



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΠΡΟΙΟΝΤΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ (EMS) ΜΕ
ΕΜΦΑΣΗ ΣΤΗΝ ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ (ISO 14040) ΣΕ
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΙΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΓΥΑΛΙΝΩΝ ΦΙΑΛΩΝ**



ΦΟΙΤΗΤΡΙΑ: ΓΚΙΟΥΖΕΛΙΔΟΥ ΜΑΛΑΜΑΤΕΝΙΑ

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: Δρ. ΘΕΟΔΩΡΟΣ ΒΑΡΖΑΚΑΣ ΕΠΙΚΟΥΡΟΣ
ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ**

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	4
2. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	6
3. ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ (ΑΚΖ)- LIFE CYCLE ASSESSMENT (LCA).....	7
3.1. ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ.....	7
3.2. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ.....	10
3.2.1. Γενικά.....	10
3.2.2. Η Ανάλυση Κύκλου Ζωής σαν εργαλείο περιβαλλοντικής διαχείρισης.....	11
3.2.3. Βασικά χαρακτηριστικά Ανάλυσης Κύκλου Ζωής.....	16
3.2.4. Χρήσεις της Ανάλυσης Κύκλου Ζωής.....	22
3.2.5. Στόχοι της Ανάλυσης Κύκλου Ζωής.....	22
3.2.6. Τα χαρακτηριστικά της μεθοδολογίας μίας μελέτης Ανάλυσης Κύκλου Ζωής....	24
3.2.7. Πλεονεκτήματα-οφέλη μίας μελέτη Ανάλυσης Κύκλου Ζωής.....	25
3.2.8. Ιστορική αναδρομή.....	29
4. ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΓΥΑΛΙΝΩΝ ΦΙΑΛΩΝ.....	32
4.1. ΓΕΝΙΚΑ.....	32
4.2. ΒΑΣΙΚΑ ΣΤΑΔΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΓΥΑΛΙΝΩΝ ΦΙΑΛΩΝ (BOTTLES).....	36
4.2.1. Ανάμιξη και τήξη α'υλών.....	36
4.2.2. Διαμόρφωση φιαλών.....	36
4.2.3. Ανόπτηση.....	38
4.2.4. Επεξεργασία επιφανειών.....	39
4.2.5. Έλεγχος γυάλινων περιεκτών.....	40
4.3. ΕΠΑΚΟΛΟΥΘΑ ΣΤΑΔΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΓΥΑΛΙΝΩΝ ΦΙΑΛΩΝ (BOTTLES).....	40
4.3.1. Μεταφορά.....	41
4.3.2. Καθαρισμός.....	41
4.3.3. Γέμισμα.....	41
4.3.4. Κλείσιμο.....	42
4.4. ΚΥΡΙΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΓΥΑΛΙΝΩΝ ΦΙΑΛΩΝ.....	43
5. ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ (LCA) ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΓΥΑΛΙΝΩ ΦΙΑΛΩΝ.....	44
5.1. ΓΕΝΙΚΑ.....	44
5.2. ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ.....	45

5.3.ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΓΥΑΛΙΝΩΝ ΦΙΑΛΩΝ.....	52
5.3.1.Περιγραφή α' υλών.....	54
5.3.2.Παραγωγή γυάλινων φιαλών.....	55
α)Ανάμιξη α' υλών (<i>glass batch</i>).....	56
β)Τήξη α'υλών.....	56
γ)Μορφοποίηση και ανόπτηση.....	57
5.3.3.Α' ύλες για την παραγωγή γυάλινων φιαλών.....	57
α)Χαλαζιακή άμμος (<i>sillica sand</i>) και ασβεστόλιθος (<i>limestone</i>).....	58
β)Ανθρακική σόδα (<i>soda ash</i>).....	58
γ)Άλας (<i>NaCl</i>) και θειικό νάτριο (<i>Na₂SO₄</i>).....	58
δ)Άστριοι (<i>feldspars</i>), πρόσθετα και χρωστικές ύλες.....	59
ε)Υαλόθραυσμα (<i>cullet</i>).....	59
5.3.4.Κατανάλωση ενέργειας.....	60
5.3.5.Εκπομπές κατά τη διαδικασία παραγωγής γυάλινων φιαλών.....	61
5.4.ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΓΥΑΛΙΟΥ.....	62
5.4.1.Επεξεργασία γυαλιού.....	66
5.4.2.Αρχικός καθαρισμός και διαχωρισμός με βάση το χρώμα.....	67
5.4.3.Θραύση, συσκευασία και μεταφορά γυαλιού.....	68
5.4.4.Τελική επεξεργασία και μορφοποίηση γυαλιού.....	70
5.5.ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΗΣ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗΣ ΓΥΑΛΙΟΥ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ.....	70
6.ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	73
7.ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	74

1. ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα εργασία αφορά στην εφαρμογή συστήματος διαχείρισης περιβάλλοντος και ειδικότερα στην **Ανάλυση Κύκλου Ζωής – AKZ**, η οποία είναι μια σημαντική μέθοδος που επιτρέπει μια περιβαλλοντική «λογιστική» όπου εξετάζονται η κατανάλωση φυσικών πόρων και ενέργειας καθώς και οι “επιστροφές” στο περιβάλλον, και παρέχει τη δυνατότητα αξιολόγησης των σχετικών επιδράσεων που προκαλούνται στο περιβάλλον.

Η γνώση του κύκλου ζωής ενός προϊόντος είναι το πρώτο βήμα στη αναζήτηση της βιώσιμης ανάπτυξης. Η παρούσα εργασία έχει σαν αντικείμενο την ανάλυση της ροής υλικών και ενέργειας καθ’όλο τον κύκλο ζωής των γυάλινων φιαλών.

Κατά την μελέτη εξετάστηκαν διαδικασίες από την εξαγωγή των πρώτων υλών για την παραγωγή των γυάλινων φιαλών, μέχρι τα στάδια της ανακύκλωσης, μετά την κατανάλωση των ποτών. Προσδιορίστηκαν και ποσολογήθηκαν τα κύρια σημεία δημιουργίας αρνητικών περιβαλλοντικών επιδράσεων κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής των γυάλινων φιαλών. Η κατανάλωση φυσικών πόρων και ενέργειας, η παραγωγή ατμοσφαιρικών εκπομπών, στερεών και υγρών απόβλητων ήταν οι κύριες κατηγορίες που αναλύθηκαν.

Σκοπός της εργασίας είναι η ανάπτυξη ενός εργαλείου υποστήριξης αποφάσεων επιχειρήσεων παραγωγής γυάλινων φιαλών για τη βελτίωση της παραγωγής, ως προς τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

Η μεθοδολογία που χρησιμοποιείται για την εκπόνηση της εργασίας είναι σε συμφωνία με το διεθνές πρότυπο ISO 14041, ξεκινά με την έναρξη της συλλογής πρώτων υλών από τη γη για την παραγωγή ενός προϊόντος και τελειώνει με τη λήξη της χρήσης των προϊόντων και την τελική εγκατάλειψή τους στο γήινο περιβάλλον και περιλαμβάνει τέσσερα βασικά στάδια – φάσεις:

1. Τον ορισμό του σκοπού και του αντικειμένου της μελέτης
2. Την ανάλυση του καταλόγου κύκλου ζωής

3. Την αξιολόγηση των επιπτώσεων του κύκλου ζωής
4. Την ερμηνεία του κύκλου ζωής

Από την μελέτη προκύπτει ότι οι γυάλινες φιάλες συνεισφέρουν στις εξής κατηγορίες περιβαλλοντικών επιπτώσεων:

1. Εξάντληση φυσικών πόρων
2. Παγκόσμια αύξηση θερμοκρασίας- φαινόμενο θερμοκηπίου
3. Ατμοσφαιρική ρύπανση- φωτοχημικό φαινόμενο.

2. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ποσότητα των προϊόντων που κυκλοφορούν στην αγορά και διακινούνται πλέον σε παγκόσμια κλίμακα αυξάνεται συνεχώς. Επίσης αυξάνεται συνεχώς η ποικιλία και η συνθετότητα των προϊόντων αυτών. Ταυτόχρονα η καινοτομία δημιουργεί συνεχώς νέους τύπους προϊόντων.

Με βάση τα παραπάνω γίνεται αντιληπτό το γεγονός ότι τυχόν ακατάλληλη χρήση και διάθεση όλων των παραγόμενων και διακινούμενων προϊόντων μπορεί να επιφέρει σημαντικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

Για το λόγο αυτό αναπτύχθηκε τα τελευταία χρόνια ένα νέο περιβαλλοντικό εργαλείο, η Ανάλυση Κύκλου Ζωής (ΑΚΖ) Προϊόντων. Το εργαλείο αυτό καθιερώθηκε με την έκδοση του διεθνούς προτύπου ISO14040: 1997.

Η παρούσα εργασία αφορά την ανάλυση του κύκλου ζωής σε επιχειρήσεις παραγωγής γυάλινων φιαλών.

3. ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ (ΑΚΖ) – LIFE CYCLE ASSESSMENT (LCA)

3.1. ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Σήμερα αντιμετωπίζονται διεθνώς πολλά περιβαλλοντικά προβλήματα τα οποία προέρχονται κυρίως από τη ανεξέλεγκτη παρέμβαση του ανθρώπου στη φύση, δημιουργώντας επιπτώσεις στο περιβάλλον και τα οικοσυστήματα. Μερικά σημαντικά περιβαλλοντικά προβλήματα είναι:

- Η εξάντληση του στρώματος όζοντος «τρύπα του όζοντος», δηλαδή η μείωση της στιβάδας του όζοντος στη στρατόσφαιρα
- Η παγκόσμια αύξηση της θερμοκρασίας «φαινόμενο του θερμοκηπίου»
 - Η μείωση της βιοποικιλότητας
 - Η ατμοσφαιρική ρύπανση
 - Η μόλυνση των υδάτων
 - Τα τοξικά χημικά
 - Η εξάντληση των φυσικών πόρων

Η ήπια ανάπτυξη των ευπαθών οικοσυστημάτων συνήθως βρίσκεται σε αντίθεση με την αλλαγή χρήσης γης για οικονομική ανάπτυξη, δημιουργώντας έτσι περιβαλλοντικά διλήμματα, δηλαδή από τη μια πλευρά υπάρχει η οικονομία και η ανάπτυξη και από την άλλη το περιβάλλον (Μεγαλόφωνος Σ., 2000).

Οι επιχειρήσεις διαδραματίζουν ένα ιδιαίτερο ρόλο απέναντι στο περιβάλλον, δρώντας θετικά ή αρνητικά, ανάλογα με την πολιτική περιβάλλοντος που εφαρμόζουν.

Τα τελευταία χρόνια οι επιχειρήσεις συνειδητοποιούν ολοένα και περισσότερο ότι η προστασία του περιβάλλοντος είναι απαραίτητη για τη μακρόχρονη και αποδοτική λειτουργία τους. Οι περιβαλλοντικά συνειδητοποιημένες επιχειρήσεις χρησιμοποιούν εργαλεία ανάλυσης που μπορούν να επηρεάσουν την επιλογή του εναλλακτικού σχεδιασμού προϊόντων και την κατανομή των κεφαλαίων. Τέτοια εργαλεία είναι η

διαχείριση των κινδύνων, η ανάλυση της σχέσης κόστους- οφέλους, η ανάλυση του κύκλου ζωής προϊόντων κ.ά..

Σήμερα πολλές επιχειρήσεις πραγματοποιούν επενδύσεις προστασίας του περιβάλλοντος καθώς έχουν αντιληφθεί ότι οι επενδύσεις αυτές, όχι μόνο δεν είναι αντιπαραγωγικές και κοστοβόρες αλλά αντίθετα είναι αποδοτικές και θέτουν τα θεμέλια για τη βιώσιμη ανάπτυξη.

Το ενδιαφέρον της κοινής γνώμης για το περιβάλλον και η ανησυχία επιστημόνων και ακαδημαϊκών για τον κίνδυνο οικολογικής καταστροφής άρχισε να αυξάνεται από την δεκαετία του 1970. Κατά τη δεκαετία αυτή η αρχή της περιβαλλοντικής δράσης βασιζόταν στη «θεραπεία» της υπάρχουσας μόλυνσης. Κατά την επόμενη δεκαετία του 1980 ο βασικός περιβαλλοντικός όρος που ταιριάζει είναι αυτός της «αποτροπής». Στη δεκαετία του 1990, έγινε η συνάντηση κορυφής για το περιβάλλον και την ανάπτυξη (1992), στο Ρίο Ντε Τζανέιρο της Βραζιλίας, όπου, ενδυναμώθηκε η συμφωνία για την αειφόρο ανάπτυξη ως καθοδηγητική αρχή. Επιπλέον η εθνική και διεθνής νομοθεσία συνέχισε την επέκτασή της προς τον έλεγχο της περιβαλλοντικής υποβάθμισης (Μεγαλόφωνος, 2000).

Σήμερα το περιβάλλον προστατεύεται από την Διεθνή, την Ευρωπαϊκή και τις εθνικές τάξεις όλων των κρατών της γης. Σε διεθνές επίπεδο η προστασία του περιβάλλοντος είναι κυρίως θέμα πολιτικών ισορροπιών και διαπραγματεύσεων, αφού δεν υπάρχει νομικός τρόπος εξαναγκασμού ενός κράτους μέλους σε συμμόρφωση. Η προστασία του περιβάλλοντος επιτυγχάνεται κυρίως με τη σύναψη διεθνών συμφωνιών και την προσχώρηση των κρατών μελών σ'αυτές.

Στην Ελλάδα, εφόσον το κράτος προσχωρήσει σε μια διεθνή συνθήκη, αυτή υπερισχύει του εσωτερικού δικαίου. Βασικός Νόμος στη χώρα μας για το περιβάλλον είναι ο Νόμος 1650/1986 «Για την προστασία περιβάλλοντος». Ο Νόμος αυτός αποτελεί Νόμο –Πλαίσιο καθώς υιοθετεί μια σφαιρική προσέγγιση στα περιβαλλοντικά ζητήματα, εγκαθιδρύει τους πρωταρχικούς στόχους και αρχές και επιδιώκει μία συστηματοποίηση των διοικητικών οργάνων που ασχολούνται με θέματα περιβάλλοντος.

Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται ταχεία ανάπτυξη μεθόδων, πρακτικών και συστημάτων διαχείρισης των επιχειρήσεων, ώστε να συντονίζονται και να ελέγχονται

αποτελεσματικά τις δραστηριότητες με περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Η ανάπτυξη αυτή οφείλεται:

- Στη ευαισθητοποίηση της κοινωνίας για το περιβάλλον
- Στις αλλαγές στην περιβαλλοντική νομοθεσία προς αυστηρότερα όρια
- Στην αύξηση του κόστους διάθεσης των αποβλήτων
- Στην αυξανόμενη ανησυχία σε σχέση με την αστική ευθύνη για τα περιβαλλοντικά ατυχήματα(τόσο στις εταιρείες, όσο και των οικονομικών φορέων)

Η ποικιλία όμως των συστημάτων περιβαλλοντικής διαχείρισης που βρίσκονται σήμερα σε ισχύ, δημιουργεί ανισότητες ως προς τα κριτήρια αξιολόγησης επιχειρηματικών δράσεων για την προστασία του περιβάλλοντος και θέτει περιορισμούς στην ελεύθερη διακίνηση αγαθών. Αυτό συμβαίνει γιατί κάθε πρότυπο θέτει απαιτήσεις που υποχρεώνουν την επιχείρηση να προχωρήσει σε μεγαλύτερες ή μικρότερες επενδύσεις και λειτουργικά κόστη τα οποία επιβαρύνουν το κόστος του τελικού προϊόντος και διαμορφώνουν ανάλογα τα περιθώρια κέρδους. Σε μια ελεύθερη αγορά το γεγονός αυτό επηρεάζει την ανταγωνιστικότητα. Οι παραπάνω ανισότητες δημιουργούν την ανάγκη για μια ενιαία διεθνή κατεύθυνση στα Συστήματα Περιβαλλοντικής Διαχείρισης(Μεγαλόφωνος, 2000).

Σήμερα η σειρά των προτύπων ISO 14001 συγκεντρώνει τις προσπάθειες για μια ολοκληρωμένη αντιμετώπιση των θεμάτων που αφορούν τα συστήματα περιβαλλοντικής διαχείρισης, σε ένα διεθνώς παραδεκτό σύνολο προτύπων ([http¹://aix.meng.auth.gr/helcare/LCA/LCA.htm](http://aix.meng.auth.gr/helcare/LCA/LCA.htm)).

Το πρότυπο ISO 14001 παρέχει ένα σύνολο κατευθύνσεων και κανόνων τους οποίους καλούνται να ακολουθήσουν οι επιχειρήσεις – οργανισμοί για να είναι σε θέση να λάβουν πιστοποίηση από αναγνωρισμένο φορέα πιστοποίησης. Το πρότυπο αυτό αποτελεί εργαλείο για την ανάπτυξη των συστημάτων περιβαλλοντικής διαχείρισης, γι' αυτό και παρέχει λίγες λεπτομερείς απαιτήσεις. Σχεδόν όλα τα στοιχεία αφήνονται στην κρίση του οργανισμού που το εφαρμόζει. Το πρότυπο ISO 14001 αποτελεί υποσύνολο του Κανονισμού EMAS (Κοινοτικό Σύστημα Οικολογικής Διαχείρισης και Οικολογικού Έλεγχου, Κανονισμός Συμβουλίου 1836/93) ο οποίος παρέχει ένα σύνολο κατευθύνσεων και κανόνων τους οποίους καλούνται να ακολουθήσουν οι επιχειρήσεις – οργανισμοί για να είναι σε θέση να

λάβουν πιστοποίηση από αναγνωρισμένο φορέα πιστοποίησης και να εγγραφούν στα εθνικά και ευρωπαϊκά μητρώα. Κάθε απαίτηση που αφορά ISO 14001 αποτελεί προϋπόθεση για την έναρξη των οργανισμών στο σχήμα του EMAS. Το πρότυπο ISO 14001 παρουσιάζει μεγαλύτερη ευελιξία σε σχέση με τον Κανονισμό EMAS στην αντιμετώπιση των ζητημάτων ανάπτυξης και λειτουργίας των συστημάτων περιβαλλοντικής διαχείρισης. Η διαφορά αυτή αποτελεί το γνωστό πρόβλημα ασυμβατότητας ανάμεσα στο ISO 14001 και την Ευρωπαϊκή οδηγία (Μεγαλόφωνος 2000).

Η Ευρωπαϊκή Ένωση σε μια προσπάθεια σύγκλισης των δύο αυτών σχημάτων, προχωρεί στην τροποποίηση του Κανονισμού έτσι, ώστε κάθε οργανισμός που εφαρμόζει πιστοποιημένο σύστημα ως προς το διεθνές πρότυπο ISO 14001 να μπορεί να προχωρήσει εύκολα στην κοινοποίηση της περιβαλλοντικής του δήλωσης και την καταχώρηση του στα αντίστοιχα μητρώα.

3.2. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ

3.2.1. Γενικά

Η βιομηχανική παραγωγή αγαθών σχετίζεται με την κατεργασία και μεταποίηση διαφόρων υλικών. Οι δραστηριότητες αυτές πραγματοποιούνται σύμφωνα με τους νόμους και τους κανόνες της φυσικής, της χημείας και άλλων επιστημών. Το γεγονός αυτό έχει σαν συνέπεια:

- Τη κατανάλωση ενέργειας για την πραγματοποίηση των διαφόρων διεργασιών
- Την παραγωγή αποβλήτων σε διάφορες μορφές, παράλληλα με την παραγωγή των αγαθών

Η αντίληψη ότι είναι δυνατή η πραγματοποίηση μιας διεργασίας ή δραστηριότητας η οποία δεν θα καταναλώνει ενέργεια και δεν θα επιβαρύνει το περιβάλλον αποδεσμεύοντας διαφόρων ειδών απόβλητα είναι μύθος. Έτσι, το καλύτερο στο οποίο μπορεί να περιμένει κανείς είναι η ελαχιστοποίηση τόσο της χρήσης της ενέργειας όσο και της αποδέσμευσης αποβλήτων. Το πρώτο βήμα προς το σκοπό αυτό είναι η

ορθή καταγραφή της υφιστάμενης κατάστασης ώστε να αποτελέσει το υπόβαθρο με βάση το οποίο θα κριθεί και θα συγκριθεί κάθε μελλοντική προσπάθεια βελτίωσης (<http://www.houstead-consulting.co.uk/thesyte.htm>).

Η σύγκριση υλικών και διεργασιών προκειμένου να προσδιοριστεί το βέλτιστο από περιβαλλοντικής άποψης δεν είναι καθόλου εύκολη. Πως μπορεί κανείς να αποφασίσει για το κατά πόσο ένα προϊόν είναι φιλικό προς το περιβάλλον αν δεν λάβει υπόψη του τη διαδικασία παραγωγής του προϊόντος αυτού, τη διανομή και μεταφορά του, τη χρήση του, την απόρριψη του κ.π.; Εάν, δηλαδή, δεν καταγράψει και ελέγξει όλα τα στάδια της ζωής του και όχι μόνο μερικά από αυτά; Απαραίτητο όργανο για μια τέτοια ολιστική προσέγγιση του ζητήματος αυτού είναι η ανάλυση κύκλου ζωής χωρίς την οποία δεν μπορούμε παρά μόνο υποθέσεις να κάνουμε σχετικά (Γεωργακέλλος Δ.,2000).

Η ανάλυση κύκλου ζωής –AKZ (Life Cycle Analysis) ή LCA όπως επικρατεί στη διεθνή βιβλιογραφία είναι μια σχετικά νέα επιστημονική μέθοδος η οποία αναπτύχθηκε για να βοηθήσει στην αντιμετώπιση των οξυμένων περιβαλλοντικών προβλημάτων. Σκοπός της είναι να εκτιμήσει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις οι οποίες συνδέονται με μια δεδομένη δραστηριότητα που εξετάζεται (π.χ. προϊόν, διεργασία κ.λπ.) καθ'όλο τον κύκλο που διαγράφει από τη «γέννηση έως το θάνατό της» - από την παραγωγή ως την απόρριψη (Vignon et al, 1993).

3.2.2 Η Ανάλυση Κύκλου Ζωής σαν εργαλείο περιβαλλοντικής διαχείρισης

Η Ανάλυση Κύκλου Ζωής (AKZ) – Life Cycle Assessment (LCA) είναι μια τεχνική εκτίμησης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που συνδέονται με κάποιο προϊόν, διεργασία ή δραστηριότητα προσδιορίζοντας και ποσοτικοποιώντας την ενέργεια και τα υλικά που χρησιμοποιούνται, καθώς και τα απόβλητα που απελευθερώνονται στο περιβάλλον, εκτιμώντας τις επιπτώσεις από την χρήση της ενέργειας και των υλικών καθώς και των αποβλήτων και αναγνωρίζοντας και εκτιμώντας τις δυνατότητες περιβαλλοντικών βελτιώσεων. Η ανάλυση περιλαμβάνει ολόκληρο τον κύκλο ζωής (Σχήμα 3.1) του προϊόντος, της διεργασίας ή της δραστηριότητας: εξαγωγή και επεξεργασία πρώτων υλών, κατασκευή, μεταφορά, διανομή, χρήση, συντήρηση και διαχείριση των αποβλήτων (Αβρααμίδης Μ.,2003).



Σχήμα 3.1.: Κύκλος Ζωής Προϊόντος

Πρόκειται δηλαδή για ένα εργαλείο περιβαλλοντικής διαχείρισης και υποστήριξης αποφάσεων που σκοπό έχει να αποτιμήσει τις επιδράσεις από τη χρήση ενέργειας και την επεξεργασία υλικών, συμπεριλαμβανομένης της απόρριψης αποβλήτων στο περιβάλλον και να εκτιμήσει τις δυνατότητες επίτευξης περιβαλλοντικών βελτιώσεων σε συνδυασμό με την ορθολογική χρήση πρώτων υλών και ενέργειας σε κάθε στάδιο του κύκλου ζωής ενός προϊόντος. Οι ρίζες της τεχνικής της AKZ επεκτείνονται πίσω στη δεκαετία του '70 όταν ακαδημαϊκοί στην Ελβετία, Γερμανία και τις Η.Π.Α. ανέπτυξαν τεχνικές για ενεργειακούς και περιβαλλοντικούς υπολογισμούς κατά το στάδιο του σχεδιασμού προϊόντων. Μέχρι τα τέλη της δεκαετίας του '80 τα οφέλη της τεχνικής έγιναν αισθητά στη βιομηχανία, ενώ στις αρχές της δεκαετίας του '90 ένα κύμα ερευνητικών προγραμμάτων έδωσε ιδιαίτερη ώθηση στην AKZ. Εντούτοις, θεωρείται ότι η καθιέρωση της ως περιβαλλοντικό εργαλείο έγινε μόλις στα τέλη της δεκαετίας του '90 με την έκδοση της σχετικής σειράς διεθνών προτύπων ISO 14040-14049 (http³://en.Wikipedia.org/wiki/Life_cycle_assessment).

Η βασική αρχή της μεθόδου, όπως περιγράφηκε πιο πάνω, είναι ότι η ρύπανση του περιβάλλοντος μπορεί να συμβεί σε οποιοδήποτε στάδιο της ζωής ενός προϊόντος και ότι, αλλαγές σε κάποιο από τα στάδια αυτά είναι πιθανόν να έχει θετικές ή αρνητικές επιπτώσεις στα υπόλοιπα στάδια στον τομέα τόσο της δημιουργίας οποιασδήποτε μορφής ρύπανσης όσο και της κατανάλωσης ενέργειας και πρώτων υλών.

Τα διάφορα περιβαλλοντικά προγράμματα και στρατηγικές εστιάζονται συνήθως στη ρύπανση ενός μόνο μέσου (αέρα, υδάτων ή εδάφους) με αποτέλεσμα συχνά οι προσπάθειες για μείωση της ρύπανσης του μέσου αυτού να έχουν ως συνέπεια την αύξηση της ρύπανσης κάποιου άλλου μέσου. Και, πολλές φορές, το γεγονός αυτό μπορεί να εμφανίζει τη μορφή αλυσίδας. Ως παράδειγμα αναφέρεται ότι για την διαχείριση των στερεών αστικών και λοιπών απορριμμάτων επιλέγεται συχνά η λύση της αποτέφρωσης. Η λύση αυτή, όμως, απαιτεί μεγάλες καύσης των απορριμμάτων οι οποίες με τη σειρά τους επιβαρύνουν το περιβάλλον με την εκπομπή στον ατμοσφαιρικό αέρα μεγάλων ποσοτήτων αέριων ρυπαντών και μάλιστα πολλές φορές εξαιρετικά επικίνδυνων. Προκειμένου να αποφευχθεί αυτή η αέρια ρύπανση αναπτύχθηκε ειδική τεχνολογία ελέγχου και περιορισμού των ρυπαντών αυτών η οποία με την σειρά της έχει ως επακόλουθο την δημιουργία υγρών ρυπαντών οι οποίοι, αν δεν ελεγχθούν, μολύνουν τα ύδατα. Συνεπώς, η AKZ μπορεί να συντελέσει, όχι μόνο στο να εξακριβωθεί εάν κάποια προτεινόμενη αλλαγή σε προϊόν ή διεργασία έχει ενδεχομένως αρνητικές παρενέργειες στο περιβάλλον, αλλά και στο να καταγραφούν οι παρενέργειες αυτές ποσοτικά (Cugan, 1993).

Η Ανάλυση Κύκλου Ζωής παρέχει στο Μηχανικό Περιβάλλοντος αλλά και στον Παραγωγό ενός Προϊόντος, ένα μεθοδολογικό πλαίσιο για την εκτίμηση και ανάλυση των επιπτώσεων στο περιβάλλον που μπορούν να αποδοθούν άμεσα ή έμμεσα στον κύκλο ζωής ενός προϊόντος.

Το πεδίο εφαρμογής της AKZ έχει διευρυνθεί ραγδαία τα τελευταία χρόνια. Ενδεικτικά, η AKZ μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως διαγνωστικό εργαλείο για τον προσδιορισμό των διεργασιών του κύκλου ζωής που χρήζουν περιβαλλοντικής βελτίωσης, για την περιβαλλοντική σύγκριση προϊόντων με την ίδια λειτουργία ή χρήση, για την περιβαλλοντική πιστοποίηση προϊόντων ή υπηρεσιών (eco-labeling), τον οικολογικό σχεδιασμό νέων προϊόντων (eco-design) αλλά και για την επιλογή κατάλληλων περιβαλλοντικών δεικτών (Αβρααμίδης Μ., 2003).

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, η ανάλυση του κύκλου ζωής είναι μια μεθοδολογία η οποία έχει ως κύριο στόχο τον αντικειμενικό υπολογισμό και ανάλυση των περιβαλλοντικών επιβαρύνσεων οι οποίες σχετίζονται με προϊόντα, διεργασίες ή δραστηριότητες. Αναφέρθηκε επίσης ότι ο σκοπός αυτός επιτυγχάνεται προσδιορίζοντας και καταγράφοντας την χρήση ενέργειας και πρώτων υλών καθώς και την κάθε είδους ρύπανση του περιβάλλοντος η οποία συντελείται καθ'ολη την διάρκεια της ζωής του προϊόντος ή της δραστηριότητας που μελετάται. Αποτέλεσμα της καταγραφής αυτής είναι να καθίσταται δυνατή τόσο η εκτίμηση των συνολικών επιπτώσεων του προϊόντος ή της δραστηριότητας στο περιβάλλον όσο και η βελτίωση της κατάστασης ύστερα από σχετικές προτάσεις και αλλαγές. Πέρα όμως από τον κύριο αυτό σκοπό, υπάρχουν και άλλοι επιμέρους στόχοι οι οποίοι τίθεται κάθε φορά και ανάλογα με την περίπτωση μπορεί να είναι (Γεωργακέλλος Δ.,2000):

- Ο προσανατολισμός στη λήψη αποφάσεων για το περιβάλλον με βάση επιστημονικές μεθοδολογίες και όχι με αυθαίρετες εκτιμήσεις,
- Η θέσπιση περιβαλλοντικών κανόνων και ο καθορισμός αντίστοιχων προτεραιοτήτων στη σχεδίαση και παραγωγή διαφόρων προϊόντων,
- Η αξιολόγηση ενός υλικού σε σχέση με ένα άλλο σε διάφορες εφαρμογές(π.χ. στη συσκευασία) και γενικά ο προσδιορισμός του ρόλου διαφόρων υλικών στις σύγχρονες στρατηγικές διαχείρισης του περιβάλλοντος,
- Η δημιουργία ενός επιστημονικού υπόβαθρου με βάση το οποίο θα αποδεικνύεται η αναγκαιότητα υιοθέτησης οικονομικών μέτρων, εφόσον υπάρχουν αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον από προϊόντα ή δραστηριότητες (π.χ. φορολόγηση ορισμένων απορριμμάτων ή αερίων ρυπαντών όπως το CO₂),
- Η ανάδειξη της καλύτερης μεθόδου ανάκτησης των υλικών και γενικά διαχείρισης των αποβλήτων σε σχέση με όλες τις δυνατές εναλλακτικές λύσεις,
- Η δημιουργία μιας αξιόπιστης βάσης ανταλλαγής πληροφοριών στον τομέα της περιβαλλοντικής διαχείρισης ώστε να είναι ευκολότερη η συνεργασία μεταξύ των διαφόρων φορέων με σκοπό περιβαλλοντικά οφέλη,

- Ο εφοδιασμός των επιχειρήσεων με επιχειρήματα που θα τις διευκολύνουν στο πεδίο του οικολογικού μάρκετινγκ (eco-marketing ή green marketing) υπό την προϋπόθεση ότι, σε μια τέτοια περίπτωση, η μεθοδολογία της ΑΚΖ είναι ομοιόμορφη και τυποποιημένη προκειμένου να μη γίνεται καταστρατήγηση και αντιδεοντολογική χρήση των διαφόρων στοιχείων,
- Η ανατροπή υφιστάμενων δυσμενών περιβαλλοντικών απόψεων της κοινής γνώμης για διάφορα προϊόντα ή δραστηριότητες που ενδεχομένως να είναι λανθασμένες (π.χ. η αντίληψη πολλών για τη βιομηχανία πλαστικών),
- Η δημιουργία της βάσης για την εφαρμογή προγραμμάτων ολικής ποιότητας περιβάλλοντος (Environmental Total Quality Programs),
- Η θέσπιση των επιστημονικών κριτηρίων με βάση τα οποία θα απονέμονται τα οικολογικά σήματα (eco-labels) στα διάφορα προϊόντα,
- Η ενημέρωση των πολιτών σχετικά με τις επιπτώσεις στο περιβάλλον από προϊόντα που χρησιμοποιούν και δραστηριότητες που ασκούν. Αυτή επιτυγχάνεται είτε με την κοινοποίηση των αποτελεσμάτων μελετών ανάλυσης κύκλου ζωής σε κάθε ενδιαφερόμενο φορέα (κρατικές αρχές, οικολογικές ομάδες κ.λπ.), είτε με την εφαρμογή της οικολογικής σήμανσης στα προϊόντα (οικολογική ετικέτα ή οικολογικό σήμα) είτε, τέλος, με την πιστοποίηση αυτών για την περιβαλλοντική τους ποιότητα (certification) και
- Η αξιολόγηση επενδυτικών σχεδίων με την επίδραση τους στο περιβάλλον.

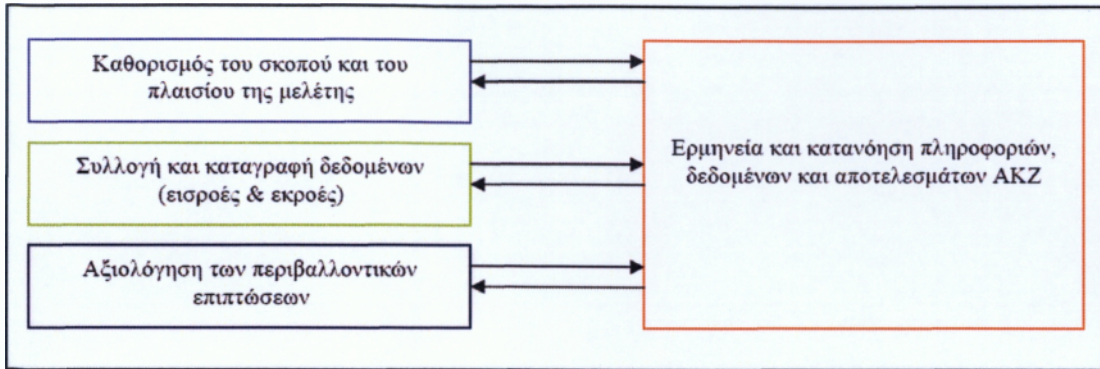
Συνοψίζοντας τα παραπάνω μπορεί να υποστηριχτεί ότι στόχος της ανάλυσης κύκλου ζωής είναι η μέτρηση της περιβαλλοντικής επιβάρυνσης ενός οικονομικού συστήματος κατά την διάρκεια της ζωής του, με όσο το δυνατόν μεγαλύτερη ποσοτική προσέγγιση. Παρόλο που αυτό μέχρι σήμερα είχε να κάνει με προϊόντα, η ΑΚΖ σχετίζεται και με οποιοδήποτε άλλο οικονομικό σύστημα, όπως για παράδειγμα πρώτες ύλες, υπηρεσίες, επιχειρησιακές στρατηγικές και κρατικές πολιτικές (Γεωργακέλλος «ΣΠΟΥΔΑΙ», Τόμος 49, 2000)

3.2.3. Βασικά χαρακτηριστικά Ανάλυσης Κύκλου Ζωής

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

Η εφαρμογή της ΑΚΖ χωρίζεται σε τέσσερα βασικά στάδια (Σχήμα 3.2):

1. Τον ορισμό του σκοπού (goal) και του πλαισίου (scope) της μελέτης.
2. Την απογραφική ανάλυση κύκλου ζωής (life cycle inventory analysis) : στο στάδιο αυτό της ΑΚΖ καταγράφεται κάθε τι το οποίο είτε εισέρχεται από το περιβάλλον (πρώτες ύλες, ενέργεια, κ.λπ.) είτε εξέρχεται σε αυτό (προϊόντα, αέριοι και λοιποί ρύποι, παραπροϊόντα, απορρίμματα κ.λπ.) ως αποτέλεσμα κάθε είδους δραστηριότητας που έχει σχέση με το προϊόν από την γέννηση του έως τον θάνατό του.
3. Την ανάλυση επιπτώσεων κύκλου ζωής (life cycle impact assessment): στο στάδιο αυτό της μελέτης αναλύονται οι επιπτώσεις στο περιβάλλον καθώς και οι κάθε είδους επιδράσεις σε αυτό οι οποίες οφείλονται στις εισροές και στις εκροές που διαπιστώθηκαν στο προηγούμενο μέρος της καταγραφής.
4. Την ερμηνεία της μελέτης: στο μέρος αυτό γίνεται ερμηνεία των αποτελεσμάτων από την ανάλυση του καταλόγου και των φάσεων της αξιολόγησης των επιπτώσεων, σε σχέση με τους αντικειμενικούς σκοπούς της μελέτης που έχουν τεθεί και επιχειρείται να διερευνηθούν δυνατότητες βελτίωσης του προϊόντος και των σχετικών με αυτό δραστηριοτήτων από περιβαλλοντικής σκοπιάς, με βάση τα αποτελέσματα των δύο προηγούμενων σταδίων της ανάλυσης του κύκλου ζωής.



Σχήμα 3.2.: Μεθοδολογία Ανάλυσης Κύκλου Ζωής

Αν και όλοι σχεδόν οι ερευνητές συμφωνούν με τον παραπάνω διαχωρισμό, δηλαδή την ύπαρξη, τουλάχιστον, αυτών των σταδίων, ελάχιστες είναι οι περιπτώσεις μελετών ΑΚΖ που τα περιλαμβάνουν και τα τρία. Αντιθέτως, η συντριπτική πλειοψηφία των μελετών ανάλυσης κύκλου ζωής μέχρι σήμερα συνίσταται σχεδόν αποκλειστικά από το στάδιο της καταγραφής και μόνο. Οι κυριότεροι λόγοι για τους οποίους γίνεται αυτό είναι οι εξής (Γεωργακέλλος Δ.,2000):

1. Το στάδιο της καταγραφής πρέπει να προηγείται οπωσδήποτε των δύο άλλων με συνέπεια να είναι σπάνιες οι περιπτώσεις μελετών ανάλυσης κύκλου ζωής που να μην περιλαμβάνουν την καταγραφή της κατάστασης. Αντίθετα, κάτι τέτοιο αφενός δεν είναι πάντοτε απαραίτητο για τα στάδια της ανάλυσης των επιπτώσεων και των βελτιώσεων και αφετέρου πολλές φορές απλά αποφεύγεται.

2. Η μεθοδολογία με βάση την οποία πραγματοποιείται το στάδιο της καταγραφής κύκλου ζωής έχει αναπτυχθεί σε ικανοποιητικό βαθμό με αποτέλεσμα να υπάρχει σήμερα το απαραίτητο θεωρητικό υπόβαθρο για την εκπόνηση αξιόπιστων σχετικών μελετών. Αντιθέτως, δεν φαίνεται να συμβαίνει το ίδιο και στην περίπτωση των δύο άλλων σταδίων δηλαδή της ανάλυσης επιπτώσεων κύκλου ζωής και κυρίως της ερμηνείας κύκλου ζωής, των οποίων η ανάπτυξη παρουσιάζει πολλά σημεία που δεν έχουν ακόμα διευκρινισθεί πλήρως.

3. Πολλές φορές είναι αρκετό απλώς το στάδιο της καταγραφής κύκλου ζωής για να φανούν ευκαιρίες για μείωση της ρύπανσης και κατανάλωσης ενέργειας και πρώτων υλών. Στην περίπτωση αυτή τα δύο άλλα στοιχεία χρησιμοποιούνται για να εξασφαλίσουν ότι οι ενδεχόμενες αλλαγές θα φέρουν τα καλύτερα αποτελέσματα χωρίς, ταυτοχρόνως, να δημιουργήσουν άλλου είδους, συνεπαγόμενες περιβαλλοντικές επιβαρύνσεις.

Στην Ανάλυση Κύκλου Ζωής προσδιορίζονται και ποσοτικοποιούνται η ενέργεια, τα υλικά που χρησιμοποιούνται, τα απόβλητα που απελευθερώνονται στο περιβάλλον, εκτιμώνται οι επιπτώσεις από τη χρήση της ενέργειας και των υλικών καθώς και των αποβλήτων και αναγνωρίζονται και εκτιμώνται οι δυνατότητες περιβαλλοντικών βελτιώσεων.

Σύμφωνα με όσα αναφέρθηκαν έως τώρα, γίνεται αντιληπτό ότι η φιλοσοφία της ΑΚΖ βασίζεται σε συνδυασμό αρχών και νόμων, της φυσικής από τη μια, και της διοίκησης των επιχειρήσεων από την άλλη. Έτσι, η όλη διαδικασία και ανάλυση στηρίζεται στις θεμελιώδεις αρχές της θερμοδυναμικής, στην αρχή διατήρησης της μάζας και στους άλλους νόμους της φυσικής, ενώ παράλληλα ο τρόπος συλλογής και επεξεργασίας των στοιχείων μοιάζει με εκείνον της κατάρτισης των ισολογισμών και των καταστάσεων αποτελεσμάτων χρήσεως των επιχειρήσεων. Όπως δηλαδή προσπαθούμε να καταγράψουμε και να μελετήσουμε την ροή των χρημάτων και γενικά των κεφαλαίων μέσα σε μια επιχείρηση με τις παραπάνω καταστάσεις, έτσι και με την ανάλυση κύκλου ζωής επιχειρούμε να καταγράψουμε την ροή ενέργειας και πρώτων υλών αλλά και την εκροή ρυπαντών σε κάθε φάση της ζωής ενός προϊόντος, όχι αυθαίρετα αλλά με την βοήθεια των φυσικών νόμων.

Στο πρώτο στάδιο της εξόρυξης, απόκτησης, παραλαβής των πρώτων υλών περιλαμβάνονται όλες εκείνες οι δραστηριότητες οι οποίες έχουν σχέση με την άντληση των πρώτων υλών και της ενέργειας από το υπέδαφος, τον αέρα ή την επιφάνεια του εδάφους όπως για παράδειγμα του πετρελαίου.

Το δεύτερο στάδιο της παραγωγής περιλαμβάνει τις διεργασίες επεξεργασίας των πρώτων υλών και άλλων υλικών για την παραγωγή του τελικού ή ενδιάμεσου προϊόντος, όπως για παράδειγμα τις διαδικασίες μετατροπής του πετρελαίου σε

πολυμερείς ρητίνες οι οποίες με την σειρά τους μετατρέπονται σε μια σειρά από χρήσιμα προϊόντα όπως πλαστικές φιάλες.

Πολλές δραστηριότητες περιλαμβάνονται στο επόμενο στάδιο διανομής και μεταφοράς. Συγκεκριμένα το προϊόν συσκευάζεται, μεταφέρεται και διανέμεται προς πώληση. Στο σημείο αυτό πρέπει να τονιστεί ότι μεταφορά δεν πραγματοποιείται βέβαια μόνο στο προϊόν αλλά σχεδόν σε κάθε στάδιο της ζωής του προϊόντος με συνέπεια να πρέπει να λαμβάνεται κάθε φορά υπόψη.

Το τέταρτο στάδιο χρήσης και συντήρησης περιλαμβάνει την χρησιμοποίηση του προϊόντος μετά την πώλησή του. Τέλος, τα δύο τελευταία στάδια ανακύκλωσης και διαχείρισης των απορριμμάτων του, αναφέρονται στις τελευταίες φάσεις της ζωής του προϊόντος κατά τις οποίες έχει πλέον μεταβληθεί από χρήσιμο προϊόν σε απόρριμμα, και το οποίο ενδεχομένως ανακυκλώνεται.

Η δομή της καταγραφής κύκλου ζωής μπορεί να δοθεί και με την μορφή μήτρας, όπως αυτή που εικονίζεται στον πίνακα 3.1. Στον πίνακα αυτό, κατακόρυφα δίνονται όλοι ή ορισμένοι από τους δείκτες και τα κριτήρια που περιγράφουν τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις που μας ενδιαφέρουν (περιβαλλοντικά πεδία). Οριζόντια περιλαμβάνονται τα διάφορα στάδια της ζωής του προϊόντος που μελετάμε (για παράδειγμα απόκτηση πρώτων υλών, παραγωγή, χρήση, τελική διάθεση κ.λπ.). Ο καθορισμός και η χρησιμοποίηση των περιβαλλοντικών πεδίων και των σταδίων, είναι ίσως το πιο κρίσιμο σημείο στην όλη διαδικασία (Βλάχου Θ., Πάτρα 2007).

Πίνακας 3.1.: Παράδειγμα απλοποιημένης μήτρας ΑΚΖ.

Περιβαλλοντικά πεδία	Στάδια Κύκλου Ζωής				
	Απόκτηση α' υλών	Παραγωγή	Διανομή	Χρήση	Τελική Διάθεση
Κατανάλωση α' υλών					
Κατανάλωση ενέργειας					
Παραγωγή απορριμμάτων					
Ρύπανση του εδάφους					
Ρύπανση Αέρα					
Ρύπανση Υδάτων					
Επίδραση στο οικοσύστημα					

Εδώ θα πρέπει να σημειωθεί ότι ένα από τα κυριότερα προβλήματα στην σύνθεση του πίνακα αυτού είναι η επιλογή των περιβαλλοντικών πεδίων, των δεικτών και των κριτηρίων εκείνων δηλαδή που περιγράφουν την επιβάρυνση του περιβάλλοντος (κατακόρυφος άξονας). Προκειμένου να γίνει η επιλογή των πεδίων αυτών, υπάρχουν τρεις κατευθύνσεις προς τις οποίες πρέπει να προσανατολιστεί κανείς. Η φύση, η κοινωνία και η οικονομία. Όμως, όπως έχει τονιστεί, οι μελέτες ανάλυσης κύκλου ζωής λαμβάνουν υπόψη τους μόνο την περιβαλλοντική επιβάρυνση, αν και ορισμένες μελέτες οι οποίες έχουν εκπονηθεί σε σκανδιναβικές κυρίως χώρες, περιλαμβάνουν στην έρευνά τους τις επιπτώσεις στις συνθήκες εργασίας και την υγιεινή της εργασίας έτσι που να μοιάζουν με μελέτες ανάλυσης γραμμής προϊόντος. Πάντως, ακόμα και για την περιβαλλοντική, μόνο, διάσταση των επιπτώσεων, είναι απαραίτητο να

επιλέγονται οι πιο σοβαρές επιδράσεις στο περιβάλλον και να περιγράφονται με δείκτες και κριτήρια. Οι δείκτες, σε αυτή τη φάση της μελέτης, προσφέρονται για την ποσοτική ανάλυση ενώ τα κριτήρια για την ποιοτική. Το πρόβλημα ωστόσο είναι ότι δεν υπάρχει ένα μοναδικό σύνολο από κριτήρια και δείκτες για όλες τις μελέτες ΑΚΖ. Έτσι, ο συνολικός αριθμός των δεικτών θα μπορούσε να είναι πού μεγάλος. Έχουν προταθεί πάνω από διακόσιοι με αποτέλεσμα ορισμένοι από αυτούς, σχεδόν πάντα, να παραλείπονται είτε γιατί είναι λιγότερο σημαντικοί ή γιατί είναι πολύ δύσκολος ο προσδιορισμός τους (Γεωργακέλλος Δ., 2000).

Σε ότι αφορά στην ανάλυση των επιπτώσεων του κύκλου ζωής πρέπει να τονιστεί ότι η αντικειμενική επεξήγηση των αποτελεσμάτων της καταγραφής είναι απαραίτητη προκειμένου να αξιοποιηθεί η ανάλυση κύκλου ζωής. Ωστόσο, αυτό το τμήμα της ΑΚΖ δεν έχει αναπτυχθεί ακόμα πλήρως και γενικά οι γνώμες για το πώς πρέπει να ερμηνεύονται τα αποτελέσματα της καταγραφής, ως ένα βαθμό, διαφοροποιούνται. Κάτι τέτοιο βέβαια, ήταν αναμενόμενο αφού το να σταθμίσεις γεγονότα χωρίς εμφανή σχέση μεταξύ τους κάθε άλλο παρά εύκολο ή απλό πράγμα είναι. Έτσι, ερωτήσεις του τύπου:

- Τι έχει μεγαλύτερη επίδραση στο περιβάλλον, η όξινη βροχή ή τα αέρια που προκαλούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου; ή
- Ποια κατάσταση είναι χειρότερη, η ρύπανση ενός ποταμιού ή η καταστροφή του στρώματος του όζοντος της ατμόσφαιρας;

Είναι πολύ δύσκολο να απαντηθούν αυτά τα ερωτήματα καθώς πίσω από κάθε κριτήριο ή επιχείρημα ελλοχεύει το υποκειμενικό στοιχείο.

Οι γενικές κατηγορίες περιβαλλοντικών επιπτώσεων που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη στην ΑΚΖ είναι ο εξής:

- Χρήση πόρων
- Ανθρώπινη υγεία
- Οικολογικές συνέπειες

3.2.4.Χρήσεις της Ανάλυσης Κύκλου Ζωής

Η ανάλυση κύκλου ζωής μπορεί να χρησιμοποιηθεί:

α) για τον εντοπισμό των ευκαιριών για την βελτίωση των περιβαλλοντικών πτυχών των προϊόντων, στα διάφορα στάδια του κύκλου ζωής τους,

β) ως εργαλείο λήψης αποφάσεων στη βιομηχανία, στους κυβερνητικούς ή μη κυβερνητικούς οργανισμούς π.χ. στον στρατηγικό σχεδιασμό, στον καθορισμό προτεραιοτήτων, στο σχεδιασμό ή επανασχεδιασμό ενός προϊόντος ή μιας διεργασίας,

γ) στην επιλογή δεικτών σχετικών με τις περιβαλλοντικές επιδόσεις, συμπεριλαμβανομένων και των τεχνικών μέτρησης,

ε) ως διαγνωστικό εργαλείο για τον προσδιορισμό των διεργασιών του κύκλου ζωής που χρήζουν περιβαλλοντικής βελτίωσης, για την περιβαλλοντική σύγκριση προϊόντων ή υπηρεσιών (eco-labeling),

στ) στην αποτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που έχει ο κλάδος ενός προϊόντος ή μιας υπηρεσίας,

ζ) στην χάραξη μιας πολιτικής διαχείρισης των πρώτων υλών που ελαχιστοποιεί το περιβαλλοντικό κόστος και

η) γενικότερα ως ένα εργαλείο περιβαλλοντικής διαχείρισης και υποστήριξης αποφάσεων.

3.2.5.Στόχοι της Ανάλυσης Κύκλου Ζωής

οι στόχοι μια μελέτης Ανάλυσης Κύκλου Ζωής είναι:

- Η εκτίμηση των περιβαλλοντικών φορτίων
- Η αποτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων
- Ο προσδιορισμός και η αξιολόγηση των δυνατοτήτων βελτιστοποίησης μιας εργασίας με στόχο την ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων.

Η ΑΚΖ ως μια από τις πολλές τεχνικές περιβαλλοντικής διαχείρισης που υπάρχουν (π.χ. αποτίμηση κινδύνου, αξιολόγηση περιβαλλοντικών επιδόσεων, διενέργεια περιβαλλοντικής επιθεώρησης και αξιολόγηση περιβαλλοντικών επιπτώσεων) πρέπει να ελέγχεται εάν είναι η πλέον κατάλληλη τεχνική για να χρησιμοποιείται σε όλες τις περιπτώσεις. Όπως όλες οι τεχνικές έτσι και η ΑΚΖ έχει ορισμένους περιορισμούς που περιλαμβάνουν τα ακόλουθα:

- Η φύση των επιλογών και των παραδοχών που γίνονται σε μια μελέτη ΑΚΖ (π.χ. οριοθέτηση του συστήματος, επιλογή των πηγών και των δεδομένων και κατηγορίες επιπτώσεων) μπορεί να είναι υποκειμενική.
- Τα υποδείγματα που χρησιμοποιούνται για την ανάλυση ή για την αξιολόγηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, περιορίζονται από τις παραδοχές που γίνονται γι'αυτά και μπορεί να μην είναι διαθέσιμα για όλες τις πιθανές επιπτώσεις ή εφαρμογές.
- Τα αποτελέσματα μελετών ΑΚΖ που εστιάζονται σε παγκόσμια ή σε περιφερειακά ζητήματα μπορεί να μην είναι κατάλληλα για τοπικές εφαρμογές δηλαδή οι τοπικές συνθήκες μπορεί να μην αντιπροσωπεύονται επαρκώς από τις περιφερειακές ή παγκόσμιες συνθήκες.
- Η ακρίβεια των μελετών ΑΚΖ μπορεί να περιοριστεί από τη δυνατότητα πρόσβασης στα σχετικά δεδομένα ή από την διαθεσιμότητα ή την ποιότητα των δεδομένων αυτών π.χ. κενά, είδος δεδομένων, συσσώρευση, μέσος όρος, τοπικές ιδιαιτερότητες.
- Η έλλειψη χωρικών διαστάσεων στον κατάλογο των δεδομένων που χρησιμοποιείται για την ανάλυση των επιπτώσεων εισάγει αβεβαιότητα στα αποτελέσματα των επιπτώσεων. Αυτή η αβεβαιότητα διαφέρει ανάλογα με τα χωρικά και χρονικά χαρακτηριστικά κάθε κατηγορίας επιπτώσεων.

Γενικά οι πληροφορίες που συγκεντρώνονται στο πλαίσιο μίας μελέτης ΑΚΖ πρέπει να χρησιμοποιούνται ως τμήμα μιας πολύ πιο περιεκτικής διεργασίας αποφάσεων ή για να γίνουν κατανοητές οι ευρύτερες ή γενικές αλληλεπιδράσεις. Η σύγκριση των αποτελεσμάτων διαφορετικών μελετών ΑΚΖ είναι δυνατή μόνο όταν οι παραδοχές και η σκοπιμότητα της κάθε μελέτης είναι ίδια. Οι παραδοχές αυτές πρέπει

επίσης να αναφέρονται με σαφήνεια για λόγους διαφάνειας. Ακόμα πρέπει να σημειωθεί ότι μία μελέτη AKZ δεν εξετάζει τις οικονομικές ή κοινωνικές πτυχές ενός προϊόντος.

3.2.6. Τα χαρακτηριστικά της μεθοδολογίας μίας μελέτης Ανάλυσης Κύκλου Ζωής

Τα βασικά χαρακτηριστικά της μεθοδολογίας μιας μελέτης Ανάλυσης Κύκλου Ζωής είναι:

1. Η μελέτη AKZ πρέπει να εντοπίζει συστηματικά και με επάρκεια τις περιβαλλοντικές πτυχές του συστήματος προϊόντων, από την συλλογή των πρώτων υλών μέχρι την τελική διάθεση- απόρριψη («from cradle to grave»).
2. Το βάθος, το εύρος, η έκταση της λεπτομέρειας και το χρονικό πλαίσιο μίας μελέτης AKZ μπορεί να διαφοροποιείται αρκετά από μελέτη σε μελέτη, ανάλογα με το αντικείμενο και το σκοπό της μελέτης.
3. Το αντικείμενο, ο σκοπός, οι παραδοχές, η περιγραφή της ποιότητας των δεδομένων, η μεθοδολογία και τα αποτελέσματα μίας μελέτης AKZ πρέπει να είναι διάφανα. Η μελέτη πρέπει να είναι σε θέση να επικοινωνεί και να τεκμηριώνει τις πηγές των δεδομένων.
4. Κατά την εφαρμογή των αποτελεσμάτων μίας μελέτης AKZ πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή και να προβλέπεται η προστασία των πληροφοριών που είναι εμπιστευτικές ή / και αποτελούν πνευματική ιδιοκτησία.
5. Η μεθοδολογία AKZ πρέπει να είναι σε θέση να ενσωματώνει τα εκάστοτε νέα επιστημονικά ευρήματα και βελτιώσεις, στο πλαίσιο των κανόνων της επιστήμης και της τέχνης.
6. Όταν οι μελέτες AKZ χρησιμοποιούνται για την πραγματοποίηση «συγκριτικών δηλώσεων και ισχυρισμών» οι οποίες αποκαλύπτονται στο κοινό, θα πρέπει να εφαρμόζονται και να ακολουθούνται ειδικές απαιτήσεις κατά την διεξαγωγή των μελετών αυτών.

7. Δεν υπάρχει επιστημονική βάση για την αναγωγή των αποτελεσμάτων μίας μελέτης AKZ σε ένα και μόνο συνολικό αποτέλεσμα ή αριθμό, δεδομένου ότι η πολυπλοκότητα των συστημάτων προϊόντων είναι μεγάλη.

8. Δεν μπορεί να καθοριστεί εκ των προτέρων μία συγκεκριμένη μέθοδος ανάλυσης και πραγματοποίησης της μελέτης AKZ. Κάθε επιχείρηση – οργανισμός που αποφασίζει να ακολουθήσει τη μελέτη AKZ πρέπει να είναι σε θέση να προσαρμόζει τις γενικές κατευθύνσεις που αφορούν τη μέθοδο αυτή πάνω στην ειδική εφαρμογή και στις απαιτήσεις του χρήστη.

3.2.7. Πλεονεκτήματα – οφέλη μίας μελέτης Ανάλυσης Κύκλου Ζωής

Σε μία επιχείρηση τα πλεονεκτήματα – οφέλη της μελέτης Ανάλυσης Κύκλου Ζωής είναι:

1. *Βελτιωμένος σχεδιασμός προϊόντος.* Η AKZ μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να βοηθήσει τη διαδικασία λήψης αποφάσεων για το σχεδιασμό ή τον επανασχεδιασμό ενός προϊόντος ή μίας υπηρεσίας. Μπορεί να γίνει σύγκριση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων διαφορετικών επιλογών σχεδιασμού και αξιολόγηση του κατά πόσο αυτές έχουν σημαντικά περιβαλλοντικά πλεονεκτήματα ή μειονεκτήματα. Η AKZ καθιστά δυνατή μια συστηματική αξιολόγηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που σχετίζονται με κάποιο προϊόν.

2. *Παροχή περιβαλλοντικής πληροφόρησης.* Με την εφαρμογή AKZ μία επιχείρηση μπορεί να αποκτήσει μία πηγή δεδομένων για τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις των προϊόντων της, ώστε να μπορεί να παρέχει τις σχετικές πληροφορίες σε ενδιαφερόμενα μέρη (ελεγκτικές υπηρεσίες – δημόσιο, πελάτες – καταναλωτές κ.ά.).

3. *Η AKZ μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εργαλείο προώθησης – μάρκετινγκ.* Μία επιχείρηση μπορεί να δημοσιοποιήσει την χρήση της AKZ, δείχνοντας την περιβαλλοντική της ευαισθησία, γεγονός που επιδρά θετικά στους καταναλωτές

4. *Οικονομικά οφέλη.* Η AKZ εξετάζοντας τον κύκλο ζωής ενός προϊόντος μπορεί να συμβάλλει στην αύξηση της αποδοτικότητας των χρησιμοποιούμενων πόρων, στην μείωση των απαιτούμενων εισροών και των αποβλήτων που παράγονται και τελικά στη μείωση του κόστους παραγωγής του προϊόντος.

5. *Η AKZ συνδέεται με άλλα εργαλεία περιβαλλοντικής διαχείρισης.* Η AKZ μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε ένα Σύστημα Περιβαλλοντικής Διαχείρισης (ΣΠΔ). Για παράδειγμα ένας από τους στόχους της περιβαλλοντικής πολιτικής μίας επιχείρησης μπορεί να είναι η μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που σχετίζονται με τα προϊόντα της. Επίσης η AKZ μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως βάση για τη θέσπιση κριτηρίων που πρέπει να πληροί ένα προϊόν, ώστε να δικαιούται περιβαλλοντικό οικολογικό σήμα. Τα στοιχεία αυτά προσφέρουν σε μία επιχείρηση τόσο ανταγωνιστικά όσο και οικονομικά πλεονεκτήματα.

Στο σημείο αυτό θα πρέπει να γίνει αναφορά στην ένταξη της Ανάλυσης Κύκλου Ζωής στην ονομαζόμενη Ολοκληρωμένη Πολιτική Προϊόντων.

Σύμφωνα με την ανακοίνωση της Επιτροπής των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων προς το Συμβούλιο και το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο της 18.06.2003 (EL (COM 2003) 302 τελικό) η περιβαλλοντική πολιτική της Ευρωπαϊκής Ένωσης πρέπει να εμπλουτιστεί με μία νέα διάσταση, τα «προϊόντα» για τους εξής λόγους:

- Η συνολική ποσότητα των προϊόντων αυξάνεται
- Η ποικιλία των προϊόντων και υπηρεσιών επίσης αυξάνεται
- Δημιουργία συνεχώς νέων τύπων προϊόντων
- Τα προϊόντα αποτελούν αντικείμενο εμπορίας σε παγκόσμια πλέον κλίμακα
- Έχει αυξηθεί η συνθετότητα των προϊόντων
- Ο σχεδιασμός ενός προϊόντος μπορεί να είναι τέλειος, όμως η ακατάλληλη χρήση και τελική διάθεσή του μπορεί να έχει σημαντικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

➤ Σήμερα τα προϊόντα επιτάσσουν τη συμμετοχή πολλών συντελεστών καθ'όλο τον κύκλο ζωής τους.

Όλοι οι παραπάνω παράγοντες υπογραμμίζουν την ανάγκη θέσπισης μίας σχετικής με το προϊόν διάστασης στην περιβαλλοντική πολιτική. Η προσέγγιση της Ολοκληρωμένης Πολιτικής Προϊόντων (ΟΠΠ) επιδιώκει την αντιμετώπιση του ζητήματος αυτού, προάγοντας παράλληλα, τους ευρύτερους οικονομικούς και κοινωνικούς στόχους της Ευρωπαϊκής Ένωσης, που καθορίστηκαν στο πλαίσιο της στρατηγικής της Λισσαβόνας και εξασφαλίζοντας την συμμόρφωση με τις υποχρεώσεις που απορρέουν από συνθήκες.

Πέντε βασικές αρχές στις οποίες στηρίζεται η προσέγγιση της Ολοκληρωμένης Πολιτικής Προϊόντων (ΟΠΠ):

1) Συνεκτίμηση του κύκλου ζωής: εξετάζεται ο κύκλος ζωής ενός προϊόντος με σκοπό τον περιορισμό των σωρευτικών περιβαλλοντικών συνεπειών – από τον σχεδιασμό μέχρι την τελική απομάκρυνσή του ή – “από την κούνια στον τάφο”. Η αντίληψη αυτή αποβλέπει επίσης στο να μην αντιμετωπίζονται σε μεμονωμένη βάση κάποια στάδια του κύκλου ζωής, κατά τρόπο ώστε η περιβαλλοντική επιβάρυνση να μη μετακυλύετε ,απλώς, σε άλλο στάδιο. Εξετάζοντας το σύνολο του κύκλου ζωής ενός προϊόντος κατά τρόπο ολοκληρωμένο, η ΟΠΠ προάγει επίσης, μια συνεκτική πολιτική. Ενθαρρύνει τα μέτρα περιορισμού των περιβαλλοντικών επιπτώσεων στο σημείο εκείνο του κύκλου ζωής όπου αναμένεται να έχουν μεγαλύτερο δυνατό αποτέλεσμα, όσον αφορά τον περιορισμό των περιβαλλοντικών επιπτώσεων για την πραγματοποίηση οικονομιών για τις επιχειρήσεις και για την κοινωνία.

2) Συνεργασία με την αγορά: θέσπιση κινήτρων προκειμένου να προσανατολιστεί η αγορά προς μία μεγαλύτερη αειφορία, ενθαρρύνοντας την προσφορά και ζήτηση οικολογικότερων προϊόντων. Αυτό ευνοεί τις εταιρείες που είναι καινοτόμες και στρατευμένες στην υπόθεση της αειφόρου ανάπτυξης δηλαδή της κάλυψης των αναγκών της παρούσας γενιάς, χωρίς να υπονομεύεται η ικανότητα των μελλοντικών γενεών να καλύψουν τις δικές τους ανάγκες.

3) Εμπλοκή των ενδιαφερόμενων μερών: στόχος είναι η ενθάρρυνση όλων όσων έρχονται σε επαφή με το προϊόν (βιομηχανία, καταναλωτές, κυβέρνηση) να δράσουν στην οικεία σφαίρα επιρροής και να ενθαρρύνουν τη συνεργασία μεταξύ των ενδιαφερόμενων μερών. Η βιομηχανία καλείται να προάγει την ενσωμάτωση των περιβαλλοντικών συνιστωσών στον σχεδιασμό των προϊόντων, ενώ όσον αφορά τους καταναλωτές, ο προβληματισμός τους μπορεί να επικεντρωθεί στην αγορά φιλικότερων προς το περιβάλλον προϊόντων, καθώς και στην βελτίωση της χρήσης και της τελικής διάθεσης των προϊόντων. Οι κυβερνήσεις μπορούν να καθορίζουν το νομικό πλαίσιο και τους οικονομικούς όρους που διέπουν ολόκληρες εθνικές οικονομίες, όπως επίσης και να επενεργούν άμεσα στις αγορές, προβαίνοντας για παράδειγμα σε προμήθειες οικολογικότερων προϊόντων.

4) Συνεχής βελτίωση: είναι δυνατές συχνές βελτιώσεις για τον περιορισμό των περιβαλλοντικών επιπτώσεων προϊόντων στη διάρκεια του κύκλου ζωής τους, είτε στον σχεδιασμό, στην παραγωγή ή στη χρήση τους, είτε στην τελική διάθεσή τους (απομάκρυνση), λαμβανομένων υπόψη των παραμέτρων που θέτει η αγορά. Η ΟΠΠ αποβλέπει περισσότερο στη συνεχή βελτίωση τους παρά στον καθορισμό συγκεκριμένου ορίου που θα πρέπει να επιτευχθεί. Έτσι οι εταιρείες μπορούν να επιλέξουν τους δικούς τους ρυθμούς και να επικεντρώσουν την προσοχή τους στις αποδοτικότερες, από πλευράς κόστους, βελτιώσεις.

5) Ποικιλία μέσων πολιτικής: η προσέγγιση ΟΠΠ απαιτεί σειρά διαφορετικών μέσων, λόγω της μεγάλης ποικιλίας διαθέσιμων προϊόντων και ενδιαφερόμενων μερών. Τα μέσα αυτά κυμαίνονται από τις εθελοντικές πρωτοβουλίες μέχρι τις υποχρεωτικές κανονιστικές διατάξεις και από την τοπική έως την διεθνή κλίμακα. Στο πλαίσιο της ΟΠΠ, η σαφώς διαγραφόμενη τάση συνίσταται στην υιοθέτηση εθελοντικών προσεγγίσεων, μολονότι ενδέχεται να απαιτούνται και υποχρεωτικά μέτρα. Καθοριστικός παράγοντας είναι η αποτελεσματικότητα του μέσου όσον αφορά την επίτευξη του επιδιωκόμενου αποτελέσματος από πλευράς αειφόρου ανάπτυξης.

Γενικά η Ολοκληρωμένη Πολιτική Προϊόντων της Ευρωπαϊκής Ένωσης αποβλέπει στον περιορισμό της χρήσης πόρων και των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των αποβλήτων και πρέπει να εφαρμόζεται σε συνεργασία με τις επιχειρήσεις (Βλάχος, 2007).

3.2.8. Ιστορική αναδρομή

Η ιστορία της ΑΚΖ ξεκινά από την δεκαετία του 1960 όταν δημιουργήθηκε η ανάγκη για τη μελέτη των ενεργειακών αναγκών που αφορούν την παραγωγή ενός προϊόντος. Στο πλαίσιο αυτό αναπτύχθηκε μία ποσοτική μεθοδολογία, η οποία σηματοδότησε την αρχή προς την διαμόρφωση της ιδέας της ολοκληρωμένης ανάλυσης του κύκλου ζωής ενός προϊόντος.

Μέχρι την δεκαετία του 1980 το ενδιαφέρον από τις επιχειρήσεις και το κοινό για την χρήση της μεθόδου Ανάλυσης του Κύκλου Ζωής ήταν μικρό. Εντούτοις, συνεχίστηκαν οι εργασίες και οι μελέτες πάνω στη μεθοδολογία και στο γενικό πλαίσιο εφαρμογής της μεθόδου, σε μικρή όμως κλίμακα.

Κατά την δεκαετία του 1990 παρουσιάστηκε έντονο ενδιαφέρον από τις κυβερνήσεις, την βιομηχανία και τα ακαδημαϊκά ιδρύματα για την μέθοδο ΑΚΖ, γεγονός που οδήγησε στην οργάνωση διεθνών συνεδρίων και ομάδων εργασίας για την δημιουργία εργαλείων που βοηθούν στην πραγματοποίηση των μελετών. Επίσης δόθηκε ιδιαίτερη ώθηση στην ανάπτυξη και εφαρμογή μελετών ΑΚΖ μέσω της υλοποίησης σειράς ερευνητικών προγραμμάτων.

Κατά την δεκαετία του 2000 η ιδέα και οι αρχές της μεθόδου ΑΚΖ χρησιμοποιούνται σε ένα μεγάλο εύρος δράσεων, τόσο στην ποσοτική ανάλυση και επιθεώρηση του κύκλου ζωής των προϊόντων, όσο και στο σχεδιασμό των προϊόντων και υπηρεσιών καθώς και στη λήψη αποφάσεων σε επίπεδο στρατηγικού νομοπαρασκευαστικού σχεδιασμού. Η ανάλυση, η επιθεώρηση, ο σχεδιασμός και η διαχείριση του κύκλου ζωής ενός προϊόντος αποτελούν σήμερα διαφορετικές προσεγγίσεις με στόχο την προώθηση της ιδέας για τα περιβαλλοντικά ανώτερα προϊόντα και συσκευασίες.

Αξίζει να σημειωθεί ότι η καθιέρωση της AKZ ως περιβαλλοντικό εργαλείο έγινε στα τέλη της δεκαετίας του 1990, με την έκδοση του διεθνούς προτύπου **ISO 14040:1997**.

Το κείμενο του διεθνούς προτύπου **ISO 14040:1997** εκπονήθηκε από την Τεχνική Επιτροπή ISO/TC 207 «Περιβαλλοντική Διαχείριση», Υποεπιτροπή SC 5, Αξιολόγηση κύκλου ζωής, σε συνεργασία με την Κεντρική Γραμματεία της CEN δηλαδή της Ευρωπαϊκής Επιτροπής Τυποποίησης. Το πρότυπο το οποίο εγκρίθηκε από τη CEN στις 29/06/1997 δίνει τις αρχές και το πλαίσιο και παρέχει μερικές μεθοδολογικές απαιτήσεις για την διεξαγωγή των μελετών AKZ. Πρόσθετες λεπτομέρειες που αφορούν τις μεθόδους δίνονται στα συμπληρωματικά διεθνή πρότυπα ISO 14041, ISO 14042 και ISO 14043 που αφορούν τις διάφορες φάσεις της AKZ.

Πιο συγκεκριμένα η σειρά των προτύπων ISO 14040 περιλαμβάνει τα πρότυπα (Raul Carlson, 2003):

- **ISO 14040 (1997)**: Περιβαλλοντική διαχείριση – Αξιολόγηση κύκλου ζωής – Αρχές και πλαίσιο. Το πρότυπο παρέχει μία σαφή ανασκόπηση της πρακτικής, των εφαρμογών και των περιορισμών της AKZ σε ένα μεγάλο πεδίο πιθανών χρηστών και εμπλεκόμενων φορέων, συμπεριλαμβανομένων αυτών που έχουν περιορισμένη γνώση για την ανάλυση κύκλου ζωής.

- **ISO 14041 (1998)**: Περιβαλλοντική διαχείριση – Αξιολόγηση κύκλου ζωής – Ορισμός του στόχου και του αντικειμένου καθώς και ανάλυση καταλόγου. Το πρότυπο παρέχει ειδικές απαιτήσεις και οδηγίες για την προετοιμασία, διεξαγωγή και κρίσιμη ανασκόπηση της ανάλυσης του καταλόγου απογραφής του κύκλου ζωής (φάση της AKZ που περιλαμβάνει τη σύνθεση και την ποσοτικοποίηση των σχετικών περιβαλλοντικών εισροών και εκροών κάποιου συστήματος προϊόντος).

- **ISO 14042 (2000)**: Περιβαλλοντική διαχείριση – Αξιολόγηση κύκλου ζωής – Αξιολόγηση επίδρασης κύκλου ζωής. Το πρότυπο παρέχει καθοδήγηση για τη φάση της αποτίμησης επιπτώσεων της AKZ (φάση

στην οποία η AKZ στοχεύει στην αξιολόγηση της σημασίας των πιθανών περιβαλλοντικών επιπτώσεων χρησιμοποιώντας τα αποτελέσματα της ανάλυσης του καταλόγου απογραφής του κύκλου ζωής).

• **ISO 14043 (2000):** Περιβαλλοντικά διαχείριση – Αξιολόγηση κύκλου ζωής – Ερμηνεία κύκλου ζωής. Το πρότυπο παρέχει καθοδήγηση για την ερμηνεία των αποτελεσμάτων της AKZ σε σχέση με τη φάση καθορισμού των στόχων της μελέτης AKZ και περιλαμβάνει ανασκόπηση του πλαισίου της AKZ όπως επίσης και της φάσης και της ποιότητας των δεδομένων που έχουν συλλεχθεί.

• **ISO 14044 (2006):** Πρότυπο Περιβαλλοντικής Διαχείρισης – Ανάλυση κύκλου ζωής. Απαιτήσεις και οδηγίες.

• **ISO 14047 (2003):** Πρότυπο Περιβαλλοντικής Διαχείρισης – Ανάλυση κύκλου ζωής – Παραδείγματα για την εφαρμογή του προτύπου ISO 14042.

• **ISO 14048 (2002):** Πρότυπο Περιβαλλοντικής Διαχείρισης – Ανάλυση κύκλου ζωής – Τύπος τεκμηρίωσης των δεδομένων της ανάλυσης κύκλου ζωής.

• **ISO 14049 (2000):** Πρότυπο Περιβαλλοντικής Διαχείρισης – Ανάλυση κύκλου ζωής – Παραδείγματα για την εφαρμογή του προτύπου ISO 14041.

• **ISO 14050 (1998):** Πρότυπο Περιβαλλοντικής Διαχείρισης – Ανάλυση κύκλου ζωής. Λεξιλόγιο.

Είναι σημαντικό και ουσιώδες, η μελέτη AKZ, να διατηρεί την τεχνικά της αξιοπιστία, προσφέροντας παράλληλα ευέλικτη, πρακτική και οικονομική αποδοτική εφαρμογή, ιδιαίτερα όταν πρόκειται να εφαρμοστεί σε μικρές και μεσαίες επιχειρήσεις. Το αντικείμενο, τα όρια και το επίπεδο λεπτομέρειας της μελέτης εξαρτώνται από το εξεταζόμενο θέμα και από τη χρήση – εφαρμογή για την οποία προορίζεται η μελέτη. Το βάθος και το εύρος τέτοιων μελετών μπορεί να διαφέρουν σημαντικά ανάλογα με τον τελικό σκοπό της κάθε μελέτης κατά περίπτωση. Σε όλες

όμως τις περιπτώσεις πρέπει να ακολουθούνται οι αρχές και το πλαίσιο που καθορίζονται στο προαναφερόμενο διεθνές πρότυπο ISO 14040.

Επίσης αξίζει να σημειωθεί ότι η εφαρμογή μελετών ΑΚΖ στην πράξη έχει ακόμη πολλά περιθώρια ανάπτυξης και βελτίωσης καθώς ορισμένες φάσεις αυτών όπως η αξιολόγηση επιπτώσεων βρίσκονται ακόμη σε σχετικά πρώιμη κατάσταση. Έτσι είναι σημαντικό τα αποτελέσματα των μελετών να ερμηνεύονται και να εφαρμόζονται ανάλογα.

4. ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΓΥΑΛΙΝΩΝ ΦΙΑΛΩΝ.

4.1. ΓΕΝΙΚΑ

Η ανακάλυψη του γυαλιού αποδίδεται στους Φοίνικες πριν από 5000 έτη, αν και οι ιστορικοί πιστεύουν ότι το πρώτο φυσικό γυαλί παρασκευάστηκε πριν περίπου 4000 έτη από τους Αιγύπτιους. Συγκεκριμένα, οι ιστορικοί πιστεύουν ότι οι γυάλινοι περιέκτες που χρησιμοποιούνταν για συσκευασία θεραπευτικών ελαίων και φαρμάκων παρασκευάστηκαν στις αρχές του 2000 π.Χ. , στην περιοχή του Νείλου. Κατά την διάρκεια του τελευταίου αιώνα η παραγωγή γυαλιού βιομηχανοποιήθηκε με την εισαγωγή μηχανημάτων που επέτρεψαν την ταχεία και οικονομική παραγωγή του.

Το γυαλί από χημική άποψη, είναι μια ουσία που μπορεί να αντιδράσει μόνο με φθόριο και υδροφθορικό οξύ, ενώ θεωρείται ότι είναι ουσία που έχει στερεοποιηθεί χωρίς να υποστεί κρυστάλλωση. Θεωρητικά, δεν υπάρχουν όρια στην ποσότητα του γυαλιού που μπορεί να παραχθεί εφόσον το 80% της γήινης επιφάνειας αποτελείται από άμμο, σόδα και ασβεστόλιθο, συστατικά από τα οποία παρασκευάζεται. Μικρότερες ποσότητες άλλων υλικών, προστίθενται για να προσδώσουν χρώμα και επιθυμητές ιδιότητες στο γυαλί.

Κατά την παραγωγή του οι πρώτες ύλες αναμιγνύονται με θραύσματα γυαλιού και μεταφέρονται σε μεγάλα καμίνια, όπου και ρευστοποιούνται στους 1200 με 1500⁰C για 10 ώρες για παραγωγή μιας παχύρευστης γυάλινης μάζας. Ακολουθεί σταδιακή

ελάττωση της θερμοκρασίας και μέσω μιας μετρικής μονάδας, γνωστή ως τροφοδότη, το τηγμένο γυαλί απομακρύνεται από το καμίνι και μορφοποιείται με δυο μεθόδους: εμφύσηση στο καλούπι και εισαγωγή περιορισμένου αέρα ή με εμφύσηση στο καλούπι και μορφοποίηση με την βοήθεια μηχανικού εμβόλου, ώστε να προσλάβει την τελική του μορφή. Στην συνέχεια σχηματίζεται ειδικό στόμιο, όπου είναι απαραίτητο, και ψύχεται. Ορισμένοι τύποι γυαλιού υφίσταται περαιτέρω ειδική επεξεργασία ώστε να μπορούν να ανταπεξέλθουν στα θερμικά σοκ που μπορεί να υποστούν κατά την συσκευασία των τροφίμων (διεργασία ανόπτησης- annealing). Κατά την επεξεργασία αυτή ο περιέκτης εισάγεται σε φούρνο όπου θερμαίνεται ξανά έως τους 600⁰C και στην συνέχεια ψύχεται υπό ελεγχόμενες συνθήκες.

Το γυαλί μπορεί να μορφοποιηθεί σε διάφορους τύπους, σχήματα ενώ συνήθως παρασκευάζεται σε αποχρώσεις του πράσινου, καφέ ή είναι διαφανές. Το διαφανές γυαλί καταλαμβάνει το 50% της παγκόσμιας αγοράς ενώ τα χρωματισμένα το υπόλοιπο. Για παράδειγμα, το καφέ γυαλί, το οποίο προσφέρει ικανοποιητική προστασία στο προϊόν από το φώς χρησιμοποιείται για προϊόντα όπως χυμοί φρούτων, φάρμακα και αλκοολούχα ποτά. Η κύρια διαφορά στην παραγωγή του χρωματισμένου γυαλιού είναι το γεγονός ότι ενώ μικρές ποσότητες θραυσμένου γυαλιού διαφόρων χρωματισμών μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παρασκευή τους, στην παραγωγή του κοινού γυαλιού χρησιμοποιούνται μόνο διαφανή κομμάτια.

Οι διάφοροι τύποι γυαλιού που μπορούν να παρασκευαστούν είναι το κοινό γυαλί, το γυαλί Βοημίας, το κρύσταλλο, Pyrex ή Zena, χρωματισμένα γυαλιά και το fiber-glass που χρησιμοποιείται για ειδικές κατασκευές και στα αυτοκίνητα.

Το γυαλί βρίσκει εφαρμογές τόσο σε προϊόντα καθημερινής όσο και ειδικευμένης χρήσης καθώς χρησιμοποιείται ευρέως σε παράθυρα, λάμπες, καθρέπτες, κεραμικά, πιάτα και κανάτες, κρύσταλλα, Pyrex και fiber-glass και φυσικά ως υλικό συσκευασίας. Ειδικότερα ως υλικό συσκευασίας, το γυαλί παρουσιάζει εξαιρετικά πλεονεκτήματα, όπως παρουσιάζονται στον πίνακα 4.1 . Παρά το γεγονός ότι το μεγαλύτερο ποσοστό των γυάλινων περιεκτών έχει αντικατασταθεί από περιέκτες που κατασκευάζονται από πλαστικό ή από πολύφυλλες μεμβράνες, η χρήση του ω περιέκτη σε ορισμένα προϊόντα είναι αναντικατάστατη. Το γυαλί, είναι αεροστεγές, διαφανές, ανθεκτικό στα οξέα, δεν προσδίδει γεύση ή οσμές στο προϊόν που περιέχει,

είναι ασφαλές, μπορεί να μορφοποιηθεί στο επιθυμητό σχήμα και μέγεθος και να επαναχρησιμοποιηθεί. Η συνήθης χημική σύσταση του γυαλιού καθώς και οι ενώσεις που χρησιμοποιούνται για χρωματισμό του παρουσιάζονται συνοπτικά στους παρακάτω Πίνακες 4.2 και 4.3. (Αρβανιτογιάννης, 2001)

Πίνακας 4.1.: Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα του γυαλιού ως υλικό συσκευασίας.

Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
<ol style="list-style-type: none"> 1. Υλικό χημικά αδρανές και άγευστο 2. Διαφανές 3. Δυνατότητα χρωματισμού ανάλογα με την χρήση για την οποία προορίζεται 4. Μορφοποιείται εύκολα στο επιθυμητό σχήμα και μέγεθος 5. Άκαμπτο υλικό με εξαιρετη αντοχή σε δυνάμεις συμπίεσης και πρόσκρουσης 6. Με κατάλληλο σφράγισμα μπορεί να προσδώσει πλήρη στεγανότητα τόσο στους υδρατμούς όσο και στα αέρια, πτητικές ενώσεις, ρευστά και μικροοργανισμούς 7. Με κατάλληλη επεξεργασία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για κονσερβοποίηση 8. Μπορεί να επιστραφεί και να επαναχρησιμοποιηθεί 9. Ανακύκλωση και βιοαποικοδόμηση 10. Βρίσκει διάφορες εφαρμογές σε μερικές εκ των οποίων είναι αναντικατάστατο υλικό συσκευασίας 11. Έχει ελκυστική εμφάνιση και λεία επιφάνεια οπότε μπορεί να πλυθεί εύκολα 12. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί κατά την θέρμανση τροφίμων σε φούρνους μικροκυμάτων 13. Μπορούν να σφραγιστούν σε ικανοποιητικό βαθμό μετά από το άνοιγμα τους 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Είναι σχετικά εύθραυστο υλικό 2. Δεν αντέχει σε θερμικά σοκ αν δεν έχει υποστεί την κατάλληλη επεξεργασία 3. Έχει μεγάλο βάρος και αυξημένο κόστος μεταφοράς 4. Κατά την παραγωγή του καταναλώνεται σημαντικό ποσό ενέργειας 5. Με την πάροδο του χρόνου και επαναλαμβανόμενες χρήσεις μπορεί να φθαρεί και να μειωθεί η αντοχή του κατά την διεργασία της πλήρωσης με προϊόν 6. Η αύξηση θραυσμάτων μπορεί να προκαλέσει κίνδυνο για την υγεία 7. Ορισμένοι τύποι γυαλιού (κρύσταλλα) έχουν σημαντικές ποσότητες μολύβδου που μπορούν να μεταφερθούν στο τρόφιμο προκαλώντας κίνδυνο για την δημόσια υγεία

Πίνακας 4.2.: Συνήθης χημική σύσταση του γυαλιού

Συστατικά	Περιεκτικότητα %
SiO ₂	68-73
CaO	10-13
MgO	0,3-3
Na ₂ O	12-15
Al ₂ O ₃	1,5-2
Fe ₂ O ₃	0,05-0,25
SO ₃	0,05-0,2

Πίνακας 4.3.: Ενώσεις που χρησιμοποιούνται για τον χρωματισμό του γυαλιού

Χρώμα	Ενώσεις
Άχρωμο, απορρόφηση UV ακτινοβολίας	CeO ₂ , TiO ₂ , Fe ₂ O ₃
Κυανό	Co ₃ O ₄ , Cu ₂ O + CuO
Μωβ	Mn ₂ O ₃ , NiO
Πράσινο	Cr ₂ O ₃ , Fe ₂ O ₃ + Cr ₂ O ₃ + CuO, V ₂ O ₃
Καστανό	MnO, MnO + Fe ₂ O ₃ , TiO ₂ + Fe ₂ O ₃ , MnO + CeO ₂
Κεχρμπάρι	Na ₂ S
Κίτρινο	CdS, CeO ₂ + TiO ₂
Πορτοκαλί	CdS + Se
Κόκκινο	Cds+Se, Au, Cu, UO ₃ , Sb ₂ S ₃
μαύρο	Co ₃ O ₄ (+Mn, Ni, Fe, Cu, οξείδιο του Cr)

4.2. ΒΑΣΙΚΑ ΣΤΑΔΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΓΥΑΛΙΝΩΝ ΦΙΑΛΩΝ (BOTTLES)

4.2.1. Ανάμιξη και τήξη α' υλών

Οι πρώτες ύλες, αφού ζυγιστούν με ακρίβεια, στην προγραμματισμένη μέσω ηλεκτρικού υπολογιστή ποσότητα που απαιτείται για το συγκεκριμένο τύπο γυαλιού, αναμιγνύονται σε συγκεκριμένες αναλογίες, δημιουργώντας μια μάζα η οποία θερμαίνεται περίπου στους 1400°C, όπου τήκεται. Από την τήξη των πρώτων υλών παράγεται το λιωμένο παχύρρευστο γυαλί το οποίο είναι χημικά ομογενοποιημένο (υαλομάζα), έχει σταθερό ιξώδες και είναι ελεύθερο από φυσαλίδες αερίων (Εικόνα 4.1). αυτό προωθείται στη συνέχεια σε ειδικό θάλαμο από τον οποίο θα αποχωρισθούν οι ακριβείς ποσότητες που απαιτούνται για την κατασκευή των διάφορων γυάλινων αντικειμένων (British Glass, 2000).

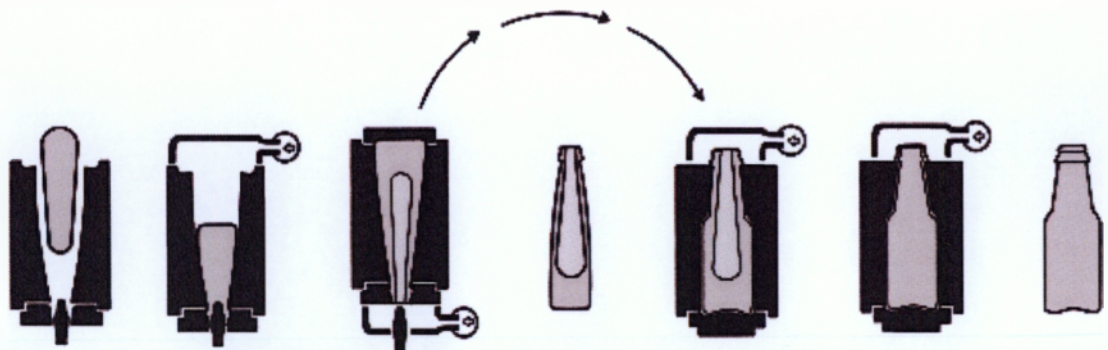


Εικόνα 4.1: οριζόντιος κλίβανος τήξης υαλομάζας

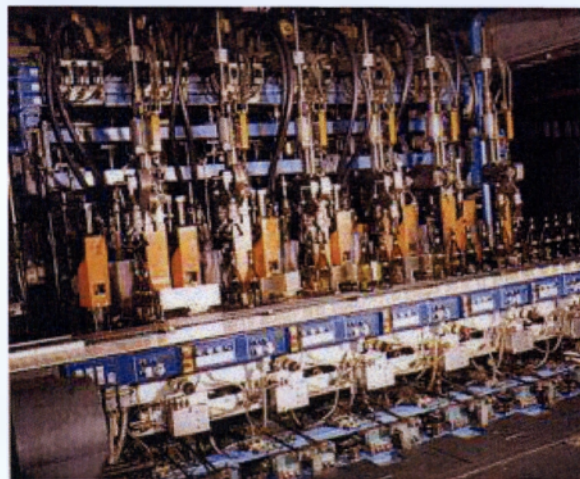
4.2.2. Διαμόρφωση φιαλών

Στη συνέχεια επέρχεται η διαμόρφωση της υαλομάζας στα επιθυμητά σχήματα (μπουκάλια, βάζα), στις μηχανές σχηματοδότησης γυαλιού (Εικόνα 4.2) με τη χρήση καλουπιών και εμφύσηση με αέρα (blow molding). Η κατασκευή φιαλών γίνεται με το φύσημα αέρα υπό πίεση σε λιωμένη γυάλινη μάζα μέσα σε καλούπι. Μια καθορισμένη ποσότητα λιωμένου γυαλιού (στάγμα), θερμοκρασίας 1000 °C περίπου, πέφτει μέσα σε ένα καλούπι από χυτοσίδηρο, το οποίο ψύχεται

εξωτερικά με αέρα, ώστε η θερμοκρασία του να διατηρείται στους 500 °C περίπου. Το λιωμένο γυαλί συγκεντρώνεται στη βάση του καλουπιού, η οποία έχει το σχήμα του λαιμού της φιάλης. Πεπιεσμένος αέρας που εισάγεται από την κορυφή του καλουπιού εμφυσάτε στη γυάλινη μάζα και την αναγκάζει να καλύψει πλήρως τους κενούς χώρους του καλουπιού που αποτελούν το περιλαίμιο της φιάλης. Στη συνέχεια, καλύπτεται η κορυφή του καλουπιού με τεμάχιο χυτοσιδήρου που φέρει εσωτερικά τη βάση της γυάλινης φιάλης και εμφυσάτε και πάλι πεπιεσμένος αέρας. Ο αέρας αυτός αναγκάζει το λιωμένο γυαλί να απλωθεί στην εσωτερική επιφάνεια του καλουπιού με αποτέλεσμα το σχηματισμό της φιάλης (Σχήμα 4.1) (Μπλούκας , 2004).



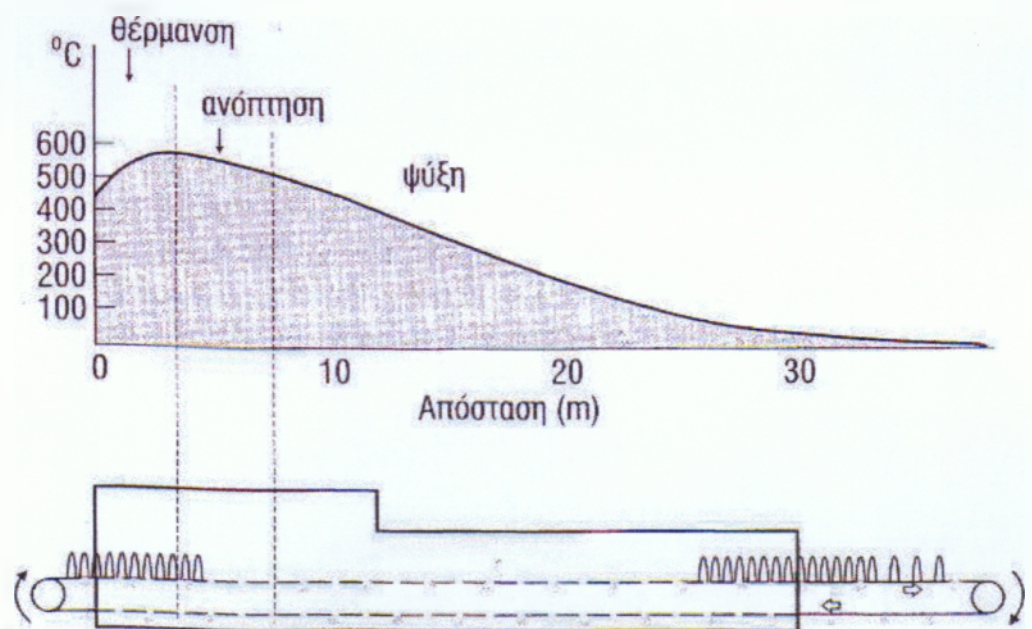
Σχήμα 4.1: Στάδια σχηματισμού γυάλινης φιάλης



Εικόνα 4.2: Αυτόματη μηχανή διαμόρφωσης γυάλινης φιάλης

4.2.3. Ανόπτηση

Οι γυάλινοι περιέκτες κατά την έξοδό τους από το καλούπι έχουν θερμοκρασία 450 °C περίπου. Αν αφεθούν να ψυχθούν στις συνθήκες του περιβάλλοντος, τότε ο ρυθμός ψύξης του γυαλιού θα είναι διαφορετικός στα διάφορα σημεία του γυάλινου περιέκτη λόγω του διαφορετικού πάχους. Επίσης, η εξωτερική επιφάνεια του γυαλιού θα ψυχθεί πολύ γρηγορότερα από την εσωτερική. Το γεγονός αυτό προκαλεί ανομοιογενή συστολή του γυάλινου περιέκτη με αποτέλεσμα να μειώνεται σημαντικά η αντοχή του σε απότομες μεταβολές της θερμοκρασίας. Προκειμένου ο γυάλινος περιέκτης να αποκτήσει αντοχή στις απότομες μεταβολές της θερμοκρασίας υφίσταται τη διεργασία ανόπτησης (annealing process). Κατ'αυτή ο γυάλινος περιέκτης διέρχεται μέσα από επωαστικό θάλαμο (κλίβανο) όπου επαναθεμαίνεται στους 600°C περίπου, διατηρείται στη θερμοκρασία αυτή για λίγα λεπτά και στη συνέχεια ψύχεται κάτω από ελεγχόμενες συνθήκες (Σχήμα 4.2) (British Glass, 2004).



Σχήμα 4.2: Διαδικασία ανόπτησης γυάλινων περιεκτών

4.2.4. Επεξεργασία επιφανειών

Όταν η επιφάνεια του γυαλιού είναι χωρίς ελαττώματα, αυτό μπορεί να αντέξει σε συνθήκες συμπίεσης μέχρι και 14000 MN/m^2 . Όμως, κατά την παραγωγή των γυάλινων περιεκτών κάτω από βιομηχανικές συνθήκες, και κυρίως κατά τη μεταφορά τους στις γεμιστικές μηχανές, αυτοί υφίσταται διάφορες φθορές, όπως γρατσουνίσματα, αποξέσεις κ.ά.. Οι φθορές αυτές ενεργούν ως κέντρα έντονης καταπόνησης και μειώνουν αισθητά τη μηχανική αντοχή των γυάλινων περιεκτών, με αποτέλεσμα κάτω από συνθήκες συμπίεσης να επέρχεται η θραύση τους στα 70 MN/m^2 . Για να αποφευχθούν οι φθορές αυτές που μειώνουν τη μηχανική αντοχή, οι γυάλινοι περιέκτες, πριν από την είσοδό τους στον κλίβανο ανόπτησης, υφίστανται ειδική επεξεργασία η οποία αποβλέπει στον εξευγενισμό και στην ενίσχυση της εξωτερικής τους επιφάνειας. Κατά την επεξεργασία αυτή η εξωτερική επιφάνεια της φιάλης ψεκάζεται με οξειδία κασσιτέρου (SnO_2) ή τιτανίου (TiO_2) υπο μορφή ατμού. Τα οξειδία αυτά σχηματίζουν ένα λεπτό στρώμα οξειδίων στην εξωτερική επιφάνεια του γυάλινου περιέκτη που αυξάνει την αντοχή του και ταυτόχρονα βελτιώνει την ικανότητα προσκόλλησης άλλων οργανικών ουσιών. Μετά την έξοδο των γυάλινων φιαλών από τον κλίβανο ανόπτησης στην επιφάνειά τους ψεκάζεται πολυμερές γαλάκτωμα από κηρούς, σιλικόνη, βουτυλική αλκοόλη, πολυαιθυλένιο και άλλες οργανικές ουσίες. Οι ουσίες αυτές σχηματίζουν ένα λεπτότατο στρώμα που κάνει την επιφάνεια του γυάλινου περιέκτη λεία, μειώνοντας το συντελεστή τριβής. Έτσι, αυξάνεται σημαντικά η ολισθηρότητα και διευκολύνεται η διακίνηση του περιέκτη στις γραμμές εμφιάλωσης.

Στη συνέχεια ακολουθεί η επεξεργασία της εσωτερικής επιφάνειας του γυάλινου περιέκτη. Στο παρελθόν η επεξεργασία αυτή γινόταν με το φύσημα αερίου διοξειδίου του θείου (SO_2) θερμοκρασίας 5500 έως 600 °C. Σήμερα, γίνεται με το φύσημα στο εσωτερικό του περιέκτη αερίου φθοριούχου άνθρακα. Με τον τρόπο αυτό τα άτομα του φθορίου διεισδύουν στη δομή του γυαλιού, ακινητοποιούν τα ιόντα νατρίου και αυξάνουν σημαντικά την αντοχή της εσωτερικής επιφάνειας του γυάλινου περιέκτη (Μπλούκας, 2004).

4.2.5. Έλεγχος γυάλινων περιεκτών

Μετά την κατασκευή του ο γυάλινος περιέκτης υποβάλλεται σε μηχανικές δοκιμές αντοχής στο σπάσιμο και ελέγχεται τόσο μηχανικά όσο και οπτικά για την παρουσία τυχόν ραγισμάτων, φυσαλίδων ή άλλων ελαττωμάτων τα οποία θα μείωναν σημαντικά τη μηχανική του αντοχή. Οι σπουδαιότεροι έλεγχοι περιλαμβάνουν :

- α) τη δοκιμή σύνθλιψης, για την απομάκρυνση τυχόν ραγισμένων περιεκτών,
- β) τον έλεγχο για την παρουσία τυχόν υπολειμμάτων ή προεξοχών στο εσωτερικό του περιέκτη,
- γ) τον έλεγχο με φωτοκύτταρο των ευαίσθητων σημείων του περιέκτη για τυχόν ατέλειες, όπως μικροεξοχές, μικροραγίσματα ή μικροφυσαλίδες,
- δ) τη μέτρηση των διαστάσεων του περιέκτη και του ανοίγματος του λαιμού και
- ε) τη μέτρηση του πάχους των τοιχωμάτων, του ύψους και της χωρητικότητας του περιέκτη.

Ο κάθε περιέκτης χωριστά πρέπει να πληροί τις προδιαγραφές του πελάτη, έτσι ώστε να μη δημιουργεί κανένα πρόβλημα στα γεμιστικά και κλειστικά μηχανήματα, τα οποία λειτουργούν με μεγάλη ταχύτητα. Πρόσθετοι έλεγχοι επιτρέπουν να διαπιστωθεί η αντοχή του γυάλινου περιέκτη στα θερμικά σοκ, την εσωτερική πίεση την κρούση και την αντοχή σε κάθετο βάρος (British Glass 2004).

4.3. ΕΠΑΚΟΛΟΥΘΑ ΣΤΑΔΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΓΥΑΛΙΝΩΝ ΦΙΑΛΩΝ (BOTTLES)

Τα τρόφιμα τα οποία συσκευάζονται σε γυάλινους περιέκτες μπορεί να είναι υγρά, ημίρρευστα ή στερεά. Ανεξάρτητα από τη φύση του προϊόντος, η επεξεργασία των τροφίμων σε γυάλινους περιέκτες περιλαμβάνει ορισμένα κοινά

στάδια που σχετίζονται με τη μεταφορά των γυάλινων περιεκτών μέσα στο χώρο επεξεργασίας, τον καθαρισμό τους, το γέμισμα, το κλείσιμο και τη θερμική επεξεργασία (British Glass 2004).

4.3.1.Μεταφορά

Η μεταφορά των γυάλινων περιεκτών στο χώρο επεξεργασίας και ειδικότερα στις γεμιστικές μηχανές παρουσιάζει πολύ συχνά το πρόβλημα της συσσώρευσης των περιεκτών σε ένα ορισμένο σημείο λόγω βλάβης στο σύστημα μεταφοράς ή στις γεμιστικές μηχανές. Στην περίπτωση αυτή οι περιέκτες συγκρούονται μετωπικά μεταξύ τους με κίνδυνο να δημιουργηθούν ελαττώματα στην επιφάνειά τους που περιορίζουν την αντοχή τους, τη διάρκεια ζωής και την καλαισθητή εμφάνισή τους. Κατά συνέπεια, το σύστημα μεταφοράς των γυάλινων περιεκτών πρέπει να είναι εφοδιασμένο με κατάλληλους μηχανισμούς που θα αποτρέπουν το πρόβλημα αυτό.

4.3.2.Καθαρισμός

Πριν από το γέμισμα των γυάλινων περιεκτών με το προϊόν αυτοί πρέπει να καθαρίζονται σχολαστικά. Ο καθαρισμός τους περιλαμβάνει το φύσημα πεπιεσμένου αέρα και τον ψεκασμό τους με θερμό νερό ή το πλύσιμο με διάλυμα απορρυπαντικού. Αν οι φιάλες έχουν επαναχρησιμοποιηθεί, τότε το πλύσιμο γίνεται με καυστική σόδα. Μετά το πλύσιμο οι γυάλινες φιάλες πρέπει να αναστρέφονται, έτσι ώστε να εξασφαλισθεί η απομάκρυνση κάθε ξένου αντικειμένου το οποίο θα μπορούσε να βρίσκεται μέσα σε αυτές. Με την αναστροφή διευκολύνεται επίσης το στράγγισμα και το στέγνωμα των γυάλινων περιεκτών.

4.3.3.Γέμισμα

Οι γεμιστικές μηχανές που χρησιμοποιούνται για το αυτόματο γέμισμα των γυάλινων περιεκτών λειτουργούν με βάση την αρχή της βαρύτητας, της εφαρμογής κενού ή πίεσης ή με συνδυασμό των προηγούμενων αρχών.

Στις γεμιστικές μηχανές βαρύτητας το προϊόν από τη δεξαμενή πέφτει μέσα στο γυάλινο περιέκτη με τη βοήθεια κατάλληλης κεφαλής. Οι γεμιστικές μηχανές κενού βρίσκουν ευρύτερη εφαρμογή. Με κατάλληλο σύστημα βαλβίδων το κενό που εφαρμόζεται στη δεξαμενή του προϊόντος συνδέεται με το γυάλινο περιέκτη και βοηθάει αφενός τη ροή του προϊόντος στον περιέκτη και αφετέρου το γέμισμα του περιέκτη μέχρι το σημείο στο οποίο είναι βυθισμένη σε αυτόν η κεφαλή της γεμιστικής μηχανής. Οι γεμιστικές μηχανές κενού παρουσιάζουν δύο μειονεκτήματα. Ο αέρας που απομακρύνεται από τον γυάλινο περιέκτη κατά τη δημιουργία του κενού είναι δυνατόν να επιμολύνει όλο το προϊόν στη δεξαμενή. Επίσης, η δημιουργία του κενού στο γυάλινο περιέκτη κατά τη διάρκεια του γέμισματος ευνοεί το σχηματισμό φυσαλίδων αέρα μέσα στο προϊόν. Η εφαρμογή χαμηλής πίεσης στη δεξαμενή του προϊόντος με τη βοήθεια αποστειρωμένου αέρα ή αδρανούς αερίου εξουδετερώνει τα δύο παραπάνω μειονεκτήματα της πλήρωσης των γυάλινων περιεκτών υπό κενό. Συνδυασμός κενού και πίεσης είναι απαραίτητος κατά το γέμισμα των γυάλινων περιεκτών με παχύρρευστα προϊόντα προκειμένου να αυξηθεί η απόδοση της γεμιστικής μηχανής.

Οι παραπάνω γεμιστικές μηχανές στηρίζονται στην αρχή ότι γεμίζουν το γυάλινο περιέκτη μέχρι ένα ορισμένο ύψος. Εκτός όμως από αυτές, υπάρχουν και οι λεγόμενες ογκομετρικές γεμιστικές μηχανές (volumetric fillers), οι οποίες γεμίζουν τους περιέκτες με καθορισμένη ποσότητα προϊόντος. Οι μηχανές αυτές χρησιμοποιούνται κυρίως στο γέμισμα προϊόντων τα οποία είναι ιξώδη ή στερεά.

Όλες οι γεμιστικές μηχανές ανεξάρτητα από την αρχή λειτουργίας τους, θα πρέπει να καθαρίζονται εύκολα και αποτελεσματικά. Η ιδιότητα αυτή είναι ιδιαίτερα σημαντική στην περίπτωση που το προϊόν είναι ευαλλοίωτο.

4.3.4. Κλείσιμο

Το κλείσιμο των γυάλινων περιεκτών γίνεται με την εφαρμογή στο στόμιο του περιέκτη κατάλληλου πώματος ή καπακιού. Για το κλείσιμο των φιαλών χρησιμοποιούνται πώματα από φελλό, κοχλιωτά πώματα από αλουμίνιο ή πλαστικά και μεταλλικά πώματα σε σχήμα στέμματος, όπως τα πώματα των φιαλών μπίρας και αναψυκτικών.

4.4.ΚΥΡΙΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΓΥΑΛΙΝΩΝ ΦΙΑΛΩΝ

Οι κύριες περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τη λειτουργία των επιχειρήσεων παραγωγής γυάλινων φιαλών, είναι ο θόρυβος, η κατανάλωση νερού, η ρύπανση των υδάτων, η ατμοσφαιρική ρύπανση και οι εκπομπές των οξειδίων του αζώτου και του θείου και σκόνης.

Ο θόρυβος δημιουργείται κυρίως από τις μηχανές διαμόρφωσης, οι οποίες λειτουργούν με τη χρήση πεπεσμένου αέρα, και μπορούν να παράγουν επίπεδα θορύβου μέχρι 106dBΑ. Ένας άλλος παράγοντας παραγωγής θορύβου είναι οι μετακινήσεις των φορτηγών. Ένα χαρακτηριστικό εργοστάσιο επεξεργάζεται 600 τόνους υλικού ημερησίως. Αυτό σημαίνει ότι κάποιοι από τους 600 τόνους πρώτης ύλης πρέπει να έρθουν και από την άλλη αντίστοιχα να μεταφερθούν τα φορτία του έτοιμου προϊόντος.

Το νερό χρησιμοποιείται κυρίως για την ψύξη των κλιβάνων, των συμπιεστών και του μη χρησιμοποιούμενου λειωμένου γυαλιού. Η χρήση νερού στα εργοστάσια ποικίλλει ευρέως και μπορεί να απαιτείται κατ'ελάχιστο ένας τόνο νερού για κάθε τόνο λειωμένου γυαλιού. Από αυτόν τον ένα τόνο νερού, κατά προσέγγιση το ήμισυ εξατμίζεται για να παράσχει την ψύξη και το υπόλοιπο χάνεται σαν υγρό απόβλητο. Τα περισσότερα εργοστάσια χρησιμοποιούν νερό που περιέχει ένα γαλακτωματοποιημένο λιπαντικό, για να ψύξουν και να λιπάνουν λεπίδες κοπής. Αυτό το νερό αναμιγνύεται με νερό άλλων χρήσεων εντός του εργοστασίου και με τον τρόπο αυτό το μολύνει. Πολλά εργοστάσια διαθέτουν συνήθως εξοπλισμό επεξεργασίας του νερού, ο οποίος αφαιρεί αυτό το λιπαντικό.

Τα οξείδια του αζώτου είναι ένα φυσικό προϊόν της καύσης φυσικού αερίου και παράγονται σε μεγάλες ποσότητες από κλιβάνους φυσικού αερίου. Τα οξείδια του θείου παράγονται ως αποτέλεσμα της διαδικασίας τήξης γυαλιού. Η σωστή διαχείριση και ανάμειξη των πρώτων υλών (batch) μπορεί να οδηγήσει σε κάποιο

περιορισμένο μετριασμό της έκλυσης των παραπάνω οξειδίων [National Pollutant Inventory (NPI), 2004].

Οι πρώτες ύλες για την υαλοουργία είναι όλες υλικά που δημιουργούν σκόνη και παραδίδονται είτε ως σκόνη είτε ως λεπτόκοκκο υλικό. Τα συστήματα για τον έλεγχο τέτοιων υλικών είναι δύσκολο να συντηρηθούν και λαμβάνονται υπόψη τα μεγάλα ποσά υλικού που διακινούνται κάθε μέρα, αρκεί μόνο ένα μικρό ποσό να διαφύγει για να υπάρχει ένα πρόβλημα. Επίσης σκόνη εκλύεται και από την διαχείριση των θραυσμάτων γυαλιού (cullet) τα οποία όταν φτυαρίζονται ή σπάζουν σε ένα εργοστάσιο γυαλιού, τείνουν να παράγουν λεπτά μόρια γυαλιού ([http¹://en.Wikipedia.org/wiki/Glass-container-industry-Forming-machines.](http://en.Wikipedia.org/wiki/Glass-container-industry-Forming-machines.))

Κύρια γενική περιβαλλοντική επίδραση από τη λειτουργία των επιχειρήσεων παραγωγής γυαλινών φιαλών είναι η παραγωγή του CO₂ λόγω της καύσης καυσίμων για τη θέρμανση των κλιβάνων και την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας για τη λειτουργία των μηχανών. Συγκεκριμένα ένας τόνος παραγόμενου γυαλιού ελευθερώνει μεταξύ 500 και 900 κιλών CO₂, υποθέτοντας έναν κλίβανο αερίου και παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με την καύση άνθρακα. ([http¹://en.Wikipedia.org/wiki/Glass-container-industry-Forming-machines.](http://en.Wikipedia.org/wiki/Glass-container-industry-Forming-machines.))

5. ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ (LCA) ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΓΥΑΛΙΝΩΝ ΦΙΑΛΩΝ

5.1.ΓΕΝΙΚΑ

Κάθε σύστημα Ανάλυσης Κύκλου Ζωής (LCA) αρχίζει με την απόκτηση των πρώτων υλών και συνεχίζεται με την κατασκευή (παραγωγή προϊόντων, συσκευασία κ.λπ.), τη χρήση, την επαναχρησιμοποίηση και τη συντήρηση μέχρι την τελική διάθεση (απόρριψη). Από τη στιγμή που καθορίζονται τα όρια του συστήματος, το σύστημα πρέπει να διαιρεθεί σε υποσυστήματα. Καθένα από αυτά τα υποσυστήματα έχει σαν εισερχόμενα υλικά και ενέργεια και σαν εξερχόμενα τα προϊόντα (τελικά προϊόντα, υποπροϊόντα, ενδιάμεσα υλικά κ.λπ.), ατμοσφαιρικές εκπομπές, υγρά απόβλητα, στερεά απόβλητα και άλλες

απελευθερώσεις στο περιβάλλον (Danish Environmental Protection Agency, 1998).

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, ένα από τα σημαντικότερα βήματα της διαδικασίας είναι ο καθορισμός των ορίων του συστήματος. Αυτός ο καθορισμός, που είναι απαραίτητος προκειμένου να υπολογιστούν οι συνολικές περιβαλλοντικές συνέπειες, πρέπει να είναι όσο το δυνατόν σαφέστερος.

Η ανάλυση των καταλόγων κύκλων ζωής (LCI) είναι το δεύτερο βήμα στην Ανάλυση Κύκλου Ζωής (LCA), καθώς μ'αυτό τον τρόπο παρέχει μια εικόνα των εισερχομένων (inputs) και των εξερχομένων (outputs) ενός συστήματος. Τα στοιχεία αυτά προορίζονται για χρήση από τους υπεύθυνους στη βιομηχανία, την κυβέρνηση και μη κυβερνητικούς φορείς. Μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν σαν βάση αξιολόγησης των κύκλων ζωής προϊόντων και για την αξιολόγηση της περιβαλλοντικής απόδοσης των επιλογών σχεδιασμού και των στρατηγικών διαχείρισης των πόρων.

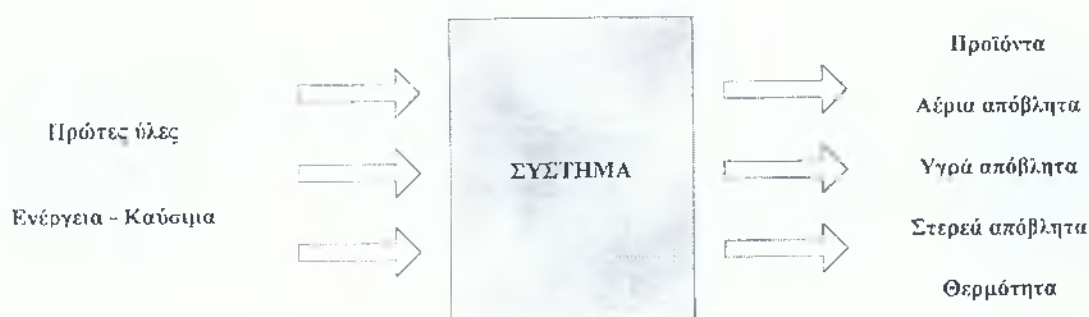
Η ανάγκη για την ύπαρξη κοινώς αποδεκτών διεθνών στοιχείων (δεδομένων), έχει αυξηθεί τα τελευταία χρόνια λόγω της συνεχώς αυξανόμενης χρήσης της Ανάλυσης Κύκλου Ζωής (LCA) και της αναγνώρισης ότι η χρήση τοπικών μόνον δεδομένων αυξάνει την πιθανότητα σημαντικού λάθους. Τα στοιχεία καταλόγων κύκλου ζωής (LCI) πρέπει να χρησιμοποιούνται μόνον όταν το επίπεδο ποιότητάς τους είναι συμβατό με τον στόχο και την προοριζόμενη τελική χρήση της μελέτης Ανάλυσης Κύκλου Ζωής (LCA).

5.2. ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Σύμφωνα με όσα αναφέρθηκαν έως τώρα, γίνεται αντιληπτό ότι η φιλοσοφία της Ανάλυσης Κύκλου Ζωής (LCA) βασίζεται σε συνδυασμό αρχών και νόμων, της φυσικής από τη μία, και της διοίκησης των επιχειρήσεων από την άλλη. Έτσι, η όλη διαδικασία και ανάλυση στηρίζεται στις θεμελιώδεις αρχές της θερμοδυναμικής, στην αρχή διατήρησης της μάζας και στους άλλους νόμους της

φυσικής, ενώ παράλληλα ο τρόπος συλλογής και επεξεργασίας των στοιχείων μοιάζει με εκείνον της κατάρτισης των ισολογισμών και των καταστάσεων αποτελεσμάτων χρήσεως των επιχειρήσεων. Όπως δηλαδή προσπαθούμε να καταγράψουμε και να μελετήσουμε την ροή των χρημάτων και γενικά των κεφαλαίων μέσα σε μία επιχείρηση με τις παραπάνω καταστάσεις, έτσι και με την ανάλυση κύκλου ζωής επιχειρούμε να καταγράψουμε την ροή ενέργειας και πρώτων υλών αλλά και την εκροή ρυπαντών σε κάθε φάση της ζωής ενός προϊόντος, όχι αυθαίρετα αλλά με την βοήθεια των φυσικών νόμων (Beever, 1993).

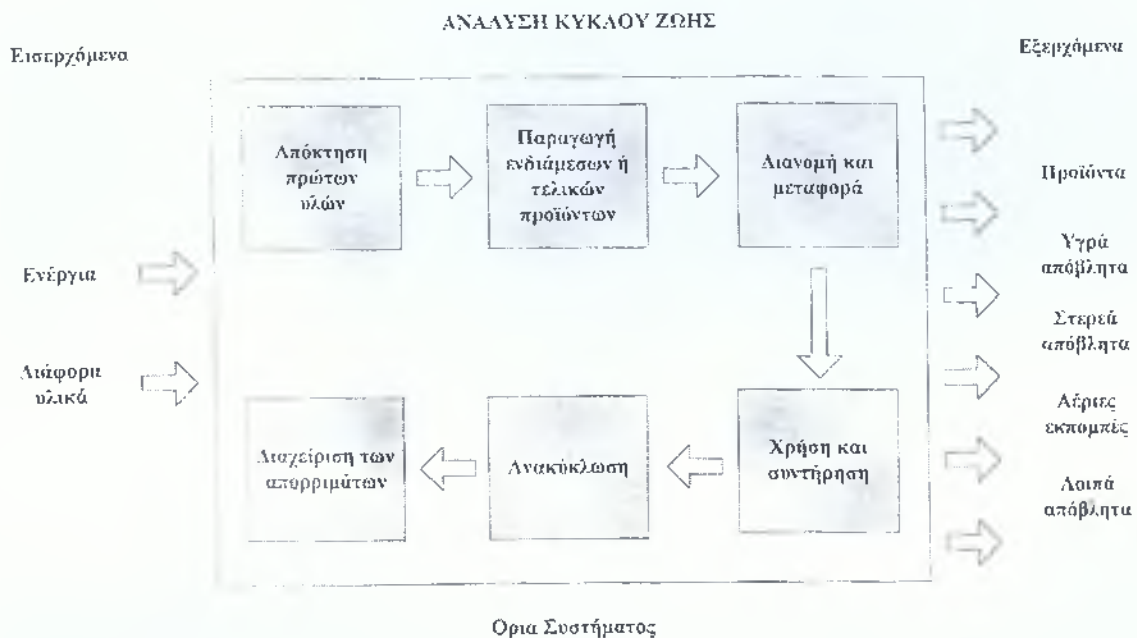
Αυτή η ροή της ενέργειας και των πρώτων υλών καθώς και των κάθε είδους ρυπαντών, φαίνεται στο σχήμα 5.1.(Thalmann, 1998).



Σχήμα 5.1. Διάγραμμα ροής υλικών, ενέργειας και ρυπαντών

Στο διάγραμμα αυτό, ο όρος σύστημα δηλώνει εκείνο το τμήμα της ζωής του προϊόντος το οποίο εξετάζουμε κάθε φορά. Το σύστημα προορίζεται κάθε φορά επακριβώς από τα όρια του, τα οποία είναι καθορισμένα εκ των προτέρων με κάθε λεπτομέρεια και παραμένουν σταθερά σε όλη τη διάρκεια της ανάλυσης. Εννοείται πως τα όρια του συστήματος μπορεί να συμπεριλάβουν από μερικά στάδια (υποσυστήματα) έως όλη τη ζωή του υπό εξέταση προϊόντος ή διεργασίας.

Στην περίπτωση που τα όρια του συστήματος περιλαμβάνουν ολόκληρο τον κύκλο ζωής ενός προϊόντος, τότε στο σχήμα 5.2. φαίνονται τα υποσυστήματα από τα οποία συνήθως αποτελείται το υπό μελέτη σύστημα (Vigon et al, 1993).



Σχήμα 5.2.: Υποσυστήματα κύκλου ζωής προϊόντος

Με βάση διάφορες μελέτες που έχουν δημοσιευθεί στο παρελθόν το συνολικό σύστημα μιας μελέτης Ανάλυσης Κύκλου Ζωής (from cradle to grave) για τις γυάλινες φιάλες θα μπορούσε να περιλαμβάνει έντεκα υποσυστήματα, που όλα μαζί καλύπτουν ολόκληρο τον κύκλο ζωής των γυάλινων φιαλών. Αυτά τα υποσυστήματα ή στάδια του συστήματος είναι:

1. *Η απόκτηση και παρασκευή των πρώτων υλών:* το στάδιο αυτό περιλαμβάνει όλες εκείνες τις δραστηριότητες που απαιτούνται για τη συλλογή των πρώτων υλών του εξεταζόμενου ή των πηγών ενέργειας που απαιτούνται, από τη γη, καθώς και την επεξεργασία τους σε μια τέτοια μορφή που να μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή γυάλινης φιάλης.
2. *Η μεταφορά των υλικών:* το στάδιο αυτό περιλαμβάνει τη μεταφορά των πρώτων υλών στο σημείο παραγωγής της γυάλινης φιάλης.
3. *Η παραγωγή των φιαλών :* το στάδιο αυτό περιλαμβάνει όλες εκείνες τις διεργασίες που απαιτούνται για την παραγωγή μίας γυάλινης φιάλης έτοιμης

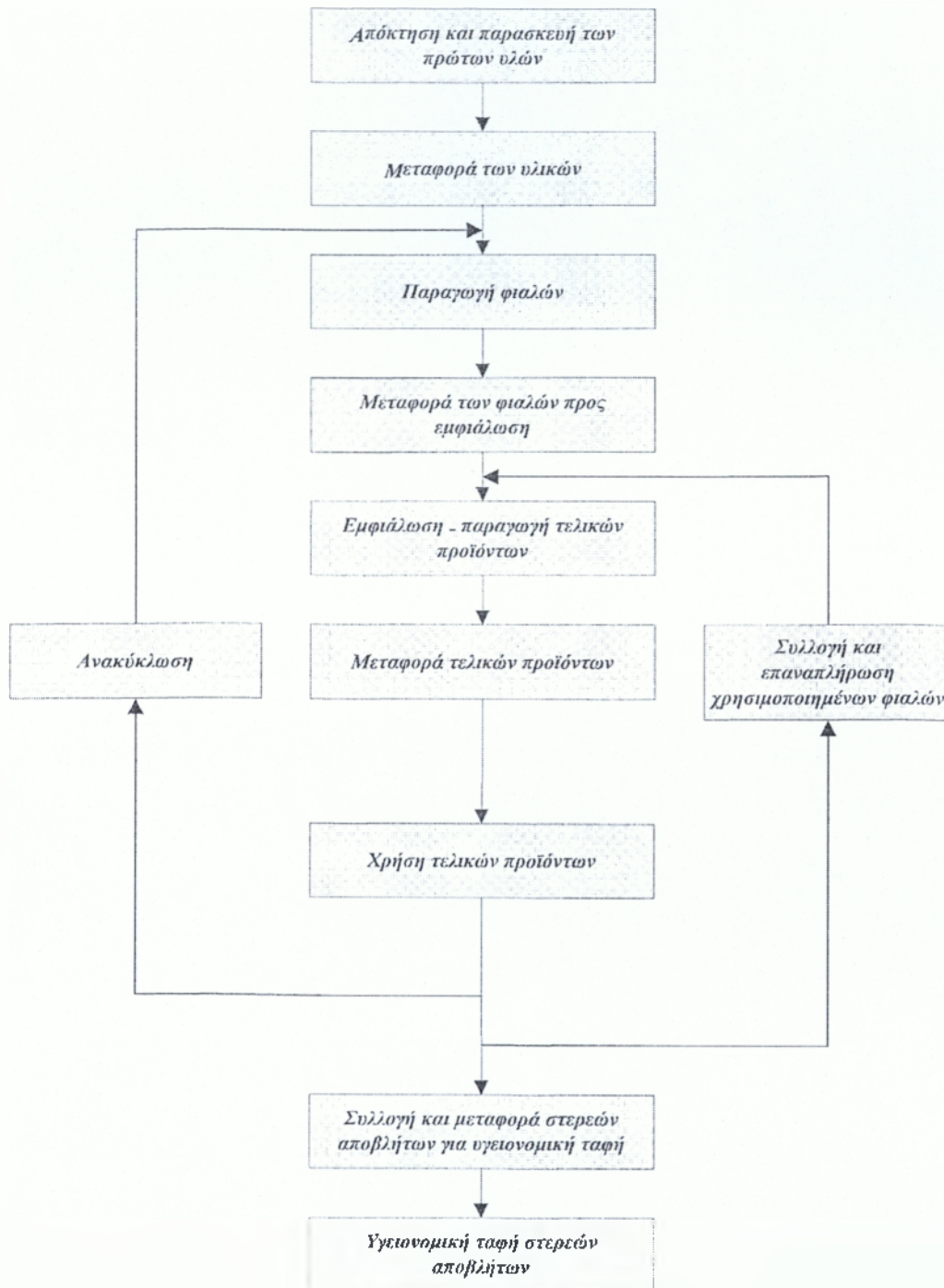
για πλήρωση, με τη χρήση των ακατέργαστων ή κατεργασμένων υλικών που προαναφέρθηκαν.

4. *Η μεταφορά των φιαλών στις εταιρίες εμφιάλωσης* : το στάδιο αυτό καλύπτει τη μεταφορά των κενών φιαλών στο σημείο πλήρωσης.
5. *Η εμφιάλωση- παραγωγή τελικών προϊόντων*: το στάδιο αυτό περιλαμβάνει όλες τις διεργασίες πλήρωσης και προετοιμασίας για την αποστολή των τελικών προϊόντων (γεμισμένες φιάλες).
6. *Η μεταφορά των τελικών προϊόντων*: το στάδιο αυτό καλύπτει τη μεταφορά των γεμισμένων φιαλών στα σημεία διάθεσης του τελικού προϊόντος.
7. *Η χρήση των τελικών προϊόντων*: το στάδιο της χρήσης των τελικών προϊόντων περιλαμβάνει τις δραστηριότητες όπως την αποθήκευση των φιαλών, την κατανάλωση, κ.λπ..
8. *Η συλλογή και μεταφορά των στερεών αποβλήτων για την υγειονομική ταφή*: το στάδιο αυτό περιλαμβάνει όλες εκείνες τις δραστηριότητες που απαιτούνται για την αποκομιδή και τη μεταφορά στερεών αποβλήτων, οι οποίες αρχίζουν αφότου οι φιάλες έχουν ικανοποιήσει τον σκοπό για τον οποίο προορίζονται και εισέρχονται στο περιβάλλον δια μέσου του συστήματος διαχείρισης αποβλήτων (υγειονομική ταφή).
9. *Η υγειονομική ταφή στερεών αποβλήτων*: το στάδιο αυτό περιλαμβάνει όλες τις απαραίτητες δραστηριότητες για την διάθεση των αποβλήτων στο έδαφος. Οι πιθανές συνέπειες μιας τέτοιας διάθεσης από τις επακόλουθες απελευθερώσεις (εκλύσεις) στο περιβάλλον (όπως το μεθάνιο ή οποιαδήποτε άλλη δημιουργία και απελευθέρωση αερίου, οι απελευθερώσεις και η μόλυνση υπόγειων νερών, η εδαφολογική διάβρωση κ.λπ.) δεν περιλαμβάνονται στη παρούσα ανάλυση.
10. *Η συλλογή και επαναπλήρωση των χρησιμοποιημένων φιαλών*: το στάδιο αυτό περιλαμβάνει όλες τις δραστηριότητες που απαιτούνται για τη συλλογή και επαναχρησιμοποίηση των χρησιμοποιηθέντων φιαλών όπως η επιστροφή τους στον εμφιαλωτή για επαναχρήση και επαναπλήρωση.

11. *Η ανακύκλωση*: το στάδιο αυτό καλύπτει όλες τις απαραίτητες δραστηριότητες για την αφαίρεση των χρησιμοποιημένων φιαλών από το σύστημα διαχείρισης αποβλήτων και την παράδοση τους στο στάδιο παραγωγής των φιαλών (στάδιο 3).

Αυτά τα έντεκα στάδια, που όλες μαζί διαμορφώνουν το συνολικό σύστημα, παρουσιάζονται στο διάγραμμα ροής του σχήματος 5.3. (Georgakellos D.A., 2002).

Ο υπολογισμός των περιβαλλοντικών επιπτώσεων της φιάλης πραγματοποιείται με βάση τα ισοζύγια μάζας και ενέργειας που προκύπτουν από τον κύκλο ζωής της. Ο κύκλος ζωής της φιάλης ξεκινάει με την παραγωγή της πρώτης ύλης από την οποία παράγεται η φιάλη, στη συνέχεια αυτή η πρώτη ύλη μεταφέρεται σε ειδική μονάδα όπου μορφοποιείται και μετατρέπεται σε φιάλες. Οι φιάλες αυτές αφού μεταφερθούν στο σημείο πλήρωσής τους και γεμίσουν, μεταφέρονται στα σημεία διάθεσής τους προκειμένου να πουληθούν και να χρησιμοποιηθούν από τους καταναλωτές. Στη συνέχεια ένα μέρος των φιαλών επιστρέφει στις μονάδες πλήρωσης όπου επαναπληρώνεται και επαναχρησιμοποιείται, ένα άλλο μέρος ανακυκλώνεται (ένα ποσοστό από αυτές χρησιμοποιείται ως πρώτη ύλη για την παραγωγή νέων φιαλών), ενώ το υπόλοιπο τμήμα των φιαλών καταλήγει στα αστικά απορρίμματα από όπου συλλέγεται και οδηγείται είτε σε χώρους ταφής είτε σε μονάδες αποτέφρωσης (Franklin Associates, 2006) .



Σχήμα 5.3.: Στάδια του συστήματος Ανάλυσης Κύκλου Ζωής γυάλινων φιαλών

Σύμφωνα με το σχήμα 5.3., είναι προφανές ότι στην ανάλυση συμπεριλαμβάνονται και τα τρία στάδια που αφορούν στη διαχείριση στερεών αποβλήτων (δηλαδή τα

στάδια 9, 10 και 11). Αυτό είναι απαραίτητο επειδή καθεμία από τις τρεις αυτές επιλογές διαχείρισης στερεών αποβλήτων είναι δυνατό να εφαρμοστεί (εν μέρει ή συνολικά) κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής μιας γυάλινης φιάλης. Κατ'αυτό τον τρόπο, λαμβάνεται υπόψη ο βαθμός επαναχρησιμοποίησης ή /και ανακύκλωσης των φιαλών. Επομένως, το ποσό στερεών αποβλήτων που λήφθηκε υπόψη στην παρούσα μελέτη αναφέρεται στη τελική διάθεση αποβλήτων (υγειονομική ταφή). Προφανώς, αυτό το ποσό είναι χαμηλό όταν ο βαθμός επαναχρησιμοποίησης ή ο βαθμός ανακύκλωσης (ή και τα δύο) είναι υψηλός.

Στο ανωτέρω σύστημα Ανάλυσης Κύκλου Ζωής είναι δυνατό μερικά από τα υποσυστήματα να μπορούν να συγχωνευτούν με κάποια άλλα. Παραδείγματος χάριν, η μεταφορά υλικών και η μεταφορά φιαλών θα μπορούσαν να συγχωνευτούν με την απόκτηση πρώτων υλών και την παραγωγή φιαλών αντίστοιχα. Σε αυτή την περίπτωση, οι δραστηριότητες μεταφορών που αντιστοιχούν στη μεταφορά των πρώτων υλών και των προϊόντων από ένα στάδιο προς το επόμενο έχουν διαχωριστεί (παρά την παρουσίαση ως χωριστό στάδιο) που σημαίνει ότι κάθε βήμα μεταφορών συνδέεται με το συγκεκριμένο προς τα πάνω στάδιο κύκλων ζωής. Αυτό μπορεί να συμβεί επειδή, αν και είναι λογικό να παρουσιαστούν ξεχωριστά στην έκθεση των αποτελεσμάτων η ενέργεια και οι εκπομπές που σχετίζονται με τη μεταφορά, ο τύπος των συστημάτων μεταφορών και οι αποστάσεις που καλύπτονται καθορίζονται πολύ συχνά μέσα σε κάθε στάδιο. Τα υποσυστήματα που εξετάζονται στην παρούσα μελέτη Ανάλυσης Κύκλου Ζωής για τις γυάλινες φιάλες και τα οποία στην ουσία αποτελούν και τα όρια του συστήματος, είναι τα εξής:

- Παραγωγή των φιαλών
- Ανακύκλωση των φιαλών

5.3. ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΓΥΑΛΙΝΩΝ ΦΙΑΛΩΝ

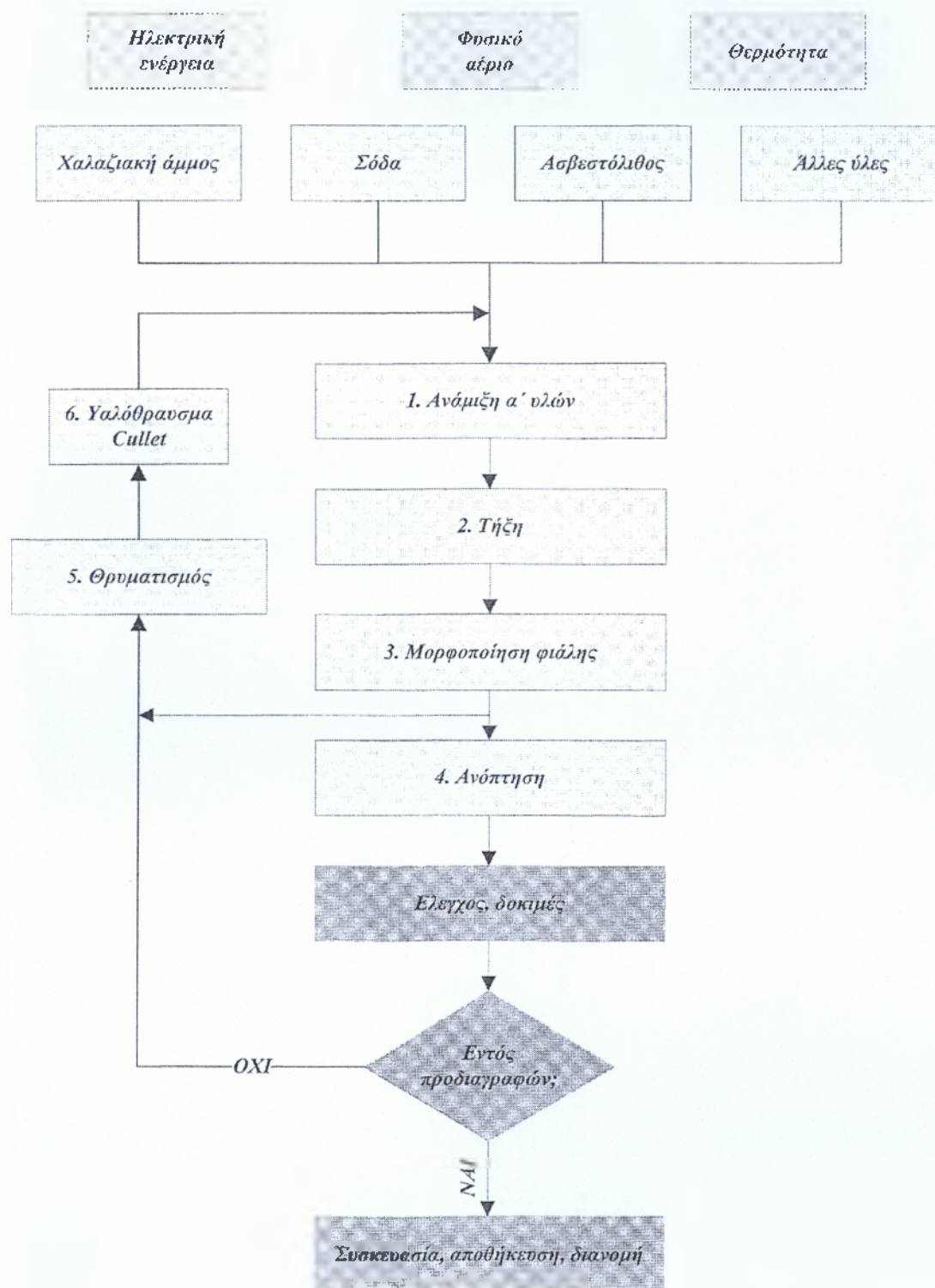
Το διάγραμμα ροής του υποσυστήματος παραγωγής των γυάλινων φιαλών φαίνεται στο σχήμα 5.4.

Για την παραγωγή του γυαλιού σε μορφή μάζας χρησιμοποιούνται ως πρώτες ύλες ανθρακική σόδα (ορυκτή ή συνθετική), χαλαζιακή άμμος καθώς και υαλοτρίμματα (scraps), δηλαδή γυαλιά τα οποία προέρχονται από ανακύκλωση. Έτσι, οι δραστηριότητες οι οποίες συνθέτουν το συγκεκριμένο υποσύστημα σε αυτή την περίπτωση είναι η απόκτηση και επεξεργασία αυτών των πρώτων υλών, η μεταφορά τους στη μονάδα παραγωγής γυαλιού και η μετατροπή τους σε γυαλί.

Η μορφοποίηση των μαζών γυαλιού σε γυάλινες φιάλες (forming) επιτυγχάνεται σε δύο στάδια: είτε πραγματοποιείται προ-μορφοποίησης εμφυσώντας αέρα και στη συνέχεια ακολουθεί η τελική μορφοποίηση με τον ίδιο τρόπο (Blow and Blow), είτε αρχικά εφαρμόζεται πίεση προκαλώντας προ-μορφοποίηση και ακολουθεί η τελική μορφοποίηση με εμφύσηση αέρα (Press and Blow).

Στο πρώτο στάδιο της εξόρυξης, απόκτησης, παραλαβής των πρώτων υλών περιλαμβάνονται όλες εκείνες οι δραστηριότητες οι οποίες έχουν σχέση με την άντληση των πρώτων υλών και της ενέργειας από το υπέδαφος, τον αέρα ή την επιφάνεια του εδάφους όπως για παράδειγμα του πετρελαίου. Το δεύτερο στάδιο της παραγωγής περιλαμβάνει τις διεργασίες επεξεργασίας των πρώτων υλών και άλλων υλικών για την παραγωγή του τελικού ή ενδιάμεσου προϊόντος, όπως για παράδειγμα τις διαδικασίες μετατροπής του πετρελαίου σε πολυμερείς ρητίνες οι οποίες με την σειρά τους μετατρέπονται σε μια σειρά από χρήσιμα προϊόντα όπως πλαστικές φιάλες (Fava et al., 1991). Πολλές δραστηριότητες περιλαμβάνονται στο επόμενο στάδιο διανομής και μεταφοράς. Συγκεκριμένα το προϊόν συσκευάζεται, μεταφέρεται και διανέμεται προς πώληση. Στο σημείο αυτό πρέπει να τονιστεί ότι μεταφορά δεν πραγματοποιείται βέβαια μόνο στο παρόν στάδιο αλλά σχεδόν σε κάθε στάδιο της ζωής του προϊόντος με συνέπεια να πρέπει να λαμβάνεται κάθε φορά υπόψη. Το τέταρτο στάδιο χρήσης και συντήρησης περιλαμβάνει τη χρησιμοποίηση του προϊόντος μετά την πώλησή του. Τέλος τα δύο τελευταία στάδια ανακύκλωσης και

διαχείρισης των απορριμμάτων του, αναφέρονται στις τελευταίες φάσεις της ζωής του προϊόντος κατά τις οποίες έχει πλέον μεταβληθεί από χρήσιμο προϊόν σε απόρριμμα και το οποίο ενδεχομένως ανακυκλώνεται (Cattan, 1993).



Σχήμα 5.4.: Διάγραμμα ροής διαδικασίας παραγωγής γυάλινων φιαλών

5.3.1. Περιγραφή α' υλών

Το γυαλί αναγνωρίζεται γενικά ως “σκληρό, διαφανές, εύθραυστο υλικό, με σχετικά υψηλό σημείο τήξης, ουσιαστικά αδιάλυτο στο νερό και τους οργανικούς διαλύτες, και άκαυστο υπό την συνηθισμένη έννοια”. Οι μοναδικές του αυτές ιδιότητες είναι σημαντικοί λόγοι για τη χρήση του ως υλικού συσκευασίας. Το γυαλί είναι στεγανό, φυσικά και χημικά σταθερό, αρκετά ανθεκτικό σε όξινο και αλκαλικό περιβάλλον, διαφανές, εύκολο στον καθαρισμό και υγιεινό. Το γυαλί όταν διαμορφώνεται ως φιάλη συσκευασίας χρησιμοποιείται ευρέως για την συσκευασία, αποθήκευση, συντήρηση και μεταφορά ποτών και άλλων υγρών, τροφίμων, χημικών ουσιών, φαρμακευτικών ειδών και καλλυντικών.

Στην Ελλάδα, όπως και στις περισσότερες χώρες, το γυαλί παράγεται από ανόργανα οξείδια, εκ των οποίων τα σημαντικότερα είναι το πυρίτιο, το οξείδιο του νατρίου και το οξείδιο του ασβεστίου. Τα περισσότερα γυαλιά, είτε χρησιμοποιούνται για παραγωγή φιαλών είτε για άλλους σκοπούς έχουν παρόμοια σύνθεση.

Η χαρακτηριστική σύνθεση γυαλιού που χρησιμοποιείται στην παραγωγή φιαλών παρουσιάζεται στον πίνακα 5.1. (Life Cycle Inventory Data for Container Glass, 1998).

Συστατικό	Χημικό σύμβολο	Τυπική σύνθεση (%)
Οξείδιο του πυριτίου (Silica)	SiO ₂	70-75
Οξείδιο του νατρίου (Sodium oxide)	Na ₂ O	12-15
Οξείδιο του ασβεστίου (Calcium oxide)	CaO	10-14
Οξείδιο του αλουμινίου (Aluminium oxide)	Al ₂ O ₃	1-2
Οξείδιο του μαγνησίου (Magnesium oxide)	MgO	1-2

Πίνακας 5.1.: Τυπική σύνθεση του γυαλιού

Η σύνθεση του γυαλιού ποικίλει ανάλογα με τα συγκεκριμένα προϊόντα και τις μεθόδους παραγωγής. Όλες οι πρώτες ύλες μετριοούνται και αναμιγνύονται προσεκτικά και με μεγάλη ακρίβεια, δεδομένου ότι η τελική σύνθεση του μίγματος είναι ύψιστης σημασίας για τα χαρακτηριστικά απόδοσης του τελικού προϊόντος. Συνήθως η ακριβής σύνθεση κρατιέται, από τις βιομηχανίες παραγωγής, εμπιστευτική για λόγους ανταγωνιστικότητας (<http://simapro.rmit.edu.au/LCA/datadownloads.html>).

5.3.2. Παραγωγή γυάλινων φιαλών

Η διαδικασία παραγωγής των γυάλινων φιαλών φαίνεται σχηματικά στο διάγραμμα ροής του σχήματος 5.4. που παρουσιάστηκε πιο πάνω.

Τα βασικότερα στάδια στη διαδικασία παραγωγής γυάλινων φιαλών είναι τα ακόλουθα:

- ✓ Προετοιμασία και ανάμιξη των α' υλών
- ✓ Τήξη α' υλών
- ✓ Μορφοποίηση
- ✓ Ανόπτηση
- ✓ Έλεγχοι και δοκιμές
- ✓ Συσκευασία, αποθήκευση και αποστολή

Σε όλες τις βιομηχανίες παραγωγής γυαλιού, τα δύο πρώτα στάδια της διαδικασίας, δηλαδή της ανάμιξης (batch handling) και της τήξης, είναι παρόμοια στους διάφορους τύπους προϊόντων [National Pollutant Inventory (NPI), 2004].

Γενικά, η προετοιμασία του μίγματος (batch preparation) δεν καταναλώνει κάποιο σημαντικό ποσό ενέργειας. Το στάδιο με τη σημαντικότερη κατανάλωση ενέργειας στη διαδικασία παραγωγής γυαλιού είναι το στάδιο της τήξης του καταναλώνει περίπου το 60% της συνολικής ενέργειας που χρησιμοποιείται στην παραγωγή γυαλιού. Η τήξη των πρώτων υλών για τη δημιουργία της κατάλληλης υαλομάζας, παραγωγή,

συμπεριλαμβανομένης και της ενέργειας που χρησιμοποιείται για την απόκτηση των α' υλών.

Η διαμόρφωση και η ανόπτηση των γυάλινων φιαλών, υπολογίζεται ότι καταναλώνουν περίπου 10% της συνολικής ενέργειας η κάθε μια, ενώ η ανάμιξη των α' υλών και η δημιουργία υαλοθραύσματος καταναλώνουν 2 έως 5% της συνολικά χρησιμοποιούμενης ενέργειας. Η υπόλοιπη ενέργεια καταναλώνεται στον βοηθητικό εξοπλισμό και άλλες βοηθητικές λειτουργίες στις εγκαταστάσεις των μονάδων παραγωγής (*Life Cycle Inventory Data for Glass manufacture*).

α) Ανάμιξη α' υλών (*glass batch*)

Το μίγμα των επιμέρους α' υλών σε αυστηρά καθορισμένες αναλογίες που χρησιμοποιείται για την παραγωγή του επιθυμητού τύπου γυάλινων φιαλών, ονομάζεται *glass batch*. Όλες οι α' ύλες κατά την είσοδό τους στις εγκαταστάσεις παραγωγής επιθεωρούνται σχολαστικά και ελέγχονται για την ποιότητά τους. Με βάση αυτούς τους ελέγχους και τις μετρήσεις, προκύπτουν οι απαιτούμενοι διορθωτικοί παράγοντες προκειμένου να επιτευχθεί η επιθυμητή σύνθεση των α' υλών. Όλα αυτά γίνονται αυτόματα με την βοήθεια ειδικού εξοπλισμού και ηλεκτρικού προγραμματισμού. Για αποτροπή διαχωρισμού πριν από την τήξη συστατικών, που από μόνα τους αποτελούν μίγματα, οι παρτίδες (*glass batch*) προετοιμάζονται με περιεκτικότητα σε νερό 2-4%.

β) Τήξη α' υλών

Η τήξη είναι η κεντρική διεργασία στην παραγωγή γυάλινων φιαλών. Η διαδικασία πραγματοποιείται σε κλίβανο στον οποίο το μίγμα των α' υλών (*glass batch*) με τη βοήθεια της θερμότητας μετατρέπεται σε ρευστό λειωμένο γυαλί (υαλομάζα). Η ποιότητα του μίγματος, ο τύπος της ενέργειας που χρησιμοποιείται για τη θέρμανση και ο τύπος διαδικασίας τήξης χρησιμοποιούμενος καθορίζονται από τον τύπο γυαλιού που παράγεται. Η διαδικασία τήξης συμβάλλει σημαντικά στο συνολικό περιβαλλοντικό φορτίο του συστήματος. Οι α' ύλες λειώνουν αργά μεταξύ 1000 και

1400 °C και απαιτούν στενή επίβλεψη και έλεγχο. Διάφορες φυσικές και χημικές αντιδράσεις εμφανίζονται κατά τη διάρκεια αυτής της διαδικασίας: μερικές από τις πρώτες ύλες αποσυντίθενται κάτω από την επίδραση της θερμότητας και έτσι διαφεύγει σημαντικό ποσό αερίων μέσω της αποσύνθεσης των ένυδρων ουσιών, ανθρακικών αλάτων, νιτρικών αλάτων και θεικών αλάτων, που παράγουν υδρατμούς, διοξείδιο του άνθρακα, άζωτο, οξυγόνο και διοξείδιο του θείου. Το λειωμένο γυαλί γίνεται τελικά διαφανές και η φάση της τήξης θεωρείται πλήρης.

Καθώς το μίγμα λειώνει, λαμβάνει χώρα μια πλήρης διάλυση και διανομή όλων των συστατικών. Το ομογενοποιημένο λειωμένο γυαλί ακολουθεί έπειτα μια διαδικασία καθαρισμού, η οποία πραγματοποιείται για να ελαχιστοποιηθούν οι όποιες φυσαλίδες στο λειωμένο γυαλί. Στη συνέχεια ακολουθεί μία διαδικασία σε χαμηλότερες θερμοκρασίες, κατά τη διάρκεια της οποίας όλες οι υπόλοιπες φυσαλίδες απορροφούνται από λειωμένο γυαλί, ενώ συγχρόνως το λειωμένο γυαλί ψύχεται αργά σε θερμοκρασίες μεταξύ 900-1200°C.

γ)Μορφοποίηση και ανόπτηση

Με τη διαδικασία της μορφοποίησης δίνεται στο λειωμένο γυαλί η επιθυμητή μορφή. Η διαδικασία της μορφοποίησης απαιτεί ένα ορισμένο ποσό ενέργειας, το οποίο θεωρείται ότι είναι περίπου το 10% των συνολικών αναγκών σε ενέργεια σε όλη την διαδικασία παραγωγής.

Μόλις οι γυάλινες φιάλες μορφοποιηθούν υποβάλλονται σε μια θερμική επεξεργασία (ανόπτηση) για την ενίσχυση των μηχανικών τους ιδιοτήτων. Η διαδικασία της ανόπτησης απαιτεί ένα ορισμένο ποσό ενέργειας το οποίο θεωρείται ότι είναι περίπου 10% των συνολικών αναγκών σε ενέργεια, αντίστοιχα με τη διαδικασία της μορφοποίησης.

5.3.3.Α' ύλες για την παραγωγή γυάλινων φιαλών

Οι κύριες α' ύλες που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή γυάλινων φιαλών είναι:

- Χαλαζιακή άμμος (silica sand) 72-75%
- Ανθρακική σόδα (soda ash) 14-15%

- Ασβεστόλιθος (limestone) 10-12%
- Άλλες ουσίες 2% (άλατα, χρωστικές ουσίες κ.λπ.)

α)Χαλαζιακή άμμος (silica sand) και ασβεστόλιθος (limestone)

Η χαλαζιακή άμμος (silica sand) μετά από τη εξόρυξή της υποβάλλεται σε επεξεργασία σε υγρό κόσκινο για την αφαίρεση των ακαθαρσιών. Η χαλαζιακή άμμος για τις ανάγκες της παραγωγής γυάλινων φιαλών πρέπει να είναι κοκκομετρίας κυρίως μεταξύ 125 και 500μm (97% των διαβαθμίσεων κόσκινων από 10-840μm) και να έχει ελάχιστη περιεκτικότητα σε πυρίτιο 99,5%.

Ο ασβεστόλιθος (limestone) μετά την εξαγωγή του (open cut method) υποβάλλεται σε επεξεργασία για την αφαίρεση των ακαθαρσιών.

Κατά τη διάρκεια της εξόρυξης και της επεξεργασίας της χαλαζιακής άμμου και του ασβεστόλιθου εκπομπές σκόνης απελευθερώνονται. Προσπάθειες καταβάλλονται να ελαχιστοποιήσουν αυτές τις εκπομπές μέσω βελτιώσεων του σχεδιασμού των ορυχείων.

β)Ανθρακική σόδα (soda ash)

Η ανθρακική σόδα (soda ash) παρασκευάζεται από αλάτι, ασβεστόλιθο, coke και αμμωνία, χρησιμοποιώντας τη διαδικασία Solvay. Τα απόβλητα που παράγονται με τις διάφορες διαδικασίες, εκτός από το νερό ψύξης και το χλωρίδιο του ασβεστίου, περιλαμβάνουν ακαθαρσίες λάσπης άλμης, ασβεστίου και μαγνησίου από την διαδικασία καθαρισμού άλμης, ανθρακικό άλας ασβεστίου και θεικό άλας ασβεστίου, χλωριούχο νάτριο και ασβέστη από την διαδικασία ανάκτησης της αμμωνίας.

γ)Άλας (NaCL) και θεικό νάτριο (Na₂SO₄)

Λόγω της γεωγραφικής θέσης της Ελλάδας, το άλας παράγεται κυρίως μέσω της εξάτμισης του νερού της θάλασσας. Η διαδικασία αυτή χρησιμοποιεί τη δύναμη της θάλασσας για την παροχή θαλασσινού νερού σε δεξαμενές και την ηλιακή ενέργεια

για την εξάτμιση. Με βάση δεδομένα που υπάρχουν εκτιμάται ότι προκύπτουν 30Kg άλατος ανά m³ θαλασσινού νερού. Επίσης είναι δυνατόν θειικό νάτριο – salt cake ή θειικό άλας να αναμιχθεί με κονιοποιημένο άνθρακα και να προστεθεί στο μίγμα των α' υλών αντί της σόδας ή ως συμπληρωματική πηγή οξειδίου νατρίου (Na₂O).

δ) Αστριοι (feldspars), πρόσθετα και χρωστικές ύλες

Το οξείδιο αλουμινίου (Al₂O₃) προστίθεται συνήθως στο μίγμα των α' υλών (batch) υπό μορφή αστρίων και χρησιμεύει στο να βελτιώσει τη χημική αντίσταση και να αυξήσει το ιξώδες σε χαμηλότερη θερμοκρασία.

Τα διαφορετικά χρώματα μπορούν να επιτευχθούν με την προσθήκη οξειδίων του χαλκού, του χρωμίου, του μαγγανίου, του σιδήρου, του κοβαλτίου, του βαναδίου, του νικελίου και του τιτανίου στην κατάλληλη ποσότητα. Δευτερεύουσες θερμικές επεξεργασίες χρησιμοποιούνται επίσης για την επίτευξη ορισμένων χρωμάτων.

ε) Υαλόθραυσμα (cullet)

Το υαλόθραυσμα (cullet) είναι ένα σημαντικό συστατικό στην παραγωγή γυάλινων φιαλών. Τα θραύσματα γυαλιού έχουν δύο πηγές προέλευσης:

- Γυαλί αποβλήτων από την διαδικασία παραγωγής (εσωτερικά θραύσματα γυαλιού)
- Γυάλινες φιάλες που έχουν συλλεχθεί για ανακύκλωση (εξωτερικά θραύσματα γυαλιού)

Τα θραύσματα γυαλιού μπορούν να χρησιμοποιηθούν μέχρι και 100% στη παραγωγή των νέων γυάλινων φιαλών. Εντούτοις, τα πραγματικά ποσά θραυσμάτων γυαλιού στο μίγμα εξαρτάται από την ποιότητα και την ποσότητα θραυσμάτων γυαλιού. Υπολογίζεται ότι τα θραύσματα γυαλιού αντιπροσωπεύουν, κατά μέσον όρο, περίπου το 40% των υλικών του μίγματος αν και, σε μερικά κράτη, τα θραύσματα γυαλιού χρησιμοποιούνται μέχρι και 70% για την παραγωγή γυάλινων φιαλών.

Για να επιτευχθούν υψηλά ποσοστά χρήσης θραυσμάτων γυαλιού στο μίγμα, πρέπει να χρησιμοποιηθούν τα εξωτερικά θραύσματα γυαλιού. Συνήθως, το γυαλί για ανακύκλωση μετά την κατανάλωση, γνωστό ως εξωτερικά θραύσματα γυαλιού, είναι μολυσμένο με διάφορα υλικά, όπως μέταλλα, πλαστικά, χαρτιά κ.λπ. και επομένως απαιτείται επεξεργασία για την αφαίρεση των ακαθαρσιών. Η διαδικασία αυτή με την οποία αφαιρούνται οι μολυσμένοι παράγοντες καλείται “απομείωση”.

5.3.4. Κατανάλωση ενέργειας

Το μεγαλύτερο μέρος της ενέργειας που χρησιμοποιείται στην παραγωγή γυάλινων φιαλών προέρχεται από την άμεση καύση φυσικού αερίου.

Η διαδικασία παραγωγής γυάλινων φιαλών απαιτεί επίσης θέρμανση, καύσιμα και ηλεκτρική ενέργεια για τις τεχνικές και διοικητικές υπηρεσίες και τις μεταφορές.

Στη διαδικασία παραγωγής γυάλινων φιαλών, το φυσικό αέριο χρησιμοποιείται ως κύρια πηγή αρχικής ενέργειας. Το αέριο μεταφέρεται στις εγκαταστάσεις γυαλιού μέσω των σωληνώσεων. Τα βασικά πλεονεκτήματα της καύσης φυσικού αερίου είναι υψηλή καθαρότητα, εύκολος έλεγχος και την απουσία δαπανών αποθήκευσης. Η θεωρητική απαίτηση θερμότητας είναι το ποσό της θερμότητας που είναι απαραίτητο για να λειώσει το γυαλί και να επιτευχθεί η απαραίτητη θερμοκρασία της υαλομάζας. Αποτελείται από τη θερμότητα τήξης [η θερμότητα που απαιτείται για να μετασχηματιστεί το μίγμα σε τηγμένη υαλομάζα], τη θερμότητα για τη διατήρηση της απαιτούμενης θερμοκρασίας της υαλομάζας και τη θερμότητα των αερίων που απελευθερώνονται.

Η εξοικονόμηση ενέργειας που συνδέεται με τη χρήση θραυσμάτων γυαλιού ποικίλλει ανάλογα με την αποδοτικότητα του κλίβανου, το μέγεθος της παραγωγής και το ποσοστό των θραυσμάτων γυαλιού στο μίγμα. Το γυαλί που παράγεται από 100% θραύσματα γυαλιού μπορεί να καταναλώσει 20-30% λιγότερη ενέργεια από το γυαλί που παράγεται μόνο από τις πρωτογενείς α' ύλες.

Η ηλεκτρική ενέργεια χρησιμοποιείται κυρίως για διάφορες λειτουργικές ανάγκες στις εγκαταστάσεις παραγωγής (Life Cycle Inventory Data for Container Glass manufacture, 1998).

5.3.5. Εκπομπές κατά τη διαδικασία παραγωγής γυάλινων φιαλών

Η τήξη του γυαλιού είναι βασικά μια υψηλής θερμοκρασίας διαδικασία που δημιουργεί ένα πλήθος εκπομπών ποικίλης σπουδαιότητας.

Οι εκπομπές αερίων που προκύπτουν κατά τη διάρκεια της διαδικασίας παραγωγής γυάλινων φιαλών περιλαμβάνουν τη σκόνη (που παράγεται κυρίως κατά τη διάρκεια της ανάμιξης των α' υλών), οξειδίων του αζώτου και οξειδίων του θείου, πτητικές ενώσεις μετάλλων που συμπυκνώνονται στα σημεία ψύξης του εξοπλισμού. Η σκόνη που απελευθερώνεται κατά τη διάρκεια της προετοιμασίας του μίγματος συλλέγεται από ειδικά σακκόφιλτρα και επιστρέφεται στο μίγμα α' υλών [National Pollutant Inventory (NPI), 2004].

Οι αέριες εκπομπές από την καύση των καυσίμων, όπως το φυσικό αέριο ή το πετρέλαιο, που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ενέργειας συμβάλλουν επίσης στο ποσό των αερίων εκπομπών που παράγονται κατά τη διάρκεια της διαδικασίας παραγωγής γυάλινων φιαλών. Αυτές είναι κυρίως εκπομπές μονοξειδίου του άνθρακα και υδρογονανθράκων, οι οποίες είναι αποτέλεσμα της ελλιπούς καύσης καυσίμων ή της αποσύνθεσης του κοινοποιημένου άνθρακα που πιθανόν προστίθεται στο μίγμα για τη μετάπτωση του θεικού σε θειώδες άλας, υαλομάζα.

Άλλες αέριες ενώσεις προκύπτουν από τις ένυδρες ουσίες, ανθρακικά άλατα, νιτρικά άλατα, θειικά άλατα, τα φθορίδια και τα χλωρίδια των διάφορων συστατικών του μίγματος που απελευθερώνονται επίσης κατά τη διάρκεια της διαδικασίας τήξης. Απελευθερώνονται υπό μορφή υδρατμών H_2O , διοξειδίου του άνθρακα CO_2 , οξειδίων του αζώτου NO_x , υδροφθορικού οξέος και υδροχλωρικού οξέος HCl [National Pollutant Inventory (NPI), 2004].

Συνήθως τα περισσότερα συστήματα του εξοπλισμού είναι υδρόψυκτα. Το νερό ψύξης είναι μολυσμένο κυρίως από τα έλαια και ορυκτέλαια που χρησιμοποιούνται

για τη λειτουργία του εξοπλισμού. Το μεγαλύτερο μέρος του νερού αυτού ανακυκλώνεται, εντούτοις όμως πρέπει να αντιμετωπιστούν προβλήματα όπως η αύξηση της συγκέντρωσης των μολυσμένων παραγόντων λίπανσης εξ αιτίας του υψηλού ποσοστού εξάτμισης και το ποσό ύδατος που δεν ανακυκλώνεται

(<http://simapro.rmit.edu.au/LCA/datadownloads.html>).

5.4.ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΓΥΑΛΙΟΥ

Το γυαλί είναι η δεύτερη πιο σημαντική σε βάρος συσκευασία αφού αντιπροσωπεύει το 8% κατά βάρος του συνόλου των στερεών απορριμμάτων (ΛΣΑ) και το 2% κατά όγκο. Επιπλέον, η μείωση του όγκου του γυαλιού από το ρεύμα των αποβλήτων συμβάλλει σημαντικά στην επίτευξη των στόχων που έχουν να τεθεί για την ανακύκλωση και στη μείωση των χωματερών που υπολογίζονται ως ποσοστό του ολικού βάρους.

Στο ρεύμα των αποβλήτων, η γυάλινη συσκευασία αντιπροσωπεύει περίπου το 98% του ολικού όγκου των γυάλινων απορριμμάτων, και το υπόλοιπο 2% είναι λάμπες, και γυαλί παραθύρων. Η βιομηχανία ανακυκλώνει κυρίως τις γυάλινες συσκευασίες ενώ τα υπόλοιπα γυάλινα αντικείμενα ανακυκλώνονται κατά ένα ποσοστό της τάξης του 4% και χρησιμοποιούνται κυρίως για την παραγωγή οικοδομικών υλικών.

Η Γερμανία, η Ελβετία και η Ολλανδία είναι οι χώρες που πρωτοπορούν στην ανακύκλωση του γυαλιού καθώς τα ποσοστά ανακύκλωσής τους κυμαίνονται από 81-89% και είναι από τα υψηλότερα στον κόσμο. Σημαντικά ποσοστά ανακύκλωσης γυαλιού παρουσιάζουν και πολλές άλλες ευρωπαϊκές χώρες όπως η Γαλλία, Ιταλία, Αυστρία, Βέλγιο, Νορβηγία και Δανία με ποσοστά άνω του 50%. Γενικά η Ευρώπη το 1996 κατά μέσο όρο ανακύκλωσε περίπου το 50% του παραγόμενου γυαλιού, η Αυστραλία το 44%, οι ΗΠΑ το 32% ενώ η Ιαπωνία το 60%. Τα ποσοστά αναμένεται να αυξηθούν, ειδικότερα στις ΗΠΑ, αφού σύμφωνα με την EPA (United States Environmental Protection Agency) ανήλθαν στο 36% το 2000. Σημαντικό είναι το

γεγονός, ότι συνεχόμενη ανάκτηση και ανακύκλωση των γυάλινων περιεκτών αποτελούν ενδείξεις της τάσης της βιομηχανίας να παράγει το επιθυμητό τελικό προϊόν σε μια μορφή που είναι πλήρως ανακυκλώσιμη όπως ο γυάλινος περιέκτης. Επιπλέον, ο γυάλινος περιέκτης μπορεί να απομακρυνθεί από το ρεύμα οικιακών αποβλήτων και να επιστραφεί ως πρώτη ύλη για την παραγωγή του γυαλιού.

Η Ολλανδία παρόλο που κατείχε ένα υψηλό ποσοστό της τάξης του 81% για το 1986 έχει ένα πλεόνασμα μικτού γυαλιού το οποίο δεν είναι διαχωρισμένο στις τρεις κατηγορίες: διαφανές, πράσινο και καφέ. Το πρόβλημα θα μπορούσε να λυθεί με τον διαχωρισμό σε ποιότητες γυαλιού κατά την απόθεση των αποβλήτων σε ειδικούς χώρους όπως συμβαίνει με την Γερμανία, ωστόσο το υψηλό κόστος δεν επέτρεψε την εφαρμογή αυτής της μεθόδου. Έτσι στις 16/9/93 άρχισε η λειτουργία του πρώτου εργοστασίου στην Ολλανδία ανακύκλωσης του γυαλιού, ικανού να ανακυκλώσει 150000 τόνους ανά έτος με την χρήση ενός συστήματος διαχωρισμού των διαφόρων ποιοτήτων του γυαλιού με Λείζερ.

Στην Γερμανία το σύστημα ανακύκλωσης στοιχίζει τρισεκατομμύρια δραχμές και απαιτεί από τους συμβαλλόμενους πολίτες να χρησιμοποιούν έξι διαφορετικούς κάδους απορριμμάτων στα σπίτια τους. Όλη αυτή η δραστηριότητα και το κόστος είχε ως αποτέλεσμα τη συλλογή μεγάλων ποσοτήτων ανεπιθύμητου υλικού. Παρόλα αυτά είναι σημαντικό ότι οι Γερμανοί καταναλωτές έχουν φτάσει στο σημείο να πιστεύουν ότι τα απόβλητα μπορούν να απομακρυνθούν από το περιβάλλον με “έξυπνο” τρόπο παρά να απορριφθούν.

Στην Ελλάδα από την συνολική παραγωγή γυαλιού των 125.000 τόνων, ανακυκλώνονται μόνο οι 25.000 ενώ έχουν τεθεί ως στόχος οι 50.000 τόνοι, ποσοστό που θα μειώσει τον συνολικό όγκο των οικιακών και βιομηχανικών αποβλήτων κατά 100.000m^3 και θα αποτρέψει την χρήση 60 τόνων καυσίμων. Στους πίνακες 5.2 και 5.3 παρουσιάζεται η συμβολή των διαφόρων χωρών στην ανακύκλωση του γυαλιού.

Πίνακας 5.2. Σύγκριση της διαθεσιμότητας γυαλιού και ανακύκλωσης

Τύπος	%οικιακά απόβλητα	% ανακύκλωση
Διαφανές	59,2	33,1
Πράσινο	26,4	51,4
Καφέ	14,4	11,5
συνολικό	100,0	100,0

Πίνακας 5.3. Τα ποσοστά ανακύκλωσης γυαλιού ανά τον κόσμο κατά το χρονικό διάστημα 1991-1997.

χώρες	1991	1993	1994	1995	1996	1997
Γερμανία	55%	71%	75%	82%	85%	89%
Γαλλία		46%	48%	50%		
Ιταλία		52%	54%			
Η.Β.	20,9%	29,3%	27,5%	27%	26,6%	26,17%
Ισπανία		29%	31%			
Ολλανδία		73%	77%	80%	81%	
Βέλγιο		55%	67%	67%		
Αυστρία		68%	76%			
Δανία		64%	67%			
Σουηδία		54%	56%			
Πορτογαλία		29%	32%			
Ελλάδα		27%	29%	29%		
Νορβηγία			72%			
Φιλανδία			50%			
Ιρλανδία		29%	31%			
Ελβετία		78%	84%		89%	
Αυστραλία					44%	
ΗΠΑ	24,5				32%	
Ιαπωνία					60%	

5.4.1. Επεξεργασία γυαλιού

Από την στιγμή που θα παραληφθεί το γυαλί, διαχωρίζεται σύμφωνα με το χρώμα και τα μεταλλικά δακτυλίδια και καπάκια που πιθανόν να έχει. Στην συνέχεια κατακερματίζεται σε μικρότερα τεμάχια και το μίγμα αυτό ονομάζεται «cullet». Η επεξεργασία των γυάλινων περιεκτών σχετίζεται απευθείας με τον τύπο του προϊόντος που θα παρασκευαστεί και με τον τύπο του υλικού που θα αντικατασταθεί από το θραυσμένο γυαλί.

Οι βασικές προϋποθέσεις που πρέπει να τηρούνται προκειμένου να επιτραπεί η χρήση του ανακυκλωμένου γυαλιού για την παρασκευή νέου προϊόντος παραμένουν οι ίδιες από την στιγμή που άρχισαν να πρωτοχρησιμοποιούνται. Έτσι, το γυαλί πρέπει να είναι καθαρό χωρίς μεταλλικά καπάκια, δακτυλίδια, κεραμικά και πέτρες και κυρίως διαχωρισμένο σύμφωνα με το χρώμα. Η απομάκρυνση των υλικών αυτών πρέπει να είναι πλήρης διαφορετικά παρουσία πολύ μικρού ποσοστού εξωγενών υλικών στο τελικό μίγμα γυαλιού μπορεί να δημιουργήσει ελαττώματα στο γυαλί που θα παραχθεί. Το ποσοστό κεραμικών και πετρών δεν πρέπει να ξεπερνά τα 25g ανά τόνο ενώ τα μεταλλικά αντικείμενα επιτρέπονται μόνο έως 5g/τόνο. Με βάση αυτά τα κριτήρια παρασκευής, η μέθοδος επεξεργασίας του γυαλιού έχει εξελιχθεί έτσι ώστε να συμπεριλάβει ένα αριθμό σταδίων που θα διασφαλίσουν την παρασκευή χρήσιμου δευτερεύοντος υλικού.

Τα βασικά στάδια επεξεργασίας του προς ανακύκλωση υλικού περιλαμβάνουν:

1. Αρχικό καθαρισμό, απομάκρυνση καπακιών και δακτυλιδιών,
2. Διαχωρισμό με βάση το χρώμα,
3. Μείωση του μεγέθους με κατάτμηση ή θρυμματισμό,
4. Συσκευασία του υλικού για μεταφορά,
5. Τελική επεξεργασία στα εργοστάσια παραγωγής γυάλινων προϊόντων.

5.4.2. Αρχικός καθαρισμός και διαχωρισμός με βάση το χρώμα

Σε πολλά προγράμματα ανακύκλωσης όπως αυτό της Γερμανίας, επικρατεί η τάση ο καταναλωτής να διαχωρίζει τους γυάλινους περιέκτες με βάση το χρώμα καθώς και να απομακρύνει τυχόν ετικέτες, μεταλλικά δακτυλίδια και καπάκια, πριν αποθέσει τα γυάλινα απόβλητα στους χώρους περισυλλογής. Σε άλλες περιπτώσεις όπως αυτή της Ολλανδίας ο διαχωρισμός ως προς το χρώμα γίνεται στο εργοστάσιο ανακύκλωσης.

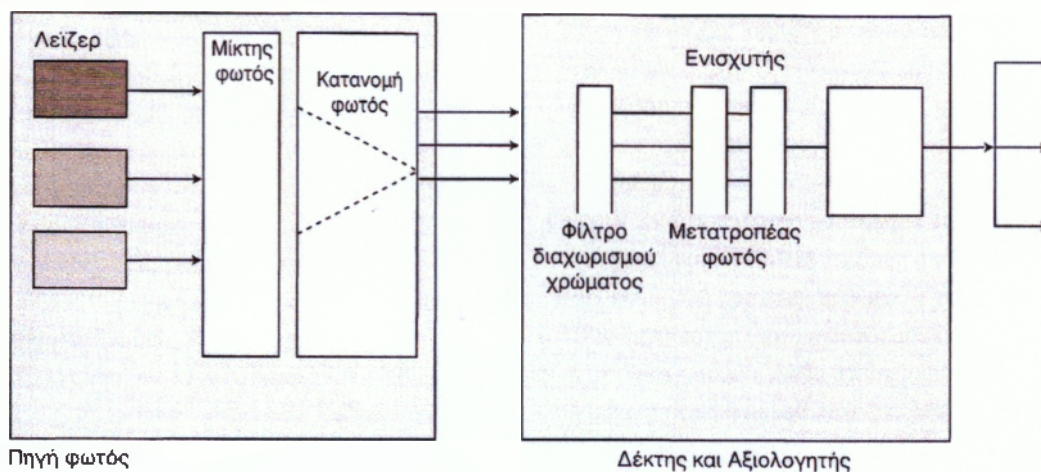
Το μη χρωματικά διαχωρισμένο μίγμα θραυσμένου γυαλιού μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως ένα ποσοστό για την παρασκευή πράσινου και καφέ γυαλιού αλλά όχι για διαφανές γυαλί. Σε περίπτωση που δεν γίνει διαχωρισμός από τους καταναλωτές με βάση το χρώμα ο διαχωρισμός γίνεται χειρωνακτικά στα εργοστάσια. Αρχικά ο διαχωρισμός γίνονταν χειρωνακτικά ενώ σήμερα γίνεται ως επί το πλείστον με ακτίνες λέιζερ. Για τον χρωματικό διαχωρισμό αξιοποιείται η ιδιότητα της διαφάνειας του γυαλιού και της διαπερατότητας, οπότε μπορεί να χρησιμοποιηθεί φως από διαφορετικά είδη λαμπτήρων, όπως δίοδοι Λέιζερ (Laser diodes) και Λέιζερ. Συνήθως προτιμάται η χρήση Λέιζερ όπου, η διάδοση του φωτός στην συσκευή αναγνώρισης συνδυάζεται με την χρήση περιστρεφόμενου κάτοπτρου και οπτικών ινών όπως φαίνεται στο σχήμα 5.5.

Όσον αφορά τα μεταλλικά αντικείμενα, αυτά θεωρητικά μπορούν να ανιχνευτούν με μια απλή συσκευή μετάλλων και να απομακρυνθούν. Η ευαισθησία της συσκευής στα μεταλλικά αντικείμενα που δεν περιέχουν σίδηρο, όπως τα καπάκια και τα μεταλλικά δακτυλίδια, εξαρτάται από την αγωγιμότητα, το σχήμα και το μέγεθος του εκάστοτε τεμαχίου. Στην πράξη, ωστόσο δεν είναι τόσο εύκολος ο σχεδιασμός και η κατασκευή ενός αποτελεσματικού και οικονομικά βιώσιμου συστήματος ανίχνευσης μετάλλου για ένα εργοστάσιο ανακύκλωσης γυαλιού.

Το σύστημα ανίχνευσης μετάλλου αποτελείται από μια συσκευή εκπομπής σήματος και μια κεντρική μονάδα ελέγχου και επεξεργασίας του σήματος που ενεργοποιεί την βαλβίδα αέρος. Τα μέταλλα εντοπίζονται και απομακρύνονται μαζί με κομμάτια γυαλιού από τον μηχανισμό απόρριψης.

Επίσης πρέπει να απομακρυνθούν πέτρες και ταμάχια κεραμικών που πιθανόν να βρίσκονται αναμιγμένα με το γυαλί. Η ανίχνευση των κεραμικών υλικών γίνεται βάση των ιδιοτήτων διαπερατότητας και ανάκλασης του φωτός αφού οι παραγόμενες

ακτίνες ανακλώνται σταδιακά στη συσκευή ανίχνευσης. Η πληροφορία αυτή επεξεργάζεται από ένα ηλεκτρονικό σύστημα και το επιλεγμένο τεμάχιο απομακρύνεται. Κάθε μονάδα ανίχνευσης μπορεί να ενεργοποιήσει μια ή περισσότερες βαλβίδες αέρος, ανάλογα με το μέγεθος και την θέση του τεμαχίου. Συνήθως χρησιμοποιούνται βαλβίδες ταχείας ενεργοποίησης, οι οποίες απελευθερώνουν μικρές ποσότητες πεπιεσμένου αέρα διαμέσου ειδικά σχεδιασμένων ακροφύσιων. Ταχύτητα, αξιοπιστία και μηχανική δύναμη είναι οι ιδιότητες που είναι απαραίτητες για αυτό τον τύπο του συστήματος διαχωρισμού. Η ποιότητα του τελικού υλικού πολλές φορές αξιολογείται με διάφορες τεχνικές που έχουν αρχίσει πρόσφατα να αναπτύσσονται, όπως η χρήση μικροκυμάτων.



Σχήμα 5.5. Αρχή λειτουργίας του συστήματος διαχωρισμού με Λείζερ στην Γερμανία

5.4.3. Θραύση, συσκευασία και μεταφορά γυαλιού

Η θραύση του γυαλιού είναι ανεπιθύμητη αν λάβει χώρα πριν τον χρωματικό διαχωρισμό. Το θραυσμένο γυαλί που δεν έχει διαχωριστεί δεν έχει καμία αξία για τις βιομηχανίες που επεξεργάζονται την δευτερεύουσα αυτή ύλη, οπότε συνήθως καταλήγει στις χωματερές ή σε κάποιο σύστημα κομπόστας. Στην κομπόστα η ύπαρξη του γυαλιού συνήθως επιδρά θετικά στο σύστημα καθώς το γυαλί έχει τις ίδιες φυσικές ιδιότητες με την άμμο.

Σε περίπτωση που το θραυσμένο γυαλί πρόκειται να χρησιμοποιηθεί για περαιτέρω χρήση γίνεται διαχωρισμός κατά χρώμα πριν οδηγηθεί στα μηχανήματα για θραύση. Τα μεταλλικά δακτυλίδια, καπάκια, χάρτινες ετικέτες και υπολείμματα φαγητού πρέπει να απομακρυνθούν αποτελεσματικά μετά την αρχική θραύση. Στη συνέχεια το υλικό μεταφέρεται στις αποθήκες μέχρι να συσκευαστεί και να διοχετευθεί στην αγορά.

Η αποθήκευση είναι απαραίτητη μέχρι να συγκεντρωθεί ικανή ποσότητα μιας ποιότητας γυαλιού ώστε η μεταφορά να είναι οικονομικά συμφέρουσα. Οι αποθήκες του θραυσμένου γυαλιού πρέπει να εξασφαλίζουν τη διατήρηση του γυαλιού σε καθαρή κατάσταση μέχρι την συσκευασία. Η συσκευασία του γυαλιού σε κιβώτια είναι απαραίτητη κυρίως, όταν το γυαλί είναι εξαιρετικής ποιότητας, καθαρότητας και προορίζεται για ειδική χρήση ή όταν πρόκειται για μικρές ποσότητες. Σε άλλες περιπτώσεις το σπασμένο γυαλί μεταφέρεται ασυσκευαστο με container.



Εικόνα 5.1. Θρυμματισμός και απομάκρυνση ξένων υλών, παραγωγή cullet

5.4.4. Τελική επεξεργασία και μορφοποίηση γυαλιού

Το θραυσμένο γυαλί παραλαμβάνεται από την βιομηχανία και υφίσταται επιπλέον διαχωρισμό κατά χρώμα, καθαρισμό από υπολείμματα και μεταλλικά τεμάχια, ώστε να εξασφαλιστεί η καθαρότητα του. Στην συνέχεια το γυαλί αναμιγνύεται με την πρώτη ύλη παρασκευής του γυαλιού. Την ανάμιξη ακολουθεί τήξη σε φούρνους με θερμοκρασία που ποικίλει από 4192 έως 4512 °C, ανάλογα με το ποσοστό του θραυσμένου γυαλιού που χρησιμοποιήθηκε. Επίσης, το cullet μπορεί να χρησιμοποιηθεί για άλλες εφαρμογές εκτός της ανακατασκευής γυάλινων περιεκτών, όπως για ασφαλτικά και κατασκευαστικά υλικά, για ειδικά σύνθετα υλικά, ίνες υάλου κ.α.

5.5.ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΗΣ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗΣ ΓΥΑΛΙΟΥ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ.

Η χρήση ανακτημένου γυαλιού στην κατασκευή γυαλιού έχει το πλεονέκτημα ότι μειώνει την θερμοκρασία του φούρνου που απαιτείται για την τήξη των πρώτων υλών. Αυτό το ποσοστό ενέργειας που εξοικονομείται θεωρητικά μπορεί να υπολογιστεί από μια απλή εξίσωση: **εξοικονόμηση ενέργειας = 0,25 X %ανακυκλωμένου υλικού που χρησιμοποιείται**

Παρόλο που δεν υπάρχουν δεδομένα για την επίδραση που έχει στο περιβάλλον η παραγωγή γυαλιού αποκλειστικά από πρωτογενή υλικά, καθώς η βιομηχανία χρησιμοποιεί σημαντικό ποσοστό ανακτημένου γυαλιού, μπορεί να υπολογιστεί θεωρητικά η κατανάλωση ενέργειας και οι εκλύσεις ουσιών στο περιβάλλον κατά την διεργασία αυτή (πίνακας 5.4.).

Η ορθολογική χρήση ενέργειας στη βιομηχανία είναι από τους πρωταρχικούς στόχους των βιομηχανιών καθώς αντιπροσωπεύει περίπου 10% του κόστους λειτουργίας τους. Παρόλα αυτά, κάποιοι πιστεύουν ότι μπορεί να βελτιωθούν οι επιδόσεις αυτές αν αντιμετωπιστούν ορισμένα προβλήματα που προκύπτουν κατά την ανακύκλωση του γυαλιού, όπως η αριστοποίηση της απόδοσης των φούρνων και η βελτίωση της τεχνολογίας τους. Για τον λόγο αυτό έχουν δημιουργηθεί οργανισμοί σε

ορισμένες χώρες, όπως η COPAC στην Αγγλία που παρέχουν συμβουλές στους ανακυκλωτές (κυβερνήσεις, τοπική αυτοδιοίκηση, ιδιώτες) για θέματα σχετικά με τα ποσοστά ανακύκλωσης που μπορούν να επιτευχθούν και μεθόδους βελτίωσης των επιδόσεων τους.

Ένα πρόβλημα που πρέπει να αντιμετωπίσουν οι βιομηχανίες γυαλιού είναι τα απόβλητα τους. Εδώ και αρκετά χρόνια, οι κατεστραμμένοι φούρνοι που υπολειπώνονται, τα φίλτρα και οι σωλήνες των βιομηχανιών αυτών δημιουργούσαν προβλήματα καθώς σχετίζονται με την ύπαρξη επικίνδυνων ουσιών. Μέρος των αποβλήτων αυτών, για να αντιμετωπιστούν οι περιβαλλοντολογικές επιπτώσεις τους, ανακυκλώνεται ή διαχωρίζεται και επεξεργάζεται κατάλληλα. Ένα άλλο οξύ πρόβλημα που υφίσταται σχετίζεται με τα κρυστάλλινα αντικείμενα που περιέχουν μόλυβδο και οι επιπτώσεις που έχουν στο περιβάλλον και την υγεία των καταναλωτών. Για τον λόγο αυτό, διάφοροι οργανισμοί (WHO, OECD) θέσπισαν όρια στην χρήση και ύπαρξη του μολύβδου στο πόσιμο νερό και σε υλικά συσκευασίας όπως το γυαλί, κεραμικά, κρύσταλλο (Ιωάννης Σ. Αρβανιτογιάννης, 2001).

Πίνακας 5.4. Κατανάλωση ενέργειας και εκλύσεις κατά την παραγωγή γυαλιού από πρωτογενή ή δευτερογενή υλικά (ανακυκλωμένο γυαλί).

Πηγή	Ανακυκλωμένο γυαλί (100%)/τόνο παραγόμενο τόνο γυαλιού	Πρωτογ ενές γυαλί παραγό μενο τόνο	Εξοικονόμη ση/τόνο ανακυκλωμέ νου γυαλιού που παράγεται	Εξοικονόμ ηση/ τόνο ανακτημέ νου γυαλιού που χρησιμοπ οιείται
Κατανάλωση ενέργειας (GJ) εκλύσεις αερίων (g)	5,8	9,6	3,8	3,7
Σωματίδια	428	17780	17352	16831
CO	57	105	48	47
NO _x	1586	2270	684	663
N ₂ O	12	106	94	91
SO _x	2652	3927	975	946
HCl	6	75	69	67
HF	2,4	1	-23	-22
HC	1113	2300	1187	1151
Αμμωνία	2	4	2	1,9
Μόλυβδος	16	0	-16	-15,5
Εκλύσεις νερού(g)				
BOD	1	1	0	0
COD	2	4	2	1,9
Ολικές οργανικές ενώσεις	20	26	6	5,8
Στερεά απόβλητα (Kg)	29,3	4,0	-25,3	-24,5

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα τελευταία χρόνια έγινε επιτακτική η ανάγκη για μείωση της ρύπανσης και των πόρων, με την εφαρμογή διαφόρων μέτρων. Ένα από τα μέτρα αυτά, για τη βελτίωση του περιβάλλοντος, είναι και η Ανάλυση Κύκλου Ζωής (Life Cycle Assessment). Αυτή η μέθοδος βοηθάει στην αξιολόγηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των προϊόντων, των διαδικασιών ή των υπηρεσιών, από τις πρώτες ύλες μέχρι τα απόβλητα. Στόχοι της εφαρμογής της Ανάλυσης Κύκλου Ζωής είναι η ανάλυση της συμβολής των διαφόρων ουσιών στο γενικό περιβαλλοντικό φορτίο και αφετέρου η σύγκριση των περιβαλλοντικών επιδόσεων μεταξύ των διαφόρων προϊόντων.

Από τους στόχους που αναφέρθηκαν, ο πρώτος επιτυγχάνεται μέσω της Ανάλυσης Καταλόγων Κύκλων Ζωής (Life Cycle Inventory Analysis, LCIA), καθώς τα αποτελέσματα είναι ένας λεπτομερής κατάλογος εκπομπών και πρώτων υλών. Ο δεύτερος στόχος για να επιτευχθεί πλήρως, χρειάζεται την αξιολόγηση των επιπτώσεων (Impact Assessment). Τα μεγαλύτερα δοχεία ή φιάλες έχουν καλύτερη περιβαλλοντική απόδοση από τα μικρότερα, η συγκριτική αξιολόγηση και η απόλυτη κρίση τους παρουσιάζει όμως αρκετές δυσκολίες. Τα κύριο πρόβλημα είναι ότι οι μελέτες Ανάλυσης Κύκλων Ζωής, έχουν σαν αποτέλεσμα πολυάριθμες περιβαλλοντικές επιπτώσεις που εκφράζονται σε πολλές διαφορετικές μονάδες. Το όφελος είναι ότι το αποτέλεσμα της Ανάλυσης Κύκλου Ζωής είναι αρκετά λεπτομερή και δεν επηρεάζεται από τις αβεβαιότητες που υφίστανται κατά τη διαδικασία αξιολόγησης των επιπτώσεων (Impact Assessment). Επίσης, η Ανάλυση Καταλόγων Κύκλων Ζωής (LCIA), μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αξιολόγηση μεμονωμένων βημάτων ή διαδικασιών του κύκλου ζωής και έτσι μπορούν να βοηθήσουν στον προσδιορισμό των πιθανών τομέων των βελτιώσεων και των επεμβάσεων.

Από τα παραπάνω γίνεται προφανές ότι, η Ανάλυση Κύκλου Ζωής προσφέρει στις επιχειρήσεις και τους φορείς τις ευκαιρίες χάραξης πολιτικής στην περιβαλλοντική διαχείριση, καθώς παρέχει τους δείκτες υποστήριξης των βιομηχανικών συστημάτων (όπως εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, την αλλαγή κλίματος κ.λπ.).

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Αρβανιτογιάννης Σ. Ιωάννης Δρ., Μποσνέα Λουλούδα, «Στοιχεία Τεχνολογίας, Μεταποίησης & Συσκευασίας Τροφίμων», University Studio Press, Θεσ/νίκη, 2001.
2. Αρβανιτογιάννης Σ. Ιωάννης Δρ., Ευστρατιάδης Μ. Μ., Μπουντουρόπουλος Ι. Δ. «ISO 9000 & ISO14000 Παρουσίαση – Ανάλυση Προτύπων Διασφάλισης Ποιότητας & Περιβαλλοντικής Διαχείρισης, Προσαρμογή στη Βιομηχανία Τροφίμων και Ποτών», University Studio Press, Θεσ/νίκη, 2000.
3. Κάσσοσ Β., Καστρέτσιος Γ., Λώλος Κ., «Εφαρμογή Συστήματος Διαχείρισης Περιβάλλοντος (EMS) με έμφαση στην Ανάλυση Κύκλου Ζωής (ISO 14040) σε επιχειρήσεις παραγωγής Ειδών Συσκευασίας», Πάτρα, 2008
4. Γεωργακέλλος Α. Δημήτριος, «Ανάλυση Κύκλου Ζωής. Ένα Συστηματικό Όργανο Στη Διαχείριση Του Περιβάλλοντος» 2000
5. Μπλούκας Ιωάννης, «Συσκευασία Τροφίμων», Εκδόσεις Σταμούλη, Αθήνα, 2004
6. British Glass «SECONDARY GLASS PROCESSING», 2004
7. British Glass Manufacturers Confederation – Public Affairs Committee «Glass Recycling – Life Cycle Carbon Dioxide Emissions», by Enviros Consulting Limited, November 2003.

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΕΣ ΔΙΕΥΘΥΝΣΕΙΣ

1. http://en.Wikipedia.org/wiki/Life_Cycle_assessment.
2. http://www.Britglass.org.uk/Files/Enviros_LCA.pdf.
3. <http://simapro.rmit.edu.au/LCA/datadownloads.html>.