση ή Ανάλυση Επιπτώσεων (Life Cycle Impact Assessment) και τέλος (4) Ερμηνεία Αποτελεσμάτων (Life Cycle Interpretation) σύμφωνα με τον ISO ή Ανάλυση Βελτιώσεων (Improvement Assessment) κατά την SETAC (Pieragostini,2012).



Διάγραμμα 1.3. Συνιστώσες της ανάλυσης του κύκλου ζωής (Poritosh, 2009)

1.4 Προσδιορισμός του σκοπού και αντικειμένου της μελέτης (Goal definition and Scoping)

Ο προσδιορισμός του σκοπού και του αντικειμένου της μελέτης είναι ίσως το πιο σημαντικό στάδιο του LCA, γιατί όλη η μελέτη θα στηριχθεί στα δεδομένα, που θα οριστούν στο συγκεκριμένο στάδιο. Στον σκοπό και αντικείμενο της μελέτης καθορίζονται: ο σκοπός της μελέτης, ο προσδιορισμός και η περιγραφή του προϊόντος ή της υπηρεσίας, τα όρια στα οποία περιορίζεται η μελέτη, η λειτουργική μονάδα και τέλος οι διάφορες παραδοχές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις, που πρέπει να διεξαχθούν κατά τη διάρκεια της μελέτης (Poritosh, 2009).

Αναλυτικότερα προσδιορίζονται:

- Ορισμός των αντικειμενικών στόχων της μελέτης
- Επιλογή της λειτουργικής μονάδας
- Καθορισμός των ορίων του συστήματος
- Καθορισμός ποιότητας δεδομένων (SETAC, 1993)

1.4.1 Ορισμός των αντικειμενικών στόχων της μελέτης

Ο ορισμός των αντικειμενικών στόχων γίνεται με βάση τις αποφάσεις, που πρόκειται να ληφθούν από τα αποτελέσματα της μελέτης και με το είδος των πληροφοριών που απαιτούνται για την διεξαγωγή της μελέτης. Οι αντικειμενικοί στόχοι της μελέτης είναι απαραίτητο να οριστούν με σαφήνεια κατά το ξεκίνημα μιας εκτίμησης κύκλου ζωής. Πρέπει να περιλαμβάνει την αιτιολογία διεξαγωγής ΑΚΖ καθώς και την επιδιωκόμενη χρήση των αποτελεσμάτων. Βασικό στοιχείο των αντικειμενικών στόχων είναι το αν τα αποτελέσματα της έρευνας θα χρησιμοποιηθούν για την βελτίωση της παραγωγικής διαδικασίας της εταιρίας σε σχέση με τις περιβαλλοντικές επιβαρύνσεις του προϊόντος της ή αν τα αποτελέσματα της έρευνας θα χρησιμοποιηθούν για να καθορίσουν ή να επηρεάσουν κάποιες άλλες αποφάσεις, ενδεχομένως πολιτικές, σχετικά με το αν το προϊόν υπερέχει σε περιβαλλοντική επίδοση από κάποιο άλλο (SETAC, 1993).

1.4.2 *Επιλογή της λειτουργικής μονάδας*

Η επιλογή της λειτουργικής μονάδας αποτελεί ένα αρκετά κρίσιμο βήμα στην μελέτη LCA, διότι καθορίζει όλα τα δεδομένα εισόδου και εξόδου του συστήματος. Μέχρι σήμερα δεν υπάρχει μία ξεκάθαρη μέθοδος, που να καθορίζει επακριβώς μια μεθοδολογία επιλογής της λειτουργικής μονάδας. Η προτυποποίηση ISO απαιτεί μόνο η λειτουργική μονάδα να εξαρτάται από το σκοπό και το αντικείμενο της μελέτης και να είναι πλήρως καθορισμένη και μετρίσιμη.

Όταν μία μελέτη LCA χρησιμοποιείται, για να συγκρίνει εναλλακτικά προϊόντα τα κριτήρια σύγκρισης θα πρέπει να είναι ισοδύναμα. Αυτό σημαίνει ότι το κάθε σύστημα θα πρέπει να καθορίζεται ώστε να παράγεται μια ισοδύναμη ποσότητα προϊόντος ή μια ισοδύναμη υπηρεσία. Για παράδειγμα, τα κουτάκια που εμπεριέχουν τα αναψυκτικά θα πρέπει να παράγονται σε μία ποικιλία από μεγέθη και κάθε μία από αυτές τις ποικιλίες να έχει τα δικά της χαρακτηριστικά, όσον αφορά το κύκλο ζωής της. Έτσι θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί μια συγκριτική μελέτη LCA για 1000 διαφορετικά είδη συσκευασιών/κουτάκια αναψυκτικών έχοντας ως ισοδύναμη βάση τη χρήση. Προκειμένου λοιπόν να μετρηθούν οι περιβαλλοντικές παρεμβάσεις, που προκαλεί η παραγωγή ενός προϊόντος, τα στοιχεία απογραφής της μελέτης LCI θα πρέπει να ομαλοποιηθούν μαθηματικά σε μια λειτουργική μονάδα, η οποία πρέπει να οριστεί a priori και δεν είναι μια απόφαση, η οποία μπορεί να αλλάξει στην συνέχεια (Morais, Delerue-Matos, 2010).

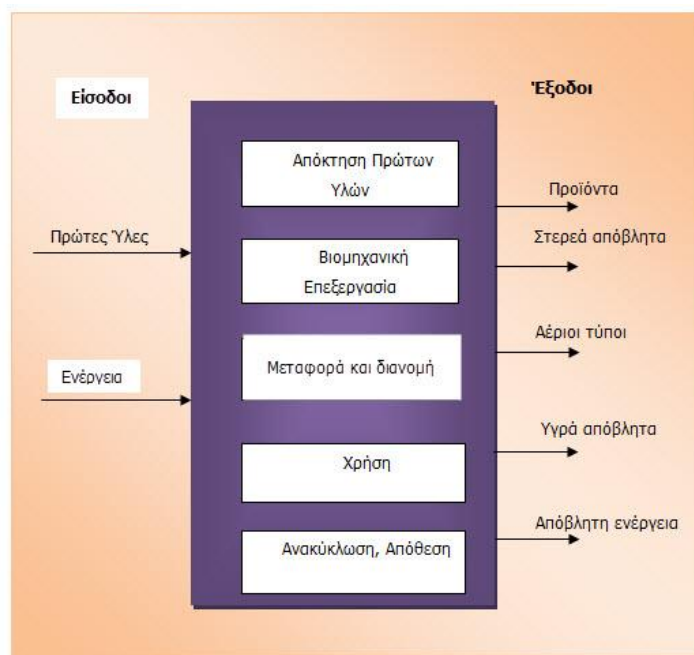
Παραδείγματα λειτουργικής μονάδας είναι τα ακόλουθα: κιλοβατώρες καταναλισκόμενης ενέργειας για πλύσιμο 5 kg ρούχων, τετραγωνικά μέτρα καλυπτόμενα από μπογιά για ένα συγκεκριμένο χωρικό διάστημα (SETAC, 1993).

1.4.3 Καθορισμός των ορίων του συστήματος

Το αντικείμενο της μελέτης καθορίζεται από το σύστημα και τα φυσικά όρια του, τις απαιτήσεις δεδομένων, και από τις υποθέσεις και τους περιορισμούς της μελέτης (SETAC, 1993). Τα όρια του συστήματος καθορίζουν τις διεργασίες/δραστηριότητες (όπως κατασκευή, μεταφορά και διαχείριση της απόθεσης του προϊόντος) και τις εισροές και εκροές, οι οποίες λαμβάνουν χώρα στην μελέτη LCA. Οι εισροές μπορούν να αναφέρονται γενικά σε όλοι την παραγωγική διαδικασία, αλλά μπορούν να αναφέρονται και σε κάθε επιμέρους δραστηριότητα της παραγωγικής διαδικασίας. Ο ορισμός των ορίων του συστήματος είναι μία κάπως υποκειμενική διεργασία και περιλαμβάνει τα ακόλουθα όρια:

- Γεωγραφικά όρια
- Όρια του κύκλου ζωής του προϊόντος
- Όρια μεταξύ της του καθαρά τεχνολογικού συστήματος (όπως για παράδειγμα ένα εργοστάσιο) και του φυσικού περιβάλλοντος

Έχοντας λοιπόν ως δεδομένη την υποκειμενικότητα του καθορισμού των ορίων του συστήματος, η διαφάνεια της διαδικασίας καθορισμού και οι υποθέσεις, που θα πραγματοποιηθούν έχουν βαρύνουσα σημασία.



Διάγραμμα 1.4. Τα τυπικά όρια ενός συστήματος (SETAC, 1993).

Το αρχικό σύστημα και τα όρια του καθορίζουν τις διεργασίες της λειτουργικής μονάδας, η οποία θα συμπεριληφθεί στο υπό μοντελοποίηση σύστημα. Ιδανικά το σύστημα LCA θα πρέπει να μοντελοποιηθεί με τέτοιο τρόπο, έτσι ώστε οι εισροές και οι εκροές να είναι πλήρως καθορισμένες και ακριβείς. Όμως κάτι τέτοιο είναι δύσκολο να συμβεί κατά την διάρκεια μιας μελέτης LCA, λόγω έλλειψης χρόνου, δεδομένων και φυσικά πόρων. Θα πρέπει να ληφθούν σημαντικές αποφάσεις, όσον αφορά τις διαδικασίες, οι οποίες θα μοντελοποιηθούν και το επίπεδο της λεπτομέρειας με βάση το οποίο θα μελετηθούν οι συγκεκριμένες διαδικασίες. Δεν θα πρέπει να ξοδευθούν πόροι για το καθορισμό ασήμαντων λεπτομερειών σχετικά με εισροές και εκροές, οι οποίες εν τέλει δεν θα έχουν κάποια σημαντική συμβολή στην διεξαγωγή των τελικών συμπερασμάτων της μελέτης. Ακόμα θα πρέπει να ληφθούν αποφάσεις σχετικά με το ποιές εκπομπές/εκροές του συστήματος θα αξιολογηθούν και σε ποιό επίπεδο λεπτομέρειας. Οι κανόνες, στους οποίους βασίζεται η λήψη αποφάσεων υπάρχουν για να βοηθούν στην επιλογή των εκροών και των εισροών και θα πρέπει να είναι πλήρως κατανοητοί και επεξηγήσιμοι στον αναγνώστη της μελέτης.

Οποιαδήποτε παράληψη κάποιων από τα στάδια του κύκλου ζωής, των διαδικασιών ή των δεδομένων θα πρέπει να είναι ξεκάθαρη από την αρχή και ο λόγος παράλειψης πλήρως αιτιολογημένος. Τέλος, το πιο σημαντικό κριτήριο για τον ορισμό των ορίων του συστήματος είναι ο βαθμός της πεποίθησης, από τον εκτελούντα της έρευνας, ότι τα αποτελέσματα της μελέτης δεν θα αλλοιωθούν και ότι ο στόχος της μελέτης θα επιτευχθεί.

Η διαδικασία της επεξεργασίας των απόνερων/λυμάτων είναι ένα κλασικό παράδειγμα διαδικασίας, η οποία συχνά παραλείπεται κατά τον καθορισμό των ορίων του συστήματος (Jensen et. al, 1997).

1.4.4 Καθορισμός ποιότητας των δεδομένων

Η ποιότητα των δεδομένων, που χρησιμοποιούνται κατά την Ανάλυση Κύκλου Ζωής και πιο συγκεκριμένα κατά το στάδιο της Απογραφικής Ανάλυσης (LCI), διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στα τελικά αποτελέσματα και συμπεράσματα της μελέτης. Η ποιότητα δεδομένων μπορεί να περιγραφεί και να καθοριστεί με διάφορους τρόπους. Είναι σημαντικό η ποιότητα των δεδομένων να καθορίζεται και να περιγράφεται ο τρόπος, που έχει καθοριστεί με συστηματικό τρόπο, ο οποίος επιτρέπει τους αναγνώστες της μελέτης να κατανοήσουν, να μπορούν να ελέγξουν και να αξιολογήσουν την διαδικασία καθορισμού της ποιότητας των δεδομένων (Jensen et. al, 1997).

Θα πρέπει να αναφερθεί ότι ακόμη και όταν υπάρχει υψηλή ποιότητα δεδομένων, η ΑΚΖ μπορεί να οδηγήσει σε λάθος συμπεράσματα εάν αυτά τα δεδομένα χρησιμοποιηθούν για να απαντηθούν άσχετες με το αντικείμενο της μελέτης ερωτήσεις.

Η ποιότητα των δεδομένων επηρεάζεται από την πηγή δεδομένων, από τη μέθοδο συλλογής, από τον τρόπο παραγωγής, από το κόστος και το χρόνο συλλογής τους.

Τα δεδομένα πρέπει να χαρακτηρίζουν μια κανονική περίοδο λειτουργίας μιας βιομηχανίας. Συνήθως δεδομένα χρονικής περιόδου ενός έτους είναι ικανοποιητικά.

Στην τελική έκθεση πρέπει να καταγράφεται η προέλευση των δεδομένων, η ηλικία τους, η χρονική τους περίοδος και ο χώρος αναφοράς τους. Πρέπει επίσης να καταγράφεται εάν τα δεδομένα προέρχονται από μετρήσεις, υπολογισμούς ή κατά προσέγγιση εκτιμήσεις. Στην περίπτωση των μετρήσεων πρέπει να αναφέρεται η επαναληψιμότητα και η αναπαραγωγιμότητά τους.

Η ποιότητα των δεδομένων, που συλλέγονται για μια ανάλυση κύκλου ζωής, εξαρτάται από την προσπάθεια και τον χρόνο που έχει αφιερωθεί στη μελέτη, όπως και η διαθεσιμότητά τους. Οι στόχοι της ποιότητας δεδομένων πρέπει να καθορίζονται από νωρίς και να βρίσκονται σε συμφωνία με ποιοτικούς ή ποσοτικούς δείκτες, οι οποίοι επιλέγονται ανάλογα με το σκοπό της ανάλυσης κύκλου ζωής και τις μεθοδολογίες που έχουν ορισθεί (βλέπε πίνακα 1.1).

Πίνακας 1.1. Πίνακας χρήσης δεικτών ποιότητας δεδομένων (Μουσιόπουλος, 1999).

Δείκτες/ Σκοπός Μελέτης	Βελτίωση Εσωτερικής Παραγωγής	Αξιολόγηση Προϊόντος	Προώθηση Προϊόντος
Ποσοτικοί δείκτες			
Ακρίβεια	+	+	+
Πληρότητα	+	+	+
Κατανομή		+	+
Ομοιογένεια			+
Σχέσεις αλληλεξάρτησης			
Αβεβαιότητα			+
Ποιοτικοί Δείκτες			
Αλληλουχία	+	+	+
Εφαρμοσιμότητα		+	+
Συγκρισιμότητα		+	+
Αντιπροσωπευτικότητα			+
Αναγνώριση ιδιομορφιών		+	+
Ικανότητα αναπαραγωγής	+	+	+
Διαθεσιμότητα			+

Το στάδιο της απογραφής των δεδομένων κάθε ΑΚΖ παρουσιάζει διακυμάνσεις, αβεβαιότητες και κενά. Οι παραπάνω παράμετροι πρέπει να αναλύονται και να παρουσιάζονται στο στάδιο του καθορισμού του σκοπού της μελέτης. Πρέπει απαραίτητως να γίνεται ανάλυση ευαισθησίας των δεδομένων έτσι ώστε να επισημαίνονται έγκαιρα οι περιορισμοί της μελέτης και να κρίνονται ανάλογα τα αποτελέσματα της. Σε μερικές περιπτώσεις η ανάλυση της ευαισθησίας των δεδομένων μπορεί να απαιτεί τη συλλογή περισσότερων δεδομένων ενώ σε κάποιες άλλες περιπτώσεις μπορεί να απαιτηθεί απόρριψη κάποιων δεδομένων. Με την αναγνώριση των εισροών και εκροών του υπό εξέταση προϊόντος και με την

απογραφή δεδομένων καταγράφεται το σύνολο των περιβαλλοντικών επιπτώσεων στον κύκλο ζωής του (Μουσιόπουλος, 1999).

1.5 Απογραφική ανάλυση (Life Cycle Inventory)

Στο στάδιο αυτό μετρούνται οι ποσότητες των πρώτων υλών, τα ποσά ενέργειας και οι περιβαλλοντικές εκπομπές που σχετίζονται με το υπό εξέταση σύστημα. Πιο συγκεκριμένα, αν εξετάσουμε τον κύκλο ζωής ενός προϊόντος, θα πρέπει να λάβουμε υπόψη τη λήψη των πρώτων υλών από τη γη, τη λήψη των ενεργειακών πηγών από τη γη, την παραγωγή χρήσιμων υλικών από τις πρώτες ύλες, τη συναρμολόγηση, τη μεταφορά των υλικών σε κάθε βήμα της παραγωγικής διαδικασίας, την κατασκευή του υπό μελέτη προϊόντος, τη διανομή, τη χρήση και την τελική απόθεση (που μπορεί να περιλαμβάνει ανακύκλωση, επαναχρησιμοποίηση, αποτέφρωση ή ταφή). Το στάδιο αυτό είναι πολύ σημαντικό, γιατί χωρίς αυτό δεν μπορούμε να κάνουμε ανάλυση επιπτώσεων. Σε περίπτωση που η ανάλυση επιπτώσεων δεν είναι αναγκαία, με τη βοήθεια της ανάλυσης εισροών-εκροών, μπορούμε να κάνουμε ανάλυση βελτιώσεων, βασιζόμενοι στα αποτελέσματα ενεργειακών καταναλώσεων και εκπομπών (Γεωργακέλλος, Πυροβολάκης, 2005).

Συγκεντρωτικά η απογραφική ανάλυση περιλαμβάνει:

- Δημιουργία διαγράμματος ροής.
- Συλλογή δεδομένων.
- Επαναπροσδιορισμός των ορίων του συστήματος.
- Υπολογισμός των περιβαλλοντικών φορτίων.
- Αξιολόγηση των δεδομένων.
- Συσχετισμός των δεδομένων.
- Μέθοδοι κατανομής περιβαλλοντικών φορτίων (Jensen et. al, 1997).

1.5.1 Διάγραμμα Ροής

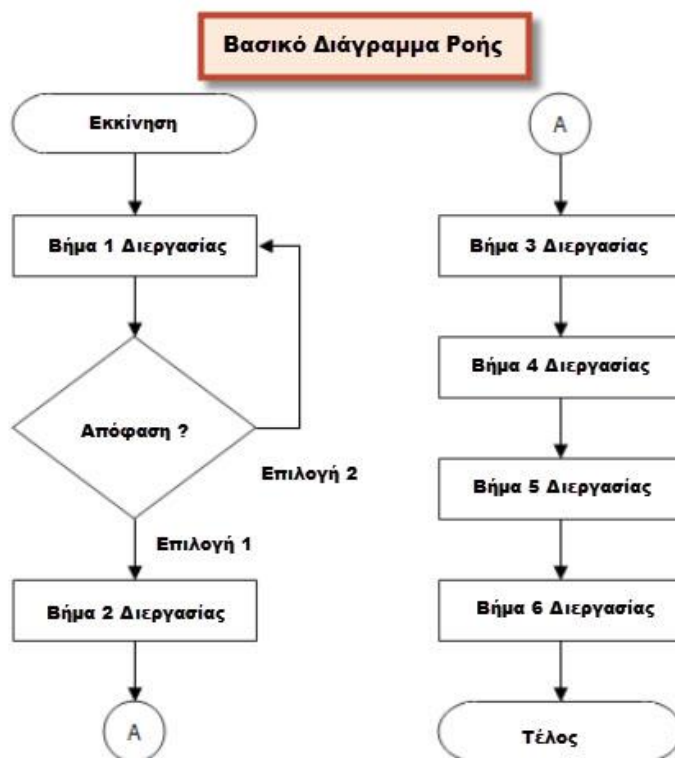
Η δημιουργία διαγράμματος ροής κατά την απογραφική ανάλυση (LCI), έκανε την εμφάνισή της κατά τις πρώτες μελέτες LCA, που δημοσιεύτηκαν και από εκεί και πέρα υιοθετήθηκε από όλους όσοι ήθελαν να πραγματοποιήσουν μια μελέτη LCA. Τα διαγράμματα ροής προσφέρουν ιδιαίτερη βοήθεια, διότι απεικονίζουν πως οι διαδικασίες, οι οποίες λαμβάνουν χώρα κατά την παραγωγική διαδικασία ενός προϊόντος συμμετέχουν στην παραγωγή του τελικού προϊόντος. Στα διαγράμματα ροής υπάρχουν κουτιά, τα οποία απεικονίζουν τις διαδικασίες και βέλη, τα οποία απεικονίζουν τις εισροές και τις εκροές μιας διαδικασίας (Suh, Huppel, 2009).

Αναλυτικότερα το σύστημα πρέπει να παρουσιαστεί σαν ένα κουτί, όπου μέσα σε αυτό περιλαμβάνονται οι διαδικασίες. Το περίγραμμα του κουτιού επισημαίνει τα όρια του συστήματος και διαχωρίζει το σύστημα από το περιβάλλοντα χώρο του. Η απογραφή δεδομένων είναι μια ποσοτική περιγραφή της συνολικής ροής μάζας και ενέργειας διαμέσου των ορίων του συστήματος.

Το σύστημα πρέπει να διασπαστεί σε μια σειρά διαδικασιών ή υποσυστημάτων. Κάθε ένα από αυτά έχει ως είσοδο την έξοδο μιας διαδικασίας που προηγείται, ενώ η έξοδος του υποσυστήματος υπολογίζεται ως είσοδο για την επόμενη διαδικασία, που ακολουθεί.

Έτσι κατά απογραφή δεδομένων προσδιορίζονται όλα τα εισερχόμενα και τα εξερχόμενα του συστήματος (εισροές και εκροές). Οι εισοδοί πρέπει να ξεκινάνε από την εξόρυξη των πρώτων υλών ενώ οι έξοδοι από το σύστημα πρέπει να καταλήγουν σε εκπομπές προς την ατμόσφαιρα ή στην τελική απόθεση των προϊόντων του συστήματος. Χαρακτηριστικό είναι το σχήμα βάσει του οποίου γίνεται μια τυπική απογραφή δεδομένων.

Υπάρχουν περιπτώσεις, όπου με βάση την απογραφή δεδομένων κριθεί ότι κάποια στάδια του κύκλου ζωής ενός προϊόντος είναι επουσιώδη ή και αμελητέα, τότε αυτά τα στάδια πρέπει να τίθενται εκτός μελέτης (και ανάλογα να διαμορφώνεται και το σύστημα). Η απόφαση αυτή όμως θα πρέπει να αναφέρεται στην τελική έκθεση και να δικαιολογείται ανάλογα.



Διάγραμμα 1.5. Βασικό διάγραμμα ροής (Takada, 1993)

Η απογραφή δεδομένων αποτελεί την ποσοτική περιγραφή όλων των ροών και ανταλλαγών μάζας και ενέργειας από και προς το σύστημα. Πολλές φορές συμβαίνει να μην υπάρχουν δεδομένα για όλα τα στάδια του κύκλου ζωής κάτι, που πρέπει να επισημαίνεται εκ των προτέρων. Για καλύτερη μελέτη, κάθε σύστημα μπορεί να διαιρεθεί σε μικρότερα υποσυστήματα έτσι ώστε το κάθε υποσύστημα να περιγράφει μια μόνο διαδικασία (SETAC, 1993).

Απαραίτητο στοιχείο λοιπόν, στην ανάλυση κύκλου ζωής, στο συγκεκριμένο στάδιο είναι το διάγραμμα ροής, γιατί είναι ο πιο παραστατικός τρόπος για την παρουσίαση των συστατικών ενός συστήματος. Το διάγραμμα ροής πρέπει να περιλαμβάνει μόνο εκείνα τα στάδια του κύκλου ζωής που αναλύονται, δηλαδή μόνο τα στάδια που έχουν συμπεριληφθεί εντός των ορίων του συστήματος. Τα διάφορα στάδια της ζωής συνδέονται παραστατικά με βέλη τα οποία έχουν τη φορά της εξέλιξης της ζωής του προϊόντος.



Διάγραμμα 1.6. Εννοιολογικό διάγραμμα απογραφικής ανάλυσης λειτουργικής μονάδας (Socolof et al, 2001).

Το αποτέλεσμα της Απογραφής Δεδομένων είναι ένας εκτενής κατάλογος εισροών (πόροι) και εκροών (αέριες, υγρές και στερεές εκπομπές ρύπων). Οι εισροές και εκροές του συστήματος παρουσιάζονται με τη μορφή ενός συγκεντρωτικού πίνακα. Ένα πρόβλημα που προκύπτει είναι δύσκολο να συγκριθούν οι διαφορετικοί τύποι περιβαλλοντικών επιβαρύνσεων που προκύπτουν από την απογραφή των δεδομένων. Παραδείγματος χάριν, πως μπορούν να συγκριθούν η κατανάλωση ενός μη αναλώσιμου πόρου με τις εκπομπές NO_x ή με τα στερεά απόβλητα. Ένας τρόπος αντιμετώπισης αυτού του προβλήματος είναι να «μεταφραστούν» όλες οι επιβαρύνσεις στην ίδια μονάδα ή ακόμα και να μετατραπούν όλα τα στοιχεία της Απογραφής Δεδομένων σε ένα ενιαίο περιβαλλοντικό δείκτη. Αυτό το πρόβλημα μπορεί να λυθεί με την εφαρμογή μιας μεθόδου εκτίμησης επιπτώσεων στο τρίτο στάδιο της μεθοδολογίας (ISO 14041, 1998).

1.5.2 Συλλογή δεδομένων

Η Απογραφική Ανάλυση περιλαμβάνει την συλλογή δεδομένων και την επεξεργασία τους, ώστε να χρησιμοποιηθούν στον υπολογισμό της κατανάλωσης πρώτων υλών, στον υπολογισμό των αποβλήτων και των ρύπων κατά την διάρκεια της κάθε μίας φάσης του κύκλου ζωής ξεχωριστά, αλλά και φυσικά ολόκληρου του κύκλου ζωής του προϊόντος. Τα δεδομένα μπορούν να είναι απολύτως συγκεκριμένα έχοντας πληροφορίες από αρμόδιες και κατάλληλες επιχειρήσεις, από συγκεκριμένες περιοχές και συγκεκριμένες χώρες, αλλά μπορούν και να είναι πιο γενικά, από ίσως

πιο ακαθόριστες πηγές, όπως έρευνες, που μπορεί να έχουν γίνει ή από κάποιους οργανισμούς, που εμπλέκονται με τα προς αναζήτηση δεδομένα.

Τα δεδομένα θα πρέπει να συγκεντρώνονται για την κάθε διαδικασία ξεχωριστά. Αυτά μπορεί να είναι είτε ποσοτικά, είτε ποιοτικά. Τα ποσοτικά δεδομένα είναι πιο σημαντικά, όταν πρόκειται για διαδικασίες και υλικά, αλλά πολύ συχνά τα ποσοτικά δεδομένα είναι δύσκολο να υπολογιστούν ή η ποιότητα τους δεν είναι η επιθυμητή. Τα πιο περιγραφικά ποιοτικά δεδομένα μπορούν να χρησιμοποιηθούν στα περιβαλλοντικά κομμάτια της μελέτης ή στα κομμάτια της μελέτης, στα οποία δεν υπάρχει η δυνατότητα να χρησιμοποιηθούν τα ποσοτικά δεδομένα ή ακόμη όταν ο σκοπός και το αντικείμενο της μελέτης δεν απαιτούν ποσοτική περιγραφή των διαδικασιών.

Η Απογραφική Ανάλυση περιλαμβάνει την συλλογή δεδομένων και τον υπολογισμό των διαδικασιών, για να είναι δυνατή η ποσοτικοποίηση των εισροών και των εκροών του συστήματος. Οι εισροές και εκροές μπορούν να περιλαμβάνουν την χρήση πόρων και τις εκπομπές του συστήματος στον αέρα, στο νερό και στη γη. Η ερμηνεία των αποτελεσμάτων θα πρέπει να βασίζεται στα δεδομένα αυτά, πάντα σύμφωνα με ότι έχει οριστεί στον σκοπό και στο αντικείμενο της μελέτης LCA. Με λίγα λόγια τα δεδομένα, που θα συγκεντρωθούν στην απογραφική ανάλυση θα αποτελέσουν την εισροή για την ερμηνεία των αποτελεσμάτων (LCIA).

Η διεργασία της Απογραφικής Ανάλυσης είναι επαναληπτική. Κατά την διάρκεια της συλλογής των δεδομένων μαθαίνονται περισσότερα για το σύστημα, προκύπτει η ανάγκη για εύρεση νέων δεδομένων και ο καθορισμός νέων περιορισμών, τα οποία με την σειρά τους προκαλούν την ανάγκη για αλλαγή των μεθόδων συλλογής των δεδομένων, έτσι ώστε να στεφθεί με επιτυχία ο στόχος της μελέτης LCA. Μπορεί κατά την συλλογή των δεδομένων να προκύψει ακόμη και η ανάγκη για επαναπροσδιορισμό του σκοπού και αντικειμένου της μελέτης.

Τα ποσοτικά και ποιοτικά δεδομένα, για να είναι απολύτως αξιόπιστη η Απογραφική Ανάλυση, θα πρέπει να συγκεντρωθούν για κάθε διεργασία, που βρίσκεται εντός των ορίων του συστήματος. Οι διαδικασίες, οι οποίες θα συμπεριληφθούν εντός του συστήματος εξαρτώνται από το σκοπό και το αντικείμενο της μελέτης και από τις διεργασίες του συστήματος.

Γενικά σε μία Απογραφική Ανάλυση θα πρέπει να ληφθούν υπόψη τα παρακάτω:

- Θα πρέπει να γίνεται κατανομή των διαδικασιών, όταν πρόκειται για συστήματα με πολλαπλά προϊόντα. Τα υλικά, οι εισροές-εκροές, οι εκπομπές ρύπων θα πρέπει να κατανέμονται στα διαφορετικά προϊόντα σύμφωνα με τις διαδικασίες παραγωγής τους, οι οποίες θα πρέπει να αναφέρονται και να αιτιολογούνται πλήρως.
- Κατά τον υπολογισμό των εισροών-εκροών, δηλαδή των ενεργειακών ροών, θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα πιθανά διαφορετικά καύσιμα και οι ηλεκτρικές πηγές, που μπορεί να χρησιμοποιηθούν, καθώς και οι εκροές, που θα προέλθουν από αυτές τις εισροές.

Η συλλογή των δεδομένων είναι συχνά το πιο επίπονο κομμάτι της μελέτης LCA, ειδικά όταν απαιτούνται δεδομένα για κάθε μία διεργασία ξεχωριστά, όλου του κύκλου ζωής. Σε πολλές περιπτώσεις τα δεδομένα πηγάζουν από την βιβλιογραφία ή από κάποιους οργανισμούς, οι οποίοι έχουν στο παρελθόν διεξάγει σχετικές έρευνες (Jensen et. al, 1997).

1.5.3 Επαναπροσδιορισμός των ορίων του συστήματος

Τα όρια του συστήματος καθορίζονται στον σκοπό και το αντικείμενο της μελέτης LCA. Μετά την συλλογή των αρχικών δεδομένων, τα όρια του συστήματος μπορούν να επαναπροσδιορισθούν ως αποτέλεσμα των αποφάσεων, που μπορούν να οδηγήσουν σε παράλειψη/εξαίρεση κάποιων σταδίων του κύκλου ζωής ή υποσυστημάτων, σε παράλειψη/εξαίρεση ή προσθήκη κάποιων εισροών-εκροών μιας διεργασίας, η οποία να αποδείχτηκε σημαντική και έπρεπε να προστεθεί.

Τα δεδομένα, τα οποία θα καθορίσουν το αν θα γίνει επαναπροσδιορισμός των ορίων του συστήματος, θα πρέπει να αξιολογούνται με μία ανάλυση ευαισθησίας.

Η ανάλυση ευαισθησίας θα επικυρώνει αποφάσεις:

- Εξαιρέσης κάποιων σταδίων του κύκλου ζωής ενός προϊόντος ή κάποιου υποσυστήματος.
- Την προσθήκη νέων διαδικασιών, οι οποίες αποδείχτηκε ότι παίζουν καθοριστικό ρόλο στην Απογραφική Ανάλυση και γενικότερα στην μελέτη LCA.

Τα αποτελέσματα του επαναπροσδιορισμού των ορίων του συστήματος και η ανάλυση ευαισθησίας θα πρέπει να είναι τεκμηριωμένα. Η ανάλυση ευαισθησίας έχει μοναδικό σκοπό να απομονώσει τα σημαντικά από τα λιγότερο σημαντικά ή και ασήμαντα δεδομένα (Jensen et. al, 1997).

1.5.4 Υπολογισμός των περιβαλλοντικών φορτίων

Στο κομμάτι αυτό, της μελέτης LCA δεν υπάρχει κάποια επίσημη μέθοδος υπολογισμού των περιβαλλοντικών φορτίων, εκτός κάποιων απαιτήσεων που αφορούν τις διαδικασίες κατανομής. Καλό θα είναι να δημιουργηθεί ένα υπολογιστικό φύλλο, που θα συγκεντρώνει όλα τα δεδομένα. Επίσης κάποια υπολογιστικά προγράμματα, όπως το Excel ή το Lotus σε συνδυασμό με κάποια άλλα προγράμματα που έχουν αναπτυχθεί συγκεκριμένα για το LCA, μπορούν να φανούν ιδιαίτερω χρήσιμα. Συνήθως η επιλογή του κατάλληλου προγράμματος γίνεται με βάση την μορφή και των είδος των δεδομένων (Jensen et. al, 1997).

1.5.5 Αξιολόγηση των δεδομένων

Η επικύρωση των δεδομένων πρέπει να πραγματοποιηθεί κατά την συλλογή των δεδομένων έτσι ώστε να υπάρχει μια γενικότερη υψηλή ποιότητα των δεδομένων. Η αξιολόγηση των δεδομένων θα πρέπει να υποδείξει δεδομένα, τα οποία έχουν περιθώρια βελτίωσης.

Κατά την διάρκεια της συλλογής δεδομένων θα πρέπει να πραγματοποιείται μια συνεχής και επαναληπτική αξιολόγηση. Η αξιολόγηση των δεδομένων θα πρέπει να

ορίζει ενεργειακά ισοζύγια, ισοζύγια μάζας ή παράγοντες που οδηγούν σε εκπομπές και ρύπων κ.τ.λπ. Σε περίπτωση εμφάνισης ανωμαλιών στα δεδομένα, μετά από την αξιολόγηση, θα πρέπει να αντιμετωπίζονται έτσι ώστε η ποιότητα των δεδομένων να παραμένει υψηλή.

Για την αντιμετώπιση, λοιπόν αυτών των ανωμαλιών θα πρέπει να λαμβάνονται τα ακόλουθα μέτρα:

- Να υπάρχει μια αποδεκτή ποιοτική αξία των δεδομένων.
- Να οριστεί μία αποδεκτή ποιότητα δεδομένων ή
- Να οριστεί μία αποδεκτή ποιότητα δεδομένων, με βάση αποδεκτά δεδομένα, που έχουν συλλεχθεί για παρόμοιες μελέτες LCA (Jensen et. al, 1997).

1.5.6 Συσχετισμός των δεδομένων

Τα θεμελιώδη δεδομένα, όσον αφορά τις εισροές και τις εκροές, παραδίδονται από τις βιομηχανίες με ένα αυθαίρετο τρόπο, διότι δεν έχουν υπόψη τους το λόγο χρησιμοποίησης τους και τις περισσότερες φορές δεν έχουν γνώση γενικότερα για την μελέτη LCA. Για παράδειγμα παρέχουν δεδομένα, όπως κατανάλωση ενέργειας ως MJ/μηχανής/εβδομάδα ή τις εκροές από το σύστημα αποχέτευσης, όπως τα μέταλλα mg/λίτρο λυμάτων. Η συγκεκριμένη μηχανή ή οι εκροές από το σύστημα αποχέτευσης σπανίως συνδέονται μόνο με την παραγωγή του προϊόντος, αλλά και με άλλα παρόμοια προϊόντα ή ακόμα και με όλο το σύστημα παραγωγής.

Για κάθε διεργασία και το ενεργειακό ισοζύγιο, πρέπει να καθοριστεί μια μετρητική μονάδα αναφοράς (flow reference), (π.χ ένα κιλό υλικού ή ένα megajoule ενέργειας). Όλοι οι υπολογισμοί θα πρέπει να γίνονται βάση με αυτές τις μονάδες αναφοράς.

Επίσης τα δεδομένα θα πρέπει να συγκεντρώνονται και να κατηγοριοποιούνται με βάση το αν έχουν παρόμοιο περιεχόμενο και παρόμοιες περιβαλλοντικές επιδράσεις. Αν χρειαστούν ακόμα αυστηρότεροι κανόνες κατηγοριοποίησης θα πρέπει να καθοριστούν και να αιτιολογηθούν στο αντικείμενο και σκοπό της μελέτης ή εναλλακτικά μπορούν να καθοριστούν στην Ανάλυση Επιπτώσεων (Jensen et.al, 1997).

1.5.7 Κατανομή των περιβαλλοντικών επιβαρύνσεων

Όταν πραγματοποιείται μια ΑΚΖ ενός πολύπλοκου συστήματος, μπορεί να μην είναι δυνατή ή εύκολη η διαχείριση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων και γενικότερα οι εκροές εντός των ορίων του συστήματος. Το πρόβλημα μπορεί να επιλυθεί ως εξής:

1. Να επεκταθούν τα όρια του συστήματος, ώστε να είναι δυνατό να συμπεριληφθούν όλες οι εκροές και εισροές ή
2. Να κατανεμηθούν οι σχετικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις στο υπό μελέτη σύστημα.

Όταν αποφεύγεται η κατανομή και επιλέγεται η επέκταση των ορίων του συστήματος, υπάρχει μεγάλο ρίσκο να γίνει το σύστημα εξαιρετικά πολύπλοκο. Η συλλογή των δεδομένων, η Ερμηνεία των Αποτελεσμάτων και Ανάλυση των Επιπτώσεων θα γίνουν κοστοβόρες διεργασίες, τόσο σε χρόνο όσο και σε χρήματα. Η κατανομή είναι μία καλύτερη εναλλακτική και πιο κατάλληλη μέθοδος για την επίλυση του προβλήματος.

Εφόσον η Απογραφική Ανάλυση στηρίζεται αυστηρώς σε ενεργειακά ισοζύγια και σε εκροές-εισροές υλικών, έτσι και η κατανομή θα πρέπει να στηριχθεί, όσο είναι δυνατόν, σε σχέσεις εισροών-εκροών και σε βασικά χαρακτηριστικά (Jensen et.al, 1997).

Προκύπτουν τρεις τουλάχιστον περιπτώσεις κατανομής των περιβαλλοντικών επιβαρύνσεων ανάμεσα σε διάφορες κοινές εισροές ή εκροές (Ekvall, Finnveden, 2001):

- Όταν το σύστημα έχει περισσότερα από ένα προϊόντα. Π.χ έστω ότι μια βιομηχανία γάλακτος, στους χώρους ενός και μόνου εργοστασίου, παστεριώνει γάλα και παράγει γιαούρτι. Πως πρέπει να γίνει η κατανομή των περιβαλλοντικών επιβαρύνσεων ανάμεσα στο γάλα και το γιαούρτι;
- Όταν η επεξεργασία των αποβλήτων από τα διάφορα στάδια της κατεργασίας γίνεται σε ένα κοινό σύστημα επεξεργασίας αποβλήτων (π.χ κοινός βιολογικός καθαρισμός). Τι γίνεται όταν μια φαρμακοβιομηχανία και μια γαλακτοβιομηχανία απορρίπτουν τα υγρά λύματά τους σε μια μοναδική

εγκατάσταση δευτεροβάθμιας επεξεργασίας; Πως πρέπει να κατανεμηθούν τα περιβαλλοντικά βάρη ανάμεσα στα προϊόντα των δύο βιομηχανιών;

- Όταν το σύστημα περιέχει τουλάχιστον ένα βρόχο ανακύκλωσης, όπως εξηγείται αναλυτικά παρακάτω.

Προκύπτει λοιπόν η ανάγκη να υπάρχει ένας συστηματικός τρόπος για την κατανομή των περιβαλλοντικών επιβαρύνσεων ανάμεσα στα διάφορα προϊόντα. Πολύ συχνά η κατανομή των επιβαρύνσεων γίνεται με βάση τη μάζα των προϊόντων. Αυτό όμως δεν αποκλείει την χρησιμοποίηση κάποιας άλλης βάσης κατανομής (π.χ οικονομική).

Δύο ή περισσότερα προϊόντα

Όταν υπάρχουν τουλάχιστον δύο προϊόντα σε ένα σύστημα, η κατανομή των περιβαλλοντικών επιβαρύνσεων ανάμεσα τους γίνεται με βάση τη σχέση των μαζών τους στο σύστημα. Από την άλλη πλευρά, χαρακτηριστικό παράδειγμα συστήματος με πλήθος παραγόμενων προϊόντων (υγραέριο, βενζίνες, κηροζίνη, πετρέλαιο θέρμανσης και κίνησης, μαζούτ, πίσσες κ.λ.π) είναι ένα διυλιστήριο αργού πετρελαίου.

Κοινή επεξεργασία αποβλήτων

Στην περίπτωση που η επεξεργασία των αποβλήτων από όλα τα στάδια της βιομηχανικής παραγωγής γίνεται σε ένα κοινό στάδιο(αυτό της επεξεργασίας των αποβλήτων), η κατανομή των ρύπων που προέρχονται από αυτή καθαυτή την επεξεργασία των αποβλήτων γίνεται με βάση τη μάζα τους. Με αυτό τον τρόπο το κύριο προϊόν(αυτό που αποτελεί το αντικείμενο της μελέτης) επιβαρύνεται μόνο με τους ρύπους που του αναλογούν.

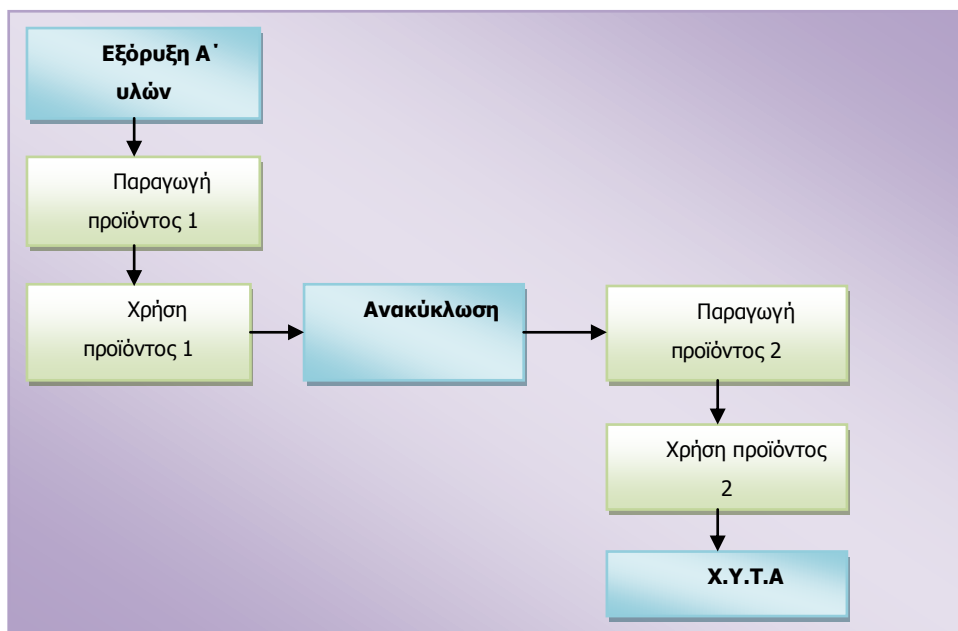
Ανοιχτός βρόχος ανακύκλωσης

Υπάρχουν περιπτώσεις που ένα ρεύμα (μάζας ή ενέργειας) ξεκινάει από το σύστημα A και καταλήγει στο σύστημα B ως πρώτη ύλη (π.χ σύστημα παραγωγής βιομάζας – σύστημα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας). Έτσι αυτά τα δύο συστήματα εάν και φαινομενικά εξυπηρετούν δύο διαφορετικές λειτουργίες, στην πραγματικότητα σχετίζονται μεταξύ τους γιατί οι όποιες μεταβολές στις εισόδους του συστήματος A επηρεάζουν τις εισόδους στο σύστημα B. Με βάση αυτή την αλληλεπίδραση εκτελούνται διαδοχικά οι υπολογισμοί. Στο διάγραμμα 1.7

παρουσιάζεται μια τέτοια περίπτωση. Τα σκιασμένα κουτιά δηλώνουν κοινά στάδια στον κύκλο ζωής των προϊόντων 1 και 2 του διαγράμματος 1.7. Γενικά, οποιοσδήποτε ανοιχτός βρόχος ανακύκλωσης, αντιμετωπίζεται ως ένα άλλο υποσύστημα μέσα στο κύριο σύστημα. Όταν όμως υπάρχουν πολλοί βρόχοι ανακύκλωσης μέσα σε ένα σύστημα(π.χ τα προϊόντα ενός διυλιστηρίου που αποτελούν την πρώτη ύλη για χιλιάδες άλλα συστήματα), τότε το κάθε σύστημα πρέπει να αντιμετωπίζεται ως ανεξάρτητο γιατί το μοντέλο των διαδοχικών υπολογισμών των αλληλεπιδράσεων είναι πρακτικά ανεφάρμοστο.

Συμπερασματικά πρέπει να τονιστεί, ότι η κατανομή των περιβαλλοντικών επιβαρύνσεων πρέπει να γίνεται με βάση το σκοπό ΑΚΖ, δηλαδή:

- Η μέθοδος κατανομής να είναι λογική, συστηματική και σχετική με το αντικείμενο της μελέτης.
- Η μέθοδος κατανομής να καταγράφεται και να εξηγείται στην τελική έκθεση (ISO 14041, 1998).



Διάγραμμα 1.7. Παράδειγμα ανοιχτού βρόχου ανακύκλωσης (ISO 14041, 1998).

1.6 Εκτίμηση ή ανάλυση επιπτώσεων (Life Cycle Impact Assessment)

Σε αυτό το στάδιο πραγματοποιείται η συγκέντρωση όλων των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, οι οποίες ποσοτικοποιήθηκαν και υπολογίστηκαν στην Απογραφική Ανάλυση και η συγκρότηση τους σε κατηγορίες, οι οποίες θα έχουν ξεκάθαρο περιεχόμενο (π.χ φαινόμενο του θερμοκηπίου, τρύπα του όζοντος κ.τ.λπ), (De Benetto, Klemes, 2009).

Θα πρέπει λοιπόν σε αυτό το στάδιο: α) να εκτιμηθεί με ακρίβεια η επίδραση των δραστηριοτήτων που αποκαλύφθηκαν από την ανάλυση εισροών-εκροών της Ανάλυσης Κύκλου Ζωής (Α.Κ.Ζ), σε συγκεκριμένα περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά και β) πρέπει η σχετική σοβαρότητα των αλλαγών στα περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά να δίνεται με κατάταξη προτεραιότητας. Αυτά τα δύο στάδια αποτελούν την ανάλυση επιπτώσεων του κύκλου ζωής (Γεωργακέλλος, Πυροβολάκης, 2005).

Η περιβαλλοντική επίπτωση ενός προϊόντος μπορεί να περιγραφεί με διάφορους τρόπους, αλλά συνήθως καταλήγει στον υπολογισμό της επίπτωσης του προϊόντος εξετάζοντας τις εξόδους, τις επιπτώσεις ή καταστροφές που προκαλούνται σε μια ή περισσότερες φάσεις του κύκλου ζωής. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να εντοπίζονται τα σημαντικότερα προβλήματα και σε ποιο στάδιο της ζωής του προϊόντος συμβαίνουν (Μουσιόπουλος, 1999).

Για να ερμηνευθούν περαιτέρω τα αποτελέσματα της απογραφής δεδομένων είναι απαραίτητο να αντιστοιχηθούν σε κατηγορίες επιπτώσεων. Για παράδειγμα ο υπολογισμός, κατά το στάδιο της Απογραφής Δεδομένων, όταν εκπέμπονται 2 kg βενζόλιο από μια συγκεκριμένη παραγωγική διεργασία μπορεί και να μη σημαίνει τίποτα για το μέσο άνθρωπο. Όταν, όμως αυτή η εκπομπή αντιστοιχεί σε συγκεκριμένα κρούσματα καρκινογένεσης, τότε το αποτέλεσμα της ΑΚΖ γίνεται πιο κατανοητό. Η αντιστοίχιση αυτή, λοιπόν, γίνεται στο τρίτο στάδιο της ΑΚΖ, την Εκτίμηση των Επιπτώσεων, στάδιο το οποίο αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα μεθοδολογικά προβλήματα. Η δυσκολία στη μετατροπή των αποτελεσμάτων της απογραφής δεδομένων στις αντίστοιχες περιβαλλοντικές επιπτώσεις έγκειται στο γεγονός ότι ακόμα και σήμερα υπάρχουν πολλές επιστημονικές αβεβαιότητες. Εάν θέλουμε να πάμε ακόμα μακρύτερα, το ιδανικό θα ήταν να μπορεί να υπάρξει ένας ενιαίος περιβαλλοντικός δείκτης που θα μπορούσε να είναι χρήσιμος για τους σχεδιαστές κατά τη διάρκεια της διαδικασίας σχεδιασμού των νέων προϊόντων,

υλικών κ.ο.κ. Παρακάτω παρουσιάζονται συνοπτικά όλες οι απαραίτητες ενέργειες που πρέπει να γίνουν στο στάδιο της Εκτίμησης Επιπτώσεων:

- Επιλογή των κατηγοριών.
- Επιλογή των ρευμάτων που θα αθροιστούν ανά κατηγορία επίπτωσης.
- Καθορισμός της συνεισφοράς των ρευμάτων ανά κατηγορία επιπτώσεων.
- Υπολογισμός των επιπτώσεων.
- Αναγνώριση των σημαντικότερων ρευμάτων ανά κατηγορία επίπτωσης (ISO 14042, 2000).

1.6.1 Υποχρεωτικά και προαιρετικά στάδια της Εκτίμησης Επιπτώσεων

Το γενικό πλαίσιο του σταδίου της Εκτίμησης Επιπτώσεων αποτελείται από διάφορα:

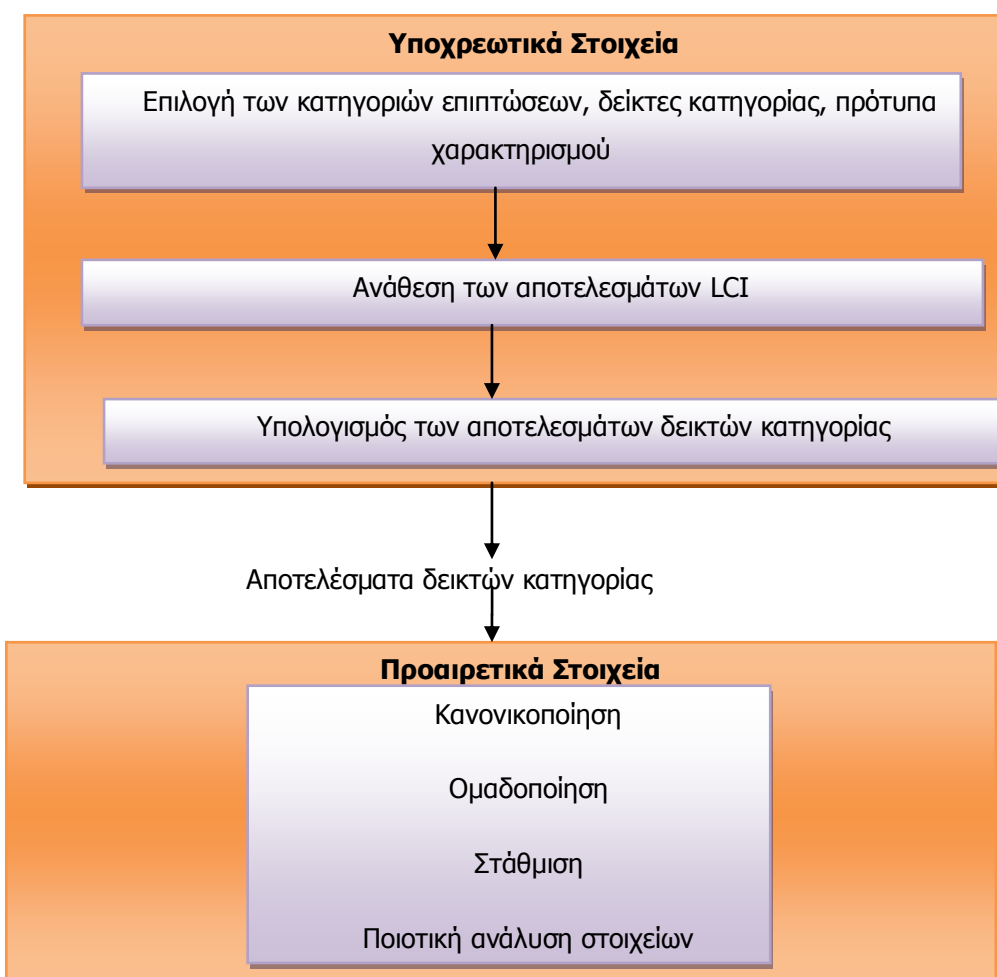
- Υποχρεωτικά στάδια (δηλαδή την ταξινόμηση και το χαρακτηρισμό των δεδομένων) που μετατρέπουν τα αποτελέσματα της απογραφής δεδομένων σε έναν δείκτη για κάθε κατηγορία επιπτώσεων, και
- Προαιρετικά στάδια (δηλαδή την κανονικοποίηση και τη στάθμιση των δεδομένων) που σκοπό έχουν την απόδοση ενός ενιαίου δείκτη επιπτώσεων χρησιμοποιώντας αριθμητικούς συντελεστές κανονικοποίησης και στάθμισης.

Πιο συγκεκριμένα το διάγραμμα 1.8 αναπαριστά τη σχετική σειρά των υποχρεωτικών και προαιρετικών σταδίων της Εκτίμησης Επιπτώσεων. Τα στάδια αυτά περιληπτικά έχουν ως εξής:

- Επιλογή των κατηγοριών επιπτώσεων και των δεικτών που αντιπροσωπεύουν καλύτερα κάθε κατηγορία επιπτώσεων. Για παράδειγμα, η επίπτωση «κλιματική αλλαγή» αντιπροσωπεύεται καλύτερα από το δείκτη.
- Ταξινόμηση (classification) των στοιχείων της απογραφής δεδομένων στις επιλεγμένες κατηγορίες επιπτώσεων. Π.χ οι εκπομπές CO₂, CH₄, N₂O πρέπει να ταξινομηθούν στην επίπτωση «κλιματική αλλαγή» καθώς όλα τα παραπάνω αποτελούν αέρια του θερμοκηπίου.
- Υπολογισμός των συνολικών δεικτών κατηγορίας επιπτώσεων χρησιμοποιώντας τους συντελεστές χαρακτηρισμού (characterization).

Δηλαδή, σύμφωνα με το παράδειγμα της παραπάνω παραγράφου, ο δείκτης της επίπτωσης «κλιματική αλλαγή» είναι τα ισοδύναμα CO₂.

- Υπολογισμός των αποτελεσμάτων του συνολικού δείκτη ανά κατηγορία επιπτώσεων σε σχέση με κάποιες τιμές αναφοράς (κανονικοποίηση). Το στάδιο αυτό είναι προαιρετικό.
- Ομαδοποίηση (grouping) και στάθμιση (weighting) των αποτελεσμάτων της Εκτίμησης Επιπτώσεων, που είναι επίσης προαιρετικά.
- Ανάλυση ποιότητας των δεδομένων. Το στάδιο αυτό είναι υποχρεωτικό, όταν η ΑΚΖ έχει συγκριτικό σκοπό και τα αποτελέσματα της αφορούν στο ευρύ κοινό. Το στάδιο αυτό λαμβάνει μικρή προσοχή στην τρέχουσα πρακτική (ISO 14042, 2000).



Διάγραμμα 1.8. Στάδια της Εκτίμησης Επιπτώσεων (ISO 14042, 2000).

1.6.2 Κατηγορίες επιπτώσεων και τομείς προστασίας (AoPs)

Στις ενότητες που ακολουθούν θα αναλυθούν περαιτέρω τα στάδια της Εκτίμησης Επιπτώσεων. Στην Εκτίμηση των Επιπτώσεων, υπάρχουν τρεις μεγάλες κατηγορίες επιπτώσεων που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά τον καθορισμό του σκοπού μιας μελέτης ΑΚΖ. Οι τρεις αυτές κατηγορίες αναφέρονται στην βιβλιογραφία ως Περιοχές Προστασίας (Areas of Protection, AoPs). Οι τρεις ευρύτερες κατηγορίες είναι οι ακόλουθες (Pennigton et.al, 2004):

- Οι επιπτώσεις στους φυσικούς πόρους,
- Οι επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία,
- Οι επιπτώσεις στο οικοσύστημα (ISO 14042, 2000).

Σε κάποιες νεότερες δημοσιεύσεις αυτά έχουν αναδιοργανωθεί όπως παρουσιάζονται στο διάγραμμα 1.9. Τα προτεινόμενα AoPs είναι:

- Οι επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία
- Οι επιπτώσεις στο φυσικό περιβάλλον (χρήση πόρων, κλιματική αλλαγή, γονιμότητα εδάφους)
- Οι επιπτώσεις που προκαλούνται στο ανθρωπογενές περιβάλλον (μνημεία, κτίρια) (Pennigton et.al, 2004).

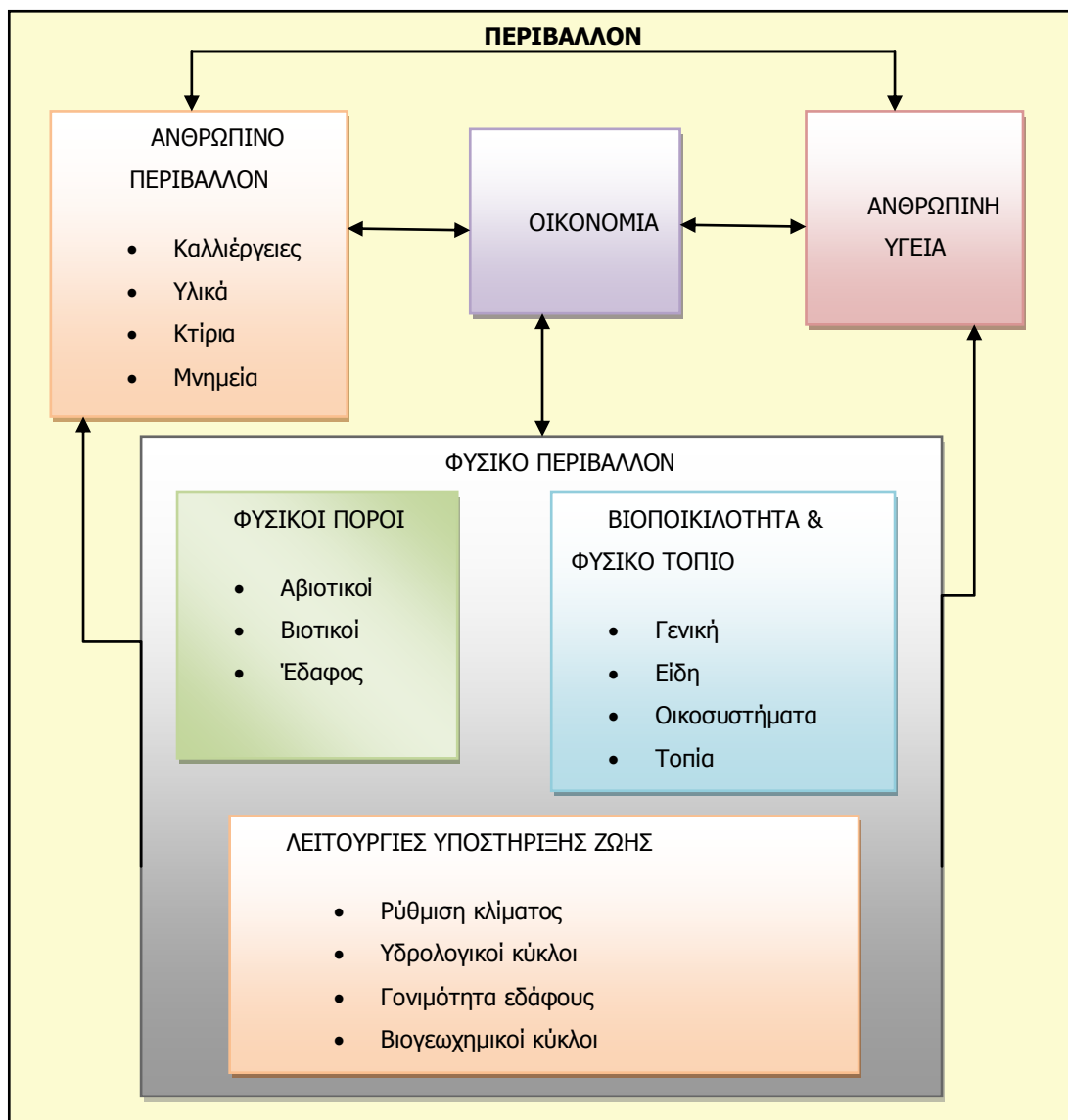
1.6.3 Ταξινόμηση (Classification)

Στη φάση της ταξινόμησης, οι πληροφορίες από την απογραφή δεδομένων (δηλαδή τα περιβαλλοντικά φορτία) αντιστοιχίζονται στις διάφορες δυνατές κατηγορίες επιπτώσεων. Το πιθανότερο είναι ότι κάποιες από τις υπολογισθείσες εκπομπές συνεισφέρουν σε περισσότερες από μία επιπτώσεις (π.χ η παραγωγή ενέργειας από ορυκτά καύσιμα συντελεί τόσο στην εξάντληση των αποθεμάτων των ορυκτών πόρων όσο και στο φαινόμενο του θερμοκηπίου). Οι επιπτώσεις ταξινομούνται σε τρία γενικά επίπεδα προστασίας:

- Της εξάντλησης των φυσικών πόρων. Οι φυσικοί πόροι διακρίνονται σε μη ανανεώσιμους (πόροι που μόνο ένα πεπερασμένο απόθεμά τους είναι

διαθέσιμο),σε ανανεώσιμους (π.χ αέρας, ήλιος) και βιοτικούς (πόροι που συνδέονται με τη χλωρίδα και την πανίδα).

- Της ανθρώπινης υγείας σε δύο επίπεδα: άμεσο που προκαλεί οξείες επιπτώσεις (π.χ από πυρκαγιές, εκρήξεις, κ.λ.π.) και έμμεσο δηλαδή μακροπρόθεσμες επιπτώσεις που προκαλούνται από τη χρόνια έκθεση των ανθρώπων σε τοξικές ουσίες (π.χ βενζόλιο, εντομοκτόνα).
- Της υγείας του οικοσυστήματος. Εδώ εξετάζονται πιθανές επιπτώσεις στη δομή (πληθυσμός, επίπεδα διατροφής, φυσικό περιβάλλον), στη λειτουργία (παραγωγικότητα, διεργασία) και στην ικανότητα του να ανακάμπτει μετά από καταστροφές και να προφυλάσσει σπάνια είδη και είδη υπό εξαφάνιση (ISO 14042, 2000).



Διάγραμμα 1.9. Κατηγορίες Προστασίας με βάση κοινωνικές αξίες (Rebirtzer et.al, 2004).

1.6.4 Χαρακτηρισμός (*Characterization*)

Μετά την ταξινόμηση των περιβαλλοντικών φορτίων στις διάφορες κατηγορίες επιπτώσεων ακολουθεί το στάδιο του χαρακτηρισμού. Στο στάδιο αυτό πραγματοποιείται η ανάλυση/ποσοτικοποίηση/άθροιση των επιβαρύνσεων (περιβαλλοντικών φορτίων) που ανήκουν στις διάφορες κατηγορίες επιπτώσεων. Ο χαρακτηρισμός μπορεί να προσεγγιστεί μέσω της συσχέτισης των πληροφοριών από τον πίνακα απογραφής δεδομένων με υπάρχοντα περιβαλλοντικά όρια. Επίσης, υπάρχουν προσεγγίσεις, που προσπαθούν να μοντελοποιήσουν την έκθεση και τις επιδράσεις. Από το στάδιο του χαρακτηρισμού προκύπτουν μετρήσεις και περιγραφές επιπτώσεων, οι οποίες χαρακτηρίζονται ως «προφίλ επιπτώσεων» (Μουσιόπουλος, 1990).

Πιο συγκεκριμένα η εξίσωση 1 παρουσιάζει το πώς μπορούν να υπολογιστούν οι δείκτες για κάθε κατηγορία επιπτώσεων με βάση τα στοιχεία της απογραφής δεδομένων ενός προϊόντος χρησιμοποιώντας τους γενικούς συντελεστές χαρακτηρισμού. Οι συντελεστές της βιβλιογραφίας βρίσκονται στη διάθεση των μελετητών, υπό μορφή βάσεων δεδομένων, όπως στα διαθέσιμα εργαλεία υποστήριξης ΑΚΖ.

$$\text{Category Indicator} = \sum_x \text{CharacterisationFactor}(s) \times \text{EmissionInventory}(s)$$

(εξίσωση 1)

Όπου s δηλώνει την χημική ουσία.

Τα στοιχεία της απογραφής δεδομένων εκφράζονται σε όρους μάζας (π.χ kg) που εκπέμπεται προς το περιβάλλον ανά λειτουργική μονάδα. Επομένως, οι συντελεστές χαρακτηρισμού της εξίσωσης 1 εκφράζουν, μέσω ενός γραμμικού μοντέλου, τη συνεισφορά σε μια κατηγορία επιπτώσεων μιας μονάδας μάζας (1 kg) μιας εκπομπής στο περιβάλλον.

Για παράδειγμα, οι σχετικές συνεισφορές των διαφορετικών αερίων στην κατηγορία επίπτωσης «κλιματικής αλλαγής» αποτιμούνται συνήθως με βάση τα ισοδύναμα διοξειδίου του άνθρακα χρησιμοποιώντας τα σχετικά δυναμικά κλιματικής αλλαγής (GWPs) σε ορίζοντα 100 ή 500 χρόνων. Μια τιμή $GWP_{500}=100$ υπονοεί ότι 1

kg της ουσίας έχει την ίδια επίπτωση αλλαγής κλίματος με 100kg διοξειδίου του άνθρακα σε χρονικό ορίζοντα 500 ετών.

Οι συντελεστές χαρακτηρισμού προκύπτουν ως αποτέλεσμα της εφαρμογής συγκεκριμένων μοντέλων. Για παράδειγμα, η εξίσωση 2 παρουσιάζει ορισμένες από τις πιθανές μεταβλητές εύρεσης μη γενικευμένων συντελεστών χαρακτηρισμού επιπτώσεων στην ανθρώπινη υγεία και το φυσικό περιβάλλον. Ανάλογες εξισώσεις υπάρχουν και για την κατανάλωση φυσικών πόρων.

$$\text{Characterisation Factor}(s,i,t)=\sum_s \frac{\text{Effect}(s,j,t)}{\text{Emission}(s,i)} = \sum_i \left(\frac{\text{Rate}(s,j,t)}{\text{Emission}(s,i)} \right) \cdot \left(\frac{\text{Exposure}(s,j,t)}{\text{Rate}(s,j,t)} \right) \cdot \left(\frac{\text{Effect}(s,j,t)}{\text{Exposure}(s,j,t)} \right)$$

(εξίσωση 2)

Όπου: το s δηλώνει τη χημική ουσία (ρύπο),

i είναι η γεωγραφική θέση της εκπομπής του ρύπου,

j είναι η θέση του δέκτη που εκτίθεται στο ρύπο

t είναι το χρονικό διάστημα, κατά τη διάρκεια του οποίου, υπάρχει πιθανή συνεισφορά στην επίπτωση.

Ορισμένα δεδομένα σε μια ΑΚΖ μπορεί συχνά να ανατρέψουν την ισορροπία μιας κατηγορίας επιπτώσεων. Τέτοιο παράδειγμα είναι οι εκπομπές CO₂ σε σχέση με την επίπτωση «κλιματική αλλαγή». Τα αποτελέσματα αυτά είναι εύκολα ερμηνεύσιμα. Εντούτοις, ένας μελετητής μπορεί επίσης να θελήσει να συγκρίνει αποτελέσματα μεταξύ των διαφόρων επιπτώσεων, ή ακόμα και μεταξύ των Περιοχών Προστασίας, για να δώσει προτεραιότητα ή για να επιλύσει αλληλεπιδράσεις μεταξύ των εναλλακτικών προϊόντων (π.χ χαμηλότεροι δείκτες αλλαγής κλίματος για μια επιλογή, αλλά υψηλότερα τοξικολογικά αποτελέσματα δεικτών για μια άλλη). Αυτό μπορεί να επιτευχθεί, ως ένα ορισμένο βαθμό, χρησιμοποιώντας τις επιστημονικές τεχνικές προσέγγισης μέσα στους τομείς της προστασίας όπως η ανθρώπινη υγεία.

Η σύγκριση μεταξύ δεικτών κατηγορίας επιπτώσεων είναι ένα προαιρετικό βήμα σε μερικές εφαρμογές ΑΚΖ. Στην κοινή πρακτική της ΑΚΖ, αυτό το προαιρετικό βήμα, στηρίζεται όχι μόνο στις φυσικές επιστήμες, αλλά πολύ συχνά και στις κοινωνικές επιστήμες και σε μερικές περιπτώσεις στις οικονομικές. Για να απαντηθούν τα

παραπάνω θέματα χρησιμοποιούμε την κανονικοποίηση, την ομαδοποίηση και την στάθμιση των δεδομένων (ISO 14042, 2000).

1.6.5 Κανονικοποίηση (Normalization)

Η κανονικοποίηση είναι το βήμα στο οποίο το συνολικό αποτέλεσμα ενός δείκτη κατηγορίας επίπτωσης κανονικοποιείται σε σχέση με μια τιμή αναφοράς (για παράδειγμα το μέσο ετήσιο περιβαλλοντικό φορτίο σε μια χώρα ή μια ήπειρο). Ο συνολικός δείκτης κατηγορίας επίπτωσης διαιρείται με την τιμή αναφοράς. Για παράδειγμα έστω ότι υπολογίζουμε τις συνολικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου από την ζωική παραγωγή στην Ελλάδα ως το δείκτη της επίπτωσης «κλιματική αλλαγή». Αυτός ο αριθμός πρέπει να κανονικοποιηθεί διαιρώντας τον με τις συνολικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου στην Ελλάδα. Αυτό, μας επιτρέπει να βρούμε τη σχετική βαρύτητα των εκπομπών της ζωικής παραγωγής σε σχέση με τις συνολικές εκπομπές της Ελλάδας.

Ο στόχος της κανονικοποίησης είναι διπλός:

- Να τοποθετήσει τα αποτελέσματα της εκτίμησης επιπτώσεων σε ένα ευρύτερο πλαίσιο και
- Να ρυθμίσει τα αποτελέσματα ώστε να έχουν κοινές διαστάσεις.

Το άθροισμα κάθε κατηγορίας επιπτώσεων διαιρείται με μια τιμή αναφοράς:

$$N_k = S_k / R_k$$

Όπου: ο δείκτης K δηλώνει την κατηγορία επιπτώσεις,

N είναι ο δείκτης κανονικοποίησης

S είναι το άθροισμα από τη φάση χαρακτηρισμού, και

R είναι η τιμή αναφοράς

Το σύστημα αναφοράς επιλέγεται χρησιμοποιώντας τα συνολικά αποτελέσματα δεικτών επιπτώσεων για μια συγκεκριμένη περιοχή, π.χ για μια συγκεκριμένη χώρα, και για ένα συγκεκριμένο έτος (π.χ οι συνολικές ετήσιες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου από την Ελλάδα κατά το έτος 2004 εκφρασμένες σε ισοδύναμα CO_2). Η

τιμή αναφοράς αντιστοιχεί σε ένα συγκεκριμένο σύστημα αναφοράς. Τα συστήματα αναφοράς μπορεί να αντιστοιχούν είτε σε μια συγκεκριμένη χωρική κλίμακα(π.χ οι συνολικές εκπομπές τροποσφαιρικού όζοντος στο Λεκανοπέδιο Αττικής), ή χρονική κλίμακα(π.χ η συνολική παραγωγή στερών αποβλήτων κατά το έτος 2004), ή έναν τομέα οικονομικής δραστηριότητας (π.χ συνολικές εκπομπές αιωρούμενων σωματιδίων από την τσιμεντοβιομηχανία) ή ακόμα και μια κεφαλή τιμή (Pennigton et.al, 2004).

Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί μία δημοσίευση για λογαριασμό της Ολλανδίας, για την οποία προτείνονται τιμές κανονικοποίησης κατά την διάρκεια των ετών 1997 και 1998, για τη Δυτική Ευρώπη με το έτος αναφοράς το 1995 και για ολόκληρο τον κόσμο με έτη αναφοράς το 1990 και το 1995. Τα αποτελέσματα της κανονικοποίησης μπορούν να χρησιμοποιηθούν άμεσα για την ανάδειξη της σχετικής σπουδαιότητας των διαφόρων κατηγοριών επιπτώσεων. Αυτό βέβαια προϋποθέτει την παραδοχή ότι για παράδειγμα η αύξηση της θερμοκρασίας λόγω του φαινομένου του θερμοκηπίου και οικοτοξικολογικές επιπτώσεις στην Ευρώπη είναι ισοδύναμης σπουδαιότητας. Εναλλακτικά, τα αποτελέσματα της κανονικοποίησης, παρέχουν το πρωτογενές υλικό για τα στάδια της ομαδοποίησης και της στάθμισης που αναλύονται παρακάτω (Huijbregts et. al, 2003).

1.6.6 Ομαδοποίηση (Grouping)

Η ομαδοποίηση είναι μια ποιοτική ή ημιποσοτική διαδικασία που περιλαμβάνει την ταξινόμηση των αποτελεσμάτων και την ιεράρχηση τους στις κατηγορίες επιπτώσεων. Η ομαδοποίηση μπορεί να οδηγήσει σε μια ευρεία ταξινόμηση μπορεί να βοηθήσει στην εξαγωγή συμπερασμάτων για τη σχετική σημαντικότητα των διαφορετικών κατηγοριών επιπτώσεων. Για παράδειγμα, οι κατηγορίες επιπτώσεων υψηλής προτεραιότητας, σε μέτριας σημασίας και σε χαμηλά ζητήματα προτεραιότητας (ISO 14042, 2000).

1.6.7 Στάθμιση (Weighting)

Η στάθμιση αναφέρεται στη χρήση αριθμητικών συντελεστών που βασίζονται σε αξιακές επολογές. Η στάθμιση εξυπηρετεί τη σύγκριση ανάμεσα στις διάφορες κατηγορίες επιπτώσεων. Είναι το βήμα στο οποίο τα αποτελέσματα των δεικτών κατηγορίας επιπτώσεων πολλαπλασιάζονται με τους παράγοντες στάθμισης και προστίθενται για να διαμορφώσουν ένα συνολικό αποτέλεσμα. Η στάθμιση μπορεί να εφαρμοστεί στα κανονικοποιημένα ή μη-κανονικοποιημένα αποτελέσματα,

Η στάθμιση εφαρμόζεται συχνά με τη χρήση γραμμικών συντελεστών στάθμισης και έχει τη μορφή:

$$EI = \sum V_k N_k \quad \text{ή} \quad EI = \sum V_k S_k$$

Όπου: EI είναι γενικός δείκτης περιβαλλοντικής επίπτωσης

V_k είναι ο συντελεστής στάθμισης για την κατηγορία επιπτώσεων k ,

N είναι ο δείκτης κανονικοποίησης και

S είναι ο δείκτης κατηγορίας από τη φάση του χαρακτηρισμού

Η στάθμιση παραμένει ένα αμφισβητούμενο στοιχείο της ΑΚΖ, κυρίως επειδή εμπεριέχει κοινωνικές, πολιτικές και ηθικές επιλογές αξίας. Οι αξίες λαμβάνονται υπόψη όχι μόνο κατά την επιλογή των συντελεστών στάθμισης, αλλά και κατά την επιλογή της μεθόδου στάθμισης που θα χρησιμοποιηθεί, ή ακόμη και στην επιλογή του εάν ή όχι θα χρησιμοποιηθεί μια μέθοδος στάθμισης. Το σίγουρο είναι ότι όλες οι μέθοδοι στάθμισης εκπορεύονται όχι μόνο από τις φυσικές επιστήμες αλλά και από τις κοινωνικές και οικονομικές επιστήμες. Παραδείγματος χάρη, οι τεχνικές, η γνώση και οι θεωρίες που αναπτύσσονται στα θεματικά πεδία της «Λήψης Αποφάσεων» και των «Οικονομικών του Περιβάλλοντος» μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη στάθμιση κατά το στάδιο της Εκτίμησης Επιπτώσεων της ΑΚΖ.

Οι μέθοδοι στάθμισης μπορούν να ταξινομηθούν με τρεις διαφορετικούς τρόπους:

- Μια διάκριση μπορεί να γίνει μεταξύ μεθόδων που βασίζονται σε συντελεστές επιπτώσεων που καθορίζονται νωρίτερα (στα μεσαία σημεία) ή αργότερα (στα τελικά σημεία επιπτώσεων) στην αλυσίδα των επιπτώσεων. Για παράδειγμα,

στην επίπτωση «κλιματική αλλαγή», ένα μέσο σημείο επιπτώσεων μπορεί να είναι οι θάνατοι ανθρώπων που θα προκληθούν από τα ακραία φαινόμενα λόγω της αύξησης της θερμοκρασίας της γης.

- Μια δεύτερη διάκριση είναι μεταξύ τριών σημαντικών ομάδων μεθόδων:
 1. Της αποτίμησης με βάση χρηματικούς όρους που χρησιμοποιείται για όλες τις μεθόδους που περιέχουν ένα χρηματικό μέτρο στους συντελεστές στάθμισης,
 2. Της αποτίμησης με βάση τις γνώμες μιας ομάδας ειδικών (panel of experts) δηλαδή μιας ομάδας μεθόδων όπου σχετική σημασία των τελικών ζημιών ή οι κατηγορίες επιπτώσεων, καθορίζονται από μια ομάδα ειδικών, και
 3. Της αποτίμησης με βάση την απόσταση από το στόχο όπου τα αποτελέσματα χαρακτηρισμού συσχετίζονται με βάση τα επίπεδα των τελικών στόχων.
- Μια τρίτη διάκριση υπάρχει μεταξύ των προκαταβολικά εκφρασμένων μεθόδων προτίμησης και των μεθόδων προτίμησης που «αποκαλύπτονται» εκ των υστέρων. Οι προαναφερθείσες μέθοδοι της γνώμης των ειδικών αλλά και ορισμένες μέθοδοι αποτίμησης με βάση χρηματικούς όρους βασίζονται σε προκαταβολικά εκφρασμένες προτιμήσεις. Π.χ μπορεί να ερωτηθεί ένας πληθυσμός ποιο είναι το αντίτιμο που προτίθεται να πληρώσει για να προστατευθεί ένα οικολογικό αγαθό. Από την άλλη πλευρά, οι περισσότερες μέθοδοι αποτίμησης με βάση τη χρηματική αξία είναι βασισμένες σε προτιμήσεις που φανερώνονται εκ των υστέρων. Δηλαδή οι συντελεστές στάθμισης βασίζονται στα χρηματικά αποτελέσματα των αντιδράσεων ατόμων ή οργανώσεων σε συγκεκριμένες περιβαλλοντικές καταστάσεις. Οι συντελεστές στάθμισης σε αυτή την περίπτωση βασίζονται σε ασφαλιστικές δαπάνες που γίνονται για την περιβαλλοντική αποκατάσταση ρυπασμένων περιοχών ή σε περιβαλλοντικούς φόρους (ISO 14042, 2000).

1.7 Ερμηνεία αποτελεσμάτων ή ανάλυση βελτιώσεων (Life Cycle Interpretation)

Η ανάλυση βελτιώσεων, όπως και ο καθορισμός του σκοπού και των ορίων του συστήματος, αποτελούσε πάντοτε μέρος των μελετών ΑΚΖ . Η επιθυμία για μείωση των περιβαλλοντικών φορτίων, μεταβάλλοντας ένα προϊόν ή μια διεργασία, αποτελεί συχνά το στόχο μιας τέτοιας εκτίμησης. Ένα άλλο κίνητρο είναι η σύγκριση ανταγωνιστικών προϊόντων, με σκοπό την ανάδειξη του προτιμότερου από περιβαλλοντικής απόψεως.

Ωστόσο , μία ολοκληρωμένη ανάλυση βελτιώσεων για όλο τον κύκλο ζωής, είναι δαπανηρή και χρονοβόρα, κυρίως λόγω της ανάγκης αποκτήσεως ποσοτικών πληροφοριών, που μπορεί να απαιτούν επιτόπιες αναλυτικές μετρήσεις ή λεπτομερείς θεωρήσεις φακέλων και αρχείων. Επομένως, η λήψη δεδομένων και η απαιτούμενη τεχνογνωσία δημιουργούν ιδιαίτερες δυσκολίες στην εκπόνηση μελετών ΑΚΖ (Γεωργακέλλος, Πυροβολάκης, 2000).

Αναλυτικότερα η ερμηνεία είναι το στάδιο, κατά το οποίο τα αποτελέσματα των προηγούμενων σταδίων και όλες οι παραδοχές εξετάζονται και αξιολογούνται από την άποψη της πληρότητας και της ευρωστίας. Έτσι συνάγονται τα τελικά συμπεράσματα. Τα κύρια στοιχεία της φάσης ερμηνείας είναι η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων (όσον αφορά τη συνέπεια και την πληρότητα), η ανάλυση των αποτελεσμάτων (από την άποψη ευρωστίας), και τέλος στην εξαγωγή των συμπερασμάτων και οι προτάσεις για μελλοντική δουλειά. Το πρότυπο ISO 14043 έχει διαδραματίσει ένα πολύ βασικό ρόλο στην εξέλιξη της ερμηνείας. Μέσα σε αυτό το πλαίσιο, τρεις κύριες κατηγορίες δραστηριοτήτων έχουν προσδιοριστεί:

- Η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων
- Η ανάλυση των αποτελεσμάτων
- Η εξαγωγή των τελικών συμπερασμάτων και η διατύπωση προτάσεων για βελτιώσεις

Παρακάτω παρουσιάζονται τα κυριότερα στάδια που περιλαμβάνει το στάδιο της Ερμηνείας στην ΑΚΖ (ISO 14043, 2000).

1.7.1 Διαδικασίες (Procedure)

Στην Εκτίμηση ή Ανάλυση Επιπτώσεων θα πρέπει να εξασφαλίζεται η κοινή επεξεργασία γενικών και ειδικών θεμάτων, που τα ενδιαφερόμενα μέρη θέλουν να συζητήσουν κατά τη διάρκεια της φάσης της ερμηνείας. Τα ακόλουθα διαδικαστικά ζητήματα πρέπει να ληφθούν υπόψη:

- Η επιλογή των υποθέσεων και των στοιχείων που ελέγχονται ή που αναλύονται στη φάση της ερμηνείας, και ειδικότερα οι προδιαγραφές ειδικών προϊόντων και συστημάτων, οι επιλογές μεθοδολογίας, και τα χρησιμοποιούμενα πρότυπα στοιχείων και υπολογισμού.
- Εφαρμογή της ανάλυσης ευαισθησίας και της ανάλυσης αβεβαιότητας
- Προσδιορισμός της ακρίβειας των αποτελεσμάτων LCA που υπολογίστηκαν, λόγω της αβεβαιότητας των στοιχείων στη διαδικασία που αναλύεται.
- Προσδιορισμός του εύρους ζώνης των αποτελεσμάτων LCA, σε σχέση με τον προσδιορισμό της ακρίβειας αυτών των αποτελεσμάτων και της επάρκειας, ποιότητας και αποτελεσματικότητας της ανάλυσης ευαισθησίας.
- Όσο αφορά τις πιθανές επιπτώσεις των συμπερασμάτων βασισμένων σε LCA οδηγούν σε πιθανή ρύθμιση του στόχου της μελέτης LCA και της πιθανής αναθεώρησης της περαιτέρω διαδικασίας.
- Οι προθέσεις όσο αφορά μια πιθανή επαναληπτική προσέγγιση στις φάσεις(από άποψη της κατανομής και της στάθμισης).
- Περαιτέρω προγραμματισμός διαδικασίας και διαχείριση διαδικασίας (ISO 14043, 2000).

1.7.2 Έλεγχος συνέπειας (Consistency check)

Ο στόχος του ελέγχου ποιότητας είναι να καθοριστεί εάν οι παραδοχές, οι μέθοδοι, τα πρότυπα και τα στοιχεία είναι σύμφωνα με το σκοπό και το αντικείμενο της μελέτης. Οι αναλύσεις των αποτελεσμάτων και των αναλύσεων ευαισθησίας είναι ανώφελες εάν οι υποθέσεις και τα πρότυπα που χρησιμοποιούνται στην ΑΚΖ είναι εκτός του σκοπού και του αντικειμένου της μελέτης (ISO 14043, 2000).

1.7.3 Έλεγχος πληρότητας (*Completeness check*)

Ο έλεγχος πληρότητας εξασφαλίζει ότι όλες οι σχετικές πληροφορίες και τα στοιχεία που απαιτούνται για τη φάση ερμηνείας είναι διαθέσιμα και πλήρη. Η μελέτη πρέπει να ελέγχεται για λανθασμένες παραδοχές, για λάθος επιλογές μοντέλων και για λανθασμένα στοιχεία. Ένας έμπειρος μελετητής της ΑΚΖ επιβάλλεται να ελέγξει τη μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε στις διαφορετικές φάσεις του προγράμματος και των αποτελεσμάτων και τα συμπεράσματα της ανάλυσης σε σχέση με το στόχο και το πεδίο της μελέτης. Εμπειρογνώμονες σχετικοί με το αντικείμενο της μελέτης θα μπορούσαν επίσης να εξετάσουν τις παραμέτρους, ελέγχοντας το σύστημα και τα στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν (ISO 14043, 2000).

1.7.4 Ανάλυση συμβολής (*Contribution analysis*)

Η ανάλυση υπολογίζει τη γενική συμβολή στα αποτελέσματα από τους διάφορους παράγοντες. Οι συνεισφορές εκφράζονται συνήθως ως ποσοστά επί του συνόλου. Η ανάλυση συμβολής επεξηγεί τη συμβολή των συγκεκριμένων περιβαλλοντικών ροών, των διαδικασιών ή επιδράσεων σε ένα δεδομένο περιβαλλοντικό αποτέλεσμα (ISO 14043, 2000).

1.7.5 Ανάλυση διαταραχής (*Perturbation analysis*)

Η ανάλυση διαταραχής περιλαμβάνει τη μελέτη των αποτελεσμάτων που επιφέρουν μικρές διαταραχές στο σύστημα που εξετάζεται. Τα αποτελέσματα αυτών των μικρών αλλαγών υπολογίζονται ταυτόχρονα για όλες τις ροές μέσα στο σύστημα, συμπεριλαμβανομένων των οικονομικών ροών. Η ανάλυση μπορεί να γίνει σε όποιο επίπεδο της ΑΚΖ επιθυμείται: Απογραφή δεδομένων, αποτελέσματα επιπτώσεων, κανονικοποιημένες επιπτώσεις σταθμισμένα αποτελέσματα επιπτώσεων. Η κύρια διαφορά μεταξύ της ανάλυσης συμβολής και της ανάλυσης διαταραχής βρίσκεται στο γεγονός ότι η ανάλυση διαταραχής λαμβάνει υπόψη της όχι μόνο τις περιβαλλοντικές ροές αλλά και τις οικονομικές ροές μεταξύ των διαδικασιών. Αυτό είναι σημαντικό,

επειδή οι πολλαπλασιαστές των οικονομικών ροών μπορούν να υπερβούν τη μονάδα όταν υπάρχουν εσωτερικοί βρόχοι. Η ανάλυση διαταραχής μπορεί να είναι πολύ σημαντική σε μια ανάλυση βελτίωσης ή σε μια ανάλυση ευαισθησίας που στοχεύει να αναδείξει τα σημαντικά σημεία μιας μελέτης AKZ (ISO 14043, 2000).

1.7.6 Ανάλυση ευαισθησίας και αβεβαιότητας (Sensitivity and uncertainty analysis)

Προκειμένου να χρησιμοποιηθεί η AKZ ως εργαλείο για τη λήψη αποφάσεων, οι πληροφορίες είναι απαραίτητες για την ευρωστία των αποτελεσμάτων. Αυτό το στοιχείο της φάσης ερμηνείας αξιολογεί την επιρροή στα αποτελέσματα των παραλλαγών στα δεδομένα της διεργασίας, τις επιλογές μοντέλων και για τις άλλες μεταβλητές. Στην ανάλυση ευαισθησίας, αυτές οι αλλαγές εισάγονται σκόπιμα προκειμένου να καθοριστεί η ευρωστία των αποτελεσμάτων όσον αφορά τα εύρη αβεβαιότητας συγκεκριμένων στοιχείων για να υπολογίσει το συνολικό σφάλμα των αποτελεσμάτων (ISO 14043, 2000).

1.7.7 Συμπεράσματα και συστάσεις (Conclusions and recommendations)

Σε αυτό το τελευταίο βήμα της φάσης ερμηνείας, συνάγονται συμπεράσματα και υποβάλλονται συστάσεις για το κοινό-στόχο της μελέτης, με βάση τις πληροφορίες που συγκεντρώνονται στα προηγούμενα στάδια της AKZ και σε συνδυασμό με τα αποτελέσματα των προηγούμενων βημάτων της φάσης της Ερμηνείας (ISO 14043, 2000).

1.7.8 Αποτελέσματα της ερμηνείας

Τα αποτελέσματα της φάσης της Ερμηνείας έχουν διπτό σκοπό: Κατά πρώτο λόγο, υπάρχουν τα αποτελέσματα όλων των μορφών ανάλυσης, συνοχής και αβεβαιότητας, τα οποία μπορεί να οδηγούν σε διαφορετικές απόψεις σχετικά με την ποιότητα και την ευρωστία των συμπερασμάτων της ανάλυσης των επιπτώσεων. Δεύτερο, υπάρχει μια περιγραφή των τελικών συμπερασμάτων και των συστάσεων, όπως για παράδειγμα ως προς την επιλογή ή τη βελτίωση προϊόντων (ISO 14043, 2000).

Ως ανακεφαλαίωση όλων των παραπάνω, στον πίνακα 1.2 παρουσιάζονται συνοπτικά όλες οι ενέργειες που απαιτούνται για το στάδιο της Ερμηνείας σύμφωνα με το πρότυπο ISO 14043.

Πίνακας 1.2. Το στάδιο Ερμηνείας Αποτελεσμάτων στην AKZ (ISO 14043, 2000).

Ερμηνεία των Αποτελεσμάτων
Αναγνώριση των δυνατών και αδύνατων σημείων της μελέτης
Εκπλήρωση των στόχων της μελέτης
Επιβεβαίωση των αποτελεσμάτων της μελέτης (με πιθανή συλλογή επιπλέον δεδομένων)
Ανάλυση ευαισθησίας, δημιουργία σεναρίων
Προτάσεις για μελλοντική δουλειά

Η εκτίμηση του κύκλου ζωής είναι μοναδική, επειδή καλύπτει όλες τις διαδικασίες και τις περιβαλλοντικές εκπομπές ξεκινώντας από την εξαγωγή των πρώτων υλών και την παραγωγή της ενέργειας που χρησιμοποιείται για την παραγωγή και δημιουργία του προϊόντος μέχρι τη χρησιμοποίηση και την τελική απόθεση του προϊόντος. Όταν γίνεται επιλογή μεταξύ δυο εναλλακτικών προϊόντων ή διεργασιών, η εκτίμηση του κύκλου ζωής μπορεί να βοηθήσει αυτούς που παίρνουν τις αποφάσεις να συγκρίνουν όλες τις κύριες περιβαλλοντικές επιπτώσεις που προκαλούνται από τα προϊόντα ή τις διεργασίες (Γεωργακέλλος, Πυροβολάκης, 2005).

1.8 Πλεονεκτήματα της εφαρμογής LCA

Η ανάλυση του κύκλου ζωής βοηθά στην επιλογή του προϊόντος ή της μεθόδου που συμβάλει στο ελάχιστο στις περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Τα δεδομένα μιας εκτίμησης του κύκλου ζωής προσδιορίζουν την μεταφορά των περιβαλλοντικών επιπτώσεων από το ένα μέσο στο άλλο (π.χ εξαλείφει τις αέριες εκπομπές δημιουργώντας στη θέση τους ένα παραπόταμο από υγρά λύματα) και από το ένα στάδιο του κύκλου ζωής στο άλλο (π.χ από την χρησιμοποίηση και την επαναχρησιμοποίηση ενός προϊόντος στο στάδιο απόκτησης των ακατέργαστων πρώτων υλών. Εάν δεν γίνει ανάλυση του κύκλου ζωής η μεταφορά μπορεί να μη προσδιορίζεται και να μην περιλαμβάνεται κατάλληλα στην ανάλυση, διότι είναι εκτός από τον τυπικό σκοπό. Για παράδειγμα, όταν πρέπει να γίνει επιλογή μεταξύ δύο εφάμιλλων προϊόντων, μπορεί να φαίνεται ότι η πρώτη επιλογή είναι καλύτερη για το περιβάλλον, γιατί δημιουργεί λιγότερα στερεά απόβλητα σε σχέση με την δεύτερη επιλογή. Παρόλα αυτά κάνοντας ανάλυση του κύκλου ζωής καθορίζεται ότι η πρώτη επιλογή δημιουργεί μεγαλύτερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις, όταν πάρουμε μετρήσεις και στα τρία μέσα (αέρα, νερό, έδαφος) σε όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής του από «το λίκνο μέχρι τον τάφο» (π.χ μπορεί να δημιουργεί περισσότερες αέριες χημικές εκπομπές κατά το δεύτερο στάδιο της βιομηχανικής του παρασκευής). Για το λόγο αυτό το δεύτερο προϊόν, το οποίο παράγει στερεά απόβλητα μπορεί στη πραγματικότητα να δημιουργεί λιγότερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις από το πρώτο επειδή έχει λιγότερες αέριες χημικές εκπομπές.

Εκτελώντας μια εκτίμηση του κύκλου ζωής οι ερευνητές μπορούν:

- Να αναπτύσσουν μια σύνθετη αποτίμηση των περιβαλλοντικών συνεπειών που σχετίζονται με ένα συγκεκριμένο προϊόν.
- Να πραγματοποιούν ποσοτικό προσδιορισμό των περιβαλλοντικών εκροών στον αέρα, στο νερό και στο έδαφος σε κάθε στάδιο του κύκλου ζωής και/ή της κύριας συνεισφέρουσας μεθόδου.
- Να προσδιορίσουν κάθε σημαντική μετακίνηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων μεταξύ των σταδίων του κύκλου ζωής και των περιβαλλοντικών μέσων.

- Να αποτιμήσουν τις επιπτώσεις στον άνθρωπο και στην οικολογία από την κατανάλωση υλικών αγαθών και των εκροών στο περιβάλλον, στα όρια μιας τοπικής κοινωνίας, μιας γεωγραφικής περιοχής και στον κόσμο.
- Να συγκρίνουν τις επιπτώσεις στην υγεία και στην οικολογία, δύο ή περισσότερων εφάμιλλων προϊόντων/μεθόδων ή να προσδιορίσουν τις επιπτώσεις ενός συγκεκριμένου προϊόντος ή μιας συγκεκριμένης μεθόδου.
- Να προσδιορίσουν τις επιπτώσεις για ένα ή περισσότερους συγκεκριμένους περιβαλλοντικούς τομείς, όπου υπάρχει ανησυχία.

Συμπερασματικά τα οφέλη, που προκύπτουν από μια ΑΚΖ είναι τα εξής:

- Προσφέρει την κοινή βάση αναφοράς για τη σύγκριση εναλλακτικών προϊόντων, υλικών και δραστηριοτήτων ως προς την περιβαλλοντική τους επίδοση.
- Αναδεικνύει εκείνα τα σημεία του κύκλου ζωής που επιβαρύνουν περισσότερο το περιβάλλον. Σε αυτά τα σημεία πρέπει να εντοπιστούν οι προσπάθειες για βελτίωση της περιβαλλοντικής επίδοσης.
- Βοηθά στην ανάπτυξη νέων προϊόντων και παραγωγικών διεργασιών με μικρότερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις.
- Προσφέρει την επιστημονική υποστήριξη για τον χαρακτηρισμό προϊόντων ως φιλικά στο περιβάλλον (π.χ κανονισμός ΕΟΚ 880/1992).
- Προσφέρει ουσιαστική βοήθεια για την αποτίμηση των αποτελεσμάτων περιβαλλοντικών πολιτικών και δράσεων σε σχέση με εξοικονόμηση πρώτων υλών, ανακύκλωση, εκπομπές ρύπων κ.λ.π. Καθώς επίσης και την εκπαίδευση σε θέματα πρόληψης ή μείωσης της ρύπανσης (Clark, Mcquarrie, 2002).

1.9 Εφαρμογές του LCA

Το LCA έχει ως απώτερο σκοπό την εφαρμογή του στην περιβαλλοντική διαχείριση μιας επιχείρησης, μεσαίου ή μεγάλου μεγέθους. Αφορά επιχειρήσεις, οι οποίες ανήκουν είτε στο δημόσιο, είτε στον ιδιωτικό τομέα και σε ερευνητικά έργα, στα οποία το LCA παίζει καθοριστικό παράγοντα.

Η μεθοδολογία LCA αναπτύχθηκε αρχικά ως ένα εργαλείο, το οποίο θα βοηθούσε στην λήψη αποφάσεων, στην επιλογή του κατάλληλου προϊόντος, στην επιλογή της κατάλληλης παραγωγικής διαδικασίας ή στην επιλογή της κατάλληλης υπηρεσίας, η οποία θα είχε κάποιο συσχετισμό με το περιβάλλον και την προστασία του. Κατά την εξέλιξη του LCA, ήρθαν στην επιφάνεια μία ποικιλία από εφαρμογές. Μερικά παραδείγματα είναι τα παρακάτω:

- Χρήση του LCA στην ανάπτυξη και βελτίωση ενός προϊόντος (Research and Development, R&D).
- Χρήση του LCA στο στρατηγικό σχεδιασμό και στην πολιτική μια επιχείρησης.
- Χρήση του LCA στο Marketing
- Χρήση του LCA στη χάραξη δημόσια πολιτικής, στους τομείς της περιβαλλοντικής σήμανσης (ecolabelling), «πράσινη» παραγωγή και στη διαχείριση αποβλήτων.

Η λίστα μπορεί να μην είναι μακρά, αλλά περιλαμβάνει ένα μεγάλο εύρος εφαρμογών του LCA. Το εύρος αυτό φαίνεται και από την εξειδίκευση του ίδιου του LCA και στην ποικιλία μεθόδων LCA (Jensen et. al, 1997).

1.9.1 Επίπεδα εξειδίκευσης του LCA για διαφορετικές εφαρμογές

Όλες οι προσπάθειες για την ανάπτυξη και την τυποποίηση του LCA οδήγησαν στην δημιουργία μια λεπτομερούς μεθόδου LCA. Στην πράξη έχουν δημοσιευθεί πολύ λίγες λεπτομερείς μελέτες LCA, οι οποίες να είναι γραμμένες με ένα κατανοητό τρόπο.

Στο πρώτο κομμάτι του υποκεφαλαίου θα γίνει μια σύντομη περιγραφή σε δύο επίπεδα του LCA, στο θεμελιώδες και στο απλοποιημένο.

→ *Θεμελιώδες LCA*

Το θεμελιώδες LCA είναι το πρώτο και το πιο απλό επίπεδο του LCA. Σε αυτό το επίπεδο η προσέγγιση του κύκλου ζωής περιλαμβάνει μία αξιολόγηση των περιβαλλοντικών επιδράσεων, έχοντας ως βάση μια περιορισμένη και συνήθως ποιοτική απογραφική ανάλυση. Το θεμελιώδες LCA μπορεί να δώσει απαντήσεις σε βασικά ερωτήματα, όπως το αν έχει μια επιχείρηση την δυνατότητα ή αν την συμφέρει να ακολουθήσει μια πολιτική marketing εστιασμένη στην προστασία του περιβάλλοντος ή αν ένα προϊόν είναι όντως σημαντικά διαφορετικό από τα ανταγωνιστικά προϊόντα ή αν κάποιο προϊόν έχει κάποια αναμφίβολα ξεκάθαρα πλεονεκτήματα ή μειονεκτήματα από περιβαλλοντικής άποψης. Οι καίριες αποφάσεις όσον αφορά το «πράσινο» marketing και την ανάπτυξη ενός προϊόντος, δεν χρειάζεται να βασίζονται απαραίτητα σε μία ποσοτική ανάλυση, αλλά σε απλά, κατανοητά ποιοτικά δεδομένα, που θα καταδεικνύουν τα πλεονεκτήματα, τις αβεβαιότητες ενός νέου προϊόντος.

Τα αποτελέσματα ενός θεμελιώδους LCA μπορούν για παράδειγμα, να παρουσιαστούν χρησιμοποιώντας ποιοτικά μέσα, τα οποία υποδεικνύουν ποια συστατικά και ποια υλικά έχουν την μεγαλύτερη περιβαλλοντική επίδραση και γιατί. Μπορούν να υπάρξουν περιορισμοί στην απογραφική ανάλυση όσον αφορά τις φάσεις του κύκλου ζωής του προϊόντος ή κάποιων εκπομπών ρύπων, όταν ο διεξάγων την μελέτη δεν έχει να προτείνει κάποιες βελτιώσεις. Μια άλλη επιλογή είναι να μειώσει τον αριθμό των υπό εξέταση παραμέτρων, με το να ερευνήσει την κατανάλωση ενέργειας στον κύκλο ζωής του προϊόντος.

Είναι φανερό από τις απαιτήσεις του ISO ότι το θεμελιώδες LCA δεν είναι κατάλληλο για σκοπούς marketing ή για κάποια άλλη μέθοδο, που αφορά την συμπεριφορά των υποψήφιων καταναλωτών. Παρόλα αυτά ένα θεμελιώδες LCA

μπορεί να βοηθήσει στην λήψη αποφάσεων για προϊόντα, τα οποία έχουν κάποιο ανταγωνιστικό πλεονέκτημα, πάντα όσον αφορά την περιβαλλοντική τους συμπεριφορά.

→ *Απλοποιημένο LCA*

Το απλοποιημένο LCA είναι μία εφαρμογή για μια γρήγορη και κατανοητή αξιολόγηση καλύπτοντας όλο το κύκλο ζωής του προϊόντος, αλλά με ένα πιο επιφανειακό τρόπο, χρησιμοποιώντας γενικά δεδομένα (ποιοτικά και ποσοτικά) κάποιες μονάδες αναφοράς για την παραγωγή ενέργειας, στηριζόμενα στις πιο σημαντικές περιβαλλοντικές επιδράσεις ή πιθανές περιβαλλοντικές επιδράσεις ή φάσεις του κύκλου ζωής. Θα πρέπει όμως μετά να γίνει μία αξιολόγηση της αξιοπιστίας των αποτελεσμάτων.

Ο στόχος του απλοποιημένου LCA είναι να παρέχει όσο είναι δυνατόν τα ίδια αποτελέσματα με το λεπτομερές LCA, αλλά με σημαντική μείωση του χρόνου και των χρηματικών δαπανών. Όμως η απλοποίηση οδηγεί σε ένα δίλημμα, διότι πολλές φορές όταν χρησιμοποιείται επηρεάζεται η ακρίβεια και η αξιοπιστία των αποτελεσμάτων του LCA. Άρα ένας επιπλέον σκοπός της απλοποίησης είναι να αναδείξει τις περιοχές του LCA, που είναι δυνατό να παραλειφθούν ή να απλοποιηθούν χωρίς να έχουμε αλλοίωση του γενικού αποτελέσματος της μελέτης. Η απλοποίηση αποτελείται από τρία στάδια, τα οποία σχετίζονται άμεσα μεταξύ τους:

- Αξιολόγηση: Αναγνώριση των κομματιών του συστήματος (κύκλου ζωής) ή των στοιχειωδών ροών, τα οποία είναι είτε σημαντικά είτε εμφανίζουν κενά όσον αφορά τα υπάρχοντα δεδομένα
- Απλοποίηση: Χρήση των ευρημάτων της αξιολόγησης με σκοπό την επικέντρωση του απλοποιημένου LCA στα σημαντικά κομμάτια του συστήματος ή των στοιχειωδών ενεργειακών ροών.
- Έλεγχος Αξιοπιστίας: Έλεγχος ότι η απλοποίηση δεν έχει επηρεάσει την αξιοπιστία του γενικού αποτελέσματος της μελέτης.

Η **αξιολόγηση** βοηθά στο να εντοπιστούν ποια κομμάτια του κύκλου ζωής του προϊόντος μπορούν να εξαιρεθούν. Θα πρέπει να είναι κατανοητό το γιατί αυτά τα κομμάτια μπορούν να εξαιρεθούν χωρίς να υπάρχει αλλοίωση του αποτελέσματος της μελέτης LCA, αλλά δεν θα πρέπει να γίνει λεπτομερής ανάλυση. Η αξιολόγηση χρησιμοποιείται, για παράδειγμα στην περιβαλλοντική σήμανση, ώστε να εντοπιστούν

τα κύρια σημεία, στα οποία θα στηριχθεί η περιβαλλοντική σήμανση. Μια άλλη χρήση είναι να εντοπίζονται οι διεργασίες, οι ρύποι των οποίων έχουν την σημαντικότερη σημασία στο κύκλο ζωής του προϊόντος. Επίσης η αξιολόγηση μπορεί να βοηθήσει και σε άλλες εφαρμογές περιβαλλοντικής διαχείρισης, όπως η διαχείριση κινδύνου (risk management).

Το **απλοποιημένο** LCA μπορεί να χρησιμοποιηθεί εκτενώς σύμφωνα με την τυποποίηση ISO 14040. Κυρίως χρησιμοποιείται εσωτερικά σε μία επιχείρηση, χωρίς να γίνονται κάποιες επίσημες αναφορές. Για να αποφευχθεί κάποια παρερμηνεία των αποτελεσμάτων, θα πρέπει ο χρήστης της μελέτης LCA να είναι πολύ καλά ενημερωμένος για τους περιορισμούς της μελέτης. Το επίπεδο λεπτομέρειας σε κάποιες εφαρμογές φαίνεται στο πίνακα 1.3 (Jensen et. al, 1997).

1.9.2 Εφαρμογές στον ιδιωτικό τομέα

Η χρήση της μεθοδολογίας LCA ποικίλει στον ιδιωτικό τομέα. Η ποικιλία αυτή εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από το που τοποθετείται η επιχείρηση στην αλυσίδα ζωής του προϊόντος και από το ποιος είναι ο λόγος, που η επιχείρηση εφαρμόζει το LCA. Για τους υπεύθυνους διαχείρισης μιας επιχείρησης το LCA είναι ένα εργαλείο, το οποίο χρησιμοποιείται για να κατανοήσουν τα περιβαλλοντικά θέματα σχετικά με τις ανάντι και κατάντι διεργασίες. Αυτή η κατανόηση είναι χρήσιμη για την συνεχή βελτίωση της μείωσης των επιδράσεων σε όλη την εφοδιαστική αλυσίδα.

Οι διαδικασίες των πρώτων υλών και υλικών (χημικών, πλαστικών, μετάλλων) συχνά συμμετέχουν στην απογραφική ανάλυση και στην αξιολόγηση της διαχείρισης της απόθεσης, καθώς και στις επιλογές ανακύκλωσης. Οι διαδικασίες των ενδιάμεσων υλικών, παρέχουν δεδομένα για τους πελάτες και παραγωγούς των τελικών προϊόντων και συνδυάζουν την γνώση από τις ανάντι και κατάντι διαδικασίες, ώστε να σχεδιαστούν και να κατασκευαστούν προϊόντα με τις λιγότερο δυνατές περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Ο χρόνος είναι ένας σημαντικός παράγοντας σε μία μελέτη LCA. Για εταιρίες, που παράγουν τελικά προϊόντα σε μια ανταγωνιστική αγορά, οι κύκλοι ανάπτυξης είναι σύντομοι. Τα αναλυτικά LCA δεν είναι εφικτά, γιατί είναι εξαιρετικά χρονοβόρα.

Πίνακας 1.3. Επίπεδο λεπτομέρειας σε κάποιες εφαρμογές LCA. Το + με έντονο χρωματισμό υποδηλώνει υψηλό επίπεδο χρησιμότητας (Jensen et. al, 1997).

Εφαρμογή	Επίπεδο λεπτομέρειας LCA			Σχόλια
	Θεμελιώδες	Απλοποιημένο	Λεπτομερές	
Σχεδιασμός με βάση το περιβάλλον (Design for Environment)	+	+		Καμία επίσημη συσχέτιση με το LCA
Ανάπτυξη προϊόντος	+	+	+	Μεγάλο εύρος εξειδίκευσης
Βελτίωση προϊόντος		+		Συχνά βασισμένο σε ήδη υπάρχοντα προϊόντα
Περιβαλλοντικές αξιώσεις (ISO type II-labelling)	+			Σπάνια βασισμένο στο LCA
Περιβαλλοντική σήμανση (ISO type I-labelling)	+			Μόνο τα κριτήρια ανάπτυξης απαιτεί το LCA
Περιβαλλοντική διακύρωση (ISO type III-labelling)			+	Απογραφική ανάλυση/ ανάλυση επιπτώσεων
Marketing		+	+	Συμμετοχή του LCA στην περιβαλλοντική αναφορά
Στρατηγικός σχεδιασμός	+	+		Βαθμιαία ανάπτυξη της γνώσης του LCA
«Πράσινη» προμήθεια	+	+		Το LCA δεν είναι τόσο λεπτομερές όσο στην περιβαλλοντική σήμανση
Απόθεση/ επιστροφή χρημάτων		+		Μείωση των παραμέτρων στο LCA είναι επαρκές
«Πράσινοι» φόροι		+		Μείωση των παραμέτρων στο LCA είναι επαρκές
Επιλογή ανάμεσα σε συστήματα συσκευασίας	+		+	Η λεπτομερής απογραφική ανάλυση, ο σκοπός δεν είναι οι μόνες πληροφορίες

Θα ακολουθήσουν κάποιοι παράγραφοι, που θα αναλύουν συντόμως κάποια εργαλεία διαχείρισης, στην εφαρμογή των οποίων το LCA παίζει καθοριστικό ρόλο.

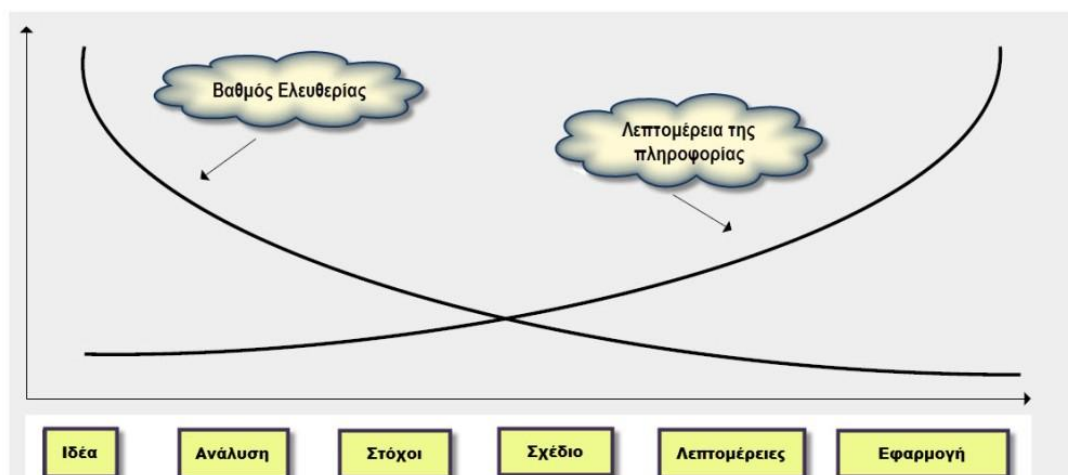
→ *Ανάπτυξη προϊόντος*

Περιβαλλοντικός Σχεδιασμός (Design for Environment, DfE)

Ο Περιβαλλοντικός Σχεδιασμός είναι ένας γενικός όρος για έναν αριθμό από μεθόδους, που σκοπό έχουν την ενσωμάτωση των περιβαλλοντικών παραγόντων στον σχεδιασμό προϊόντων. Η έννοια του DfE έχει αναπτυχθεί χωρίς κάποιο επίσημο συνδυασμό με το LCA, όμως είναι δύο παρόμοιες μέθοδοι και σε πολλά κομμάτια δύσκολα κάποιος μπορεί να τις ξεχωρίσει.

→ *LCA και ανάπτυξη προϊόντος και βελτίωση*

Η χρήση του LCA στην ανάπτυξη προϊόντος είναι μια προφανής επιλογή για να καθοριστούν οι μελλοντικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις κατά την φάση του σχεδιασμού και κατασκευής. Ενσωματώνοντας το LCA στην φάση του σχεδιασμού, οι εταιρίες έχουν την δυνατότητα να αποφύγουν ή να ελαχιστοποιήσουν τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις, χωρίς να υπάρχει συμβιβασμός στην ολική ποιότητα του προϊόντος.



Διάγραμμα 1.10. Σχέση μεταξύ της ελευθερίας των σχεδιαστών και του επιπέδου λεπτομέρειας της πληροφορίας (Jensen et. al, 1997).

Η ανάπτυξη προϊόντος μπορεί να ακολουθεί διαφορετικά σκεπτικά και διαδρομές. Κάποιες κοινές φάσεις, που υπάρχουν στις περισσότερες μεθοδολογίες ανάπτυξης προϊόντων φαίνονται στο διάγραμμα 1.10, μαζί με την σχέση μεταξύ του βαθμού

ελευθερίας του σχεδιαστή και των διαθέσιμων πληροφοριών κατά την διάρκεια της διεργασίας ανάπτυξης ενός προϊόντος.

Στην φάση της σύλληψης της ιδέας, για τον σχεδιαστή υπάρχει μια πληθώρα από δυνατότητες, όσον αφορά τις διαδικασίες ανάπτυξης και των αλλαγών του τελικού προϊόντος και των απαραίτητων εργαλείων παραγωγής, τα οποία από μόνα τους χρειάζονται μια διαδικασία παραγωγής για τον σχεδιασμό τους, αν δεν υπάρχουν αρχικά.

Είναι απαραίτητο λοιπόν τα απαραίτητα περιβαλλοντικά εργαλεία να είναι διαθέσιμα και να μπορούν να χρησιμοποιηθούν όσο το δυνατόν πιο σύντομα στην διεργασία ανάπτυξης του προϊόντος. Υπάρχει η δυνατότητα να χρησιμοποιηθεί ένα λεπτομερές και ποσοτικό LCA εάν φυσικά οι πληροφορίες για τα περισσότερα υλικά είναι διαθέσιμες (Jensen et. al, 1997).

1.9.3 Marketing

Το marketing είναι μία παραδοσιακή μέθοδος, με την οποία μία επιχείρηση μπορεί να επικοινωνήσει τις ιδιότητες και ικανότητες ενός προϊόντος με τους εν δυνάμει καταναλωτές, ώστε οι ίδιοι να διαπιστώσουν αν το προϊόν καλύπτει τις ανάγκες και τις απαιτήσεις τους. Όσο το επίπεδο της περιβαλλοντικής συνείδησης γίνεται ακόμα πιο υψηλό, τόσο μεγαλύτερη προσοχή δίνεται από τους καταναλωτές στις περιβαλλοντικές ιδιότητες ενός προϊόντος ή μιας υπηρεσίας. Αυτό προσπαθούν να το εκμεταλλευτούν πολλές επιχειρήσεις, ώστε να μεγαλώσουν το μερίδιο αγοράς τους και η ανάπτυξη περιβαλλοντικών κριτηρίων και οδηγιών για ένα περιβαλλοντικό marketing, έχει γίνει πλέον για αυτές προτεραιότητα.

Υπάρχουν τουλάχιστον τέσσερα είδη περιβαλλοντικού marketing, τα οποία ξεχωρίζουν:

- Περιβαλλοντική σήμανση (Environmental Labelling)
- Περιβαλλοντικές απαιτήσεις (Environmental Claims)
- Περιβαλλοντικές δηλώσεις (Environmental Declarations)
- Οργανωτικό marketing (Organization Marketing)

Το πώς ακριβώς θα εφαρμοστεί η μεθοδολογία του LCA στην περιβαλλοντική διαχείριση δεν είναι ακόμη εντελώς ξεκάθαρο. Μια προφανής επιλογή θα μπορούσε να είναι η εφαρμογή μιας μελέτης LCA για ένα προϊόν μιας εταιρίας και μετά η χρήση των πληροφοριών, που θα προέκυπταν από την μελέτη ως μία βάση για συζήτηση με τους προμηθευτές και με τους μελλοντικούς καταναλωτές (Jensen et. al, 1997).

1.9.4 Στρατηγικός σχεδιασμός

Η ενσωμάτωση των περιβαλλοντικών παραμέτρων στον στρατηγικό σχεδιασμό έχει γίνει τώρα για πολλές επιχειρήσεις κάτι το σύνηθες και απολύτως απαραίτητο. Η διαχείριση των περιβαλλοντικών ανησυχιών έχει πλέον τυποποιηθεί και υπάρχουν αρκετά εργαλεία διαχείρισης, όπως το EMAS (Environmental Management and Auditing scheme) ή το ISO 14000. Πολλές επιχειρήσεις ανάλογα με το προϊόν και την περίπτωση χρησιμοποιούν το περιβαλλοντικό εργαλείο, που θεωρούν κατάλληλο.

Μια αρκετά πρόσφατη δημοσίευση του Ευρωπαϊκού Περιβαλλοντικού Πρακτορείου (European Environment Agency) κάνει μια επισκόπηση των ακόλουθων περιβαλλοντικών εργαλείων διαχείρισης:

- Περιβαλλοντικές πολιτικές
- Συστήματα περιβαλλοντικής διαχείρισης
- Περιβαλλοντική επιθεώρηση
- Δείκτες περιβαλλοντικών επιδόσεων
- Περιβαλλοντικά ισοζύγια
- Αξιολόγηση του κύκλου ζωής
- Περιβαλλοντική σήμανση
- Περιβαλλοντική αναφορά
- Περιβαλλοντικοί χάρτες

Υπάρχουν πολλά κίνητρα πίσω από την απόφαση για των ενσωμάτωση περιβαλλοντικών παραμέτρων, πολλά από τα οποία είναι αλληλένδετα μεταξύ τους π.χ:

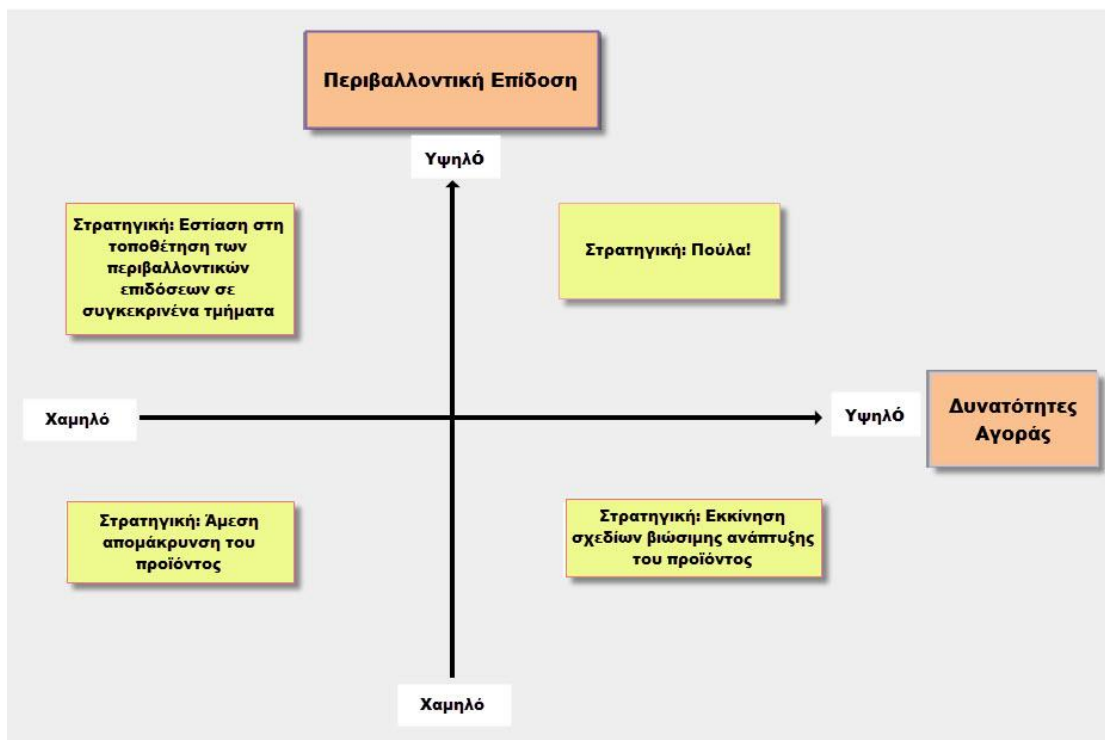
- Οι απαιτήσεις των καταναλωτών
- Η συμμόρφωση με τη νομοθεσία

- Οι ανάγκες της κοινωνίας για την περιβαλλοντική βελτίωση
- Ασφάλεια του εφοδιασμού
- Οι δυνατότητες του προϊόντος και της αγοράς

Η περιβαλλοντική επίδοση τώρα πια δεν αποτελεί ανταγωνιστικό πλεονέκτημα κάποιων προϊόντων, αλλά το ανταγωνιστικό πλεονέκτημα μιας ολόκληρης αγοράς. Το περιβαλλοντικό εργαλείο LCA έχει γίνει πλέον ένα πολύ σημαντικό εργαλείο περιβαλλοντικής διαχείρισης. Μπορεί να εφαρμοστεί για προϊόντα, τα οποία έχουν ήδη παραχθεί και βρίσκονται στην αγορά, αλλά και για εντοπιστούν τμήματα της αγοράς, τα οποία μπορούν να ανοίξουν για περιβαλλοντικά προϊόντα. Κάποια βασικές στρατηγικές προϊόντων και η σχέση τους με την περιβαλλοντική επίδοση και τις προοπτικές τους στην αγορά φαίνονται στο διάγραμμα 1.11.

Οι πληροφορίες, που προκύπτουν από την εφαρμογή μιας μελέτης LCA, μπορούν να παρέχουν στους υπεύθυνους λήψης αποφάσεων να καταλάβουν τα περιβαλλοντικά συν και πλην των προϊόντων και των υπηρεσιών, που παράγουν οι εταιρίες, που τους έχουν προσλάβει. Πολλοί managers δεν έχουν ιδιαίτερη μόρφωση και παιδεία όσον αφορά τα περιβαλλοντικά θέματα, όπως η οικολογία και η περιβαλλοντική μοντελοποίηση, για αυτό θα έπρεπε οι εταιρίες να υιοθετήσουν περιβαλλοντικά προγράμματα, ώστε να επιμορφώνονται οι managers, αλλά και οι υπόλοιποι εργαζόμενοι, που ανήκουν στα υπόλοιπα επίπεδα.

Για να επιτευχθεί μέγιστη αξιοπιστία και σιγουριά στις στρατηγικές, που πηγάζουν από την μελέτη του LCA, πρέπει να εφαρμόζεται η μελέτη με υψηλό επίπεδο λεπτομέρειας. Πολλές επιχειρήσεις δεν έχουν την δυνατότητα και τον χρόνο να περιμένουν την εφαρμογή ενός λεπτομερούς LCA και συχνά καταφεύγουν στην εφαρμογή απλοποιημένων LCA, δίνοντας έμφαση στον εντοπισμό προβλημάτων και διαφορών μεταξύ προϊόντων, τα οποία έχουν δείξει μια καλή πορεία στη αγορά. Μακροπρόθεσμα όλο και περισσότερες επιχειρήσεις θα εφαρμόζουν συστηματικά μελέτες LCA, ώστε να εμπλουτίσουν ή να χτίσουν πιο εμπεριστατωμένες βάσεις δεδομένων, με σκοπό να λαμβάνονται σωστότερες αποφάσεις για όλα τα επίπεδα δραστηριοτήτων μια επιχείρησης (Jensen et. al, 1997).



Διάγραμμα 1.11. Βασικές στρατηγικές σε συσχέτισμό με την περιβαλλοντική επίδοση και δυνατότητες να εισέλθει το προϊόν στην αγορά (Jensen et. al, 1997).

1.9.5 Χάραξη δημόσιας πολιτικής

Η αειφόρος ανάπτυξη αποτελεί πια ένα σημαντικό ζήτημα στις κυβερνητικές ατζέντες πολλών κρατών. Παρόλο που δεν υπάρχει ένας σαφής ορισμός για την αειφόρο ανάπτυξη είναι φανερό ότι το LCA ή αλλιώς η ανάλυση κύκλου ζωής χρησιμοποιείται για να διασφαλίσει ότι οι όποιες ενέργειες, στις οποίες προχωρά μια επιχείρηση θα συνδράμουν στην αειφόρο ανάπτυξη. Το LCA είναι ένα πολύ συγκεκριμένο εργαλείο, το οποίο διασφαλίζει σε πολλές περιπτώσεις ότι θα δώσει τις κατευθύνσεις, αλλά όχι την απάντηση, για αυτό το λόγο η εφαρμογή του θα πρέπει να συνοδεύεται με την εφαρμογή και άλλων εργαλείων, όπως η αξιολόγηση κινδύνου (risk assessment), την αξιολόγηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων (environmental impacts assessment), την ανάλυση κόστους-οφέλους (cost-benefit analysis) και άλλων.

Οι κύριες κυβερνητικές εφαρμογές είναι:

- Πολιτική προσανατολισμένη στο προϊόν
- Συστήματα κατάθεσης-επιστροφής χρημάτων, συμπεριλαμβανομένων των πολιτικών διαχείρισης απορριμμάτων
- Επιδοτήσεις και φορολογία
- Πολιτικές προσανατολισμένες στην διεργασία

Ο ρόλος της κυβέρνησης στην χάραξη δημόσιας πολιτικής είναι κυρίως να διευκολύνει και να υποστηρίξει και αυτό μπορεί να επιτευχθεί με αύξηση των διαθέσιμων πληροφοριών τόσο για τους μεμονωμένους καταναλωτές, όσο και για τους θεσμικούς και κυβερνητικούς αγοραστές (Jensen et. al, 1997).

1.9.6 Μελλοντικές εφαρμογές

Αναμένεται ότι η Ανάλυση Κύκλου Ζωής μπορεί να ενσωματωθεί και με άλλα εργαλεία υποστήριξης της λήψης αποφάσεων σε όλες σχεδόν τις περιπτώσεις, όπου τα περιβαλλοντικά θέματα είναι σημαντικά. Όλο και περισσότερες πληροφορίες, που βοηθούν στην εφαρμογή του LCA γίνονται προσβάσιμες, δίνοντας την δυνατότητα επέκτασης του LCA και σε άλλους τομείς εφαρμογής. Οι εφαρμογές του LCA θα έχουν ακόμα μεγαλύτερη ποικιλία και τα αποτελέσματα θα είναι ακριβέστερα.

Το LCA πρέπει επίσης να αποτελεί αναπόσπαστο μέρος της ανάπτυξης της διευρυμένης παραγωγικής ευθύνης (extended producer responsibility, EPR). Τέλος η η Ανάλυση του Κύκλου Ζωής και τα περιβαλλοντικά συστήματα διαχείρισης μπορούν να αποτελέσουν το κλειδί για περαιτέρω βελτίωση: Τα περιβαλλοντικά συστήματα διαχείρισης απαιτούν να λαμβάνονται υπόψη περιβαλλοντικές παράμετροι και οι περιβαλλοντικές απαιτήσεις πρέπει να ενσωματώνονται στην αλυσίδα προϊόντος, από τους προμηθευτές μέχρι τους καταναλωτές. Η Ανάλυση Κύκλου Ζωής και άλλες μέθοδοι και εργαλεία ανάλυσης του κύκλου ζωής του προϊόντος θα απαιτούν συστηματική συλλογή δεδομένων και συντήρηση, για να μπορέσουν να επιβιώσουν ως εργαλεία αξιολόγησης των άμεσων και έμμεσων περιβαλλοντικών παραμέτρων και των πιθανών περιβαλλοντικών επιπτώσεων από τον κύκλο ζωής ενός προϊόντος.

Η ικανότητα να εφαρμόζεται και να χρησιμοποιείται το LCA το μέλλον εξαρτάται από την ικανότητα να εφαρμόζονται σωστά και με ακρίβεια όλα τα LCA. Αυτό απαιτεί να υπάρχουν οι κατάλληλες εγκαταστάσεις, να εφαρμόζονται οι συμφωνημένες μεθοδολογίες και όλα τα απαραίτητα δεδομένα και πληροφορίες να είναι διαθέσιμες. Όλα αυτά μαζί με την ανάπτυξη των απαιτήσεων LCA από την ISO εξασφαλίζουν ότι στο μέλλον η χρήση του LCA θα είναι ακόμα περισσότερο χρήσιμη και αποτελεσματική (Jensen et. al, 1997).

1.10 Το μέλλον

Οι πιο σημαντικές μελλοντικές ανάγκες είναι οι ακόλουθες:

- Εφαρμογή του LCA σε καθημερινή βάση ως σημαντικό κομμάτι για την λήψη αποφάσεων στον βιομηχανικό τομέα
- Επέκταση του LCA στην αξιολόγηση της βιωσιμότητας με το να αναπτυχθεί ο κύκλος ζωής του κόστους ενός προϊόντος (Life Cycle Costing, LCC) και η αξιολόγηση του κύκλου ζωής ενός προϊόντος από κοινωνική άποψη (Social Life Cycle Assessment, SLCA) σαν ξεχωριστά εργαλεία αξιολόγησης, σχετιζόμενα πάντα με το LCA.

Για την επίτευξη αυτών των στόχων αξίζει να γίνει μία προσπάθεια, η οποία θα περιλαμβάνει:

- Επέκταση του LCA
- Χρήση ενός καινούργιου πακέτου εργαλείων
- Υβριδική ανάλυση

Ο συνδυασμός της χρήσης του LCA, του LCC και του SLCA θα πρέπει να εφαρμόζεται ευρέως και να αναπτυχθεί ακόμα περισσότερο. Η υβριδική ανάλυση συνδέεται στενά με την ανάλυση εισροών-εκροών και ως εκ τούτου αποτελεί ένα πάρα πολύ χρήσιμο εργαλείο. Στην πραγματικότητα η υβριδική ανάλυση είναι ένας εμπλουτισμός της AKZ για ορισμένες περιπτώσεις, για τις οποίες το παραδοσιακό LCA δεν είναι επαρκές (Kloepffer, 2005).

Είναι ξεκάθαρο ότι στο μέλλον θα υπάρξουν αρκετές αλλαγές στη μεθοδολογία του LCA, αλλά και θα δοθούν πολλές ευκαιρίες στην εφαρμογή του από μεγάλες

βιομηχανίες. Μακροπρόθεσμα φαίνεται να είναι σημαντικό να δοθεί μεγαλύτερο βάρος στην εφαρμοσιμότητα του LCA και στην εφαρμογή του σε ακόμα περισσότερα πεδία. Το βήμα από την θεωρία στην πράξη είναι αρκετά δύσκολο, αλλά έχει μεγάλη σημασία το LCA να ξεχωρίσει από άλλα αυθαίρετα εργαλεία. Επιπροσθέτως θα πρέπει να δοθεί ακόμα μεγαλύτερη προσοχή στην τυποποίηση της μεθοδολογίας του LCA πάντα σε σχέση με το LCC και το SLCA ως ένα ενιαίο εργαλείο. Πρέπει για το LCC να καθοριστούν τα όρια του συστήματος, οι λειτουργικές μονάδες, τα οποία θα πρέπει να είναι συμβατά με το LCA και να είναι οι εκροές του ξεκάθαρες (Hunkeler and Rebitzer, 2005).

Κεφάλαιο 2: Περιβάλλον και Ποιότητα

2.1 Εισαγωγή

Θα μπορούσε να πει κανείς, ότι από την αρχή η Διοίκηση Ολικής Ποιότητας (Total Quality Management, TQM) συνάντησε πολλές δυσκολίες κατά την εφαρμογή της στον επιχειρησιακό χώρο και συχνά ήρθε σε σύγκρουση με τις διαφορετικές φιλοσοφίες, που είχε υιοθετήσει η κάθε επιχείρηση μέσα στο πέρασμα του χρόνου. Η ποιότητα ενός προϊόντος έχει εμπλουτιστεί σαν έννοια και έχουν γίνει αλλαγές, όσον αφορά την διαδικασία παραγωγής, τις διεργασίες και τα συστήματα με αποτέλεσμα να έχουν ενσωματωθεί επιπλέον απαιτήσεις που σχετίζονται άμεσα με τη προστασία του περιβάλλοντος, την υγεία και την ασφάλεια στον χώρο εργασίας, καθώς και την κοινωνική ευθύνη.

Την σημερινή εποχή, πολλά Συστήματα Διαχείρισης (Management System, MSs) εφαρμόζονται από έναν αριθμό οργανισμών και επιχειρήσεων με μοναδικό σκοπό να βελτιώσουν την παγκόσμια επίδοσή τους και να φανούν αντάξιοι της πρόκλησης να εφαρμόσουν ένα ολοκληρωμένο Σύστημα Διαχείρισης (Proto Maria et.al, 2013).

Το TQM έχει υιοθετηθεί από πολλές επιχειρήσεις ως μία νέα προσέγγιση, η οποία μπορεί να εφαρμοσθεί και να ενσωματωθεί σε ένα μεγάλο εύρος συστημάτων διαχείρισης, κάτι το οποίο έχει βαρύνουσα σημασία τόσο στον βιομηχανικό κόσμο, όσο και στον κόσμο, που περιβάλλει τις βιομηχανίες και εν γένει τις επιχειρήσεις.

Οι βιομηχανίες θα πρέπει να ενσωματώσουν τα περιβαλλοντικά θέματα στις στρατηγικές τους όχι μόνο για να διατηρήσουν την ανταγωνιστικότητά τους, αλλά και για να αποφύγουν τον παραγκωνισμό τους και τέλος την απομάκρυνσή τους από την αγορά (Boccaletti and Borri, 1995).

Η βιομηχανοποίηση έχει επιπτώσεις στην κοινωνία με την μορφή της περιβαλλοντικής μόλυνσης. Τα εργοστάσια εκπέμπουν πολλούς ρύπους ως αποτέλεσμα των δραστηριοτήτων τους. Οι ρύποι των εργοστασίων είτε με την μορφή αποβλήτων, είτε με την μορφή αέριων ρύπων και θορύβου επηρεάζουν την ισορροπία του οικοσυστήματος. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να επιβαρύνεται η υγεία των ανθρώπων, να επιβαρύνεται η χλωρίδα και η πανίδα, η τρύπα του όζοντος και η υπερθέρμανση του πλανήτη. Με συνέπεια οι κατασκευαστικές βιομηχανίες να δίνουν

ιδιαίτερη βάση στην διατήρηση της περιβαλλοντικής ισορροπίας. Κατά την διάρκεια την βιομηχανοποίησης δεν υπήρχε καθόλου, αυτό που καλείται σήμερα περιβαλλοντική συνείδηση, αλλά στη σημερινή εποχή υπάρχει έντονη η τάση για την προστασία του περιβάλλοντος.

Οι κινητήριες δυνάμεις για την προστασία του οικοσυστήματος είναι:

- Οι απαιτητικοί καταναλωτές,
- Οι αυστηρές νομοθετικές ρυθμίσεις,
- Η ανάπτυξη πολιτικών οικονομίας από οργανισμούς όπως η Παγκόσμια Τράπεζα (World Bank), WHO και άλλοι,
- Διάφορα άλλα νομοθετικά μέτρα, που προωθούν την προστασία του περιβάλλοντος και
- Η παγκόσμια αύξηση του ενδιαφέροντος και ανησυχίας για περιβαλλοντικά θέματα από διάφορα ενδιαφερόμενα μέρη, όπως οι καταναλωτές, κοινωνικές οργανώσεις, όπως η Green Peace κ.ά.

Όλο λοιπόν αυτό το αυξανόμενο ενδιαφέρον έχει οδηγήσει σε μία προσπάθεια να εδραιωθεί μία σταθερή και προκαθορισμένη περιβαλλοντική επίδοση, ελεγχόμενη από την επίδραση, που έχουν οι οικονομικές δραστηριότητες στο περιβάλλον. Όσο το ενδιαφέρον και η ανησυχία για την διατήρηση και την βελτίωση της ποιότητας του περιβάλλοντος και της ανθρώπινης υγείας μεγαλώνουν, οργανισμοί όλων των μεγεθών στρέφουν με αυξανόμενο ρυθμό την προσοχή τους στις πιθανές επιπτώσεις των δραστηριοτήτων τους, των προϊόντων τους και των υπηρεσιών τους. Πολλοί οργανισμοί έχουν υιοθετήσει πρακτικές, όπως οι περιβαλλοντικές επιθεωρήσεις και αξιολογήσεις, ώστε να αποτιμήσουν την περιβαλλοντική τους επίδοση. Από μόνες τους αυτές οι αξιολογήσεις και οι επιθεωρήσεις δεν είναι αρκετές για να παράσχουν στον οποιοδήποτε οργανισμό την διαβεβαίωση ότι αυτή η επίδοση θα πληροίται στο μέλλον τις περιβαλλοντικές απαιτήσεις. Για αυτό έχουν δημιουργηθεί τυποποίηση και απαιτήσεις, στις οποίες οι επιχειρήσεις θα πρέπει να υπακούουν, για να επιτυγχάνουν την επιθυμητή περιβαλλοντική επίδοση (Jayathirtha, 2001).

2.2 Τάσεις που επιβάλλουν την ενσωμάτωση των περιβαλλοντικών θεμάτων στην εφαρμογή διοίκησης

Το 1956 σε ένα άρθρο του "Harvard Business Review" με τίτλο "Total Quality Control", παρουσιάστηκαν επιχειρήματα, τα οποία εξηγούσαν την ραγδαία εξέλιξη του TQM και την επανάσταση, που πραγματοποίησε η εφαρμογή του στο τέλος του εικοστού αιώνα. Στο άρθρο αυτό σημειώθηκαν τρεις τάσεις:

1. Οι πελάτες – εσωτερικοί και εξωτερικοί – αύξησαν τις απαιτήσεις όσον αφορά την ποιότητα ραγδαία. Σε αυτό έπαιξε καθοριστικό ρόλο ο σκληρός ανταγωνισμός, ο οποίος στο μέλλον διαφαινόταν ακόμα πιο σκληρός.
2. Σαν αποτέλεσμα της αύξησης των απαιτήσεων των καταναλωτών για υψηλότερη ποιότητα, πολλές πρακτικές και τεχνικές, που υπήρχαν μέχρι τότε, θα γίνονταν γρήγορα ξεπερασμένες.
3. Το κόστος ποιότητας γινόταν υψηλότερο. Για πολλές εταιρίες το κόστος αυτό θα γινόταν ακόμα υψηλότερο αν επιθυμούσαν να διατηρήσουν και να βελτιώσουν την ανταγωνιστικότητα τους στην αγορά μακροχρόνια.

Σε συνδυασμό με την επανάσταση του TQM, παρατηρήθηκε ένα παράλληλο φαινόμενο περίπου το 1994. Αυτό το παράλληλο φαινόμενο αφορούσε συγκεκριμένες οικολογικές πρακτικές από πλευράς κατασκευαστών και προκύπτει από τρεις τάσεις, που παρατηρήθηκαν εκείνη την εποχή:

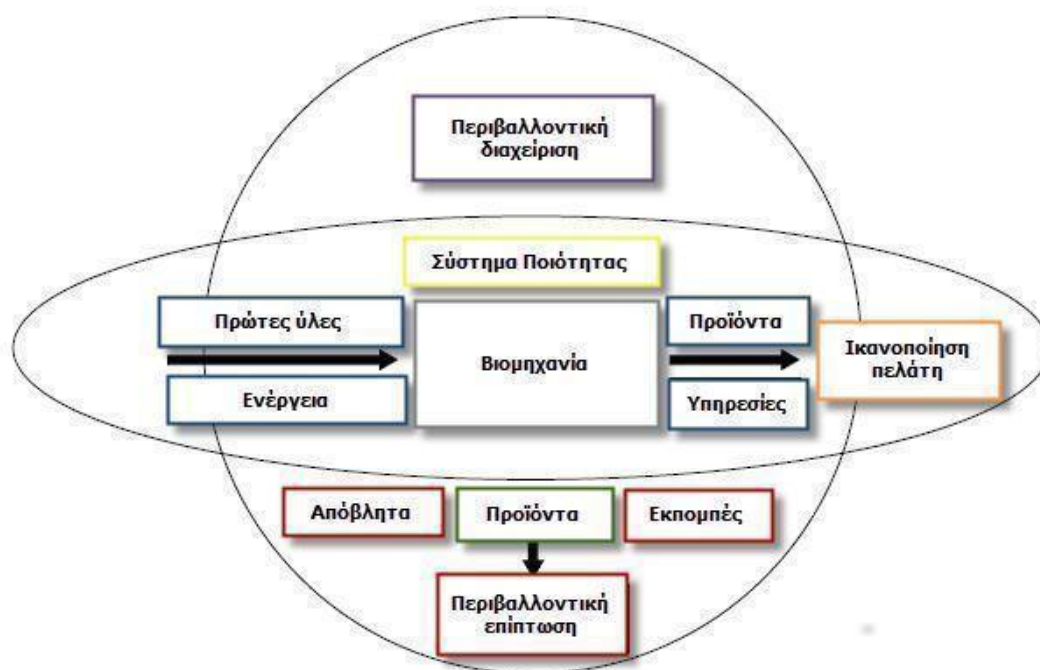
1. Είναι προφανές ότι οι πιέσεις για βελτίωση της οικολογικής επίδοσης των διεργασιών κατασκευής αυξήθηκαν με την παράλληλη αύξηση του πληθυσμού και των απαιτήσεων διαβίωσης.
2. Παρατηρήθηκε η τάση ανάμεσα στους καταναλωτές να επιζητούν προϊόντα και υπηρεσίες «φιλικά προς το περιβάλλον».
3. Τέλος υπάρχει μία σημαντική πιθανότητα να ρυθμιστεί νομικά ο τρόπος, που κατασκευαστές λειτουργούν, από περιβαλλοντική άποψη και αυτό να έχει σαν αποτέλεσμα να αυξηθεί το κόστος στο να διεξάγει κάποιος επιχειρηματικές δραστηριότητες.

Έχοντας υπόψη την επίδραση των παραπάνω τάσεων θα συμπέρανε κανείς ότι ο κατασκευαστικός τομέας θα μπορούσε να έρθει αντιμέτωπος με μία μορφή κρίσης. Παίρνοντας συγκεντρωτικά την οικονομική ανάπτυξη, το περιβαλλοντικό περιορισμό, την τάση για διαφάνεια από πλευράς επιχειρήσεων και το αυξανόμενο κόστος για

συμμόρφωση με τους περιβαλλοντικούς κανονισμούς, προκύπτει η ανάγκη για βελτίωση των κατασκευαστικών δραστηριοτήτων, ώστε να μειωθεί η περιβαλλοντική επίπτωση, διατηρώντας παράλληλα τα αυξημένα παραγωγικά επίπεδα μέσα σε μία σκληρά ανταγωνιζόμενη αγορά (Hanna and Newman, 1995).

2.3 Διοίκηση Ολικής Ποιότητας (TQM) και αρχές περιβαλλοντικής διαχείρισης

Οι αρχές διοίκησης ολικής ποιότητας δημιουργήθηκαν από τον SGS-Thomson ως το κλειδί για να επιτύχει τους δικούς του σκοπούς και έχουν πολλές ομοιότητες με τις 16 αρχές του κεφάλαιου του εγχειριδίου για την Αειφόρο Ανάπτυξη (Sustainable Development), που αφορά τις επιχειρήσεις.



Διάγραμμα 2.1. Συσχετισμός μεταξύ συστημάτων διαχείρισης ποιότητας και περιβάλλοντος (Boccaletti and Borri, 1995).

2.3.1 Κοινά σημεία μεταξύ ποιότητας και περιβάλλοντος

→ *Ικανοποίηση του πελάτη*

Όσον αφορά το TQM, τα περιβαλλοντικά προγράμματα δίνουν έμφαση στις διεργασίες με σκοπό να ελαχιστοποιήσουν, με μία συνεχή προσέγγιση βελτίωσης, όλες τις πιθανές ανεπάρκειες του προϊόντος, έχοντας στον νου τον τελικό καταναλωτή, ο οποίος μπορεί να είναι είτε ο τελικός χρήστης του προϊόντος, είτε η περιβάλλουσα κοινωνία, είτε οι δημόσιες αρχές.

→ *Παρεμπόδιση*

Επεκτείνοντας την αντίληψη ότι η ποιότητα είναι δωρεάν, μπορεί κανείς να ισχυριστεί ότι και τα προγράμματα, που αφορούν στην φροντίδα του περιβάλλοντος είναι και αυτά δωρεάν. Στην πραγματικότητα, οι επενδύσεις, οι οποίες σχετίζονται με τα περιβαλλοντικά προγράμματα όχι μόνο ξεπερνούν το κόστος, το οποίο θα επιβάρυνε την επιχείρηση εάν δεν συμμορφώνονταν με τις περιβαλλοντικές διατάξεις του νόμου, ή το κόστος των οικονομικών υποχρεώσεων της επιχείρησης, αλλά αυξάνουν τα κέρδη, βελτιώνουν την εικόνα της επιχείρησης και βοηθούν στο να αντιμετωπίζεται ευκολότερα μια μελλοντική αλλαγή στη νομοθεσία περί περιβάλλοντος.

Ακόμη παρουσιάζει ενδιαφέρον να αναφερθεί ότι η προσέγγιση 3P (Pollution, Prevention, Pays), χρησιμοποιείται από πολλές επιχειρήσεις.

→ *Συνεργασίες με προμηθευτές*

Το τελικό αποτέλεσμα ενός προϊόντος επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό από τους προμηθευτές των υλικών και πιο συγκεκριμένα σε επίπεδο παρεχόμενων χημικών συστατικών και εξοπλισμού.

Για το λόγο αυτό, πολλές εταιρίες ζητούν από τους προμηθευτές έγγραφα, που πιστοποιούν την ποιότητα και την ασφάλεια των χημικών, με συγκεκριμένες προδιαγραφές σχετικά με την επίδραση στο περιβάλλον, αλλά και έγγραφα με συγκεκριμένες προδιαγραφές για τον παρεχόμενο εξοπλισμό και την επίδραση του στο περιβάλλον.

→ *Επιθεωρήσεις*

Επιπροσθέτως οι επιθεωρήσεις ποιότητας, πραγματοποιούνται από τους καταναλωτές, από τους προμηθευτές και σύμφωνα με την διάταξη του Ευρωπαϊκού κανονισμού EN 29000, η περιβαλλοντική επιθεώρηση έχει σκοπό την βελτίωση της περιβαλλοντικής επίπτωσης από τις βιομηχανικής δραστηριότητες.

Η Περιβαλλοντική Διαχείριση και το Σχέδιο Επιθεώρησης (Environmental Management and Audit Scheme, EMAS), απαιτεί:

- Εισαγωγή και εφαρμογή βιομηχανικών πολιτικών, προγραμμάτων περιβαλλοντικής διαχείρισης
- Συστηματική αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των παραπάνω παραγόντων
- Δημοσιοποίηση της περιβαλλοντικής επίδοσης.

Ο πίνακας 2.1 δείχνει την αντιστοιχία μεταξύ του Συστήματος Διαχείρισης Ποιότητας (BS 5750) και του Συστήματος Περιβαλλοντικής Διαχείρισης (BS 7750) (Boccaletti and Borri, 1995).

Πίνακας 2.1. Συσχετισμός ανάμεσα σε BS 5750 (Quality Management System) και BS 7750 (Environmental Management System) (Boccaletti and Borri, 1995).

Σύνδεσμοι με το BS 5750: Μέρος 1: 1987 Το κελί, που περιέχει μία τελεία, αντιπροσωπεύει τη σχέση μεταξύ των υποπαραγράφων των δύο συστημάτων											
Απαιτήσεις του BS 5750: Μέρος 1 Υποπαραγράφοι	Απαιτήσεις του BS 7750, Υποπαραγράφοι										
	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8	4.9	4.10	4.11
	Συστήματα Διαχείρισης	Περιβαλλοντική Πολιτική	Οργανισμός και Προσωπικό	Περιβαλλοντικές Επιδράσεις	Σκοποί και Στόχοι	Προγράμματα Διαχείρισης	Εγχειρίδιο και Τυποποίηση	Επιχειρησιακό Έλεγχο	Αρχεία	Επιθεωρήσεις	Αναθεώρηση
4.1 Διοικητική Ευθύνη	•	•	•								•
4.2 Σύστημα Ποιότητας	•						•				•
4.3 Αναθεώρηση Συμβάσεων				•	•	•					
4.4 Έλεγχος Σχεδιασμού						•	•	•			
4.5 Έλεγχος Εγγράφων							•				
4.6 Αγορά				•				•			
4.7 Αγοραστή Παρεχόμενου Προϊόντος				•							
4.8 Εξακρίβωση Προϊόντος									•		
4.9 Έλεγχος Διεργασίας								•			
4.10 Επιθεώρηση και Δοκιμές								•			
4.11 Επιθεώρηση, Μέτρηση και Έλεγχος Εξοπλισμού								•			
4.12 Επιθεώρηση και Κατάσταση Δοκιμών								•			
4.13 Έλεγχος Μη-συμμορφούμενου Προϊόντος								•			
4.14 Διορθωτικές Ενέργειες								•			
4.15 Χειρισμός, Αποθήκευση, Συσκευασία και Παράδοση				•				•			
4.16 Αρχεία Ποιότητας									•		
4.17 Εσωτερικές Επιθεωρήσεις Ποιότητας										•	
4.18 Εκπαίδευση			•								
4.19 Συντήρηση				•				•			
4.20 Τεχνικές Στατιστικής								•			

2.4 Ποιότητα και Συστήματα Περιβαλλοντικής Διαχείρισης: Οι πυλώνες για την Ολοκλήρωση

Στο τέλος της δεκαετίας του '80, η ιστορία της εξέλιξης της Ποιότητας έφτασε σε ένα ιδιαίτερος σημαντικό σημείο με την δημοσίευση, από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Τυποποίησης (International Organization for Standardization, ISO), μιας σειράς απαιτήσεων, εθελοντικής φύσεως, για οργανισμούς, βασισμένες στο ήδη δομημένο και κατανοητό μοντέλο "Quality System" (QS), δίνοντας τις θεμελιώδεις απαιτήσεις για την εφαρμογή. Αυτές οι απαιτήσεις υποστηρίχθηκαν με σκοπό η εφαρμογή τους να οδηγεί σε μία πιστοποίηση για τις επιχειρήσεις. Δηλαδή την επίσημη διεργασία για την πιστοποίηση ότι ένας οργανισμός υπακούει στις απαιτήσεις αυτές, την οποία επικυρώνει ένα ανεξάρτητο τρίτο μέρος.

Η πρώτη σειρά των απαιτήσεων QS, ονομάστηκε ISO 9000 και δημοσιεύτηκε το 1987, με μοναδικό σκοπό να ενοποιήσει τις παλαιότερες απαιτήσεις, διαμορφώνοντας ένα κοινό παρονομαστή για την επιχειρησιακή ποιότητα σε διεθνές επίπεδο.

Μετά την έκδοση της τυποποίησης του ISO 9000, ακολούθησε και η σειρά περιβαλλοντικής τυποποίησης ISO 14000 (Environmental Management Systems-EMS) το 1996, για οργανισμούς, που επιθυμούν να λειτουργούν με ένα φιλικό προς το περιβάλλον τρόπο. Από τότε, αυξήθηκε ο αριθμός των οργανισμών, που έχουν πιστοποιηθεί με ISO 14001, παρά το γεγονός ότι οι οργανισμοί, που είχαν πιστοποιηθεί με ISO 9001 ήταν περισσότεροι. Τόσο το ISO 9000, όσο και το ISO 14001 έχουν την μεγαλύτερη απήχηση στον κόσμο από τις επιχειρήσεις και στο τέλος του 2010, το ISO 9001 χρησιμοποιήθηκε από 1.109.905 επιχειρήσεις σε περισσότερες από 170 χώρες και το ISO 14001 από 259.972 επιχειρήσεις σε 150 χώρες. Παρά το γεγονός ότι και άλλα τυποποιημένα συστήματα διαχείρισης έχουν εφαρμοστεί από οργανισμούς, τα συστήματα διαχείρισης με βάση την ποιότητα και το περιβάλλον και ο συνδυασμός αυτών των δύο διαφορετικών συστημάτων διαχείρισης αποτελούν τους θεμελιώδεις πυλώνες για την εφαρμογή ενός ολοκληρωμένου συστήματος διαχείρισης (Integrated Management System, IMS) (Proto Maria et.al, 2013).

2.5 Διοίκηση Ολικής Περιβαλλοντικής Ποιότητας (Total Quality Environmental Management, TQEM) και ISO 14001

Οι εταιρίες, που εφαρμόζουν και εκτιμούν την αξία του ISO 14001 έχουν προχωρήσει περαιτέρω και προσπαθούν να ικανοποιούν και να ελέγχουν τις απαιτήσεις του μέσω του TQEM (Jayathirtha, 2001).

Το TQEM είναι ένα πλαίσιο προτυποποίησης διαθέσιμο στον επιχειρηματικό χώρο, το οποίο δίνει έμφαση στο περιβάλλον, με προληπτικό χαρακτήρα, έχοντας έναν ηθικό προσανατολισμό όσον αφορά τον πελάτη και τους υπόλοιπους stakeholders. Η προσέγγιση του ISO 14000 προς το TQEM μοντελοποιήθηκε μετά την προσέγγιση του ISO 9000 προς το TQM και το BS 7750. Η προτυποποίηση TQEM αρχικά αναπτύχθηκε από το Βρετανικό Ινστιτούτο Προτυποποίησης (British Standard Institute), έχοντας ως βάση διεργασίες και συστήματα διαχείρισης παρόμοια με αυτά, που υπάρχουν στο ISO 9000 (Miles and Russell, 1997). Οι μεγάλοι ηγέτες της βιομηχανίας έχουν ενσωματώσει τη περιβαλλοντική παράμετρο σε κάθε μορφή δραστηριότητας και σε πολλές περιπτώσεις το ISO 14001 αποτελεί σημαντικό εργαλείο διαχείρισης.

Όλες οι απαιτήσεις του ISO 9000 και του ISO 14000 υπαγορεύουν στην ουσία κοινές αξίες και έχουν κοινό παρονομαστή.

- Το να πραγματοποιείς επιχειρησιακές δραστηριότητες με τον σύνηθες τρόπο είναι απαραίτητο.
- Το να πραγματοποιείς επιχειρησιακές δραστηριότητες χωρίς ένα συστηματικό τρόπο διαχείρισης είναι οικονομικά ανόητο.
- Το να παρέχεις ποιότητα είναι το κλειδί.
- Το να το κάνεις σωστά με την πρώτη προσπάθεια είναι ουσιώδες.
- Το να υπάρχει συγκροτημένη σκέψη είναι σημαντικό.
- Το να εισακούγονται οι πελάτες και οι άλλοι stakeholders είναι απολύτως απαραίτητο.
- Το να σέβεσαι τη κοινωνία είναι υποχρεωτικό.

Οι στόχοι του TQEM είναι:

- Μείωση των σκάρτων και συνεχής βελτίωση,
- Μείωση του περιορισμού των πόρων,

- Μείωση ή εξάλειψη της περιβαλλοντικής μόλυνσης,
- Σχεδιασμός προϊόντων για ελάχιστη περιβαλλοντική επιβάρυνση κατά την διάρκεια της παραγωγής, της χρήσης και της απόθεσης,
- Προώθηση και ενδυνάμωση της περιβαλλοντικής συνείδησης των εργαζομένων,
- Προώθηση και ενδυνάμωση της περιβαλλοντικής συνείδησης στην κοινωνία.

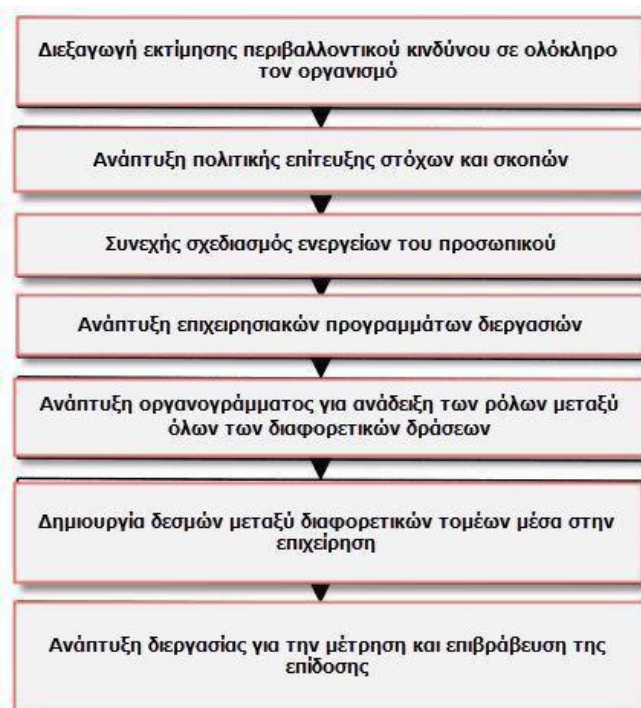
Οι πέντε αρχές ενός περιβαλλοντικού συστήματος διαχείρισης μέσα από το ISO 14001 είναι οι ακόλουθες:

- *Δέσμευση και πολιτική.* Ένας οργανισμός πρέπει να είναι συγκεντρωμένος στο τι είναι απαραίτητο να γίνει, θα πρέπει να διασφαλίζει την δέσμευση στο περιβαλλοντικό σύστημα διαχείρισης και να καθορίζει την πολιτική.
- *Σχεδιασμός.* Ένας οργανισμός θα πρέπει να διαμορφώνει έναν σχεδιασμό, ο οποίος θα εκπληρώνει την περιβαλλοντική πολιτική.
- *Εφαρμογή.* Για αποτελεσματική εφαρμογή, ένας οργανισμός θα πρέπει να αναπτύσσει ικανότητες και να υποστηρίζει μηχανισμούς απαραίτητους για να πετύχει τους περιβαλλοντικούς στόχους και σκοπούς.
- *Μέτρηση και αξιολόγηση.* Ένας οργανισμός θα πρέπει να μετρά, να ελέγχει και να αξιολογεί την περιβαλλοντική του επίδοση.
- *Επανεξέταση και βελτίωση.* Ένας οργανισμός πρέπει να πραγματοποιεί ελέγχους και συνεχώς να βελτιώνει το περιβαλλοντικό του σύστημα διαχείρισης με στόχο να βελτιώνει την γενική του περιβαλλοντική επίδοση.



Διάγραμμα 2.2. Παραλληλισμός μεταξύ συστήματος ποιότητας και περιβάλλοντος (Boccaletti, Borri, 1995).

Το ISO 14001 και η τυποποίηση, που εμπεριέχει η σειρά ISO 14000 δίνει την δυνατότητα στους οργανισμούς να ζητούν πιστοποίηση από πιστοποιημένα τρίτα μέρη (διάγραμμα 2.3).



Διάγραμμα 2.3. Μία βήμα προς βήμα προσέγγιση για την εφαρμογή της περιβαλλοντικής σκέψης σε ολόκληρο τον οργανισμό (Jayathirtha, 2001).

Οι πρακτικές και τα διαχειριστικά μοντέλα TQM, TQEM και ISO 9000 εφαρμόζονται και στον περιβαλλοντικό τομέα. Και τα δύο συστήματα προτυποποίησης (ISO 14000, ISO 9000) έχουν ως προτεραιότητα να συστηματοποιήσουν τις επιχειρηματικές και τις διοικητικές δραστηριότητες με απώτερο σκοπό να πετύχουν την συνεχή βελτίωση όσον αφορά τις διεργασίες και τα συστήματα της επιχείρησης. Το ISO 14000 είναι ένα πακέτο από απαιτήσεις, οι οποίες μπορούν να στηρίξουν απόλυτα τα προγράμματα του TQEM, όπως και άλλα προγράμματα (διάγραμμα 2.4).

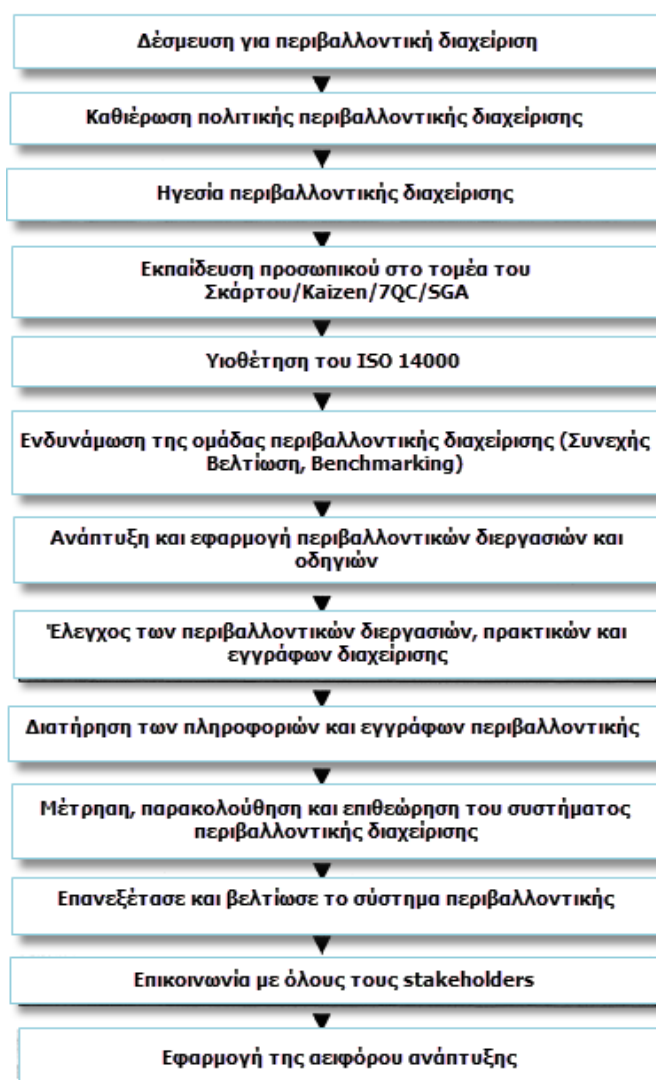


Διάγραμμα 2.4. Μερικά βήματα για εταιρίες, που επιθυμούν να εφαρμόσουν πρακτικές TQEM (Jayathirtha, 2001).

Το ISO 14001 είναι μια ξεκάθαρη κωδικοποίηση καλών διοικητικών πρακτικών για το TQEM. Το ISO 14001 μπορεί και παρέχει τη βάση για ένα σύστημα TQEM, βοηθώντας τις επιχειρήσεις να ενσωματώσουν περιβαλλοντικές πολιτικές και προγράμματα μαζί με άλλα επιχειρησιακά συστήματα. Οι εταιρίες μπορεί να αναρωτιούνται, γιατί να μπουν στον κόπο να εφαρμόσουν τις πρακτικές και τους στόχους, που επιτάσσει το TQEM. Κάποιοι σημαντικοί λόγοι είναι οι ακόλουθοι:

- Για να επιβιώσουν, να ανταγωνιστούν, για να κερδοσκοπήσουν, έχοντας ταυτόχρονα ελαχιστοποιήσει τον επιπρόσθετο φόρτο εργασίας, ο οποίος δεν προσφέρει στα κατώτερα ιεραρχικά στρώματα της επιχείρησης.
- Για να ικανοποιήσει τις απαιτήσεις της περιβαλλοντικής διαχείρισης τόσο στο εξωτερικό του οργανισμού συμπεριλαμβανομένων των πελατών, του τύπου, του κοινού, όσο και στο εσωτερικό του οργανισμού, όπως είναι οι μέτοχοι.
- Να ευθυγραμμίσει τις πρακτικές περιβαλλοντικής διαχείρισης με τα συστήματα παραγωγής, χρηματοοικονομικών, διανομής, καθώς και άλλων λειτουργιών.

Πολύ συχνά οι επιχειρήσεις πέφτουν στην παγίδα του να σχεδιάζουν συστήματα σύμφωνα με κάποιους εξωτερικούς κανονισμούς. Αυτό, που θα έπρεπε να κάνουν είναι να ενσωματώνουν τις περιβαλλοντικές τους ευθύνες στις ήδη υπάρχουσες λειτουργίες της εταιρίας και να αποφεύγουν την σύγχυση και την επανάληψη. Το TQEM θα πρέπει να αντικατοπτρίζει την επιχειρησιακή συμπεριφορά, να ενσωματώνει απόλυτα ένα σύστημα διαχείρισης και να κάνει χρήση συγκεκριμένων εργαλείων. Το TQEM ξεκινά με ένα ξεκάθαρο επιχειρησιακό σκοπό, ο οποίος περιλαμβάνει περιβαλλοντικούς σκοπούς, οι οποίοι περιλαμβάνουν δέσμευση στην επίτευξη της αειφόρου ανάπτυξης, της βιομηχανικής οικολογίας και της περιβαλλοντικής ισορροπίας (διάγραμμα 2.5), (Jayathirtha, 2001).



Διάγραμμα 2.5. Μια βήμα προς βήμα προσέγγιση του TQEM (Jayathirtha, 2001).

Κεφάλαιο 3: Εφαρμογή της Ανάλυσης Κύκλου Ζωής (LCA)

3.1 Εισαγωγή

Η βιομηχανία παραγωγής τροφίμων και ποτών απαιτεί μεγάλες εισροές από πόρους και προκαλεί αυξημένες περιβαλλοντικές επιπτώσεις στο περιβάλλον. Τα συστήματα παραγωγής τροφίμων είναι προσανατολισμένα και βελτιστοποιημένα με τέτοιο τρόπο, ώστε να ικανοποιούν τις οικονομικές απαιτήσεις και διατροφικές ανάγκες, οι οποίες αυξάνονται με ραγδαίο ρυθμό μαζί με την αύξηση του παγκόσμιου πληθυσμού. Τα περιβαλλοντικά θέματα, όμως δείχνουν ότι δεν έχουν ακόμα την απαιτούμενη προσοχή. Υπάρχουν μεγάλες δυσκολίες στην διεξαγωγή μελετών του κύκλου ζωής των προϊόντων διατροφής. Ιδανικά, μία πλήρης και ολοκληρωμένη έρευνα θα έπρεπε να περιελάμβανε την αγροτική παραγωγή, την βιομηχανική επεξεργασία, την αποθήκευση, την διανομή, το πακετάρισμα, την κατανάλωση και την διαχείριση των αποβλήτων και των ρύπων, τα οποία όλα μαζί διαμορφώνουν ένα αρκετά μεγάλο και εξαιρετικά πολύπλοκο σύστημα.

Η έλλειψη των απαραίτητων δεδομένων, λόγω του γεγονότος ότι οι βιομηχανίες δεν παρέχουν τα δεδομένα αυτά με ευκολία δυσκολεύει αρκετά την διεξαγωγή τέτοιων μελετών. Μία άλλη δυσκολία στην διεξαγωγή μελέτης κύκλου ζωής ενός προϊόντος είναι το επιστημονικό κομμάτι. Οι περισσότερες μελέτες κύκλου ζωής, λόγω αυτού περιορίζονται στην αγροτική παραγωγή και στην βιομηχανική επεξεργασία.

Ο σκοπός αυτής της μελέτης είναι να πραγματοποιήσει την ανάλυση του κύκλου ζωής της παραγωγής ξανθιάς μπίρας, με σκοπό να εντοπίσει και να αναγνωρίσει ποια κομμάτια του κύκλου ζωής είναι σημαντικά, όσον αφορά τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις (Koroneos et.al, 2005). Η μελέτη θα περιλαμβάνει:

- Την αγροτική παραγωγή των δημητριακών,
- Την βιομηχανική τους επεξεργασία στο εργοστάσιο, ώστε τα δημητριακά να μετατραπούν στη ξανθιά μπίρα
- Και την συσκευασία της μπίρας σε γυάλινα μπουκάλια

Λόγω του γεγονότος της εξαιρετικής πολυπλοκότητας να συμπεριληφθούν και τα τρία στάδια σε ένα LCA, το κάθε στάδιο θα αναλυθεί σε μία ανάλυση κύκλου ζωής

ξεχωριστά. Δηλαδή θα υπάρξει μία ανάλυση κύκλου ζωής της αγροτικής παραγωγής δημητριακών, μία ανάλυση κύκλου ζωής για την καθαυτή παραγωγή της μπίρας και τέλος μία ανάλυση κύκλου ζωής για την παραγωγή γυάλινων μπουκαλιών, τα οποία εν τέλει φιλοξενούν στο εσωτερικό τους την ξανθιά μπίρα. Σκοπός αυτής της προσέγγισης είναι να υπάρχει μία πιο σαφής εικόνα της παραγωγικής διαδικασίας μιας και η ανάλυση κύκλου ζωής είναι ένα εργαλείο, που εξετάζει το προϊόν από το «λίκνο» μέχρι το πέρας της ζωής του και φυσικά με τον τρόπο αυτό θα υπάρχουν αναλυτικότερα και πιο πλήρη αποτελέσματα, ώστε τα αποτελέσματα αυτά να μας οδηγήσουν στα σωστά συμπεράσματα.

Γενικότερα θα πρέπει να αναφερθεί ότι το σημαντικότερο πρόβλημα για την εκπόνηση μιας μελέτης κύκλου ζωής είναι η έλλειψη, των διαθέσιμων στο ευρύ κοινό, δεδομένων. Μια επιπλέον δυσκολία, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, είναι η άντληση πληροφοριών από πολλούς επιστημονικούς κλάδους. Για τους παραπάνω λόγους θα πρέπει να γίνουν παραδοχές και απλοποιήσεις, οι οποίες θα βοηθήσουν στην μοντελοποίηση του πολυσύνθετου προβλήματος της μελέτης ανάλυσης κύκλου ζωής της μπίρας. Χωρίς αυτές το LCA θα ήταν αδύνατο (Narayanaswamy et.al, 2004).

3.2 Ξανθιά Μπίρα (*Lager Beer*)

3.2.1 Εισαγωγή

Οι μπίρες αυτής της κατηγορίας είναι οι ευρύτερα διαδεδομένες και καταναλώνονται περισσότερο από το κοινό. Οι περισσότερες κατασκευάζονται με χρήση του ζυμομύκητα *Saccharomyces carlsbergensis*. Η μαγιά τους κατά τη ζύμωση, υφίσταται καθίζηση στο βυθό του μούστου για αυτό και αποκαλούνται στα ελληνικά βυθοζυμωτές ή μπίρες βυθοζύμης. Οι ξανθιές μπίρες υφίστανται ζύμωση σε χαμηλότερες θερμοκρασίες, συνήθως σε 6-12 °C ενώ η διαδικασία της μεταζύμωσης διαρκεί μερικούς μήνες. Για το λόγο αυτό, η τελικά παραγόμενη μπίρα φυλάσσεται σε αποθήκες, γεγονός που οδήγησε και στο όρο *lager*, που στα γερμανικά σημαίνει αποθήκη. Στις βυθοζύμωτες μπίρες ανήκει και το είδος *Pils*, διαφέρει όμως ολοκληρωτικά από τις ξανθιές μπίρες *Lager* ως προς την περιεκτικότητα σε λυκίσκο (<http://el.wikipedia.org/wiki/Μπίρα>).

3.2.2 Πρώτες ύλες

Οι βασικές πρώτες ύλες για την παραγωγή μπίρας είναι το νερό, το κριθάρι, η ζύμη (μαγιά) και ο λυκίσκος. Είναι δυνατό να προστίθενται και άλλα συστατικά, όπως για παράδειγμα ζάχαρη ή άλλα δημητριακά.

Νερό

Χρησιμοποιείται πόσιμο νερό χαμηλής περιεκτικότητας σε άλατα. Διακρίνουμε το νερό, που χρησιμοποιείται κατά τη διαδικασία της βυνοποίησης και το νερό που χρησιμοποιείται κατά το βρασμό και τη ζύμωση. Μόνο το δεύτερο περιέχεται στην μπίρα, που παράγεται τελικά.

Κριθάρι

Χρησιμοποιείται δίστιχο κριθάρι, συνήθως φτωχό σε πρωτεΐνες και πλούσιο σε άμυλο. Σε ορισμένα είδη μπίρας είναι σύνηθες να χρησιμοποιούνται μαζί με το κριθάρι

και άλλα δημητριακά, όπως σιτάρι, βρώμη ή σίκαλη. Άλλα είδη δεν περιέχουν καθόλου κριθάρι, αλλά βασίζονται αποκλειστικά σε άλλα δημητριακά.

Λυκίσκος

Ο λυκίσκος αποτελεί φυτό και ως πρώτη ύλη για την μπίρα χρησιμοποιούνται μόνο τα θηλυκά άνθη του. Σε αυτά περιέχονται ρητίνες, οι οποίες κατά το βρασμό αποδίδουν τις αρωματικές και γευστικές ουσίες της μπίρας. Επίσης ο λυκίσκος περιέχει ταννίνες και οργανικά οξέα που δρουν ως συντηρητικά.

Ζύμη (μαγιά)

Ως μαγιά της μπίρας χρησιμοποιούνται διάφορα είδη ζυμομυκήτων. Αυτά αναλαμβάνουν την διαδικασία της αλκοολικής ζύμωσης, τον μεταβολισμό δηλαδή των σακχάρων και την παραγωγή της αλκοόλης και του διοξειδίου του άνθρακα. Η επιλογή της ζύμης, σχετίζεται κάθε φορά με το είδος της μπίρας που θα παραχθεί (<http://el.wikipedia.org/wiki/Μπίρα>).

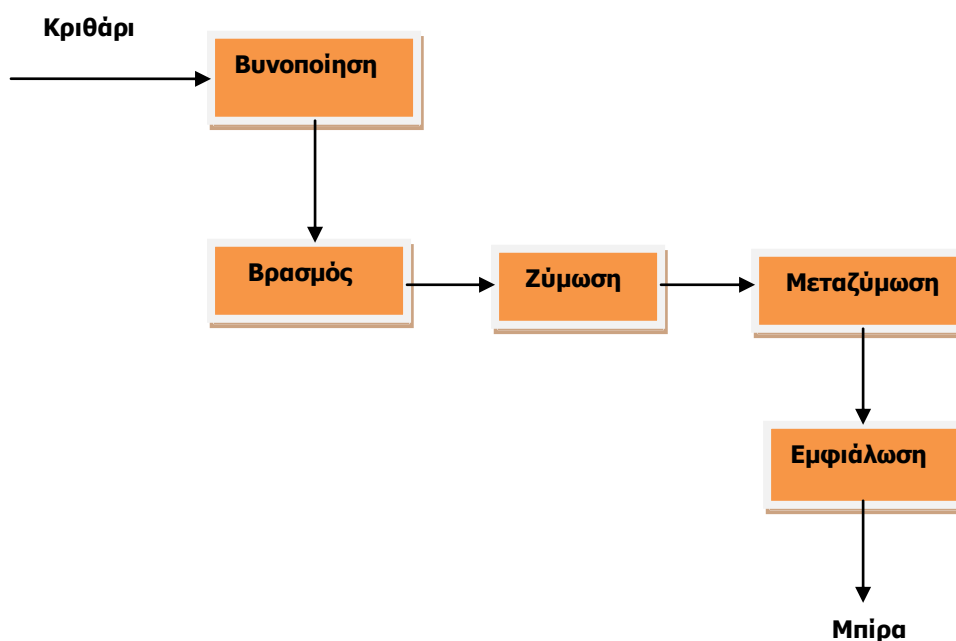
3.2.3 Παραγωγική διαδικασία

Παρά το γεγονός πως η παραγωγή της μπίρας μπορεί να εμφανίζει διάφορες παραλλαγές στην τεχνική, η σύγχρονη ζυθοποιία περιλαμβάνει τέσσερα βασικά και απαραίτητα στάδια:

- 1. Βυνοποίηση.** Το κριθάρι διαβρέχεται για διάστημα λίγων ημερών (συνήθως 2-5 ημέρες), μουλιάζει σε ζεστό νερό και στη συνέχεια αφήνεται για λίγες ημέρες να βλαστήσει, υπό ελεγχόμενες συνθήκες. Η βύνη (αγγλ. Malt), που λαμβάνεται με την εκβλάστηση υποβάλλεται σε ξήρανση και εν συνεχεία σε φρύξη (καβούρντισμα). Στο τελικό στάδιο της βυνοποίησης γίνεται φιλτράρισμα του πολτού της ξηρής βύνης και απομακρύνονται άλλα ανεπιθύμητα συστατικά. Η παραγόμενη βύνη αλέθεται και αναμειγνύεται με αλεύρι και διπλάσια έως τετραπλάσια ποσότητα ζεστού νερού (αγγλ. Mashing). Μέσα σε αυτό το συνολικό μείγμα, γίνεται η εκχύλιση του αμύλου και των υπόλοιπων διαλυτών συστατικών της βύνης. Αφού συντελεστεί και η σακχαροποίηση, το αλεσμένο μείγμα μεταφέρεται αλλού, όπου με ειδικούς μηχανισμούς διήθησης και καθίζησης διαχωρίζονται τα μη διαλυτά συστατικά

- από το επιθυμητό ζυθογλεύκος, δηλαδή το μούστο της μπίρας (ανάλογο με το μούστο του κρασιού).
- 2. Βρασμός.** Το ζυθογλεύκος εμπλουτίζεται με το λυκίσκο και στη συνέχεια βράζεται για λίγες ώρες. Με το βρασμό επιτυγχάνεται η αποστείρωση του ζυθογλεύκου, καθώς και η εκχύλιση όλων των γευστικών συστατικών, αρωματικών και συντηρητικών συστατικών του λυκίσκου.
 - 3. Ζύμωση.** Μέσα σε ειδικά δοχεία, ο μούστος εμπλουτίζεται με τη μαγιά της μπίρας, η οποία μέσω διαφόρων χημικών αντιδράσεων παράγει την αιθυλική αλκόολη της μπίρας και το διοξείδιο του άνθρακα («ανθρακικό»). Υπάρχουν δύο βασικά είδη ζυμομυκήτων, οι αφροζύμες και οι βυθοζύμες, τα οποία οδηγούν γενικά σε δύο διαφορετικές κατηγορίες μπίρας.
 - 4. Μεταζύμωση.** Μετά τη διάρκεια της ζύμωσης, αφαιρείται το μεγαλύτερο μέρος της μαγιάς και η μπίρα μεταφέρεται σε κλειστές δεξαμενές μεταζύμωσης, όπου το ποσοστό της μαγιάς, που παρέμεινε, εξακολουθεί να δρα.

Το τελικό στάδιο αποτελεί η εμφιάλωση της παραγόμενης μπίρας (<http://el.wikipedia.org/wiki/Μπίρα>).



Διάγραμμα 3.1. Διάγραμμα ροής της παραγωγικής διαδικασίας της ξανθιάς μπίρας Lager (<http://el.wikipedia.org/wiki/Μπίρα>).

3.3 Ανάλυση Κύκλου Ζωής της αγροτικής παραγωγής Δημητριακών (κριθαριού)

3.3.1 Καθορισμός σκοπού και αντικειμένου μελέτης/καθορισμός ορίων του συστήματος

Ο κύριος σκοπός της ανάλυσης του κύκλου ζωής είναι να αναγνωρίσει τα σημαντικά θέματα της παραγωγής δημητριακών και κυρίως του κριθαριού, που ανήκει στην οικογένεια των δημητριακών, τα οποία στην συνέχεια θα χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή της κλασικής ξανθιάς μπίρας, όπως:

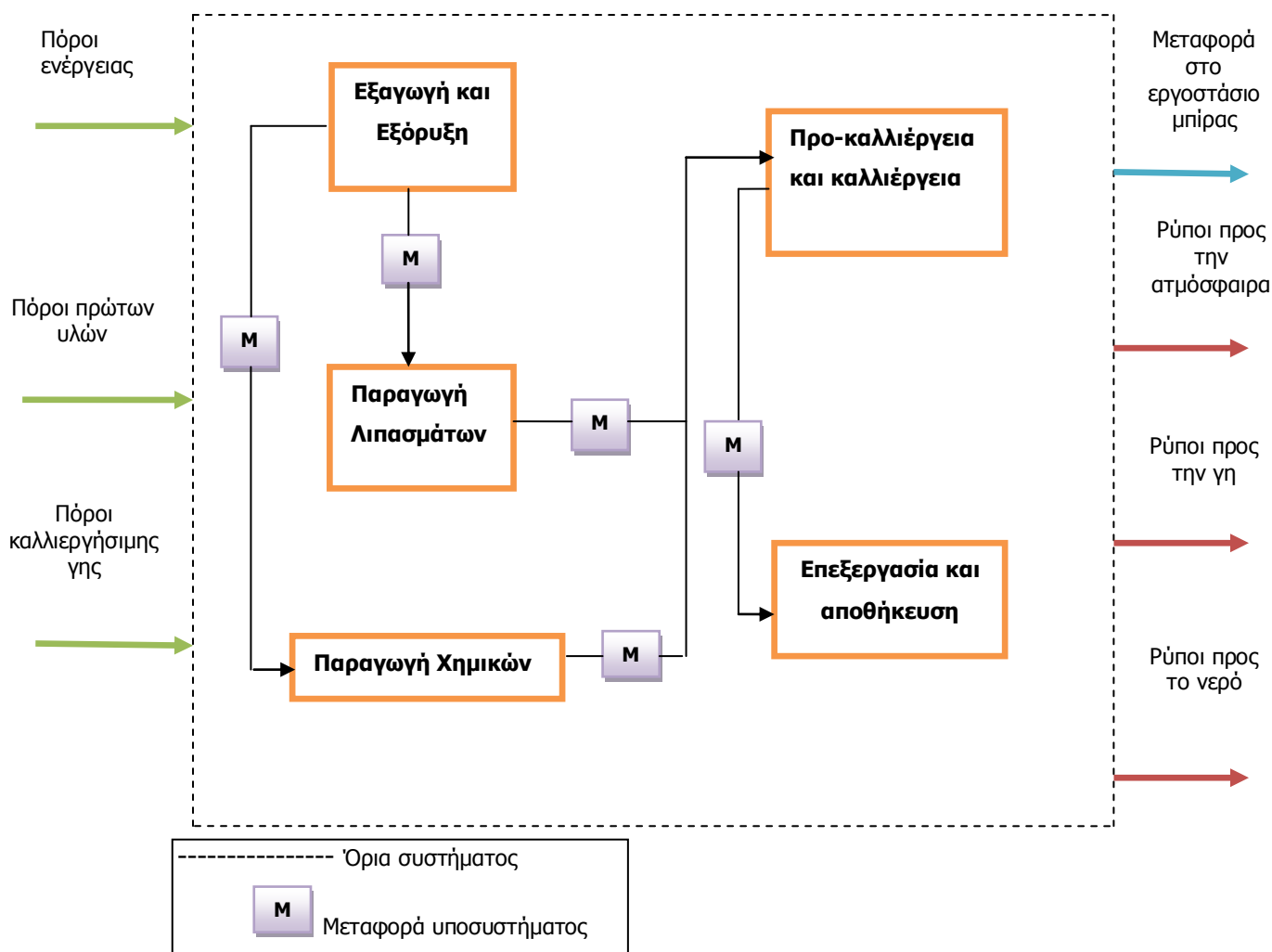
- Τα στάδια του κύκλου ζωής, στα οποία εντοπίζονται οι πιο σημαντικές εισροές και εκροές.
- Και πιθανές βελτιώσεις

Το διάγραμμα 3.2 παρουσιάζει έναν σχετικά απλοποιημένο κύκλο ζωής για την παραγωγή δημητριακών, ο οποίος αναπαριστάται με ένα διάγραμμα ροής. Η διακεκομμένη γραμμή στο διάγραμμα δηλώνει τα όρια του συστήματος μεταξύ του περιβάλλοντος και της παραγωγικής διαδικασίας. Το σύστημα έχει χωριστεί σε κατηγορίες διεργασιών: στις άμεσες διεργασίες και στις έμμεσες. Άμεσες διεργασίες είναι αυτές, που αφορούν δεδομένα, τα οποία προέρχονται κατευθείαν από τους προμηθευτές, τους καλλιεργητές, τους μεταφορείς και τους καταναλωτές. Οι έμμεσες διεργασίες είναι αυτές, που τα δεδομένα προέρχονται από δημοσιεύσεις στα μέσα ενημέρωσης και βιβλιογραφικές πηγές.

Οι διεργασίες που εμπεριέχονται εντός των ορίων του συστήματος έχουν ομαδοποιηθεί σύμφωνα με τις τέσσερις αρχές του κύκλου ζωής, με σκοπό να προστατευθούν οι πηγές, από τις οποίες προέρχονται τα δεδομένα:

- Προ – καλλιέργειας παραγωγή. Αφορά τις προμήθειες καλλιέργειας και της παραγωγής δημητριακών, όπως ζιζανιοκτόνα, λιπάσματα, κ.τ.λπ.
- Αποθήκευση και διαχείριση.
- Λιανική πώληση και κατανάλωση.
- Μεταφορά (όπως μεταφορά ζιζανιοκτόνων και λιπασμάτων στην φάρμα, μεταφορά του κριθαριού και αποθήκευση και μεταφορά των συσκευασμένων κόκκων κριθαριού).

Η μεταφορά καλύπτει όλες τις μορφές μεταφοράς (από δρόμους, από γραμμές τραίνου, κ.τ.λπ.) μεταξύ των σταδίων του κύκλου ζωής. Για λόγους απλοποίησης, η μεταφορά των δευτερευόντων και υποστηρικτικών υλικών του κάθε υποσυστήματος δεν έχει ληφθεί υπόψη. Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και η κατανάλωση της έχει βασισθεί αποκλειστικά στη βιβλιογραφία.



Διάγραμμα 3.2. Διάγραμμα ροής του κύκλου ζωής των δημητριακών (Narayanaswamy et.al, 2004).

Υπάρχουν και άλλα δεδομένα, τα οποία έχουν αποκλειστεί από την μελέτη, λόγω της έλλειψης του και του εξαιρετικά δύσκολου εντοπισμού του. Όπως:

- Κατασκευές υποσυστήματα όπως κτήρια (συμπεριλαμβανομένης της θέρμανσης και του κλιματισμού τους κ.ά), κεφαλαιουχικός εξοπλισμός, υποστηρικτικά μηχανήματα, μηχανισμοί συσκευασίας.

- Υποδομές προμηθευτών.
- Κύκλος ζωής προσθετικών ουσιών, που προστίθενται στην επεξεργασία των δημητριακών, κύκλος ζωής πρώτων υλών και συμπροϊόντων.

Ο πίνακας 3.1 περιλαμβάνει ένα σύντομο καθορισμό του σκοπού και του αντικειμένου της μελέτης.

Πίνακας 3.1. Καθορισμός σκοπού και αντικειμένου μελέτης (Narayanaswamy et.al, 2004).

Στοιχείο	Έρευνα δημητριακών με σκοπό την παραγωγή μπίρας
Σύστημα Παραγωγής	Κριθάρι για μπίρα (για την κλασική ξανθιά μπίρα)
Λειτουργικότητα Συστήματος Παραγωγής	Γεύση, άρωμα, διάρκεια ζωής, αλκοόλ, περιεχόμενα, εμπειριεχόμενη ενέργεια
Ομάδα-Στόχος	Καλλιεργητές δημητριακών, κατασκευαστές μπίρας, τελικές καταναλωτές
Δεδομένα Καλλιέργειας	Βασισμένα στη Βιβλιογραφία
Ερωτήσεις που χρήζουν απαντήσεως	<ul style="list-style-type: none"> • Ποιο είναι η Απογραφική Ανάλυση και το προφίλ επίπτωσης του κύκλου ζωής των δημητριακών. • Ποια στάδια του κύκλου ζωής είναι τα πιο επιβλαβή
Λειτουργική μονάδα	Ένα εκατόλιτρο κλασικής ξανθιάς μπίρας
Όρια συστήματος παραγωγής	<p>Φαίνονται στο διάγραμμα 3.1</p> <ul style="list-style-type: none"> • Εξόρυξη και εξαγωγή • Παραγωγή λιπάσματος και μεταφορά στην καλλιεργήσιμη γη • Παραγωγή χημικών και λιπασμάτων και μεταφορά τους στη καλλιεργήσιμη γη • Καλλιέργεια • Μεταφορά της παραγωγής κριθαριού από την γη στη αποθήκη • Μεταφορά από την αποθήκη στο εργοστάσιο παραγωγής μπίρας

Στοιχείο	Έρευνα δημοτικών με σκοπό την παραγωγή μπίρας
Απαιτήσεις Δεδομένων	<p><u>Τα δεδομένα για τις άμεσες διεργασίες περιλαμβάνουν:</u> Παραγωγή ζιζανιοκτόνων Καλλιέργεια κριθαριού Αποθήκευση κριθαριού</p> <p><u>Τα δεδομένα για τις έμμεσες διεργασίες περιλαμβάνουν:</u> Εξόρυξη και εξαγωγή Παραγωγή χημικών Συσκευασία Λιανική πώληση Κατανάλωση και απόθεση Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, απώλειες ενέργειας</p>
	<p><i>Άμεσα δεδομένα</i> – Δεδομένα που συγκεντρώθηκαν από τις διεργασίες</p> <p><i>Έμμεσα δεδομένα</i> – Δεδομένα που συγκεντρώθηκαν από βιβλιογραφία και δημοσιεύσεις</p> <p><i>Εισροές:</i> Ενέργεια/καύσιμα, καλλιεργήσιμη γη με νερό, υλικά</p> <p><i>Εκροές:</i> Προϊόν, τιμή και πωλήσεις, αξία προϊόντος και συμποϊόντων, απώλειες παραγωγής, αέριοι ρύποι, ρύποι προς το νερό και την γη</p>
Αξιολόγηση των δεδομένων	<ul style="list-style-type: none"> • Ενεργειακά ισοζύγια • Σύγκριση της τεχνολογίας των διεργασιών μέσω εισροών και εκροών • Σύγκριση και ανάλυση των παραγόντων μόλυνσης • Ποιοτική αξιολόγηση για τα κενά, που υπάρχουν σε κάποια δεδομένα
Διαδικασία Κατανομής	<p>Μέθοδος οικονομικής αξίας. Συμπεριλήφθηκαν οι απώλειες παραγωγής και η αλυσίδα παραγωγής. Θεωρητικές οικονομικές τιμές για τα συμποϊόντα, λόγω έλλειψης των πραγματικών.</p>
Κατηγορίες επιπτώσεων, που συμπεριλαμβάνονται στην κατηγορία Ανάλυση Επιπτώσεων	<ul style="list-style-type: none"> • Ενεργειακή χρήση των πόρων • Φαινόμενο του θερμοκηπίου • Ατμοσφαιρική οξύνιση • Ευτροφισμός • Τοξικότητα στον άνθρωπο • Επίγεια οικο-τοξικότητα <p>Η κανονικοποίηση και η στάθμιση είναι προαιρετικά βήματα στην Ανάλυση Επιπτώσεων και δεν θα συμπεριληφθούν στη μελέτη.</p>

Στοιχείο	Έρευνα δημοτικών με σκοπό την παραγωγή μπίρας
Μεθοδολογία Ανάλυσης Επιπτώσεων	Μέθοδος CML 2002 για όλες τις κατηγορίες επιπτώσεων
Ερμηνεία Αποτελεσμάτων ή Ανάλυση Βελτιώσεων	<ul style="list-style-type: none"> • Έλεγχος Πληρότητας • Έλεγχος Συνέπειας • Ανάλυση Ευαισθησίας • Ανάλυση Συμβολής • Αναγνώριση της οικο-επίδωσης των άμεσων διεργασιών
Περιορισμοί	<ul style="list-style-type: none"> • Γραμμικό μοντέλο LCA • Κάλυψη όλων των εισερχόμενων και εξερχομένων δεδομένων • Αβεβαιότητες σχετικές με πηγές και τύπους δεδομένων • Όρια συστήματος • Μεθοδολογία ανάλυσης επιπτώσεων <p>Όσον αφορά το ISO 14041, τα αποτελέσματα και τα ευρήματα έχουν βασισθεί στους περιορισμούς της μεθοδολογίας LCA, το ίδιο και η κάλυψη των δεδομένων των εισροών και των εκροών, η επιλογή των ορίων του συστήματος και η μεθοδολογία της ανάλυσης επιπτώσεων. Οι αβεβαιότητες των δεδομένων και του μοντέλου αναλύονται στη φάση της αξιολόγησης του κύκλου ζωής.</p>
Διαδικασία Κριτικής Ανασκόπησης	<ul style="list-style-type: none"> • Εξειδικευμένη εσωτερική ανασκόπηση • Έλεγχος συνέπειας με το ISO 14041 και με το σκοπό και το αντικείμενο της μελέτης • Διασταύρωση της τεχνικής και επιστημονικής εγκυρότητας με άλλες μελέτες LCA • Έλεγχος στην ερμηνεία, στα συμπεράσματα και στις συστάσεις

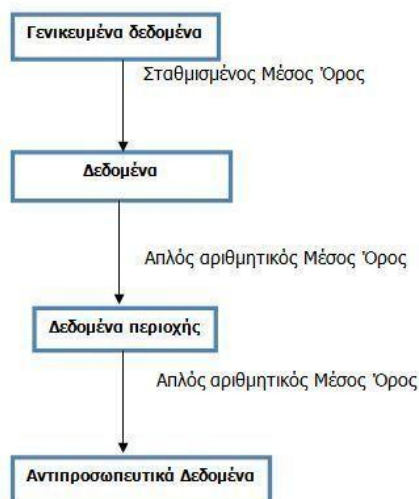
→ Ποιότητα δεδομένων

Το αντιπροσωπευτικό προφίλ των δεδομένων για τους πόρους και τους ρύπους συγκεντρώθηκε από αγροκτήματα τα έτη 2001 και 2002, από διαφορετικές περιοχές. Τα αγροκτήματα, που χρησιμοποιήθηκαν ήταν τρία και για τα δεδομένα χρησιμοποιήθηκε ο μέσος όρος των τριών αυτών αγροκτημάτων.

Η τοποθεσία, στην οποία πραγματοποιείται η παραλαβή των δημητριακών βρίσκεται κατά μέσο όρο σε απόσταση 25-50 χιλιόμετρα από τα αγροκτήματα. Η μέθοδος, με την οποία συγκεντρώθηκαν τα δεδομένα φαίνονται στο διάγραμμα 3.3.

Κάποιοι αναλυτικοί υπολογισμοί όσον αφορά τις μεταφορές δεν πραγματοποιήθηκαν, λόγω της μεγάλης πολυπλοκότητας τους και για να διατηρηθεί η απλότητα και ευκρίνεια στην παρουσίαση των δεδομένων.

Οι διαφυγόντες ρύποι λόγω σκόνης από την παραγωγή δημητριακών δεν περιλαμβάνονται στην Απογραφική Ανάλυση και Ανάλυση Επιπτώσεων. Παρόλα αυτά τα διαφυγόντα πτητικά οργανικά χημικά (Volatile Organic Chemicals, VOCs), τα ενεργά συστατικά των ζιζανιοκτόνων και εκπομπές αερίων, που συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, έχουν συμπεριληφθεί στη Ανάλυση Επιπτώσεων (Narayanaswamy et.al, 2004).



Διάγραμμα 3.3. Μέθοδος συγκέντρωσης δεδομένων (Narayanaswamy et.al, 2004).

3.3.2 Απογραφική Ανάλυση

Η Απογραφική Ανάλυση των δημητριακών με σκοπό την παραγωγή μπίρας περιλαμβάνει την συγκέντρωση δεδομένων, που αφορούν δεδομένα κατανάλωσης, ρύπων σε υποσυστήματα, όπως είναι το υποσύστημα παραγωγής χημικών και λιπασμάτων, παραγωγής σοδειάς και αποθήκευσης και το υποσύστημα μεταφοράς. Όλα τα υποσυστήματα έχουν συγκεντρωθεί σε κατηγορίες: προ-καλλιέργειας, καλλιέργειας, αποθήκευσης, μεταφοράς. Όλα τα δεδομένα αναφέρονται στη λειτουργική μονάδα.

→ Συλλογή Δεδομένων

Η συλλογή των δεδομένων βασίστηκε σε βιβλιογραφική αναζήτηση και σε δημοσιεύσεις, έχοντας ως βάση την πολυπλοκότητα της αλυσίδας παραγωγής των δημητριακών.

Πίνακας 3.2. Πηγές των δεδομένων (Narayanaswamy et.al, 2004).

Περιγραφή δεδομένων	Πηγή
Εισροές και εκπομπές από ζιζανιοκτόνα κατά την παραγωγή και χρήση τους	<ul style="list-style-type: none">• Ετήσιες περιβαλλοντικές αναφορές από διεθνής εταιρίες χημικών όπως η Nufarm, Cropcare, Monsanto, Bayer Science, etc• Sima Pro 5.1. Βάσεις Δεδομένων Αυστραλίας
Εισροές και εκπομπές από την παραγωγή λιπασμάτων	<ul style="list-style-type: none">• (Davis and Haglund, 1999)• Συμβουλευτική βοήθεια από CSBP, Fertiliser Industry Federation of Australia• (CSBP 2002)• Sima Pro 5.1. Βάσεις Δεδομένων Αυστραλίας

Περιγραφή δεδομένων	Πηγή
Δεδομένα εισροής στο αγρόκτημα	<ul style="list-style-type: none"> Farmer Groups & Consultants in WA (Mingenew-Irwin Group (MIG) 2003), (Esperance Farmers 2003), (Northam Farm Consultants 2002; Pingrup Farm Consultants 2003), Research Farms in WA (Muresk Farm 2002 RMIT Βάσεις δεδομένων Αυστραλίας ABARE's
Εκπομπές αερίων, που συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου	<ul style="list-style-type: none"> (Rodriguez, Probert et al. June 2003) (Australian Greenhouse Office 1998), especially its Agriculture sector report and workbooks amended for 2001 and 2002
Εφαρμογές χημικών και παράγοντες απώλειας	<ul style="list-style-type: none"> Farmer Groups and Consultants (Primary Industries Standing Committee 2002) and (Kondinin Group and School of Agriculture and Horticulture 2002)
Εισροές και εκπομπές από την αποθήκευση των δημητριακών	<ul style="list-style-type: none"> Δεδομένα εταιρίας τα τελευταία τρία χρόνια (200,2001,2002) National Pollutants Inventory 2003 Διεθνή Δεδομένα (Sleeswijk, Kleijn et al. 1996; Mattsson 1999; Mattsson, Cedersberg et al. 200) (CECP 2003)
Εκπομπές μεταφοράς	<ul style="list-style-type: none"> (Grant October 1998 and subsequently amended on 2002) (Australian greenhouse office) with amended NNGI world workbooks, 2002 Australian transport processes databases in SimaPro 5.1
Ηλεκτρισμός	<ul style="list-style-type: none"> RMIT Australian databases (Grant 2002) http://www.cfd.rmit.edu.au/life cycle assessment/australian ecoindicator project.

→ *Κατανομή*

Η αλυσίδα παραγωγής δημητριακών περιλαμβάνει πολλαπλά συμπροϊόντα και υποσυστήματα υπηρεσιών. Σύμφωνα με το ISO 14040 και ISO 14041, η κατανομή των εισροών και των εκπομπών με επέκταση των ορίων των υποσυστημάτων αρχικά αποφεύχθηκε. Όπου ήταν δυνατό τα κύρια προϊόντα και συμπροϊόντα διαχωρίστηκαν σύμφωνα με την οικονομική τους αξία. Ο πίνακας 3.3 δίνει την κατανομή των ποσοστών των κυρίων προϊόντων και των υποσυστημάτων.

Πίνακας 3.3. Κατανομή των δεδομένων (Narayanaswamy et.al, 2004).

Υποσύστημα	Κατανομή
Παραγωγή ζιζανιοκτόνων	100% κατανομή στα προϊόντα
Παραγωγή λιπασμάτων	100% κατανομή στα προϊόντα
Παραγωγή δημητριακών	93.15% στη σοδειά και 6,85% στη πακεταρισμένη σοδειά
Κριθάρι	Η κατανομή έγινε σε ακατέργαστο κριθάρι
Μεταφορά	Καμία κατανομή, αξιολογήθηκε ως μεμονωμένη διεργασία
Ηλεκτρισμός	100% κατανομή στον ηλεκτρισμό

→ *Στάδιο προ-καλλιέργειας και καλλιέργειας*

Ο πίνακας 3.4 παρουσιάζει την συγκεντρωτική και περιληπτική Απογραφική Ανάλυση των πόρων εισροής και εκροής σε αυτό το υποσύστημα. Οι αέριοι ρύποι ήταν σε μεγαλύτερες ποσότητες συγκριτικά με τους υπόλοιπους ρύπους. Συγκεκριμένα η εκπομπή νιτρώδους οξέος, ο οποίος είναι αέριος ρύπος, είχε ως αιτία προκλήσεως τα λιπάσματα και την κοπριά και παρουσίασε μεγάλη δυσκολία στον υπολογισμό του.

Πίνακας 3.4. Κατανομή των δεδομένων (Narayananaswamy et.al, 2004).

Εισροές-Εκροές	Μονάδα	Λειτουργική Μονάδα
<i>Προ-καλλιέργειας και καλλιέργειας</i>		1 εκατόλιτρο μπίρας
Πόροι		
Χρήση γης	Ha	0,006964
Νερό (διεργασίες)	kg	6,405
Φωσφορικό άλας	kg	0,75
Συλβινίτης	kg	0,28
Υλικά/Καύσιμα		
Σπόροι δημητριακών	kg	0,9325
Πετρέλαιο οχημάτων	kg	0,08
Ασβέστης	kg	0,85
Αμμωνία	kg	0,052155
CO ₂	kg	0,068625
Ενέργεια από φυσικό αέριο	kg	4,73E+00
Ατμός	kg	0,07686
Ενέργεια ατμού	kg	0,27
Θειϊκό οξύ	kg	0,153
Αφαλατωμένο νερό	MJ	0,4418
Οργανικά χημικά	MJ	0,075
Ηλεκτρισμός/Θέρμανση		
Ηλεκτρισμός	KWh	0,1287865
Ενέργεια από φυσικό αέριο	MJ	0,628272

Εισροές-Εκροές	Μονάδα	Λειτουργική Μονάδα
<i>Προ-καλλιέργειας και καλλιέργειας</i>		1 εκατόλιτρο μπίρας
Ενέργεια από πετρέλαιο	MJ	0,03948
Εκπομπές προς την ατμόσφαιρα		
Μεθάνιο	kg	0,002006
N ₂ O	kg	0,0105
NO _x	kg	0,0020292
SO _x	kg	0,0015958
Φθόριο	kg	1,10E-05
Αμμωνία	kg	6,90E-05
Ουρία	kg	6,86E-05
CO ₂	kg	0,82233
CO	kg	0,015
VOC	kg	4,11E-03
Ζιζανιοκτόνα (ενεργά συστατικά)	kg	0,000836596
Ρύποι προς το νερό		
Νάτριο	kg	9,52E-04
Φώσφορος	kg	2,28E-03
Ζιζανιοκτόνα	kg	3,00E-05
COD διαλυτό	kg	4,80E-05
C _x H _y (χλώρο)	kg	2,40E-04
Φθόριο	kg	2,97E-03
Βαριά μέταλλα	kg	3,87E-06

Εισροές-Εκροές	Μονάδα	Λειτουργική Μονάδα
Προ-καλλιέργειας και καλλιέργειας		1 εκατόλιτρο μπίρας
Στέρεοι ρύποι		
Απόβλητα εξόρυξης	kg	0,14
Ρύποι προς το χώμα		
Ζιζανιοκτόνα	kg	0,00777177
Φώσφορος	kg	0,152
Νάτριο	kg	-
Άυλοι Ρύποι		
Αποβαλλόμενη θέρμανση προς την ατμόσφαιρα	MJ	0,70821

Η ροή «ζιζανιοκτόνα» αναφέρεται στα ζιζανιοκτόνα, τα οποία έχουν ενεργά βότανα ως συστατικά και εντομοκτόνες ουσίες. Οι διαλυτές εκπομπές ρύπων έχουν συμπεριληφθεί στην κατηγορία των VOC's. Προσθετικά, απολυμαντικά και άλλες βασικές ουσίες δεν έχουν ληφθεί υπόψη στην παραπάνω Απογραφική Ανάλυση. Ομοίως η ροή «βαριά μέταλλα» αναφέρεται σε ιόντα όπως είναι το αρσενικό, το νικέλιο, το κάδμιο, το κοβάλτιο, το χρώμιο, ο μόλυβδος, κ.ά.

Η αξιοπιστία των δεδομένων για τους ρύπους των χημικών και των βαριών μετάλλων είναι πολύ υψηλή και φτάνει το 85-95%. Όσον αφορά τους ρύπους των ζιζανιοκτόνων και των υπόλοιπων υποκατηγοριών τους η αξιοπιστία φτάνει το 60-70%. Οι εκπομπές ρύπων από τα βαριά μέταλλα προέρχονται κυρίως από τα λιπάσματα και τα ζιζανιοκτόνα.

→ *Στάδιο επεξεργασίας και αποθήκευσης*

Ο πίνακας 3.5 περιλαμβάνει την Απογραφική Ανάλυση για το υποσύστημα της αποθήκευσης και της επεξεργασίας. Οι εκπομπές ρύπων λόγω σκόνης έχουν συμπεριληφθεί στη Απογραφική Ανάλυση με κάποιες μικρές εξαιρέσεις λόγω έλλειψης δεδομένων.

Πίνακας 3.5. Απογραφική Ανάλυση του υποσυστήματος επεξεργασία και αποθήκευση
(Narayananwamy et.al, 2004).

Εισροές-Εκροές	Μονάδα	Λειτουργική Μονάδα
Επεξεργασία και αποθήκευση		1 εκατόλιτρο μπίρας
Υλικά/Καύσιμα		
Δημητριακά	kg	15,5
Νερό (αφαλατωμένο)	kg	774,861
Πετρέλαιο οχημάτων	kg	0,007312
CO ₂	kg	1,271007
Υλικά συσκευασίας	kg	63,189394
Ηλεκτρισμός/Θέρμανση		
Ηλεκτρισμός	KWh	23.97505
Ενέργεια από φυσικό αέριο	MJ	176.379
Εκπομπές προς την ατμόσφαιρα		
Σκόνη (PM10)	kg	0,000452
Μεθυλικό βρομίδιο	kg	1.84E-06
Φωσφίνιο		0.000052
NO _x	kg	0,039924
CO ₂		13.354298
SO ₂	kg	0,000853
VOC	kg	1,24E-02
Ρύποι προς το νερό		
Νάτριο	kg	0.00121
Φώσφορος	kg	0.00054

Εισροές-Εκροές	Μονάδα	Λειτουργική Μονάδα
Επεξεργασία και αποθήκευση		1 εκατόλιτρο μπίρας
Ζιζανιοκτόνα	kg	3,00E-05
COD (φιλτραρισμένο)	kg	0.01481
Στερεά απόβλητα	kg	0.008651
Απόβλητα ύδατα	kg	0.028881
Στέρεοι ρύποι		
Στερεά απόβλητα	kg	No data
Λασπώδης εναπόθεση	kg	2.49396

→ *Μεταφορά*

Το στάδιο αυτό συγκεντρώνει όλες τις μορφές μεταφοράς και αποτελείται από:

- Μεταφορά των δημητριακών,
- Μεταφορά των λιπασμάτων και των χημικών στη καλλιέργεια,
- Μεταφορά προς την αποθήκευση,
- Μεταφορά προς επεξεργασία

Για την μεταφορά δευτερευόντων υλικών και συστατικών δεν υπάρχει κάποια αναφορά, όπως και για τα συμπρωϊόντα, λόγω έλλειψης δεδομένων. Η παράλειψη αυτών των δεδομένων δεν επηρεάζει τα αποτελέσματα της μελέτης αυτής και ο αντικειμενικός σκοπός της επιτυγχάνεται.

→ *Τελικές σημειώσεις για την Απογραφική Ανάλυση*

Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι η παραγωγή κάποιων ραδιενεργών ιόντων, τα οποία παράγονται από κάποιες «μη υλικές» διεργασίες δεν έχουν συμπεριληφθεί στις κατηγορίες των περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Λόγω της έλλειψης των παραγόντων που προκαλούν αυτούς τους ρύπους δεν έχουν συμπεριληφθεί επίσης, στην κατηγορία ανθρώπινη τοξικότητα και στην τοπική οικο-τοξικότητα, παρά το γεγονός ότι με από κάποιο μεγάλο χρονικό διάστημα οι συγκεκριμένοι ρύποι είναι πιθανό να προκαλέσουν προβλήματα τόσο στον άνθρωπο, όσο και στο περιβάλλον.

Σε όλη την αλυσίδα εφοδιασμού και προμηθειών πραγματοποιήθηκε ενδελεχής έρευνα, διότι η συγκεκριμένη φάση έχει στρατηγική σημασία όσον αφορά τους πόρους εισροής και τους ρύπους των υλικών. Οι ρύποι λόγω των απορριμμάτων έπαιξαν σημαντικό ρόλο στη φάση προ-καλλιέργειας και καλλιέργειας και οι αέριοι ρύποι έπαιξαν σημαντικό ρόλο στην φάση της μεταφοράς (Narayanaswamy et.al, 2004).

3.3.3 Ανάλυση Επιπτώσεων

Η Ανάλυση Επιπτώσεων αξιολογεί την χρήση των πόρων και παρουσιάζει τα αποτελέσματα της Απογραφικής Ανάλυσης. Παρουσιάζει επίσης, την συμμετοχή των υποσυστημάτων σε όλες τις κατηγορίες επιπτώσεων. Τα δεδομένα των πόρων και των ρύπων, πρώτα κατηγοριοποιήθηκαν στις κατάλληλες κατηγορίες επιπτώσεων και μετά συγκεντρώθηκαν σε κατηγορίες χρησιμοποιώντας ως γνώμονα την Απογραφική Ανάλυση.

Πίνακας 3.6. Συνολικός κύκλος επίπτωσης (Narayanaswamy et.al, 2004).

Κατηγορία Επίπτωσης	Συνολική Τιμή Επίπτωσης
	1 εκατόλιτρο μπίρας
Ενέργεια Πόρων (MJ)	1300
Φαινόμενο Θερμοκηπίου (kg CO₂ eq)	135
Ανθρώπινη Τοξικότητα (kg 12,4 DB eq)	43,6
Τοπική Οικο-τοξικότητα (kg SO₂ eq)	3,2
Οξύνιση (kg SO₂ eq)	0,58
Ευτροφικότητα (kg (PO₄)³⁻ eq)	0,18

→ *Αξιολόγηση του κύκλου ζωής*

Η αξιολόγηση του κύκλου ζωής αναλύει την Απογραφική Ανάλυση και την Ανάλυση Επιπτώσεων και παρέχει τα απαραίτητα και ακριβή αποτελέσματα, ώστε παρακάτω να πραγματοποιηθεί μια πλήρης Ερμηνεία Αποτελεσμάτων. Σε αυτό το στάδιο θα πραγματοποιηθεί έλεγχος συνέπειας, έλεγχος πληρότητας και θα συζητηθούν θέματα σχετικά με τις όποιες αβεβαιότητες υπάρχουν, ώστε να πραγματοποιηθεί με ευκολία και ακρίβεια η Ερμηνεία των Αποτελεσμάτων.

– *Έλεγχος πληρότητας*

Η Ανάλυση Επιπτώσεων καλύπτει ένα σημαντικό εύρος από κατηγορίες επιπτώσεων και ρύπων. Όμως λόγω της έλλειψης δεδομένων σχετικά με τις αναφορές στους χλωροφθοράνθρακες και στους ρύπους, που παράγουν για τα διάφορα υποσυστήματα, όπως «προ-καλλιέργειας και καλλιέργειας», δεν υπάρχει αναφορά σχετικά με το όζον και τα προβλήματα, που πηγάζουν σχετικά με αυτό, όπως η τρύπα του όζοντος. Ίσως ο συνυπολογισμός των κτιρίων και των μηχανημάτων να έριχνε περισσότερο φως στους ρύπους CFC/HCFC και στις τιμές των ODP.

Οι επιπτώσεις, που αφορούν εργασίες της καλλιεργήσιμης γης και οι ρύποι, που παράγονται από αυτές δεν έχουν συμπεριληφθεί στην Ανάλυση Επιπτώσεων. Αυτό μπορεί να αποτελέσει πρόβλημα στην αξιολόγηση και στην σύγκριση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, που προκαλούνται από την βιομηχανία και την αγροτική χρήση της γης.

Άλλες κατηγορίες επιπτώσεων, που αφορούν την φάση προ-καλλιέργειας και καλλιέργειας, όπως είναι οι απώλειες προς τη γη, η οξύνιση της, η αλάτωση της, δεν έχουν συμπεριληφθεί επίσης. Παρόλα αυτά αυτές οι παραλείψεις δεν φαίνεται να επηρεάζουν τον αντικειμενικό σκοπό της μελέτης.

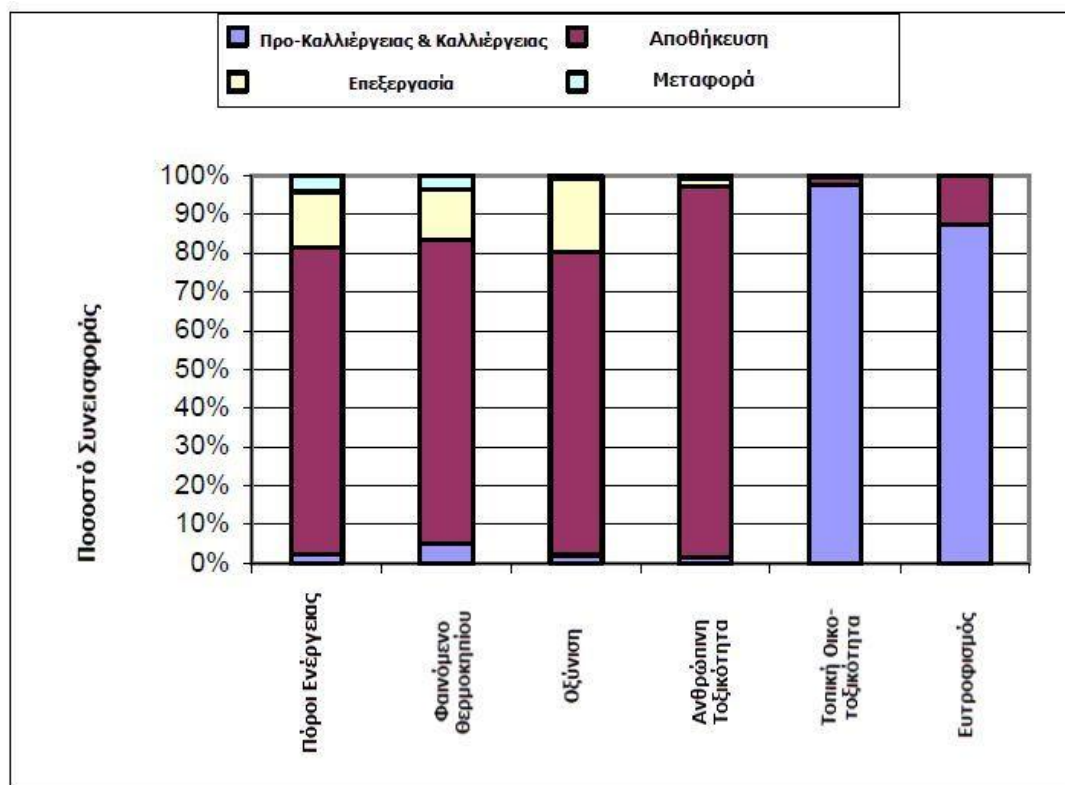
– *Έλεγχος συνέπειας*

Μία παρέκκλιση από την συνέπεια μπορεί να είναι ο συνυπολογισμός των πόρων εισροής και οι ρύποι εκροής των υποδομών μεταφοράς. Αυτό όμως δεν συνέβη όσον αφορά την αποθήκευση των δημητριακών και τις διαδικασίες συσκευασίας. Πέρα από αυτό στην μελέτη έχει διατηρηθεί ένας υψηλός βαθμός συνέπειας στους πόρους εισροής και στους ρύπους εκροής.

Τα όρια του συστήματος και η κατανομή των διαδικασιών καλύπτει πλήρως όλη την αλυσίδα προμηθειών. Όλοι οι πόροι εισροών και οι ρύποι εκροών όλων των επιλεγμένων υποσυστημάτων έχουν ληφθεί υπόψη. Η ποιότητα των δεδομένων, που έχουν ληφθεί από διάφορες διεργασίες των υποσυστημάτων έχει διασταυρωθεί με διεθνείς δημοσιεύσεις και διαθέσιμα δεδομένα και είναι σε υψηλό επίπεδο.

– *Ανάλυση συμβολής*

Η ανάλυση συμβολής έξι κατηγοριών επιπτώσης φαίνονται στο διάγραμμα 3.4.



Διάγραμμα 3.4. Επιπτώσεις του κύκλου ζωής (Narayanaswamy et.al, 2004).

Η επεξεργασία και αποθήκευση αποτελούν το κυρίαρχο υποσύστημα στις επιπτώσεις σε όλες τις κατηγορίες: Πόροι Ενέργειας περίπου 93%, Ανθρώπινη Τοξικότητα περίπου 97%, Φαινόμενο του Θερμοκηπίου περίπου 90% και Οξύνιση περίπου 99%. Ενώ το υποσύστημα προ-καλλιέργειας και καλλιέργειας είναι το κυρίαρχο υποσύστημα σε επιπτώσεις όσον αφορά την Τοπική Οικο-Τοξικότητα με περίπου 98,5% και στον Ευτροφισμό με περίπου 88%.

Εάν ένα υποσύστημα συνεισφέρει περισσότερο του 10% στην τελική περιβαλλοντική επίπτωση, τότε το υποσύστημα αυτό θεωρείται υποσύστημα *hot-spot* στη συγκεκριμένη περιβαλλοντική κατηγορία επίπτωσης. Τα αποτελέσματα των υποσυστημάτων hot spots φαίνονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 3.7. Υποσυστήματα hot spot (σμβ. με το κόκκινο χρώμα), (Narayanaswamy et.al, 2004).

Κατηγορία Περιβαλλοντικής Επίπτωσης	Μπίρα			
	Προ-καλλιεργειασκα και καλλιέργεια	Επεξεργασία	Αποθήκευση	Μεταφορά
Πόροι Ενέργειας				
Φαινόμενο του Θερμοκηπίου				
Ατμοσφαιρική Οξύνιση				
Ανθρώπινη Τοξικότητα				
Τοπική Οικο-Τοξικότητα				
Ευτροφισμός				

Ο πίνακας 3.8 παρουσιάζει κάποιες πολιτικές-κλειδιά στην διαχείριση των κύριων αιτιών της δημιουργίας των υποσυστημάτων hot spot, ώστε να έχουμε μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων.

Πίνακας 3.8. Περίληψη των πολιτικών διαχείρισης των υποσυστημάτων hot spot (Narayanaswamy et.al, 2004).

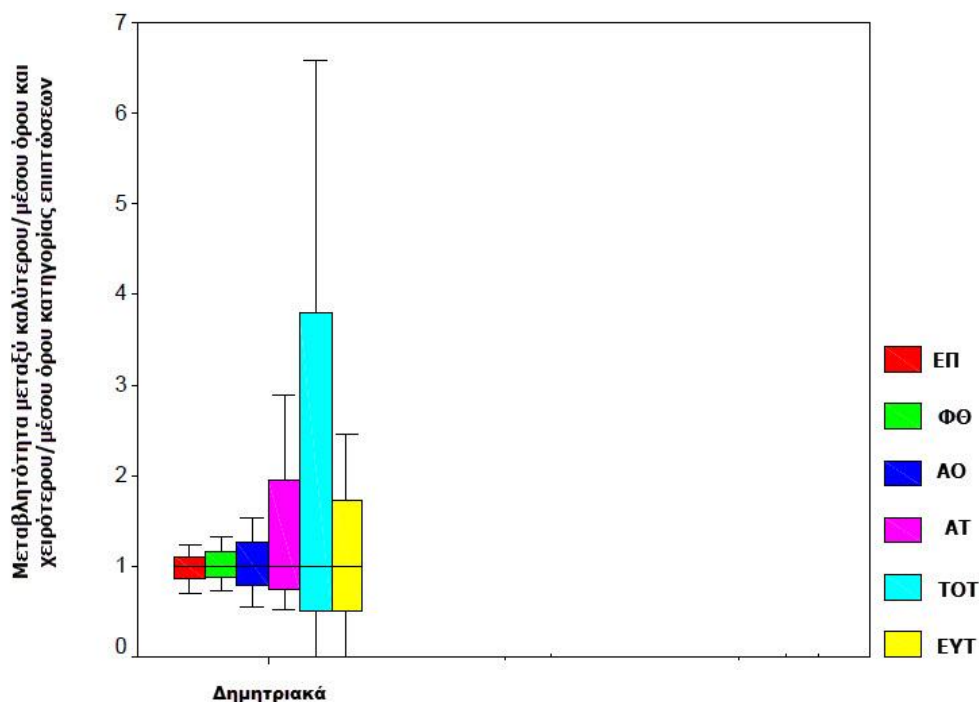
Περιβαλλοντικά Hotspot	Αίτια	Πολιτική παρεμπόδισης	Πολιτική λήψης μέτρων
Παραγωγή Μπίρας			
Πόροι Ενέργειας	Χρήση ηλεκτρικής ενέργειας για την παραγωγή υλικών συσκευασίας	<ul style="list-style-type: none"> Μείωση της ηλ.ενέργειας για την παραγωγή υλικών συσκευασίας Εναλλακτικά συστήματα σχεδιασμού συσκευασίας Βελτίωση των οικολογικών υλικών και της ανακυκλωσιμότητάς τους 	<ul style="list-style-type: none"> Προώθηση συστημάτων συσκευασίας με χαμηλή κατανάλωση ενέργειας
Φαινόμενο Θερμοκηπίου	Χρήση ηλεκτρικής ενέργειας για την παραγωγή υλικών συσκευασίας	<ul style="list-style-type: none"> Μείωση της ηλεκτρικής ενέργειας για την χρήση υλικών συσκευασίας Εναλλακτικά συστήματα σχεδιασμού συσκευασίας Βελτίωση των οικολογικών υλικών και τους ανακυκλωσιμότητάς τους 	<ul style="list-style-type: none"> Προώθηση συστημάτων συσκευασίας με χαμηλή κατανάλωση ενέργειας
	Χρήση ηλεκτρικής ενέργειας κατά την επεξεργασία και αποθήκευση	<ul style="list-style-type: none"> Χρήση φυσικού αερίου ή ηλεκτρισμού και θέρμανσης χαμηλού ποσοστού σε άνθρακα Επαναχρησιμοποίηση και διαχείριση της θέρμανσης και των αερίων, που παράγονται 	<ul style="list-style-type: none"> Παρουσίαση και προώθηση χαμηλών σε άνθρακα συστημάτων παραγωγής ενέργειας μέσω πιλοτικών project
Ανθρώπινη Τοξικότητα	Παραγωγή ρύπων από βαριά μέταλλα και ανόργανα αέρια κατά την διαδικασία της συσκευασίας	<ul style="list-style-type: none"> Μείωση της ενέργειας για την χρήση υλικών συσκευασίας Συστήματα συσκευασίας αειφόρου σχεδιασμού 	<ul style="list-style-type: none"> Προώθηση αειφόρων συστημάτων σχεδιασμού και χρήσης συσκευασίας

Περιβαλλοντικά Hotspot	Αίτια	Πολιτική παρεμπόδισης	Πολιτική λήψης μέτρων
Τοπική Οικο-τοξικότητα	Ζιζανιοκτόνα, που χρησιμοποιούνται κατά την παραγωγή της σοδειάς	<ul style="list-style-type: none"> Αποφυγή εκτεταμένης χρήσης ψεκαστικών Μείωση της χρήσης χημικών πάνω στη σοδειά, και ενσωμάτωση πρακτικών ακριβείας Χρήση ζιζανιοκτόνων με χαμηλότερα επίπεδα τοξικότητας 	<ul style="list-style-type: none"> Προώθηση συνεχούς παρακολούθησης και αναφοράς των τοξικών επιπτώσεων Προώθηση πρακτικών σωστής διαχείρισης των ζιζανιοκτόνων Συνεχής έρευνα για νέες πρακτικές καλλιέργειας Ανάπτυξη ζιζανιοκτόνων χαμηλών σε τοξικότητα
Ευτροφισμός	Χρήση λιπασμάτων κατά την παραγωγή της σοδειάς, που στηρίζονται στο νάτριο και στο φώσφορο	<ul style="list-style-type: none"> Αποφυγή εκτεταμένης χρήσης λιπασμάτων Καλλιέργεια ακριβείας Αποτελεσματική αξιοποίηση των θρεπτικών ουσιών της γης 	<ul style="list-style-type: none"> Προώθηση πρακτικών για καλύτερη διατροφική διαχείριση σε συνεργασία με τους προμηθευτές λιπασμάτων Έρευνα ευτροφισμού

Το διάγραμμα 3.5 παρουσιάζει την μεταβλητότητα μεταξύ της αναλογίας του μέσου όρου των χαμηλών επιπτώσεων και του μέσου όρου των υψηλών επιπτώσεων.

– Έλεγχος αβεβαιότητας, ευαισθησίας και μεταβλητότητας

Ο μέσος όρος αναφέρεται στο μέσο όρο των περιβαλλοντικών επιπτώσεων του αγροκτήματος για την παραγωγή ενός τόνου σοδειάς.



Διάγραμμα 3.5. Επίπεδο μεταβλητότητας των επιπτώσεων παραγωγής σοδειάς μόνο κατά το στάδιο προ-καλλιέργειας και καλλιέργειας.

Αυτά τα πρότυπα μεταβλητότητας μπορούν να αλλάξουν σημαντικά το ποσοστό συνεισφοράς των περιβαλλοντικών επιπτώσεων στην φάση της προ-καλλιέργειας και της καλλιέργειας, αλλά δεν μπορούν να αλλάξουν την σειρά συνεισφοράς στις επιπτώσεις των κατηγοριών (Narayanaswamy et.al, 2004).

3.3.4 *Ερμηνεία Αποτελεσμάτων ή Ανάλυση Βελτιώσεων*

Από ότι φάνηκε από το διάγραμμα 3.4 και τον πίνακα 3.7, μπορεί να λεχθεί με σιγουριά ότι η κατηγορία ή αλλιώς το υποσύστημα της αποθήκευσης και της επεξεργασίας συνεισφέρει σημαντικά στον περιορισμό των πόρων ενέργειας, στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, στην ατμοσφαιρική οξύνιση, και στην ανθρώπινη τοξικότητα. Στο στάδιο της επεξεργασίας, το να βελτιωθεί η ενεργειακή επίδοση, η χρήση των πρώτων υλών και η ενεργειακή επίδοση του εξοπλισμού, θα βοηθήσει ώστε να μεταβληθεί και να βελτιωθεί η επίδοση της παραγωγικής διαδικασίας και της επεξεργασίας.

Το να μειωθούν τα επίπεδα της ανθρώπινης τοξικότητας, το να υπάρξει μια «καθαρή» παραγωγική διαδικασία και τέλος να υπάρξει μια προσπάθεια για να επιτευχθούν οικολογικές επιδόσεις είναι απολύτως σημαντικό. Για να επιτευχθεί αυτό θα πρέπει να μειωθούν τα επίπεδα της σκόνης, η χρήση βαριών μετάλλων και εκπομπές ανόργανων αερίων κατά το υποσύστημα της επεξεργασίας και της αποθήκευσης. Έχει υπάρξει μια αξιόλογη προσπάθεια στο παρελθόν, αλλά και στο πρόσφατο παρόν να μειωθεί το φαινόμενο του θερμοκηπίου, τα απόβλητα, τα οποία καταλήγουν στο έδαφος, και των φθοριούχων ρύπων. Αυτές οι προσπάθειες πρέπει να επεκταθούν και να ενταθούν με την δημιουργία προγραμμάτων, τα οποία θα έχουν σκοπό να μειώσουν τη σκόνη, τα VOC's και οι εκπομπές ανόργανων ρύπων

Το υποσύστημα προ-καλλιέργειας και καλλιέργειας συνεισφέρει περισσότερο από 90% στην τοπική οικο-τοξικότητα. Τα ζιζανιοκτόνα σε αυτό το υποσύστημα θα πρέπει να μειωθούν και να βελτιωθεί η διαχείριση όλων των χημικών ουσιών, που χρησιμοποιούνται στο αγρόκτημα παραγωγής. Με αυτό τον τρόπο θα υπάρχει μείωση στη χρήση ζιζανιοκτόνων, στη δημιουργία τοξικότητας.

Στο υποσύστημα προ-καλλιέργειας και καλλιέργειας συνεισφέρει στο ευτροφισμό με περισσότερο από 85% στην αλυσίδα παραγωγής των δημητριακών. Για να υπάρξει μείωση θα πρέπει να γίνουν προσπάθειες τόσο κατά την παραγωγή ζιζανιοκτόνων, όσο και στην χρήση τους με μείωση του νατρίου και του φώσφορου κατά την χρήση των λιπασμάτων. Επίσης θα πρέπει να βελτιωθεί η διαχείριση της σοδειάς, με την αποφυγή εκτεταμένης χρήσης λιπασμάτων και με το να μειωθεί η διάβρωση του εδάφους (Narayanawamy et.al, 2004).

3.4 Ανάλυση Κύκλου Ζωής της παραγωγής Ξανθιάς Μπίρας

3.4.1 Εισαγωγή

Η βύνη ή αλλιώς κριθή ζυθοποιίας είναι απαραίτητο συστατικό για την συμβατική ζυθοποιία και την παραγωγή μπίρας. Η βύνη προέρχεται από το κριθάρι, το οποίο εμποτίζεται στο νερό, μέσα στο οποίο παραμένει για να βλαστήσει και να ωριμάσει και τέλος αποξηραίνεται. Κατά την διάρκεια της βλάστησης και της ωρίμανσης αναπτύσσονται ένζυμα, τα οποία εν τέλει διαμορφώνουν το κριθάρι σε βύνη. Αυτά τα ένζυμα είναι υπεύθυνα για την μετατροπή του αμύλου της βύνης σε αναβράζοντα σάκχαρα κατά την διάρκεια της ζύμωσης στην συμβατική παραγωγή μπίρας (Kløverpis et. al, 2009).

3.4.2 Καθορισμός του σκοπού και του αντικειμένου της μελέτης

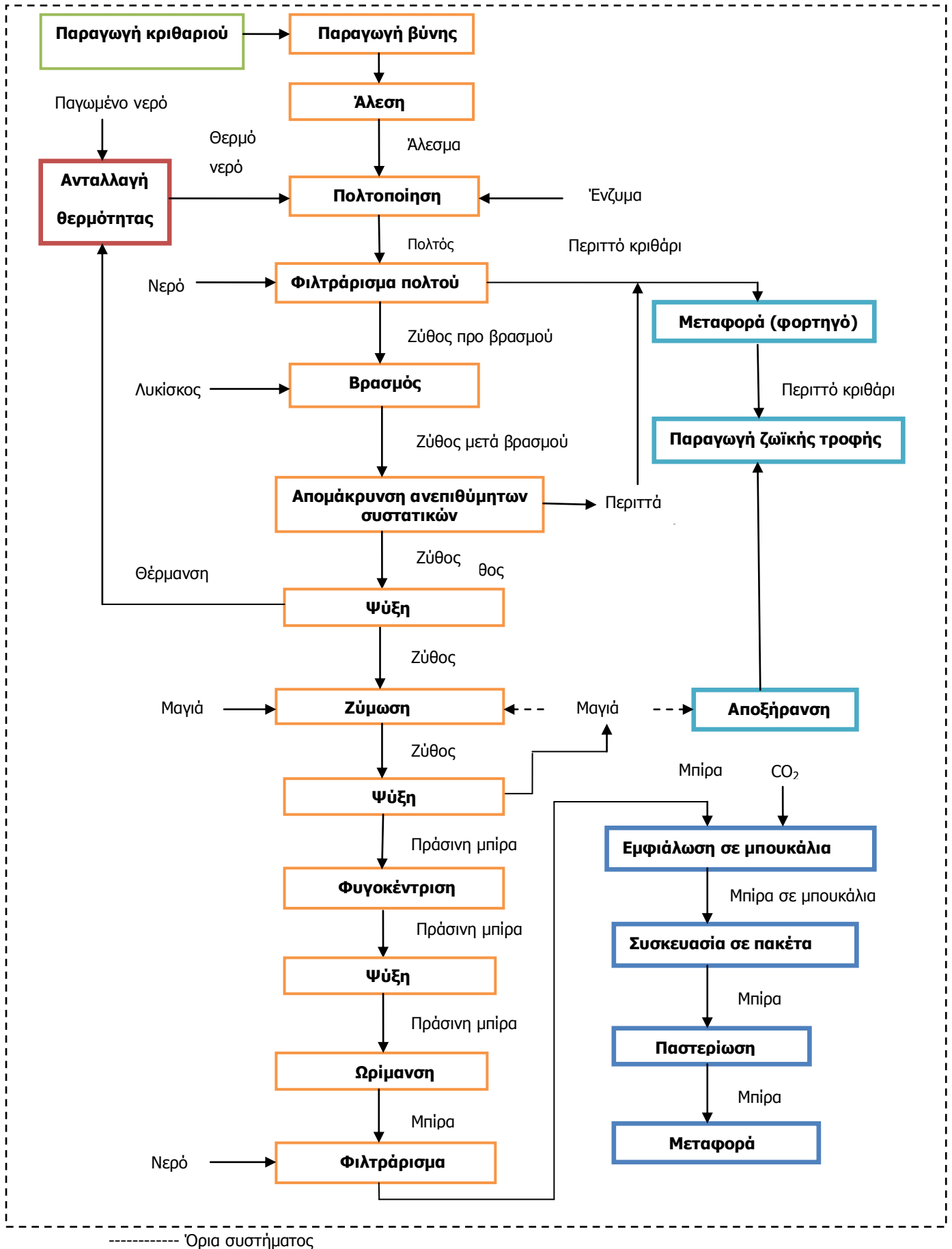
Ο βασικός σκοπός της ΑΚΖ είναι να εντοπίσει και να αναγνωρίσει τα σημεία κλειδιά στο κύκλο ζωής της παραγωγής της μπίρας, όπως είναι:

- Τα βήματα του κύκλου ζωής, τα οποία παρουσιάζουν τις πιο σημαντικές περιβαλλοντικές εισροές και εκροές, τα οποία αποτελούν hot spots
- Να προταθούν αλλαγές και βελτιώσεις, ώστε το σύστημα να βελτιστοποιηθεί (Koroneos et.al, 2005).

Το σύστημα, το οποίο θα μελετηθεί είναι η παραγωγή μπίρας, η οποία παράγεται με το συμβατικό τρόπο ζυθοποιίας και τα βήματα παραγωγής φαίνονται αναλυτικά στο διάγραμμα 3.6. Τα βασικά συστατικά είναι η βύνη, ο λυκίσκος και το νερό. Η βύνη παράγεται από το κριθάρι και δεν χρησιμοποιείται κανένα άλλο επιπρόσθετο δημητριακό ή η βύνη του στην συγκεκριμένη ΑΚΖ. Η διαδικασία βυνοποίησης περιλαμβάνει την βύθιση του κριθαριού στο νερό, την βλάστηση και τέλος την αποξήρανση. Το τελικό προϊόν, που δημιουργείται ονομάζεται βύνη και περιέχει έναν αριθμό από ένζυμα, τα οποία παίζουν καθοριστικό ρόλο στην συμβατική παραγωγή μπίρας. Η βύνη έπειτα αλέθεται και στην συνέχεια μετατρέπεται στην λεγόμενη ξηρή βύνη, η οποία στη συνέχεια αναμειγνύεται με νερό στην διαδικασία της

πολτοποίησης. Αναλυτικότερα η παραγωγική διαδικασία της μπίρας αναφέρεται σε προηγούμενη παράγραφο.

Στην συμβατική πολτοποίηση, οι φυσικές αμυλάσες, που περιέχονται στη βύνη μετατρέπουν την βύνη με την βοήθεια του νερού και του αλευριού σε πολτό, και στην συνέχεια γίνεται η σακχαροποίηση. Επιπροσθέτως, άλλα ένζυμα (πρωτεάσες και β-γλουτάσες) διασπούν τις πρωτεΐνες, που περιέχονται στη βύνη. Στην συμβατική ζυθοποιία χρησιμοποιείται και ένας αριθμός από τεχνητά ένζυμα, έτσι ώστε να συμπληρώσουν και να βοηθήσουν το έργο των φυσικών ενζύμων και να διευκολύνουν την εν γένει διαδικασία. Η θερμοκρασία κατά την διάρκεια της πολτοποίησης αυξάνεται σταδιακά και μετά παραμένει σταθερή. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι τα ένζυμα δρουν σε διαφορετικές θερμοκρασίες. Κατά το φιλτράρισμα πολτού της βύνης, το οποίο ακολουθεί αμέσως μετά, απομακρύνονται όλα τα ανεπιθύμητα συστατικά. Έτσι έχουμε μετά το φιλτράρισμα πολτού και την πολτοποίηση το μείγμα ή αλλιώς το ζύθο προ του βρασμού. Το μείγμα αυτό περιέχει σάκχαρα και άλλα διαλυτά συστατικά. Ότι απομένει από το φιλτράρισμα πολτού χρησιμοποιείται ως τροφή για τα ζώα. Μετά ο ζύθος βράζεται μαζί με τον λυκίσκο, έτσι ώστε να προστεθεί γεύση και άρωμα. Έπειτα προστίθεται και η μαγιά και αφού παραμείνει η μαγιά στο μείγμα για κάποιο χρονικό διάστημα, αφαιρείται μετά από φιλτράρισμα. Μετά η μπίρα μεταφέρεται σε δεξαμενές, όπου και παραμένει για να ωριμάσει.



Διάγραμμα 3.5. Διάγραμμα ροής της αλυσίδας παραγωγής μπίρας (Klöverpis et. al, 2009).

– *Επιλογή λειτουργικής μονάδας*

Η λειτουργική μονάδα, που επιλέχτηκε για το συγκεκριμένο σύστημα είναι 7 τόνοι ζύθου μετά του διαδικασία του βρασμού. Δηλαδή σύμφωνα με το διάγραμμα ροής 7 τόνοι ζύθου μετά βρασμού.

– *Όρια συστήματος και κριτήρια αποκοπής*

Το κύριο κριτήριο για την επιλογή των ορίων του συστήματος είναι στο διάγραμμα ροής να περιέχεται κάθε διαδικασία που περιλαμβάνει η παραγωγή μπίρας. Να σημειωθεί εδώ ότι η ανάλυση του κύκλου ζωής δεν θα συμπεριλάβει διαδικασίες, που έπονται της διαδικασίας του βρασμού. Οι διαδικασίες, όπως για παράδειγμα η εμφιάλωση της μπίρας θα συμπεριληφθούν σε διαφορετική ανάλυση κύκλου ζωής, που θα αναπτυχθεί στην 3.5. Το διάγραμμα ροής έχει έναν μεγάλο βαθμό λεπτομέρειας, ώστε να γίνεται κατανοητή η διαδικασίας παραγωγής μπίρας με απώτερο σκοπό να προταθεί ανασχεδιασμός της διαδικασίας παραγωγής της μπίρας.

Να σημειωθεί ότι δεν ήταν δυνατόν στη συγκεκριμένη μελέτη να συμπεριληφθούν όλες οι εισροές και εκροές σε κάθε διαδικασία. Στα κριτήρια αποκοπής συμπεριλήφθηκαν τα ακόλουθα: Ροές, οι οποίες έχουν αρκετά χαμηλές περιβαλλοντικές επιπτώσεις και ροές, που δεν παίζουν καθοριστικό ρόλο στην αλυσίδα παραγωγής μπίρας.

Επίσης εκροές ρύπων, όπως οι εκροές CO₂, οι οποίες προέρχονται από μετασχηματισμούς, που αφορούν διαδικασίες, που αφορούν καθαρά την καλλιεργήσιμη γη, όπως η παραγωγή κριθαριού, δεν έχουν συμπεριληφθεί. Θα πρέπει να αναφερθεί ότι οι εκπομπές CO₂ των συγκεκριμένων διαδικασιών δεν έχουν βαρύνουσα σημασία και στην ουσία αποτελούν λεπτομέρεια στην εκτέλεση της συγκεκριμένης μελέτης. Ο λόγος είναι ότι δεν επηρεάζουν άμεσα την αλυσίδα παραγωγής της μπίρας. Οπότε η παράλειψη τους δεν θα επηρεάσει τα αποτελέσματα της μελέτης.

– *Κατηγορίες περιβαλλοντικών επιπτώσεων*

Οι κατηγορίες επιπτώσεων, οι οποίες θα συμπεριληφθούν είναι οι ακόλουθες:

- Φαινόμενο του θερμοκηπίου: Αυτή η κατηγορία των επιπτώσεων συμπεριλαμβάνει εκπομπές ρύπων προς την ατμόσφαιρα, οι οποίες έχουν επίπτωση στο παγκόσμιο κλίμα. Αυτές οι εκπομπές είναι οι γνωστές ως αέρια

του θερμοκηπίου (greenhouse gases, GHGs) και μετρούνται ως ισοδύναμα του CO₂.

- Οξύνιση. Οι ουσίες οξύνισης, που εκπέμπονται προκαλούν διάβρωση στα φύλλα των φυτών και δέντρων και οξύνιση του εδάφους, καθώς και των νερών. Αυτές οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις χαρακτηρίζονται σαν οξύνιση και μετρούνται με ισοδύναμα του SO₂.
- Εμπλουτισμός θρεπτικών συστατικών (ευτροφισμός). Εκπομπές ρύπων, που επηρεάζουν τις θρεπτικές ουσίες των τροφίμων, όπως ο φώσφορος και το νάτριο, ρύποι οι οποίοι μπορούν να προκαλέσουν ανεπιθύμητες αλλαγές σε είδη, που αναπτύσσονται σε χερσαία οικοσυστήματα και στα είδη που αναπτύσσονται σε υδάτινα οικοσυστήματα, καθώς μπορούν να προκαλέσουν έλλειψη οξυγόνου, διότι οι ρύποι αυτοί προκαλούν έντονη ανάπτυξη φυκιών, τα οποία καταναλώνουν το οξυγόνο. Αυτή η περιβαλλοντική επίπτωση μετριέται με ισοδύναμα του PO₄³⁻.
- Σχηματισμός φωτοχημικού όζοντος. Οι πτητικές οργανικές ενώσεις που αναπτύσσονται στα χαμηλά στρώματα της ατμόσφαιρας υπό την επίδραση του φωτός του ηλίου και σε συνδυασμό με την παρουσία των οξειδίων του νατρίου (NO_x) οι οργανικές αυτές ενώσεις οδηγούν στον σχηματισμό όζοντος, το οποίο προκαλεί αρνητικές επιδράσεις στα αγροτικά προϊόντα και στην ανθρώπινη υγεία. Αυτή η περιβαλλοντική επίπτωση μετριέται σε ισοδύναμα του C₂H₄.
- Ενεργειακοί πόροι. Αυτή η κατηγορία επιπτώσεων αναφέρεται στη χρήση ορυκτών καυσίμων, η οποία καταμετρείται ως η χαμηλότερη τιμή θέρμανσης (lower heating value, LHV). Η LHV είναι η ενέργεια, που απελευθερώνεται από την καύση ενός καυσίμου χωρίς την θερμότητα, που απαιτείται για την εξάτμιση του νερού που παράγεται κατά την καύση.
- Γεωργική χρήση της γης. Η παραγωγή του κριθαριού και η παραγωγή των σακχάρων από τα ένζυμα, απαιτούν τη χρήση της γης. Αυτή η κατηγορία λαμβάνεται ως ξεχωριστή, γιατί παίζει καθοριστικό ρόλο. Η περιβαλλοντική αυτή επίπτωση μετριέται με m²/χρόνο.

Επιπροσθέτως, η κατανάλωση του νερού θεωρείται στη μελέτη ως συμπληρωματική κατηγορία περιβαλλοντικής επίπτωσης στις κατηγορίες επίπτωσης, που αναφέρθηκαν παραπάνω. Οι τοξικές επιδράσεις δεν θεωρούνται τόσο σημαντικές και άξιες αναφοράς στη συγκεκριμένη μελέτη, διότι οι βάσεις δεδομένων και οι μεθοδολογίες καταμέτρησης των τοξικών δίνουν κατά προσέγγιση αποτελέσματα.

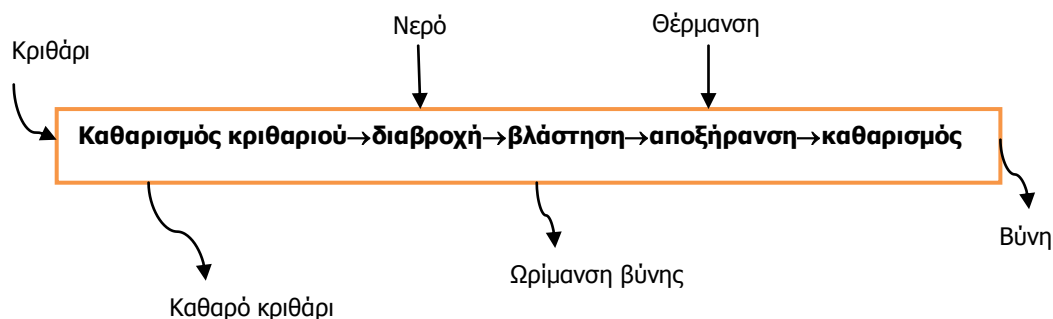
Επίσης η παραγωγή αποβλήτων και η συνεισφορά τους στον σχηματισμό του στρατοσφαιρικού όζοντος δεν θεωρείται σημαντική για το συγκεκριμένο σύστημα και αυτές οι κατηγορίες επιπτώσεων δεν θα συμπεριληφθούν (Kløverpris et. al, 2009).

3.4.3 Απογραφική Ανάλυση

Τα αρχικά δεδομένα, τα οποία χρησιμοποιήθηκαν στην μελέτη προέρχονται από το εργοστάσιο παραγωγής μπίρας "Harboes Bryggeri" το 2009. Η συμβατική παραγωγή μπίρας αναπτύσσεται εδώ και αιώνες και έχει βελτιστοποιηθεί σε μεγάλο βαθμό μέχρι σήμερα. Τα δευτερεύοντα δεδομένα προέρχονται από την βάση δεδομένων της "Ecoivent". Ακολουθεί η απογραφική ανάλυση για κάθε στάδιο της παραγωγής μπίρας ξεχωριστά και αναλυτικά.

– Βυνοποίηση

Η συμβατική παραγωγή μπίρας στηρίζεται αποκλειστικά στην παραγωγή βύνης. Μια σχετικά απλοποιημένη μέθοδος για την παραγωγή βύνης φαίνεται στο διάγραμμα 3.7. Πρώτα το κριθάρι καθαρίζεται και μετά διαβρέχεται και παραμένει σε ζεστό νερό για κάποιες μέρες. Αυτό οδηγεί στην ωρίμανση και βλάστηση του κριθαριού, κατά την διάρκεια της οποίας παράγονται τα ένζυμα, τα οποία δρουν στην πολτοποίηση. Κατά την διάρκεια της ωρίμανσης υπάρχει μία απώλεια βάρους του μίγματος, λόγω της ενέργειας που καταναλώνεται στην διαδικασία. Αυτό αναφέρεται σαν μεταβολική απώλεια. Η βύνη στο τέλος παραλαμβάνεται μετά από την αποξήρανση του μίγματος και τον καθαρισμό του.



Διάγραμμα 3.7. Βασικό διάγραμμα ροής για την παραγωγή μπίρας (Kløverpris et. al, 2009).

Οι εισροές και οι εκροές από την διαδικασία παραγωγής μπίρας φαίνεται στο πίνακα 3.9. Η θέρμανση, που παράγεται και χρησιμοποιείται στο εργοστάσιο κατά την παραγωγή της βύνης παρουσιάζεται σε συνδυασμό με την κατανάλωση του ηλεκτρισμού. Επίσης πέρα από την χρήση του ηλεκτρισμού κατά την παραγωγή της βύνης χρησιμοποιείται και φυσικό αέριο.

Πίνακας 3.9. Παραγωγή ενός τόνου βύνης (Klöverpris et. al, 2009).

	Υλικό	Μονάδα μέτρησης	Ποσότητα
Εισροές	Κριθάρι	ton	1.22
	Νερό	m ³	2.04
	Ηλεκτρισμός	kWh	87.4
	Φυσικό αέριο	Nm ³	56
Εκροές	Βύνη	ton	1.0
	Ηλεκτρισμός	kWh	76.8
	Καθαρό κριθάρι	kg	12.4
	Ωρίμανση βύνης	kg	43.9

Όπως φαίνεται από τον πίνακα η καθαρή παραγωγή ηλεκτρισμού είναι 10,6 kWh/ton βύνης. Ο λόγος είναι ότι το εργοστάσιο για την παραγωγή βύνης χρησιμοποιεί ηλεκτρισμό, αλλά όχι μόνο για την παραγωγή βύνης, αλλά και για όλα τα άλλα δευτερεύοντα προϊόντα, που παράγονται από την διαδικασία παραγωγής της βύνης. Σαν εισροή ενέργειας πέρα από τον ηλεκτρισμό συμμετέχει και το φυσικό αέριο. Δηλαδή υπάρχει συνδυασμός του ηλεκτρισμού και του φυσικού αερίου σαν εισροή ενέργειας. Συγκεκριμένα 8,7 MJ φυσικού αερίου παράγουν 1kWh ηλεκτρισμού. Αυτό σημαίνει πολύ απλά ότι σαν εκροή ενέργειας έχουμε 670 MJ φυσικού αερίου. Άρα περίπου το 30% της εισροής του φυσικού αερίου χρησιμοποιείται για την παραγωγή ηλεκτρισμού και το υπόλοιπο ποσοστό χρησιμοποιείται για την θέρμανση, που απαιτείται για την διαδικασία της αποξήρανσης.

Τα συμπροϊόντα, που παράγονται από την διαδικασία της βυνοποίησης, όπως βλαστοί βύνης και υπολείμματα από το κριθάρι, χρησιμοποιούνται για την εκτροφή ζώων. Η ενέργεια για την επεξεργασία των συμπροϊόντων και την μεταφορά τους για την εκτροφή ζώων υπολογίζεται σε 651MJ/τόνο βύνης.

Πίνακας 3.10. Η ενέργεια που καταναλώνεται για την παραγωγή και εκμετάλλευση των συμπροϊόντων από την διαδικασία παραγωγής της βύνης (KlØverpis et. al, 2009).

Υπολείμματα κριθαριού	12,4 kg	95%	13.6 MJ/kg	160 MJ
Βλαστοί βύνης	43.9 kg	88%	12.7 MJ/kg	491 MJ
Σύνολο				651 MJ

– Άλεση

Πριν από την διαδικασία της πολτοποίησης, η βύνη πρέπει να αλεσθεί. Η διαδικασία αυτή γίνεται με το χέρι και δεν υπάρχουν κάποια συμπροϊόντα. Οτιδήποτε περιττό απομακρύνεται κατά το φιλτράρισμα πολτού δεν χρησιμοποιείται πουθενά.

Πίνακας 3.11. Δεδομένα για την διαδικασία της άλεσης (KlØverpis et. al, 2009).

	Υλικό	Μονάδα μέτρησης	Συμβατική παραγωγή μπίρας
Εισροή	Βύνη	ton	10
	Κριθάρι	ton	-
	Ηλεκτρισμός	kWh	65
	Ατσάλι	kg	0.14
Εκροή	Άλεσμα	ton	10

– *Πολτοποίηση*

Κατά την διάρκεια πολτοποίησης, το άλεσμα αναμειγνύεται με νερό και θερμαίνεται και στην συνέχεια δρουν τα ένζυμα, τα οποία είτε περιέχονται στην βύνη και στην συνέχεια δημιουργούνται τα σάκχαρα. Η θερμοκρασία που δρα το κάθε ένζυμο είναι διαφορετική, για αυτό και η θερμοκρασία κατά την διαδικασία της πολτοποίησης η θερμοκρασία αναπτύσσεται σταδιακά, ώστε να δράσει το κάθε ένζυμο και μετά η θερμοκρασία διατηρείται σταθερή για κάποιο συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. Επίσης, για να διατηρηθεί το pH σταθερό, προστίθεται γαλακτικό οξύ. Η θέρμανση ενισχύεται επίσης με τη χρήση καυτού ατμού, πέρα από την θέρμανση, που παράγεται από τον μετασχηματισμό του ηλεκτρισμού.

Πίνακας 3.12. Δεδομένα για την πολτοποίηση (Klöverpis et. al, 2009).

	Υλικό	Μονάδα μέτρησης	Συμβατική παραγωγή μπίρας
Εισροή	Άλεσμα	ton	10
	Νερό	m ³	25
	Ατμός	Gj	2.4
	Παράγωγα ενζύμων	-	5 liter
Εκροή	Γαλακτικό οξύ	liter	30
	Άλεσμα	ton	35

Οι 10 τόνοι βύνης, που χρησιμοποιούνται είναι ισοδύναμοι με 12,2 τόνους κριθαριού και αυτή είναι η συνολική κατανάλωση του κριθαριού.

– *Φιλτράρισμα πολτού*

Κατά την διαδικασία του φιλτραρίσματος, ο πολτός φιλτράρεται και απομακρύνονται όλα τα περιττά και άχρηστα συστατικά με σακούλες φιλτραρίσματος. Η διαδικασία του φιλτραρίσματος διαρκεί από 1,5 ώρες έως 2,5 ώρες και απαιτείται ηλεκτρισμός για την άντληση του πολτού και άντληση νερού, το οποίο προστίθεται στο μείγμα. Μετά το φιλτράρισμα πολτού και το φιλτράρισμα το

μείγμα μεταφέρεται σε μία δεξαμενή. Τα άχρηστα και περιττά συστατικά, που απομακρύνονται από την διαδικασία του φιλτραρίσματος μεταφέρονται στα τοπικά αγροκτήματα για την εκτροφή ζώων.

Πίνακας 3.13. Δεδομένα για το φιλτράρισμα πολτού (Klöverpis et. al, 2009).

	Υλικό	Μονάδα μέτρησης	Συμβατική παραγωγή μπίρας
Εισροή	Πολτός	ton	35
	Νερό	m ³	22,5
Εκροή	Ζύθος προ βρασμού	ton	49,5
	Περιττά συστατικά	ton	8

– *Βρασμός*

Μετά την διαδικασία του φιλτραρίσματος, ο ζύθος προ βρασμού βράζεται και κατά την διαδικασία του βρασμού προστίθεται ο λυκίσκος, ο οποίος δημιουργεί μία πίκρα στη γεύση της μπίρας. Ο βρασμός διαρκεί περίπου μία ώρα και βραστήρας θερμαίνεται με ατμό.

Πίνακας 3.14. Δεδομένα για την διαδικασία βρασμού (Klöverpis et. al, 2009).

	Υλικό	Μονάδα μέτρησης	Συμβατική παραγωγή μπίρας
Εισροή	Ζύθος προ βρασμού	ton	49,5
	Θέρμανση	GJ	-
Εκροή	Λυκίσκος	kg	3,7
	Ζύθος μετά βρασμού	ton	47,08

– *Μεταφορά*

Βύνη: Η βύνη μεταφέρεται με φορτηγά και αποθηκεύεται σε σιλό. Η μεταφορά της βύνης γίνεται για 60 km. Η μεταφορά του κριθαριού από τα αγροκτήματα στις εγκαταστάσεις βυνοποίησης είναι άγνωστη και θα αγνοηθεί στη συγκεκριμένη μελέτη.

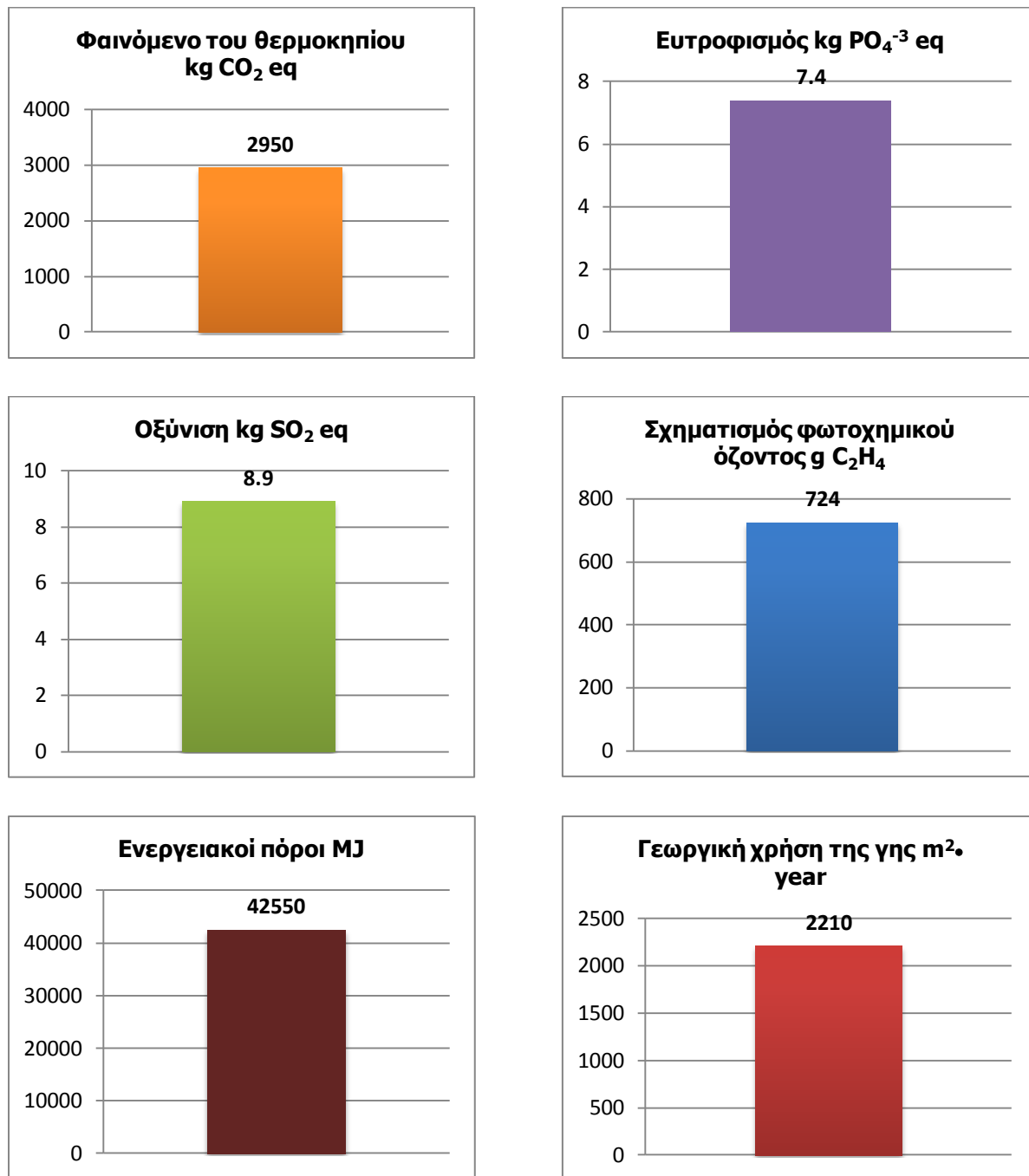
Κριθάρι: Η συνολική μεταφορά του κριθαριού από το αγρόκτημα μέχρι τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας του είναι 80 km.

Ένζυμα: Χρησιμοποιούνται και τεχνητά ένζυμα, τα οποία αγοράζονται και μεταφέρονται από την εταιρία πώλησης των ενζύμων μέχρι τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας και καλύπτεται απόσταση 200 km.

Λαμβάνεται ως παραδοχή ότι τα φορτηγά μεταφοράς έχουν βάρος μεγαλύτερο των 32 ton (KlØverpis et. al, 2009).

3.4.4 Ανάλυση επιπτώσεων

Η ανάλυση επιπτώσεων και τα αποτελέσματα της φαίνονται στο διάγραμμα 3.8.



Διάγραμμα 3.8. Αποτελέσματα ανάλυσης επιπτώσεων (Κιζ̄verpis et. al, 2009).

3.4.5 *Ερμηνεία αποτελεσμάτων*

Παρατηρείται από το διάγραμμα 3.8 ότι οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την γραμμή παραγωγής της ξανθιάς μπίρας είναι σχετικά υψηλές. Συγκεκριμένα η επίπτωση στο φαινόμενο του θερμοκηπίου υπολογίζεται στα 2950 kg CO₂eq, στον ευτροφισμό υπολογίζεται στα 7.4 kg PO₄⁻³ eq, στο φαινόμενο της οξύνισης στα 8.9 kg SO₂ eq, στο φαινόμενο του σχηματισμού του φωτοχημικού όζοντος στα 724 g C₂H₄, στον περιορισμό των ενεργειακών πόρων κατά 42550 MJ, ενώ τέλος στον περιορισμό της γεωργικής χρήσης της γης κατά 2210 m²•year.

Να σημειωθεί εδώ ότι η ανάλυση των βελτιώσεων θα αναπτυχθεί εκτενώς στο κεφάλαιο 4, στο οποίο όχι μόνο θα γίνουν προτάσεις, που είναι ικανές να βελτιώσουν την παραγωγική διαδικασία, αλλά θα γίνει και εφαρμογή των προτάσεων αυτών. Έτσι θα υπάρχει η δυνατότητα εξακρίβωσης το αν οι προτάσεις αυτές βελτίωσαν την περιβαλλοντική απόδοση της γραμμής παραγωγής, αλλά και κατά πόσο την βελτίωσαν.

3.5 Ανάλυση Κύκλου Ζωής της παραγωγής μη επιστρεφόμενων γυάλινων μπουκαλιών μπίρας

3.5.1 Εισαγωγή

Τα γυάλινα μπουκάλια μπίρας είναι η πιο συμβατική και συνηθισμένη μέθοδος συσκευασίας και εμφιάλωσης της μπίρας. Η μπίρα, όταν εμφιαλώνεται σε γυάλινα μπουκάλια αποκτά το πλεονέκτημα της αποφυγής της μεταλλικής γεύσης, η οποία υφίσταται όταν η μπίρα συσκευάζεται σε αλουμινένια κουτάκια. Τα γυάλινα μπουκάλια κατασκευάζονται κυρίως από άμμο με ασβεστόλιθο, ποτάσα και άλλα μεταλλικά προσθετικά και τέλος προστίθεται πάνω σε αυτά η ετικέτα του brand της μπίρας, που φιλοξενούν. Τα καπάκια των μπουκαλιών είναι μεταλλικά. Επίσης τα γυάλινα μπουκάλια δεν εμπεριέχουν τοξικά υλικά και συχνά κατασκευάζονται στο χρώμα του καφέ. Το καφέ γυαλί είναι το αυτό, που έχει επικρατήσει τα περισσότερα χρόνια και μπορεί να ανακυκλωθεί σε άλλα ανευλαβή προϊόντα καφέ χρώματος. Τα καφέ μπουκάλια μπορούν να ανακυκλωθούν επ' αόριστο και εξοικονομείται σημαντικό ποσό ενέργειας, δεδομένου ότι η εξαρχής κατασκευή ενός γυάλινο μπουκαλιού απαιτεί πολύ μεγαλύτερο ποσό ενέργειας (Castelaz et. al, 2006).

3.5.2 Καθορισμός σκοπού και αντικειμένου μελέτης

– Σκοπός και αντικείμενο της μελέτης

Ο σκοπός της μελέτης είναι να αξιολογήσει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις του κύκλου ζωής της παραγωγής των μη-επιστρεφόμενων γυάλινων μπουκαλιών μπίρας. Η μελέτη του κύκλου ζωής περιλαμβάνει την κατασκευή του μπουκαλιού, την διαχείριση των απόνερων και τη μεταφορά.

– Λειτουργική μονάδα

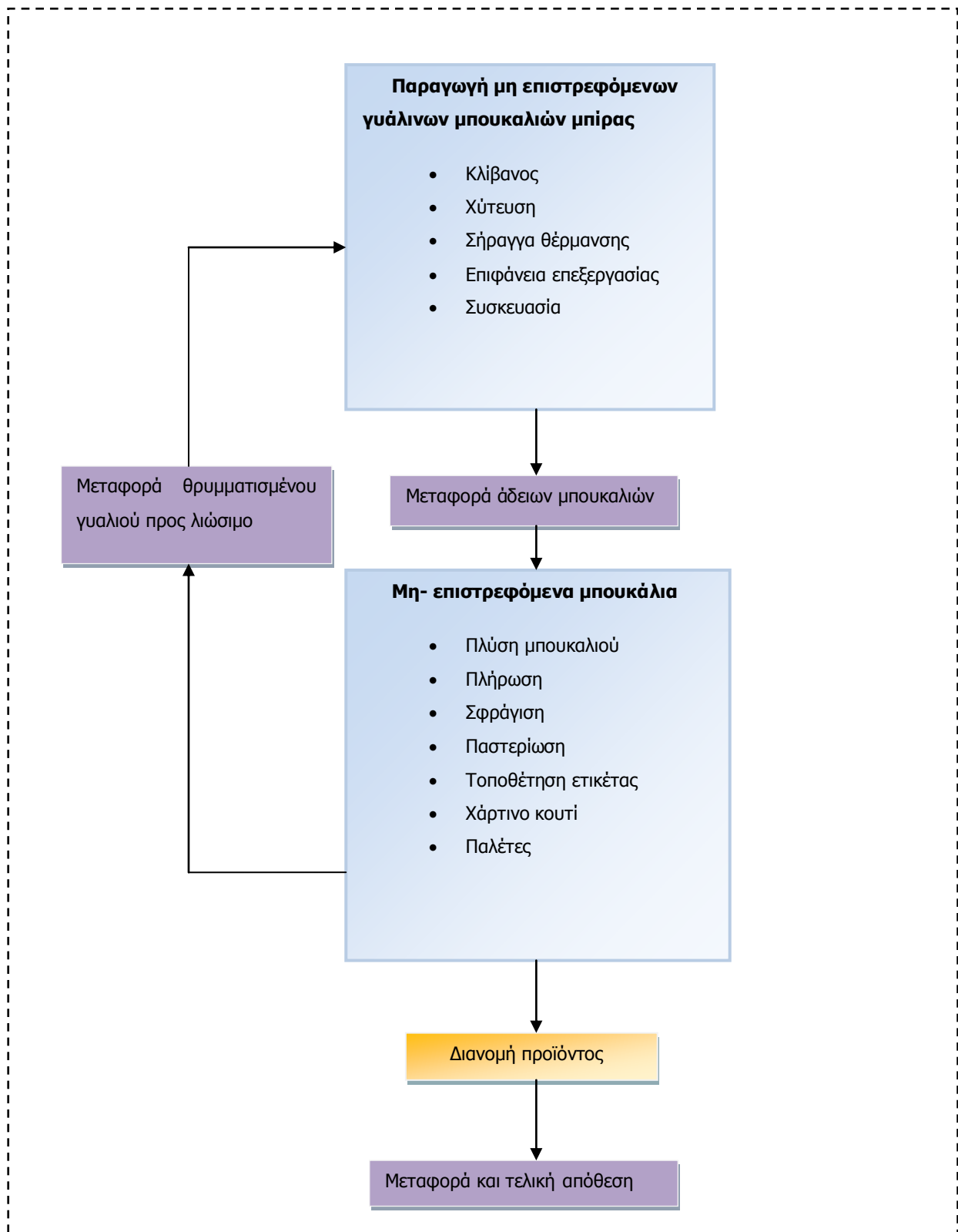
Η λειτουργική μονάδα είναι η παράδοση 330 λίτρα μπίρας, η οποία εμπεριέχεται σε μπουκάλια 0,33 λίτρων στον καταναλωτή. Αυτό μεταφράζεται σε 1000 μπουκάλια. Άρα η λειτουργική μονάδα είναι 1000 μπουκάλια.

– Τα όρια του συστήματος

Το διάγραμμα 3.9 δείχνει τα όρια του συστήματος, το διάγραμμα ροής της παραγωγής των μπουκαλιών και τα διαφορετικά στάδια, που περιλαμβάνει η παραγωγή, όπως η διαχείριση των απόνερων, το γέμισμα και η κατασκευή. Τα όρια του συστήματος περιλαμβάνουν τις πρώτες ύλες, κατασκευή των γυάλινων μπουκαλιών, καθαρισμός, πλήρωση, σφράγιση, παστερίωση, μεταφορά των άδειων μπουκαλιών στο εργοστάσιο παραγωγής μπίρας, και τη διανομή των μπουκαλιών εμπεριεχομένης της μπίρας στο καταναλωτή.

– Χρονικά όρια

Η επιλεγμένη χρονική περίοδος, που πραγματοποιήθηκε η μελέτη ήταν οι δώδεκα μήνες παρακολούθησης της γραμμής παραγωγής μπουκαλιών (Costa and Mata, 2001).

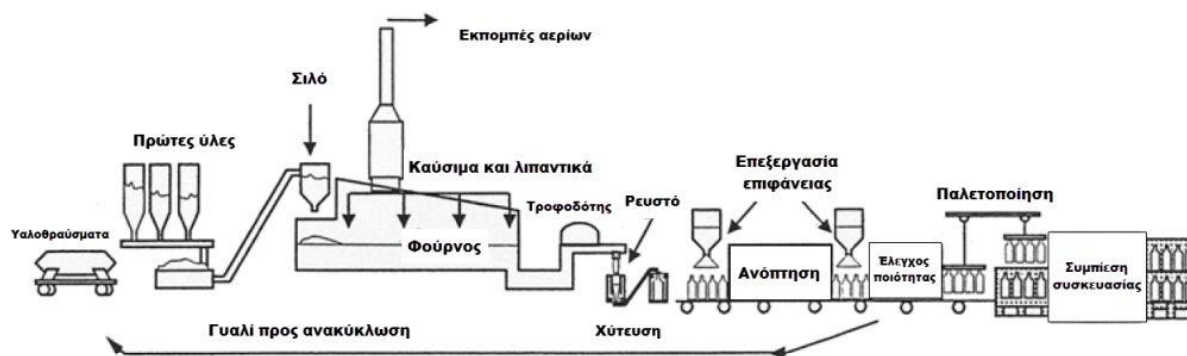


----- Όρια συστήματος

Διάγραμμα 3.9. Όρια συστήματος και διάγραμμα ροής της παραγωγής μη επιστρεφόμενων γυάλινων μπουκαλιών (Costa and Mata, 2001).

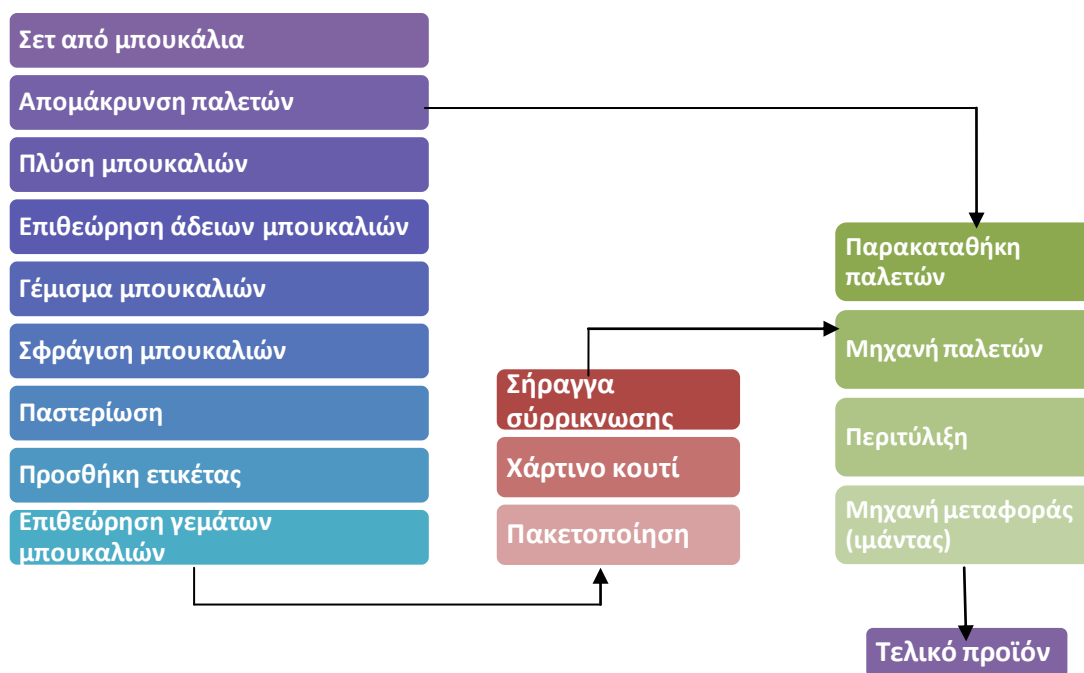
3.5.3 Απογραφική Ανάλυση

Θα πρέπει να αναφερθεί ότι οι ροές υλικών και ενέργειας προκύπτουν από την απόκτηση πρώτων υλών μέσα από τις διαδικασίες μεταφοράς και απόθεσης. Η διαδικασία κατασκευής, οι κύριες εισροές και εκροές παρουσιάζονται στο διάγραμμα 3.10. Επίσης στο διάγραμμα 3.11 φαίνεται η διαδικασία πλήρωσης των μπουκαλιών μέσα από ένα διάγραμμα ροής.

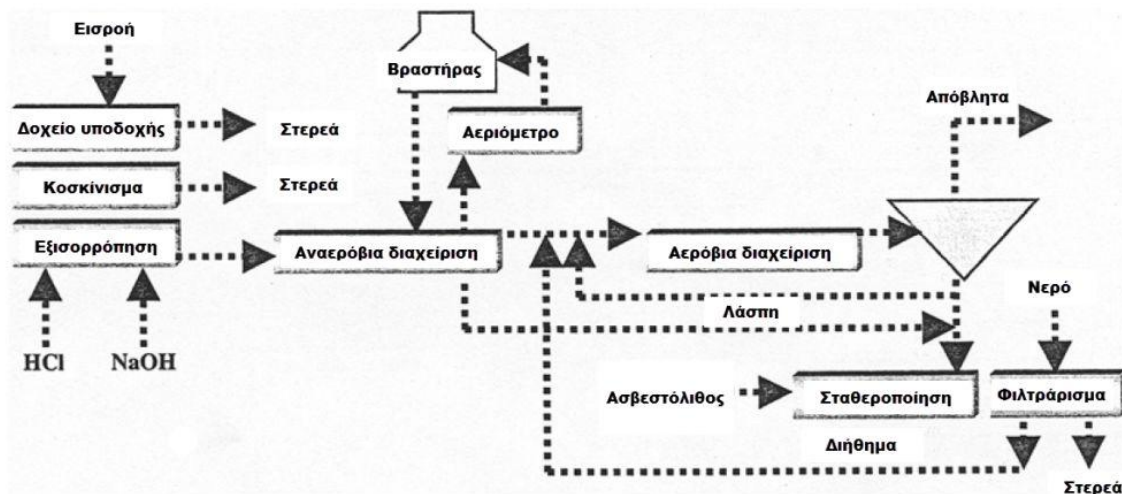


Διάγραμμα 3.10. Κατασκευή γυάλινου μπουκαλιού μπίρας και οι σχετικές εισροές και εκροές (Costa and Mata, 2001).

Ακόμα θα πρέπει να αναφερθεί ότι τα απόνερα/λύματα, που προέρχονται από την ζυθοποιία έχουν μεγάλη περιεκτικότητα σε οργανικά συστατικά. Η διαχείριση των απόνερων γίνεται με διαδικασίες βιολογικές είτε αναερόβιες, είτε αερόβιες. Οι βιολογικές διαδικασίες μετατρέπουν τα οργανικά συστατικά σε CH_4 και CO_2 . Στην αερόβια διαχείριση τα οργανικά αυτά συστατικά μετατρέπονται σε CO_2 και σε λάσπη. Η μετατροπή γίνεται σε ένα αντιδραστήρα με διάχυση αέρα. Στη λάσπη, που δημιουργείται από την διαχείριση των απόνερων, γίνεται απομάκρυνση του νερού, που εμπεριέχεται, με τη βοήθεια ενός φίλτρου. Η λάσπη αυτή μετέπειτα μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην γεωργία. Η όλη διαδικασία παρουσιάζεται στο διάγραμμα 3.12.



Διάγραμμα 3.11. Σχηματική παρουσίαση βιομηχανικής γραμμής πλήρωσης μη-επιστρεφόμενων μπουκαλιών μπίρας (Costa and Mata, 2001)



Διάγραμμα 3.12. Διάγραμμα ροής διαχείρισης απόνερων/λυμάτων στην ζυθοποιία (Costa and Mata, 2001).

Αναλυτικά η κατηγορία των πρώτων υλών περιλαμβάνει την κίτρινη άμμο, ανθρακικό νάτριο, ασβεστόπετρα, δολομίτης, θειικό νάτριο, άνθρακα, οξείδιο του σιδήρου, υαλοθραύσματα, τα οποία χρησιμοποιούνται στην παραγωγή γυάλινων μπουκαλιών.

Στην κατηγορία των βοηθητικών υλικών, ανήκουν τα βοηθητικά υλικά συσκευασίας, όπως κόλλα, ετικέτες, πώματα, χαρτόνι, χάρτινα κουτιά, κιβώτια, παλέτες, πλαστικά κ.λπ. Επίσης ανήκουν τα λάδια, που αφορούν την λίπανση του εξοπλισμού κατασκευής φιαλών, τα οξειδία του κασσίτερου, τα οποία συμμετέχουν στην θερμή διαχείριση, το διαλυτό πολυαιθυλένιο για την ψυχρή διαχείριση των μπουκαλιών κατά την κατασκευή τους, τα χημικά, που αφορούν τον καθαρισμό των μπουκαλιών, ο εξοπλισμός ζυθοποιίας, τα καθαριστικά, που αφορούν τον καθορισμό του πατώματος, τα σαπούνια, που αφορούν και αυτά την λίπανση του εξοπλισμού, λιπαντικά για τα φορτηγά μεταφοράς, τα περονοφόρα οχήματα, τα χημικά, που χρησιμοποιούνται κατά την διαχείριση των απόνερων της ζυθοποιίας.

Έχει θεωρηθεί ως δεδομένο ότι όλες οι πιθανές περιβαλλοντικές επιπτώσεις έχουν την ίδια βαρύτητα και το ίδιο παράγοντα στάθμισης. Όμως ο καθορισμός περιβαλλοντικών προτεραιοτήτων με βάση τις κοινωνικές επιπτώσεις και τις κοινωνικές προτιμήσεις στην συγκεκριμένη μελέτη αποτελεί σημαντικό σημείο.

– *Μέθοδος υπολογισμού*

Μετά την συλλογή των δεδομένων, χρειάζονται και να αναπτυχθούν μέθοδοι υπολογισμού για να προκύψουν τα αποτελέσματα για την απογραφική ανάλυση για την κάθε μονάδα ξεχωριστά και σύμφωνα με τη λειτουργική μονάδα. Για να επιτευχθεί αυτός ο στόχος θα πρέπει να υπάρξει μία κανονικοποίηση του συστήματος και της κάθε μονάδας ξεχωριστά σύμφωνα πάντα με τη λειτουργική μονάδα.

Ο πίνακας 3.15 και 3.16 δείχνει τις εκπομπές αέριων ρύπων και τα λύματα, τα οποία προκύπτουν, από την κατασκευή μπουκαλιών, από τη ζυθοποιία και την διαχείριση των απόνερων. Στους πίνακες παρουσιάζονται αρχικά τα αποτελέσματα για ένα κύκλο της γραμμής παραγωγής και μετά για n κύκλους της γραμμής παραγωγής (Costa and Mata, 2001).

Πίνακας 3.15. Εκπομπές αερίων από την κατασκευή μπουκαλιών, ζυθοποιία, και διαχείριση
απόβρωτων/λυμάτων (Costa and Mata, 2001).

Εκπομπές ρύπων	Κατασκευή μπουκαλιών (μη-επιστρεφόμενων) (kg/330 litres)	Ζυθοποιία (μη-επιστρεφόμενων μπουκαλιών) (kg/330 litres)	Διαχείριση απόβρωτων (μη-επιστρεφόμενων μπουκαλιών) (kg/330 litres)
1^{ος} Κύκλος			
CO ₂	20,663	5,9164	1,3080
Σκόνη	0,4005	0,0015	
CO	0,0112	0,0004	
SO ₂	0,6112	0,0454	0,0147
NO ₃	0,2808	0,0120	
NO ₂		0,0010	
N ₂ O	0,0102		
HCl	0,0084		
HF	0,0007		
Pb	0,0037		
Cd	0,0001		
Zn	0,0007		
VOC	0,0038		
Υδρογονάνθρακες		0,0006	
CFC		0,0001	
CH ₄			0,0035
Κύκλος ν			
CO ₂	20,6663	5,9164	1,3080
Σκόνη	0,4005	0,0015	

Εκπομπές ρύπων	Κατασκευή μπουκαλιών (μη-επιστρεφόμενων) (kg/330 litres)	Ζυθοποιία (μη-επιστρεφόμενων μπουκαλιών) (kg/330 litres)	Διαχείριση απόβρωτων (μη-επιστρεφόμενων μπουκαλιών) (kg/330 litres)
Κύκλος ν			
CO	0,0112	0,0004	
SO₂	0,6112	0,0454	0,0147
NO₃	0,2808	0,0120	
NO₂		0,0010	
N₂O	0,0102		
HCl	0,0084		
HF	0,0007		
Pb	0,0037		
Cd	0,0001		
Zn	0,0007		
VOC	0,0038		
Υδρογονάνθρακες		0,0006	
CFC		0,0001	
CH₄			0,0035

Πίνακας 3.16. Τα απόνερα που προέρχονται από την κατασκευή των μπουκαλιών και τη ζυθοποιία (Costa and Mata, 2001).

Εκπομπές ρύπων	Κατασκευή μπουκαλιών (μη-επιστρεφόμενων) (kg/330 litres)	Ζυθοποιία (μη-επιστρεφόμενων μπουκαλιών) (kg/330 litres)
1^{ος} Κύκλος		
TSS	222,26	0,07
BOD	0,11	3,57
COD	0,83	7,51
Λίποι	4,11	
N		0,65
P	0,0102	0,32
Πτητικά λιπαρά οξέα	0,0084	4,83
Κύκλος ν		
TSS	222,26	0,07
BOD	0,11	3,57
COD	0,83	7,51
Λίποι	4,11	
N		0,65
P	0,0102	0,32
Πτητικά λιπαρά οξέα	0,0084	4,83

3.5.4 Ανάλυση επιπτώσεων

Η επιλογή των κατηγοριών επιπτώσεων, των δεικτών και των μοντέλων βασίστηκε στις οδηγίες και στις απαιτήσεις, που υποδεικνύει το ISO 14042. Μέσα από τις κατηγορίες επιπτώσεων, τα μοντέλα και τους δείκτες, μπορούν να εντοπισθούν τα περιβαλλοντικά θέματα, τα οποία σχετίζονται με το υπό μελέτη παραγωγικό σύστημα, λαμβάνοντας πάντα υπόψη ποιος είναι ο σκοπός και το αντικείμενο μελέτης.

Ο σκοπός της μελέτης αυτής είναι να περιοριστεί στις οικολογικές και οικο-τοξικές επιπτώσεις των ρύπων. Αυτό σημαίνει ότι κατηγορίες όπως για παράδειγμα η κατανάλωση των φυσικών πόρων, οι επιπτώσεις της χρήσης της γης και η ηχητική ρύπανση από ανεπιθύμητους θορύβους δεν θα συμπεριληφθούν. Οι κατηγορίες, που έχουν επιλεγεί για την συγκεκριμένη μελέτη έχουν ένα ευρύτερο παγκόσμιο πεδίο.

Αναλυτικότερα οι κατηγορίες αφορούν την οικολογική ισορροπία και την ανθρώπινη υγεία:

- Ανθρώπινη τοξικότητα
- Φαινόμενο του θερμοκηπίου
- Καταστροφή του όζοντος
- Οξύνιση
- Ευτροφισμός
- Δημιουργία φωτοχημικού όζοντος
- Τελικά στερεά απόβλητα

Η οικολογική ισορροπία και η ανθρώπινη υγεία μετριέται, σύμφωνα με τον Habersatter, με τον κρίσιμο όγκο αέρα και με τον κρίσιμο όγκο νερού (V_a , V_w). Εκείνος πρότεινε την μέθοδο του κρίσιμου όγκου. Σε αυτή την μέθοδο οι τιμές του νερού και των αέριων ρύπων θα διαιρεθούν, διασπαστούν από τις κρίσιμες συγκεντρώσεις στον αέρα και στον νερό. Για τις εκπομπές αέριων ρύπων ο Habersatter χρησιμοποιεί τιμές από το "Maximale Immissionkonzentration" (MIK) σαν κρίσιμες συγκεντρώσεις. Ένας άλλος τρόπος είναι οι τιμές αυτές να ληφθούν από το "Maximale Arbeitsplatzkonzentration" (MAK). Για τους ρύπους που αφορούν το νερό, όπως λύματα και απόνερα ο Habersatter χρησιμοποιεί τυποποιημένες τιμές από τις ελβετικές οδηγίες για λύματα.

Ο κρίσιμος όγκος αέρα, $V_{a,i}$ ($m^3/330$ λίτρα μπίρας), είναι ο όγκος αέρα, που απαιτείται για να διαλυθεί ρύπος ουσίας i μέχρι τα όρια του συστήματος. Υπολογίζεται με τη διαίρεση της τιμής του ρύπου ουσίας, που εμπεριέχεται στον αέρα, $e_{a,i}$ ($kg /330$ λίτρα μπίρας), με την κρίσιμη συγκέντρωση της ουσίας στον αέρα, $c_{a,i}$ (mg/m^3), όπως φαίνεται παρακάτω:

$$V_{a,i} = 10^6 (e_{a,i}/c_{a,i})$$

Ο συνολικός κρίσιμος όγκος αέρα, V_a ($m^3/λίτρα$ μπίρας), προκύπτει προσθέτοντας όλους τους κρίσιμος όγκους από όλους τους ρύπους, που προκύπτουν από το υπό μελέτη σύστημα:

$$V_a = \sum_i V_{a,i} = \sum_i 10^6 \frac{e_{a,i}}{c_{a,i}}$$

Η ίδια διαδικασία ακολουθείται για να υπολογιστεί ο κρίσιμος όγκος νερού V_w ($dm^3/330$ λίτρα μπίρας).

$$V_w = \sum_i V_{w,i} = \sum_i 10^6 \frac{e_{w,i}}{c_{w,i}}$$

Όπου $c_{w,i}$ (mg/dm^3) είναι η κρίσιμη συγκέντρωση της ουσίας i στο νερό και $c_{w,i}$ ($kg/ 330$ λίτρα μπίρας) είναι ο ρύπος της ουσίας i στο νερό.

Ανθρώπινη τοξικότητα (ΗΤ). Ως επέκταση του κρίσιμου όγκου, ο Heijungs et al. (1992) έχει προτείνει μία μεθοδολογία, η οποία περιλαμβάνει μία γενική ανάλυση. Η συνεισφορά στην ανθρώπινη τοξικότητα υπολογίζεται ξεχωριστά από του ρύπους του αέρα, του νερού και της γης. Έπειτα μπορούν να προστεθούν. Στους υπολογισμούς γίνεται η υπόθεση ότι ένας ρύπος εξαφανίζεται έξω από τα όρια τους συστήματος. Η έκθεση του ανθρώπου αξιολογείται με την μέτρηση του πόσο ένας άνθρωπος εισπνέει αέριους ρύπους και πίνει νερό εμποτισμένο με ρύπους. Οι ρύποι, που αφορούν την γη είναι ένα πολύπλοκο σύστημα.

Η ανθρώπινη τοξικότητα υπολογίζεται με τον παρακάτω τύπο:

$$C_j = HCA_j E_{ja} + HCW_j E_{jw} + HCS_j E_{js}$$

Όπου E είναι οι ρύποι σε Kg και HCA (Kg βάρους σώματος/ kg ουσίας), HCW (Kg βάρους σώματος/ kg ουσίας) και HCS (Kg βάρους σώματος/ kg ουσίας) και αποτελούν τους σταθμικούς παράγοντες για τους ρύπους, που αφορούν τον αέρα, το νερό και τη γη.

Φαινόμενο του θερμοκηπίου (GW). Η πιθανή εμφάνιση του φαινομένου του θερμοκηπίου (GWP) είναι ένα μέτρο μια πιθανής συνεισφοράς διαφορετικών αερίων στην παγκόσμια υπερθέρμανση του πλανήτη. Αντανακλά τη πιθανότητα να απορροφά την υπέρυθρη ακτινοβολία μια μονάδα μάζας ενός ρύπου συγκρινόμενη με μία μονάδα μάζας διοξειδίου του άνθρακα (CO₂), το οποίο χρησιμοποιείται ως ρύπος αναφοράς,

Το φαινόμενο του θερμοκηπίου υπολογίζεται από τον παρακάτω τύπο:

Συνεισφορά στο φαινόμενο του θερμοκηπίου = $\sum_i GWP_i \times E_i$ [Kg CO₂
ισοδύναμα/λειτουργική μονάδα]

Όπου E_i είναι η μάζα της ουσίας i, που εκπέμπεται στον αέρα και GWP_i είναι η πιθανή εμφάνιση του φαινομένου του θερμοκηπίου, λόγω της ουσίας i.

Καταστροφή του όζοντος (OD). Για τους αέριους ρύπους, που προκαλούν την καταστροφή του στρώματος του όζοντος συγκαταλέγονται στην έννοια της πιθανής εμφάνισης της καταστροφής του όζοντος (ODP). Οι ρύποι αυτοί μετριοούνται με ισοδύναμα CFC-11 και μπορούν να μετατραπούν σε ρύπους που μετριοούνται σε kg.

Η συνεισφορά του στην καταστροφή του όζοντος υπολογίζεται με τον παρακάτω τύπο:

Συνεισφορά στην καταστροφή του όζοντος = $\sum_i ODP_i \times E_i$ [kg
CFC-11 ισοδύναμα/λειτουργική μονάδα]

Όπου ODP_i είναι η πιθανότητα εμφάνισης της καταστροφής του όζοντος, εξαιτίας της ουσίας i, που λειτουργεί σαν ρύπος.

Οξύνιση (Ac). Η οξύνιση μετρά φαινόμενα όπως είναι η όξινη μορφή, η οποία προκαλεί αέριους ρύπους. Υπολογίζεται με βάση τα υδρογόνα ιόντα, τα οποία παράγονται ανά mole σουλφουριδικού οξέος (SO₂). Η συνεισφορά των διαφορετικών

ρύπων στην οξύνιση καθορίζεται από την πιθανή οξύνιση (AP). Η οξύνιση υπολογίζεται με τα ισοδύναμα του SO₂.

Η συνεισφορά στην οξύνιση υπολογίζεται από τον τύπο:

Συνεισφορά στην οξύνιση = $\sum_i AP_i \times E_i$ $\sum_i AP_i \times E_i$ [kg SO₂ ισοδύναμα/λειτουργική μονάδα]

Όπου AP_i είναι η πιθανότητα να εμφανιστεί το φαινόμενο της οξύνισης από την ουσία/ρύπο i, που εκπέμπεται στον αέρα.

Ευτροφισμός (Eu). Ο ευτροφισμός είναι ένα μέτρο για την αύξηση της βιομάζας μέσω της πρόσθεσης συστατικών στο νερό και στη γη. Μετρείται με ισοδύναμα φωσφόρου, όπως PO₄⁻³. Όμως γίνεται διαχωρισμός μεταξύ των γήινων και υδάτινων συστημάτων και τα δύο συστήματα βασίζονται σε διαφορετικά επίπεδα συγκέντρωσης. Η πιθανότητα εμφάνισης του ευτροφισμού (EP), προκύπτει από όλες τις ουσίες, που προκαλούν τον ευτροφισμό. Η συνεισφορά του ευτροφισμού υπολογίζεται από τον παρακάτω τύπο:

Συνεισφορά στον ευτροφισμό = $\sum_i EP_i \times E_i$ $\sum_i EP_i \times E_i$ [kg PO₄⁻³ ισοδύναμα/λειτουργική μονάδα]

Όπου EP_i είναι η πιθανότητα εμφάνισης του ευτροφισμού από μία ουσία i που εισέρχεται στο νερό ως ρύπος.

Δημιουργία φωτοχημικού όζοντος (POC). Η φωτοχημική ομίχλη είναι ένα μέτρο για τις πτητικές οργανικές ουσίες, που απελευθερώνονται στον αέρα. Εξαρτάται από την περιοχή, από το πόσο βλέπει ο ήλιος μια περιοχή και από τις συγκεντρώσεις ρύπων στην περιοχή. Η συνεισφορά διαφορετικών αέριων ρύπων στην δημιουργία φωτοχημικού όζοντος καθορίζεται από τις πιθανότητες εμφάνισης φωτοχημικού όζοντος (POCP), οι οποίες αντικατοπτρίζουν την ικανότητα να παράγονται φωτοχημικά οξειδωτικά. Οι τιμές των ρύπων αυτών μετριοούνται με ισοδύναμα C₂H₄. Η δημιουργία του φωτοχημικού όζοντος υπολογίζεται από τον τύπο:

Σχηματισμός φωτοχημικού όζοντος = $\sum_i POCP_i \times E_i$ $\sum_i POCP_i \times E_i$ [kg C₂H₄ ισοδύναμα/λειτουργική μονάδα]

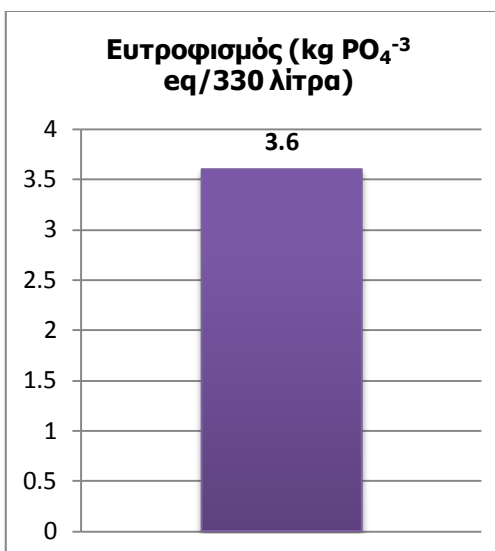
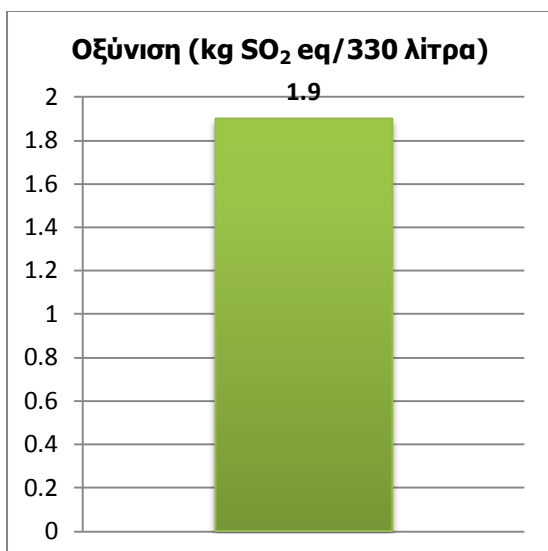
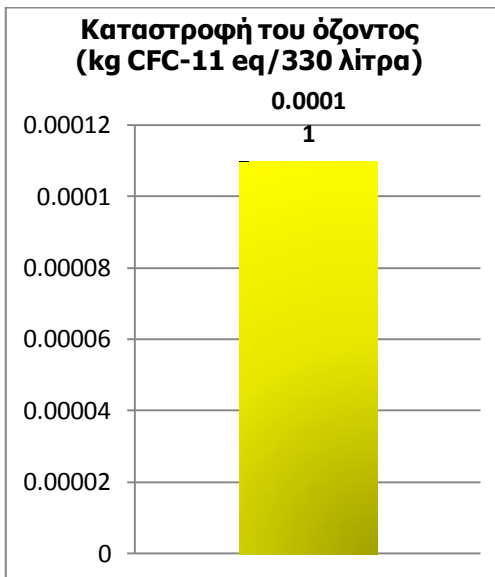
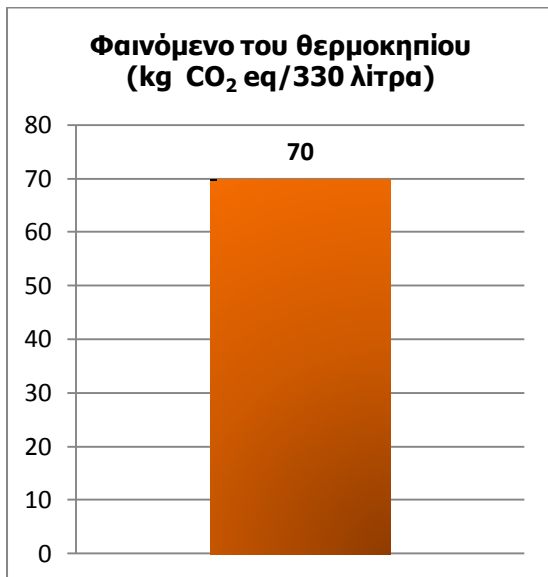
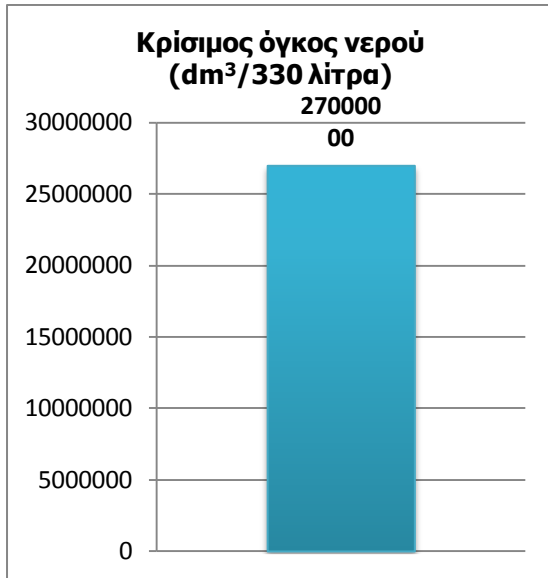
Όπου $POCP_i$ είναι η πιθανότητα να δημιουργηθεί φωτοχημικό όζον από την ουσία i , που εκπέμπεται στον αέρα.

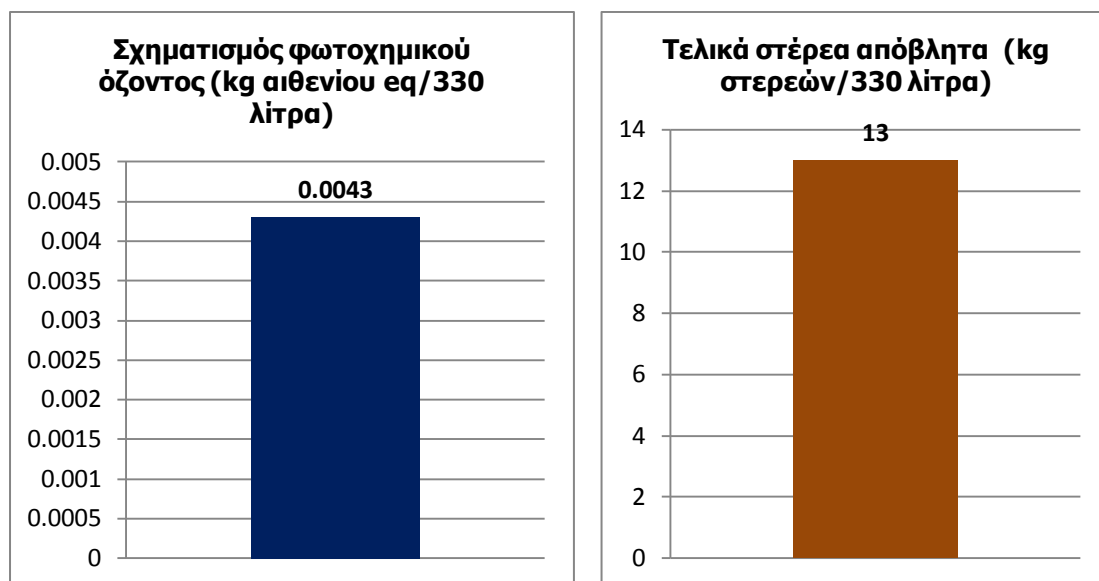
Τελικά στερεά απόβλητα (FSW). Τα τελικά στερεά απόβλητα, M_{sw} , είναι το σύνολο των στερεών αποβλήτων, που παράγονται από το σύστημα και μετρείται ως μάζα ανά λειτουργική μονάδα και υπολογίζεται:

$$M_{sw} = \sum_i M_{sw,i}$$

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης επιπτώσεων είναι τα ακόλουθα (Costa and Mata, 2001):







Διάγραμμα 3.13. Αποτελέσματα της ανάλυσης επιπτώσεων της κατασκευής μη-επιστρεφόμενων μπουκαλιών (Costa and Mata, 2001).

3.5.5 *Ερμηνεία αποτελεσμάτων*

Παρατηρείται από το διάγραμμα 3.13 ότι οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την γραμμή παραγωγής της γυάλινων μη επιστρεφόμενων φιαλών κυμαίνονται σε λογικά επίπεδα. Συγκεκριμένα η επίπτωση στο φαινόμενο του θερμοκηπίου υπολογίζεται στα 70 kg CO₂eq, στον ευτροφισμό υπολογίζεται στα 3.6 kg PO₄⁻³ eq, στο φαινόμενο της οξύνισης στα 1.9 kg SO₂ eq, στο φαινόμενο του σχηματισμού του φωτοχημικού όζοντος στα 4.3 g C₂H₄, η επίπτωση στην καταστροφή του όζοντος υπολογίζεται στα 0.00011 kg CFC-11 eq, η συνεισφορά στην ανθρώπινη τοξικότητα υπολογίζεται στα 3.7 kg βάρους σώματος, ενώ τέλος η παραγωγή τελικών στερεών αποβλήτων υπολογίζεται στα 13 kg.

Επίσης ο κρίσιμος όγκος αέρα, που απαιτείται για να διαλυθούν οι αέριοι ρύποι, που παράγονται από την γραμμή παραγωγής των γυάλινων μη-επιστρεφόμενων φιαλών υπολογίζεται στα 110.000.000 m³ αέρα, ενώ ο κρίσιμος όγκος νερού, που απαιτείται, ώστε να διαλυθούν τα λύματα, που παράγονται από την γραμμή παραγωγής υπολογίζεται στα 27.000.000 dm³ νερού.

Να σημειωθεί και εδώ ότι η ανάλυση των βελτιώσεων θα αναπτυχθεί εκτενώς στο κεφάλαιο 4, στο οποίο όχι μόνο θα γίνουν προτάσεις, που είναι ικανές να βελτιώσουν την παραγωγική διαδικασία, αλλά θα γίνει και εφαρμογή των προτάσεων αυτών.

Κεφάλαιο 4: Ανασχεδιασμός ανάλυσης κύκλου ζωής

4.1 Εισαγωγή

Σκοπός του κεφαλαίου αυτού είναι ανασχεδιασμός της ανάλυσης κύκλου ζωής της παραγωγής του προϊόντος ξανθιά μπίρα. Όπως αναφέρθηκε και στο κεφάλαιο τρία, λόγω της εξαιρετικής πολυπλοκότητας της παραγωγικής διαδικασίας της μπίρας, αλλά και για να υπάρξουν πιο σαφή και πλήρη αποτελέσματα, ώστε να προκύψουν τα σωστά συμπεράσματα, αποφασίστηκε η παραγωγική διαδικασία να χωριστεί σε τρεις επιμέρους παραγωγικές διαδικασίες:

- Την αγροτική παραγωγή των δημητριακών,
- Την βιομηχανική τους επεξεργασία στο εργοστάσιο, ώστε τα δημητριακά να μετατραπούν στη ξανθιά μπίρα
- Και την συσκευασία της μπίρας σε γυάλινα μπουκάλια

Για κάθε μία από αυτές τις επιμέρους διαδικασίες πραγματοποιήθηκαν τρεις διαφορετικές αναλύσεις κύκλου ζωής. Ο ανασχεδιασμός θα αφορά και τις τρεις αυτές αναλύσεις κύκλου ζωής, ξεχωριστά. Δηλαδή θα ανασχεδιαστούν και οι τρεις αναλύσεις κύκλου ζωής (LCA). Με την βοήθεια του κεφαλαίου τρία έχουν εντοπισθεί και αναγνωρισθεί ποια είναι τα σημεία στην κάθε ανάλυση κύκλου ζωής, που παρουσιάζουν τις σημαντικότερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις και σε αυτά θα εστιάσει ο ανασχεδιασμός.

Δυστυχώς θα πρέπει να αναφερθεί για ακόμα μία φορά ότι το σημαντικότερο πρόβλημα στην διεξαγωγή του ανασχεδιασμού της ανάλυσης κύκλου ζωής, όπως και στην διεξαγωγή της ανάλυσης κύκλου ζωής είναι η έλλειψη, των διαθέσιμων στο ευρύ κοινό, δεδομένων και η άντληση πληροφοριών από πολλούς και διαφορετικούς επιστημονικούς κλάδους. Παρά τις δυσκολίες έχει καταβληθεί μία σημαντική προσπάθεια, ώστε να υπάρξει ένας επιτυχημένος ανασχεδιασμός και των τριών επιμέρους αναλύσεων κύκλου ζωής και να υπάρξουν τα καλύτερα δυνατά αποτελέσματα προς συζήτηση και ανάλυση.

4.2 Σκοπός του ανασχεδιασμού

Ο σκοπός του ανασχεδιασμού είναι να επιτύχει σε τρία επίπεδα:

1. Μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων.
2. Βελτίωση της περιβαλλοντικής ποιότητας του προϊόντος.
3. Κερδοσκοπία (το επίπεδο αυτό θα αναλυθεί στο κεφάλαιο, που έπεται αμέσως μετά).

Όσον αφορά το δεύτερο επίπεδο θα πρέπει να αναλυθεί περαιτέρω ο όρος «ποιότητα». Ένας συχνά χρησιμοποιούμενος ορισμός της «ποιότητας» είναι: « Να κρατάς τον πελάτη ενθουσιασμένο ικανοποιώντας πλήρως τις ανάγκες του, αλλά και τις προσδοκίες του». Στα παραπάνω μπορεί να περιλαμβάνεται, η επίδοση, η εμφάνιση, η διαθεσιμότητα, η παράδοση, η αξιοπιστία και η συντήρηση. Είναι, επομένως επιτακτική ανάγκη κάθε οργανισμός και επιχείρηση να γνωρίζει τις ανάγκες, αλλά και τις προσδοκίες του καταναλωτή. Επιπλέον, αφού μία επιχείρηση ή ένας οργανισμός εντοπίσει τις ανάγκες και τις προσδοκίες του καταναλωτή, θα πρέπει έπειτα να μπορεί να τις κατανοήσει και να τις μετρήσει, ώστε να τις ικανοποιήσει. Η ποιότητα ξεκινά με την έρευνα της αγοράς, έτσι ώστε να καθορίσει τις πραγματικές απαιτήσεις για το προϊόν ή την υπηρεσία και επίσης ξεκινά με τις πραγματικές ανάγκες του κοινού. Ωστόσο για να είναι ένας οργανισμός αποδοτικός και αποτελεσματικός, η ποιότητα θα πρέπει να οικοδομείται σε όλες τις λειτουργίες του και από όλο το προσωπικό του και να αποτελεί κοινή γλώσσα προς την συνεχή βελτίωση. Η συνεργασία όλων και σε όλα τα επίπεδα μπορεί να επιτύχει αυτό, που καλείται Ολική Ποιότητα (Hellsten and Klefsj , 2000) .

Στο κεφάλαιο αυτό θα αναπτυχθούν τα δύο πρώτα επίπεδα. Κατά την διεξαγωγή του ανασχεδιασμού με βάση τα δύο πρώτα επίπεδα δεν θα αγνοεί σε καμία περίπτωση και το τρίτο επίπεδο. Δηλαδή οι βελτιώσεις, που θα προταθούν για τα δύο πρώτα επίπεδα δεν θα μοιάζουν σε καμία περίπτωση να είναι οικονομικά ασύμφωρες, μέχρι και να επιβεβαιωθεί από το πέμπτο κεφάλαιο ότι οι προτάσεις αυτές δεν είναι οικονομικά ασύμφωρες, αλλά το ακριβώς αντίθετο. Επίσης οι προτάσεις βελτίωσης δεν θα αφορούν το κάθε επίπεδο ξεχωριστά, αλλά θα στοχεύουν στην ταυτόχρονη επίτευξη και των δύο επιπέδων, δηλαδή βελτίωση της περιβαλλοντικής ποιότητας, και μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων όσο το δυνατόν σε μεγαλύτερο βαθμό.

4.3 *Ανασχεδιασμός με βάση το ISO 9000 και ISO 14000*

Για να στεφθεί με επιτυχία ο σκοπός του ανασχεδιασμού ταυτόχρονα και στα δύο πρώτα επίπεδα θα πρέπει να εφαρμοστούν οι αρχές του ISO 9000 και ISO 14000, με τον τρόπο, που αναπτύχθηκαν στο κεφάλαιο 2. Σκοπός του κεφαλαίου αυτού είναι να δείξει πως μπορεί και το πόσο απαραίτητο είναι να υπάρξει συνεργασία αυτών των δύο προτύπων για να έχει μία επιχείρηση ένα ολοκληρωμένο σύστημα διαχείρισης.

Θα αναφερθούν στην παρακάτω παράγραφο τα σημαντικότερα σημεία του κεφαλαίου 2, καθώς το κεφάλαιο 2 αποτελεί το εφαλτήριο και την πηγή γνώσης, μέσα από την οποία θα προκύψουν οι προτάσεις ανασχεδιασμού των τριών διαφορετικών αναλύσεων ζωής. Για περισσότερες λεπτομέρειες, καλό θα είναι ο αναγνώστης να ανατρέξει στο κεφάλαιο 2.

4.3.1 *TQEM, ISO 9000, ISO 14000*

Όπως έχει αναφερθεί στο κεφάλαιο 2 οι επιχειρήσεις προσπαθούν να βελτιωθούν περιβαλλοντικά, γιατί διαπιστώνουν ότι μειώνοντας ή αποφεύγοντας εντελώς τα περιβαλλοντικά απόβλητα είναι οικονομικά πιο προσοδοφόρο, από το να ακολουθούν κάποιες απαρχαιωμένες τακτικές διαχείρισης αποβλήτων. Έτσι οι τακτικές αυτές έχουν αντικατασταθεί από το TQEM, το ISO 14000 και το ISO 9000. Τα πρότυπα αυτά δίνουν οικονομικό κίνητρο με μία προσέγγιση σε όλα τα επιχειρησιακά επίπεδα με στόχο την μείωση και την εξαφάνιση όλων των εκρμών αποβλήτων, κατά τον σχεδιασμό, την κατασκευή, χρήση, και την απόθεση υλικών και προϊόντων (Curkovic and Sroufe, 2006).

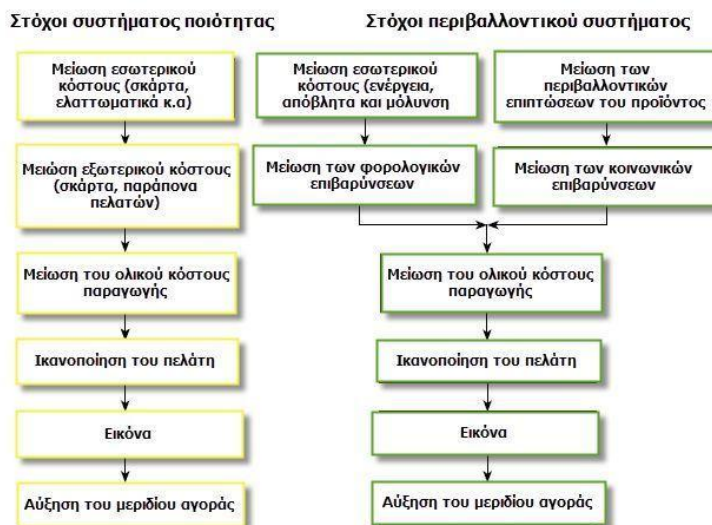
Όλες οι απαιτήσεις του ISO 9000 και του ISO 14000 υπαγορεύουν κοινές αξίες και έχουν κοινό παρονομαστή.

- Το να πραγματοποιείς επιχειρησιακές δραστηριότητες με τον σύνηθες τρόπο είναι απαραίτητο.
- Το να πραγματοποιείς επιχειρησιακές δραστηριότητες χωρίς ένα συστηματικό τρόπο διαχείρισης είναι οικονομικά ανόητο.
- Το να παρέχεις ποιότητα είναι το κλειδί.

- Το να το κάνεις σωστά με την πρώτη προσπάθεια είναι ουσιώδες.
- Το να υπάρχει συγκροτημένη σκέψη είναι σημαντικό.
- Το να εισακούγονται οι πελάτες και οι άλλοι stakeholders είναι απολύτως απαραίτητο.
- Το να σέβεται τη κοινωνία είναι υποχρεωτικό.

Οι στόχοι του TQEM είναι:

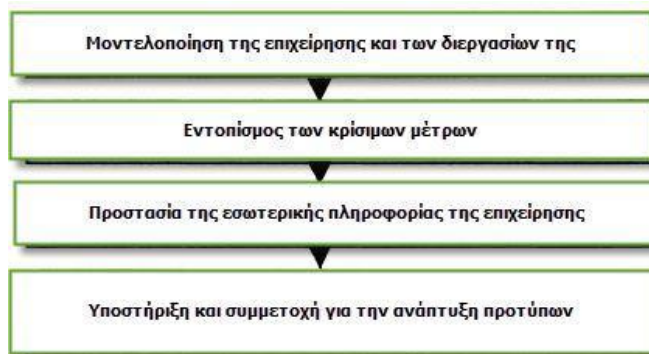
- Μείωση των σκάρτων και συνεχής βελτίωση,
- Μείωση του περιορισμού των πόρων,
- Μείωση ή εξάλειψη της περιβαλλοντικής ρύπανσης,
- Σχεδιασμός προϊόντων για ελάχιστη περιβαλλοντική επιβάρυνση κατά την διάρκεια της παραγωγής, της χρήσης και της απόθεσης,
- Προώθηση και ενδυνάμωση της περιβαλλοντικής συνείδησης των εργαζομένων,
- Προώθηση και ενδυνάμωση της περιβαλλοντικής συνείδησης στην κοινωνία.



Διάγραμμα 4.1. Παραλληλισμός μεταξύ συστήματος ποιότητας και περιβάλλοντος (Boccaletti, Borri, 1995).

Οι πρακτικές και τα διαχειριστικά μοντέλα TQM, TQEM και ISO 9000 εφαρμόζονται και στον περιβαλλοντικό τομέα. Και τα δύο συστήματα προτυποποίησης (ISO 14000, ISO 9000) στοχεύουν στην συστηματοποίηση των επιχειρηματικών και διοικητικών δραστηριοτήτων, με σκοπό να πετύχουν την βελτίωση των διεργασιών και των συστημάτων μιας επιχείρησης. Το ISO 14000 είναι ένα πακέτο απαιτήσεων, οι οποίες

μπορούν να στηρίξουν τα προγράμματα του ΤQEM, όπως και άλλα προγράμματα (Jayathirtha, 2001).



Διάγραμμα 4.2. Μερικά βήματα για εταιρίες, που επιθυμούν να εφαρμόσουν πρακτικές ΤQEM (Jayathirtha, 2001).

4.4 Διαστάσεις ποιότητας προϊόντος

Για τις προτάσεις ανασχεδιασμού των τριών αναλύσεων κύκλου ζωής υπάρχει ένας περιορισμός. Δεν θα πρέπει σε καμία περίπτωση οι προτάσεις αυτές να μεταβάλλουν τα χαρακτηριστικά ποιότητας του προϊόντος. Αν μεταβληθούν αυτά τα χαρακτηριστικά, τότε θα προκύψει ένα νέο προϊόν διαφορετικό από το προηγούμενο, που θα δίνει διαφορετική αξία στον πελάτη. Κάτι τέτοιο θα έκανε τα πράγματα μέσα σε μία επιχείρηση ή ένα οργανισμό αρκετά πολύπλοκα ή μπορεί να οδηγούσε, σε κάποιες περιπτώσεις σε μία οικονομική καταστροφή. Να αναφερθεί ότι μία μεταβολή στα χαρακτηριστικά του προϊόντος μπορεί να αλλάξει την αποστολή της επιχείρησης και ταυτόχρονα το ανταγωνιστικό πλεονέκτημα, που προσφέρει η επιχείρηση στους καταναλωτές. Γίνεται κατανοητό ότι οποιαδήποτε από αυτές τις δύο αλλαγές θα οδηγούσε σε θεμελιώδεις διαφοροποιήσεις μέσα σε μία επιχείρηση, που θα απαιτούσαν χρόνο και πόρους.

Ο καλύτερος τρόπος να αποφευχθούν αυτές οι διαφοροποιήσεις και να μην υπάρξει καμία μεταβολή στο προϊόν είναι οι προτάσεις ανασχεδιασμού να μην επηρεάσουν τις διαστάσεις ποιότητας του προϊόντος.

4.4.1 Ορισμός των διαστάσεων ποιότητας

Οι διαστάσεις ποιότητας μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε στρατηγικό επίπεδο, για να αναλυθούν τα ποιοτικά χαρακτηριστικά ενός προϊόντος ή μιας υπηρεσίας. Κάποιες από τις διαστάσεις αλληλοενισχύονται και αλληλοσυμπληρώνονται και κάποιες άλλες όχι. Η βελτίωση κάποιας διάστασης μπορεί να είναι εις βάρος κάποιας άλλης. Κατανοώντας πλήρως της ανάγκες και τις προσδοκίες των καταναλωτών, μέσα από της διαστάσεις ποιότητας χτίζεται το ανταγωνιστικό πλεονέκτημα. Οι διαστάσεις ποιότητας για ένα προϊόν είναι :

1. Λειτουργίες/απόδοση (Performance): Η απόδοση αναφέρεται σε πρωτογενή λειτουργικά χαρακτηριστικά του προϊόντος. Αυτή η διάσταση περιλαμβάνει μετρήσιμα χαρακτηριστικά. Πολλά προϊόντα μπορούν να κατηγοριοποιηθούν με αντικειμενικό τρόπο λαμβάνοντας υπόψη τις επιμέρους πτυχές της διάστασης απόδοσης
2. Χαρακτηριστικά (Features): Τα χαρακτηριστικά στην ουσία αποτελούν τις λεπτομέρειες ενός προϊόντος, που ενισχύουν την ελκυστικότητά του.
3. Αξιοπιστία (Reliability): Η αξιοπιστία είναι η πιθανότητα ένα προϊόν να μην αποτύχει μέσα σε μία συγκεκριμένη χρονική περίοδο. Αυτό είναι πολύ βασικό στοιχείο για ένα χρήστη, ο οποίος χρειάζεται ένα προϊόν για μία συγκεκριμένη χρονική περίοδο, χωρίς να αποτύχει.
4. Συμμόρφωση (Conformance): Η συμμόρφωση είναι η ακρίβεια, με την οποία ένα προϊόν πληροί κάποια προκαθορισμένα πρότυπα.
5. Αντοχή/ανθεκτικότητα (Durability): Η ανθεκτικότητα μετρά την διάρκεια ζωής ενός προϊόντος. Όταν το προϊόν μπορεί να επισκευαστεί, η εκτίμηση της ανθεκτικότητας μπορεί να γίνει πολύπλοκη. Το προϊόν χρησιμοποιείται έως ότου είναι οικονομικά ασύμφορο να λειτουργήσει. Αυτό συμβαίνει, όταν ο ρυθμός επισκευής και τα συναφή έξοδα αυξάνονται σημαντικά.
6. Ικανότητα επισκευής (Serviceability): Η δυνατότητα επισκευής είναι η ταχύτητα, με την οποία το προϊόν μπορεί να τεθεί πάλι σε λειτουργία όταν καταρρέει, καθώς και η ικανότητα και η συμπεριφορά του ατόμου, που αναλαμβάνει την συντήρηση.
7. Αισθητικά χαρακτηριστικά (Aesthetics): Η αισθητική είναι υποκειμενική διάσταση και δείχνει την απήχηση, που έχει ένα προϊόν στο χρήστη.

Αντιπροσωπεύει τις προσωπικές προτιμήσεις του ατόμου (Brucks et.al, 2000).

4.4.2 Διαστάσεις ποιότητας της ξανθιάς μπίρας

Ακολουθούν οι διαστάσεις ποιότητας της ξανθιάς μπίρας, τις οποίες οι προτάσεις ανασχεδιασμού δεν θα πρέπει να επηρεάσουν σε καμία περίπτωση:

1. Χαρακτηριστικά (Features):
 - Κύρια: Γευστική ικανοποίηση
 - Δευτερεύοντα: Ανακουφίζει από την ζέστη και τις υψηλές θερμοκρασίες (όταν διατηρείται παγωμένη), ευφορία, λόγω της περιεκτικότητας σε αλκοόλ.
2. Λειτουργίες/Απόδοση (Performance) :
 - Διάρκεια ζωής γυάλινης φιάλης: 150 χρόνια
 - Ασφαλές χρονικό διάστημα κατανάλωσης μπίρας: 1,5 χρόνια
3. Αξιοπιστία (Reliability):
 - Δεν υπάρχει δυνατότητα εγγύησης
 - Καλής φήμης εταιρία παραγωγής
4. Συμμόρφωση (Conformance):
 - ISO 15161: Συστήματα διαχείρισης και ασφάλειας τροφίμων και ποτών
5. Αντοχή (Durability):
 - Κατασκευή από γυαλί
 - Στιβαρή κατασκευή
 - Χρώμα: καφέ, πράσινο, μαύρο
6. Ικανότητα επισκευής (Serviceability):
 - Καμία
7. Αισθητικά χαρακτηριστικά (Aesthetics):
 - Κλασικός και διαχρονικός σχεδιασμός, τυποποιημένη γυάλινη φιάλη (<http://www.amstel.gr>).

4.5 Ανασχεδιασμός της ανάλυσης κύκλου ζωής της αγροτικής παραγωγής δημητριακών

Στην παράγραφο αυτή δεν θα υπάρξει επέμβαση στο διάγραμμα ροής της παραγωγικής διαδικασίας, αλλά θα προταθούν μέθοδοι και πολιτικές διαχείρισης, με απώτερο σκοπό να μειωθούν οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

Πίνακας 4.1. Μέθοδοι και πολιτικές περιβαλλοντικής διαχείρισης (Narayanawamy et.al, 2004).

Περιβαλλοντικά Hotspot	Αίτια	Πολιτική παρεμπόδισης	Πολιτική λήψης μέτρων
Παραγωγή Μπίρας			
Πόροι Ενέργειας	Χρήση ηλεκτρικής ενέργειας για την παραγωγή υλικών συσκευασίας	<ul style="list-style-type: none"> Μείωση της ηλ. ενέργειας για την παραγωγή υλικών συσκευασίας Εναλλακτικά συστήματα σχεδιασμού συσκευασίας Βελτίωση των οικολογικών υλικών και της ανακυκλωσιμότητάς τους 	<ul style="list-style-type: none"> Προώθηση συστημάτων συσκευασίας με χαμηλή κατανάλωση ενέργειας
Φαινόμενο Θερμοκηπίου	Χρήση ηλεκτρικής ενέργειας για την παραγωγή υλικών συσκευασίας	<ul style="list-style-type: none"> Μείωση της ηλεκτρικής ενέργειας για την χρήση υλικών συσκευασίας Εναλλακτικά συστήματα σχεδιασμού συσκευασίας Βελτίωση των οικολογικών υλικών και τους ανακυκλωσιμότητάς τους 	<ul style="list-style-type: none"> Προώθηση συστημάτων συσκευασίας με χαμηλή κατανάλωση ενέργειας
	Χρήση ηλεκτρικής ενέργειας κατά την επεξεργασία και αποθήκευση	<ul style="list-style-type: none"> Χρήση φυσικού αερίου ή ηλεκτρισμού και θέρμανσης χαμηλού ποσοστού σε άνθρακα Επαναχρησιμοποίηση και διαχείριση της θέρμανσης και των αερίων, που παράγονται 	<ul style="list-style-type: none"> Παρουσίαση και προώθηση χαμηλών σε άνθρακα συστημάτων παραγωγής ενέργειας μέσω πιλοτικών project

Περιβαλλοντικά Hotspot	Αίτια	Πολιτική παρεμπόδισης	Πολιτική λήψης μέτρων
Παραγωγή Μπίρας			
Ανθρώπινη Τοξικότητα	Παραγωγή ρύπων από βαριά μέταλλα και ανόργανα αέρια κατά την διαδικασία της συσκευασίας	<ul style="list-style-type: none"> Μείωση της ενέργειας για την χρήση υλικών συσκευασίας Συστήματα συσκευασίας αειφόρου σχεδιασμού 	<ul style="list-style-type: none"> Προώθηση αειφόρων συστημάτων σχεδιασμού και χρήσης συσκευασίας
Τοπική Οικοτοξικότητα	Ζιζανιοκτόνα, που χρησιμοποιούνται κατά την παραγωγή της σοδειάς	<ul style="list-style-type: none"> Αποφυγή εκτεταμένης χρήσης ψεκαστικών Μείωση της χρήσης χημικών πάνω στη σοδειά, και ενσωμάτωση πρακτικών ακριβείας Χρήση ζιζανιοκτόνων με χαμηλότερα επίπεδα τοξικότητας 	<ul style="list-style-type: none"> Προώθηση συνεχούς παρακολούθησης και αναφοράς των τοξικών επιπτώσεων Προώθηση πρακτικών σωστής διαχείρισης των ζιζανιοκτόνων Συνεχής έρευνα για νέες πρακτικές καλλιέργειας Ανάπτυξη ζιζανιοκτόνων χαμηλών σε τοξικότητα
Ευτροφισμός	Χρήση λιπασμάτων κατά την παραγωγή της σοδειάς, που στηρίζονται στο νάτριο και στο φώσφορο	<ul style="list-style-type: none"> Αποφυγή εκτεταμένης χρήσης λιπασμάτων Καλλιέργεια ακριβείας Αποτελεσματική αξιοποίηση των θρεπτικών ουσιών της γης 	<ul style="list-style-type: none"> Προώθηση πρακτικών για καλύτερη διατροφική διαχείριση σε συνεργασία με τους προμηθευτές λιπασμάτων Έρευνα ευτροφισμού

Οι παραπάνω προτάσεις θα οδηγήσουν την αγροτική παραγωγή κριθαριού σε μειωμένες περιβαλλοντικές επιπτώσεις και θα βελτιώσουν την περιβαλλοντική ποιότητα του προϊόντος (κριθαριού).

4.5.1 Ανάλυση βελτιώσεων

Από ότι φάνηκε από το διάγραμμα 3.4 και τον πίνακα 3.7 του κεφαλαίου 3, μπορεί να λεχθεί με σιγουριά ότι η κατηγορία ή αλλιώς το υποσύστημα της αποθήκευσης και της επεξεργασίας συνεισφέρει σημαντικά στον περιορισμό των πόρων ενέργειας, στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, στην ατμοσφαιρική οξύνιση, και στην ανθρώπινη τοξικότητα. Στο στάδιο της επεξεργασίας, το να βελτιωθεί η ενεργειακή επίδοση, η χρήση των πρώτων υλών και η ενεργειακή επίδοση του εξοπλισμού, θα βοηθήσει ώστε να μεταβληθεί και να βελτιωθεί η επίδοση της παραγωγικής διαδικασίας και της επεξεργασίας.

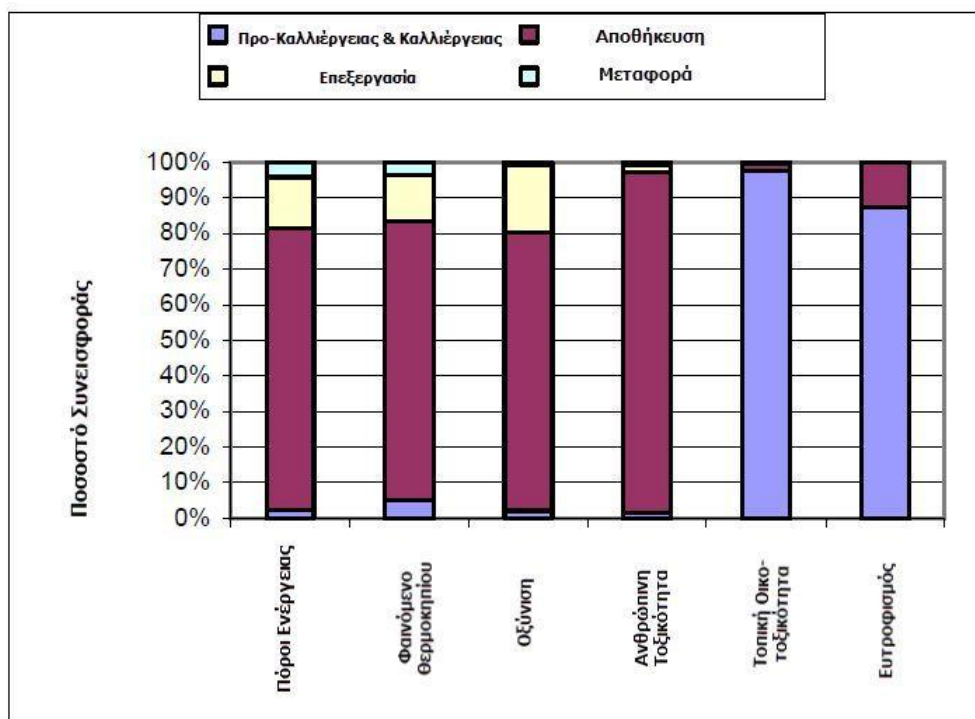
Το να μειωθούν τα επίπεδα της ανθρώπινης τοξικότητας, το να υπάρχει μια «καθαρή» παραγωγική διαδικασία και να υπάρχει μια προσπάθεια για να επιτευχθούν οικολογικές επιδόσεις είναι απολύτως σημαντικό. Για να επιτευχθεί αυτό θα πρέπει να μειωθούν τα επίπεδα της σκόνης, η χρήση βαριών μετάλλων και εκπομπές ανόργανων αερίων κατά το υποσύστημα της επεξεργασίας και της αποθήκευσης. Έχει υπάρξει μια αξιολογη προσπάθεια στο παρελθόν, αλλά και στο πρόσφατο παρόν να μειωθεί το φαινόμενο του θερμοκηπίου, τα απόβλητα, τα οποία καταλήγουν στο έδαφος, και τον φθοριούχων ρύπων. Αυτές οι προσπάθειες πρέπει να επεκταθούν και να ενταθούν με την δημιουργία προγραμμάτων, τα οποία θα έχουν σκοπό να μειώσουν τη σκόνη, τα VOC's και οι εκπομπές ανόργανων ρύπων

Το υποσύστημα προ-καλλιέργειας και καλλιέργειας συνεισφέρει περισσότερο από 90% στην τοπική οικο-τοξικότητα. Τα ζιζανιοκτόνα σε αυτό το υποσύστημα θα πρέπει να μειωθούν και να βελτιωθεί η διαχείριση όλων των χημικών ουσιών, που χρησιμοποιούνται στο αγρόκτημα παραγωγής. Με αυτό τον τρόπο θα υπάρχει μείωση στη χρήση ζιζανιοκτόνων, στη δημιουργία τοξικότητας.

Στο υποσύστημα προ-καλλιέργειας και καλλιέργειας συνεισφέρει στο ευτροφισμό με περισσότερο από 85% στην αλυσίδα παραγωγής των δημητριακών. Για να υπάρξει μείωση θα πρέπει να γίνουν προσπάθειες τόσο κατά την παραγωγή ζιζανιοκτόνων, όσο και στην χρήση τους με μείωση του νατρίου και του φώσφορου κατά την χρήση των λιπασμάτων. Επίσης θα πρέπει να βελτιωθεί η διαχείριση της σοδειάς, με την αποφυγή εκτεταμένης χρήσης λιπασμάτων και με το να μειωθεί η διάβρωση του εδάφους (Narayanawamy et.al, 2004).

Πίνακας 3.7. Υποσυστήματα hot spot (σμβ. με το κόκκινο χρώμα), (Narayanaswamy et.al, 2004).

Κατηγορία Περιβαλλοντικής Επίπτωσης	Μπύρα			
	Προ-καλλιέργειας και καλλιέργεια	Επεξεργασία	Αποθήκευση	Μεταφορά
Πόροι Ενέργειας				
Φαινόμενο του Θερμοκηπίου				
Ατμοσφαιρική Οξύνιση				
Ανθρώπινη Τοξικότητα				
Τοπική Οικο-τοξικότητα				
Ευτροφισμός				



Διάγραμμα 3.4. Επιπτώσεις του κύκλου ζωής (Narayanaswamy et.al, 2004).

4.6 *Ανασχεδιασμός της ανάλυσης κύκλου ζωής της παραγωγής μπίρας*

4.6.1 *Εισαγωγή*

Στην συγκεκριμένη παράγραφο θα υπάρξει επέμβαση στο διάγραμμα ροής της παραγωγής της μπίρας και για το λόγο αυτό θα πρέπει να υπάρξει μία εκ νέου ανάλυση του κύκλου ζωής της παραγωγής μπίρας. Η αλλαγή, που θα προταθεί είναι η πλήρης κατάργηση του σταδίου της βυνοποίησης.

4.6.2 *Novozymes A/S*

Η βύνη είναι ένα ζωτικής σημασίας συστατικό για την συμβατική ζυθοποιία. Η βύνη παράγεται από το κριθάρι, όταν αυτό βυθίζεται μέσα στο νερό, έπειτα ωριμάζει και βλαστάνει και τέλος αποξηραίνεται. Κατά τη διάρκεια της βλάστησης και της ωρίμανσης, δημιουργούνται φυσικά ένζυμα. Αυτά τα ένζυμα είναι, που στην ουσία μετατρέπουν την βύνη σε σάκχαρα, κατά την διάρκεια της πολτοποίησης, κατά την παραγωγική διαδικασία της μπίρας.

Η Novozymes A/S έχει αναπτύξει ένα προϊόν, το οποίο ονομάζεται Ondrea Pro και έχει την δυνατότητα να μετατρέπει το κριθάρι απευθείας σε μπίρα παραλείποντας το στάδιο της βυνοποίησης. Το Ondrea Pro δεν είναι τίποτα άλλο παρά βιομηχανικά ένζυμα, τα οποία μπορούν να αντικαταστήσουν τα φυσικά ένζυμα της βύνης και έτσι είναι πια εφικτό να παραχθεί μπίρα απευθείας από το κριθάρι. Αυτό σημαίνει, ότι η ενέργεια και το νερό, που καταναλώνεται κατά την διάρκεια της βυνοποίησης μπορεί να αποταμιευθεί και να χρησιμοποιηθεί για διάφορους άλλους σκοπούς. Η μπίρα, που παράγεται με την βοήθεια του Ondrea Pro θα αναφέρεται πλέον κατά την πραγματοποίηση του ανασχεδιασμού της ανάλυσης του κύκλου ζωής σαν «μπίρα από 100% κριθάρι» (<http://www.novozymes.com>).

Ακολουθεί η ανάλυση κύκλου ζωής, που συγκρίνει την συμβατική παραγωγή μπίρας και της μπίρα από 100% κριθάρι.

4.6.3 Καθορισμός σκοπού και αντικειμένου μελέτης

Ο σκοπός αυτής της μελέτης είναι να αξιολογήσει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την αλλαγή μιας συμβατικής γραμμής παραγωγής ξανθιάς μπίρας, όπως αναλύθηκε στο κεφάλαιο 3, στην παραγωγή της μπίρας από 100% κριθάρι. Δηλαδή, η μελέτη αυτή αξιολογεί τις αλλαγές στις περιβαλλοντικές επιπτώσεις, όταν η παραγωγή της 100% μπίρας από κριθάρι, παίρνει την θέση της συμβατικής μπίρας. Στο διάγραμμα 4.3 παρουσιάζεται το διάγραμμα ροής της παραγωγικής διαδικασίας μπίρας από 100% κριθάρι.

Να σημειωθεί ότι, παρά το γεγονός ότι η μπίρα από 100% κριθάρι παρέχει την δυνατότητα να αντικατασταθεί η βύνη στην παραγωγή της μπίρας με κριθάρι και βιομηχανικά ένζυμα, τα οποία προστίθενται κατά την διάρκεια της πολτοποίησης, η διαδικασία της άλεσης απαιτεί περισσότερη κατανάλωση ηλεκτρισμού, επειδή οι κόκκοι του κριθαριού, χωρίς την βυνοποίηση, είναι σκληρότεροι. Το διάγραμμα 4.4 δείχνει την διαφοροποίηση μεταξύ των δύο συστημάτων. Μετά την διαδικασία του βρασμού δεν υπάρχουν διαφορές μεταξύ των δύο τύπων ζυθοποιίας. Όλες οι διαδικασίες, που ακολουθούν το βρασμό δεν θα συμπεριληφθούν στην μελέτη.

– *Λειτουργική μονάδα*

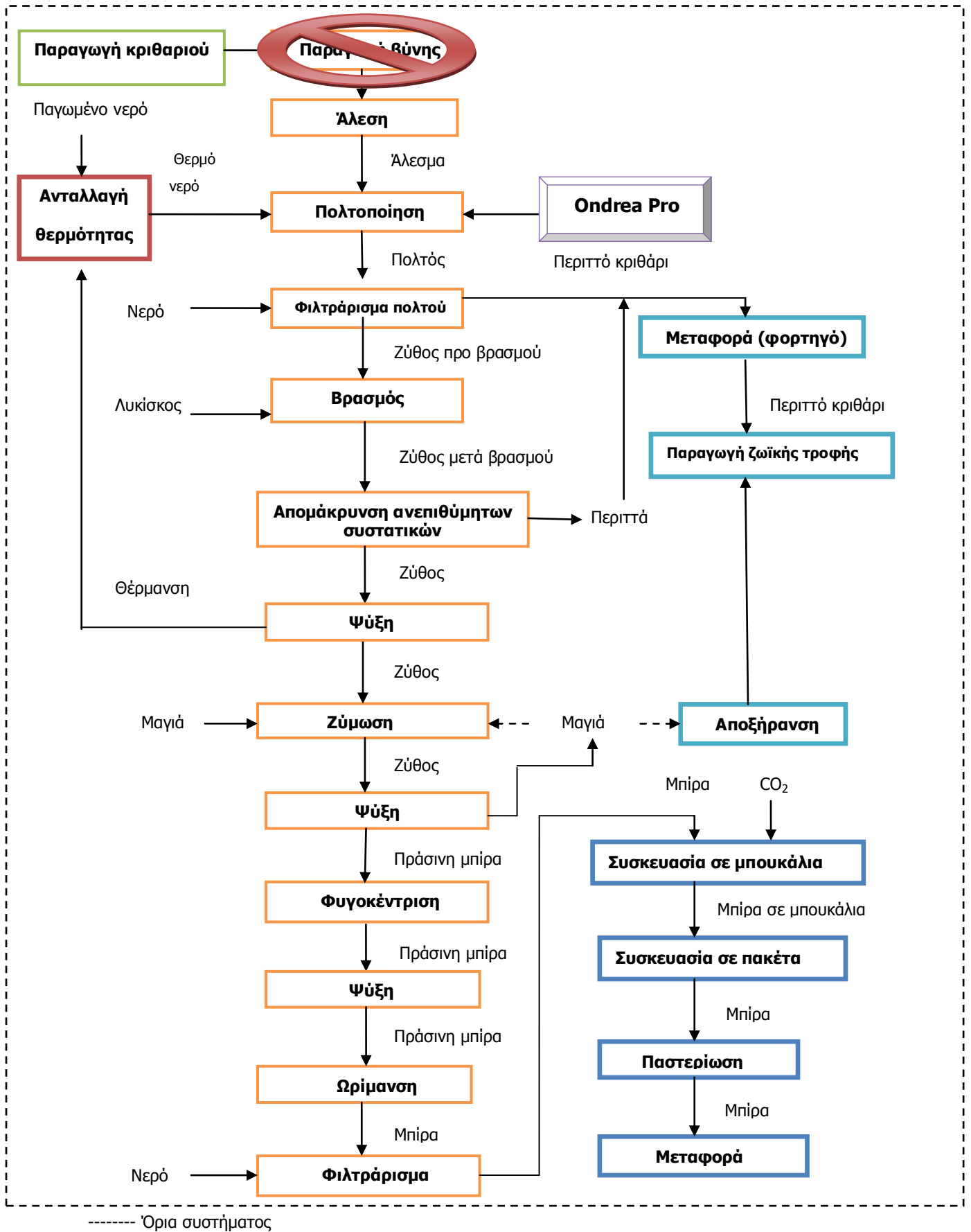
Η λειτουργική μονάδα παραμένει η ίδια με το κεφάλαιο 3 και είναι 7 τόνοι ζύθου μετά την διαδικασία βρασμού. Αυτό συμβαίνει, για να έχει η σύγκριση των δύο συστημάτων μία κοινή βάση, διαφορετικά η σύγκριση δεν θα ήταν δυνατή.

– *Όρια συστήματος και κριτήρια αποκοπής*

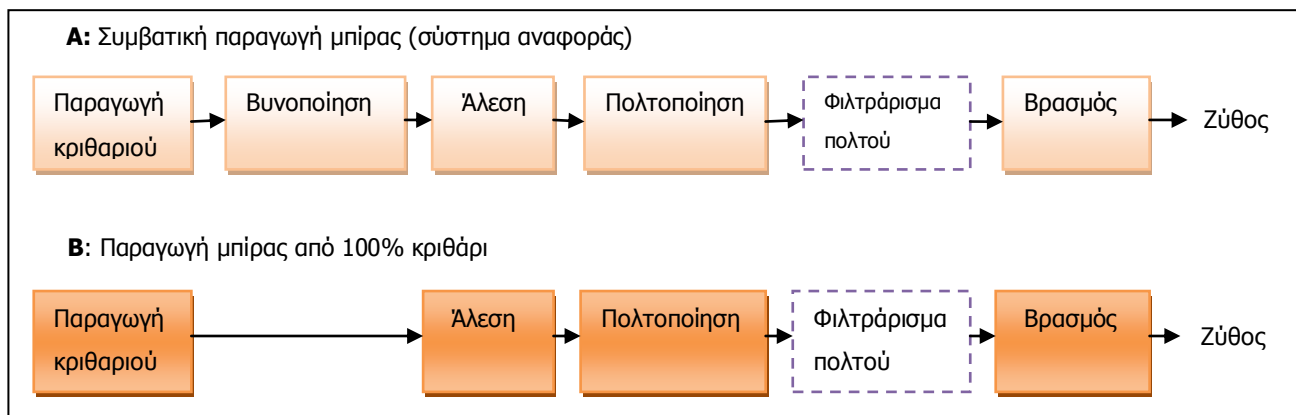
Επίσης τα όρια συστήματος και τα κριτήρια αποκοπής παραμένουν τα ίδια με το κεφάλαιο 3, για τον λόγο, που αναφέρθηκε μόλις παραπάνω. Τα όρια του συστήματος φαίνονται στο διάγραμμα 4.3.

– *Κατηγορίες περιβαλλοντικών επιπτώσεων*

Επίσης παραμένουν οι ίδιες με το κεφάλαιο 3 και πάλι για τον ίδιο λόγο. Περιληπτικά οι κατηγορίες αυτές είναι: Το φαινόμενο του θερμοκηπίου, η οξύνιση, ο ευτροφισμός, σχηματισμός φωτοχημικού όζοντος, ενεργειακοί πόροι, γεωργική χρήση της γης (Kløverpis et. al, 2009).



Διάγραμμα 4.3. Διάγραμμα ροής της αλυσίδας παραγωγής μπίρας από 100% κριθάρι (ΚΙΩνερπis et. al, 2009).

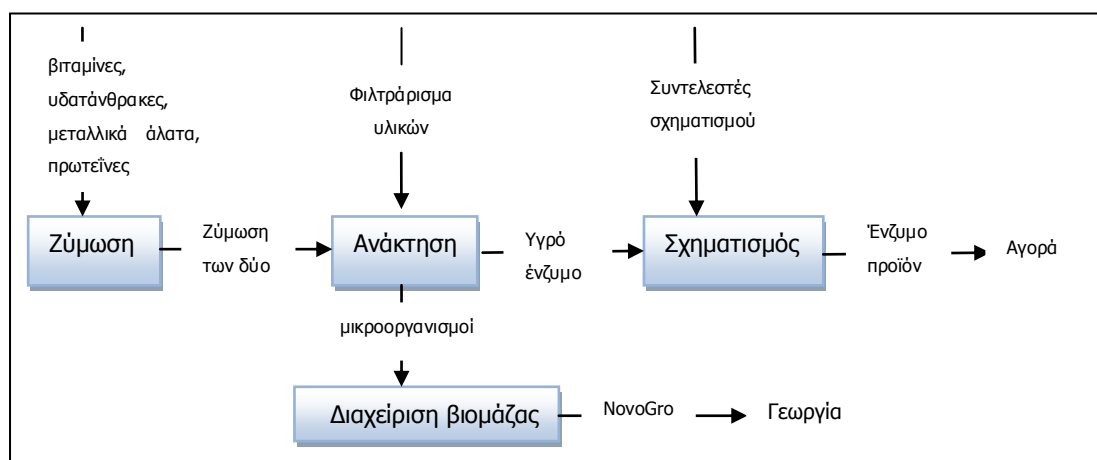


Διάγραμμα 4.4. Η μελέτη δείχνει τις διαφορές μεταξύ της συμβατικής μπίρας και της μπίρας από 100% κριθάρι. Το φιλτράρισμα του πολτού δεν επηρεάζεται από την αλλαγή της συμβατικής παραγωγής στην 100% από κριθάρι και για αυτό παραλείπεται. (KlØnverpis et. al, 2009).

4.6.4 Απογραφική ανάλυση

Η απογραφική ανάλυση δεν έχει ιδιαίτερες διαφορές με την απογραφική ανάλυση, που παρουσιάστηκε στο κεφάλαιο 3. Στην παράγραφο αυτή θα τονιστούν ιδιαίτερα τα διαφορετικά σημεία.

Η μοντελοποίηση του συστήματος περιλαμβάνει τον ηλεκτρισμό, τον ατμό και την κατανάλωση του νερού, καθώς και όλες τις διαδικασίες διαχείρισης των αποβλήτων. Οι κυριότερες διαδικασίες, όσον αφορά την παραγωγή των βιομηχανικών ενζύμων, που είναι και η ουσιαστική μεταβολή της ανάλυσης κύκλου ζωής, φαίνονται στο διάγραμμα 4.5. Οι διαδικασίες αυτές αναλύονται στο διάγραμμα 4.5, όπως ακριβώς ορίζει η Novozymes.



Διάγραμμα 4.5. Κύριες διαδικασίες για την βιομηχανική παραγωγή ενζύμων, (<http://www.novozymes.com>)

Ακολουθούν τα στάδια παραγωγής της μπίρας από 100% κριθάρι:

– *Άλεση*

Πριν από την διαδικασία της πολτοποίησης, το κριθάρι πρέπει να αλεσθεί. Η διαδικασία αυτή γίνεται με το χέρι και δεν υπάρχουν κάποια συμπρωϊόντα. Στο στάδιο Οτιδήποτε περιττό απομακρύνεται κατά το φιλτράρισμα δεν χρησιμοποιείται πουθενά.

Πίνακας 4.2. Δεδομένα για την διαδικασία της άλεσης της μπίρας από 100% κριθάρι και παράθεση διαφοράς με την συμβατική μπίρα (Klöverpis et. al, 2009).

	Υλικό	Μονάδα μέτρησης	Συμβατική παραγωγή μπίρας	Μπίρα από 100% κριθάρι	Διαφορά
Εισροή	Βύνη	ton	10	-	-10.0
	Κριθάρι	ton	-	11.0	+11.0
	Ηλεκτρισμός	kWh	65	115	+50
	Ατσάλι	kg	0.14	0.21	+0,07
Εκροή	Άλεσμα	ton	10	11	-

– *Πολτοποίηση*

Κατά την διάρκεια πολτοποίησης, το άλεσμα αναμειγνύεται με νερό και θερμαίνεται και στην συνέχεια δρουν τα βιομηχανικά ένζυμα της Novozymes (Ondrea Pro), τα οποία προστίθενται τεχνητό τρόπο και στην συνέχεια δημιουργούνται τα σάκχαρα. Η θερμοκρασία που δρα το κάθε ένζυμο είναι διαφορετική, για αυτό και η θερμοκρασία κατά την διαδικασία της πολτοποίησης η θερμοκρασία αναπτύσσεται σταδιακά, ώστε να δράσει το κάθε ένζυμο και μετά η θερμοκρασία διατηρείται σταθερή για κάποιο συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. Επίσης, για να διατηρηθεί το pH σταθερό, προστίθεται γαλακτικό οξύ. Η θέρμανση ενισχύεται επίσης με τη χρήση καυτού ατμού, πέρα από την θέρμανση, που παράγεται από τον μετασχηματισμό του ηλεκτρισμού.

Πίνακας 4.3. Δεδομένα για την διαδικασία της πολτοποίησης της μπίρας από 100% κριθάρι και παράθεση διαφοράς με την συμβατική μπίρα (KlØverpris et. al, 2009).

	Υλικό	Μονάδα μέτρησης	Συμβατική παραγωγή μπίρας	Μπίρα από 100% κριθάρι	Διαφορά
Εισροή	Άλεσμα	ton	10	11.0	-
	Νερό	m ³	25	24	-1
	Ατμός	Gj	2.4	1.9	-0.5
	Παράγωγα ενζύμων	-	5 liter	22kg	-
Εκροή	Γαλακτικό οξύ	liter	30	8	-22
	Άλεσμα	ton	35	35	0

– *Φιλτράρισμα του πολτού*

Κατά την διαδικασία του φιλτραρίσματος του πολτού, ο πολτός φιλτράρεται και απομακρύνονται όλα τα περιττά και άχρηστα συστατικά με σακούλες φιλτραρίσματος. Η διαδικασία του φιλτραρίσματος διαρκεί από 1,5 ώρες έως 2,5 ώρες και απαιτείται ηλεκτρισμός για την άντληση του πολτού και άντληση νερού, το οποίο προστίθεται στο μείγμα. Μετά το φιλτράρισμα το μείγμα μεταφέρεται σε μία δεξαμενή. Τα άχρηστα και περιττά συστατικά, που απομακρύνονται από την διαδικασία του φιλτραρίσματος μεταφέρονται στα τοπικά αγροκτήματα για την εκτροφή ζώων.

Πίνακας 4.4 Δεδομένα για την διαδικασία του φιλτραρίσματος του πολτού της μπίρας από 100% κριθάρι και παράθεση διαφοράς με την συμβατική μπίρα (ΚΙΘνεργis et. al, 2009).

	Υλικό	Μονάδα μέτρησης	Συμβατική παραγωγή μπίρας	Μπίρα από 100% κριθάρι	Διαφορά
Εισροή	Πολτός	ton	35	35	0
	Νερό	m ³	22,5	22.5	0
Εκροή	Ζύθος προ βρασμού	ton	49,5	49.5	0
	Περιττά συστατικά	ton	8	8	0

Καμία διαφορά στο φιλτράρισμα του πολτού μεταξύ της συμβατικής διαδικασίας και της διαδικασίας με τα βιομηχανικά ένζυμα. Για το λόγο αυτό το στάδιο του φιλτραρίσματος δεν θα συμπεριληφθεί στην μελέτη.

– *Βρασμός*

Μετά την διαδικασία του φιλτραρίσματος, ο ζύθος προ βρασμού βράζεται και κατά την διαδικασία του βρασμού προστίθεται ο λυκίσκος, ο οποίος δημιουργεί μία πίκρα στη γεύση της μπίρας. Ο βρασμός διαρκεί περίπου μία ώρα και βραστήρας θερμαίνεται με ατμό.

Πίνακας 4.5. Δεδομένα για την διαδικασία του βρασμού της μπίρας από 100% κριθάρι και παράθεση διαφοράς με την συμβατική μπίρα (KlØnverpis et. al, 2009).

	Υλικό	Μονάδα μέτρησης	Συμβατική παραγωγή μπίρας	Μπίρα από 100% κριθάρι	Διαφορά
Εισροή	Ζύθος προ βρασμού	ton	49,5	49.5	
	Θέρμανση	GJ	-	-	-1360
	Λυκίσκος	kg	4.6	3.7	-0.9
Εκροή	Ζύθος μετά βρασμού	ton	46.43	47.08	

– *Μεταφορά*

Κριθάρι: Η συνολική μεταφορά του κριθαριού από το αγρόκτημα μέχρι τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας του είναι 80 km.

Ένζυμα: Χρησιμοποιούνται και τεχνητά ένζυμα, τα οποία αγοράζονται και μεταφέρονται από την εταιρία πώλησης των ενζύμων μέχρι τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας και καλύπτεται απόσταση 200 km.

Λαμβάνεται ως παραδοχή ότι τα φορτηγά μεταφοράς έχουν βάρος μεγαλύτερο των 32 ton (KlØnverpis et. al, 2009).

4.6.5 Ανάλυση επιπτώσεων

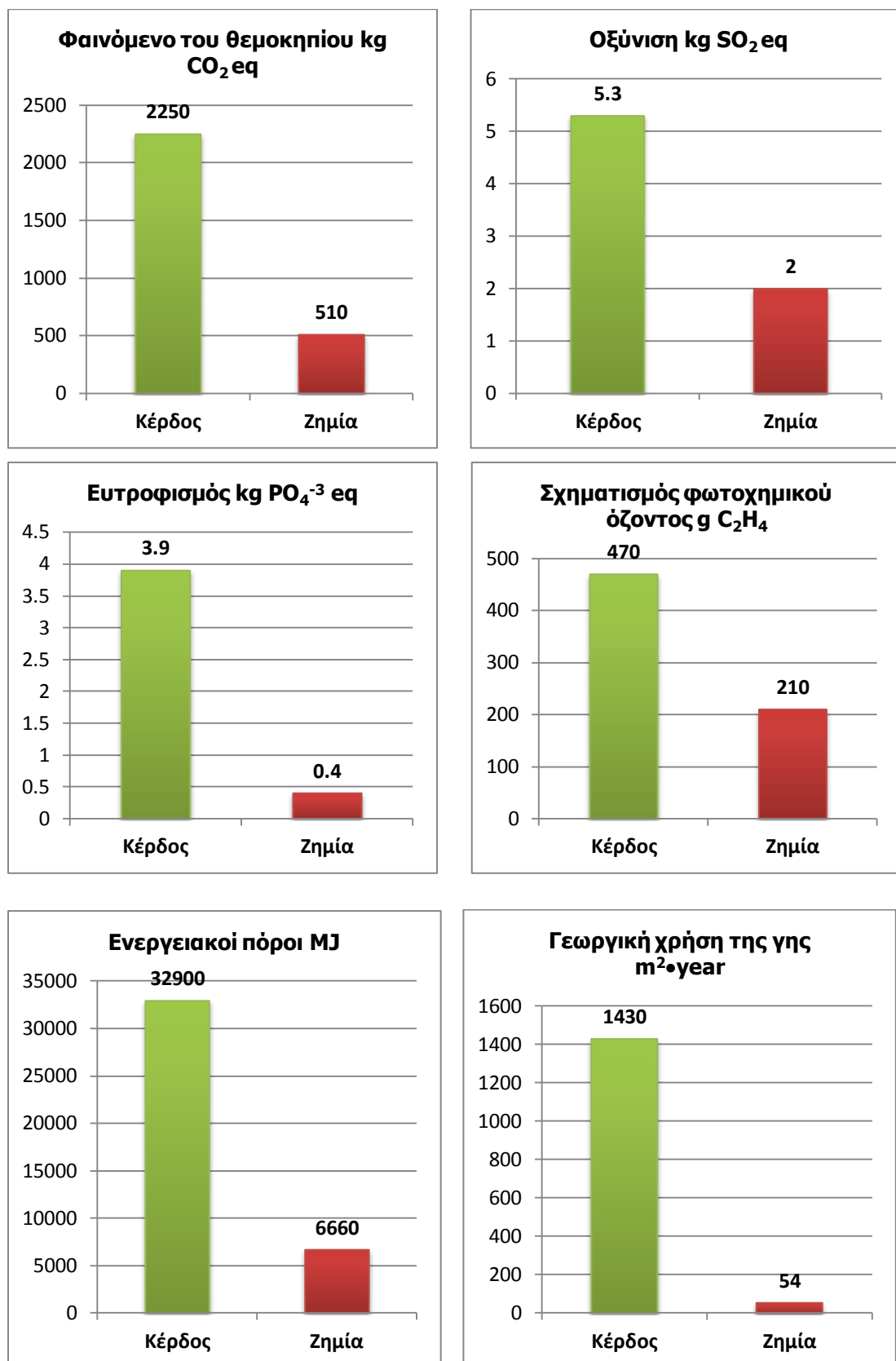
Τα αποτελέσματα της ανάλυσης επιπτώσεων φαίνονται στο διάγραμμα 4.6. Όπως φαίνεται στο διάγραμμα, το κέρδος, που έχουμε με αυτή την πρόταση ανασχεδιασμού είναι μεγαλύτερο, από τη ζημιά. Γιατί ακόμα και με αυτή την πρόταση ανασχεδιασμού δεν είναι δυνατόν να αποφευχθεί κάθε είδος περιβαλλοντικής επιπτώσεις.

Οι επιπρόσθετες επιπτώσεις, που δημιουργούνται με την πρόταση αυτή, οφείλονται κατά μεγάλο ποσοστό από την καύση του άνθρακα (η καύση του άνθρακα λαμβάνει χώρα κατά την κατανάλωση ηλεκτρισμού στο στάδιο της τοποθέτησης των ενζύμων και στην άλεση). Από την άλλη μεριά το κέρδος, που δημιουργείται και κάποιες περιβαλλοντικές επιπτώσεις αποφεύγονται, επιτυγχάνεται με την μείωση της καύσης φυσικού αερίου, λόγω της κατάργησης του σταδίου της βυνοποίησης. Οι υψηλότερες εκπομπές ρύπων από όξινες ουσίες κατά την καύση του άνθρακα σε σχέση με τις εκπομπές ρύπων από όξινες ουσίες, οφείλεται στο ότι η οξίνιση είναι η κατηγορία επίπτωσης με την μικρότερη βελτίωση. Ενώ οι χαμηλότερες εκπομπές CO₂ λόγω του φυσικού αερίου σε σχέση με τις εκπομπές του CO₂ από την καύση του άνθρακα, εξηγούν το γεγονός ότι η μείωση στις επιπτώσεις του φαινομένου του θερμοκηπίου είναι μικρότερη από την μείωση της κατανάλωσης των ενεργειακών πόρων.

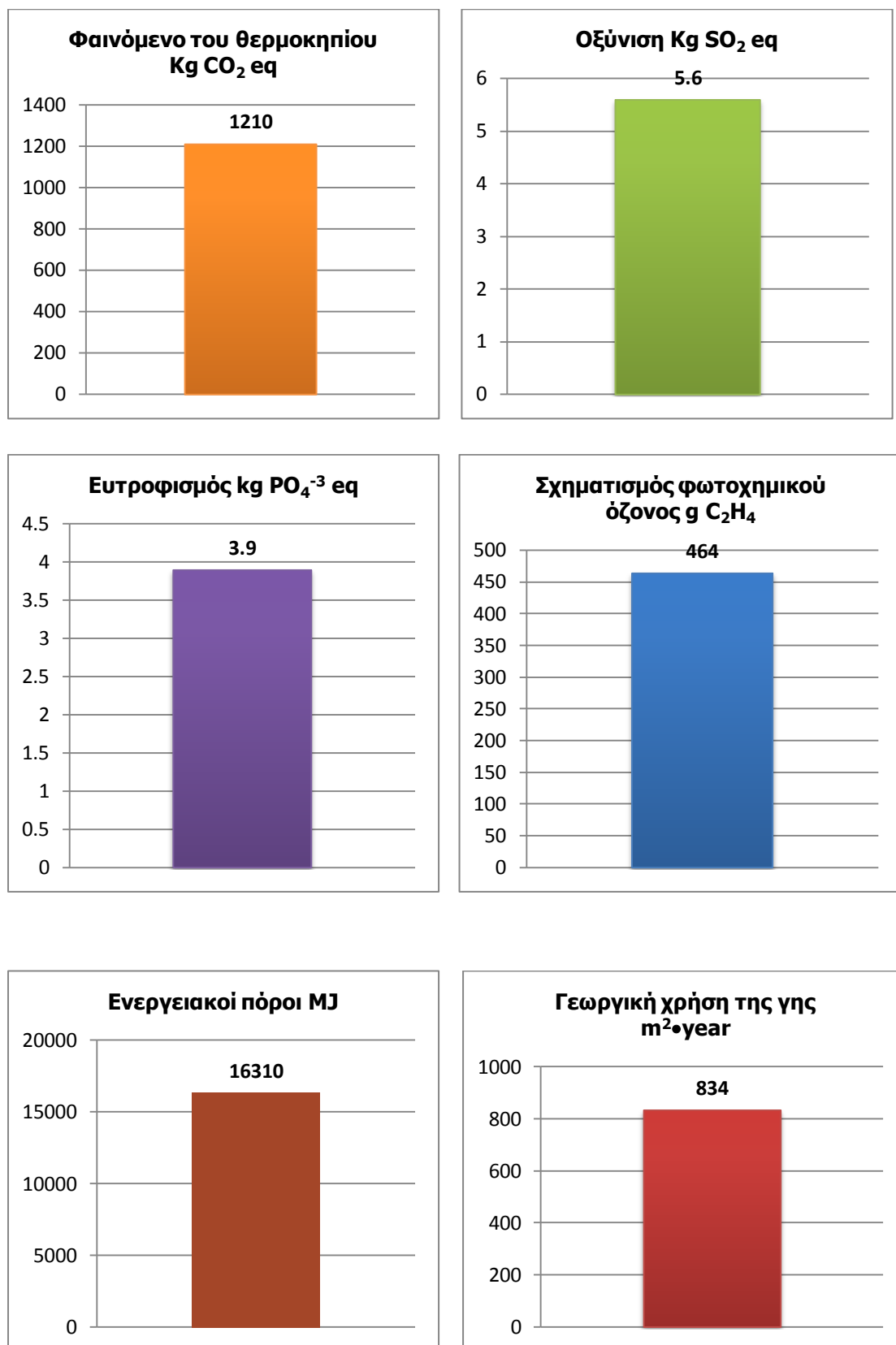
Αναλυτικότερα το κέρδος και η ζημιά από την αλλαγή της συμβατικής μπίρας στη μπίρα από 100% κριθάρι φαίνεται στο διάγραμμα 4.6. Επίσης στο διάγραμμα 4.7 φαίνονται οι τελικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις της παραγωγής μπίρας από 100% κριθάρι, μετά τον συνυπολογισμό ζημίας και κέρδους. Αυτό προέκυψε εύκολα με βάση τον παρακάτω τύπο:

Περιβαλλοντικές επιπτώσεις μπίρας από 100% κριθάρι = Περιβαλλοντικές επιπτώσεις συμβατικής μπίρας-(κέρδος-ζημιά)

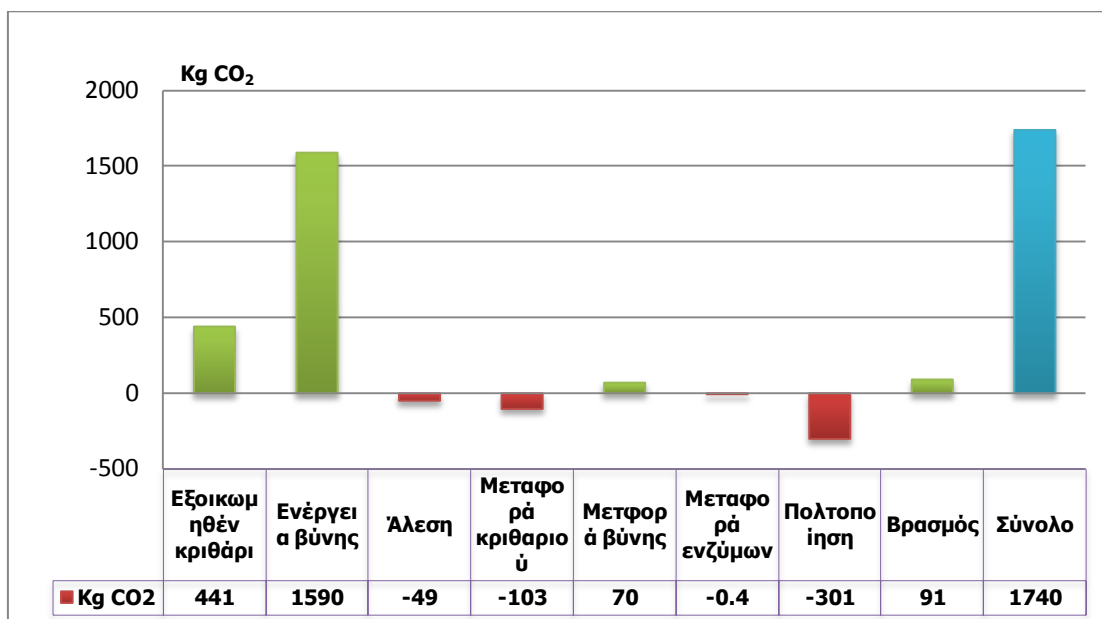
Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την παραγωγή της συμβατικής μπίρας βρίσκονται στο κεφάλαιο 3.



Διάγραμμα 4.6. Το κέρδος και η ζημία από την αλλαγή της συμβατικής μπίρας σε μπίρα από 100% κριθάρι (ΚΙΘverpis et. al, 2009).



Διάγραμμα 4.7. Περιβαλλοντικές επιπτώσεις μπίρας από 100% κριθάρι (ΚΙθverpis et. al, 2009).



Διάγραμμα 4.8. Αναλυτική περιγραφή ανά στάδιο, του κέρδους και της ζημίας της αλλαγής της παραγωγικής διαδικασίας από την συμβατική μπίρα στην μπίρα από 100% κριθάρι, όσον αφορά το φαινόμενο του θερμοκηπίου (Klöverpris et. al, 2009).

Το διάγραμμα 4.8 δείχνει ότι αποφεύγοντας την διαδικασία της βυνοποίησης και εξοικονομώντας κριθάρι υπάρχει μεγάλο κέρδος όσον αφορά την περιβαλλοντική επίπτωση στο φαινόμενο του θερμοκηπίου. Επίσης η εξοικονόμηση ενέργειας στην διαδικασία του βρασμού δεν οδηγεί σε ιδιαίτερο όφελος, όσον αφορά το συνολικό περιορισμό των αέριων ρύπων, που συμβάλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Επίσης από το διάγραμμα φαίνεται ότι η εξοικονόμηση σε ένζυμα και της ενέργειας, που καταναλώνεται σε θέρμανση δεν βοηθούν ιδιαίτερα στην ελάφρυνση του φαινομένου του θερμοκηπίου. Στην ίδια κατηγορία βρίσκονται η μεταφορά του κριθαριού της βύνης και των ενζύμων (Klöverpris et. al, 2009).

4.6.6 Ανάλυση βελτιώσεων

– Συζήτηση

Όσον αφορά το νερό, με τα δεδομένα, τα οποία ήταν διαθέσιμα δεν ήταν δυνατόν να ποσοτικοποιηθεί η αλλαγή στην κατανάλωση του νερού, μετά τη αλλαγή στη μπίρα από 100% κριθάρι, αλλά η νέα μέθοδος ζυθοποιίας είναι λογικό να οδηγήσει σε μικρότερη κατανάλωση νερού. Με την μπίρα από 100% κριθάρι εξοικονομείται νερό εφόσον η διαδικασία βυνοποίησης καταργείται και έτσι απαιτείται και λιγότερο νερό στην διαδικασία της πολτοποίησης, όπως φαίνεται από τον πίνακα 3.9 του κεφαλαίου 3 και τον πίνακα 4.3.

Όσον αφορά την τοξικότητα, αυτή εύκολα σχετίζεται με την ενέργεια και τις αγροτικές διαδικασίες, γιατί όλα τα σημαντικά προϊόντα, που αφορούν την παραγωγή της μπίρας γενικότερα, προέρχονται από την αγροτική παραγωγή. Εφόσον και η κατανάλωση ενέργειας και η χρήση της αγροτικής γης μειώθηκε με την αλλαγή στην μπίρα από 100% κριθάρι, είναι λογικό το συμπέρασμα ότι μειώθηκαν και οι τοξικές επιπτώσεις της παραγωγικής διαδικασίας της μπίρας.

– Συμπεράσματα

Αντικαθιστώντας την συμβατική παραγωγή της μπίρας με την παραγωγή της μπίρας από 100% κριθάρι εξοικονομήθηκε ενέργεια και νερό, γιατί η διαδικασία της βυνοποίησης καταργήθηκε εντελώς. Ακόμη εξοικονομήθηκε και η απαιτούμενη ποσότητα σε κριθάρι κατά 7%, σε όλο τον κύκλο ζωής της παραγωγής μπίρας (\cong 700g ανά λειτουργική μονάδα). Επίσης εξοικονομήθηκε ενέργεια κατά την διαδικασία της πολτοποίησης και του βρασμού. Αυτά είναι τα πιο σημαντικά οφέλη αυτής της αλλαγής όσον αφορά την περιβαλλοντική βελτίωση της γραμμής παραγωγής και κατ'επέκταση της περιβαλλοντικής ποιότητας. Από την άλλη μεριά χρειάστηκε μεγαλύτερη κατανάλωση ηλεκτρισμού κατά την διαδικασία της άλεσης, γιατί το κριθάρι, χωρίς την διαδικασία της βυνοποίησης είναι πιο σκληρό, με αποτέλεσμα να χρειάζεται περισσότερη κατανάλωση ενέργειας, άρα και ηλεκτρισμού, για να αλεστεί.

Από περιβαλλοντικής άποψης επίσης μπορεί να αναφερθεί ότι οι αέριοι ρύποι, που συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου μειώθηκαν κατά 1740 kg CO₂ eq, επίσης μειώθηκαν οι ρύποι, που συμβάλλουν στην οξύνιση κατά 3.3 kg SO₂ eq, οι ρύποι, που συμβάλλουν στον ευτροφισμό κατά 3.5 kg PO₄⁻³ eq, οι ρύποι, που συμβάλλουν στο

σχηματισμό του φωτοχημικού όζοντος κατά 260 g C₂H₄ eq, οι ρύποι, που συμβάλλουν στην μείωση των ενεργειακών πόρων κατά 26 MJ και τέλος οι ρύποι που συμβάλλουν στην καταστροφή της χρήσης της γεωργική γης κατά 1390 m²• year. Συγκεντρωτικά φαίνονται στον πίνακα 4.6.

Πίνακας 4.6. Συγκεντρωτικά η μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων για κάθε κατηγορία (KlØverpris et. al, 2009).

Κατηγορία περιβαλλοντικής επίπτωσης	Φαινόμενο του θερμοκηπίου	Οξύνιση	Ευτροφισμός	Σχηματισμός φωτοχημικού όζοντος	Ενεργειακοί πόροι	Γεωργική χρήση της γης
Μείωση της περιβαλλοντικής επίπτωσης	1740	3.3	3.5	260	26	1380
Μονάδα Μέτρησης	kg CO₂ eq	kg SO₂	kg PO₄⁻³ eq	g C₂H₄ eq	MJ	m²• year

Η αλλαγή από την συμβατική ζυθοποιία στην ζυθοποιία, που βασίζεται 100% στο κριθάρι, προκαλεί κάποιες αλλαγές στον ηλεκτρισμό, που απαιτείται για την άλεση, για την πολτοποίηση, για τον βρασμό και την μεταφορά του κριθαριού. Αυτές όμως οι αλλαγές είναι ήσσονος σημασίας.

Τέλος, πρέπει να τονισθεί ότι αν πολλές εταιρίες άλλαζαν την παραγωγική τους διαδικασία στην παραγωγική διαδικασία, που στηρίζεται 100% στο κριθάρι τα περιβαλλοντικά οφέλη θα ήταν σημαντικά (KlØverpris et. al, 2009).

4.7 Ανασχεδιασμός της ανάλυσης κύκλου ζωής της παραγωγής μη επιστρεφόμενων γυάλινων μπουκαλιών

4.7.1 Εισαγωγή

Η πρόταση ανασχεδιασμού για την παραγωγή των γυάλινων μπουκαλιών μπίρας είναι η αντικατάσταση τους από μη επιστρεφόμενα σε επιστρεφόμενα. Για το λόγο αυτό θα υπάρξει μία εκ νέου ανάλυση κύκλου ζωής.

4.7.2 Επιστρεφόμενες γυάλινες φιάλες

Πολλές βιομηχανίες ζυθοποιίας σε παγκόσμιο επίπεδο, όπως η Anheuser-Busch, Miller and Coors, θεωρούν ότι οι επιστρεφόμενες φιάλες δεν αποτελούν μία αποδοτική οικονομικά λύση. Μόλις το 12% όλων των βιομηχανιών ζυθοποιίας στην Αμερική συσκευάζουν την μπίρα τους σε επιστρεφόμενες φιάλες και από το 2007 και μετά το ποσοστό αυτό έχει γίνει εξαιρετικά μικρό. Η ίδια τάση δείχνει να κυριαρχεί και στην Ευρώπη.

Ο λόγος, που παρατηρείται το φαινόμενο αυτό είναι ότι οι επιστρεφόμενες φιάλες, πρέπει αρχικά να καθαριστούν, κάτι, που απαιτεί επιπλέον κατανάλωση ενέργειας. Οι φιάλες αυτές είναι βαρύτερες από τις μη επιστρεφόμενες, ώστε να μην είναι εύκολο να ραγίσουν ή ακόμα και να σπάσουν, και θα πρέπει να διανύσουν μία απόσταση προς τον καταναλωτή και μία απόσταση πίσω στο εργοστάσιο παραγωγής. Αυτό σημαίνει επιπλέον κατανάλωση καυσίμων και επιπλέον κόστος, σε σχέση με τις μη επιστρεφόμενες φιάλες, οι οποίες διανύουν την απόσταση μέχρι τον καταναλωτή και μετά αποσύρονται ή ανακυκλώνονται. Για τις μικρές βιομηχανίες ζυθοποιίας, το κόστος αυτό είναι δυσβάσταχτο. Επίσης το κόστος για την συσκευασία της μπίρας σε μη-επιστρεφόμενες φιάλες και σε αλουμινένια κουτάκια έχει μειωθεί σημαντικά. Για αυτό τον λόγο σχεδόν η πλειοψηφία των βιομηχανιών ζυθοποιίας προτιμούν την χρήση μη επιστρεφόμενων φιαλών (<http://www.cbsnews.com>).

Υπάρχει λοιπόν ανάγκη λοιπόν ανάγκη για επιστρεφόμενες φιάλες, οι οποίες να έχουν ελαφρύτερο βάρος και φυσικά ίδια ή μεγαλύτερη αντοχή σε σχέση με τις μη επιστρεφόμενες φιάλες. Οι φιάλες αυτές έχουν ξεκινήσει να κατασκευάζονται. Είναι

ελαφρύτερες κατά 20% από τις συμβατικές φιάλες και είναι ιδιαιτέρως ανθεκτικές. Ξεκίνησαν να κατασκευάζονται στην Ιαπωνία και η κατασκευή τους έχει διαδοθεί και στον υπόλοιπο πλανήτη (Nakagawa et.al, 1997).

Άλλωστε γιατί να ανακυκλώσεις, ενώ μπορείς να ξαναχρησιμοποιήσεις;

4.7.3 Καθορισμός σκοπού και αντικειμένου μελέτης

– Σκοπός της μελέτης

Ο σκοπός της μελέτης είναι να αξιολογήσει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις του κύκλου ζωής της παραγωγής των επιστρεφόμενων γυάλινων μπουκαλιών μπίρας και μετέπειτα τη σύγκριση με τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις, που προκαλούνται από χρήση μη επιστρεφόμενων μπουκαλιών, που αναλύθηκαν στο κεφάλαιο 3. Η μελέτη του κύκλου ζωής περιλαμβάνει την κατασκευή του μπουκαλιού, την διαχείριση των απόνερων/λύματα και τη μεταφορά.

– Λειτουργική μονάδα

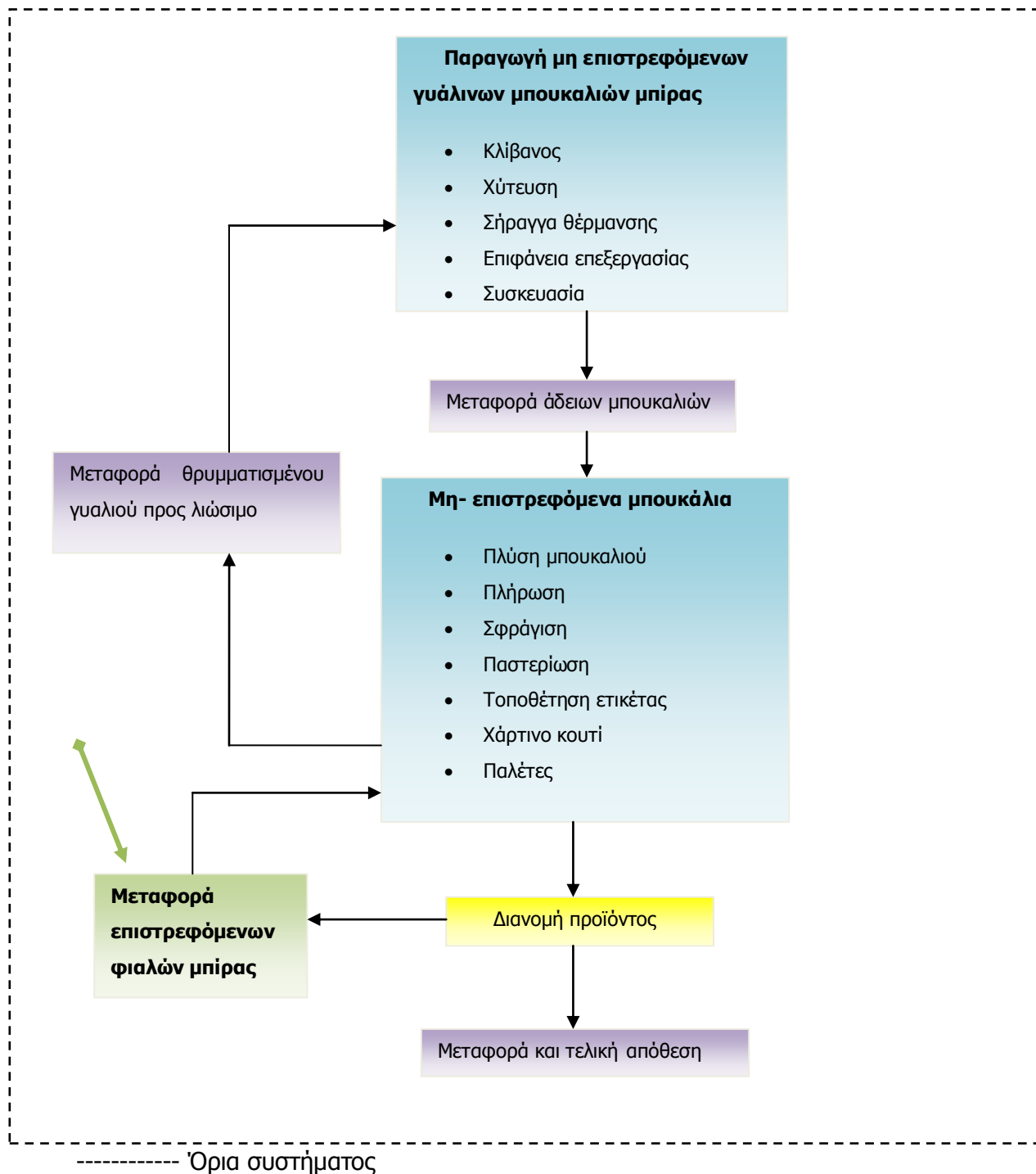
Η λειτουργική μονάδα είναι η παράδοση 330 λίτρα μπίρας, η οποία εμπεριέχεται σε μπουκάλια 0,33 λίτρων στον καταναλωτή. Αυτό μεταφράζεται σε 1000 μπουκάλια. Άρα η λειτουργική μονάδα είναι 1000 μπουκάλια. Η λειτουργική μονάδα παραμένει η ίδια με το κεφάλαιο 3, για να είναι δυνατή η σύγκριση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων μεταξύ των επιστρεφόμενων γυάλινων μπουκαλιών και των μη επιστρεφόμενων γυάλινων μπουκαλιών.

– Τα όρια του συστήματος

Το διάγραμμα 4.9 δείχνει τα όρια του συστήματος, το διάγραμμα ροής της παραγωγής των μπουκαλιών και τα διαφορετικά στάδια, που περιλαμβάνει η παραγωγή, όπως η διαχείριση των απόνερων, το γέμισμα και η κατασκευή. Τα όρια του συστήματος περιλαμβάνουν τις πρώτες ύλες, κατασκευή των γυάλινων μπουκαλιών, καθαρισμός, πλήρωση, σφράγιση, παστερίωση, μεταφορά των άδειων μπουκαλιών στο εργοστάσιο παραγωγής μπίρας, και τη διανομή των μπουκαλιών εμπεριεχομένης της μπίρας στο καταναλωτή.

– Χρονικά όρια

Η επιλεγμένη χρονική περίοδος, που πραγματοποιήθηκε η μελέτη ήταν οι δώδεκα μήνες παρακολούθησης της γραμμής παραγωγής μπουκαλιών (Costa and Mata, 2001).



Διάγραμμα 4.9. Όρια συστήματος και διάγραμμα ροής της παραγωγής επιστρεφόμενων γυάλινων μπουκαλιών (Costa and Mata, 2001).

4.7.4 Απογραφική ανάλυση

Θα πρέπει να αναφερθεί ότι οι ροές υλικών και ενέργειας προκύπτουν από την απόκτηση πρώτων υλών μέσα από τις διαδικασίες μεταφοράς και απόθεσης. Η διαδικασία κατασκευής και οι κύριες εισροές και τις εκροές παρουσιάζονται στο διάγραμμα 4.10, το οποίο δεν διαφέρει καθόλου σε σχέση με το διάγραμμα κατασκευής γυάλινων μπουκαλιών, που παρουσιάστηκε στο κεφάλαιο 3. Επίσης στο διάγραμμα 4.11 φαίνεται η διαδικασία πλήρωσης των μπουκαλιών μέσα από ένα διάγραμμα ροής. Στο διάγραμμα αυτό και στην διαδικασία της πλήρωσης φαίνεται η ουσιαστική διαφορά μεταξύ των επιστρεφόμενων γυάλινων φιαλών και των μη-επιστρεφόμενων φιαλών.

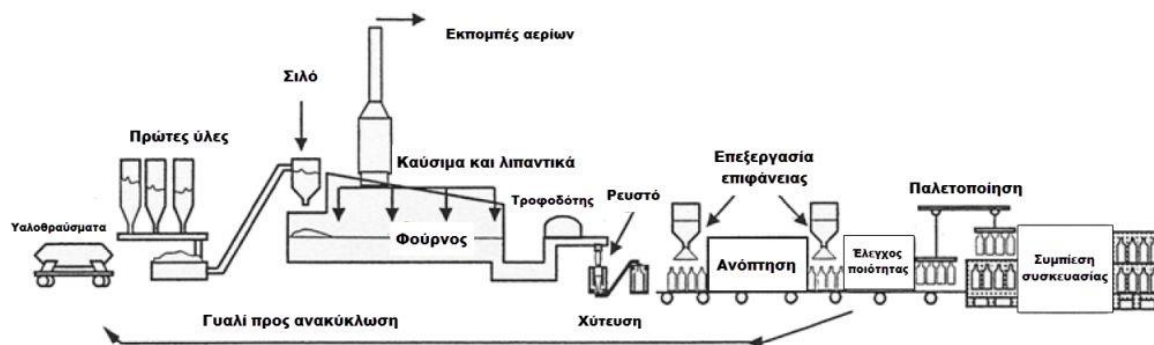
– Παραδοχές

Στην απογραφική ανάλυση έχουν γίνει κάποιες παραδοχές, χωρίς αυτό να σημαίνει ότι τα αποτελέσματα της απογραφικής ανάλυσης υπολείπονται σε ποιότητα και αξιοπιστία. Οι παραδοχές, που έχουν γίνει είναι οι ακόλουθες: Η εξαγωγή και επεξεργασία των φυσικών πόρων, η εξαγωγή και η επεξεργασία του νερού, η κατανάλωση ηλεκτρισμού, η συμπεριφορά του καταναλωτή στο σπίτι, καθώς και τα επίπεδα ασφάλειας και υγιεινής και στην περίπτωση των επιστρεφόμενων φιαλών και των μη-επιστρεφόμενων είναι απολύτως τα ίδια. Το ίδιο ακριβώς ισχύει για την μεταφορά των πρώτων υλών, για την ενέργεια, που καταναλώνεται, για τα απόβλητα, για το κεφάλαιο (όπως κτήρια, μηχανήματα, δρόμοι, οχήματα μεταφοράς, εξοπλισμός μεταφοράς κ.τ.λπ) και για τα βοηθητικά υλικά, που χρησιμοποιούνται.

Αυτές οι παραδοχές επιτρέπουν την σύγκριση μεταξύ των επιστρεφόμενων και μη-επιστρεφόμενων μπουκαλιών και τον υπολογισμό κάθε περιβαλλοντικής επίπτωσης, για την κάθε μία περίπτωση ξεχωριστά.

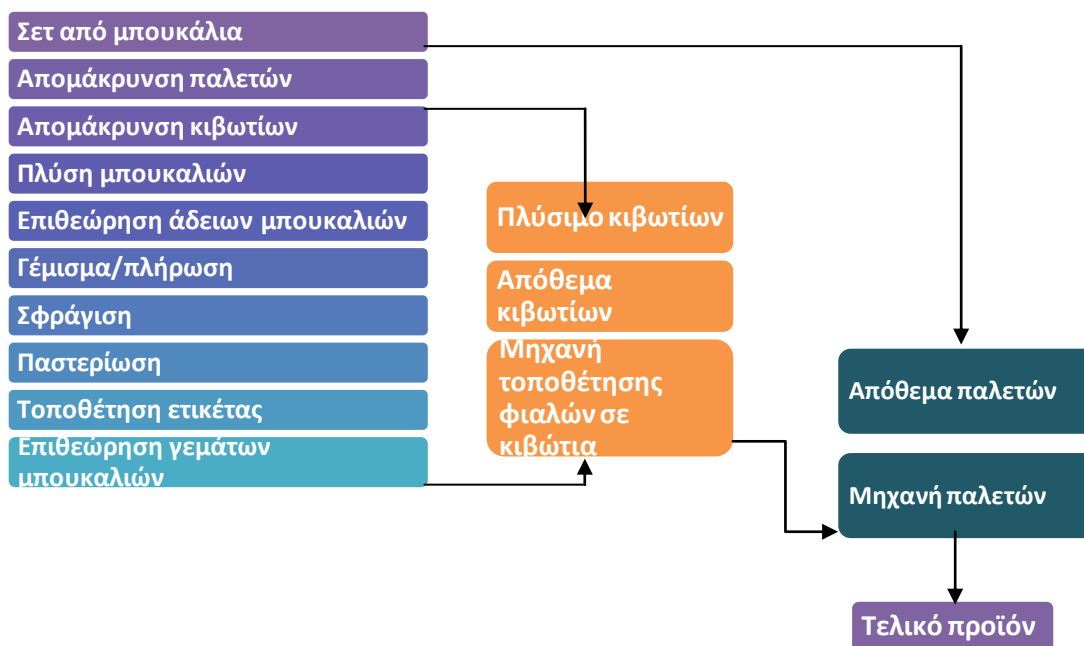
Επίσης έχει θεωρηθεί ως δεδομένο ότι όλες οι πιθανές περιβαλλοντικές επιπτώσεις έχουν την ίδια βαρύτητα και το ίδιο παράγοντα στάθμισης. Όμως ο καθορισμός περιβαλλοντικών προτεραιοτήτων με βάση τις κοινωνικές επιπτώσεις και τις κοινωνικές προτιμήσεις στην συγκεκριμένη μελέτη αποτελεί σημαντικό σημείο.

Για πλήρη ανάλυση και περαιτέρω λεπτομέρειες, που αφορούν τα κύρια και τα βοηθητικά υλικά, θα πρέπει να γίνει μία αναδρομή στο κεφάλαιο 3.

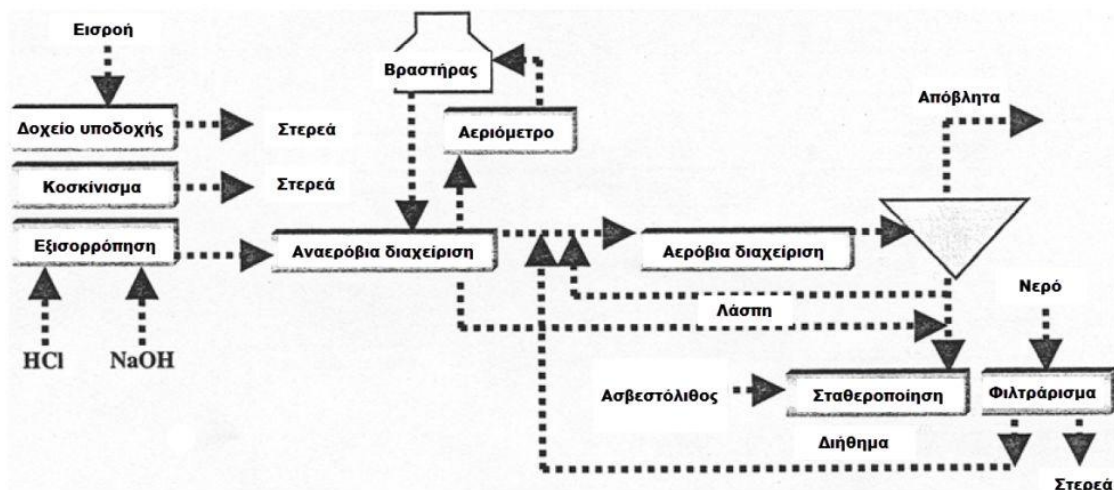


Διάγραμμα 4.10. Κατασκευή γυάλινου μπουκαλιού μπίρας και οι σχετικές εισροές και εκροές (Costa and Mata, 2001).

Σχετικά με την διαχείριση των ρύπων (οι οποίοι είναι κυρίως λύματα), που παράγονται κατά την παραγωγική διαδικασία κατασκευής των γυάλινων μπουκαλιών, έχει γίνει εκτενή αναφορά στο κεφάλαιο 3. Η όλη διαδικασία ξαναπαρουσιάζεται στο διάγραμμα 4.12. Δεν υπάρχει καμία διαφορά στην διαχείριση λυμάτων μεταξύ επιστρεφόμενων και μη-επιστρεφόμενων φιαλών.



Διάγραμμα 4.11. Σχηματική παρουσίαση βιομηχανικής γραμμής πλήρωσης μη-επιστρεφόμενων μπουκαλιών μπίρας (Costa and Mata, 2001)



Διάγραμμα 4.12. Διάγραμμα ροής διαχείρισης απόνερων/λυμάτων στην ζυθοποιία (Costa and Mata, 2001).

– *Μέθοδος υπολογισμού*

Μετά την συλλογή των δεδομένων, χρειάζονται και να αναπτυχθούν μέθοδοι υπολογισμού για να προκύψουν τα αποτελέσματα για την απογραφική ανάλυση για την κάθε μονάδα ξεχωριστά και σύμφωνα με τη λειτουργική μονάδα. Για να επιτευχθεί αυτός ο στόχος θα πρέπει να υπάρξει μία κανονικοποίηση του συστήματος και της κάθε μονάδας ξεχωριστά σύμφωνα πάντα με τη λειτουργική μονάδα. Και εδώ θα πρέπει να ειπωθεί ότι δεν υπάρχει κάποια διαφορά με την μέθοδο υπολογισμού, που ακολουθήθηκε στο κεφάλαιο 3.

Ο πίνακας 4.7 και 4.8 δείχνει τις εκπομπές αέριων ρύπων και τα λύματα, τα οποία προκύπτουν, από την κατασκευή μπουκαλιών, από τη ζυθοποιία και την διαχείριση των απόνερων. Στους πίνακες παρουσιάζονται αρχικά τα αποτελέσματα για ένα κύκλο της γραμμής παραγωγής και μετά για n κύκλους της γραμμής παραγωγής. Τα αποτελέσματα αφορούν την περίπτωση, όπου υπάρχει 50% επαναχρησιμοποίηση των μπουκαλιών. Δηλαδή τα μισά μπουκάλια μπίρας, που πωλούνται επιστρέφονται από τους καταναλωτές (Costa and Mata, 2001).

Πίνακας 4.7. Εκπομπές αερίων από την κατασκευή μπουκαλιών, ζυθοποιία, και διαχείριση απόνερων/λυμάτων με 50% επαναχρησιμοποίηση (Costa and Mata, 2001).

Εκπομπές ρύπων	Κατασκευή μπουκαλιών (μη- επιστρεφόμε νων) (kg/330 litres)	Κατασκευή μπουκαλιών (επιστρεφόμε νων) (kg/330 litres)	Ζυθοποιία (μη- επιστρεφόμε νων μπουκαλιών) (kg/330 litres)	Ζυθοποιία (επιστρεφό μενων μπουκαλιώ ν) (kg/330 litres)	Διαχείριση απόνερων (μη- επιστρεφόμε νων μπουκαλιών) (kg/330 litres)	Διαχείριση απόνερων (επιστρεφόμε νων μπουκαλιών) (kg/330 litres)
1^{ος} Κύκλος						
CO₂	20,663	26,3610	5,9164	6,5960	1,3080	1,9619
Σκόνη	0,4005	0,5109	0,0015	0,0017		
CO	0,0112	0,0143	0,0004	0,0005		
SO₂	0,6112	0,7797	0,0454	0,0506	0,0147	0,0221
NO₃	0,2808	0,3582	0,0120	0,0134		
NO₂			0,0010	0,0012		
N₂O	0,0102	0,0131				
HCl	0,0084	0,0107				
HF	0,0007	0,0009				
Pb	0,0037	0,0047				
Cd	0,0001	0,0001				
Zn	0,0007	0,0008				
VOC	0,0038	0,0048				
Υδρογον άνθρακες			0,0006	0,0007		
CFC			0,0001	0,0001		
CH₄					0,0035	0,0052

Εκπομπές ρύπων	Κατασκευή μπουκαλιών (μη- επιστρεφόμε νων) (kg/330 litres)	Κατασκευή μπουκαλιών (επιστρεφόμε νων) (kg/330 litres)	Ζυθοποιία (μη- επιστρεφόμε νων μπουκαλιών) (kg/330 litres)	Ζυθοποιία (επιστρεφό μενων μπουκαλιώ ν) (kg/330 litres)	Διαχείριση απόνευρων (μη- επιστρεφόμε νων μπουκαλιών) (kg/330 litres)	Διαχείριση απόνευρων (επιστρεφόμε νων μπουκαλιών) (kg/330 litres)
Κύκλος ν						
CO₂	20,6663	3,9542	5,9164	6,5960	1,3080	1,9619
Σκόνη	0,4005	0,766	0,0015	0,0017		
CO	0,0112	0,0022	0,0004	0,0005		
SO₂	0,6112	0,1170	0,0454	0,0506	0,0147	0,0221
NO₃	0,2808	0,0537	0,0120	0,0134		
NO₂			0,0010	0,0012		
N₂O	0,0102	0,0020				
HCl	0,0084	0,0016				
HF	0,0007	0,0001				
Pb	0,0037	0,0007				
Cd	0,0001	0,00002				
Zn	0,0007	0,00012				
VOC	0,0038	0,00072				
Υδρογον άνθρακες			0,0006	0,0006		
CFC			0,0001	0,0001		
CH₄					0,0035	0,0052

Πίνακας 4.8. Τα απόνερα που προέρχονται από την κατασκευή των μπουκαλιών και τη ζυθοποιία με 50 % επαναχρησιμοποίηση (Costa and Mata, 2001).

Εκπομπές ρύπων	Κατασκευή μπουκαλιών (μη- επιστρεφόμενων) (kg/330 litres)	Κατασκευή μπουκαλιών (επιστρεφόμενων) (kg/330 litres)	Ζυθοποιία (μη- επιστρεφόμενων μπουκαλιών) (kg/330 litres)	Ζυθοποιία (επιστρεφόμενων μπουκαλιών) (kg/330 litres)
1^{ος} Κύκλος				
TSS	222,26	283,51	0,07	0,11
BOD	0,11	0,14	3,57	5,36
COD	0,83	1,06	7,51	11,27
Λίποι	4,11	5,25		
N			0,65	0,97
P	0,0102	0,0131	0,32	0,49
Πτητικά λιπαρά οξέα	0,0084	0,0107	4,83	7,25
Κύκλος v				
TSS	222,26	42,53	0,07	0,11
BOD	0,11	0,02	3,57	5,36
COD	0,83	0,16	7,51	11,27
Λίποι	4,11	0,79		
N			0,65	0,97
P	0,0102	0,0020	0,32	0,49
Πτητικά λιπαρά οξέα	0,0084	0,0016	4,83	7,25

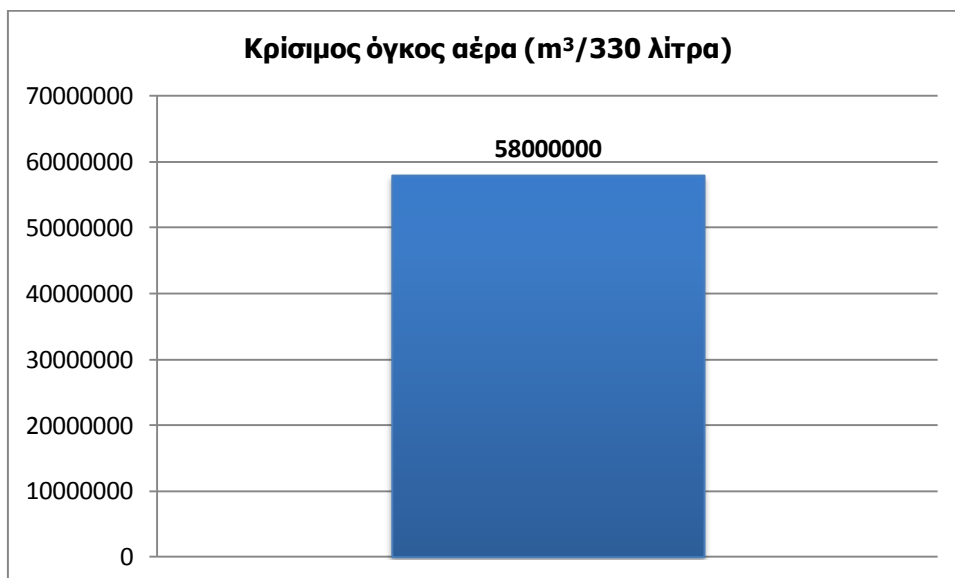
4.7.5 Ανάλυση επιπτώσεων

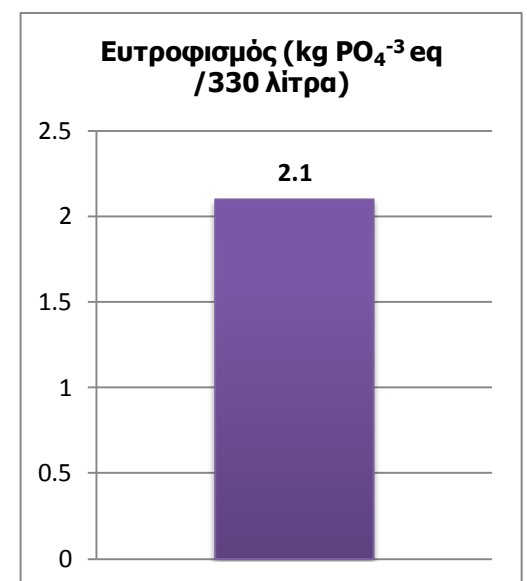
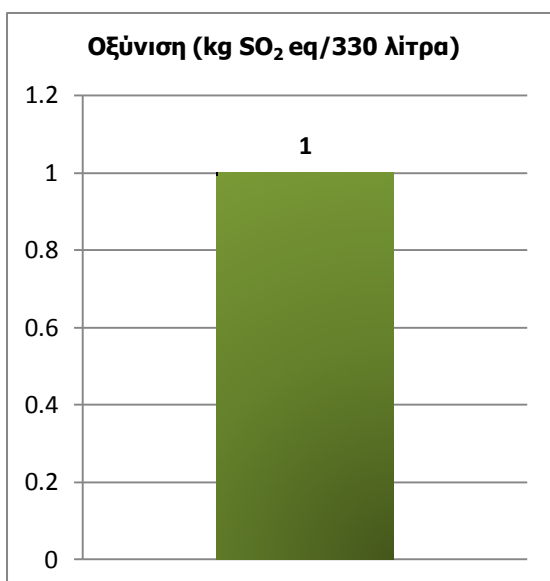
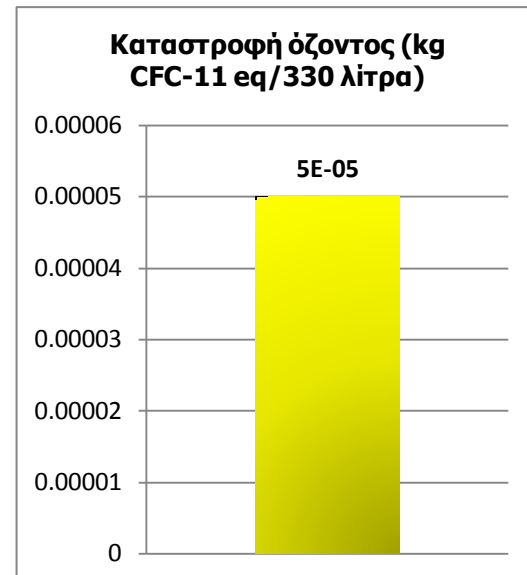
Η επιλογή των κατηγοριών επιπτώσεων, των δεικτών και των μοντέλων βασίστηκε στις οδηγίες και στις απαιτήσεις, που υποδεικνύει το ISO 14042 και είναι ίδιες με το κεφάλαιο 3, ώστε να μπορέσει να γίνει μία ακριβής σύγκριση. Μέσα από τις κατηγορίες επιπτώσεων, τα μοντέλα και τους δείκτες, μπορούν να εντοπισθούν τα περιβαλλοντικά θέματα, τα οποία σχετίζονται με το υπό μελέτη παραγωγικό σύστημα, λαμβάνοντας πάντα υπόψη ποιος είναι ο σκοπός και το αντικείμενο μελέτης.

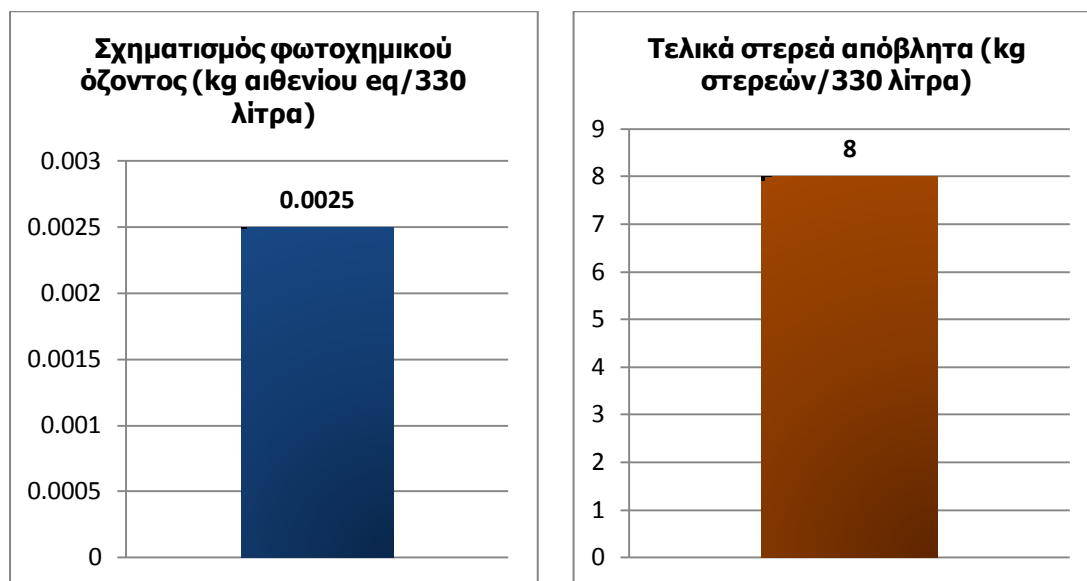
Αναλυτικότερα οι κατηγορίες αφορούν την οικολογική ισορροπία και την ανθρώπινη υγεία:

- Ανθρώπινη τοξικότητα
- Φαινόμενο του θερμοκηπίου
- Καταστροφή του όζοντος
- Οξύνιση
- Ευτροφισμός
- Δημιουργία φωτοχημικού όζοντος
- Τελικά στερεά απόβλητα

Η ανάλυση των κατηγοριών περιβαλλοντικών επιπτώσεων, καθώς και ο τρόπος υπολογισμού τους έλαβε χώρα στο κεφάλαιο 3. Κρίνεται ότι δεν είναι αναγκαίο να αναφερθούν ξανά. Στο διάγραμμα 4.13 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης επιπτώσεων (Costa and Mata, 2001).







Διάγραμμα 4.13. Αποτελέσματα της ανάλυσης επιπτώσεων της κατασκευής επιστρεφόμενων μπουκαλιών με 50% επαναχρησιμοποίηση (Costa and Mata, 2001).

4.7.6 Ανάλυση βελτιώσεων

– Σύγκριση

Παρατηρούμε από την μελέτη ανάλυσης κύκλου ζωής των μη-επιστρεφόμενων φιαλών και την μελέτη ανάλυσης κύκλου ζωής των επιστρεφόμενων φιαλών με 50% επαναχρησιμοποίηση ότι η συνεισφορά των επιστρεφόμενων φιαλών στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, στην οξύνιση, στον σχηματισμό του φωτοχημικού όζοντος, στο κρίσιμο όγκο και αέρα, στην ανθρώπινη τοξικότητα, την ενέργεια και την κατανάλωση πρώτων υλών είναι σημαντικά μικρότερη σε σχέση με την συνεισφορά στις ίδιες περιβαλλοντικές κατηγορίες επιπτώσεων. Το ίδιο ισχύει και για τις κατηγορίες του ευτροφισμού, των βοηθητικών υλικών, των τελικών στερεών αποβλήτων και στην καταστροφή του όζοντος. Υπάρχει σημαντικό κέρδος, το οποίο φαίνεται ποσοτικά στον πίνακα 4.9.

Πίνακας 4.9. Συγκεντρωτικά η μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων για κάθε κατηγορία περιβαλλοντικών επιπτώσεων (Costa and Mata, 2001).

Κατηγορία περιβαλλοντικής επίπτωσης	Κρίσιμος όγκος αέρα	Κρίσιμος όγκος νερού	Φαινόμενο του θερμοκηπίου	Ανθρώπινη τοξικότητα	Οξύνιση	Καταστροφή ή όζοντος	Ευτροφισμός	Σχηματισμός φωτοχημικού όζοντος	Τελικά στερεά απόβλητα
Μείωση της περιβαλλοντικής επίπτωσης	52000000	9000000	32	1.8	0.9	0.00006	1.5	0.0018	5
Μονάδα Μέτρησης	m ³ /330 λίτρα	dm ³ /330 λίτρα	kg CO ₂ eq/330 λίτρα	kg βάρους σώματος eq	kg SO ₂ eq	Kg CFC-11 eq/330 λίτρα	kg PO ₄ ⁻³ eq/330 λίτρα	Kg αιθενίου eq/330 λίτρα	Kg στερεών/30 λίτρα

– Συμπεράσματα και συστάσεις

Μέσα από τα ευρήματα αυτής της μελέτης μπορούν να προκύψουν συμπεράσματα σημαντικά για την λήψη αποφάσεων:

- Στα κομμάτια της ζυθοποιίας, που αφορούν την συσκευασία της μπίρας, τις διαδικασίες, που αφορούν την κατασκευή φιαλών και τον καθαρισμό των κιβώτιων, η διαδικασία της παστερίωσης, ο καθαρισμός του εξοπλισμού, ο καθαρισμός των πατωμάτων, ο καθαρισμός των φιαλών, ο καθαρισμός των αντλιών απαιτούν μεγάλη κατανάλωση νερού και ενέργειας.
- Τα λύματα, τα οποία παράγονται από την παραγωγική διαδικασία πρέπει να διαχειρίζονται με διαδικασίες είτε αναερόβιες, είτε αερόβιες. Από την αερόβια διαχείριση των λυμάτων δημιουργείται ένα είδος λάσπης, το οποίο στη συνέχεια θα πρέπει να αφυδατωθεί. Εφόσον η λάσπη αυτή αφυδατωθεί μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε γεωργικές χρήσεις, εφόσον υπάρχουν οι κατάλληλες προϋποθέσεις, όπως τα χαρακτηριστικά του εδάφους.
- Μεγάλες ποσότητες από στερεά απόβλητα παράγονται κατά την διαδικασία της πακετοποίησης, κατά την οποία χρησιμοποιείται χαρτί, πλαστικό και μέταλλα.

- Τα επαναχρησιμοποιούμενα μπουκάλια μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν για ένα πολύ μεγάλο διάστημα χρόνου από την γραμμή παραγωγής μιας βιομηχανίας ζυθοποιίας. Αυτός είναι ένας από τους λόγους, εξαιτίας του οποίου οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις των επιστρεφόμενων μπουκαλιών είναι σημαντικά μικρότερες.
- Λαμβάνοντας σαν δεδομένο ότι το 50% των επιστρεφόμενων φιαλών, ξαναχρησιμοποιείται, παρατηρείται ότι η συνεισφορά των επιστρεφόμενων σε όλες τις κατηγορίες περιβαλλοντικών επιπτώσεων είναι κατά πολύ μικρότερη σε σχέση με αυτή των μη-επιστρεφόμενων.
- Μέσα από την μελέτη προκύπτει ότι ο ευτροφισμός και τα τελικά στερεά απόβλητα είναι οι πιο σημαντικές κατηγορίες περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Ο κρίσιμος όγκος αέρα και νερού, η ανθρώπινη τοξικότητα, το φαινόμενο θερμοκηπίου, η οξύνιση δεν είναι τόσο σημαντικές κατηγορίες περιβαλλοντικών επιπτώσεων και η λιγότερο σημαντική είναι η κατηγορία της καταστροφής του όζοντος.
- Σε μία τελική απόφαση για την επιλογή ανάμεσα στις επιστρεφόμενες και μη-επιστρεφόμενες φιάλες δεν θα πρέπει να παίζει καθοριστικό ρόλο μόνο το κατά πόσο βλάπεται το περιβάλλον, αλλά θα πρέπει να παίξουν και άλλοι παράγοντες ρόλο, όπως οικονομικοί, τεχνολογικοί και κοινωνικοί (Costa and Mata, 2001).

Κεφάλαιο 5: Χρηματοοικονομική ανάλυση

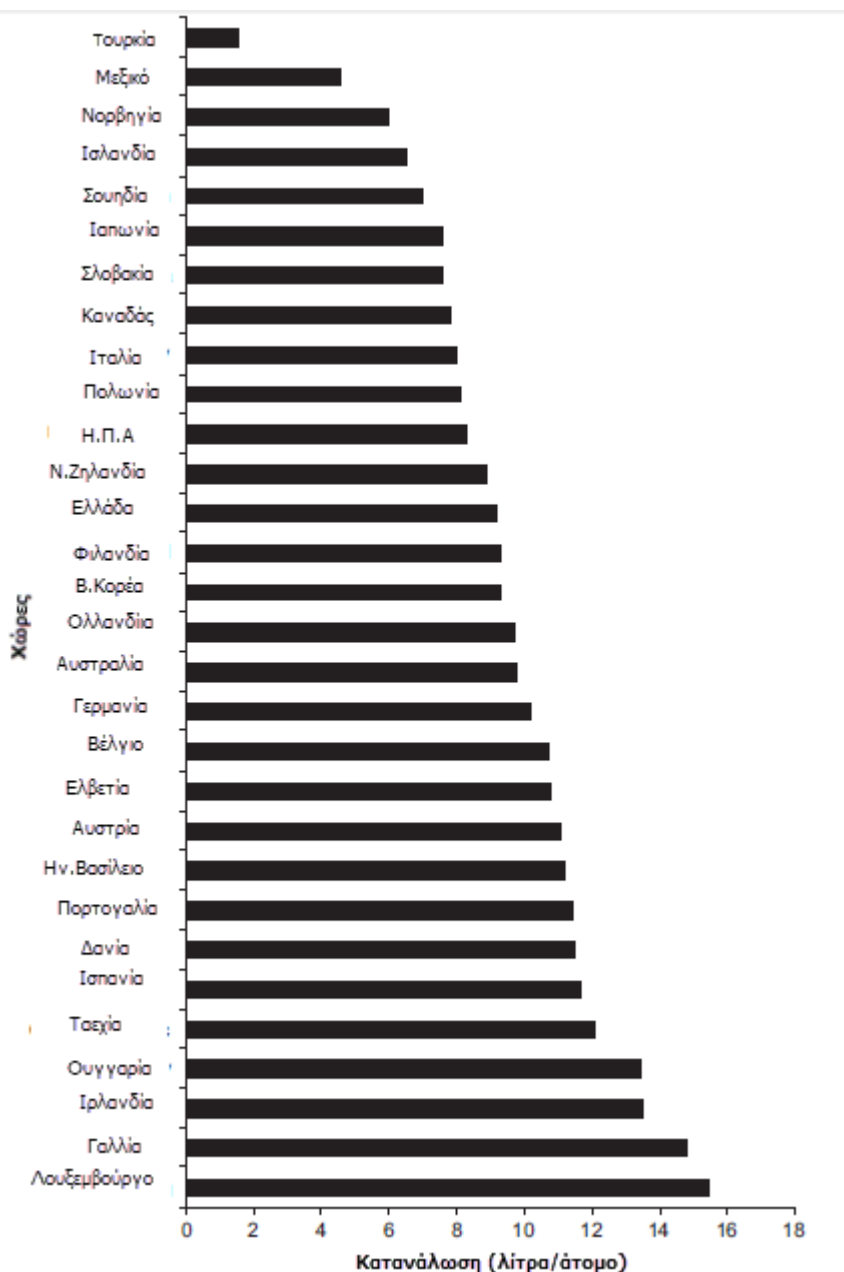
5.1 Εισαγωγή

Τα τελευταία χρόνια έχει παρουσιαστεί ένα έντονο ενδιαφέρον για τις δραστηριότητες των επιχειρήσεων και την επίπτωση, που έχουν στο περιβάλλον και για το λόγο αυτό κρίνεται επιτακτική η ανάγκη να δημιουργηθούν λογιστικά συστήματα, τα οποία να μπορούν με ακρίβεια να αξιολογήσουν και να υπολογίσουν το οικονομικό κόστος αυτών των περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Όταν αυτό καταστεί δυνατό, τότε θα γίνει πιο εύκολο οι επιχειρήσεις να οδηγηθούν σε συμπεράσματα όσον αφορά την εξοικονόμηση κόστους και κάποιες γενικότερες συστάσεις, οι οποίες μπορούν να λειτουργήσουν προς όφελος της εκάστοτε επιχείρησης ή οργανισμού. Οι λογιστές και διευθυντές οικονομικών έχουν ένα άμεσο ενδιαφέρον για τον έλεγχο και την μείωση του περιβαλλοντικού κόστους. Προβλήματα προκύπτουν, επειδή συχνά το κόστος είναι κρυμμένο σε εγγραφές, που καταγράφουν έξοδα εργασίας, τα οποία δεν μπορούν να συσχετιστούν ξεκάθαρα με κάποια συγκεκριμένη δουλειά, ή έργο (Fakoya and Van der Poll, 2013).

Στη βιομηχανία τροφίμων, ο κλάδος της ζυθοποιίας κατέχει μια στρατηγική θέση, από οικονομικής άποψης, με ετήσια παγκόσμια παραγωγή, που ξεπερνά τα 1,34 δισεκατομμύρια εκατόλιτρα το 2002. Η μπίρα κατέχει την πέμπτη θέση παγκοσμίως στη κατανάλωση αναψυκτικών, με το τσάι να καταλαμβάνει την τέταρτη, τα ανθρακούχα αναψυκτικά την τρίτη, το γάλα την δεύτερη και τον καφέ την πρώτη. Επίσης είναι ένα πολύ δημοφιλές ποτό και η κατανάλωση του ανέρχεται στα 9,6 λίτρα/άνθρωπο στις ηλικίες άνω των 15 ετών. Η κατανάλωση αλκοόλ ανά άτομο φαίνεται στο διάγραμμα 5.1 (Olagire, 2012).

Θα ακολουθήσει μία χρηματοοικονομική ανάλυση, η οποία θα αφορά ένα εργοστάσιο ζυθοποιίας μεσαίου μεγέθους, ώστε να εντοπιστεί το οικονομικό κόστος των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, αλλά ακόμα περισσότερο να εντοπιστεί το οικονομικό όφελος από τον περιορισμό των περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Επίσης θα εξετασθεί κατά πόσο ωφέλησαν οι προτάσεις ανασχεδιασμού, που αναλύθηκαν εκτενώς στο κεφάλαιο 4 και αν τελικά πέρα από την ποιοτική και περιβαλλοντική βελτίωση της παραγωγικής γραμμής, υπήρξε και οικονομική πρόοδος της ζυθοποιίας.

Η χρηματοοικονομική ανάλυση θα ακολουθήσει το πρότυπο επιχειρηματικού σχεδίου, χωρίς όμως να πραγματοποιηθεί εξολοκλήρου ένα επιχειρηματικό σχέδιο.



Διάγραμμα 5.1. Κατανάλωση αλκοόλ ανά άτομο ηλικίας άνω των 15 ετών και ανά χώρα (Olagire, 2012).

Η οικονομική ανάπτυξη μια επιχείρησης και συγκεκριμένα του εργοστασίου ζυθοποιίας επιτυγχάνεται μέσω των αυξημένων εσόδων, των αυξημένων ταμειακών διαθέσιμων και να ικανοποιεί όλους τους ενδιαφερόμενους προς την επιχείρηση

(stakeholders). Ο στόχος αυτός επιτυγχάνεται μόνο μέσα από την υπομονή και από την σταδιακή και αργή ανάπτυξη.

5.2 Παραδοχές

Η χρηματοοικονομική ανάλυση εξαρτάται από κάποιες σημαντικές παραδοχές, οι οποίες φαίνονται στον πίνακα 5.1 σε ετήσια βάση. Το επιτόκιο δανεισμού, ο φόρος εισοδήματος, καθώς και τα έξοδα που αφορούν το προσωπικό, έχουν στηριχθεί σε συντηρητικές παραδοχές.

Οι πιο σημαντικές παραδοχές, που γίνονται στην μελέτη αυτή είναι:

- Η οικονομία είναι ισχυρή, χωρίς να προβλέπεται στο μέλλον κάποια ύφεση
- Δεν προβλέπονται απρόσμενες αλλαγές στην οικονομική πολιτική, που θα μετατρέψουν το προϊόν σε απαρχαιωμένο (<http://www.bplans.com>).

Πίνακας 5.1. Γενικές παραδοχές για την πραγματοποίηση της χρηματοοικονομικής ανάλυσης (<http://www.bplans.com>).

Γενικές υποθέσεις

	Έτος 1	Έτος 2	Έτος 3
Πλάνο μήνα	1	2	3
Τρέχων επιτόκιο δανεισμού	10,00%	10,00%	10,00%
Μακροχρόνιο επιτόκιο δανεισμού	10,00%	10,00%	10,00%
Φόρος εισοδήματος	25,42%	25%	25,42%

5.3 Ανάλυση νεκρού σημείου

Η ανάλυση νεκρού σημείου θα στηριχτεί στα τρέχοντα κόστη. Τα τρέχοντα κόστη είναι τα κόστη, που πρέπει να καλύπτει μία επιχείρηση ώστε να συνεχίσει να λειτουργεί. Τα κόστη αυτά αφορούν μισθούς και ημερομίσθια, ενοίκια, κατανάλωση νερού και ηλεκτρισμού, τα οποία όπως αναφέρθηκε στο κεφάλαιο 4, μετά τις προτάσεις ανασχεδιασμού είναι χαμηλότερα και τέλος ασφάλιστρα. Πολλά δηλαδή από τα σταθερά κόστη θα συμπεριληφθούν στην κατηγορία τρέχοντα κόστη. Θα πρέπει να διασφαλιστεί ότι οι πωλήσεις θα βρίσκονται πάνω από το νεκρό σημείο και μάλιστα αρκετά πάνω.

Τα σταθερά κόστη μετά την πρόταση ανασχεδιασμού του κεφαλαίου 4 και για την αρχή υπολογίζονται στα 41.040\$ για κάθε μήνα το λιγότερο. Για να καλυφθούν τα έξοδα αυτά θα πρέπει να υπάρχουν έσοδα 93.000\$. Δεν αναμένεται να φτάσει το εργοστάσιο το νεκρό σημείο, παρά μόνο μετά από κάποιους μήνες λειτουργίας του.

Πίνακας 5.2 Ανάλυση νεκρού σημείου (<http://www.bplans.com>).

Ανάλυση νεκρού σημείου

Μηνιαίο κέρδος (νεκρό σημείο)	93.273\$
Υποθέσεις:	
Μέσο μεταβλητό κόστος (ποσοστό %)	56%
Εκτιμώμενο μηνιαίο σταθερό κόστος	41.040\$



Διάγραμμα 5.2. Ανάλυση νεκρού σημείου (<http://www.bplans.com>).

5.4 Προβλέψεις αποτελεσμάτων χρήσεως

Οι προβλέψεις, που αφορούν το κέρδος και τη ζημία φαίνονται στον πίνακα 5.3, με τις πωλήσεις να αυξάνονται και το πρώτο χρόνο να ξεπερνούν το 1.466.000\$, το δεύτερο χρόνο να ξεπερνούν το 1.612.000\$ και το τρίτο χρόνο να φτάνουν το 1.806.000. Τα κέρδη υπολογίζονται περίπου στις 152.000\$ προ φόρων μόλις τον πρώτο χρόνο κατά την διάρκεια της υιοθέτησης των καινούργιων τακτικών. Θα υπάρξει ένα περιθώριο κέρδους περίπου 7%, το οποίο μπορεί να μη μοιάζει τόσο εντυπωσιακό, αλλά για τον πρώτο καιρό υιοθέτησης των καινούργιων τακτικών είναι αρκετά καλό (<http://www.bplans.com>).

Πίνακας 5.3. Κατάσταση αποτελεσμάτων χρήσεως (<http://www.bplans.com>).

Κατάσταση αποτελεσμάτων χρήσεως

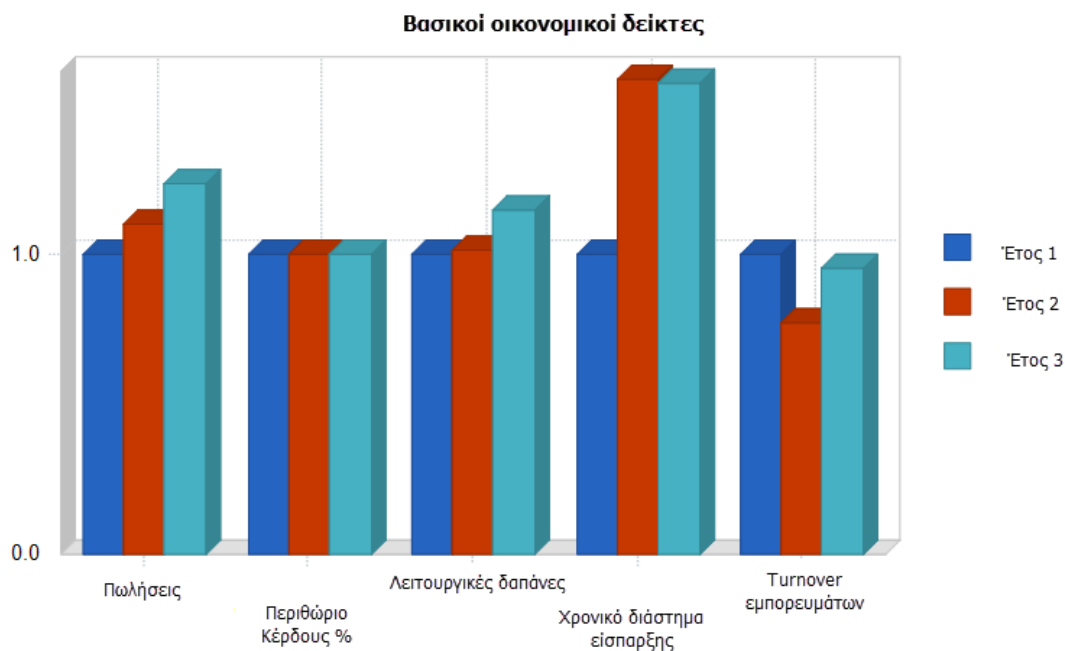
	Έτος 1	Έτος 2	Έτος 3
Πωλήσεις	1.466.026\$	1.612.629\$	1.806.144\$
Άμεσο κόστος πωληθέντων	820.975\$	903.072\$	1.011.441\$
Άλλα	0\$	0\$	0\$
Συνολικό κόστος πωληθέντων	820.975\$	903.072\$	1.011.441\$
Μικτό περιθώριο κέρδους	645.051\$	709.557\$	794.703\$
Μικτό περιθώριο κέρδους %	44,00%	44,00%	44,00%
Έξοδα			
Μισθολόγιο	331.200\$	331.200\$	383.000\$
Πωλήσεις και Marketing και λοιπά έξοδα	54.000\$	56.700\$	59.535\$
Απόσβεση	10.200\$	10.200\$	10.200\$
Μισθωμένος εξοπλισμός	2.400\$	2.520\$	2.646\$
Χρησιμότητες	4.800\$	5.040\$	5.292\$
Ασφάλιση	4.200\$	4.410\$	4.631\$
Ενοίκιο	36.000\$	37.800\$	39.690\$
Οι φόροι μισθωτών υπηρεσιών	49.680\$	49.680\$	57.450\$
Άλλα	0\$	0\$	0\$
Γ.Β.Ε	492.480\$	497.550\$	562.444\$
Κέρδη προ τόκων και φόρων	152.571\$	212.007\$	232.260\$
ΕΒΙΤΔΑ	162.771\$	222.207\$	242.460\$

Κατάσταση αποτελεσμάτων χρήσεως			
	Έτος 1	Έτος 2	Έτος 3
Τόκοι	2.000\$	1.000\$	0\$
Φόροι που προκύπτουν	37.020\$	52.752\$	59.033\$
Καθαρά κέρδη	113.552\$	158.255\$	173.227\$
Καθαρά κέρδη/πωλήσεις	7,75%	9,81%	9.59%

5.5 Βασικοί οικονομικοί δείκτες

Το διάγραμμα 5.3 παρουσιάζει τους βασικούς οικονομικούς δείκτες για τα πρώτα τρία χρόνια. Προβλέπεται σημαντική αύξηση στις πωλήσεις και στις λειτουργικές δαπάνες, αλλά και μία αδυναμία στο να πληρώσουν οι πελάτες της επιχείρησης τις υποχρεώσεις τους, κατά την περίοδο εφαρμογής των προτάσεων ανασχεδιασμού από την επιχείρηση.

Εδώ θα πρέπει να αναφερθεί ότι το χρονικό διάστημα είσπραξης της επιχείρησης από τους πελάτες είναι πολύ σημαντικό. Δεν θα πρέπει το χρονικό αυτό διάστημα να ξεπερνά τις 30 μέρες. Δηλαδή θα πρέπει οι πελάτες να πληρώσουν τις υποχρεώσεις τους μέσα σε διάστημα 30 ημερών. Αν δεν συμβαίνει αυτό τότε μπορεί να υπάρξει πρόβλημα ρευστότητας, γιατί και η επιχείρηση από την μεριά της έχει υποχρεώσεις, που πρέπει να ανταποκριθεί. Πρέπει όμως να αναγνωριστεί ότι ο παράγοντας αυτός είναι δύσκολο να ελεγχθεί, γιατί σχεδόν πάντα η σχέση επιχείρησης με πελάτες δεν είναι ομαλή.



Διάγραμμα 5.3. Βασικοί οικονομικοί δείκτες (<http://www.bplans.com>).

5.6 Πρόβλεψη εξόδων

Τα αρχικά έξοδα για marketing είναι σχετικά υψηλά τον πρώτο καιρό, γιατί η επιχείρηση προσπαθεί να κάνει γνωστό στην αγορά τον νέο φιλικό προς το περιβάλλον χαρακτήρα της, αλλά και την ποιοτική βελτίωση του προϊόντος. Τα έξοδα αυτά προκύπτουν από έξοδα διαφήμισης ή από λειτουργικά έξοδα (σε αυτά συμπεριλαμβάνονται ακόμη και τα δείπνα, αλλά και τα γεύματα με όλα τα ενδιαφερόμενα μέρη). Καθώς το μερίδιο αγοράς της επιχείρησης αυξάνεται και το κεφάλαιο της διασφαλίζεται, τότε στη επιχείρηση αναπτύσσονται νέα προγράμματα marketing, τα οποία θα καθιερώσουν την επιχείρηση στην αγορά. Τα προγράμματα αυτά θα φέρουν τα πρώτα κέρδη, τα οποία στη συνέχεια μπορούν να επαναεπενδυθούν (<http://www.bplans.com>).

5.7 Προβλεπόμενες ταμειακές ροές

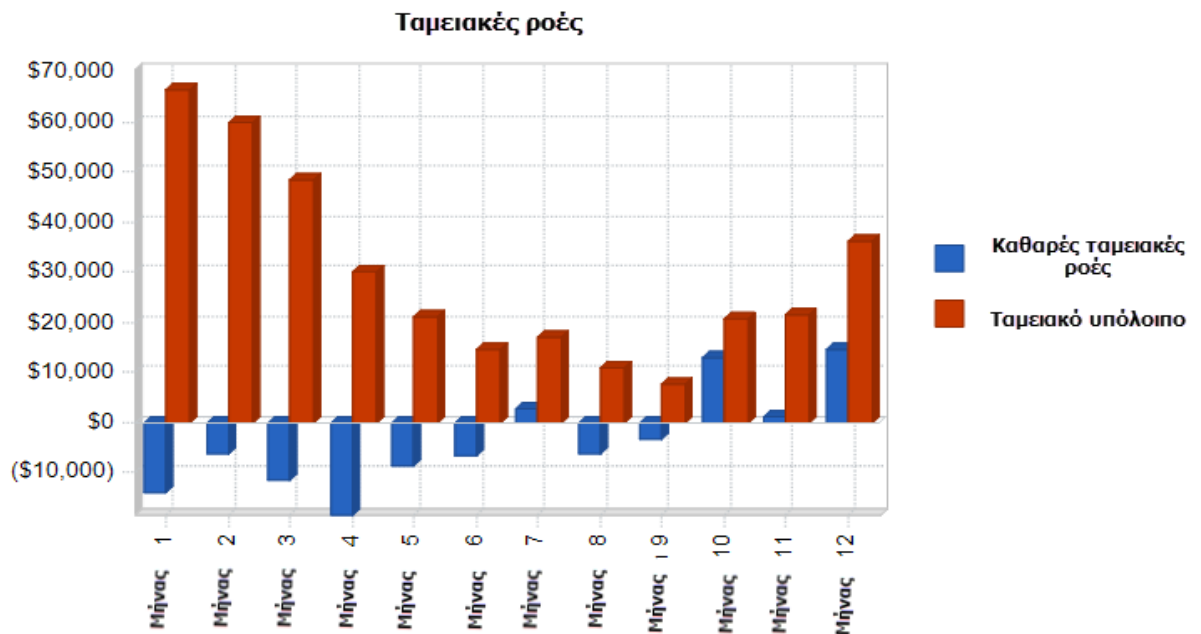
Πάντα οι προβλέψεις των ταμειακών ροών παίζουν σημαντικό ρόλο στο να φτάσει μία επιχείρηση στην επιτυχία.

Πίνακας 5.4. Ταμειακές ροές (<http://www.bplans.com>).

Ταμειακές Ροές

	Έτος 1	Έτος 2	Έτος 3
Έσοδα			
Έσοδα από λειτουργικές δραστηριότητες			
Έσοδα από πωλήσεις	366.507\$	403.157\$	451.536\$
Έσοδα από απαιτήσεις	821.689\$	1.181.688\$	1.317.934\$
Σύνολο εσόδων από λειτουργικές δραστηριότητες	1.188.195\$	1.584.846\$	1.769.470\$
Επιπλέον λαμβανόμενα έσοδα			
Έσοδα από επενδύσεις	77.000\$		
Σύνολο εσόδων	1.265.195\$	1.584.846\$	1.769.470\$
Δαπάνες			
Λειτουργικές δαπάνες			
Μετρητά που ξοδεύονται	331.200\$	331.200\$	383.000\$
Πληρωμές λογαριασμών	977.833\$	1.138.456\$	1.238.371\$

	Ταμειακές ροές		
	Έτος 1	Έτος 2	Έτος 3
Μερικό σύνολο δαπανών	1.309.033\$	1.469.656\$	1.621.371\$
Επιπλέον μετρητά που δαπανώνται			
Κύρια αποπληρωμή τρέχοντος δανείου		20.000\$	
Σύνολο δαπανών	1.309.033\$	1.489.656\$	1.621.371\$
Καθαρές ταμειακές ροές	(43.838)\$	95.190\$	148.099\$
Υπόλοιπο ταμειακών ροών	36.162\$	131.351\$	279.450\$



Διάγραμμα 5.4. Ταμειακές ροές (<http://www.bplans.com>).

5.8 Προβλεπόμενοι ισολογισμοί τέλους

Ο ισολογισμός είναι η εικόνα της επιχείρησης και δείχνει την οικονομική της θέση και τις προοπτικές της για ανάπτυξη (<http://www.bplans.com>).

Πίνακας 5.5. Ισολογισμός της επιχείρησης (<http://www.bplans.com>).

Ισολογισμός

	Έτος 1	Έτος 2	Έτος 3
Ενεργητικό			
<u>Κυκλοφορούν</u> <u>ΕΝΕΡΓΗΤΙΚΟ</u>			
Ρευστό χρήμα	36.162\$	131.351\$	279.450\$
Πελάτες και Λοιπές Εμπορικές Απαιτήσεις	277.831\$	305.614\$	342.287\$
Απογραφή	123.414\$	91.060\$	103.841\$
Λοιπά στοιχεία κυκλοφορούντος ενεργητικού	0\$	0\$	0\$
Σύνολο κυκλοφορούντος ενεργητικού	437.407\$	528.025\$	725.579\$
<u>Μη-κυκλοφορούν</u> <u>ΕΝΕΡΓΗΤΙΚΟ</u>			
Πάγια στοιχεία ενεργητικού (κτίρια, οικόπεδα)	750.000\$	750.000\$	750.000\$
Συσσωρευμένες αποσβέσεις	10.200\$	20.400\$	30.600\$
Σύνολο πάγιου ενεργητικού	739.800\$	729.600\$	719.400\$

Ισολογισμός			
	Έτος 1	Έτος 2	Έτος 3
Σύνολο Ενεργητικού	1.177.207\$	1.257.625\$	1.444.979\$
Παθητικό			
Βραχυπρόθεσμες υποχρεώσεις			
Πληρωτέοι λογαριασμοί	6.600\$	8.818\$	2.045\$
Βραχυπρόθεσμα δάνεια	20.000\$	0\$	0\$
Λοιπές βραχυπρόθεσμες υποχρεώσεις	140.055\$	80.000\$	100.900\$
Σύνολο βραχυπρόθεσμων υποχρεώσεων	166.655\$	88.818\$	102.945\$
Μακροχρόνιες υποχρεώσεις	0\$	0\$	0\$
Ίδια κεφάλαια			
Μετοχικό κεφάλαιο	938.700\$	938.700\$	938.700\$
Κέρδη εις νέον	(41.700)\$	71.852\$	230.107\$
Αποθεματικό υπέρ το άρτιο	113.552\$	158.255\$	173.227\$
Σύνολο ιδίων κεφαλαίων	1.010.552\$	1.168.807\$	1.342.034\$
Σύνολο παθητικού	1.177.207\$	1.257.625\$	1.444.979\$
Καθαρή θέση	1.010.552\$	1.168.807\$	1.342.034\$

5.9 Σύνοψη-Ανάλυση χρηματοοικονομικών καταστάσεων

Στον πίνακα 5.6 περιλαμβάνονται δείκτες και η ανάλυση των χρηματοοικονομικών καταστάσεων.

Πίνακας 5.6. Δείκτες χρηματοοικονομικής κατάστασης (<http://www.bplans.com>).

Δείκτες

	Έτος 1	Έτος 2	Έτος 3
Γενική ρευστότητα	2,62	5,95	7,04
Ξένα/Ίδια κεφάλαια	0,16	0,06	0,07
Ρυθμός αύξησης πωλήσεων	-	10,00%	12,00%
Περιθώριο Μικτού κέρδους	44.00%	44.00%	44.00%
Περιθώριο Καθαρού κέρδους μετά φόρων	7.75%	9.81%	9.59%
Αποδοτικότητα ιδίων κεφαλαίων (ROE)	11.24%	13.54%	12.91%
Αποδοτικότητα ενεργητικού (ROA)	0,10	0,13	0,19
ROE/ROA	1,12	1,04	0.68
Ίδια κεφάλαια/Πάγιο Ενεργητικό	1,36	1,60	1,86

Αναλύοντας τον παραπάνω πίνακα προκύπτουν τα ακόλουθα συμπεράσματα:

- Έχοντας ως κριτήριο τον δείκτη γενικής ρευστότητας παρατηρείται ότι η επιχείρηση μετά την εφαρμογή των προτάσεων ανασχεδιασμού δεν παρουσιάζει κανένα πρόβλημα ρευστότητας, αλλά το ακριβώς αντίθετο. Αυτό είναι πολύ σημαντικό για την επιβίωση της επιχείρησης. Μία επιχείρηση πρέπει να παρουσιάζει υψηλή ρευστότητα, ώστε να εξυπηρετεί και εκείνη τις δικές της υποχρεώσεις.
- Από τον δείκτη ρυθμού αύξησης των πωλήσεων παρατηρείται ότι η επιχείρηση παρουσιάζει συνεχώς αυξανόμενες πωλήσεις. Κάτι τέτοιο σημαίνει ότι ο κόσμος εκτίμησε την προσπάθεια της επιχείρησης να βελτιώσει το προϊόν ποιοτικά, αλλά και να το κάνει φιλικά προσκείμενο στο περιβάλλον.
- Από τον δείκτη ξένα προς ίδια προκύπτει ότι η επιχείρηση δεν στηρίζεται σε ξένα κεφάλαια, αλλά σχεδόν εξολοκλήρου στηρίζεται σε δικά της κεφάλαια. Κάτι, το οποίο είναι εξαιρετικά θετικό.
- Από τους δείκτες μικτό περιθώριο κέρδους και καθαρό περιθώριο κέρδους, φαίνεται ότι η επιχείρηση αυξάνει τα κέρδη της χρόνο με το χρόνο. Γίνεται λοιπόν ξεκάθαρη η ανοδική πορεία των χρηματοοικονομικών καταστάσεων της επιχείρησης.
- Ο δείκτης αποδοτικότητα των ιδίων κεφαλαίων, αλλά και ο δείκτης αποδοτικότητας του ενεργητικού δείχνει ότι όντως οι προτάσεις ανασχεδιασμού, δεν θα βελτιώσουν το προϊόν μόνο ποιοτικά και περιβαλλοντικά, αλλά αποτελούν και οικονομικά αποδοτικές προτάσεις.
- Ο δείκτης ROE/ROA προκύπτει μικρότερος του 1, που σημαίνει ότι η χρηματοοικονομική μόχλευση δεν συμφέρει.

Κεφάλαιο 6: Συμπεράσματα

6.1 Συμπεράσματα σχετικά με την ανάλυση κύκλου ζωής

Τα συμπεράσματα, που αφορούν την ανάλυση κύκλου ζωής είναι τα ακόλουθα:

1. Η ανάλυση κύκλου ζωής (LCA) είναι το πιο επιτυχημένο εργαλείο για την αποτίμηση και αξιολόγηση των περιβαλλοντικών παραμέτρων και επιπτώσεων κατά την σχεδίαση ενός προϊόντος ή μιας υπηρεσίας.
2. Είναι ένα αποδεκτό εργαλείο, το οποίο εφαρμόζεται ολιστικά, συστηματικά και πολύπλευρα για την ποσοτικοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων σε ολόκληρη την διάρκεια κύκλου ζωής ενός προϊόντος ή μιας υπηρεσίας.

6.2 Συμπεράσματα σχετικά με το περιβάλλον και την ποιότητα

Τα συμπεράσματα, που αφορούν το περιβάλλον και την ποιότητα είναι τα ακόλουθα:

1. Οι βιομηχανίες θα πρέπει να ενσωματώσουν τα περιβαλλοντικά θέματα στις στρατηγικές τους όχι μόνο για να διατηρήσουν την ανταγωνιστικότητά τους, αλλά και για να αποφύγουν τον παραγκωνισμό τους και τέλος την απομάκρυνσή τους από την αγορά.
2. Τα συστήματα διαχείρισης με βάση την ποιότητα και το περιβάλλον και ο συνδυασμός αυτών των δύο διαφορετικών συστημάτων διαχείρισης αποτελούν τους θεμελιώδεις πυλώνες για την εφαρμογή ενός ολοκληρωμένου συστήματος διαχείρισης.
3. Πολύ συχνά οι επιχειρήσεις πέφτουν στην παγίδα του να σχεδιάζουν συστήματα σύμφωνα με κάποιους εξωτερικούς κανονισμούς. Αυτό, που θα έπρεπε να κάνουν είναι να ενσωματώνουν τις περιβαλλοντικές τους ευθύνες στις ήδη υπάρχουσες λειτουργίες της εταιρίας και να αποφεύγουν την σύγχυση και την επανάληψη.

4. Το περιβάλλον και η ποιότητα έχουν πολλά κοινά σημεία, όπως:

- Ικανοποίηση του πελάτη
- Παρεμπόδιση
- Συνεργασία με τους προμηθευτές
- Επιθεωρήσεις

6.3 Συμπεράσματα σχετικά με την εφαρμογή της ανάλυσης κύκλου ζωής

Τα συμπεράσματα, που αφορούν την εφαρμογή της ανάλυσης κύκλου ζωής είναι τα ακόλουθα:

1. Υπάρχουν μεγάλες δυσκολίες στην διεξαγωγή μελετών του κύκλου ζωής των προϊόντων διατροφής. Τα σημαντικότερα προβλήματα για την εκπόνηση μιας μελέτης κύκλου ζωής είναι η έλλειψη, των διαθέσιμων στο ευρύ κοινό, δεδομένων και η άντληση πληροφοριών από πολλούς επιστημονικούς κλάδους.
2. Η βιομηχανία παραγωγής τροφίμων και ποτών απαιτεί μεγάλες εισροές από πόρους και προκαλεί αυξημένες περιβαλλοντικές επιπτώσεις στο περιβάλλον.

6.4 Συμπεράσματα σχετικά με τον ανασχεδιασμό της ανάλυσης κύκλου ζωής

6.4.1 Συμπεράσματα σχετικά με τον ανασχεδιασμό της ανάλυσης κύκλου ζωής της αγροτικής παραγωγής των δημητριακών

Αρχικά θα αναφερθούν τα συμπεράσματα, που προκύπτουν όσον αφορά τα αίτια των περιβαλλοντικών επιπτώσεων:

1. Ο περιορισμός των πόρων ενέργειας, ο οποίος είναι μία κατηγορία περιβαλλοντικής επίπτωσης, οφείλεται στη χρήση υπερβολικής κατανάλωσης ενέργειας για την παραγωγή των υλικών συσκευασίας.

2. Το φαινόμενο του θερμοκηπίου, που και αυτό αποτελεί μία κατηγορία περιβαλλοντικής επίπτωσης, οφείλεται επίσης στην υπερβολική κατανάλωση ενέργειας για τη παραγωγή των υλικών συσκευασίας. Ακόμη οφείλεται στην υπερβολική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας κατά το στάδιο της αποθήκευσης και επεξεργασίας.
3. Η ανθρώπινη τοξικότητα οφείλεται στη παραγωγή ρύπων από βαριά μέταλλα και ανόργανα αέρια κατά την διαδικασία της συσκευασίας.
4. Η τοπική οικο-τοξικότητα οφείλεται στα ζιζανιοκτόνα, που χρησιμοποιούνται κατά την παραγωγή της σοδειάς.
5. Ο ευτροφισμός οφείλεται στην χρήση λιπασμάτων κατά την παραγωγή της σοδειάς, που στηρίζονται στο νάτριο και στο φώσφορο.

Τα συμπεράσματα, που προκύπτουν σχετικά με τις πολιτικές παρεμπόδισης:

1. Για τον περιορισμό της επίπτωσης των πόρων ενέργειας θα πρέπει να:
 - Μειωθεί η κατανάλωση της ηλεκτρικής ενέργειας για την παραγωγή υλικών συσκευασίας.
 - Υπάρξουν εναλλακτικά συστήματα συσκευασίας.
 - Να υπάρξει βελτίωση των οικολογικών υλικών συσκευασίας και της ανακυκλωσιμότητάς τους.
2. Για τον περιορισμό του φαινομένου του θερμοκηπίου θα πρέπει να:
 - Μειωθεί η κατανάλωση της ηλεκτρικής ενέργειας για την παραγωγή υλικών συσκευασίας.
 - Υπάρξουν εναλλακτικά συστήματα σχεδιασμού συσκευασίας
 - Να υπάρξει βελτίωση των οικολογικών υλικών συσκευασίας και της ανακυκλωσιμότητάς τους.
 - Να υπάρξει χρήση φυσικού αερίου ή ηλεκτρισμού και θέρμανσης χαμηλού ποσοστού σε άνθρακα.
 - Επαναχρησιμοποίηση και διαχείριση της θέρμανσης και των αερίων, που παράγονται.
3. Για τον περιορισμό της ανθρώπινης τοξικότητας θα πρέπει να υπάρξει:
 - Μείωση της ενέργειας για την χρήση υλικών συσκευασίας.
 - Συστήματα συσκευασίας αειφόρου σχεδιασμού.
4. Για τον περιορισμό της τοπικής οικο-τοξικότητας θα πρέπει να υπάρξει:
 - Αποφυγή εκτεταμένης χρήσης ψεκαστικών.

- Μείωση της χρήσης χημικών πάνω στη σοδειά, και ενσωμάτωση πρακτικών ακριβείας.
 - Χρήση ζιζανιοκτόνων με χαμηλότερα επίπεδα τοξικότητας.
5. Για τον περιορισμό του ευτροφισμού θα πρέπει να υπάρξει:
- Προώθηση πρακτικών για καλύτερη διατροφική διαχείριση σε συνεργασία με τους προμηθευτές λιπασμάτων.
 - Έρευνα ευτροφισμού.

Τα συμπεράσματα, που προκύπτουν σχετικά με την πολιτική λήψης μέτρων:

1. Για την πρόληψη όσον αφορά την πρόληψη σχετικά με τον περιορισμό των πόρων ενέργειας θα πρέπει να υπάρξει προώθηση συστημάτων συσκευασίας με χαμηλή κατανάλωση ενέργειας.
2. Για την πρόληψη όσον αφορά με την πρόληψη του φαινομένου του θερμοκηπίου θα πρέπει να υπάρξει:
 - Προώθηση συστημάτων συσκευασίας με χαμηλή κατανάλωση ενέργειας.
 - Παρουσίαση και προώθηση χαμηλών σε άνθρακα συστημάτων παραγωγής ενέργειας μέσω πιλοτικών project.
3. Για την πρόληψη όσον αφορά την ανθρώπινη τοξικότητα θα πρέπει να υπάρξει προώθηση αειφόρων συστημάτων σχεδιασμού και χρήσης συσκευασίας.
4. Για την πρόληψη όσον αφορά τοπική οικο-τοξικότητα θα πρέπει να υπάρξει:
 - Προώθηση συνεχούς παρακολούθησης και αναφοράς των τοξικών επιπτώσεων.
 - Προώθηση πρακτικών σωστής διαχείρισης των ζιζανιοκτόνων.
 - Συνεχής έρευνα για νέες πρακτικές καλλιέργειας.
 - Ανάπτυξη ζιζανιοκτόνων χαμηλών σε τοξικότητα.
5. Για την πρόληψη όσον αφορά τον ευτροφισμό θα πρέπει να υπάρξει:
 - Προώθηση πρακτικών για καλύτερη διατροφική διαχείριση σε συνεργασία με τους προμηθευτές λιπασμάτων.
 - Έρευνα ευτροφισμού.

Γενικά συμπεράσματα:

1. Από ότι φάνηκε από το διάγραμμα 3.4 και τον πίνακα 3.7 του κεφαλαίου 3, μπορεί να λεχθεί με σιγουριά ότι η κατηγορία ή αλλιώς το υποσύστημα της αποθήκευσης και της επεξεργασίας συνεισφέρει σημαντικά στον περιορισμό

- των πόρων ενέργειας, στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, στην ατμοσφαιρική οξύνιση, και στην ανθρώπινη τοξικότητα.
2. Στο στάδιο της επεξεργασίας, το να βελτιωθεί η ενεργειακή επίδοση, η χρήση των πρώτων υλών και η ενεργειακή επίδοση του εξοπλισμού, θα βοηθήσει ώστε να μεταβληθεί και να βελτιωθεί η επίδοση της παραγωγικής διαδικασίας και της επεξεργασίας.
 3. Το να μειωθούν τα επίπεδα της ανθρώπινης τοξικότητας, το να υπάρχει μια «καθαρή» παραγωγική διαδικασία και να υπάρχει μια προσπάθεια για να επιτευχθούν οικολογικές επιδόσεις είναι απολύτως σημαντικό. Για να επιτευχθεί αυτό θα πρέπει να μειωθούν τα επίπεδα της σκόνης, η χρήση βαριών μετάλλων και εκπομπές ανόργανων αερίων κατά το υποσύστημα της επεξεργασίας και της αποθήκευσης.
 4. Το υποσύστημα προ-καλλιέργειας και καλλιέργειας συνεισφέρει περισσότερο από 90% στην τοπική οικο-τοξικότητα.
 5. Στο υποσύστημα προ-καλλιέργειας και καλλιέργειας συνεισφέρει στο ευτροφισμό με περισσότερο από 85% στην αλυσίδα παραγωγής των δημητριακών.

6.4.2 Συμπεράσματα σχετικά με τον ανασχεδιασμό της παραγωγής μπίρας

Τα συμπεράσματα, που αφορούν τον ανασχεδιασμό της παραγωγής μπίρας είναι:

1. Η μετατροπή από την συμβατική παραγωγή μπίρας στην παραγωγή μπίρας από 100% κριθάρι, με την βοήθεια του ενζύμου Novozymes A/S, βελτίωσε την παραγωγική διαδικασία ποιοτικά, αφού το στάδιο της βυνοποίησης καταργήθηκε.
2. Αντικαθιστώντας την συμβατική παραγωγή της μπίρας με την παραγωγή της μπίρας από 100% κριθάρι εξοικονομήθηκε ενέργεια και νερό, γιατί η διαδικασία της βυνοποίησης καταργήθηκε εντελώς.
3. Επίσης από την αντικατάσταση εξοικονομήθηκε η απαιτούμενη ποσότητα σε κριθάρι κατά 7%, σε όλο τον κύκλο ζωής της παραγωγής μπίρας (\cong 700g ανά λειτουργική μονάδα).
4. Τέλος από την αντικατάσταση εξοικονομήθηκε ενέργεια κατά την διαδικασία της πολτοποίησης και του βρασμού.

5. Με την αντικατάσταση όμως, από την άλλη μεριά χρειάστηκε μεγαλύτερη κατανάλωση ηλεκτρισμού κατά την διαδικασία της άλεσης, γιατί το κριθάρι, χωρίς την διαδικασία της βυνοποίησης είναι πιο σκληρό, με αποτέλεσμα να χρειάζεται περισσότερη κατανάλωση ενέργειας, άρα και ηλεκτρισμού, για να αλεστεί.
6. Από περιβαλλοντικής άποψης οι αέριοι ρύποι, που συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου μειώθηκαν κατά 1740 kg CO₂ eq, οι ρύποι, που συμβάλλουν στην οξύνιση μειώθηκαν κατά 3.3 kg SO₂ eq, οι ρύποι, που συμβάλλουν στον ευτροφισμό κατά 3.5 kg PO₄⁻³ eq, οι ρύποι, που συμβάλλουν στο σχηματισμό του φωτοχημικού όζοντος κατά 260 g C₂H₄ eq, οι ρύποι, που συμβάλλουν στην μείωση των ενεργειακών πόρων κατά 26 MJ και τέλος οι ρύποι που συμβάλλουν στην καταστροφή της χρήσης της γεωργική γης κατά 1390 m²• year.
7. Η αλλαγή από την συμβατική ζυθοποιία στην ζυθοποιία, που βασίζεται 100% στο κριθάρι, προκαλεί κάποιες αλλαγές στον ηλεκτρισμό, που απαιτείται για την άλεση, για την πολτοποίηση, για τον βρασμό και την μεταφορά του κριθαριού. Αυτές όμως οι αλλαγές είναι ήσσονος σημασίας.
8. Αν πολλές εταιρίες άλλαζαν την παραγωγική τους διαδικασία στην παραγωγική διαδικασία, που στηρίζεται 100% στο κριθάρι τα περιβαλλοντικά οφέλη θα ήταν σημαντικά.

Πίνακας 6.1. Συγκεντρωτικά η μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων για κάθε κατηγορία (KlØverpis et. al, 2009).

Κατηγορία περιβαλλοντικής επίπτωσης	Φαινόμενο του θερμοκηπίου	Οξύνιση	Ευτροφισμός	Σχηματισμός φωτοχημικού όζοντος	Ενεργειακοί πόροι	Γεωργική χρήση της γης
Μείωση της περιβαλλοντικής επίπτωσης	1740	3.3	3.5	260	26	1380
Μονάδα Μέτρησης	kg CO ₂ eq	kg SO ₂ eq	kg PO ₄ ⁻³ eq	g C ₂ H ₄ eq	MJ	m ² • year

6.4.3 Συμπεράσματα σχετικά με τον ανασχεδιασμό της παραγωγής μη-επιστρεφόμενων φιαλών

Τα συμπεράσματα, που αφορούν τον ανασχεδιασμό της παραγωγής μη επιστρεφόμενων φιαλών είναι:

1. Η αντικατάσταση των μη-επιστρεφόμενων φιαλών με επιστρεφόμενες φιάλες βελτίωσε ποιοτικά την γραμμή παραγωγής
2. Από περιβαλλοντικής άποψης, η συνεισφορά των επιστρεφόμενων φιαλών στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, στην οξύνιση, στον σχηματισμό του φωτοχημικού όζοντος, στο κρίσιμο όγκο και αέρα, στην ανθρώπινη τοξικότητα, την ενέργεια και την κατανάλωση πρώτων υλών είναι σημαντικά μικρότερη σε σχέση με την συνεισφορά στις ίδιες περιβαλλοντικές κατηγορίες επιπτώσεων.
3. Το ίδιο ισχύει και για τις κατηγορίες του ευτροφισμού, των βοηθητικών υλικών, των τελικών στερεών αποβλήτων και στην καταστροφή του όζοντος.
4. Στα κομμάτια της ζυθοποιίας, που αφορούν την συσκευασία της μπίρας, τις διαδικασίες, που αφορούν την κατασκευή φιαλών και τον καθαρισμό των κιβώτιων, η διαδικασία της παστερίωσης, ο καθαρισμός του εξοπλισμού, ο καθαρισμός των πατωμάτων, ο καθαρισμός των φιαλών, ο καθαρισμός των αντλιών απαιτούν μεγάλη κατανάλωση νερού και ενέργειας.
5. Τα λύματα, τα οποία παράγονται από την παραγωγική διαδικασία πρέπει να διαχειρίζονται με διαδικασίες είτε αναερόβιες, είτε αερόβιες. Από την αερόβια διαχείριση των λυμάτων δημιουργείται ένα είδος λάσπης, το οποίο στη συνέχεια θα πρέπει να αφυδατωθεί. Εφόσον η λάσπη αυτή αφυδατωθεί μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε γεωργικές χρήσεις, εφόσον υπάρχουν οι κατάλληλες προϋποθέσεις, όπως τα χαρακτηριστικά του εδάφους.
6. Μεγάλες ποσότητες από στερεά απόβλητα παράγονται κατά την διαδικασία της πακετοποίησης, κατά την οποία χρησιμοποιείται χαρτί, πλαστικό και μέταλλα.
7. Τα επαναχρησιμοποιούμενα μπουκάλια μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν για ένα μεγάλο διάστημα χρόνου από την γραμμή παραγωγής μιας βιομηχανίας ζυθοποιίας. Αυτός είναι ένας από τους λόγους, εξαιτίας του οποίου οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις των επιστρεφόμενων μπουκαλιών είναι σημαντικά μικρότερες.
8. Λαμβάνοντας σαν δεδομένο ότι το 50% των επιστρεφόμενων φιαλών, ξαναχρησιμοποιείται, παρατηρείται ότι η συνεισφορά των επιστρεφόμενων σε

- όλες τις κατηγορίες περιβαλλοντικών επιπτώσεων είναι κατά πολύ μικρότερη σε σχέση με αυτή των μη-επιστρεφόμενων.
9. Μέσα από την μελέτη προκύπτει ότι ο ευτροφισμός και τα τελικά στερεά απόβλητα είναι οι πιο σημαντικές κατηγορίες περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Ο κρίσιμος όγκος αέρα και νερού, η ανθρωπίνη τοξικότητα, το φαινόμενο θερμοκηπίου, η οξύνιση δεν είναι τόσο σημαντικές κατηγορίες περιβαλλοντικών επιπτώσεων και η λιγότερο σημαντική είναι η κατηγορία της καταστροφής του όζοντος.
 10. Σε μία τελική απόφαση για την επιλογή ανάμεσα στις επιστρεφόμενες και μη-επιστρεφόμενες φιάλες δεν θα πρέπει να παίξει καθοριστικό ρόλο μόνο το κατά πόσο βλάπτεται το περιβάλλον, αλλά θα πρέπει να παίξουν και άλλοι παράγοντες ρόλο, όπως οικονομικοί, τεχνολογικοί και κοινωνικοί (Costa and Mata, 2001).
 11. Γιατί να ανακυκλώσεις ενώ μπορείς να ξαναχρησιμοποιήσεις;

Πίνακας 6.2. Συγκεντρωτικά η μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων για κάθε κατηγορία περιβαλλοντικών επιπτώσεων (Costa and Mata, 2001).

Κατηγορία περιβαλλοντικής επίπτωσης	Κρίσιμος όγκος αέρα	Κρίσιμος όγκος νερού	Φαινόμενο του θερμοκηπίου	Ανθρωπίνη τοξικότητα	Οξύνιση	Καταστροφή ή όζοντος	Ευτροφισμός	Σχηματισμός φωτοχημικού όζοντος	Τελικά στερεά απόβλητα
Μείωση της περιβαλλοντικής επίπτωσης	52000000	9000000	32	1.8	0.9	0.00006	1.5	0.0018	5
Μονάδα Μέτρησης	m ³ /330 λίτρα	dm ³ /330 λίτρα	kg CO ₂ eq/330 λίτρα	kg βάρους σώματος eq	kg SO ₂ eq	Kg CFC-11 eq/330 λίτρα	kg PO ₄ ⁻³ eq/330 λίτρα	Kg αιθενίου eq/330 λίτρα	Kg στερεών/30 λίτρα

6.5 Συμπεράσματα σχετικά με την χρηματοοικονομική ανάλυση

Τα συμπεράσματα, που προκύπτουν σχετικά με την χρηματοοικονομική ανάλυση είναι τα ακόλουθα:

1. Οι προτάσεις ανασχεδιασμού δεν βελτιώνουν μόνο ποιοτικά και περιβαλλοντικά το προϊόν, αλλά οδηγούν την επιχείρηση και σε περισσότερα κέρδη.
2. Έχοντας ως κριτήριο τον δείκτη γενικής ρευστότητας παρατηρείται ότι η επιχείρηση μετά την εφαρμογή των προτάσεων ανασχεδιασμού δεν παρουσιάζει κανένα πρόβλημα ρευστότητας, αλλά το ακριβώς αντίθετο. Αυτό είναι πολύ σημαντικό για την επιβίωση της επιχείρησης. Μία επιχείρηση πρέπει να παρουσιάζει υψηλή ρευστότητα, ώστε να εξυπηρετεί και εκείνη τις δικές της υποχρεώσεις.
3. Από τον δείκτη ρυθμού αύξησης των πωλήσεων παρατηρείται ότι η επιχείρηση παρουσιάζει συνεχώς αυξανόμενες πωλήσεις. Κάτι τέτοιο σημαίνει ότι ο κόσμος εκτίμησε την προσπάθεια της επιχείρησης να βελτιώσει το προϊόν ποιοτικά, αλλά και να το κάνει φιλικά προσκείμενο στο περιβάλλον.
4. Από τον δείκτη ξένα προς ίδια προκύπτει ότι η επιχείρηση δεν στηρίζεται σε ξένα κεφάλαια, αλλά σχεδόν εξολοκλήρου στηρίζεται σε δικά της κεφάλαια. Κάτι, το οποίο είναι εξαιρετικά θετικό.
5. Από τους δείκτες μικτό περιθώριο κέρδους και καθαρό περιθώριο κέρδους, φαίνεται ότι η επιχείρηση αυξάνει τα κέρδη της χρόνο με το χρόνο. Γίνεται λοιπόν ξεκάθαρη η ανοδική πορεία των χρηματοοικονομικών καταστάσεων της επιχείρησης.
6. Ο δείκτης αποδοτικότητα των ιδίων κεφαλαίων, αλλά και ο δείκτης αποδοτικότητας του ενεργητικού δείχνει ότι όντως οι προτάσεις ανασχεδιασμού, δεν θα βελτιώσουν το προϊόν μόνο ποιοτικά και περιβαλλοντικά, αλλά αποτελούν και οικονομικά αποδοτικές προτάσεις.
7. Ο δείκτης ROE/ROA προκύπτει μικρότερος του 1, που σημαίνει ότι η χρηματοοικονομική μόχλευση δεν συμφέρει.

Βιβλιογραφία

– Βιβλία:

(Ξένα)

- Castelaz Jim, Govenji Punit, Devi J'neva Capra, "Life Cycle Assessment: Principles and Practice", Scienific Applications International Corporation. Prepared for the USA EPA, May 2006.
- Clark James & Macquarrie Duncan, (2002), "Handbook of Green Chemistry & Technology"
- Hoffman Loif, Jensen Allan Astrup, T. Moeller Briggitte, Anders Schmidt , 1997, "Life Cycle Assessment, a guide to approaches experiences and information sources", Environmental Issues Series, no.6.
- ISO 14041, (1998); "Environmental Management-Life Cycle Assessment-Goal and Scope Definition and Inventory Analysis", International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
- ISO 14042, (2000); "Environmental Management-Life Cycle Assessment-Life Cycle Impact Assessment", International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
- ISO 14043, (2000); "Environmental Management-Life Cycle Assessment-Life Cycle Interpretation", International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
- Narayanaswamy Venky, Altham Jim, Van Berkel Rene, McGregor Murray, (2004), "Environmental Life Cycle Assessment (LCA) Case Studies for Western Australian Grain Products", Study of the Centre of Excellence in Cleaner Production, Curtin University of Technology, Northam, Western Australia.
- Prota Maria, Malandrino Ornella and Stefania Supino, (2013); Product-Oriented Environmental Management Systems: The Integration of Quality Management and Environmental Management Systems, 1st ed, Via Ponte Don Melillo Fisciano, Italy.
- Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC), (1993); Guidelines for Cycle Assessment, A "Code of Practice"; Workshop report, Pensacola FL, U.S.A.

- Socolof Leet Maria, Overly G. Jonathan, Kincaid E. Lori, Geibig R. Jack, (2001); "Desktop Computer Displays: A Life-Cycle Assessment", University of Tennessee Center for Clean Products and Clean Technologies under grant #82537401 from EPA's Design for the Environment Branch, Economics, Exposure, & Technology Division, Office of Pollution Prevention and Toxics.
- Suh Sangown, Huppel Gjal, (2009); "Handbook of Input-Output Economics of Environmental Ecology", Eco-Efficiency in Industry and Science 23, Springer Science+Business.
- Yuji Takada, (1993); "Interactive Synthesis of Process Flow", International Institute for Advanced Study of Social Information Science (IIAS-SIS) in Nonmonotonic and Inductive Logic.

(Ελληνικά)

- Μουσιόπουλος Ν., (1999), «Ανάλυση Κύκλου Ζωής», Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη.

– Άρθρα σε επιστημονικά περιοδικά:

(Ξένα)

- Borri Fabio and Boccaletti Giuliano, 1995, "From total quality management to total quality environmental management", The TQM Magazine, vol, 7(5), pp. 38-42.
- Brucks Merrie, Zeithaml A. Valerie, Naylor Gillian, 2000, "Price and Brand Name as Indicators of Quality Dimensions for Consumer Durables", Journal of the Academy of Marketing Science, vol. 28(3), pp. 359-374.
- Curkovic Sime, Sroufe Robert, 2007, "Total Quality Environmental Management and Total Cost Assessment: An exploratory study" Journal of International J.Production Economics, vol. 105, pp. 560-579.
- De Benetto Luca, Klemew Jiri, 2009, "The Environmental Performance Strategy Map: an integrated LCA approach to support the strategic decision-making process", Journal of Cleaner Production, vol 17, pp. 900-906.

- Ekvall T. and Finnveden G., 2001, "Allocation in ISO 14041-a critical review", *Journal of Cleaner Production*, vol 9, pp. 197-208.
- Fakoya Bamidele Michael and Van der Poll Margaretha Huibert, 2013, "Integrating ERP and MFCA systems for improved waste-reduction decisions in a brewery in South Africa", *Journal of Cleaner Production*, vol. 40, pp. 136-140.
- Finkbeiner Matthias, 2013, "From the 40's to the 70's-the future of LCA in the ISO 14000 family", *Journal of Life Cycle Assess*, vol 18, pp 1-4.
- Hamzi R., Londiche H., Bourmada N., 2008 "Fire- LCA model for environmental decision-making", *Journal of Chemical Engineering Research and Design*", vol 86, pp 1161-1166.
- Hanna D. Mark and Newman W. Rocky, 1995, "Operations and environment: an expanded focus for TQM", *International Journal of Quality and Reliability Management*, vol. 12(5), pp. 38-53.
- Hellsten Urlika and Klefsj  Bengt, 2000, "TQM as a management system consisting of values, techniques and tools", *The TQM magazine*, vol. 12, pp. 238-244.
- Huijbregts M.A.J, Breedveld L., Huppel G., Koning A., Oers L., and Suh S., 2003, "Normalisation Figures for environmental life-cycle assessment, The Netherlands (1997/1998), Western Europe (1995), and the world (1990 and 1995)", *Journal of Cleaner Production*, vol 11, pp. 737-748.
- Hunkeler David and Rebertz Gerald, 2005, "The future of Life Cycle Assessment", *Journal of Life Cycle Assessment*, vol 10, pp. 305-308.
- Jayarathna R.V, 2001, "Combating environmental repercussions through TQEM and ISO 14000", *Journal of Business Strategy and the Environment*, vol. 10, pp. 245-250.
- Kloepffer Walter, 2005, "Life Cycle Assessment in the Mirror", *Journal of Life Cycle Assessment*, vol 10, pp. 379-380.
- Kobayashi Hideki, 2005, "Strategic evolution of eco-products: a product life cycle planning methodology", *Journal of Research in Engineering Design*, vol 16, pp. 1-16.
- Koroneos C., Roumpas G., Gabari Z., Papagiannidou E., Mousiopoulos N., 2005, "Life cycle assessment of beer production in Greece", *Journal of Cleaner Production*, vol. 13, pp. 433-439.

- Mata M. and Costa A. V. Carlos, 2001, "Life Cycle Assessment of Different Reuse Percentages for Glass Beer Bottles", *Journal of Life Cycle Assessment*, vol. 6, pp. 307-319.
- Miles P. Morgan and Russell R. Gregory, 1997, "ISO 14000 Total Quality Environmental Management: The Integration of Environmental Marketing, Total Quality Management and Corporate Environmental Policy", *Journal of Quality Management*, vol. 2(1), pp. 151-168.
- Millet D., Bistiango L., Lanzavecchia C., Camous R., Poldma Tiiu, 2007 "Does the potential If the use of LCA match the design team needs?", *Journal of Cleaner Production*, vol 15, pp 335-346.
- Molina-Murillo Sergio A., Smith Timothy, 2009, "Exploring the use and impact of LCA-based information in corporate communications", *Journal of Life Cycle Assess*, vol 14, pp 184-194.
- Morais Alberto, Delerue-Matos Cristina, 2010, "A perspective on LCA application in site remediation services: Critical review of challenges", *Journal of Hazardous Materials*, vol 170, pp 12-22.
- Nakagawa Manabu, Amano Tsutomu, Yokokura Shuichi, 1997, "Development of lightweight returnable bottles", *Journal of Non-Crystalline Solids*, vol. 218, pp. 100-104.
- Olagire A. Abass, 2012, "The brewing industry and environmental challenges", *Journal of Clean Production*", vol. xxx, pp. 1-21.
- Pennington D.W, Potting J., Finnveden G., Lindeijer E., Jolliet O., Rydberg T. and Rebitzer G., 2004, "A Life Cycle Assessment: Part 2: Current Impact Assessment practice", *Journal of Environment International*, vol 30, pp. 701-702.
- Pieragostini Carla, Miguel C. Mussati, Aguirre Pio, 2012 "On process optimization considering LCA methodology", *Journal of Environmental Management*, vol 96, pp 43-54.
- Poritosh Roy, Daisuke Nei, Takahiro Orikasa, Qingyi Xu, Hiroshi Okadome, Nobutaka Nakumara, Takeo Shiina, 2009, "A review of cycle assessment (LCA) on some food products), *Journal of Food Engineering*, vol 90, pp 1-10.
- Rebitzer G., Ekvall T., Frischknecht R., Norris G., Hunkeler D., Rydberg T., Schmidt T., W.T Suh, Weidema B.P and A.W Pennington, 2004, "A Life Cycle assessment: Part 1: Framework, goal, and scope definition, inventory analysis and applications", *Journal of Environment International*, vol 30, pp. 701-720.

- Wardenaar Tjerk, Theo van Ruijven, Angelica Mendoza Beltran, Vad Kathrine, Guinee Jeroen, Heijungs Reinout, 2012, "Differences between LCA for analysis and LCA for policy: a case study on the consequences of allocation choices in bio-energy policies", Journal Life Cycle Assess, vol 17, pp 1059-1067.
- Zagmani Alessandral, Masoni Paolo, Buomanamici Roberto, Ekvall Tomas, Rydberg Tomas, Guinee Jeroen, Heijungs Reinout, Huppes Gjalt, 2011, "Life Cycle Assessment: Past, Present, Future", Journal of Environmental Science and Technology, vol 45, pp. 90-96.

(Ελληνικά)

- Γεωργακέλλος Α. Δημήτριος, 2000, «Ανάλυση Κύκλου Ζωής: Ένα συστηματικό όργανο στη διαχείριση του περιβάλλοντος», Σπουδαί, τόμος 49, Τεύχος 1^ο-4^ο.
- Γεωργακέλλος Α. Δημήτριος, Πυροβολάκης Α. Αναστάσιος, 2005, «Εκτίμηση Κύκλου Ζωής Ηλεκτρικής Ενέργειας από Τυπικό Ελληνικό Πετρελαϊκό Σταθμό», Τεχνικό Ετήσιο Επιστημονικό Περιοδικό, εκδόσεις ΤΕΕ, τόμος 4^{ος}, τεύχος 1-5.

Διαδίκτυο:

- <http://www.amstel.gr>
- <http://www.bplans.com>
- http://www.cbsnews.com/2100-201_162-6783391.html
- <http://el.wikipedia.org/wiki/Μηρία>
- <http://www.novozymes.com>