



# **ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ**

**ΣΧΟΛΗ ΑΓΡΟΝΟΜΩΝ ΚΑΙ ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

**ΤΟΜΕΑΣ ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ**

**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΦΥΣΙΚΗΣ ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ  
ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**«Ανάλυση Επιπτώσεων Οικοβιομηχανικού Πάρκου με  
την Μεθοδολογία Ανάλυσης Κύκλου Ζωής»**

**Εκπόνηση Εργασίας : Χατζηκυριάκου Θεοδόσης**

**Επιβλέπουσα : Παπαδοπούλου Μαρία,  
Επίκουρη Καθηγήτρια Ε.Μ.Π.**

**Αθήνα, Ιούνιος 2013**



«...γιατί όταν θέλω —  
και θάχω θέλησι, δυναμωμένος  
ως θάμαι με θεωρία και μελέτη —  
στες κρίσιμες στιγμές θα ξαναβρίσκω  
το πνεύμα μου, σαν πριν, ασκητικό.»

**Κ.Π. Καβάφης, *Τα Επικίνδυνα***

## *Αφιέρωση*

*Η παρούσα διπλωματική εργασία είναι αφιερωμένη αποκλειστικά στους Γονείς μου*

*Χριστόδουλο και Αθηνά Χατζηκυριάκου*

*Για όλα όσα μου δίδαξαν και συνεχίζουν να με διδάσκουν*

*Για όση αγάπη και στήριξη μου πρόσφεραν και συνεχίζουν να μου προσφέρουν*

*Για όλα όσα Είναι για όλα όσα Είμαι ..και για όλα όσα Είμαστε μαζί*

Π Ε Ρ Ι Ε Χ Ο Μ Ε Ν Α

<b>Ευχαριστίες</b>	<b>6</b>
<b>Περίληψη</b>	<b>7</b>
<b>Abstract</b>	<b>8</b>
<b>Κατάλογος πινάκων</b>	<b>9</b>
<b>Κατάλογος διαγραμμάτων</b>	<b>10</b>
<b>Κατάλογος εικόνων</b>	<b>11</b>
<b>Εισαγωγή</b>	<b>13</b>
<b>1 Περιβαλλοντικά προβλήματα και σκοπός εργασίας</b>	<b>14</b>
1.1 Περιβαλλοντικά Προβλήματα – Σκέψεις – Προβληματισμοί .....	14
1.2 Περιοχή μελέτης-Σκοπός Εργασίας – Δομή Εργασίας.....	14
<b>2 Στοιχεία Προμελέτης εξεταζόμενου έργου υπό τον τίτλο «Σχέδιο Χωροθέτησης Οικοβιομηχανικού Πάρκου στο Δήμο Τανάγρας»</b>	<b>18</b>
2.1 Εισαγωγή .....	18
2.2 Θεωρητικό πλαίσιο .....	18
2.2.1 Οικο-βιομηχανικά πάρκα (ECO-INDUSTRIAL PARKS) .....	18
2.3 Υπάρχουσα κατάσταση στην περιοχή μελέτης .....	19
2.3.1 Οικοσύστημα περιοχής μελέτης.....	19
2.4 Μορφή και σύνθεση του πάρκου.....	21
2.4.1 Επιλογή βέλτιστης εναλλακτικής - Περιγραφή τελικού σχεδίου.....	21
2.4.2 Χωροθέτηση δραστηριοτήτων .....	22
2.5 Εκτίμηση και αξιολόγηση επιπτώσεων .....	24
2.5.1 Συνοπτική εκτίμηση - αξιολόγηση επιπτώσεων .....	24
2.6 Μέτρα και πολιτικές αντιμετώπισης.....	24
2.6.1 Αέρια απόβλητα .....	24
2.6.2 Υγρά απόβλητα .....	25
2.6.3 Στερεά απόβλητα .....	25
2.6.4 Γεωλογία – Μορφολογικά – Τεκτονικά – Τοπιολογικά χαρακτηριστικά - Έδαφος.....	26
2.6.5 Οικοσύστημα – Χλωρίδα - Πανίδα.....	26
<b>3 Ανάλυση κύκλου ζωής (ΑΚΖ)</b>	<b>28</b>
3.1 Εισαγωγή .....	28

3.2	Ιστορική αναδρομή.....	28
3.3	Σκοπός ΑΚΖ.....	30
3.3.1	Στόχοι μιας μελέτης Ανάλυσης Κύκλου Ζωής .....	30
3.4	Στάδια και μεθοδολογία ΑΚΖ κατα SETAC.....	31
3.4.1	Προσδιορισμός σκοπού και αντικειμένου.....	32
3.4.2	Απογραφή δεδομένων .....	33
3.4.3	Περιβαλλοντικοί δείκτες.....	36
3.5	Εκτίμηση βελτιώσεων .....	37
3.6	Η Ανάλυση Κύκλου Ζωής κατά τα πρότυπα του ISO 14040-14043 .....	38
3.6.1	Καθορισμός σκοπού και αντικειμένου της μελέτης-Goal and scope definition (ISO 14040, 1997).....	39
3.6.2	Απογραφή δεδομένων-Life cycle inventory (ISO 14041, 1998) .....	39
3.6.3	Εκτίμηση επιπτώσεων - Life cycle impact assessment (ISO 14042, 2000).....	40
3.6.4	Ερμηνεία αποτελεσμάτων-Life cycle interpretation (ISO 14043, 2000).....	41
<b>4</b>	<b>Λογισμικό ανάλυσης κύκλου ζωής και εκτίμησης περιβαλλοντικών επιπτώσεων - OpenLCA</b>	<b>43</b>
4.1	Εισαγωγή.....	43
4.1.1	Λογισμικό OpenLCA.....	43
4.1.2	Εγκατάσταση.....	44
4.2	Δομικά στοιχεία.....	48
4.2.1	Πηγές συστήματος (Sources).....	50
4.2.2	Ανθρώπινες οντότητες – χρήστες συστήματος (Actors).....	50
4.2.3	Μονάδες μέτρησης – σύνολο μονάδων μέτρησης (Unit Groups).....	51
4.2.4	Ιδιότητες ροής - Χαρακτηρισμός μονάδων μέτρησης για μια ροή (Flow Properties).....	53
4.2.5	Ροές (Flows).....	54
4.2.6	Διαδικασίες (Processes) .....	59
4.2.7	Μέθοδοι αξιολόγησης επιπτώσεων (LCIA methods) .....	61
4.2.8	Σύστημα προϊόντος (Product System) .....	62
4.2.9	Τελική εργασία – Σύγκριση συστημάτων (Projects).....	73
4.3	Παραδείγματα.....	76
<b>5</b>	<b>Εκτίμηση περιβαλλοντικών επιπτώσεων με το λογισμικό OPEN – LCA</b>	<b>83</b>
5.1	Εισαγωγή.....	83
5.2	Ανάλυση κύκλου ζωής ζυθοποιείου με open-lca.....	83
5.2.1	Καθορισμός σκοπού και αντικείμενο μελέτης.....	83
5.2.2	Όρια του συστήματος.....	83
5.2.3	Λειτουργική μονάδα.....	84
5.2.4	Πηγές δεδομένων .....	84
5.2.5	Περιγραφή υποσυστημάτων – Παραδοχές.....	84
5.2.6	Αποτελέσματα ανάλυσης με την μεθοδο eco-indicator99 .....	85
5.3	Ανάλυση κύκλου ζωής οινοποιείου με OPEN – LCA.....	92

5.3.1	Καθορισμός σκοπού και αντικείμενο μελέτης.....	92
5.3.2	Όρια του συστήματος.....	92
5.3.3	Λειτουργική μονάδα.....	92
5.3.4	Περιγραφή υποσυστημάτων – Παραδοχές.....	92
5.3.5	Αποτελέσματα ανάλυσης.....	93
5.4	Ανάλυση κύκλου ζωής γαλακτοβιομηχανίας με OPEN – LCA.....	97
5.4.1	Καθορισμός σκοπού και αντικείμενο μελέτης.....	97
5.4.2	Όρια του συστήματος.....	97
5.4.3	Λειτουργική μονάδα.....	97
5.4.4	Περιγραφή υποσυστημάτων-Παραδοχές.....	97
5.4.5	Αποτελέσματα ανάλυσης.....	97
5.5	Ανάλυση κύκλου ζωής βιομηχανίας ζυμαρικών με OPEN – LCA.....	101
5.5.1	Καθορισμός σκοπού και αντικείμενο μελέτης.....	101
5.5.2	Όρια του συστήματος.....	101
5.5.3	Λειτουργική μονάδα.....	101
5.5.4	Περιγραφή υποσυστημάτων – Παραδοχές.....	101
5.5.5	Αποτελέσματα ανάλυσης.....	102
5.6	Σύγκριση βιομηχανιών.....	105
<b>6</b>	<b>Ανάλυση ευαισθησίας</b>	<b>107</b>
6.1	Εισαγωγή.....	107
6.2	Σενάρια με διαφορετικές πηγές ενέργειας.....	107
6.2.1	Σενάριο 1 : Αποκλειστική χρήση φυσικού αερίου στην παραγωγή μύρας.....	107
6.2.2	Σενάριο 2: Χρήση φυσικού αερίου και αιολικής ενέργειας.....	108
6.3	Σενάρια με διαφορετικές συσκευασίες.....	108
6.3.1	Σενάριο 3: Παραγωγή PET φιάλης 0,5 lt για εμφιάλωση μύρας.....	108
6.3.2	Σενάριο 4: Παραγωγή χάρτινης συσκευασίας για ζυμαρικά.....	109
6.4	Συμπεράσματα ανάλυσης ευαισθησίας.....	110
6.5	Προτάσεις.....	111
<b>7</b>	<b>Συμπεράσματα</b>	<b>113</b>
	<b>Βιβλιογραφία</b>	<b>115</b>
	Ξενόγλωσση.....	115
	Ελληνική.....	116
	Ηλεκτρονικές πηγές.....	117
	<b>Παράρτημα Α: Νομοθετικό πλαίσιο</b>	<b>118</b>
	Κοινοτική Νομοθεσία για την βιομηχανία.....	118
	Βιομηχανικές και Επιχειρηματικές Περιοχές (Νόμος 2545/1997).....	119

## Ευχαριστίες

---

Ανέκαθεν θεωρούσα πως το πιο δύσκολο κομμάτι σε μια εργασία είναι οι ευχαριστίες. Όχι επειδή μου είναι δύσκολο να ευχαριστήσω αλλά επειδή μου είναι δύσκολο να αποτυπώσω ολόκληρο το αίσθημα της ευχαριστίας μέσα σε μια λέξη και όλους τους ανθρώπους που με βοήθησαν μέχρι σήμερα σε μια σελίδα. Παρόλα αυτά θα κάνω μια προσπάθεια όχι μόνο για την περίοδο εκπόνησης της διπλωματικής μου εργασίας αλλά και ολόκληρης της φοιτητικής μου διαδρομής

Η Επίκουρη καθηγήτρια της Σ.ΑΤ.Μ. Κα Μαρία Παπαδοπούλου ήταν η επιβλέπουσα καθηγήτρια της εργασίας και ταυτόχρονα ένας άνθρωπος έμπνευσης. Με εμπιστεύτηκε, με στήριξε, με καθοδήγησε και φυσικά με δυσκόλεψε, αλλά ήταν πάντα παρούσα όποτε την αναζήτησα για να μου προσφέρει γνώση, δύναμη και αισιοδοξία, επιβεβαιώνοντας μου, αυτό που πάντα πίστευα, ότι ο επαγγελματισμός και η ανθρωπιά μπορούν να ισορροπήσουν και να παράξουν πολύ πιο ενδιαφέροντα αποτελέσματα, όπως η παρούσα διπλωματική εργασία. Για όλα τα παραπάνω, θέλω να την ευχαριστήσω θερμά και ως καθηγήτρια και ως άνθρωπο.

Η αδερφή μου Αριάννα Χατζηκυριάκου, αν και μικρότερη ήταν πάντα πιο συνειδητοποιημένη και πιο πειθαρχημένη από μένα, έτσι στάθηκε σημαντικός καταλύτης στην φοιτητική μου πορεία και παράδειγμα προς μίμηση. Πολλές φορές βρέθηκα σε αδιέξοδα που χωρίς την βοήθεια της η πορεία των σπουδών μου θα ήταν διαφορετική σήμερα. Θέλω να την ευχαριστήσω μέσα απ' τα βάθη της καρδιάς μου για όλα όσα έκανε για μένα, της είμαι ευγνώμων και νιώθω πολύ τυχερός που την έχω για αδερφή.

Οι γονείς μου, τα πιο καθοριστικά πρότυπα της ζωής μου με δίδαξαν πως η οικογένεια είναι ό,τι πιο ιερό έχουμε. Μου το έδειξαν έμπρακτα από την πρώτη μέρα της ζωής μου και συνεχίζουν..δεν είμαι απλά τυχερός που με μεγάλωσαν αυτοί οι δύο άνθρωποι με τόσους κόπους, ζω για να τους τιμώ, να τους ευγνωμονώ και να τους κάνω περήφανους, ίσως έτσι μπορέσω να τους ανταποδώσω κάτι από όσα μου έχουν προσφέρει. Η οικογένεια με την ευρύτερη έννοια του όρου ήταν πάντα δίπλα μου. Οι θείες, οι θείοι, τα ξαδέρφια, ήταν πάντα πρότυπα που με αγκάλιαζαν προστατευτικά, συμβουλευτικά και με στήριζαν οικονομικά και πνευματικά. Τους ευχαριστώ όλους για όλα όσα μου πρόσφεραν συνειδητά τόσα χρόνια αλλά και για όσα ασυνείδητα επιδράσαν στην προσωπικότητα και την εξέλιξη μου ως ενήλικα.

Τέλος, θέλω να ευχαριστήσω τις φίλες και τους φίλους μου, που με αγάπη και κατανόηση ήταν εκεί για μένα και στα καλά και στα κακά. Με στήριξαν και με βοήθησαν με όποιον τρόπο μπορούσαν και δεν με εγκατέλειψαν ποτέ. Ιδιαίτερα θα ήθελα να ευχαριστήσω την Γιούλα για την προθυμία και την ανιδιοτελή βοήθεια της, την Γωγώ, την Βανέσα, την Γιοβάννα, την Σεβαστή, τον Νίκο, την Ελίζα και φυσικά την Σοφία, για όλα!



## Περίληψη

---

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η διερεύνηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που προκύπτουν από την δημιουργία ενός οικοβιομηχανικού πάρκου. Στηρίζεται σε υπάρχουσα προμελέτη σχεδιασμού και εκτίμησης περιβαλλοντικών επιπτώσεων αναφορικά με την χωροθέτηση οικοβιομηχανικού (eco - park) εντός των ορίων του Δήμου Τανάγρας και ερευνά κατά πόσο μπορεί να δημιουργηθεί το εν λόγω οικοβιομηχανικό πάρκο, στο οποίο θα λειτουργήσουν δύο βιομηχανίες τροφίμων: μια γαλακτοβιομηχανία και μια βιομηχανία ζυμαρικών και δύο βιομηχανίες ποτών: ένα οινοποιείο και ένα ζυθοποιείο.

Στόχος της παρούσας μελέτης είναι ο προσδιορισμός μετρήσιμων στοιχείων που αφορούν περιβαλλοντικούς δείκτες και την εκτίμηση των επιπτώσεων που θα έχει το συγκεκριμένο οικοβιομηχανικό πάρκο. Στην προσπάθεια αυτή χρησιμοποιείται η μέθοδος Ανάλυσης Κύκλου Ζωής (AKZ), ένα χρήσιμο εργαλείο περιβαλλοντικής διαχείρισης. Το λογισμικό που χρησιμοποιήθηκε για τα αποτελέσματα της εργασίας είναι το Open-LCA.

Το κεφάλαιο 1 είναι εισαγωγικό και περιγραφικό για το σύνολο και την δομή της εργασίας, στο κεφάλαιο 2 δίνονται περιληπτικά τα στοιχεία της προμελέτης ενώ στο κεφάλαιο 3 περιγράφεται η μεθοδολογία της AKZ. Στο κεφάλαιο 4 γίνεται επεξήγηση της λειτουργίας του λογισμικού Open-LCA και στο κεφάλαιο 5 δίνονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης ενώ στο κεφάλαιο 6 γίνεται ανάλυση ευαισθησίας. Τέλος, στο κεφάλαιο 7 δίνονται τα τελικά συμπεράσματα και προτάσεις.

## Abstract

---

The purpose of this thesis is to investigate the environmental impact arising from the development of eco-industrial park. Based on an existing design and environmental impact assessment with regard to the location of an eco-industrial park within the limits of the municipality of Tanagra and this thesis investigates whether an eco-industrial park which will encompass four industries: a dairy industry, a pasta industry a winery and a brewery, could have low impact in the region

The aim of this study is to identify measurable data on environmental indicators and the assessment of the impact of the specific eco-industrial park. In this effort, the method of Life Cycle Assessment (LCA) was used, as a useful tool for environmental management. The software used for the results was the Open-LCA.

Chapter 1 is an introductory and descriptive for the totality and the structure of the work, in Chapter 2 a summary is given derived form the elements of intent while Chapter 3 describes the LCA methodology. Chapter 4 is an explanation of the operation of Open-LCA software whereas in Chapter 5 the results of the analysis are given leading to Chapter 6 were the sensitivity analysis is carried out. Finally, in Chapter 7 the final conclusions and proposals are concluding the research.

## Κατάλογος πινάκων

---

<b>Πίνακας 2.1</b> : Αναλυτικός Πίνακας εκτίμησης - αξιολόγησης επιπτώσεων .....	24
<b>Πίνακας 5.1</b> : Αποτελέσματα Χαρακτηρισμού ανά κατηγορία επιπτώσεων AKZ μιας φιάλης μύρας87	
<b>Πίνακας 5.2</b> : Παράγοντες Κανονικοποίησης.....	89
<b>Πίνακας 5.3</b> : Αποτελέσματα Κανονικοποίησης AKZ μιας φιάλης μύρας.....	89
<b>Πίνακας 5.4</b> : Συντελεστές στάθμισης( SimaPro Reference Manual 2008).....	90
<b>Πίνακας 5.5</b> : Αποτελέσματα Στάθμισης AKZ μιας φιάλης μύρας .....	91
<b>Πίνακας 5.6</b> : Αποτελέσματα Χαρακτηρισμού ανά κατηγορία επιπτώσεων AKZ μιας φιάλης κρασιού .....	93
<b>Πίνακας 5.7</b> : Αποτελέσματα κανονικοποίησης AKZ μιας φιάλης κρασιού .....	95
<b>Πίνακας 5.8</b> : Αποτελέσματα στάθμισης AKZ μιας φιάλης κρασιού .....	96
<b>Πίνακας 5.9</b> : Αποτελέσματα Χαρακτηρισμού ανά κατηγορία επιπτώσεων AKZ ενός λίτρου γάλακτος .....	97
<b>Πίνακας 5.10</b> : Αποτελέσματα κανονικοποίησης AKZ συσκευασίας ενός λίτρου γάλακτος.....	99
<b>Πίνακας 5.11</b> : Αποτελέσματα στάθμισης AKZ μιας συσκευασίας γάλακτος.....	100
<b>Πίνακας 5.12</b> : Αποτελέσματα Χαρακτηρισμού ανά κατηγορία επιπτώσεων AKZ συσκευασίας ζυμαρικών .....	102
<b>Πίνακας 5.13</b> : Αποτελέσματα κανονικοποίησης AKZ συσκευασίας ζυμαρικών .....	103
<b>Πίνακας 5.14</b> : Αποτελέσματα στάθμισης AKZ συσκευασίας ζυμαρικών .....	104
<b>Πίνακας 6.1</b> : Συμπεράσματα από την ανάλυση ευαισθησίας .....	112

## Κατάλογος διαγραμμάτων

---

<b>Διάγραμμα 5.1:</b> Διαδικασίες που επηρεάζουν την ποιότητα οικοσυστήματος από την παραγωγή μιας φιάλης μπύρας.....	87
<b>Διάγραμμα 5.2:</b> Διαδικασίες που επηρεάζουν την ανθρώπινη υγεία από την παραγωγή μιας φιάλης μπύρας.....	88
<b>Διάγραμμα 5.3:</b> Ανάλυση διαδικασίας παραγωγής μπουκαλιών .....	88
<b>Διάγραμμα 5.4:</b> Διαδικασίες που επηρεάζουν την ποιότητα οικοσυστήματος από την παραγωγή μιας φιάλης κρασιού.....	93
<b>Διάγραμμα 5.5:</b> Διαδικασίες που επηρεάζουν την ανθρώπινη υγεία από την παραγωγή μιας φιάλης κρασιού.....	94
<b>Διάγραμμα 5.6:</b> Ανάλυση της διαδικασίας συγκομιδής σταφυλιών .....	94
<b>Διάγραμμα 5.7:</b> Διαδικασίες που επηρεάζουν την ποιότητα οικοσυστήματος από την παραγωγή και συσκευασία ενός lt γάλακτος .....	98
<b>Διάγραμμα 5.8:</b> Διαδικασίες που επηρεάζουν την ανθρώπινη υγεία από την συσκευασία ενός λίτρου γάλακτος.....	98
<b>Διάγραμμα 5.9:</b> Συνολικά αποτελέσματα από την συσκευασία ενός λίτρου γάλακτος .....	98
<b>Διάγραμμα 5.10:</b> Διαδικασίες που επηρεάζουν την ποιότητα οικοσυστήματος από την συσκευασία ζυμαρικών .....	102
<b>Διάγραμμα 5.11:</b> Διαδικασίες που επηρεάζουν την ανθρώπινη υγεία από την συσκευασία ζυμαρικών .....	103
<b>Διάγραμμα 5.12:</b> Ανάλυση διαδικασίας παραγωγής πλαστικής συσκευασίας ζυμαρικών .....	103

## Κατάλογος εικόνων

---

Εικόνα 1.1: Χάρτης περιοχής μελέτης.....	15
Εικόνα 2.1: Χρήσεις Οικοβιομηχανικού Πάρκου .....	23
Εικόνα 3.1 : Βασικά Στάδια Ανάλυσης Κύκλου Ζωής (SETAC, 1993) .....	31
Εικόνα 3.2 : Όρια συστήματος (Γεωργιοπούλου, 2007) .....	34
Εικόνα 3.3: Τα στάδια της μεθοδολογίας κατα SETAC.....	37
Εικόνα 3.4: Βασικά στάδια αξιολόγησης Κύκλου Ζωής (Life Cycle Assessment, ISO 14040 1997) .	38
Εικόνα 4.1: Σύνδεση στο MySQL server .....	45
Εικόνα 4.2: Σύνδεση στο MySQL server - στοιχεία σύνδεσης .....	46
Εικόνα 4.3: Ενεργοποίηση του MySQL server .....	46
Εικόνα 4.4: Ενεργοποίηση του MySQL server - διαδικασία ενεργοποίησης.....	47
Εικόνα 4.5: Δημιουργία καινούριας βάσης .....	47
Εικόνα 4.6: Αρχικά στοιχεία βάσης.....	48
Εικόνα 4.7: Παράδειγμα επεξεργαστή κειμένου .....	49
Εικόνα 4.8: Δημιουργία καινούριας πηγής.....	50
Εικόνα 4.9: Στοιχεία για επεξεργασία μιας πηγής.....	50
Εικόνα 4.10: Στοιχεία χρήστη συστήματος (Actors).....	51
Εικόνα 4.11: Δημιουργία καινούριας ομάδας μονάδων - Unit groups.....	52
Εικόνα 4.12: Στοιχεία μονάδων - Προσθήκη μονάδας - Ορισμός μονάδας αναφοράς .....	53
Εικόνα 4.13: Flow property: Mass, Unit group : Units of mass .....	54
Εικόνα 4.14: Βασικές ροές χωρισμένες σε κατηγορίες είναι διαθέσιμες από την δημιουργία της καινούριας βάσης .....	55
Εικόνα 4.15: Δημιουργία καινούριας ροής (flow). Επιλογή (flow type).....	56
Εικόνα 4.16: Δημιουργία καινούριας ροής (flow). Επιλογή reference flow property.....	57
Εικόνα 4.17: Ροή συστήματος .....	58
Εικόνα 4.18: Ιδιότητες ροής .....	58
Εικόνα 4.19: Δημιουργία καινούριας διαδικασίας .....	59
Εικόνα 4.20: Στοιχεία διαδικασίας – Επεξεργασία .....	60
Εικόνα 4.21: Είσοδοι - Έξοδοι διαδικασίας .....	61
Εικόνα 4.22: Μέθοδος LCIA.....	62
Εικόνα 4.23: Παράγοντες LCIA.....	62
Εικόνα 4.24: Δημιουργία καινούριου συστήματος.....	63
Εικόνα 4.25: Πληροφορίες συστήματος.....	64
Εικόνα 4.26: Γραφική αναπαράσταση συστήματος .....	65
Εικόνα 4.27: Υπολογισμός επιπτώσεων - Επιλογή υπολογισμού και LCIA μεθόδου .....	66
Εικόνα 4.28: Αποτελέσματα υπολογισμού - Γενικές πληροφορίες.....	66
Εικόνα 4.29: Αποτελέσματα υπολογισμού επιπτώσεων του κύκλου ζωής ενός προϊόντος .....	67
Εικόνα 4.30: Υπολογισμός επιπτώσεων - Χαρακτηρισμός ανάλογα με την μέθοδο επιπτώσεων .....	67
Εικόνα 4.31 : Ανάλυση αποτελεσμάτων .....	68
Εικόνα 4.32 : Στοιχεία ανάλυσης συστήματος.....	68
Εικόνα 4.33: Αποτελέσματα ανάλυσης επιπτώσεων.....	69
Εικόνα 4.34: Αποτελέσματα ανάλυσης επιπτώσεων με βάση την κατηγορία LCIA .....	70
Εικόνα 4.35: Διάγραμμα ανάλυσης - Εικονική απεικόνιση για συγκεκριμένη ροή.....	71

<b>Εικόνα 4.36:</b> Αποτελέσματα Ανάλυσης - Διάγραμμα Sankey – Ρυθμίσεις.....	72
<b>Εικόνα 4.37:</b> Ανάλυση αποτελεσμάτων με χρήση διαγράμματος Sankey .....	72
<b>Εικόνα 4.38 :</b> Δημιουργία καινούριου project.....	73
<b>Εικόνα 4.39:</b> Ρυθμίσεις Project - Προσθήκη συστημάτων για σύγκριση.....	74
<b>Εικόνα 4.40:</b> Επιλογή LCIA κατηγοριών για σύγκριση των συστημάτων.....	75
<b>Εικόνα 4.41:</b> Διάγραμμα σύγκρισης συστημάτων σε επιλεγμένες κατηγορίες LCIA.....	76
<b>Εικόνα 4.42:</b> Γραφική αναπαράσταση συστήματος - Οργανική Αμπελοκαλλιέργεια .....	78
<b>Εικόνα 4.43:</b> Παραδοσιακή Αμπελοκαλλιέργεια .....	81
<b>Εικόνα 4.44:</b> Σύγκριση συστημάτων για επιδόσεις σύμφωνα με κατηγορίες της μεθόδου LCIA CML 2001 .....	82
<b>Εικόνα 5.1:</b> Αποτελέσματα κανονικοποίησης AKZ μιας φιάλης μύρας .....	90
<b>Εικόνα 5.2:</b> Στάθμιση αποτελεσμάτων AKZ μιας φιάλης μύρας .....	91
<b>Εικόνα 5.3:</b> Αποτελέσματα κανονικοποίησης AKZ μιας φιάλης κρασιού.....	95
<b>Εικόνα 5.4:</b> Στάθμιση αποτελεσμάτων AKZ μιας φιάλης κρασιού.....	96
<b>Εικόνα 5.5:</b> Αποτελέσματα κανονικοποίησης AKZ μιας συσκευασίας γάλακτος .....	99
<b>Εικόνα 5.6 :</b> Στάθμιση αποτελεσμάτων AKZ μιας συσκευασίας γάλακτος.....	100
<b>Εικόνα 5.7:</b> Αποτελέσματα κανονικοποίησης AKZ μιας συσκευασίας ζυμαρικών.....	104
<b>Εικόνα 5.8:</b> Στάθμιση αποτελεσμάτων AKZ μιας συσκευασίας ζυμαρικών.....	105
<b>Εικόνα 5.9:</b> Σύγκριση βιομηχανιών μεταξύ τους ως προς την συνεισφορά τους στις 2 τελικές (αθροιστικές) κατηγορίες .....	106
<b>Εικόνα 6.1:</b> Αποτελέσματα στάθμισης μετά από αποκλειστική χρήση φυσικού αερίου .....	107
<b>Εικόνα 6.2:</b> Αποτελέσματα στάθμισης μετά από χρήση φυσικού αερίου και αιολικής ενέργειας.....	108
<b>Εικόνα 6.3:</b> Αποτελέσματα στάθμισης μετά από παραγωγή PET φιάλης.....	109
<b>Εικόνα 6.4:</b> Αποτελέσματα στάθμισης μετά από παραγωγή χάρτινης συσκευασίας .....	110

## Εισαγωγή

---

Η περιβαλλοντική διαχείριση είναι ένα θέμα που τα τελευταία χρόνια απασχολεί όλο και περισσότερο. Ο λόγος είναι οι αυξημένες ανάγκες ενός τεχνολογικά εθισμένου πολιτισμού, ο οποίος όμως πολιτισμός δύσκολα προστατεύει την πηγή όλων, που δεν είναι άλλο από το φυσικό μας περιβάλλον. Οι επιστήμονες σε όλα τα μήκη και πλάτη του πλανήτη πάνω από μισό αιώνα προειδοποιούν για τις επερχόμενες αλλαγές στο κλίμα, στην ατμόσφαιρα, στα νερά και σε ότι έχει να κάνει με τον φυσικό πλούτο του πλανήτη μας. Έρευνες επί ερευνών επιβεβαιώνουν ότι η πορεία του ανθρώπινου γένους ταυτίζεται με μια ανελέητη αυτοκαταστροφική τάση η οποία το οδηγεί σε ένα πρόωρο, βασανιστικό και μακάβριο τέλος.

Μέχρι σήμερα ο κώδωνας του κινδύνου έχει ηχήσει σχετικά μέτρια, αν και θα έπρεπε να ηχούσε ήδη εκκωφαντικά. Η τρύπα του όζοντος περιορίζεται αλλά δεν «κλείνει», οι παγετώνες λιώνουν συνέχεια, ο «ρυπαίνων πληρώνει» για να ρυπαίνει νόμιμα, η ερημοποίηση είναι προ των πυλών και όλα αυτά στις αναπτυγμένες χώρες. Οι αναπτυσσόμενες αντιστέκονται πάντα στις «ευαισθησίες» των υπερδυνάμεων, ενώ για τις «τρίτες» χώρες μόνο και μόνο η ονομασία τους λειτουργεί και για τους μεν και για τους δε ωσάν να είναι σε άλλο πλανήτη αδιάφορο για εμάς. Με αποτέλεσμα, οι προσπάθειες που γίνονται από την διεθνή κοινότητα για την προστασία του περιβάλλοντος χαρακτηρίζονται ανεπαρκείς έως και ανειλικρινείς.

Στην παρούσα διπλωματική εργασία, μελετάται η περιβαλλοντική διαχείριση και πως αυτή μπορεί μέσα από εργαλεία και μεθόδους να καταστεί ένα κατανόητο, κατά κύριο λόγο, πεδίο μελέτης για οιονδήποτε, είτε ασχολείται ως μελετητής περιβάλλοντος είτε ως ανήσυχος πολίτης χωρίς εξειδικευμένες γνώσεις. Ο ιδεατός στόχος είναι να μπει ένα ακόμα λιθαράκι στην παγκόσμια προσπάθεια των λαών και του απλού κόσμου να σώσει ότι μπορεί να σωθεί ακόμη από την τρομακτική αντιμετώπιση των οικονομικών συμφερόντων απέναντι σε οτιδήποτε εξακολουθεί να έχει αρχέγονο, υπαρξιακό νόημα για όλους τους ανθρώπους, το Φυσικό Κάλλος!

# 1 Περιβαλλοντικά προβλήματα και σκοπός εργασίας

## 1.1 Περιβαλλοντικά Προβλήματα – Σκέψεις – Προβληματισμοί

Η χωροθέτηση οικοβιομηχανικού πάρκου ως πρόβλημα, τοποθετείται εξ ορισμού στην βάση των περιβαλλοντικών προβλημάτων που αντιμετωπίζει η περιοχή μελέτης. Η μελέτη έχει ως στόχο να αναδείξει τα υφιστάμενα προβλήματα, τα οποία έχουν ήδη επισημανθεί και στην προμελέτη, με στόχο να τα καταστήσει όσον το δυνατόν πιο μετρήσιμα ποσοτικά και ποιοτικά, μέσω της διαδικασίας της Ανάλυσης Κύκλου Ζωής (ΑΚΖ), η οποία ως μεθοδολογία αναπτύσσεται εκτενέστερα στο 3<sup>ο</sup> Κεφάλαιο. Με την ΑΚΖ θα εξεταστεί η δυνατότητα παραγωγής βιομηχανικών προϊόντων με την καλύτερη δυνατή προστασία του φυσικού περιβάλλοντος, θα ερευνηθούν οι προοπτικές βελτίωσης της παραγωγικής διαδικασίας, ώστε να μπορεί να υπάρξει πρόληψη μελλοντικών κινδύνων που ελλοχεύουν από την βιομηχανική δραστηριότητα, περιορίζοντας τους στο μέγιστο δυνατό βαθμό.

Άρα το πρόβλημα που καλείται να αντιμετωπίσει η συγκεκριμένη εργασία είναι ένα πρόβλημα που παρουσιάζεται ποικιλοτρόπως στην ζωή και την εξέλιξη του ανθρώπου και της κοινωνίας γενικότερα. Είναι το πρόβλημα της Αρμονίας. Μπορεί άραγε ο άνθρωπος να εξελίσσεται τεχνολογικά, να δραστηριοποιείται βιομηχανικά χωρίς την παραμικρή επίπτωση στο φυσικό περιβάλλον; Η απάντηση είναι απλή, όχι. Μπορεί ο άνθρωπος να προσπαθεί ώστε να αποδίδει τα μέγιστα δυνατά με όσον το δυνατόν λιγότερες επιπτώσεις; Η απάντηση είναι λίγο πιο πολύπλοκη αυτή τη φορά επειδή μπαίνει «σφήνα» στο ερώτημα μια ενδιαφέρουσα, αν και αυτοκαταστροφική, παράμετρος που προκύπτει από την φύση του ανθρώπου και δεν είναι άλλη από την απληστία. Η απληστία είναι ενδιαφέρουσα από την άποψη ότι δεν αφήνει τον άνθρωπο να εφησυχαστεί, τον κρατάει σε εγρήγορση και σε συνεχή αναζήτηση, δυστυχώς όμως η ιστορία της ανθρωπότητας είναι γεμάτη με άπληστους ανθρώπους, που η εγρήγορση και η αναζήτηση τους είχε ως γνώμονα μόνο το κέρδος, το συμφέρον, την ατομικότητα και την ιδιοτέλεια, στοιχεία τα οποία εξελίχθηκαν σε νοοτροπίες, ιδεολογίες, οικονομικά συστήματα ακόμα και σε συστήματα πεποιθήσεων και κατέληξαν να κατακλύζουν τον σύγχρονο πολιτισμό ως πλεονεκτήματα για την προσωπικότητα όποιου ασχολείται με την επιχειρηματικότητα, την βιομηχανία και για όποιον ασχολείται με το κέρδος του αδιαφορώντας παντελώς για τις όποιες βραχύχρονες ή μακροχρόνιες επιπτώσεις στο περιβάλλον κι όχι μόνο.

Σύμφωνα με τα παραπάνω, ο μελετητής-μηχανικός πρέπει να ωθηθεί σε έναν πιο αναλυτικό τρόπο σκέψης όσον αφορά την διαχείριση του περιβάλλοντος. Να προβληματίσει πέρα από τα στενά όρια μίας τεχνικής μελέτης, εξάλλου, πως θα μπορούσε να γίνει διαφορετικά αν ένα κατ' εξοχήν ανθρωποκεντρικό θέμα δεν το εξετάζει με βάση τον άνθρωπο.

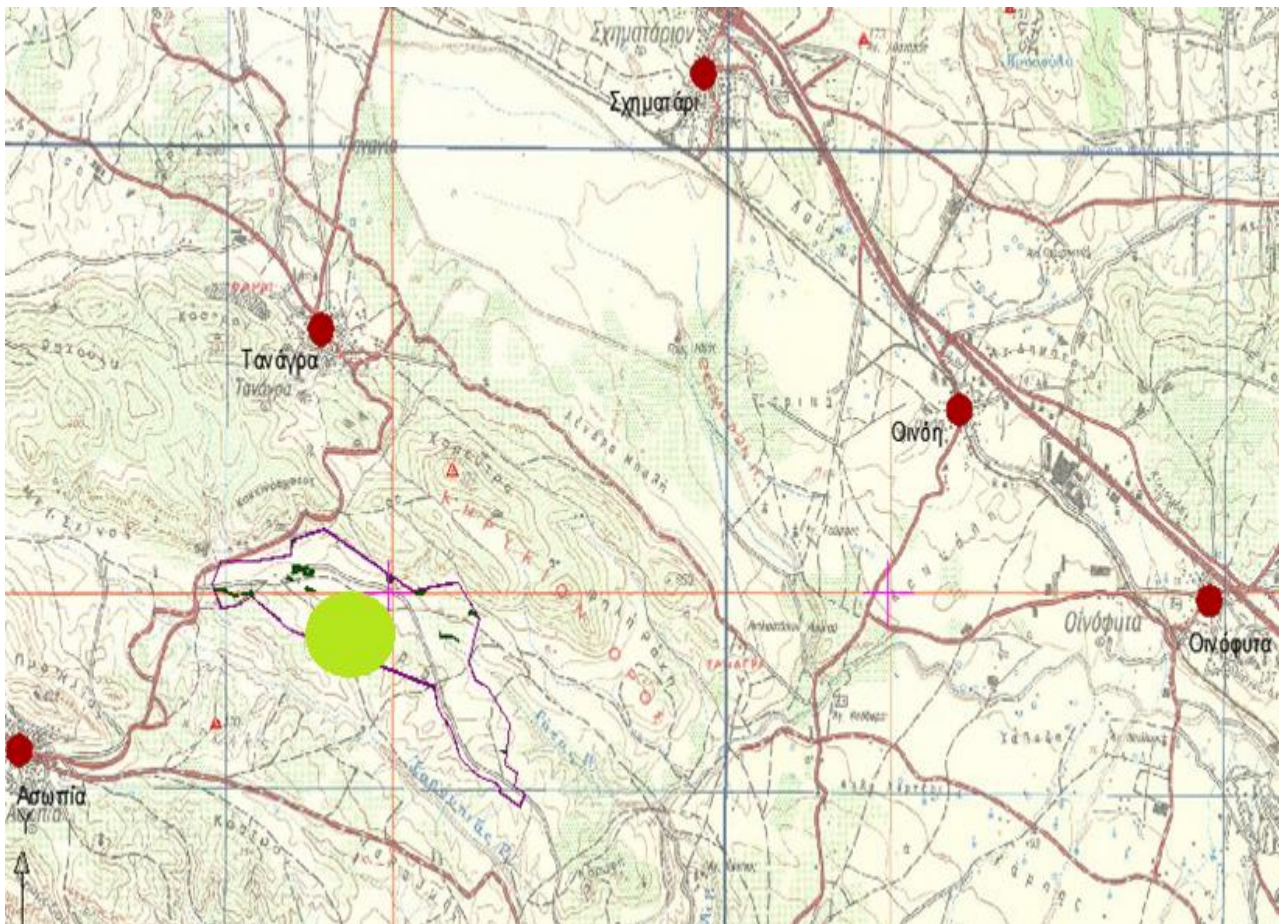
## 1.2 Περιοχή μελέτης-Σκοπός Εργασίας – Δομή Εργασίας

Σύμφωνα με τα δεδομένα η περιοχή μελέτης, εντοπίζεται στο Δήμο Τανάγρας νοτιοδυτικά του Σχηματαρίου και βορειοδυτικά των Οινοφύτων, συνδέεται ήδη με οδικό δίκτυο με την Εθνική Οδό Αθηνών – Λαμίας και πρόκειται για μια περιοχή που καλύπτεται από



καλλιεργήσιμες εκτάσεις. Η έκταση της περιοχής μελέτης, εκεί όπου θα βρίσκεται το πάρκο είναι περίπου 2000 στρέμματα με κάλυψη 40%, ενώ οι συνολικές εγκαταστάσεις και οι επιπλέον λειτουργίες του πάρκου καταλαμβάνουν έκταση 400 στρεμμάτων περίπου. Είναι περιοχή μεγάλου περιβαλλοντικού ενδιαφέροντος, καθώς το περιβαλλοντικό πρόβλημα του Ασωπού ποταμού καθιστά την περιοχή ακατάλληλη να δεχτεί μια επιπλέον περιβαλλοντική φόρτιση με βιομηχανικές μονάδες που θα λειτουργούν με τις συνήθεις επιβλαβείς προδιαγραφές. Επιπλέον, η απαγόρευση από το Συμβούλιο της Επικρατείας (ΣτΕ) ότι ο Ασωπός μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως αποδέκτης αποβλήτων λαμβάνοντας υπ' όψιν την νομαρχιακή απόφαση του 1979 δείχνει το έντονο ενδιαφέρον της πολιτείας και της τοπικής κοινωνίας για την ανάπτυξη δραστηριοτήτων χαμηλής όχλησης.

Οι περιοχές περιβαλλοντικού ενδιαφέροντος πέρα από τον Ασωπό ποταμό, που έχει εμφανές πρόβλημα, είναι αρκετές στην ευρύτερη περιοχή. Είναι οι εθνικοί δρυμοί της Πάρνηθας και του Παρνασσού, οι λίμνες Υλίκη και Παραλίμνη και οι βιότοποι Corine. Στον Χάρτη 1.1 που παρουσιάζεται η περιοχή μελέτης και με πράσινο εμφανίζεται η περιοχή οριοθέτησης του πάρκου.



**Εικόνα 1.1:** Χάρτης περιοχής μελέτης

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να εξετάσει με βάση την μεθοδολογία της Ανάλυσης Κύκλου Ζωής και μέσω του λογισμικού OpenLCA, το κατά πόσο οι επιπτώσεις από τη λειτουργία του οικοβιομηχανικού πάρκου κρίνεται απαγορευτική σε ό,τι αφορά το φυσικό περιβάλλον. Επιχειρείται μια προσπάθεια ποσοτικοποίησης των επιπτώσεων στο περιβάλλον και όχι απλά ο γενικός προσδιορισμός τους. Τα όποια νέα στοιχεία προκύψουν θα είναι δομημένα πάνω στα στοιχεία που έχουν επισημανθεί από την προμελέτη του έργου.

Τα στοιχεία της προμελέτης αναφέρονται συνοπτικά στο 2<sup>ο</sup> Κεφάλαιο, ώστε να δίνεται η ευκαιρία στον αναγνώστη - μελετητή να έχει όλες τις απαραίτητες πληροφορίες που αφορούν το έργο. Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο γίνεται αναφορά σε βασικές έννοιες, σε στοιχεία της περιοχής και στον σχεδιασμό του Βιομηχανικού Πάρκου (ΒΙ.ΠΑ.) και παρουσιάζονται συνοπτικά τα τελικά αποτελέσματα στα οποία κατέληξε η ομάδα μελέτης. Λαμβάνοντας υπ' όψιν τα συγκεκριμένα αποτελέσματα, θα μελετηθεί ο κύκλος ζωής για κάθε μία από τις βιομηχανικές μονάδες του πάρκου που αναφέρονται στο τελικό σχέδιο.

Ο κύκλος ζωής θα αναφέρεται σε ένα και μόνο προϊόν για κάθε μονάδα και οι όποιες επιπλέον παραδοχές θεωρηθούν αναγκαίες να γίνουν θα επισημαίνονται χαρακτηριστικά, ώστε να επιτυγχάνεται με σαφήνεια η ανάγνωση των τελικών αποτελεσμάτων. Η μεθοδολογία της Ανάλυσης Κύκλου Ζωής περιγράφεται στο 3<sup>ο</sup> Κεφάλαιο, όπου γίνεται αναφορά στο ιστορικό της μεθοδολογίας, στην εξέλιξη της, στις επικρατούσες αντιλήψεις περί της μεθόδου ανάλυσης και φυσικά στα στάδια και στις διαδικασίες που πρέπει υποχρεωτικά να ακολουθηθούν για να υπάρξει αξιόπιστο αποτέλεσμα.

Στο 4<sup>ο</sup> Κεφάλαιο παρουσιάζεται το λογισμικό OpenLCA, λογισμικό ανοιχτού κώδικα που είναι διαθέσιμο στο διαδίκτυο και μπορεί να επεξεργαστεί τα δεδομένα με βάση την διαδικασία της AKZ. Περιγράφονται όλες οι διαδικασίες και λειτουργίες του λογισμικού από την αρχή ως το τέλος, ενώ παρατίθεται και παράδειγμα. Το λογισμικό αυτό είναι μια καινοτομία της εργασίας, αφού μέχρι σήμερα παρόλο που έχουν γίνει πολλές μελέτες ανάλυσης κύκλου ζωής με διάφορα λογισμικά, όλα ήταν εμπορικά και μόνο επί πληρωμή προσβάσιμα ως ολοκληρωμένα λογισμικά (Τα demo λογισμικά διατίθενται ελεύθερα αλλά στην ουσία είναι διαφημιστικά, δεν μπορούν να αξιοποιηθούν παρά μόνο για εκμάθηση βασικών λειτουργιών και μόνο). Ένας από τους επί μέρους στόχους της εργασίας είναι δώσει το έναυσμα για ενασχόληση με το OpenLCA, ένα πραγματικά χρήσιμο εργαλείο για την περεταίρω χρήση της μεθοδολογίας της ανάλυσης κύκλου ζωής σε περιβαλλοντικά προβλήματα. Θα ήταν πραγματικά ευχής έργο αν κάποια μέρα ο μικρός ή μεγάλος παραγωγός ενός οποιουδήποτε προϊόντος πριν ξεκινήσει την παραγωγή του, χρησιμοποιούσε το OpenLCA για την απόκτηση έστω και μιας πρόχειρης εκτίμησης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων του εγχειρήματος του και αναλόγως να προχωρούσε ή όχι. Ουτοπική σκέψη; Ίσως και όχι, αν ο παραγωγός συνειδητοποιήσει ότι η ανάλυση κύκλου ζωής εξετάζοντας όλα τα στάδια της παραγωγής ενός προϊόντος συνεισφέρει ταυτόχρονα και στην βελτίωση της παραγωγής.

Στο 5<sup>ο</sup> Κεφάλαιο κάθε βιομηχανική μονάδα εξετάζεται ξεχωριστά από την αρχή της παραγωγής μέχρι το τελικό προϊόν, ώστε να εκτιμηθούν οι επιπτώσεις ανά στάδιο παραγωγής. Με την ολοκλήρωση της ανάλυσης αθροίζονται τα αποτελέσματα για να υπάρχει η συνολική εικόνα που θα έχει το eco-park ως δραστηριότητα στην ευρύτερη περιοχή. Όπου και αν χρειαστεί θα προταθούν σχετικές βελτιώσεις στην προμελέτη, θα υπάρξουν περιορισμοί ή και αλλαγές σε οτιδήποτε αλλοιώνει το φυσικό περιβάλλον της περιοχής σε μεγάλο βαθμό.

Στο Κεφάλαιο 6 η έρευνα ολοκληρώνεται με μια ανάλυση ευαισθησίας και εν κατακλείδι στο Κεφάλαιο 7 παρουσιάζονται τα συμπεράσματα και οι προτάσεις που προκύπτουν από την συγκεκριμένη μελέτη.

Ο μηχανικός-μελετητής δεν επιτρέπεται να είναι αιθεροβάμων. Ως εκ τούτου δεν είναι δυνατόν με την προσπάθεια που γίνεται στην παρούσα εργασία να διανοηθεί κάποιος ότι οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις μπορούν απλά να διαγραφούν είτε με τη μία είτε με την άλλη μεθοδολογία. Οι επιπτώσεις δεν διαγράφονται. Οι επιπτώσεις περιορίζονται,

Ανάλυση Επιπτώσεων Οικοβιομηχανικού Πάρκου με την χρήση Ανάλυσης Κύκλου Ζωής

αντιμετωπίζονται και μερικές φορές, ελαχιστοποιούνται. Ζητούμενο πάντα είναι η ισορροπία, όσο πιο ισορροπημένα ζούμε μέσα σε ένα οποιοδήποτε σύστημα τότε το σύστημα πάντα θα μας ανταποδίδει ισορροπημένο αλλά... και αέναο!

## 2 Στοιχεία Προμελέτης εξεταζόμενου έργου υπό τον τίτλο «Σχέδιο Χωροθέτησης Οικοβιομηχανικού Πάρκου στο Δήμο Τανάγρας»

---

### 2.1 Εισαγωγή

Σκοπός της προμελέτης ήταν η εκπόνηση ενός ολοκληρωμένου σχεδίου χωροθέτησης οικοβιομηχανικού πάρκου στα πρότυπα των ecoparks του εξωτερικού, στην περιοχή της Βοιωτίας και συγκεκριμένα στον νεοσύστατο Δήμο Τανάγρας. Η συγκεκριμένη προμελέτη εκπονήθηκε στα πλαίσια του μαθήματος «Περιβαλλοντικός Σχεδιασμός 2010-2011» (Γογόλου κ.α 2011) λαμβάνοντας υπόψη περιβαλλοντικά κριτήρια, καθώς το περιβαλλοντικό πρόβλημα του Ασωπού ποταμού καθιστά την περιοχή ευάλωτη σε μεγάλες περιβαλλοντικές φορτίσεις. Σημειώνεται ότι η περιοχή έχει προηγουμένως οριοθετηθεί για την δημιουργία και λειτουργία οργανωμένης ΒΙ.ΠΕ. Λαμβάνοντας υπ' όψιν τη σοβαρή ρύπανση του ποταμού σε συνδυασμό με τη συνταγματική επιταγή (άρθρο 24) για την προστασία του περιβάλλοντος, το ΣτΕ έκρινε ότι η πολιτεία ήταν υποχρεωμένη να εξετάσει προηγουμένως με ειδική μελέτη εάν μπορεί να συνεχίσει ο Ασωπός να δέχεται υγρά απόβλητα, χωρίς να αλλοιώνεται ο χαρακτήρας του ως βιώσιμου οικοσυστήματος. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα αντι για ΒΙ.ΠΕ. να σχεδιαστεί ένα οικοβιομηχανικό πάρκο.

### 2.2 Θεωρητικό πλαίσιο

#### 2.2.1 Οικο-βιομηχανικά πάρκα (ECO-INDUSTRIAL PARKS)

Τα οικο-βιομηχανικά πάρκα αποτελούν την υλοποίηση στην πράξη της έννοιας της βιομηχανικής οικολογίας. Η βιομηχανική οικολογία είναι οικολογική πρώτον γιατί μελετά τα φυσικά συστήματα ως μοντέλα παραγωγής βιομηχανικών συστημάτων και δεύτερον γιατί τοποθετεί την ανθρώπινη τεχνολογική δραστηριότητα (την βιομηχανία δηλαδή) στο πλαίσιο μεγαλύτερων οικοσυστημάτων που την υποστηρίζουν. Ως βιομηχανική επικεντρώνεται στο σχεδιασμό του προϊόντος και την παραγωγική διαδικασία. Θεωρεί δηλαδή τις επιχειρήσεις ως παράγοντες περιβαλλοντικής βελτίωσης επειδή κατέχουν τη τεχνολογική ειδικευση που είναι χρήσιμη στην εκτέλεση των διαδικασιών. Η βιομηχανία ως τμήμα της κοινωνίας παράγει τα περισσότερα αγαθά και υπηρεσίες ενώ είναι μία σημαντική –αν και όχι αποκλειστική - πηγή περιβαλλοντικής ζημίας.

Επομένως, βασικός τύπος του βιομηχανικού οικοσυστήματος θεωρείται το οικο-βιομηχανικό πάρκο. Τα οικο-βιομηχανικά πάρκα, αναφέρονται στις ενδο-επιχειρησιακές (συμβιωτικές) σχέσεις που αναπτύσσονται μέσα στις βιομηχανικές μονάδες (βιομηχανική συμβίωση). Η έννοια της βιομηχανικής συμβίωσης (industrial symbiosis) είναι «μία δυνατή αλληλοεξαρτώμενη σχέση μεταξύ των επιχειρήσεων, που ανταλλάσσουν υλικά και ενέργεια κατά ένα αμοιβαίο και ωφέλιμο τρόπο, συνεισφέροντας η μία στην ευημερία της άλλης» (Γογόλου 2011). Τα οικο-βιομηχανικά πάρκα ερμηνεύονται ως μία συλλογή από επιχειρήσεις που

ανταλλάσσουν και χρησιμοποιούν το νερό, την ενέργεια και τα υλικά, όπως ακριβώς συμβαίνει μέσα σε ένα οικοσύστημα. Από το Προεδρικό Συμβούλιο των Η.Π.Α για την Αειφόρο Ανάπτυξη το 1996, προέκυψε ο επικρατέστερος ορισμός που προσδιόρισε το οικοβιομηχανικό πάρκο ως μία «κοινότητα από επιχειρήσεις, που συνεργάζονται μεταξύ τους και τη τοπική κοινότητα για το δίκαιο καταμερισμό πηγών (όπως είναι λ.χ. η πληροφορία, τα υλικά, το νερό, η ενέργεια, η υποδομή και το φυσικό περιβάλλον) που οδηγούν σε οικονομικά οφέλη, οφέλη σχετικά με τη ποιότητα περιβάλλοντος και ισότιμη αναγνώριση των ανθρωπίνων προσόντων στις επιχειρήσεις και τη τοπική κοινωνία».

Σύμφωνα με το Νόμο 2545/1997: ως βιομηχανικό πάρκο (ΒΙ.ΠΑ) ορίζεται ο χώρος, εκτός εγκεκριμένου σχεδίου πόλης, ο οποίος ιδρύεται, οριοθετείται, πολεοδομείται και οργανώνεται σύμφωνα με τις διατάξεις του παρόντος Νόμου, προκειμένου να λειτουργήσει ως χώρος υποδοχής κάθε βιομηχανικής και βιοτεχνικής δραστηριότητας μέσης και χαμηλής όχλησης. Στο παράρτημα Α1 παρουσιάζεται συγκεντρωτικά το νομοθετικό πλαίσιο που διέπει τις βιομηχανικές και επιχειρηματικές περιοχές.

## 2.3 Υπάρχουσα κατάσταση στην περιοχή μελέτης

### 2.3.1 Οικοσύστημα περιοχής μελέτης

Η ευρύτερη περιοχή μελέτης αποτελεί χώρο φιλοξενίας ενός πλούσιου φυσικού οικοσυστήματος. Στην παρούσα μελέτη η καταγραφή αυτού του πλούσιου οικοσυστήματος γίνεται μέσα από την παρουσίαση των περιοχών προστασίας που έχουν οριοθετηθεί στην γύρω περιοχή, καθώς και από χάρτες χρήσεων γης που δείχνουν την κατανομή του οικοσυστήματος τόσο στην ευρύτερη περιοχή μελέτης όσο και στην άμεσα επηρεαζόμενη περιοχή. Το οικο-βιομηχανικό πάρκο θα κατασκευαστεί σε σημαντικά κοντινή απόσταση από τις απολήξεις της Πάρνηθας.

#### *Περιοχές Προστασίας*

α) Εθνικός Δρυμός Πάρνηθας: Βρίσκεται στο βόρειο τμήμα της Αττικής και απέχει μόλις 40 χλμ από το κέντρο της Αθήνας. Από το 1961 έχει ανακηρυχτεί Εθνικό Δρυμός ενώ στο βόρειο τμήμα του δρυμού υπάρχει καταφύγιο θηραμάτων. Η περιοχή έχει ήδη χαρακτηριστεί ως ειδική ζώνη προστασίας (spa) για την προστασία της ορνιθοπανίδας ενώ η χλωρίδα της Πάρνηθας είναι μία από τις πλουσιότερες στην Ελλάδα αφού έχουν καταγραφεί 818 είδη φυτών από τα οποία αρκετά είναι ενδημικά η απειλούνται από εξαφάνιση. Από τα είδη της Πάρνηθας, τα 92 είναι ελληνικά ενδημικά, απαντώνται δηλαδή μόνο στην Ελλάδα.<sup>1</sup> Για τους παραβάτες του κανονισμού αυτού εφαρμόζονται οι διατάξεις του Ν.Δ. 861/1969, του Ν.Δ. 996/1971 και του Ν. 998/1979.

β) Εθνικός Δρυμός Παρνασσού: Ο Εθνικός Δρυμός Παρνασσού ιδρύθηκε στα 1938 μαζί με αυτόν του Ολύμπου και αποτελεί έναν από τους παλαιότερους της Ελλάδας. Βρίσκεται στα όρια των νομών Βοιωτίας και Φωκίδας καταλαμβάνοντας 36.000 στρέμματα, ενώ πολλοί διάσπαρτοι δασικοί δρόμοι τον διασχίζουν με αφετηρία το λιβάδι Αράχοβας. Μέσα στα όρια του Δρυμού, απαγορεύεται κάθε ανθρώπινη παρέμβαση. Η χλωρίδα του Δρυμού καλύπτεται, κατά το μεγαλύτερο τμήμα, από Κεφαλληνιακή ελάτη, ενώ υπάρχουν ακόμη κέδρα και αγριοκορομηλιές. Ο φυτικός πλούτος ακόμη συμπληρώνεται από σπάνια φυτά που έχουν προκαλέσει και το ενδιαφέρον των επιστημόνων, και υπάρχουν σε μεγαλύτερα υψόμετρα,

<sup>1</sup> Πηγή : <http://www.parnitha-np.gr>

όπως η *Paeonia parnassica*, *Astragalus parnassii*, *Varbascum delphicum* *Thymus, parnassicus* και άλλα. Η πανίδα αποτελείται από ζώα όπως ο λαγός, ασβός, αλεπού, σκίουρος, λύκος ενώ το τσακάλι πιο σπάνια. Ο πλούτος της ορνιθοπανίδας είναι μεγάλος και περιλαμβάνει γεράκια, γυπαετούς, χρυσαετούς, γύπες, δρυκολάπτες που τελούν υπό προστασία.<sup>2</sup>

γ) Ωρωπός – Εκβολές Ασωπού: Η περιοχή είναι ένας υγρότοπος που βρίσκεται στο βόρειο τμήμα της Αττικής και χαρακτηρίζεται από την παρουσία των εκβολών του ποταμού Ασωπού στο δυτικό τμήμα της και ενός πολύπλοκου συστήματος διαμερισμάτων από άμμο, επίπεδα λάσπης και λίμνες στο ανατολικό τμήμα της. Το κεντρικό τμήμα της ήταν ένας σχηματισμός αλυκής που τώρα πλέον έχει αντικατασταθεί από κτίρια και δρόμους.

Το χαμηλότερο μέρος του ποταμού είναι υγρόφιλη βλάστηση. Επίσης υπάρχει ποικιλία διαμερισμάτων άμμου και λάσπης που εποχιακά κατακλύζονται με θαλασσινό νερό, σχηματίζουν λιμνοθάλασσες και μεταβαλλόμενο τοπίο της θάλασσας-στόμια εισόδου. Το χερσαίο τμήμα της περιοχής έχει χαρακτηριστεί από την παρουσία του ανθρώπου από τεχνητά σύνορα (δρόμοι, κτίρια, περιφράξεις, κλπ) που καταλαμβάνουν το μεγαλύτερο μέρος των σημαντικών βιοτόπων. Τα όρια στη θάλασσα ακολουθούν μια παράλληλη γραμμή για τις ακτές και σε απόσταση περίπου 50 μέτρα από την ακτή, προκειμένου να ενσωματώνει το τμήμα του θαλάσσιου περιβάλλοντος που επηρεάζεται από τις εποχικές μεταβολές και τις σχετικές τοπογραφικές τροποποιήσεις.<sup>3</sup>

δ) Ασωπός Ποταμός: Ο Ασωπός ποταμός πηγάζει από το όρος Λεύκτρα κοντά στον κόλπο των Αλκυονίδων (Κορινθιακός κόλπος) και εκβάλει στον νότιο Ευβοϊκό κόλπο. Έχει μήκος 60 χλμ και αποστραγγίζει μία έκταση περίπου 750 km<sup>2</sup>. Η μικρή σχετικά απορροή του Ασωπού σε σχέση και με την έντονη εποχιακή διακύμανση της, διαμορφώνουν έναν χειμαρρώδη χαρακτήρα με τις υψηλές ροές να αναμένονται σε περιόδους ανομβρίας. Σε περιόδους ροής αναμένεται μεταφορά χερσογενούς υλικού αλλά και αραίωση του ρυπαντικού του φορτίου, ενώ σε περιόδους περιορισμένης ροής παρατηρείται εμπλουτισμός των υδάτων σε ρύπους λόγω της περιορισμένης αραίωσης των ανθρωπογενών εισροών, αλλά και διάφορων πολύπλοκων γεωχημικών μηχανισμών και αλληλεπιδράσεων μεταξύ υδάτων και ιζημάτων, που ευνοούνται από τους μεγάλους χρόνους παραμονής των υδάτων κυρίως στην περιοχή των εκβολών.

ε) Λίμνες Υλίκη και Παραλίμνη: Η Υλίκη είναι μία φυσική λίμνη στη Βοιωτία, βόρεια της Θήβας, με όχθες απόκρημνες, στους πρόποδες των δυτικών προεκτάσεων του Πτώου Όρους και των ανατολικών του Μεσσαπίου, έχει έκταση κατά μέσο όρο 22 τετρ. χιλιόμετρα. Το 1959 άρχισε να λειτουργεί σύνδεση παροχής νερού στην τεχνητή Λίμνη του Μαραθώνα από τη λίμνη Υλίκη, καθώς η μεγάλη πληθυσμιακή ανάπτυξη της πρωτεύουσας καθιστούσε πλέον ανεπαρκή την ύδρευσή της αποκλειστικά από την πρώτη. Η Παραλίμνη είναι λίμνη της νότιας Ελλάδας στα σύνορα των πρώην νομών Βοιωτίας και Ευβοίας, στα διοικητικά όρια των πρώην δήμων Θηβαίων και Ανθηδόνας. Περικλείεται από τα χαμηλά όρη Πτώο στα βόρεια και Μεσσάπιο ή (Κτυπάς) στα νότια. Τροφοδοτείται με νερό από την γειτονική της λίμνη Υλίκη (ΙΓΜΕ, 2009).

στ) Κορυφές όρους Κιθαιρώνας (AG0060051): Ο βιότοπος αυτός βρίσκεται στο νομό Βοιωτίας και έχει έκταση 2800 ha και μέγιστο υψόμετρο 1407 m. Καλύπτεται από δάσος

<sup>2</sup> Πηγή: <http://www.arahova-parnassos.gr/drimos.html>

<sup>3</sup> Πηγή: [http://natura.minenv.gr/natura/server/user/biotopos\\_info.asp?siteCode=GR300000](http://natura.minenv.gr/natura/server/user/biotopos_info.asp?siteCode=GR300000)



κεφαλληνιακής ελάτης (*abies cephalonica*) και φιλοξενεί το κόκκινο ελάφι καθώς και σπάνια χλωρίδα με ενδημικά της αττικής και νότιας Ελλάδας. Δυστυχώς, η υπερβόσκηση από τα ζώα της περιοχής εγκυμονεί κινδύνους για τη χλωρίδα της ενώ το παράνομο κυνήγι απειλεί την πανίδα της. Επίσης, η επέκταση του οδικού δικτύου πολύ πιθανό να προξενήσει αρκετά προβλήματα στο οικοσύστημα αλλά και στα νερά του όρους από τα οποία πηγάζει ο ποταμός Ασωπός.

## **2.4 Μορφή και σύνθεση του πάρκου**

### **2.4.1 Επιλογή βέλτιστης εναλλακτικής - Περιγραφή τελικού σχεδίου**

Το τελικό σχέδιο για το οικο-βιομηχανικό πάρκο επιλέχθηκε από την ομάδα μελέτης, η οποία προηγουμένως έλαβε υπ' όψιν όλες τις εναλλακτικές λύσεις, αποτελεί τον κοινό τόπο των προτεινόμενων λύσεων, λαμβάνοντας υπ' όψιν στοιχεία εργονομίας και βιωσιμότητας ώστε το πάρκο να είναι πιο λειτουργικό και οργανωμένο.

Αρχικά, επιλέχθηκε η μορφή της περιοχής που θα καλύψει το πάρκο ελλειψοειδής, όπως τα περισσότερα ECO Industrial Parks του εξωτερικού. Στα όρια του πάρκου υπάρχει ζώνη φυτοκάλυψης η οποία αποτελεί και το 5% της συνολικής έκτασης του πάρκου, σύμφωνα και με την νομοθεσία από το Σχέδιο Νόμου «Ανάπτυξη Επιχειρηματικών Πάρκων». Το πάρκο διαθέτει δύο εισόδους-εξόδους από τις οποίες μπορούν να μουν κατά κύριο λόγο φορτηγά, αφού τα ΙΧ είναι υποχρεωμένα να σταθμεύουν στα αντίστοιχα παρκινγκ που βρίσκονται στις εισόδους του παρκινγκ. Τα οχήματα (φορτηγά και υβριδικά λεωφορεία για την μεταφορά των εργαζομένων) μπορούν να διασχίσουν το πάρκο κατά μήκος ενώ παρατηρείται η δημιουργία οδικού δικτύου τύπου «ψαροκόκαλο» στις νότιες βιομηχανίες αφού τα οχήματα μπορούν να προσεγγίσουν τις βιομηχανίες με κάθετους στον κεντρικό άξονα δρόμους. Αντίθετα, η προσβασιμότητα στις βόρειες βιομηχανίες, επιτυγχάνεται από περιμετρικό δρόμο γύρω από την κεντρική πλατεία. Τέλος, σημειώνεται ότι υπάρχει περιμετρικός δρόμος στη νότια πλευρά του πάρκου ο οποίος δύναται να χρησιμοποιηθεί κυρίως για περίπτωση έκτακτης ανάγκης. Οι δρόμοι αυτοί έχουν πλάτος περίπου 17 μέτρα για την άνετη μετακίνηση των φορτηγών και των λεωφορείων. Δεξιά και αριστερά κάθε δρόμου εκτείνονται λωρίδες πρασίνου δυο μέτρων και πεζόδρομος τριών μέτρων.

Στις δυο εισόδους υπάρχουν θυρωρεία τα οποία ελέγχουν την κίνηση και τις μεταφορές στο χώρο του πάρκου. Οι υπόλοιπες κοινόχρηστες χρήσεις είναι οι εξής: μια αποθήκη συσκευασιών στην είσοδο του πάρκου στην οποία αποθηκεύονται οι συσκευασίες που χρησιμοποιούν οι βιομηχανίες οι οποίες αποτελούν εισροή πρώτης ύλης για το πάρκο (δηλ. χάρτινες συσκευασίες, μπουκάλια πλαστικό κλπ). Ακόμα έχουν χωροθετηθεί 2 χώροι στάθμευσης για όλα τα φορτηγά που εξυπηρετούν τις ανάγκες των βιομηχανιών αλλά και του πάρκου συνολικής έκτασης 20 στρεμμάτων. Οι χώροι αυτοί υπολογίζεται ότι θα μπορούν να φιλοξενούν συνολικά περί τα 160 μεγάλα φορτηγά.

Επίσης, υπάρχει πυροσβεστικός σταθμός κοντά στην έξοδο του πάρκου αλλά ταυτόχρονα κοντά σε προστατευόμενη περιοχή που βρίσκεται έξω από το πάρκο. Οι εγκαταστάσεις του πυροσβεστικού σταθμού καταλαμβάνουν έκταση περίπου 400τ.μ με χώρο για 4 φορτηγά πυρόσβεσης. Στον ίδιο χώρο στεγάζεται και ιατρικό κέντρο πρώτων βοηθειών το οποίο διαθέτει και ασθενοφόρο. Όσον αφορά στις δραστηριότητες που αναπτύσσονται στην έκταση της πλατείας, αυτές εξυπηρετούν τόσο τους εργαζόμενους όσο και την οργάνωση του πάρκου αλλά και την εικόνα του προς τους επισκέπτες. Συγκεκριμένα, σε αυτόν τον χώρο εδράζεται η κεντρική διοίκηση του οικο-βιομηχανικού, υπεύθυνη για τη συνολική λειτουργία του και

όχι τις επιμέρους βιομηχανίες. Ακόμη, έχουν χωροθετηθεί ερευνητικό κέντρο που ασχολείται με έρευνα για τις συγκεκριμένες βιομηχανίες, εκθετήριο με προϊόντα των εγκατεστημένων βιομηχανιών, εστιατόριο για τους εργαζομένους και τους επισκέπτες καθώς και παιδικός σταθμός για τα παιδιά των εργαζομένων. Στους παραπάνω κοινόχρηστους χώρους απασχολούνται περίπου 100 άτομα. Οι παραπάνω χώροι μαζί με το κοινόχρηστο πράσινο του πάρκου και τους δρόμους, αποτελούν το 33% της συνολικής του έκτασης ενώ μόνο τα κοινόχρηστα κτήρια αποτελούν το 5% .

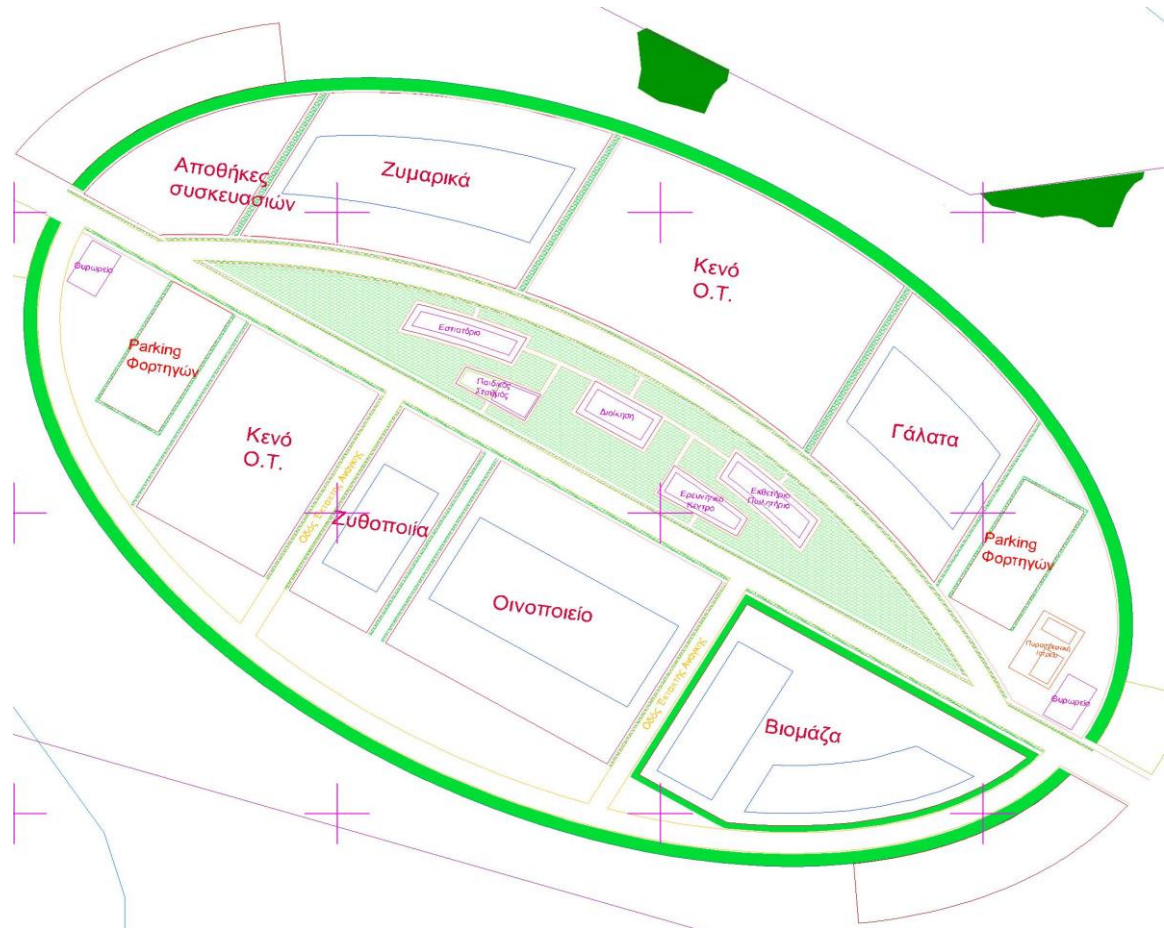
#### **2.4.2 Χωροθέτηση δραστηριοτήτων**

Οι βιομηχανίες που τελικά χωροθετήθηκαν στο υπό μελέτη οικοβιομηχανικό πάρκο, είναι τέσσερεις ενώ υπάρχει πρόβλεψη για την εγκατάσταση μονάδας βιομάζας και διαχείρισης αποβλήτων. Με το συγκεκριμένο σχεδιασμό του πάρκου είναι δυνατή η μελλοντική επέκταση με την ένταξη νέων βιομηχανιών. Πρόκειται για δυο κενά οικοδομικά τετράγωνα συνολικής έκτασης 58.500m<sup>2</sup>. Η βιομηχανία των ζυμαρικών είναι αυτή που βρίσκεται πιο μακριά από την μονάδα βιομάζας καθώς δεν παράγει απόβλητα που μπορούν να υποστούν τέτοιου είδους επεξεργασία. Ακόμα, βρίσκεται αρκετά κοντά σε έξοδο αφού οι μεταφορές προς την αγορά είναι αρκετά συχνές ώστε να μην επιβαρύνεται ο κυκλοφοριακός φόρτος μέσα στους δρόμους του πάρκου. Η βιομηχανία αυτή καλύπτει 30 στρέμματα εκ των οποίων τα 12 είναι οι εγκαταστάσεις. Συγκριτικά με τα δεδομένα της βιομηχανίας Melissa και Misko, η παραγωγή θα κυμαίνεται περίπου στους 25.000 με 30.000 τόνους ετησίως, ενώ το εργατικό δυναμικό που θα απασχολεί θα φτάνει τα 150 άτομα περίπου.

Επόμενη βιομηχανία που χωροθετήθηκε είναι γαλακτοβιομηχανία. Βρίσκεται επίσης πολύ κοντά σε έξοδο αφού μεταφορές από αυτή γίνονται καθημερινά αλλά ταυτόχρονα και πολύ κοντά στην μονάδα επεξεργασίας αποβλήτων αφού είναι η βιομηχανία με τα περισσότερα απόβλητα. Η έκτασή της είναι 21 στρέμματα εκ των οποίων τα 8,5 καταλαμβάνουν οι εγκαταστάσεις. Σύμφωνα με δεδομένα από τις γαλακτοβιομηχανίες Μεβγαλ, Νεογάλ και ΦΑΓΕ, η παραγωγή της βιομηχανίας θα φτάνει τους 45.000 τόνους ετησίως με μέση ημερίσια παραγωγή περι τους 125 τόνους γάλατος. Το εργατικό δυναμικό υπολογίζεται περίπου στα 180 άτομα. Στο νότιο μέρος του πάρκου υπάρχουν το οινοποιείο, το ζυθοποιείο αλλά και ένα κενό οικοδομικό τετράγωνο για επέκταση. Όσον αφορά στο οινοποιείο, βρίσκεται δίπλα στην μονάδα βιομάζας αφού παράγει πιο πολλά απόβλητα σε σχέση με το ζυθοποιείο. Η έκτασή του καλύπτει 35 στρέμματα εκ των οποίων 14 είναι οι εγκαταστάσεις. Αναλογικά με τα οινοποιεία ΙΝΩ και Τύρναβος, συλλέγονται ετησίως 4.500 τόνους σταφύλι από τα οποία παράγονται 1.600 με 2.000 τόνοι κρασί και περίπου 100 τόνοι τσίπουρο. Το ανθρώπινο δυναμικό κυμαίνεται στα 60 με 70 άτομα (συμπεριλαμβάνοντας και εποχικό προσωπικό κατά την περίοδο του τρύγου). Τέλος, το ζυθοποιείο βρίσκεται δίπλα στο οινοποιείο, καθώς τα απόβλητά του χρησιμοποιούνται ως βασική ύλη για την παραγωγή οίνου, έχει έκταση 12 στρεμμάτων με τις εγκαταστάσεις να καλύπτουν μόλις τα 4,8 στρέμματα. Η παραγωγή κυμαίνεται στα 150.000/100lt ετησίως, ενώ το εργατικό δυναμικό υπολογίζεται το πολύ στα 50 άτομα.

Στην εικόνα 2.1 παρουσιάζονται οι χρήσεις στο υπό μελέτη οικοβιομηχανικό πάρκο.





**Εικόνα 2.1:** Χρήσεις Οικοβιομηχανικού Πάρκου

Οι βιομηχανίες έχουν χωροθετηθεί τόσο με κριτήριο την συχνότητα των μεταφορών στην αγορά όσο και με την παραγωγή αποβλήτων και συμμετοχής τους στην παραγωγή βιομάζας. Παράλληλα, είναι φανερό πως έχει γίνει ποιοτικός διαχωρισμός, δηλαδή τα τρόφιμα βρίσκονται μαζί στο βόρειο κομμάτι ενώ τα ποτά στο νότιο. Τέλος, οι εγκαταστάσεις της μονάδας παραγωγής βιομάζας και διαχείρισης αποβλήτων καλύπτουν τα 12 στρέμματα των συνολικών 30 στρεμμάτων του ΟΤ που τις φιλοξενεί, ενώ βρίσκονται στην πλευρά από όπου περνάει το ενεργειακό δίκτυο της ΔΕΗ. Το εργατικό δυναμικό που απασχολείται στις εγκαταστάσεις αυτές υπολογίζεται στα 70 άτομα περίπου.

Εξωτερικά του πάρκου υπάρχουν χώροι στάθμευσης αυτοκινήτων, όπου οι εργαζόμενοι θα αφήνουν τα αυτοκίνητά τους και με ειδικά λεωφορεία θα μεταφέρονται στις βιομηχανίες που εργάζονται. Έχουν δημιουργηθεί δυο χώροι, ένας σε κάθε είσοδο. Κάθε χώρος στάθμευσης καταλαμβάνει μια έκταση 10 στρεμμάτων περίπου. Έχοντας υπόψη τις προδιαγραφές για την κατασκευή χώρων στάθμευσης επιλέχθηκε η κατασκευή χώρου στάθμευσης υπό γωνία 90° (κάθετη στάθμευση) ενώ υπολογίζεται και δρόμος διέλευσης οχημάτων πλάτους 6m. Με τα στοιχεία αυτά οι δυο χώροι στάθμευσης υπολογίζεται να φιλοξενούν περίπου 1300 με 1400 αυτοκίνητα συνολικά. Επιπλέον χωροθετήθηκαν δυο χώροι στάθμευσης λεωφορείων συνολικής έκτασης 6 στρεμμάτων, στην είσοδο του πάρκου πολύ κοντά στο χώρο στάθμευσης των αυτοκινήτων. Υπολογίστηκε ότι οι δυο χώροι αυτοί θα έχουν τη δυνατότητα χωρητικότητας περίπου 50 με 60 λεωφορείων.

## 2.5 Εκτίμηση και αξιολόγηση επιπτώσεων

### 2.5.1 Συνοπτική εκτίμηση - αξιολόγηση επιπτώσεων

**Πίνακας 2.1 :** Αναλυτικός Πίνακας εκτίμησης - αξιολόγησης επιπτώσεων (Γογόλου κ.α 2011)

Παράμετρος Περιβάλλοντος	Πιθανή επίπτωση θετική ή αρνητική	Αξιολόγηση Χαρακτήρας επίπτωσης
ΚΛΙΜΑ	Επιβάρυνση του μικροκλίματος από: τον φόρτο των μετακινήσεων κατά την κατασκευή και την αυξημένη εκπομπή αερίων από την καύση υγρών καυσίμων	Μικρή – μη μόνιμη επίπτωση για την περίοδο κατασκευής Μικρή και μόνιμη επίπτωση για τη φάση λειτουργίας
ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ - ΤΟΠΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	Επιπτώσεις από : την τοποθέτηση εργοταξίων, τις παρεμβάσεις στο οδικό δίκτυο και από την γενική εικόνα του πάρκου σε ένα τέτοιο μη αστικό τοπίο	Μικρές και μη μόνιμες επιπτώσεις για τη φάση κατασκευής Μικρές και μόνιμες επιπτώσεις για τη φάση λειτουργίας
ΓΕΩΛΟΓΙΑ - ΕΔΑΦΟΣ	Ποσότητα και ποιότητα εδαφικού υλικού	Μικρές και μη μόνιμες επιπτώσεις κυρίως για τη φάση κατασκευής
ΥΔΑΤΑ (ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΑ ΚΑΙ ΥΠΟΓΕΙΑ)	Ποιότητα και ποσότητα του νερού από τη λειτουργία του πάρκου και τις εκροές	Μικρές και μη μόνιμες για τη φάση κατασκευής Ενδεχόμενες επιπτώσεις μικρής έκτασης κατά τη φάση λειτουργίας
ΧΛΩΡΙΔΑ - ΠΑΝΙΔΑ	Επιπτώσεις στη χλωρίδα που αποτελείται κυρίως από καλλιεργήσιμες εκτάσεις και στις διαδρομές των ειδών πανίδας	Μικρές και μη μόνιμες για τη φάση κατασκευής Μόνιμες για τη φάση λειτουργίας
ΚΟΙΝΩΝΙΚΕΣ – ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ	Μείωση ανεργίας, αυξημένη οικονομική δραστηριότητα, τόνωση της τοπικής οικονομίας	Σημαντικές και μόνιμες επιπτώσεις και στις δύο φάσεις του έργου
ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΟ ΔΙΚΤΥΟ	Φόρτος κατά τη φάση κατασκευής, μετά την κατασκευή ελαχιστοποίηση φόρτου μέσα στα χωριά, καλύτερη μετακίνηση	Μικρές και μη μόνιμες επιπτώσεις κατά τη φάση κατασκευής Σημαντικές και μόνιμες επιπτώσεις κατά τη φάση λειτουργίας

## 2.6 Μέτρα και πολιτικές αντιμετώπισης

### 2.6.1 Αέρια απόβλητα

#### Φάση κατασκευής

Τα μέτρα που προτείνεται να ληφθούν για την ελαχιστοποίηση των επιπτώσεων και προστασία από την ατμοσφαιρική ρύπανση είναι:

- Ο έλεγχος της λειτουργίας των εξατμίσεων των μηχανημάτων που θα χρησιμοποιηθούν για την κατασκευή του έργου και χρήση ειδικών φίλτρων στις εξατμίσεις τους για τον περιορισμό της εκπομπής αερίων,
- Η καταστολή της σκόνης με διαβροχή των όγκων των υλικών που έχουν εκσκαφτεί, έτσι ώστε να αποφεύγεται ο διασκορπισμός σε περίπτωση που υπάρχουν άνεμοι,

- Η προστασία των κάδων των οχημάτων που μεταφέρουν προϊόντα εκσκαφής και υλικά για την κατασκευή με χρήση ειδικών καλυμμάτων προστασίας,
- Ενώ εντός του εργοταξίου και σε χωματόδρομους να εφαρμοστεί όριο στην ταχύτητα των αυτοκινήτων ώστε να περιοριστεί η σκόνη.

#### **Φάση λειτουργίας**

- Η τοποθέτηση ειδικών φίλτρων, σακκόφιλτρων, στις βιομηχανικές μονάδες με σκοπό την απομάκρυνση των ξηρών σωματιδίων και τη διατήρηση της ποιότητας της ατμόσφαιρας,
- Η απαγόρευση κυκλοφορίας εντός του βιομηχανικού πάρκου των ιδιωτικών αυτοκινήτων έτσι ώστε να μην επιβαρύνεται επιπλέον η ατμόσφαιρα σε αυτό.

### **2.6.2 Υγρά απόβλητα**

#### **Φάση κατασκευής**

Όσον αφορά τα παραγόμενα υγρά απόβλητα πρέπει να υπάρχει μια ολοκληρωμένη διαχείριση τους στη φάση κατασκευής του βιομηχανικού πάρκου με:

- Τη χρήση κατάλληλων δεξαμενών συλλογής των υγρών αποβλήτων, που πιθανόν να διαρρέουν από τα οχήματα και τα μηχανήματα του εργοταξίου και μεταφορά τους στη συνέχεια σε κατάλληλη μονάδα επεξεργασίας.
- Τη συλλογή αποβλήτων που θα δημιουργηθούν από τις πλύσεις των μηχανημάτων και των οχημάτων του εργοταξίου (π.χ. αναδευτήρας τσιμέντου) ώστε να μη ρυπαίνουν το έδαφος αλλά και τα επιφανειακά και υπόγεια ύδατα.

#### **Φάση λειτουργίας**

Τα απαιτούμενα επανορθωτικά μέτρα που προτείνονται για την ελαχιστοποίηση των επιπτώσεων στους υδατικούς πόρους είναι:

- Το Δίκτυο αποχέτευσης των λυμάτων στη μονάδα βιολογικού καθαρισμού του πάρκου ώστε να γίνεται η σωστή επεξεργασία και να ικανοποιούνται οι προδιαγραφές σύνθεσης λυμάτων που εφαρμόζει η ΕΤΒΑ στις ΒΙ.ΠΕ. της χώρας,
- Η διοχέτευση των λυμάτων από τις βιομηχανικές μονάδες και αστικών λυμάτων του βιολογικού καθαρισμού στη μονάδα παραγωγής βιοαερίου,
- Η άριστη στεγανοποίηση των δεξαμενών, που θα κατασκευαστούν για τις ανάγκες του πάρκου, ώστε να προστατεύεται ο υπόγειος υδροφόρος ορίζοντας.
- Η συστηματική παρακολούθηση και έλεγχος ποιότητας του νερού και τέλος, διενέργεια εργαστηριακής ανάλυσης μία φορά το μήνα για την ποιότητα των υγρών αποβλήτων.

### **2.6.3 Στερεά απόβλητα**

#### **Φάση κατασκευής**

Τα μέτρα αντιμετώπισης των στερεών αποβλήτων που θα παραχθούν είναι:

- Τα απόβλητα να αποθηκεύονται στο χώρο του εργοταξίου σε ειδικούς κάδους, σε περίπτωση ύπαρξης αποβλήτων μετάλλου, ξύλου και συσκευασίας θα ανακυκλώνονται.
- Η συλλογή τοξικών και επικίνδυνων υλικών που χρησιμοποιούν τα οχήματα και τα μηχανήματα κατά την κατασκευή και μεταφορά σε κατάλληλες μονάδες.
- Η αποφυγή διαχείρισης στερεών αποβλήτων που πιθανόν να απελευθεώσουν επικίνδυνους ρύπους μαζί με τα απορρίμματα.
- Τα στερεά απόβλητα που μπορεί να προκύψουν από χωματουργικές εργασίες και δε θα χρησιμοποιηθούν κατά τη διάρκεια του έργου να συλλεχθούν και να απομακρυνθούν από το εργοτάξιο μετά το πέρας των εργασιών.

### **Φάση λειτουργίας**

Το σύστημα διαχείρισης των αποβλήτων που παράγονται από τη λειτουργία των βιομηχανικών μονάδων αποτελεί τμήμα ενός συστήματος περιβαλλοντικής διαχείρισης που βασίζεται κατά κύριο λόγο στην ανακύκλωση και επαναχρησιμοποίηση τους. Προτείνεται η συλλογή και η μεταφορά τους στις μονάδες παραγωγής βιομάζας και βιοαερίου ενώ σε ότι αφορά τα μη επικίνδυνα βιομηχανικά απόβλητα που δεν επιδέχονται επεξεργασία καθώς και τα κατάλοιπα να οδηγούνται τακτικά στα Χ.Υ.Τ.Α. της περιοχής για τελική διάθεση.

#### **2.6.4 Γεωλογία – Μορφολογικά – Τεκτονικά – Τοπιολογικά χαρακτηριστικά - Έδαφος**

Το έργο δε θα επηρεάσει τη γεωλογία και τα τεκτονικά χαρακτηριστικά της περιοχής για αυτό το λόγο δε θα ληφθούν κάποια μέτρα. Όσον αφορά τα μορφολογικά, τοπιολογικά χαρακτηριστικά και το έδαφος υπάρχουν επιπτώσεις κατά τη διάρκεια κατασκευής του έργου καθώς και κατά τη φάση λειτουργίας. Προτείνονται λοιπόν τα παρακάτω μέτρα :

- Για την αντιμετώπιση των ποσοτήτων των εκσκαφών προτείνεται η επαναχρησιμοποίηση τους στα επιχώματα και στη διαμόρφωση του χώρου των εγκαταστάσεων.
- Οι ποσότητες από τις εκσκαφές και τις εκβραχώσεις που δε θα χρησιμοποιηθούν στο έργο θα μεταφερθούν εκτός της περιοχής σε κατάλληλο χώρο.
- Θα γίνουν φυτεύσεις περιμετρικά του έργου και όπου αλλού έχει προβλεφθεί για να εξασφαλισθεί όσο το δυνατόν η αισθητική του τοπίου αλλά και η προστασία του εδάφους από τη διάβρωση τόσο κατά τη διάρκεια της κατασκευής όσο και στη λειτουργία του πάρκου.
- Η αρχιτεκτονική των κτηρίων θα είναι τέτοια που να εναρμονίζεται με το φυσικό τοπίο της περιοχής.

#### **2.6.5 Οικοσύστημα – Χλωρίδα - Πανίδα**

Λόγω της ύπαρξης δασικών εκτάσεων στην περιοχή αλλά και γενικά, της εγγύτητας οικοβιομηχανικού πάρκου της από την Πάρνηθα, τα μέτρα που προτείνονται για την ελαχιστοποίηση των επιπτώσεων στο οικοσύστημα, στη χλωρίδα και στην πανίδα είναι :

- Η προφύλαξη των δασικών περιοχών και της βλάστησης γύρω από τους χώρους κατασκευής του έργου, πράγμα το οποίο επιτυγχάνεται με τα μέτρα που έχουν αναφερθεί στα παραγόμενα απόβλητα (αέρια, υγρά, απόβλητα).
- Η περίφραξη των χώρων του εργοταξίου με σκοπό την αποφυγή επαφής των ζώων με απόβλητα και πιθανό κίνδυνο για τη ζωή τους λόγω των έργων.
- Η τοποθέτηση πυροπροστασίας κατά τη διάρκεια λειτουργίας του εργοταξίου και μετά.

## 3 Ανάλυση κύκλου ζωής (AKZ)

---

### 3.1 Εισαγωγή

Ο άνθρωπος δια μέσου των αιώνων για ένα μόνο είναι σίγουρος, οτιδήποτε έχει μια αρχή σίγουρα έχει και ένα τέλος. Η γνώση και μόνο αυτού του γεγονότος τον οδηγεί, τον καθοδηγεί, τον προστατεύει, πολλές φορές τον ενοχλεί αλλά πάνω απ' όλα τον οριοθετεί. Η οριοθέτηση, μια λέξη άρρηκτα συνδεδεμένη με τον τοπογράφο μηχανικό, είναι σημαντική παράμετρος και εντός και εκτός τοπογραφικών εργασιών για ένα πολύ απλό λόγο, καθώς ορίζει την ακτίνα της περιοχής δραστηριοποίησης και διεκδίκησης. Η οριοθέτηση παρέχει την γνώση του δικαιώματος, δηλαδή ορίζει το όριο μεταξύ δικαιοσύνης και αδικίας. Οι όποιες φιλοσοφικές αναζητήσεις και ανησυχίες όσον αφορά στην υπαρξιακή οριοθέτηση του ανθρώπου δεν έχουν θέση σε αυτή την εργασία, παρόλα αυτά η οριοθέτηση στην περιβαλλοντική διαχείριση που κάνει ο άνθρωπος συνδέεται άρρηκτα με αυτό το κεφάλαιο όπου παρουσιάζεται η μεθοδολογία της ανάλυσης κύκλου ζωής ως εργαλείο εκτίμησης και αντιμετώπισης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων.

Η υπέρβαση των ορίων σε ότι αφορά την επιβάρυνση του περιβάλλοντος από τον άνθρωπο σημειώνεται με την βιομηχανική επανάσταση. Εντατικές παραγωγές προϊόντων σημαίνει και εντατικές παραγωγές αποβλήτων, τα οποία ανεξάρτητα όγκου και επικινδυνότητας κατέληγαν είτε σε θάλασσες, είτε ποτάμια, δάση, ατμόσφαιρα. Η αντίληψη του ότι καταστρέφεις από το περιβάλλον θα γυρίσει εναντίον σου στο μέλλον άργησε να γίνει αντιληπτή, για αυτό η μεθοδολογία της ανάλυσης κύκλου ζωής (AKZ) άρχισε να αναπτύσσεται στις απαρχές της δεκαετίας του '60. Σκοπός της ήταν και είναι η εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων οι οποίες συνδέονται με μια δεδομένη εξεταζόμενη δραστηριότητα (π.χ. προϊόν, διεργασία κλπ.), καθ' όλο τον κύκλο που διαγράφει από την παραγωγή ως την απόρριψη (Vigon and Tolle, 1993).

Το ISO 14000 είναι το πρότυπο που αναφέρεται στην AKZ ως εργαλείο περιβαλλοντικής διαχείρισης και χρησιμοποιείται ιδιαίτερα σε παγκόσμια κλίμακα. Η μεθοδολογία της Ανάλυσης Κύκλου Ζωής περιγράφεται λεπτομερώς από τις δημοσιεύσεις του οργανισμού Society for Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC), του University of Leiden (CML) αλλά και από τα διεθνή πρότυπα ISO14040-14043.

### 3.2 Ιστορική αναδρομή

Η AKZ αρχίζει να απασχολεί ευρύτερα την διεθνή κοινότητα στη δεκαετία του 1960, καθώς αυτή την περίοδο εμφανίζεται εντονότερο το πρόβλημα της μείωσης των ενεργειακών αποθεμάτων, των πρώτων υλών και της διαθέσιμης ενέργειας, οπότε παρουσιάζεται η ανάγκη αντικειμενικής καταγραφής της ενέργειας και των πρώτων υλών που θα απαιτηθούν στο μέλλον (Curran, 1993). Συνέπεια λοιπόν αυτού του γεγονότος είναι ότι η διαρκώς αυξανόμενη ζήτηση αγαθών και ενέργειας θα οδηγούσε σε εξάντληση των φυσικών πόρων, με αποτέλεσμα την ανάγκη για λεπτομερείς μελέτες των βιομηχανικών διαδικασιών (Fava et. al. 1991).

Μια από τις πρώτες εργασίες που δημοσιεύτηκαν ήταν η εργασία του Harold Smith (1963), η οποία επιχειρούσε να υπολογίσει την συνολική ενέργεια που απαιτείτο για την παραγωγή διαφόρων χημικών προϊόντων και σηματοδότησε την απαρχή των μελετών αυτού του είδους. Στην συνέχεια ακολούθησαν διάφορες μελέτες στις Η.Π.Α και την Ευρώπη από μεγάλες εταιρίες που στόχευαν στη σύγκριση διαφορετικών εναλλακτικών πηγών ενέργειας. Αν και η ανάλυση έδινε έμφαση κυρίως σε ενεργειακά χαρακτηριστικά συμπεριλήφθηκαν στην χρήση των πηγών αυτών εκτιμήσεις σχετικές με τους ρυπαντές της ατμόσφαιρας και των υδάτων (Fava et al, 1991).

Το 1970 εκπονήθηκε στη Βρετανία από τους Boustead and Hancock (1970), μια λεπτομερής ανάλυση για την απαιτούμενη ενέργεια και τις αναγκαίες σε πρώτες ύλες για την παραγωγή και την χρήση ειδών συσκευασίας, για λογαριασμό του Βρετανικού Συμβουλίου διαχείρισης των απορριμμάτων, ενώ το 1972 εκπονήθηκε η πρώτη μελέτη με αντικείμενο την βιομηχανία γυαλιού. Το χρονικό διάστημα 1970-1975 εκπονήθηκαν δεκαπέντε περίπου μελέτες "Ανάλυσης της χρήσης φυσικών πόρων και της επίδρασης στο περιβάλλον" (Resource and Environmental Profile Analysis – REPA). Κατά την χρονική περίοδο 1975 - 1980 παρατηρείται εξασθένηση του ενδιαφέροντος γι' αυτό το είδος μελετών, καθώς υπήρξε μια φαινομενική ύφεση των πετρελαϊκών κρίσεων, ενώ παράλληλα το ενδιαφέρον μετατοπίζεται σε ζητήματα διαχείρισης επικίνδυνων αποβλήτων (Curran 1993). Την περίοδο αυτή μελέτες AKZ εκπονήθηκαν με αργό ρυθμό και με έμφαση των περισσότερων από αυτές σε ενεργειακές ανάγκες, με αποτέλεσμα την βελτίωση της μεθοδολογίας (Hunt et al 1992). Ωστόσο, από το 1980 παρατηρείται μια αναθέρμανση του ενδιαφέροντος για μελέτες τύπου AKZ και σε αυτό συντελεί η αύξηση των πιέσεων από τις οικολογικές κινήσεις και η δημιουργία από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή της Γενικής Διεύθυνσης Περιβάλλοντος. Στην αρχή του 1990, διάφορες οργανώσεις όπως η SETAC και από το 1993 ο οργανισμός International Standards Organization (ISO) προσέγγισαν τον αναδυόμενο τομέα με στόχο την ανάπτυξη μεθοδολογίας και την διάδοση αυτής. Η ανάπτυξη της μεθοδολογίας AKZ στην Ευρώπη προωθήθηκε περαιτέρω και υποστηρίχθηκε μεταξύ των άλλων από τη Society for the Promotion of LCA Development (SPOLD), μια κοινοπραξία από μεγάλες βιομηχανικές εταιρίες, η οποία όμως σήμερα έχει διαλυθεί. Μια AKZ που διεξήχθη από την A.D. Little (1990) αναφορικά με τις βρεφικές πάνες και χρηματοδοτήθηκε από την Procter & Gamble, αποτέλεσε ορόσημο στις σχετικές μελέτες. Η έρευνα έδειξε ότι οι πάνες μιας χρήσης δεν ήταν τόσο επιβλαβείς για το περιβάλλον συγκριτικά με τις επαναχρησιμοποιούμενες υφασμάτινες.

Στην Ελλάδα εφαρμόστηκε η μεθοδολογία AKZ για την καταγραφή των περιβαλλοντικών επιπτώσεων μιας βιομηχανίας παραγωγής χαρτονιού (Κορωνάιος κ.α, 1999). Στο εξεταζόμενο σύστημα συμπεριλαμβάνεται και η επεξεργασία των παραγόμενων αποβλήτων, όμως στην μελέτη αναφέρεται μόνο ότι η λειτουργία της εγκατάστασης επεξεργασίας αποβλήτων η οποία συντελεί στη μείωση του BOD κατά 91%. Στα πλαίσια της μελέτης δεν αποτιμούνται οι πιθανές περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την επεξεργασία των υγρών και στερεών αποβλήτων και δεν λαμβάνεται υπ' όψιν η παραγωγή ιλύς. Επίσης, μία μελέτη AKZ για την παραγωγή και την διανομή της μπύρας στην Ελλάδα εκπονήθηκε με στόχο τον προσδιορισμό και τον ποσοτικό υπολογισμό της περιβαλλοντικής απόδοσης από τις αντίστοιχες διεργασίες (Κορονεός et al., 2003). Στο σύστημα ερευνήθηκαν η απόκτηση πρώτων υλών, η διύλιση, η συσκευασία, η μεταφορά και η κατανάλωση. Εππροσθέτως, θεωρείται ότι λαμβάνεται υπόψη η διαχείριση των αποβλήτων, όμως στην μελέτη δεν γίνεται καμία αναφορά για τις ποσότητες των παραγόμενων αποβλήτων, τον τρόπο διαχείρισης και τις πιθανές περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την διαχείριση (Γεωργιοπούλου, 2007). Πρέπει να σημειωθεί ότι οι περισσότερες μελέτες AKZ περιλαμβάνουν μόνο την λειτουργία των

εγκαταστάσεων επεξεργασίας λυμάτων που μελετούνται, δηλαδή δεν εξετάζονται καθόλου οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις που προκαλούνται κατά την φάση της κατασκευής των εγκαταστάσεων.

Είναι φανερό λοιπόν ότι η AKZ είναι ένα χρήσιμο και αξιόπιστο εργαλείο για την μελέτη, εκτίμηση και αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που χρησιμοποιείται σήμερα ευρύτατα σε παγκόσμιο επίπεδο τόσο για ποσοτικές αναλύσεις όσο και στο σχεδιασμό και την στρατηγική λήψης αποφάσεων. Παρόλα αυτά είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι η μέχρι σήμερα εμπειρία χρήσης της AKZ βασίζεται σε αρκετές παραδοχές οι οποίες αυξομειώνονται ανάλογα με το αντικείμενο και το εύρος της εκάστοτε μελέτης. Στην Ελλάδα είναι εξαιρετικά περιορισμένη προς το παρόν η χρήση της μεθοδολογίας παρόλα αυτά υπάρχουν αισιόδοξα βήματα προς αυτήν την κατεύθυνση.

### 3.3 Σκοπός AKZ

Η AKZ αποτελεί ένα εργαλείο περιβαλλοντικής διαχείρισης και λήψης αποφάσεων, με σκοπό την καταγραφή, την αντιμετώπιση ή την ελαχιστοποίηση των επιπτώσεων που προκύπτουν από την χρήση ενέργειας και την επεξεργασία υλικών, συμπεριλαμβάνοντας την απόρριψη αποβλήτων στο περιβάλλον καθ' όλη την διάρκεια του κύκλου ζωής ενός προϊόντος ή διαδικασίας. Η επιλογή των κατάλληλων μεθόδων για την εισαγωγή απλοποιήσεων ή του κατάλληλου επιπέδου ανάλυσης εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τον σκοπό κάθε μιας μελέτης ξεχωριστά. Η ανάλυση περιλαμβάνει ολόκληρο τον κύκλο ζωής του προϊόντος από την αρχή της δημιουργίας του έως το τέλος της ζωής του.

Ο κύκλος ζωής κάθε προϊόντος αρχίζει από τον σχεδιασμό του, ακολουθεί η κατανάλωση των απαραίτητων πόρων από το περιβάλλον, η παραγωγή των υλικών, η κατασκευή του προϊόντος, η φύλαξη - συσκευασία, η μεταφορά από την μονάδα παραγωγής, η διανομή, η χρήση του και τέλος η απόρριψη του προϊόντος καθώς και οι δραστηριότητες του τέλους της ζωής του προϊόντος, όπως η συλλογή η ανακύκλωση η επαναχρησιμοποίηση η επεξεργασία των αποβλήτων και η διάθεση τους. Όλες οι δραστηριότητες ή διεργασίες, κατά τη ζωή του προϊόντος δημιουργούν περιβαλλοντικές επιπτώσεις όπως είναι η κατανάλωση των πόρων και οι εκπομπές αερίων στο φυσικό περιβάλλον (Rebitzer et al 2004).

#### 3.3.1 Στόχοι μιας μελέτης Ανάλυσης Κύκλου Ζωής

Μια μελέτη AKZ έχει κάποιους βασικούς σκοπούς να εξυπηρετήσει και κάποιους επιμέρους, οι βασικότεροι εκ των οποίων είναι:

- Η ολοκληρωμένη παρουσίαση των αλληλεπιδράσεων μεταξύ μιας δραστηριότητας και του φυσικού περιβάλλοντος.
- Η συνεισφορά στην κατανόηση της φυσικής αλληλεξάρτησης που υπάρχει μεταξύ ανθρώπινων δραστηριοτήτων και περιβάλλοντος.
- Η προσφορά χρήσιμων πληροφοριών σε φορείς υπεύθυνους για τη λήψη αποφάσεων, όσον αφορά στις ευκαιρίες για αντιμετώπιση, μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που φαίνεται να προκύπτουν από την εκάστοτε δραστηριότητα.

Καθώς και κάποιους επιμέρους όπως:

- Η θέσπιση περιβαλλοντικών κανόνων και καθορισμός προτεραιοτήτων κατά την σχεδίαση και την παραγωγή διαφόρων προϊόντων (Alber, 1985).



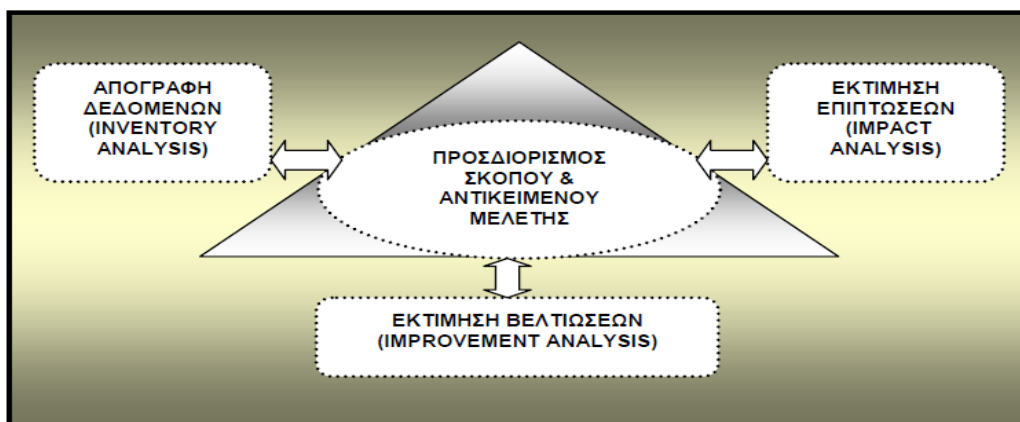
- Η αξιολόγηση ενός υλικού σε σχέση με ένα άλλο σε διάφορες εφαρμογές, και γενικότερα προσδιορισμός του ρόλου των διαφόρων υλικών στις σύγχρονες στρατηγικές διαχείρισης του περιβάλλοντος (Fava et al. 1991).
- Η θέσπιση επιστημονικών κριτηρίων με βάση τα οποία θα απονέμονται τα οικολογικά σήματα (eco-labels) στα προϊόντα (Bingham and Ervin, 1991).
- Η αξιολόγηση των επενδυτικών σχεδίων σχετικά με την επίδραση τους στο περιβάλλον (Earl and Moilanen, 1995).
- Η ανατροπή των υφιστάμενων δυσμενών περιβαλλοντικών απόψεων της κοινής γνώμης για προϊόντα που ενδεχομένως να είναι λανθασμένες (Beevens, 1993).

Η ΑΚΖ είναι ένα από τα εργαλεία περιβαλλοντικής διαχείρισης που συμβάλλουν ουσιαστικά στην βιώσιμη ανάπτυξη, την πρόληψη της ρύπανσης και στην εξοικονόμηση φυσικών πόρων (Αμπελιώτης, 2002). Παρόλο που μέχρι σήμερα είχε να κάνει κυρίως με προϊόντα, η ΑΚΖ σχετίζεται και με οποιοδήποτε άλλο σύστημα, όπως για παράδειγμα πρώτες ύλες, διεργασίες, διαδικασίες, διαχείριση, υπηρεσίες, επιχειρησιακές στρατηγικές και κρατικές πολιτικές. Ουσιαστικά, ο στόχος της ΑΚΖ είναι η μέτρηση της περιβαλλοντικής επιβάρυνσης ενός οποιοδήποτε συστήματος κατά τη διάρκεια της ζωής του, με όσο το δυνατόν καλύτερη ποσοτική και ποιοτική προσέγγιση.

### 3.4 Στάδια και μεθοδολογία ΑΚΖ κατα SETAC

Το 1993 η Society for Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC) πρότεινε για πρώτη φορά ένα πλαίσιο εργασίας για την δομή μιας μελέτης ΑΚΖ, δηλαδή τα τέσσερα βασικά στάδια που θα την αποτελούσαν καθώς και την μεθοδολογία που θα ακολουθούσε κάθε στάδιο. Τα στάδια σε μια ΑΚΖ βάση της SETAC είναι :

- A) Ο προσδιορισμός σκοπού και αντικειμένου μελέτης
- B) Η απογραφή δεδομένων
- Γ) Η εκτίμηση επιπτώσεων
- Δ) Η βελτίωση επιπτώσεων



Εικόνα 3.1 : Βασικά Στάδια Ανάλυσης Κύκλου Ζωής (SETAC, 1993)

### 3.4.1 Προσδιορισμός σκοπού και αντικειμένου

Το πρώτο βήμα σε μια ΑΚΖ είναι η ξεκάθαρη διατύπωση του σκοπού για τον οποίο διεξάγεται. Ο σκοπός της μελέτης ορίζεται με βάση (Αμπελιώτης ., 2002a) :

- τις αποφάσεις που πρόκειται να ληφθούν από τα αποτελέσματα της μελέτης, δηλαδή το πώς θα χρησιμοποιηθούν τα αποτελέσματα,
- τι είδους πληροφορίες απαιτούνται για την διεξαγωγή της μελέτης και σε ποιο βαθμό λεπτομέρειας.

Μια καθοριστική παράμετρος που πρέπει να εξεταστεί στον προσδιορισμό του σκοπού της μελέτης είναι το εάν τα αποτελέσματα της μελέτης προορίζονται για εσωτερική χρήση σε μια εταιρεία και για την βελτίωση των περιβαλλοντικών της επιπτώσεων ή αντιθέτως πρόκειται να δημοσιοποιηθούν με στόχο ένα ευρύτερο κοινό. Το αντικείμενο της μελέτης πρέπει να είναι ξεκάθαρο, ευνόητο και καθορίζεται από τα παρακάτω στοιχεία (Αμπελιώτης ., 2002a) :

- την λειτουργική μονάδα,
- το σύστημα που μελετάται,
- τα φυσικά όρια του υπό εξέταση συστήματος,
- τις απαιτήσεις της μελέτης σε δεδομένα (κατηγορίες, ποιότητα),
- τις παραδοχές και τους περιορισμούς της μελέτης,
- το αντικείμενο της μελέτης πρέπει να ορίζεται εξ' αρχής με λεπτομέρεια, ώστε να εξασφαλίζει ότι το εύρος και το βάθος της ανάλυσης είναι ικανά και επαρκή να ικανοποιήσουν τον προκαθορισμένο σκοπό της μελέτης.

Μια σειρά κρίσιμων δεδομένων πρέπει να εξετάζονται για τον καθορισμό του αντικειμένου (Αμπελιώτης, 2002b) :

- τα γεωγραφικά όρια της μελέτης (π.χ. εταιρεία, κλάδος, χώρα, κλπ.),
- ο χρονικός ορίζοντας του αντικειμένου της μελέτης (π.χ. χρόνος ζωής προϊόντος, χρονικός ορίζοντας επιπτώσεων κλπ.),
- το επίπεδο της απαιτούμενης λεπτομέρειας,
- η απαιτούμενη ποιότητα των δεδομένων

Η λειτουργική μονάδα αποτελεί ένα καθοριστικό βήμα για την αποφυγή ασαφειών κατά την διατύπωση του σκοπού, θα πρέπει να είναι απόλυτα καθορισμένη, μετρήσιμη και σχετική με τα δεδομένα εισόδου και εξόδου του συστήματος. Θέτει την κλίμακα για την σύγκριση δύο ή περισσότερων προϊόντων συμπεριλαμβάνοντας την βελτίωση σε ένα προϊόν και έχει ιδιαίτερη σημασία σε συγκριτικές μελέτες καθώς προσφέρει το κοινό σημείο αναφοράς, δηλαδή συντελεί στην δημιουργία μιας βάσης σύγκρισης μεταξύ διαφορετικών κύκλων ζωής παρόμοιων προϊόντων.

Ένας εύκολος διαχωρισμός του συστήματος μπορεί να γίνει με βάση τα στάδια του κύκλου ζωής. Τα στάδια σε ένα κύκλο ζωής μπορούν να θεωρηθούν ως υποσυστήματα του συνολικού συστήματος. Αντιμετωπίζοντας τα στάδια ως υποσυστήματα, διευκολύνεται η συγκέντρωση των δεδομένων για την αναλυτική απογραφή του όλου συστήματος. Όλα τα δεδομένα που συλλέγονται στην φάση απογραφής αφορούν την λειτουργική μονάδα.

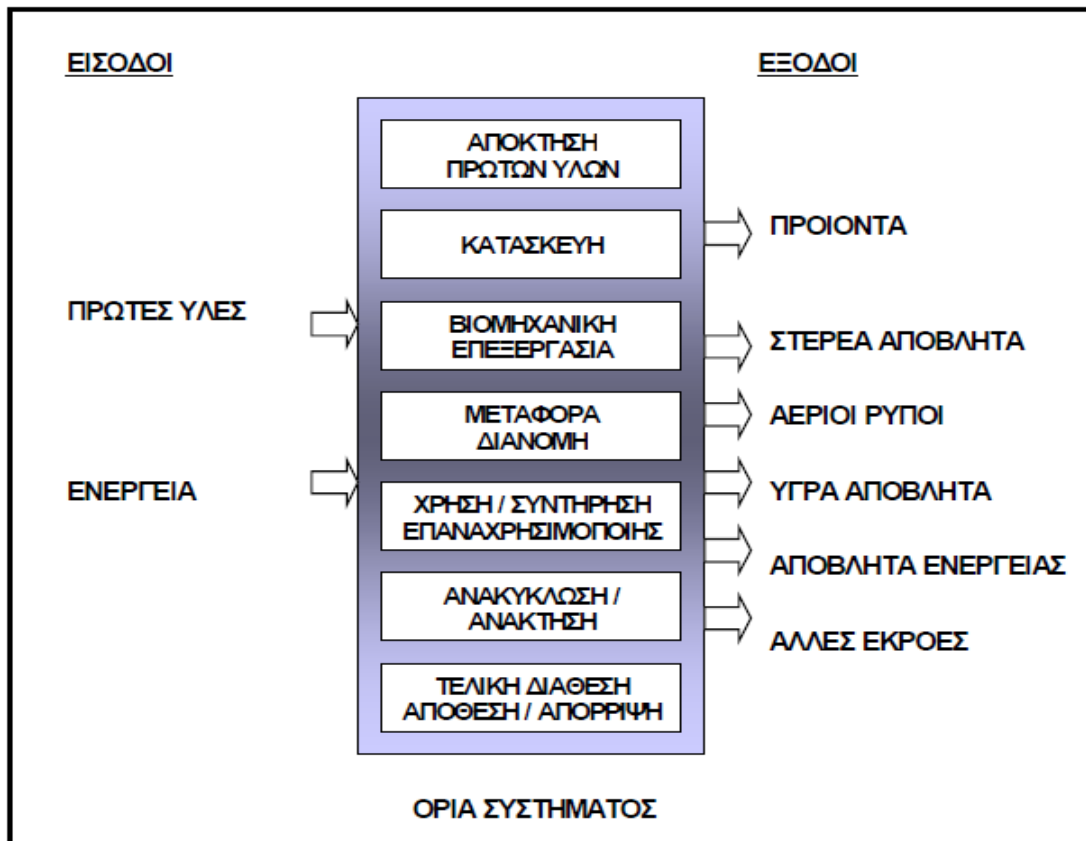
### 3.4.2 Απογραφή δεδομένων

Στο στάδιο της απογραφής δεδομένων κάθε προϊόν παρουσιάζεται ως σύστημα, δηλαδή ένα σύνολο διεργασιών που συσχετίζονται άμεσα ή έμμεσα με την κατανάλωση ενέργειας και μάζας. Η απογραφή δεδομένων έχει ως στόχο την ποσοτική περιγραφή των στοιχείων εισόδου και εξόδου από το σύστημα.

Τα όρια του συστήματος καθορίζουν τις διεργασίες, τις εισροές και εκροές, που λαμβάνονται υπόψη στην ΑΚΖ. Η εισροή μπορεί να είναι η συνολική εισροή σε μια παραγωγή καθώς και η εισροή σε μια ξεχωριστή διεργασία, ομοίως ορίζεται και η εκροή. Ως εκ τούτου το σύστημα θα πρέπει να χωρίζεται σε υποσυστήματα όπου το κάθε ένα θα έχει για είσοδο την έξοδο της προηγούμενης διεργασίας όπου η έξοδος της μια διεργασίας θα γίνεται αυτόματα η είσοδος για την επόμενη διεργασία που θα ακολουθεί. Ο ορισμός κάθε συστήματος είναι σχετικός, δεν υπάρχει ένας και μόνο τρόπος, ούτε συγκεκριμένα κριτήρια για όλες τις μελέτες. Τα κριτήρια προκύπτουν από την ίδια τη μελέτη, δηλαδή το σκοπό της ΑΚΖ, λαμβάνοντας υπ' όψιν τα πρότυπα από βάσεις δεδομένων καθώς και την σχετική βιβλιογραφία.

Ουσιαστικά στην απογραφή δεδομένων πρέπει να καταγράφονται όλα τα εισερχόμενα στοιχεία και όλα τα εξερχόμενα από το υπό μελέτη σύστημα. Παρόλα αυτά, πολλές φορές η αναγκαιότητα της μελέτης για λήψεις άμεσων αποφάσεων, η έλλειψη χρόνου και η δευτερεύουσα σημασία κάποιων αποτελεσμάτων που έχουν αμελητέα επίδραση στο τελικό αποτέλεσμα της μελέτης οδηγούν τον μελετητή στην απαλοιφή κάποιων δεδομένων. Επομένως, θα πρέπει να λαμβάνονται αποφάσεις σχετικά με τις διεργασίες που θα διαμορφωθούν σύμφωνα με την μελέτη και για το επίπεδο λεπτομέρειας που αυτές θα μελετηθούν. Επιπλέον, θα πρέπει να καθοριστούν οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις που θα εκτιμηθούν και το επίπεδο λεπτομέρειας αυτής της εκτίμησης. Οι κανόνες απόφασης που χρησιμοποιούνται κατά την επιλογή των εισροών και εκροών πρέπει να είναι σαφώς κατανοητές και να περιγράφονται με σαφήνεια. Οποιαδήποτε παράλειψη των σταδίων κύκλου ζωής, διεργασιών ή απαιτούμενων δεδομένων πρέπει να δηλώνεται και να αιτιολογείται.

Στην Εικόνα 3.2 παρουσιάζεται ένα σύστημα και τα όρια που το ορίζουν. Το περίγραμμα είναι τα όρια του συστήματος, μέσα στο οποίο λειτουργούν όλες οι δραστηριότητες και διαχωρίζει το σύστημα από τον περιβάλλοντα χώρο. Οι εισοδοί στο σύστημα πρέπει να ξεκινούν από την εξόρυξη των πρώτων υλών, ενώ οι εξοδοί από το σύστημα πρέπει να καταλήγουν σε εκπομπές προς την ατμόσφαιρα ή στην τελική απόθεση των προϊόντων του συστήματος.



Εικόνα 3.2 : Όρια συστήματος (Γεωργιοπούλου, 2007)

Η απογραφή δεδομένων αποτελεί την ποσοτική περιγραφή όλων των ροών και ανταλλαγών μάζας και ενέργειας από και προς το σύστημα. Πολλές φορές δεν υπάρχουν δεδομένα για όλα τα στάδια του συστήματος, αυτό αν και αποτελεί εμπόδιο για την εκτέλεση μιας λεπτομερούς ΑΚΖ εντούτοις η μελέτη βασίζεται στα στάδια του κύκλου ζωής για τα οποία υπάρχουν δεδομένα. Οι όποιες ελλείψεις πρέπει να επισημαίνονται εκ των προτέρων ώστε να δίνεται η σαφής εικόνα για τις παραδοχές που έγιναν.

### α) Διάγραμμα Ροής

Ένα διάγραμμα ροής αναπαριστά τις διασυνδέσεις μεταξύ των διαφόρων υποσυστημάτων, δείχνει όλα τα κύρια στοιχεία, όσα δηλαδή έχουν συμπεριληφθεί εντός ορίων του συστήματος, κατά την διάρκεια ζωής ενός προϊόντος. Με τον τρόπο αυτό η αναγνώριση των ορίων του συστήματος γίνεται εύκολα και παραστατικά. Η ανάλυση ακόμα και των απλούστερων συστημάτων συχνά απαιτεί δεδομένα από μια ευρύτατη γκάμα διαφορετικών βιομηχανιών, οι οποίες μπορεί και να βρίσκονται μακριά από το εξεταζόμενο σύστημα (Αμπελιώτης, 2002).

### β) Συλλογή Δεδομένων

Η συλλογή αξιόπιστων δεδομένων αποτελεί σημαντικό παράγοντα στην επιτυχία μιας μελέτης ΑΚΖ. Τα δεδομένα πρέπει να συλλέγονται από τις αντίστοιχες πηγές πρωτογενών δεδομένων ώστε να επιτυγχάνεται η μεγαλύτερη δυνατή αξιοπιστία και εγκυρότητα, αρκετές φορές αυτό δεν είναι εφικτό, με αποτέλεσμα η εύρεση δεδομένων από άλλες δευτερογενείς πηγές να είναι απαραίτητη, όπως (Αμπελιώτης, 2002):

- τα δεδομένα από εργαστηριακές δοκιμές,
- οι εκτιμήσεις με βάση παρόμοιες μελέτες ΑΚΖ,

- η διεθνής βιβλιογραφία,
- οι ηλεκτρονικές βάσεις δεδομένων,
- οι λίστες θεσμοθετημένων ορίων, βιομηχανικές και κρατικές αναφορές,
- η επικοινωνία με ειδικούς σε κάθε τομέα, όπως συμβούλους και εμπορικούς συνδέσμους,
- οι εξισώσεις και οι τεχνικοί υπολογισμοί,

Τα δεδομένα συλλέγονται ως:

- μέσες τιμές,
- μικτά δεδομένα
- σταθερά δεδομένα
- κανονικοποιημένα δεδομένα

Ενώ μπορούν να παραχθούν από:

- ακριβείς μετρήσεις,
- δείγματα-εκτιμήσεις,
- υπολογισμούς.

### γ) Ποιότητα Δεδομένων

Η ποιότητα των δεδομένων είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με την ποιότητα των αποτελεσμάτων της ΑΚΖ. Όσο πιο υψηλή ποιότητα, τόσο πιο μεγάλη αξιοπιστία υπάρχει ανάμεσα στα δεδομένα εισόδου, εξόδου ξεχωριστά και στα δεδομένα ως σύνολο καθώς και στις αναφορές που βασίζονται στη χρήση των δεδομένων. Ο πήχης στην αναζήτηση ποιοτικών δεδομένων θα πρέπει να ορίζεται κατά το στάδιο προσδιορισμού του σκοπού και του αντικείμενου της μελέτης. Ενώ είναι αυτονόητο πως πρέπει να γίνει προσπάθεια για όσο πιο υψηλή ποιότητα δεδομένων, εντούτοις δεν είναι εγγύηση για την ΑΚΖ. Η μελέτη ακόμα και τότε μπορεί να οδηγήσει σε λάθος συμπεράσματα, εάν αυτά τα δεδομένα χρησιμοποιηθούν για να απαντηθούν επουσιώδη ζητήματα ή ακόμα και άσχετες με το αντικείμενο της μελέτης ερωτήσεις. Η ποιότητα επηρεάζεται από την πηγή, τη μέθοδο συλλογής των δεδομένων, τον τρόπο παραγωγής, το κόστος και το χρόνο συλλογής τους. Όταν συλλέγονται δεδομένα πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στο αν χαρακτηρίζουν μια κανονική περίοδο λειτουργίας της παραγωγικής μονάδας, χωρίς οποιαδήποτε σοβαρά λειτουργικά προβλήματα, διαφορετικά θα υπάρχουν αλλοιώσεις στο τελικό αποτέλεσμα της μελέτης. Σημαντικό ρόλο παίζει ακόμα η προέλευση των δεδομένων, η ηλικία τους, η χρονική περίοδος και ο χώρος αναφοράς τους καθώς και αν τα δεδομένα προέρχονται από μετρήσεις, υπολογισμούς ή κατά προσέγγιση εκτιμήσεις. Όταν χρησιμοποιούνται πολλαπλές πηγές δεδομένων, πρέπει να περιγράφονται και να εξηγούνται οι όποιες στατιστικές τεχνικές χρησιμοποιήθηκαν για την στάθμιση και την κανονικοποίηση των δεδομένων. Για τις πιο σημαντικές διεργασίες του συστήματος, τα δεδομένα πρέπει να δίνονται ως δεδομένα μέσου όρου μαζί με την μέγιστη, την ελάχιστη τιμή τους και την τυπική τους απόκλιση (Αμπελιώτης, 2002). Κάθε ΑΚΖ παρουσιάζει αβεβαιότητες και κενά στο στάδιο της απογραφής δεδομένων. Οι παραπάνω παράμετροι πρέπει να αναλύονται και να παρουσιάζονται στο στάδιο του καθορισμού του σκοπού της μελέτης. Η ανάλυση ευαισθησίας των δεδομένων κρίνεται απαραίτητη ώστε να

επισημαίνονται έγκαιρα οι περιορισμοί της μελέτης και να κρίνονται ανάλογα τα αποτελέσματα της. Ορισμένες φορές η συλλογή περισσότερων δεδομένων είναι αναγκαία για την ολοκλήρωση της ανάλυσης ευαισθησίας ενώ υπάρχουν και οι περιπτώσεις που μπορεί να απαιτηθεί απόρριψη κάποιων δεδομένων.

Όταν η προσπάθεια συλλογής δεδομένων γίνεται με γνώμονα τα καλύτερα αποτελέσματα ο όγκος των δεδομένων αυξάνεται υπερβολικά. Τα δεδομένα πρέπει να παρουσιάζονται λοιπόν σε μια τυποποιημένη μορφή (π.χ. πίνακες) έτσι ώστε να είναι δυνατή η ηλεκτρονική επεξεργασία τους και η σύγκριση τους. Ένα γνωστό πρότυπο απογραφής δεδομένων για ΑΚΖ που είναι το πρότυπο SPOLD, για την ανάπτυξη του οποίου είχε δημιουργηθεί μια κοινοπραξία πολυεθνικών εταιριών. Η ιδέα ήταν η εξής, κάθε εγγραφή δεδομένων, εισροών και εκροών, θα έπρεπε να είναι μοναδική και σε συγκεκριμένη θέση. Παρόλο που το πρότυπο εγκαταλείφθηκε λόγω διάλυσης της κοινοπραξίας, το πρότυπο SPOLD σε διάφορες παραλλαγές του έχει υιοθετηθεί από τις περισσότερες βάσεις δεδομένων που αφορούν την εκπόνηση μιας μελέτης ΑΚΖ.

Τέλος, όπου και εφόσον κριθεί απαραίτητο με βάση τα δεδομένα όσα στάδια του κύκλου ζωής ενός προϊόντος διεργασίας είναι επουσιώδη τότε αυτά τα στάδια πρέπει αφαιρούνται αρκεί η απόφαση αυτή να δικαιολογείται επαρκώς στη τελική έκθεση. Χρήσιμο τα δεδομένα να καταγράφονται και να παρουσιάζονται σε μονάδες SI.

#### **δ) Εκτίμηση περιβαλλοντικών επιπτώσεων**

Αφού ολοκληρωθεί το στάδιο της απογραφής δεδομένων ακολουθεί η εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, στο τρίτο στάδιο της μεθοδολογίας, η ανάλυση κύκλου ζωής επικεντρώνεται ποιοτικά και ποσοτικά στην εκτίμηση των επιπτώσεων του περιβάλλοντος. Οι επιπτώσεις ενός προϊόντος εκτιμώνται εξετάζοντας τις εκροές και τις όποιες καταστροφές προκαλεί σε μία ή περισσότερες φάσεις του κύκλου ζωής. Με τον τρόπο αυτό εντοπίζονται τα σημαντικότερα προβλήματα ανά στάδιο που συμβαίνουν (Μουσιόπουλος, 1999). Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις προσδιορίζονται με βάση τις μεταβλητές του περιβάλλοντος που δύναται να επηρεάσουν (Γεωργιοπούλου 2007).

Ατμόσφαιρα

- Αλλαγή κλίματος
- Καταστροφή στρώματος του όζοντος

Ποιότητα υδάτων

- Όξινη ωκεανών
- Ευτροφισμός

Έδαφος

- Ερημοποίηση και διάβρωση

#### **3.4.3 Περιβαλλοντικοί δείκτες**

Η ανάλυση επιπτώσεων για να γίνει χρειάζεται πρώτα να οριστούν οι περιβαλλοντικοί δείκτες με βάση τους οποίους θα αναδειχτούν τα προβλήματα όπου υπάρχουν και στον τομέα που ενδιαφέρουν τον μελετητή. Η εκτίμηση των επιπτώσεων με βάση τους καθορισμένους

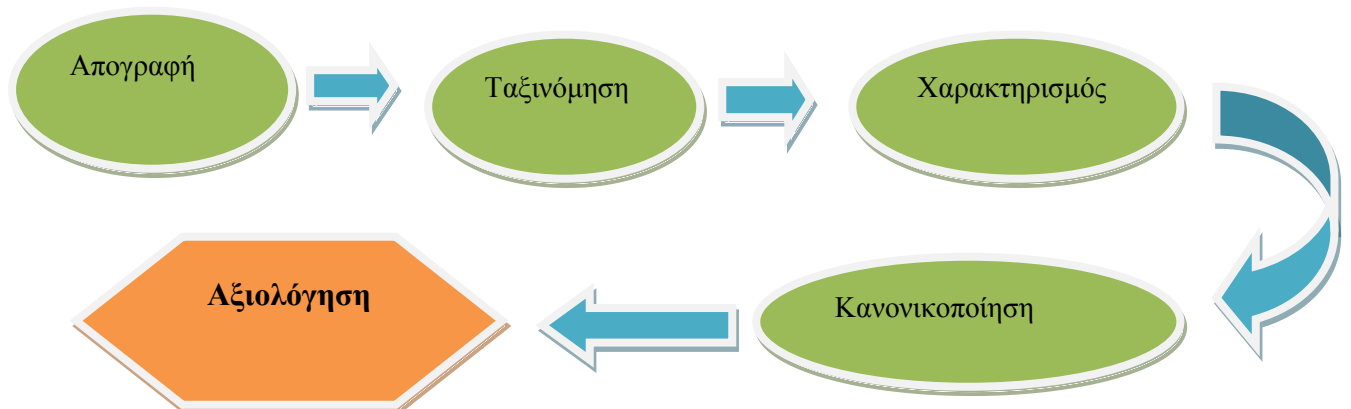
δείκτες γίνεται στους άξονες πίεσης - κατάστασης - αντίδρασης. Τα τρία κυριότερα χαρακτηριστικά που πρέπει να έχει κάθε περιβαλλοντικός δείκτης είναι (Αμπελιώτης, 2002):

α) Χρησιμότητα: Να προσφέρει την αντιπροσωπευτική εικόνα των περιβαλλοντικών συνθηκών που χαρακτηρίζει με απλότητα, να είναι εύκολα αντιληπτός και να μπορεί να έχει χρονικές διακυμάνσεις, να είναι ευαίσθητος στις αλλαγές των περιβαλλοντικών συνθηκών που χαρακτηρίζει, να αποτελεί τη βάση αναφοράς για διεθνείς συγκρίσεις και να έχει μια τιμή αναφοράς έτσι ώστε όλες οι συγκρίσεις να γίνονται με βάση αυτή.

β) Αναλυτική Βάση: Να ορίζεται πολύ καλά θεωρητικά με βάση τεχνικούς και επιστημονικούς όρους, να στηρίζεται σε διεθνή πρότυπα να έχει διεθνή αναγνώριση και αξιοπιστία του και να συνδέεται εύκολα με οικονομικά – κοινωνικά μοντέλα και πληροφοριακά συστήματα.

γ) Μετρησιμότητα: Τα δεδομένα που απαιτούνται για τον ορισμό του δείκτη θα πρέπει να είναι διαθέσιμα με καλή σχέση κόστους / οφέλους, να είναι καλά τεκμηριωμένα με δεδομένη ποιότητα και να ανανεώνονται κατά τακτά χρονικά διαστήματα με βάση αξιόπιστες πηγές και διαδικασίες.

Σύμφωνα με τη μεθοδολογία που προτείνεται από τον οργανισμό SETAC, η εκτίμηση των επιπτώσεων αποτελείται από τα ακόλουθα βήματα: α) Ταξινόμηση, β) Χαρακτηρισμό και γ) Αξιολόγηση. Σημαντικό ρόλο παίζει η σχέση μεταξύ ποιοτικών και ποσοτικών δεδομένων στην εκτίμηση και περιγράφεται ως μια βήμα προς βήμα ερμηνεία, του σταδίου της απογραφής όπως φαίνεται στην εικόνα 3.3.



Εικόνα 3.3: Τα στάδια της μεθοδολογίας κατα SETAC

### 3.5 Εκτίμηση βελτιώσεων

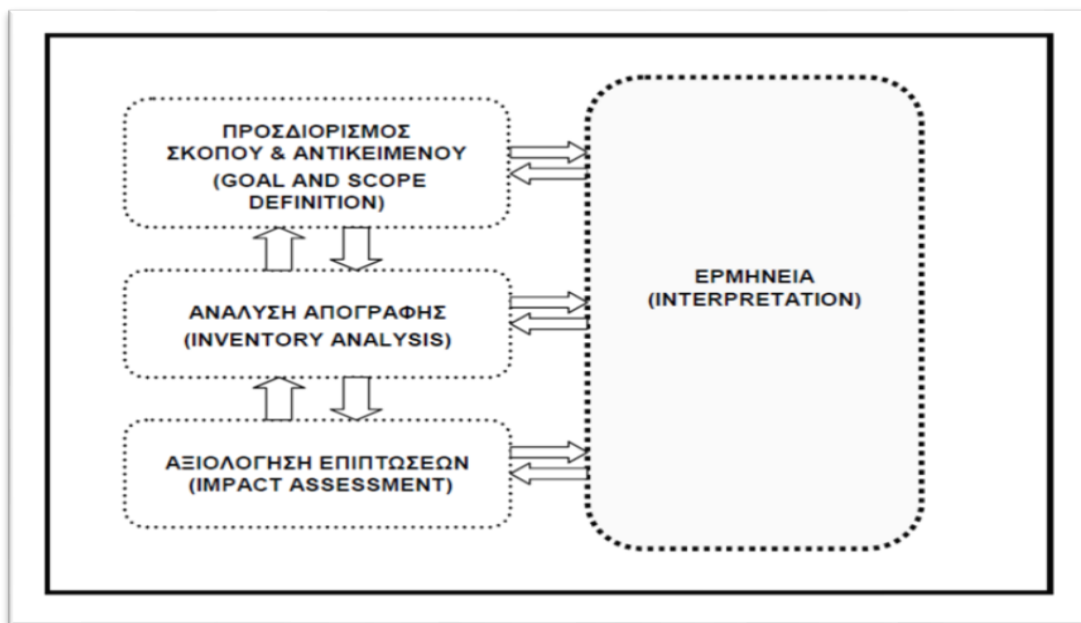
Ο οργανισμός SETAC ορίζει την εκτίμηση βελτιώσεων ως εξής: "Η εκτίμηση βελτιώσεων αποτελεί μια συστηματική αξιολόγηση των αναγκών και δυνατοτήτων για την μείωση της περιβαλλοντικής επιβάρυνσης που συνδέεται με τη χρήση ενέργειας, πρώτων υλών και τις περιβαλλοντικές εκπομπές καθ' ολη την διάρκεια του κύκλου ζωής των προϊόντων, των διεργασιών και υπηρεσιών. Η ανάλυση αυτή είναι δυνατό να περιέχει τόσο ποιοτικά όσο και ποσοτικά μέτρα βελτίωσης, όπως αλλαγές στο προϊόν, στην διεργασία, στο σχεδιασμό, στην χρήση των πρώτων υλών, στην χρήση από τον καταναλωτή και στην διαχείριση των απορριμμάτων".

Η εκτίμηση βελτιώσεων, το τέταρτο και τελευταίο στάδιο της μεθοδολογίας, με γνώμονα τα αποτελέσματα της ανάλυσης καταλήγει στην λήψη αποφάσεων ώστε να δρομολογηθούν δραστηριότητες που θα ωφελήσουν την παραγωγική διαδικασία σε συνδιασμό με την προστασία του περιβάλλοντος. Τα δεδομένα που έχουν συλλεγεί στο στάδιο της απογραφής δεδομένων χρησιμοποιούνται για να εντοπιστούν τα σημεία που επιδέχονται βελτίωση.

### 3.6 Η Ανάλυση Κύκλου Ζωής κατά τα πρότυπα του ISO 14040-14043

Ο διεθνής οργανισμός προτυποποίησης (ISO) στην προσπάθεια του να βοηθήσει ώστε η μεθοδολογία της ανάλυσης κύκλου ζωής να εξελιχθεί δομημένα σε ένα πρακτικό, εύχρηστο και πάνω από όλα αξιόπιστο εργαλείο, δημιούργησε τα 4 πρότυπα (14040,14041,14042,14043) τα οποία εντάσσονται στην οικογένεια προτύπων περιβαλλοντικής διαχείρισης ISO14040. Σύμφωνα λοιπόν με τον οργανισμό ISO η ανάλυση κύκλου ζωής αποτελείται από 4 στάδια, τα οποία είναι:

- α) Καθορισμός σκοπού και αντικειμένου της μελέτης- Goal and scope definition
- β) Απογραφή δεδομένων- Life cycle inventory (ISO 14041, 1998)
- γ) Εκτίμηση επιπτώσεων- Life cycle impact assessment (ISO 14042, 2000)
- δ) Ερμηνεία αποτελεσμάτων- Life cycle interpretation (ISO 14043, 2000)



**Εικόνα 3.4:** Βασικά στάδια αξιολόγησης Κύκλου Ζωής (Life Cycle Assessment, ISO 14040 1997)

Βασική διαφορά με την μεθοδολογία της SETAC είναι ότι η Εκτίμηση Βελτιώσεων που υπήρχε ως ξεχωριστό στάδιο πλέον στα πρότυπα ISO δεν θεωρείται, επιπλέον, προστίθεται στην μεθοδολογία ISO το στάδιο της Ερμηνείας αποτελεσμάτων που αλληλεπιδρά με τα υπόλοιπα 3 στάδια.



### **3.6.1 Καθορισμός σκοπού και αντικειμένου της μελέτης-Goal and scope definition (ISO 14040, 1997)**

Στο στάδιο αυτό ο μελετητής καθορίζει τους σκοπούς και τους στόχους του πλαισίου της ΑΚΖ, συμπεριλαμβανομένων των ορίων, του πλάτους και του βάθους ανάλυσης της μελέτης. Απαντώνται γενικά ερωτήματα όπως: α) ποιος ο σκοπός της ΑΚΖ, β) ποια απόφαση προορίζεται να στηρίξει η ανάλυση, γ) ποια είναι τα όρια της περιβαλλοντικής επίπτωσης ώστε να σχεδιαστούν δευτερεύουσες και τριτογενείς περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Περιλαμβάνει όλες τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις ή μόνο ένα προκαθορισμένο υποσύνολο των επιπτώσεων

Ο Καθορισμός του σκοπού και του αντικειμένου της μελέτης (ISO 14040, 1997) πρέπει να περιλαμβάνει τις εξής ενέργειες :

- 1) Ορισμός των αντικειμενικών στόχων της μελέτης: Σαφής σκοπός μελέτης και το πρόβλημα που καλείτε να αντιμετωπίσει.
- 2) Επιλογή λειτουργικής μονάδας: Μονάδα αναφοράς στην οποία ανατίθενται όλες οι περιβαλλοντικές επιβαρύνσεις και επιτρέπει την σύγκριση μεταξύ διαφορετικών υπηρεσιών και προϊόντων.
- 3) Καθορισμός ορίων συστήματος: Περιγραφή του υπό ανάλυση συστήματος και καθορισμός ξεκάθαρων ορίων.
- 4) Καθορισμός ποιότητας δεδομένων: Έμφαση σε αξιόπιστες πηγές

### **3.6.2 Απογραφή δεδομένων-Life cycle inventory (ISO 14041, 1998)**

Η Απογραφή δεδομένων (ISO 14041, 1998) να περιλαμβάνει τις εξής ενέργειες:

- δημιουργία διαγραμμάτων ροής,
- συλλογή δεδομένων,
- χρήση δεδομένων,
- μεθόδους κατανομής περιβαλλοντικών φορτίων,
- υπολογισμός περιβαλλοντικών φορτίων,
- αναγνώριση σημαντικότερων σταδίων με βάση τα περιβαλλοντικά φορτία.

Αποτέλεσμα της απογραφής δεδομένων αποτελούν η εκτενής καταγραφή όσων στοιχείων εισέρχονται (εισροές) και όσων εξέρχονται (εκροές) από το σύστημα. Οι εισροές (πρώτες ύλες, πόροι) και οι εκροές (εκπομπές αερίων, απόβλητα υγρά - στερεά) είναι χρήσιμο να παρουσιάζονται σε πίνακα για καλύτερη κατανόηση.

#### **Κατανομή Περιβαλλοντικών Επιβαρύνσεων**

Σε μερικές περιπτώσεις τίθεται θέμα κατανομής των περιβαλλοντικών επιβαρύνσεων ανάμεσα στα διάφορα προϊόντα εξαιτίας του γεγονότος ότι (Ekvall and Finnveden, 2001) :

- Το σύστημα περιέχει περισσότερα από ένα προϊόντα ή διεργασίες,
- Η επεξεργασία των αποβλήτων από τα διάφορα στάδια της κατεργασίας γίνεται σε ένα κοινό σύστημα επεξεργασίας αποβλήτων,

- Το σύστημα περιέχει τουλάχιστον ένα βρόγχο ανακύκλωσης.

Συχνά η κατανομή των επιβαρύνσεων γίνεται με βάση τη μάζα των προϊόντων. Στην πρώτη περίπτωση που στο σύστημα υπάρχουν δυο προϊόντα, η κατανομή των περιβαλλοντικών επιβαρύνσεων ανάμεσα τους γίνεται με βάση τη σχέση των μαζών τους στο σύστημα. Στην δεύτερη περίπτωση που η επεξεργασία των αποβλήτων, από όλα τα στάδια της βιομηχανικής παραγωγής, γίνεται σε ένα κοινό στάδιο (στάδιο επεξεργασίας των αποβλήτων), η κατανομή των ρύπων που προέρχονται από αυτή καθ' αυτή την επεξεργασία των αποβλήτων γίνεται με βάση την μάζα τους. Με αυτό το τρόπο το κύριο προϊόν επιβαρύνεται μόνο με τους ρύπους που του αναλογούν. Στην τρίτη περίπτωση, που περιέχεται τουλάχιστον ένας βρόγχος ανακύκλωσης, από το σύστημα Α ξεκινάει μια ενέργεια και καταλήγει μέσω του βρόγχου ανακύκλωσης στο σύστημα Β για να χρησιμοποιηθεί ως πρώτη ύλη. Αυτά τα δυο συστήματα φαινομενικά εξυπηρετούν δυο διαφορετικές λειτουργίες, στην πραγματικότητα σχετίζονται μεταξύ τους, διότι οι όποιες μεταβολές στις εισόδους του συστήματος Α επηρεάζουν τις εισόδους στο σύστημα Β. Με βάση αυτή την αλληλεπίδραση πρέπει να εκτελούνται διαδοχικά οι υπολογισμοί. Όταν υπάρχουν πολλοί ανοιχτοί βρόγχοι ανακύκλωσης μέσα σε ένα σύστημα (π.χ. τα προϊόντα ενός διυλιστηρίου), το κάθε σύστημα θα πρέπει να αντιμετωπίζεται ως ανεξάρτητο. Στην παρούσα εργασία η κατανομή περιβαλλοντικών επιβαρύνσεων δεν κρίνεται απαραίτητη αφού οι βιομηχανίες που εξετάζονται δεν περιλαμβάνονται στις τρεις πάραπανω προϋποθέσεις. Η κάθε μια εξετάζεται για ένα και μόνο τελικό προϊόν χωρίς βρόγχο ανακύκλωσης και χωρίς κοινό σύστημα επεξεργασίας αποβλήτων.

### **3.6.3 Εκτίμηση επιπτώσεων - Life cycle impact assessment (ISO 14042, 2000)**

Η εκτίμηση των επιπτώσεων είναι μια ποσοτική και ποιοτική διαδικασία που χρησιμοποιείται, για να χαρακτηρίσει και να εκτιμήσει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις που προσδιορίζονται κατά την φάση της απογραφής δεδομένων. Η περιβαλλοντική επίπτωση ενός προϊόντος μπορεί να περιγραφεί με διάφορους τρόπους, αλλά γενικά καταλήγει στον υπολογισμό της επίπτωσης του προϊόντος εξετάζοντας τις εκροές, τις επιδράσεις ή καταστροφές που προκαλούνται σε μια ή περισσότερες φάσεις του κύκλου ζωής. Ένα προϊόν ή σύστημα έχει κάποιες εκροές που αντιστοιχούν σε επιπτώσεις στο περιβάλλον, στο στάδιο αυτό ουσιαστικά γίνεται η αντιστοίχιση των εκπομπών με συγκεκριμένα κρούσματα (π.χ όξινση), υιοθετώντας μια προσέγγιση που αναλύει το πώς η χρήση της πρώτης ύλης καταλήγει στις συγκεκριμένες επιπτώσεις στο περιβάλλον. Αρχικά, τα στοιχεία ταξινομούνται σε μια κατηγορία επιπτώσεων. Κατόπιν, τα στοιχεία αυτά χαρακτηρίζονται μέσα στις κατηγορίες επιπτώσεων. Η αξιολόγηση των επιπτώσεων αποτελείται σε γενικές γραμμές από τα ακόλουθα βήματα :

- τον προσδιορισμό της κατηγορίας επίπτωσης (category definition),
- την ταξινόμηση (classification),
- τον χαρακτηρισμό (characterization),
- κανονικοποίηση (normalisation),
- στάθμιση (weighting),

Τα βήματα αυτά αναλύονται περαιτέρω, θεωρητικά αλλά και πρακτικά στο κεφάλαιο 5 όπου γίνεται η ανάλυση των αποτελεσμάτων της ΑΚΖ. Η κανονικοποίηση και η στάθμιση μερικές φορές δεν χρησιμοποιούνται επειδή θεωρούνται προαιρετικά στάδια, στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκαν με στόχο την καλύτερη δυνατή εικόνα για το πρόβλημα που αντιμετωπίζει η εργασία. Οι ενέργειες που πρέπει να γίνουν στο στάδιο της εκτίμησης επιπτώσεων είναι:

- α) Επιλογή των κατηγοριών επιπτώσεων,
- β) επιλογή των ρευμάτων που θα αθροιστούν ανα κατηγορία επίπτωσης,
- γ) καθορισμός της συνεισφοράς των ρευμάτων ανα κατηγορία επιπτώσεων,
- δ) υπολογισμός των επιπτώσεων,
- ε) αναγνώριση των μεγαλύτερων ρευμάτων ανα κατηγορία επίπτωσης.

Σύμφωνα με το πρότυπο ISO 14042, το οποίο αφορά στην εκτίμηση επιπτώσεων τρεις είναι οι μεγάλες κατηγορίες επιπτώσεων που θα πρέπει να λαμβάνονται πάντα υπόψη σε μια μελέτη ΑΚΖ και αυτές είναι:

1. Επιπτώσεις στο οικοσύστημα
2. Επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία
3. Επιπτώσεις στους φυσικούς πόρους

### **3.6.4 Ερμηνεία αποτελεσμάτων-Life cycle interpretation (ISO 14043, 2000)**

Η ερμηνεία είναι μια συστηματική διαδικασία προσδιορισμού, καταλληλότητας, ελέγχου και εκτίμησης των πληροφοριών από τα συμπεράσματα της ανάλυσης απογραφής δεδομένων ή / και την εκτίμηση των επιδράσεων ενός συστήματος και τα παρουσιάζει προκειμένου να καλυφθούν οι απαιτήσεις της εφαρμογής, όπως περιγράφονται στη φάση προσδιορισμού του σκοπού και του αντικειμένου της μελέτης. Είναι μια διαδικασία επικοινωνίας και έχει σχεδιαστεί για να δώσει αξιοπιστία στα αποτελέσματα των περισσότερων τεχνικών φάσεων της ΑΚΖ, δηλαδή στην φάση της απογραφής των δεδομένων, την φάση της εκτίμησης, και είναι κατανοητή και χρήσιμη στους λήπτες αποφάσεων. Η ερμηνεία περιέχει τα ακόλουθα κύρια στοιχεία:

- Αξιολόγηση αποτελεσμάτων
- Ανάλυση αποτελεσμάτων
- Συμπεράσματα και Συστάσεις.

Η ερμηνεία εκτελείται παράλληλα με τις άλλες φάσεις της ΑΚΖ. Εάν τα αποτελέσματα της φάσης απογραφής δεδομένων ή της φάσης εκτίμησης επιπτώσεων δεν ικανοποιούν τις απαιτήσεις που καθορίζονται στην φάση προσδιορισμού σκοπού και αντικειμένου, η φάση απογραφής δεδομένων πρέπει να βελτιωθεί για παράδειγμα με την επιθεώρηση των ορίων του συστήματος, περαιτέρω συλλογή δεδομένων κλπ. Στην συνέχεια να ακολουθήσει μια πιο βελτιωμένη εκτίμηση επιπτώσεων. Αυτή η επαναληπτική διαδικασία πρέπει να επαναλαμβάνεται έως ότου ικανοποιηθούν οι απαιτήσεις της φάσης προσδιορισμού του σκοπού και του αντικειμένου της μελέτης. Οι ενέργειες που πρέπει να γίνουν στο στάδιο της ερμηνείας είναι εξής:

- α) αναγνώριση δυνατών και αδύνατων σημείων στην μελέτη,
- β) εκπλήρωση των στόχων της μελέτης,

Ανάλυση Επιπτώσεων Οικοβιομηχανικού Πάρκου με την χρήση Ανάλυσης Κύκλου Ζωής

- γ) επιβεβαίωση των αποτελεσμάτων,
- δ) ανάλυση ευαισθησίας,
- ε) προτάσεις.

## 4 Λογισμικό ανάλυσης κύκλου ζωής και εκτίμησης περιβαλλοντικών επιπτώσεων - OpenLCA

---

### 4.1 Εισαγωγή

Η αναγκαιότητα για ανάλυση κύκλου ζωής διάφορων προϊόντων έχει οδηγήσει στην ανάπτυξη λογισμικών τα οποία με τη σειρά τους βοηθούν στην μελέτη και την ανάλυση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Ο μεγάλος όγκος δεδομένων και οι πολλαπλοί υπολογισμοί που χρειάζονται κατά την ανάλυση του κύκλου ζωής ενός προϊόντος, είναι οι κυριότεροι λόγοι για τους οποίους απαιτείται η χρήση ενός λογισμικού. Η δυνατότητα εύκολης και γρήγορης ανάλυσης μέσω ενός λογισμικού, δίνει την ευκαιρία στους ανθρώπους παραγωγής να βελτιώσουν τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις των προϊόντων τους, προδιαγράφοντας ένα καλύτερο αύριο. Η ανάπτυξη των λογισμικών αυτών είναι ακόμη σε εξέλιξη, αλλά η αναγκαιότητα τους, τα καθιστά βασικά εργαλεία μεταξύ των αναλυτών. Η επεξεργασία και η ανάλυση στην παρούσα διπλωματική εργασία έγινε με την χρήση του λογισμικού OpenLCA.

#### 4.1.1 Λογισμικό OpenLCA

Το λογισμικό OpenLCA αναπτύχθηκε από την εταιρεία GreenDeltaTC GmbH η οποία εδρεύει στην Γερμανία. Είναι ένα αναπτυσσόμενο λογισμικό ανοιχτού κώδικα και διατίθεται δωρεάν μέσω της ιστοσελίδας sourceforge (<http://www.sourceforge.net/projects/openlca>). Παρέχει ένα ολοκληρωμένο περιβάλλον για τους υπολογισμούς της ανάλυσης του κύκλου ζωής, όπως επίσης παρέχει εφαρμογές για την εκτίμηση, τον υπολογισμό, την μελέτη και την ανάλυση επιπτώσεων στο περιβάλλον με βάση διεθνή πρότυπα. Υποστηρίζεται από εταιρείες όπως η PRÉ Consultants η οποία είναι φημισμένη για τα λογισμικά που διαθέτει για την διευκόλυνση της ανάλυσης κύκλου ζωής (SimaPro).

Η βασική ιδέα για την υλοποίηση του OpenLCA ήταν η δημιουργία ενός γρήγορου, αξιόπιστου, υψηλής απόδοσης λογισμικού για την αξιολόγηση της βιωσιμότητας και την ανάλυση του κύκλου ζωής στα πλαίσια του «Λογισμικού ανοιχτού κώδικα». Οι δημιουργοί του OpenLCA, θέλησαν να διαθέσουν στο κοινό ένα ελεύθερο, δωρεάν και ανοιχτού κώδικα λογισμικό το οποίο να είναι διαθέσιμο καλή εμφάνιση και να είναι εύχρηστο ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην εκπαίδευση, στην πρακτική και φυσικά να καλύψει τις ανάγκες που έχει ένας αναλυτής ποιότητας.

Το OpenLCA συνεχίζει να αναπτύσσεται έχοντας βοήθεια για τη διόρθωση λαθών, καθώς και για την περαιτέρω ανάπτυξη του λογισμικού με επιπλέον λειτουργίες, από τους χρήστες του. Το βασικό προτέρημά του, είναι η διάθεση του κώδικα στο κοινό, γεγονός που δίνει μεγαλύτερη ελευθερία στον χρήστη. Κάθε χρήστης του συστήματος, που ασχολείται επίσης με την δημιουργία λογισμικών, μπορεί να υλοποιήσει επιπλέον λειτουργίες σύμφωνα με τις προδιαγραφές του συστήματος, και να προσαρμόσει τον τρόπο αυτό το σύστημα στις ανάγκες του. Επιπλέον, ένα λογισμικό ανοιχτού κώδικα μπορεί να αναπτύσσεται και να

εξελίσσεται με πιο γρήγορους ρυθμούς λόγω της βοήθειας που μπορεί να δέχεται από κάθε χρήστη.

Η εταιρεία ανάπτυξης του λογισμικού, είχε ξεκινήσει την υλοποίηση του το φθινόπωρο του 2006 και η πρώτη έκδοση ήταν έτοιμη την άνοιξη του 2008. Διατίθεται δωρεάν σύμφωνα με τους κανονισμούς της άδειας, GNU General Public License, GPL. Σύμφωνα με την άδεια αυτή, το λογισμικό είναι στη διάθεση του χρήστη, ο οποίος μπορεί να το αλλάξει και να το αναδιανέμει στο κοινό αλλά πρέπει να το αναδιανέμει μόνο ως λογισμικό ανοιχτού κώδικα.

Το λογισμικό αυτό έχει καταφέρει να εκπληρώσει τέσσερις βασικούς στόχους που είχαν τεθεί κατά τον σχεδιασμό του. Ο πρώτος βασικός στόχος που έχει εκπληρωθεί, ήταν να δημιουργηθεί ένα modular framework για τον υπολογισμό και την αξιολόγηση του κύκλου ζωής των υλικών, συμπεριλαμβανομένης της εκτίμησης των επιπτώσεων. Το περίπλοκο σημείο στην αξιολόγηση των επιπτώσεων προκαλείται από τη δυσκολία σύγκρισης των μεθόδων αξιολόγησης. Η υλοποίηση ενός μετατροπέα για την διαδικασία της μετατροπής από τη μια μορφή αξιολόγησης στην άλλη, με τρόπο αποτελεσματικό και αξιόπιστο, ήταν ένας από τους βασικούς στόχους. Επίσης, η δημιουργία ενός ένθετου για τον καθορισμό, την αξιολόγηση και την ερμηνεία της αβεβαιότητας στα μοντέλα κύκλου ζωής καθώς και η ανάπτυξη μιας κοινότητας χρηστών και συνεργατών ήταν από τους βασικούς στόχους που τέθηκαν κατά την υλοποίηση αυτής της εργασίας και εκπληρώθηκαν ικανοποιητικά με την πρώτη έτοιμη για χρήση, έκδοση του λογισμικού.

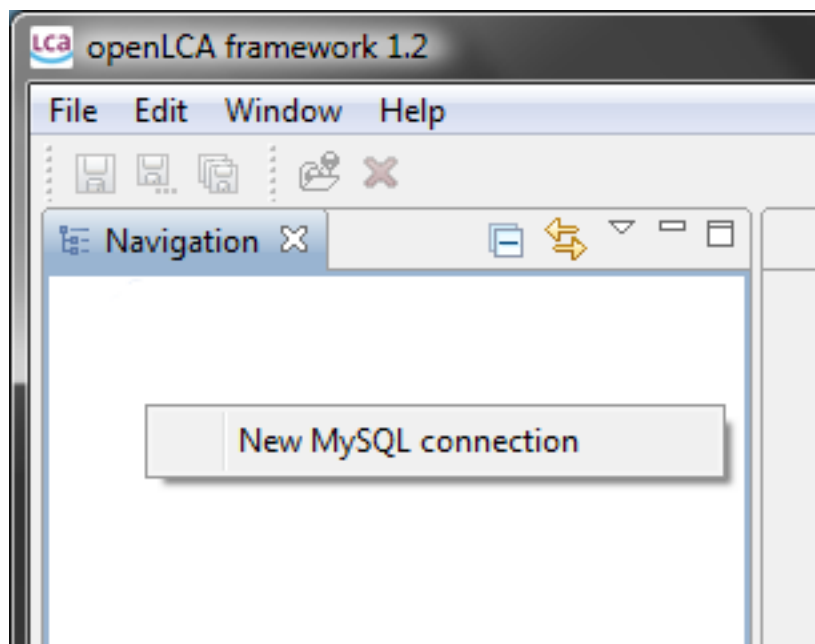
Το OpenLCA έχει κατορθώσει να ικανοποιήσει τα αιτήματα των αναλυτών και να προσφέρει ένα πλήρες λογισμικό για την ανάλυση του κύκλου ζωής των προϊόντων και την αξιολόγηση των επιπτώσεων στο περιβάλλον. Προσφέρει μια ολοκληρωμένη, αξιόπιστη και ελεύθερη λύση στο πρόβλημα της ανάλυσης και της αξιολόγησης του κύκλου ζωής. Η τρέχουσα έκδοση του λογισμικού είναι η 1.2 και έχει δημοσιευθεί το 2011 και είναι η έκδοση που χρησιμοποιείται στην παρούσα εργασία.

#### **4.1.2 Εγκατάσταση**

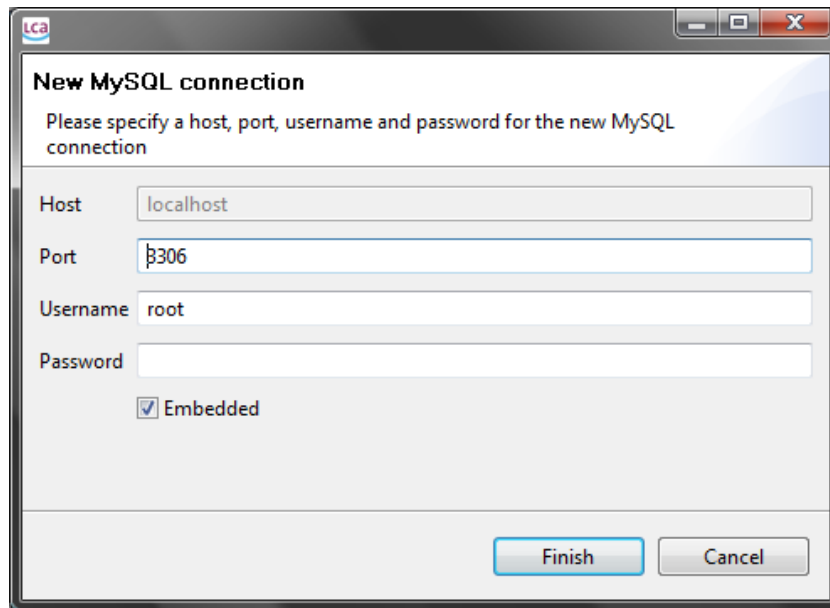
Η εγκατάσταση του OpenLCA γίνεται εύκολα ανοίγοντας απλά το αρχείο (*openlca 20110920-win-32bit.exe* – για windows) που μπορεί να κατέβει από τη σελίδα <http://www.sourceforge.net/projects/openlca> και ακολουθώντας τα βήματα που δίνονται μέσα από το πρόγραμμα εγκατάστασης. Οι επιπλέον απαιτήσεις σε λογισμικά για να υποστηρίξουν τη λειτουργία του είναι ελάχιστες και εγκαθίστανται μαζί με το πρόγραμμα εγκατάστασης. Για την χρήση του χρειάζεται να υπάρχει εγκατεστημένο το Java runtime environment, JRE, με αριθμό έκδοσης 1.6 ή μεγαλύτερο. Τα περισσότερα συστήματα έχουν ήδη εγκατεστημένο το πακέτο αυτό αλλά αν δεν υπάρχει μπορεί να κατέβει από την επίσημη ιστοσελίδα της Java (<http://java.com>). Επίσης, χρειάζεται να υπάρχει εγκατεστημένος ένας MySQL server ο οποίος εγκαθίσταται μαζί με την εγκατάσταση του OpenLCA για windows (για υποστήριξη σε Mac συστήματα πρέπει να κατέβει ξεχωριστά - δίνονται οδηγίες στη σελίδα του OpenLCA ([http://www.openlca.org/documentation/index.php/Installing\\_MySQL\\_on\\_a\\_MAC](http://www.openlca.org/documentation/index.php/Installing_MySQL_on_a_MAC))). Κατά την εγκατάσταση και κατά την λειτουργία του OpenLCA θα ζητηθεί να δοθεί πρόσβαση στον MySQL server μέσω του firewall του συστήματος για να μην αποκόψει την λειτουργία. Αυτές είναι οι απαιτήσεις του OpenLCA σε σχέση με τα λογισμικά υποστήριξης που χρειάζεται. Οι απαιτήσεις του συστήματος για την σωστή λειτουργία του λογισμικού οι οποίες συστήνονται αλλά δεν είναι υποχρεωτικές, είναι να υπάρχει τουλάχιστον

επεξεργαστής με ταχύτητα 2GHz, μνήμη RAM 512MB και ελεύθερος χώρος στον δίσκο γύρω στα 500MB.

Μετά την εγκατάσταση, η πρώτη λειτουργία του λογισμικού θα εμφανίσει ένα άδαιο παράθυρο, και η πρώτη διαδικασία που χρειάζεται να γίνει είναι να δημιουργηθεί μια σύνδεση με τον MySQL server. Για να δημιουργηθεί σύνδεση με τον MySQL server πρέπει με δεξί κλικ στο άδαιο «Navigation» παράθυρο και στη συνέχεια κλικ στο «New MySQL Connection». Κατά την δημιουργία της σύνδεσης εμφανίζεται ένα παράθυρο με τα στοιχεία που θα έχει η σύνδεση. Δεν χρειάζεται να αλλάξουν τα στοιχεία αυτά και πατώντας στο «Finish» η σύνδεση είναι έτοιμη. Στις εικόνες 4.1 και 4.2 εμφανίζεται η διαδικασία σύνδεσης με τον MySQL server.

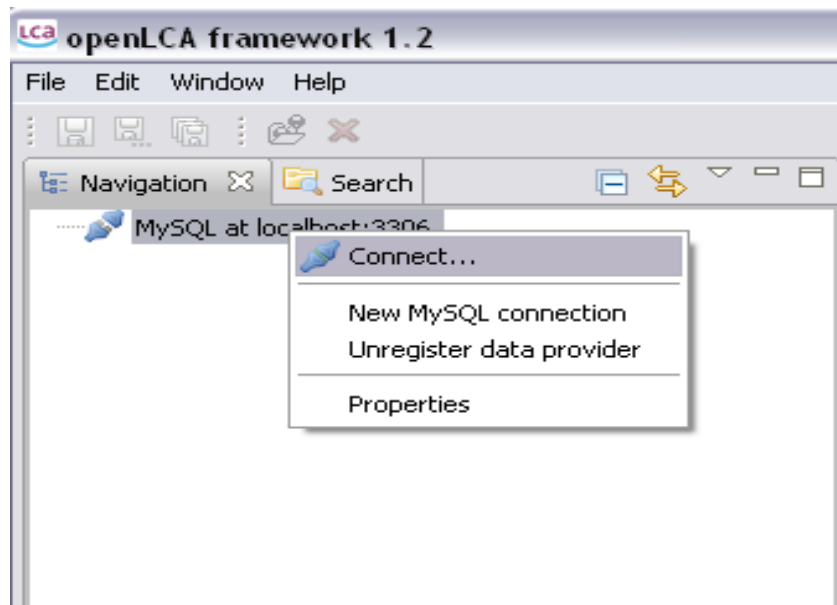


**Εικόνα 4.1:** Σύνδεση στο MySQL server



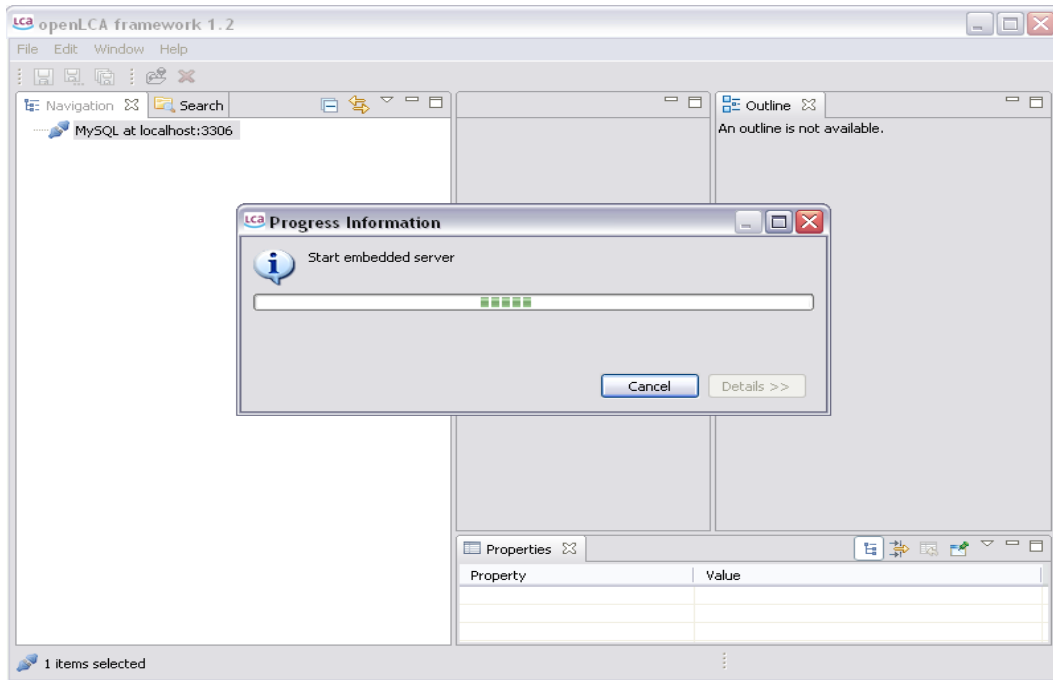
**Εικόνα 4.2:** Σύνδεση στο MySQL server - στοιχεία σύνδεσης

Στη συνέχεια, η σύνδεση που δημιουργήθηκε πρέπει να ενεργοποιηθεί κάνοντας δεξί κλικ πάνω στην σύνδεση που μόλις δημιουργήθηκε και στη συνέχεια στην επιλογή «Connect...» (Εικόνα 4.3)



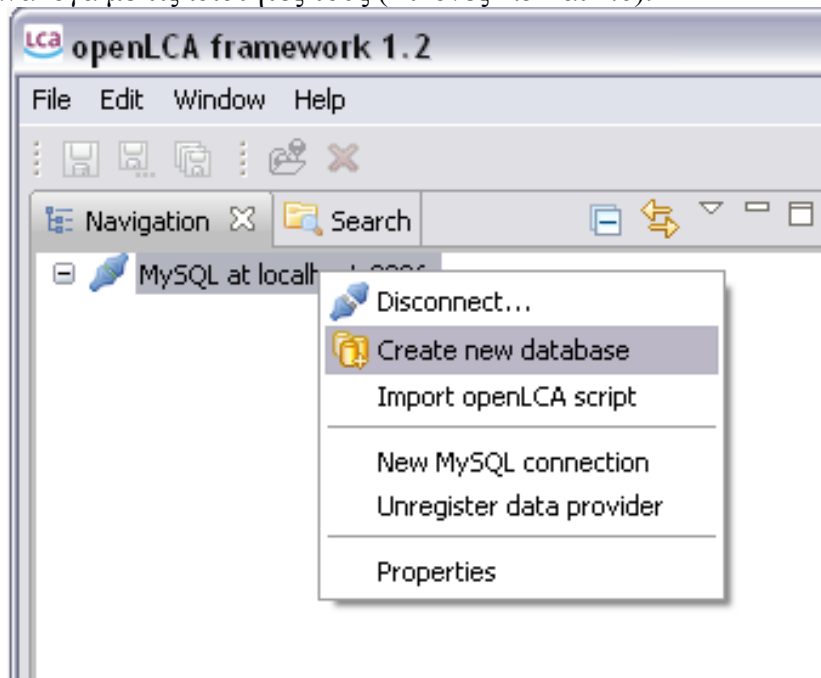
**Εικόνα 4.3:** Ενεργοποίηση του MySQL server



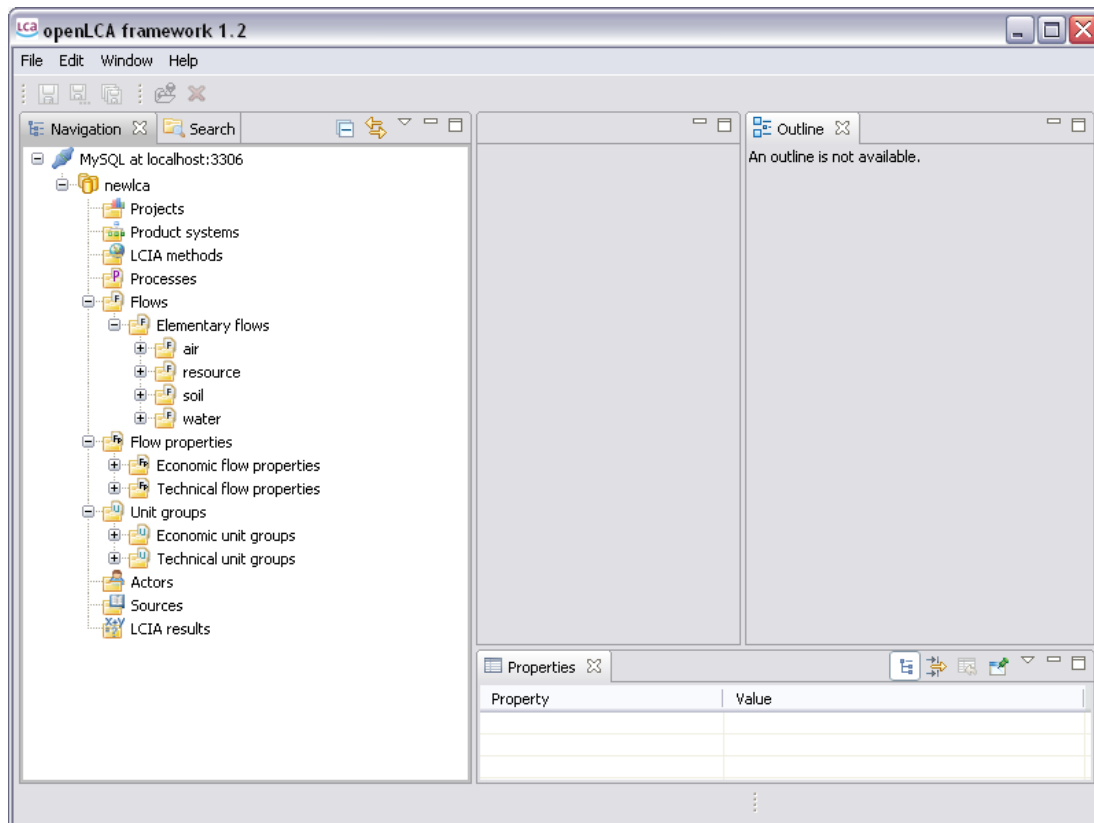


**Εικόνα 4.4:** Ενεργοποίηση του MySQL server - διαδικασία ενεργοποίησης

Η σύνδεση στον MySQL server είναι ενεργοποιημένη τώρα και μπορεί να δημιουργηθεί μια καινούρια βάση η οποία κρίνεται απαραίτητη για την ανάλυση. Η δημιουργία καινούριας βάσης επιτυγχάνεται κάνοντας δεξί κλικ πάνω στην ενεργοποιημένη σύνδεση και στη συνέχεια «Create New Database». Με την δημιουργία καινούριας βάσης εμφανίζονται στο παράθυρο τα στοιχεία που αποτελούν μια ολοκληρωμένη ανάλυση κύκλου ζωής, χωρισμένα σε φακέλους ανάλογα με τις ιδιότητες τους (Εικόνες 4.5 και 4.6).



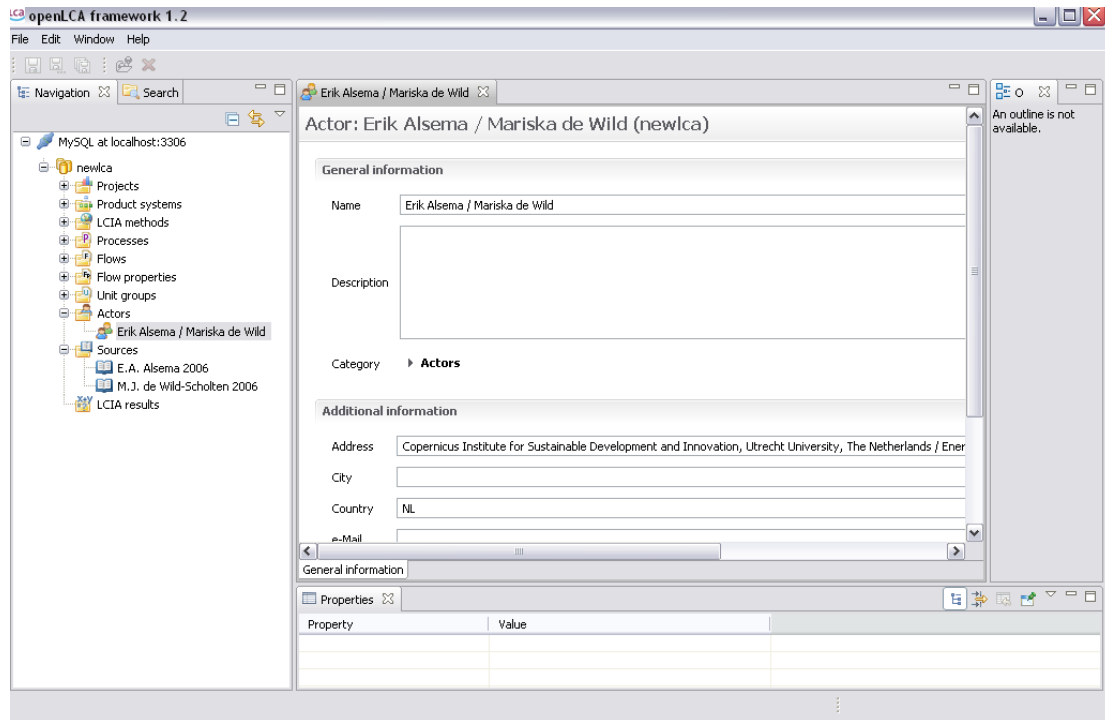
**Εικόνα 4.5:** Δημιουργία καινούριας βάσης



Εικόνα 4.6: Αρχικά στοιχεία βάσης

## 4.2 Δομικά στοιχεία

Το OpenLCA με τη δημιουργία καινούριας βάσης, προσφέρει τα βασικά στοιχεία που μπορεί να χρειαστούν κατά τα πρώτα βήματα μιας ανάλυσης κύκλου ζωής. Περιέχει στοιχειώδη ροές, μονάδες μέτρησης και τμήματα τα οποία περιλαμβάνονται σε βάσεις δεδομένων όπως οι ecoinvent, NREL US-LCI και ELCDH. Η οργανωμένη διεπαφή χρήστη που προσφέρει το λογισμικό δίνει αμέσως μια γενική εικόνα για τις δυνατότητες που παρέχει στον χρήστη. Μια οργανωμένη σε κατηγορίες διεπαφή, με εύκολα κατανοητούς όρους για την ανάλυση του κύκλου ζωής, αποτελεί σημαντικό στοιχείο για να κατανοήσει άμεσα ο κάθε χρήστης τη λειτουργία που επιδιώκει με την χρήση του λογισμικού. Το λογισμικό διαθέτει έναν εύχρηστο επεξεργαστή κειμένου ο οποίος επικεντρώνεται στα στοιχεία που χρειάζονται επεξεργασία, δίνοντας μια ξεκάθαρη εικόνα στον χρήστη για τα στοιχεία που μπορεί να αλλάξει. Μια ακόμη δυνατότητα που δίνεται στον χρήστη μέσω του επεξεργαστή κειμένου, είναι η επιλογή Drag & Drop. Με την επιλογή αυτή ο χρήστης δεν χρειάζεται να πληκτρολογεί τον τίτλο του αντικειμένου που χρειάζεται να προσθέσει στην συγκεκριμένη θέση, απλά αρκεί να το επιλέξει από την κατηγορία, να κρατήσει πατημένο το κλικ του «ποντικιού» και να το «σύρει» στο πεδίο που χρειάζεται την συγκεκριμένη εγγραφή (Εικόνα 4.7). Η δυνατότητα αυτή δίνει μεγαλύτερη ευχέρια και πιο γρήγορη ανταπόκριση του συστήματος στις εντολές του χρήστη, έτσι μπορεί εύκολα και γρήγορα να χειρίζεται εγγραφές σε πίνακες ή ακόμη και σε απλό στοιχείο κειμένου. Το OpenLCA παρέχει επίσης ένα απλό και εύχρηστο μενού επιλογών μέσα από το οποίο προσφέρει κοινές και χρήσιμες συναρτήσεις για την διαχείριση των αποτελεσμάτων και τις ρυθμίσεις του λογισμικού.



**Εικόνα 4.7:** Παράδειγμα επεξεργαστή κειμένου

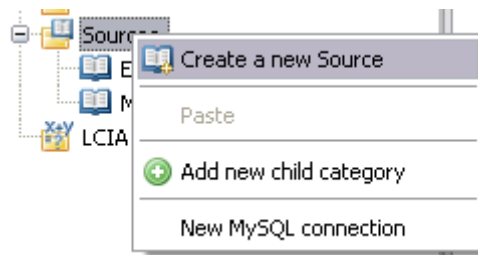
Το OpenLCA όπως τα περισσότερα προγράμματα ανάλυσης και αξιολόγησης κύκλου ζωής περιέχει τα κυριότερα στοιχεία που χρησιμοποιούνται κατά την ανάλυση. Το λογισμικό χωρίζει σε κατηγορίες τις οντότητες που αποτελούν ένα σύστημα ανάλυσης κύκλου ζωής. Τα δομικά αυτά στοιχεία είναι:

1. Οι πηγές του συστήματος (Sources),
2. Οι ανθρώπινες οντότητες – χρήστες του συστήματος (Actors),
3. Οι μονάδες μέτρησης – σύνολο μονάδων για μια ροή (Unit Groups),
4. Ο Χαρακτηρισμός των μονάδων μέτρησης για μια ροή (Flow Properties),
5. Οι ροές (Flows)
6. Οι διαδικασίες (Processes)
7. Οι μέθοδοι αξιολόγησης επιπτώσεων (LCIA methods)
8. Το σύστημα προϊόντος (Product System)
9. Η τελική εργασία – Σύγκριση συστημάτων (Projects)

Ένα οποιοδήποτε στοιχείο της βάσης ενεργοποιείται κάνοντας διπλό κλικ με το «ποντίκι» στον τίτλο του στοιχείου. Για να δημιουργηθεί ένα καινούριο στοιχείο επιλέγονται η κατηγορία ή αν υπάρχει η υποκατηγορία του στοιχείου και προστίθεται, και κάνοντας δεξί κλικ πάνω στον αντίστοιχο φάκελο όπου εμφανίζονται οι επιλογές «Create new {source, actor etc}», «Add new child category» και επιλέγοντας το κατάλληλο μπορεί να δημιουργηθεί ένα ιεραρχικό σύστημα καταχωρήσεων. Για την επεξεργασία των στοιχείων ανοίγει σε καινούριο «παράθυρο» ο επεξεργαστής που υπάρχει ενσωματωμένος στην εφαρμογή. Με κάθε αλλαγή που γίνεται σε οποιοδήποτε στοιχείο, χαρακτηρίζεται με ένα \* δίπλα από τον τίτλο του στο παράθυρο του επεξεργαστή, γεγονός που υποδεικνύει στον χρήστη ότι έχουν γίνει αλλαγές και χρειάζονται αποθήκευση. Για την αποθήκευση των στοιχείων χρησιμοποιούνται οι επιλογές που είναι διαθέσιμες στο μενού της εφαρμογής.

#### 4.2.1 Πηγές συστήματος (Sources)

Οι πηγές του συστήματος είναι οποιεσδήποτε αναφορές που χρησιμοποιήθηκαν κατά την ανάλυση του κύκλου ζωής. Το OpenLCA ξεχωρίζει τα στοιχεία αυτά, δίνοντας τη δυνατότητα στον χρήστη να καταγράψει πληροφορίες όπως άρθρα, εργασίες, βιβλία και άλλες βάσεις ώστε να υπάρχει μια ολοκληρωμένη βιβλιοθήκη με τα στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν κατά την ανάλυση (Εικόνα 4.8 και 4.9)



Εικόνα 4.8: Δημιουργία καινούριας πηγής

A screenshot of the OpenLCA software interface showing the details of a source. The window title is 'E.A. Alsema 2006'. The source name is 'E.A. Alsema 2006 (newlca)'. The 'General information' section includes a 'Name' field with 'E.A. Alsema 2006', a 'Description' field, and a 'Category' dropdown set to 'Sources'. The 'Additional information' section includes a 'Doi' field, a 'Text reference' field with the text 'Environmental impacts of PV electricity generation - a critical comparison of energy supply options, 21th European Photovoltaic Solar Energy Conference, Dresden, Germany, 4-8 September 2006', and a 'Year' field with '2006'. The 'General information' section is highlighted at the bottom.

Εικόνα 4.9: Στοιχεία για επεξεργασία μιας πηγής

#### 4.2.2 Ανθρώπινες οντότητες – χρήστες συστήματος (Actors)

Οι ανθρώπινες οντότητες είναι οι χρήστες που αλληλεπιδρούν με το σύστημα. Χρήστης του συστήματος μπορεί να είναι κάποιος που μπορεί να προσθέσει, να αφαιρέσει, να αλλάξει δεδομένα του συστήματος. Μπορεί επίσης να είναι ένα άτομο το οποίο έγραψε μια αναφορά ή εργασία η οποία χρησιμοποιήθηκε στην ανάλυση. Ένας χρήστης με αυτά τα χαρακτηριστικά μπορεί να είναι μεμονωμένο άτομο ή ένας οργανισμός. Η εφαρμογή δίνει την

ευκαιρία στον αναλυτή, να καταγράψει τα στοιχεία επικοινωνίας (όνομα, διεύθυνση, τηλέφωνο κτλ.) όλων των χρηστών γεγονός που καθιστά τα αποτελέσματα πιο αξιόπιστα και ειλικρινή (Εικόνα 4.10)

Erik Alsema / Mariska de Wild

Actor: Erik Alsema / Mariska de Wild (newlca)

General information

Name Erik Alsema / Mariska de Wild

Description

Category ▶ Actors

Additional information

Address Copernicus Institute for Sustainable Development and Innovation, Utrecht University, The Netherlands / Energy research Center of the Netherlands, Petten, The Netherlands

City

Country NL

e-Mail

Telefax -

Telephone -

Website

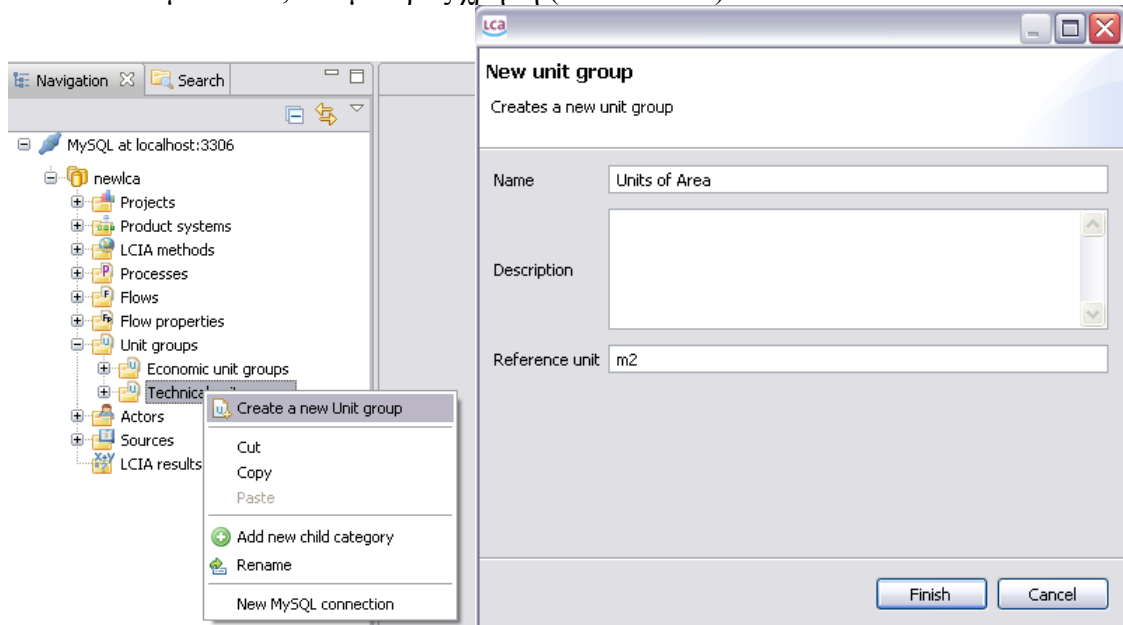
Zip code

Εικόνα 4.10: Στοιχεία χρήστη συστήματος (Actors)


### 4.2.3 Μονάδες μέτρησης – σύνολο μονάδων μέτρησης (Unit Groups)

Οι μονάδες μέτρησης, όπως το μέτρο (m), το λίτρο (L), τα κιλά (Kg) για τις ανάγκες της ανάλυσης ομαδοποιούνται σε Unit Groups. Ένα Unit Group περιλαμβάνει όλα τα πολλαπλάσια ενός μετρήσιμου μεγέθους. Για παράδειγμα, ένα σύνολο το οποίο περιγράφει την επιφάνεια του χώρου, περιλαμβάνει τα μετρήσιμα μεγέθη για το εμβαδόν, όπως  $m^2$ ,  $km^2$ ,  $ft^2$  κτλ. Κάθε σύνολο μονάδων μέτρησης (unit group) έχει καθορισμένο μια μονάδα αναφοράς (reference unit). Το reference unit ορίζεται σε κάθε unit group ώστε όλα τα μεγέθη που ανήκουν στο σύνολο να έχουν ένα κοινό μέτρο σύγκρισης. Πριν από κάθε υπολογισμό και επεξεργασία του συστήματος, όλες οι μονάδες μέτρησης που ανήκουν στο ίδιο σύνολο, μετατρέπονται με βάση τη μονάδα αναφοράς για να υπάρχει ομοιομορφία και αξιοπιστία στα αποτελέσματα. Κατά την δημιουργία καινούριας ομάδας μονάδων μέτρησης καταχωρείται υποχρεωτικά ένα όνομα που περιγράφει το σύνολο και η μονάδα αναφοράς που θα έχει η ομάδα των μετρήσιμων στοιχείων (Εικόνα 4.11). Επίσης, μπορεί να καταχωρηθεί προαιρετικά μια περιγραφή του συνόλου. Αφού δημιουργηθεί το unit group ανοίγει ο επεξεργαστής κειμένου της εφαρμογής στον οποίο εμφανίζονται τα στοιχεία που εισήχθησαν προηγουμένως, έχοντας καταχωρημένο ως unit τη μονάδα αναφοράς που ορίστηκε. Η μονάδα αναφοράς πρέπει να είναι μοναδική και να μην ανήκει σε άλλο unit group. Η χρησιμοποίηση ενός ήδη υπάρχοντος unit group γίνεται με διπλό κλικ πάνω στο όνομα του group και έτσι ανοίγει ένα παράθυρο με τον επεξεργαστή. Μέσα από το «παράθυρο» του επεξεργαστή μπορούν να προστεθούν μονάδες μέτρησης που ανήκουν στο σύνολο που δημιουργήθηκε, μπορεί να διαγραφεί μια μονάδα ή μπορεί να αλλαχθεί η μονάδα αναφοράς. Σημαντικό σημείο κατά την προσθήκη καινούριας μονάδας μέτρησης καθώς και κατά την αλλαγή της μονάδας αναφοράς, είναι το πεδίο "conversion factor" το οποίο είναι ο παράγοντας

μετατροπής της καινούριας μονάδας με βάση την μονάδα αναφοράς. Ο παράγοντας μετατροπής για τη μονάδα αναφοράς πάντα είναι 1. Το λογισμικό, διαθέτει από την αρχή τα βασικά σύνολα μονάδων, έτοιμα προς χρήση (Εικόνα 4.12).



**Εικόνα 4.11:** Δημιουργία καινούριας ομάδας μονάδων - Unit groups



Unit group: Units of area (newlca) 



**General information**











Name: Units of area

Description:

Category: **Technical unit groups**

Default flow property:  Area 

**Units**  

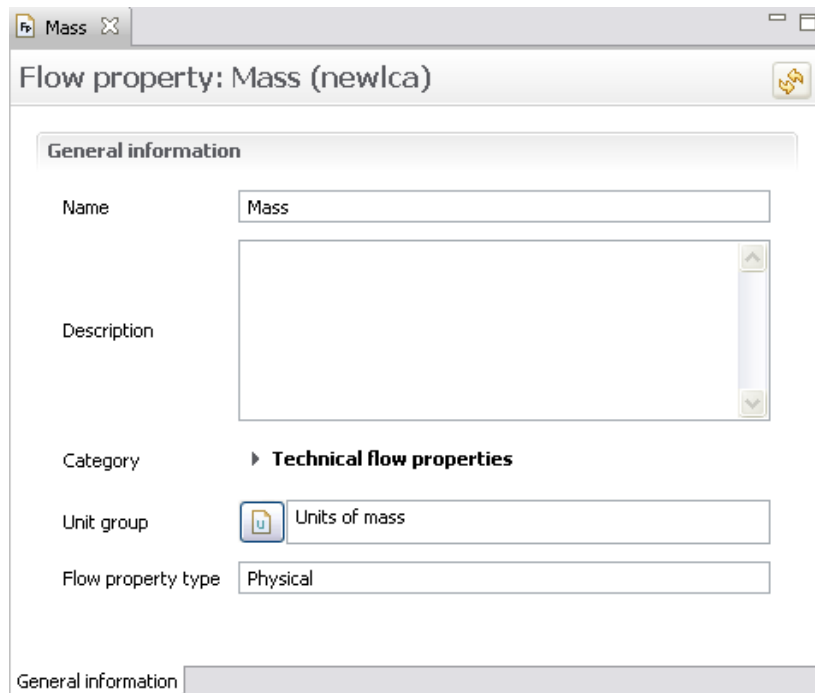
Name	Description	Synonyms	Conversion factor	Formula	Is reference
 mi2	British sq...	mi <sup>2</sup>	2.59E6	[mi2] ...	<input type="checkbox"/>
 <b>m2</b>	<b>Square ...</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	<b>1</b>	<b>[m2] ...</b>	<input checked="" type="checkbox"/>
 nmi2	Square n...		3.43E6	[nmi2]...	<input type="checkbox"/>
 cm2	Square c...		0	[cm2]...	<input type="checkbox"/>
 yd2	Square y...		0.83	[yd2] ...	<input type="checkbox"/>
 ac	Acre (US...	acre (US)	4.05E3	[ac] ...	<input type="checkbox"/>
 km2	Square ki...	km <sup>2</sup>	10.0E5	[km2]...	<input type="checkbox"/>
 ft2	British sq...	ft <sup>2</sup>	0.09	[ft2] ...	<input type="checkbox"/>
 ha	Hectare		1.0E4	[ha] ...	<input type="checkbox"/>
 a	Are		100	[a] = ...	<input type="checkbox"/>

General information

**Εικόνα 4.12:** Στοιχεία μονάδων - Προσθήκη μονάδας - Ορισμός μονάδας αναφοράς

#### 4.2.4 Ιδιότητες ροής - Χαρακτηρισμός μονάδων μέτρησης για μια ροή (Flow Properties)

Ένα Flow Property είναι η ιδιότητα που χαρακτηρίζει μια ροή του συστήματος. Μια ροή είναι ένα στοιχείο που αλληλεπιδρά στο σύστημα. Οι ιδιότητες ροής (flow properties) είναι ο τύπος του μετρήσιμου μεγέθους στο οποίο ανήκει η ροή (πχ. μάζα, επιφάνεια, μήκος). Οι ιδιότητες μπορούν να χωριστούν σε κατηγορίες ανάλογα με το είδος τους, όπως ιδιότητες που αφορούν τη χημική σύνθεση, οικονομικές ιδιότητες ή τεχνικές. Η ιδιότητα αντιστοιχίζεται με ένα σύνολο μονάδων (unit group) από το οποίο λαμβάνει όλα τα πολλαπλάσια της μονάδας αναφοράς. Μια ιδιότητα δημιουργείται για να χαρακτηρίζει μία ροή και επομένως η ροή να χαρακτηρίζεται από ένα σύνολο μονάδων μέτρησης. Για παράδειγμα, όταν δημιουργείται μια ροή για το σύστημα, όπως το γυαλί, το οποίο μετρείται σε κιλά, η ροή θα χαρακτηριστεί από την ιδιότητα (flow property) Mass η οποία με την σειρά της θα δώσει ως μετρήσιμο μέγεθος το σύνολο των μονάδων για τη μάζα (units of mass) (Εικόνα 4.13).



**Εικόνα 4.13:** Flow property: Mass, Unit group : Units of mass

#### 4.2.5 Ροές (Flows)

Οι ροές (flows) είναι τα στοιχεία που αλληλεπιδρούν στο σύστημα, είναι οι ροές εισόδων - εξόδων από τις διαδικασίες που περιλαμβάνει ένα σύστημα κατά την ανάλυση του κύκλου ζωής. Οι ροές χωρίζονται σε 3 βασικούς τύπους:

1. τα Elementary flows
2. τα Product flows
3. τα Waste flows

Τα Elementary flows είναι οι ροές που εισέρχονται στο σύστημα από το περιβάλλον, χωρίς να προηγηθεί οποιαδήποτε επεξεργασία. Είναι επίσης οι ροές οι οποίες εξέρχονται από το σύστημα ελευθερώνονται στο περιβάλλον και δεν υπόκεινται σε μετέπειτα επεξεργασία. Οι ροές αυτές μπορούν να είναι υλικό ή ενέργεια ( Εικόνα 4.14).

Τα Product flows είναι οι ροές οι οποίες εισέρχονται σε μια διαδικασία ή εξέρχονται από μια διαδικασία του συστήματος για να εισαχθούν σε μια άλλη. Είναι προϊόντα που μπορεί να έχουν τύχει επεξεργασίας. Product flow καθορίζονται όλα τα προϊόντα που εισέρχονται στο σύστημα αυτούσια και τα προϊόντα που δημιουργούνται μέσα από τις διαδικασίες του συστήματος.

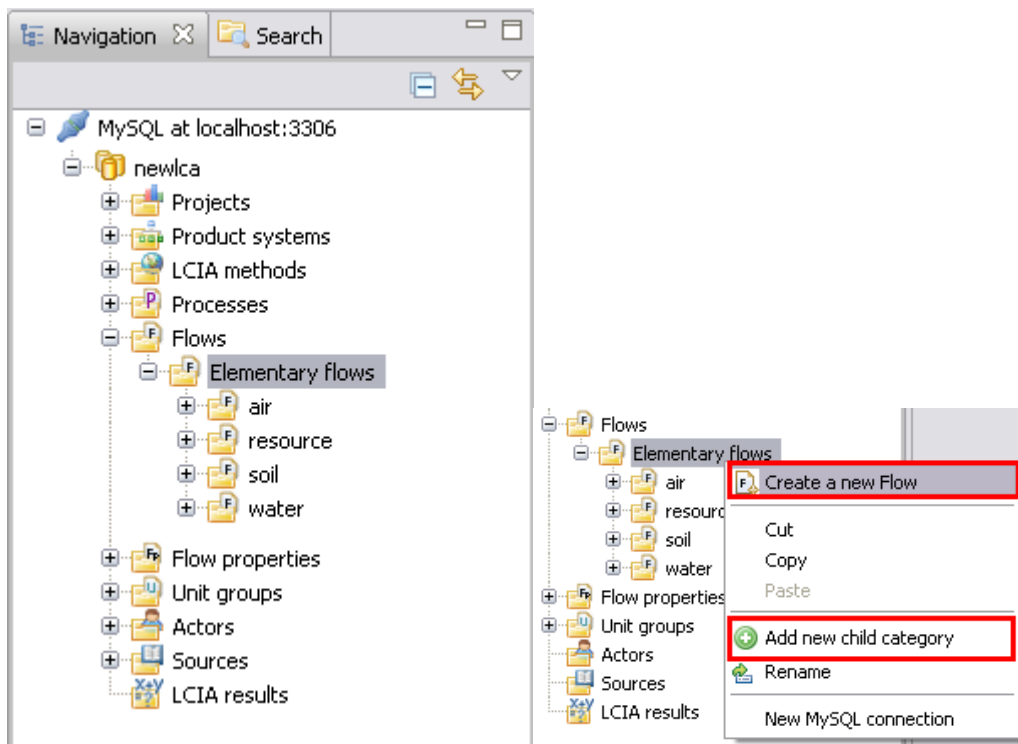
Τα Waste flows είναι οι ροές οι οποίες εξέρχονται από μια διαδικασία αλλά δεν χρησιμοποιούνται περαιτέρω. Είναι προϊόντα που δημιουργούνται κατά την επεξεργασία στις διαδικασίες και εξέρχονται ως απόβλητα.

Κατά τη δημιουργία μιας καινούριας ροής ορίζεται ο τύπος της, ο οποίος δεν μπορεί να αλλάξει στην συνέχεια. Σε περίπτωση λάθους πρέπει να διαγραφεί και να δημιουργηθεί καινούρια ροή. Αυτό συμβαίνει για να αποφευχθούν λογικά λάθη τα οποία μπορούν να προκύψουν αν μια ροή αλλάξει τύπο. Μία ροή όπως αναφέρθηκε και πιο πάνω χαρακτηρίζεται από τουλάχιστον μία ιδιότητα ως προς το μέτρο της ποσότητας της. Οπότε

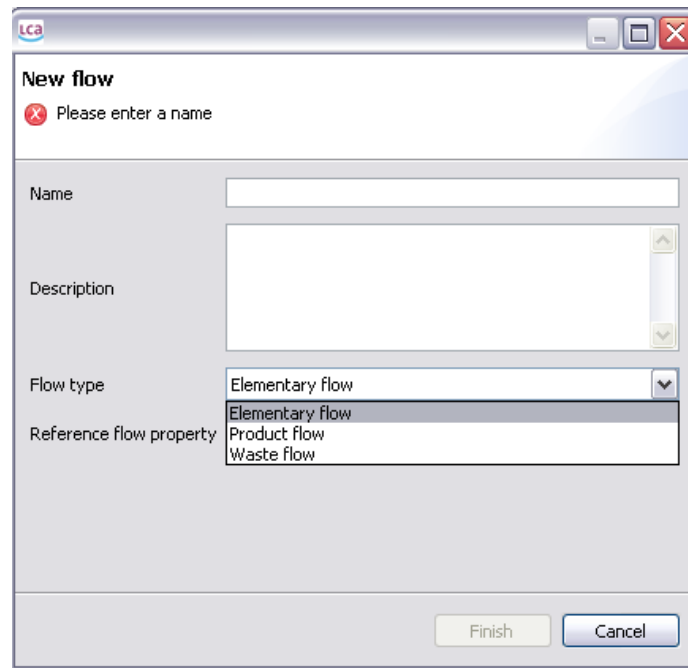


κατά την δημιουργία καινούριας ροής είναι απαραίτητο να καθοριστεί το flow property που το περιγράφει. Η ροή μπορεί να έχει περισσότερες από μια ιδιότητες (flow properties) όπως πχ. μπορεί να μετριέται σε Kg ή σε τεμάχια. Κατά την δημιουργία μιας ροής, πρέπει να καθοριστεί μια μοναδική ιδιότητα ως ιδιότητα αναφοράς για να χρησιμοποιηθεί στην επεξεργασία των αποτελεσμάτων κατά την ανάλυση του κύκλου (Εικόνα 4.15).

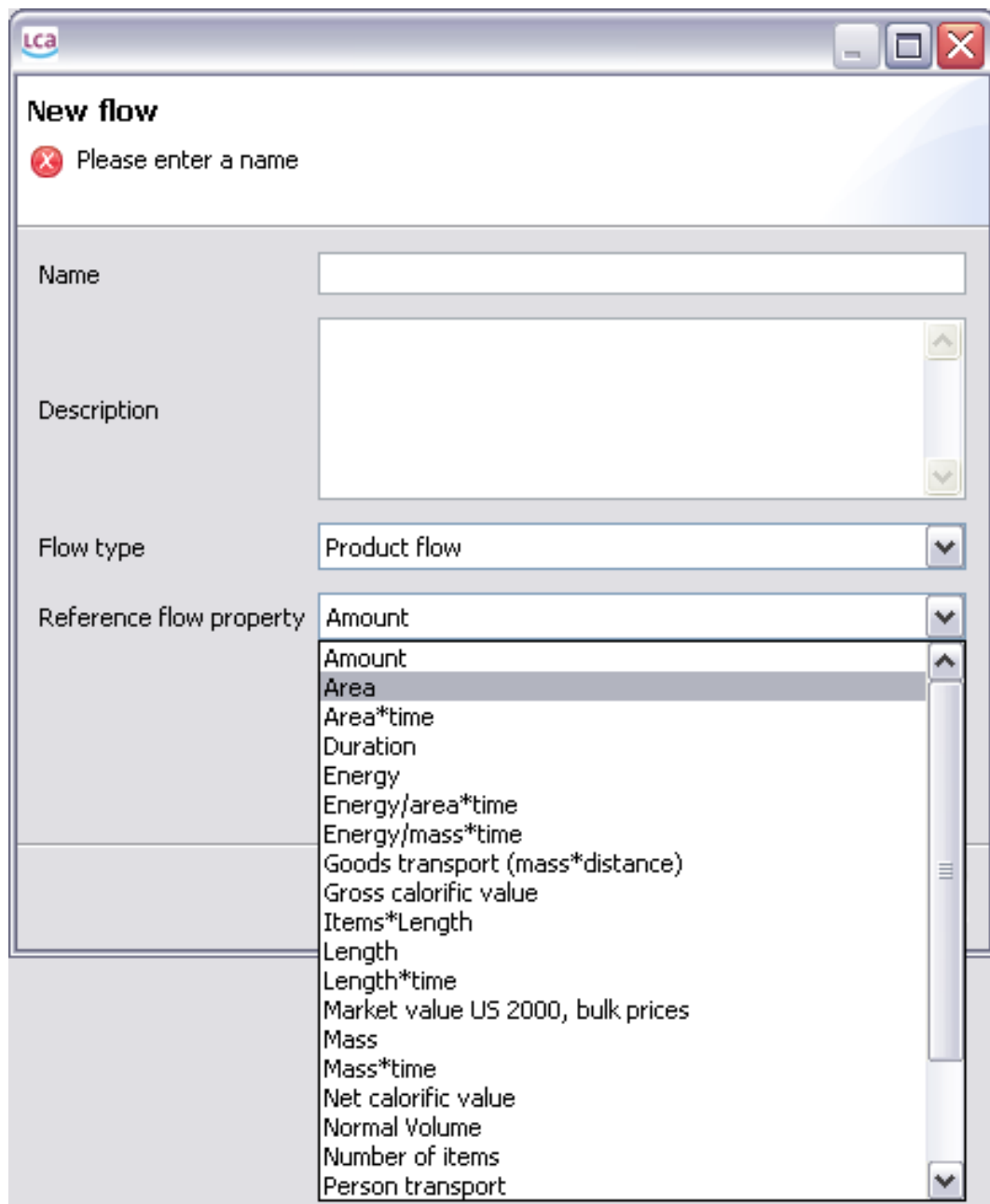
Το OpenLca καθορίζει από την αρχή κάποια βασικά Elementary flows που χρησιμοποιούνται ευρέως σε διάφορες βάσεις και τα χωρίζει σε κατηγορίες ανάλογα με το είδος τους, όπως ροές αέρα, νερού κτλ. Για την δημιουργία καινούριας ροής υπάρχει η επιλογή «Create a new flow» (Εικόνα 4.15) η οποία εμφανίζεται κάνοντας δεξί κλικ πάνω στον φάκελο «Flows». Για τη δημιουργία καινούριας υποκατηγορίας ροών υπάρχει στο ίδιο σημείο η επιλογή «Add new child category» (Εικόνες 4.16 και 4.17).



**Εικόνα 4.14:** Βασικές ροές χωρισμένες σε κατηγορίες είναι διαθέσιμες από την δημιουργία της καινούριας βάσης



**Εικόνα 4.15:** Δημιουργία καινούριας ροής (flow). Επιλογή (flow type)

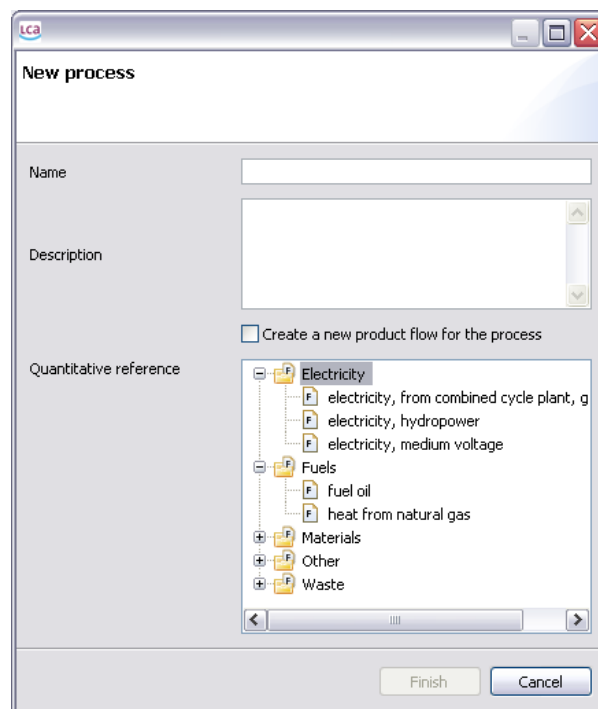


Εικόνα 4.16: Δημιουργία καινούριας ροής (flow). Επιλογή reference flow property



#### 4.2.6 Διαδικασίες (Processes)

Μία διαδικασία απεικονίζει την παραγωγή ή την τροποποίηση μιας ουσίας ή προϊόντος. Αποτελείται από ροές εισόδου και εξόδου. Οι εισοδοί και οι εξοδοί της διαδικασίας μπορούν να είναι ροές από όλους τους τύπους (product, elementary, waste flows), αλλά πρέπει η βασική έξοδος της διαδικασίας να ανήκει σε ροή προϊόντος (product flow) και ανάλογα με αυτή την ποσότητα θα προσαρμόζονται οι υπόλοιπες ροές. Ένα σύστημα κατά την ανάλυση ενός κύκλου ζωής αποτελείται από πολλές διαδικασίες οι οποίες παράγουν στις εξόδους τους προϊόντα τα οποία εισάγονται σε άλλες διαδικασίες και φτάνοντας έτσι στην τελική διαδικασία η οποία έχει ως έξοδο το τελικό προϊόν του συστήματος. Κατά τη δημιουργία καινούριας διαδικασίας ορίζεται ένα όνομα το οποίο θα περιγράφει το αποτέλεσμα της, έτσι ώστε να είναι εύκολα κατανοητό σε όποιον μελετά το σύστημα. Το πιο σημαντικό πεδίο κατά την δημιουργία μιας διαδικασίας είναι το «Quantitative reference» το οποίο είναι το προϊόν που θα παράγει η διαδικασία που δημιουργείται. Στο πεδίο αυτό επιλέγεται η ροή (flow) η οποία θα είναι η βασική έξοδος της διαδικασίας και πρέπει να είναι ροή προϊόντος (product flow). Όλες οι ροές (product flows) που υπάρχουν στη βάση είναι διαθέσιμες στο πεδίο αυτό και είναι υποχρεωτικό να επιλεγεί για την δημιουργία της διαδικασίας. Συνεπώς, πριν δημιουργηθεί μια διαδικασία πρέπει να δημιουργηθεί η ροή η οποία θα παραχθεί στην έξοδο της διαδικασίας (Εικόνα 4.19).



Εικόνα 4.19: Δημιουργία καινούριας διαδικασίας

**General information**

Name: Cotton, whole plant, at field

Description: Agricultural Crop Production, Harvested acres are 84% of the planted acres (1998-2000 US average). The impacts of producing 1 kg of seed are assumed equal to those of producing 1kg of lint. For Water, only consumptive use is taken into account (i.e. 60.7% of the total water consumption) Important note: although most of the data in the US LCI database has undergone some sort of review, the database as a whole has not yet undergone a formal validation process. Please email comments to lci@nrel.gov.

Category:  Cotton Farming  
 Infrastructure process

**Quantitative reference**

Quantitative reference: Cotton straw, at field

**Time**

Start date: 1/1/1997  
End date: 1/1/2000

Comment:

**Geography**

General information | Inputs/Outputs | Administrative information | Modeling and validation | Parameters

**Εικόνα 4.20:** Στοιχεία διαδικασίας – Επεξεργασία

Η διαδικασία όταν δημιουργηθεί ανοίγει στον επεξεργαστή για περαιτέρω εισαγωγή στοιχείων. Ο επεξεργαστής χωρίζει σε 5 καρτέλες τα στοιχεία που μπορούν να καταχωρηθούν σε μια διαδικασία (Εικόνα 4.20). Η πρώτη καρτέλα είναι τα γενικά στοιχεία της διαδικασίας (όνομα, περιγραφή, προϊόν εξαγωγής κτλ.). Η δεύτερη καρτέλα είναι οι εισοδοι και οι έξοδοι της διαδικασίας. Σε αυτή την καρτέλα ορίζονται τα προϊόντα, υλικά ή οι ενέργειες που χρειάζονται για να εξαχθεί το προϊόν που ορίστηκε σαν «Quantitative reference». Ορίζονται επίσης οι έξοδοι της διαδικασίας πέραν του βασικού προϊόντος (π.χ απόβλητα, ενέργεια κτλ). Μπορούν να προστεθούν πολλαπλές ροές ως εισοδοι αλλά και ως έξοδοι (Εικόνα 4.21). Η επόμενη σε σειρά καρτέλα (Administrative Information) αφορά τις γενικές πληροφορίες του διαχειριστή-χρήστη, υπεύθυνου για την εκτέλεση της διαδικασίας. Η καρτέλα «Modeling and validation» περιλαμβάνει στοιχεία όπως τύπος διαδικασίας, στοιχεία των δεδομένων που θα χρησιμοποιηθούν στη διαδικασία και πηγές αναφορών. Η τελευταία καρτέλα (Parameters) αφορά παραμέτρους που μπορούν να οριστούν στη διαδικασία. Μια παράμετρος είναι ένα στοιχείο το οποίο μπορεί να είναι μια σταθερά τιμή, ή μια τιμή η οποία υπολογίζεται μέσα από μαθηματική πράξη μεταξύ των παραμέτρων. Οι παράμετροι δεν είναι απαραίτητες για τον υπολογισμό των αποτελεσμάτων της διαδικασίας.

Process: Cotton, whole plant, at field

Allocation

Allocation method: Causal

Inputs (Formula view)

Flow	Category	Flow type	Flow property	Unit	Resulting amount	Uncertainty distribution type	Avoided product?
Carbon dioxide, in air	resourc...	Element...	Mass	kg	1.692	No distribution	
Diesel, combusted in in...	Produc...	Product...	Volume	L	0.23072	No distribution	
Dummy_Agrochemicals,...	Produc...	Product...	Mass	kg	0.0089986	No distribution	
Dummy_Phosphorous F...	Produc...	Product...	Mass	kg	0.050273	No distribution	
Dummy_Potash Fertilize...	Produc...	Product...	Mass	kg	0.055621	No distribution	
Electricity, at grid, US	Produc...	Product...	Energy	kWh	0.24667	No distribution	
Liquefied petroleum gas...	Produc...	Product...	Volume	L	0.025734	No distribution	
Natural gas, combusted...	Produc...	Product...	Volume	m3	6.6075E-5	No distribution	
Nitrogen fertilizer, prod...	Produc...	Product...	Mass	kg	0.12441	No distribution	
Occupation, arable	resourc...	Element...	Area*time	m...	1.552	No distribution	
Occupation, arable	resourc...	Element...	Area*time	m...	10.38	No distribution	
Occupation, arable, no	resourc...	Element...	Area*time	m...	2.751	No distribution	

Outputs (Formula view)

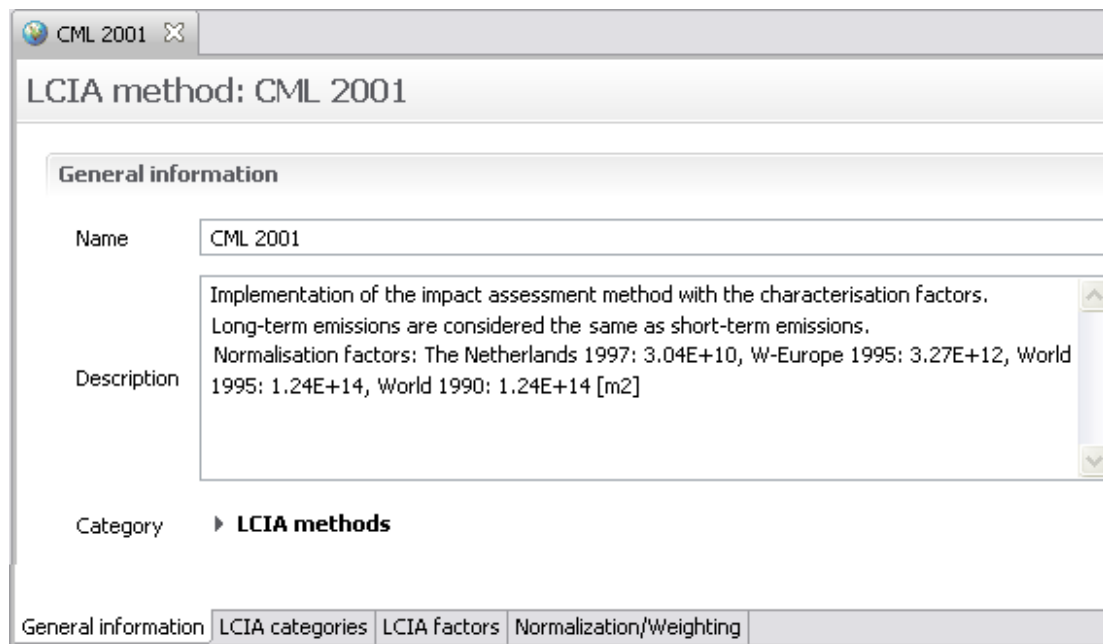
Flow	Category	Flow type	Flow property	Unit	Resulting amount	Uncertainty distribution type	Avoided product?
Carbofuran	water/...	Element...	Mass	kg	3.364E-7	No distribution	
Carbofuran	air/low ...	Element...	Mass	kg	7.8493E-6	No distribution	
Chlorpyrifos	air/low ...	Element...	Mass	kg	4.6342E-5	No distribution	
Chlorpyrifos	water/...	Element...	Mass	kg	1.9861E-6	No distribution	
Clomazone	water/...	Element...	Mass	kg	1.0489E-6	No distribution	
Clomazone	air/low ...	Element...	Mass	kg	2.4473E-5	No distribution	
<b>Cotton straw, at field</b>	<b>Produc...</b>	<b>Produc...</b>	<b>Mass</b>	<b>kg</b>	<b>4.5</b>	<b>No distribution</b>	
Cotton, at field	Produc...	Product...	Mass	kg	1.0	No distribution	
Cyanazine	air/low ...	Element...	Mass	kg	1.2672E-4	No distribution	
Cyanazine	water/...	Element...	Mass	kg	5.4309E-6	No distribution	
Dinoseb, monoisobutyl...	air/low ...	Element...	Mass	kg	0.0056011	No distribution	

General information | Inputs/Outputs | Administrative information | Modeling and validation | Parameters

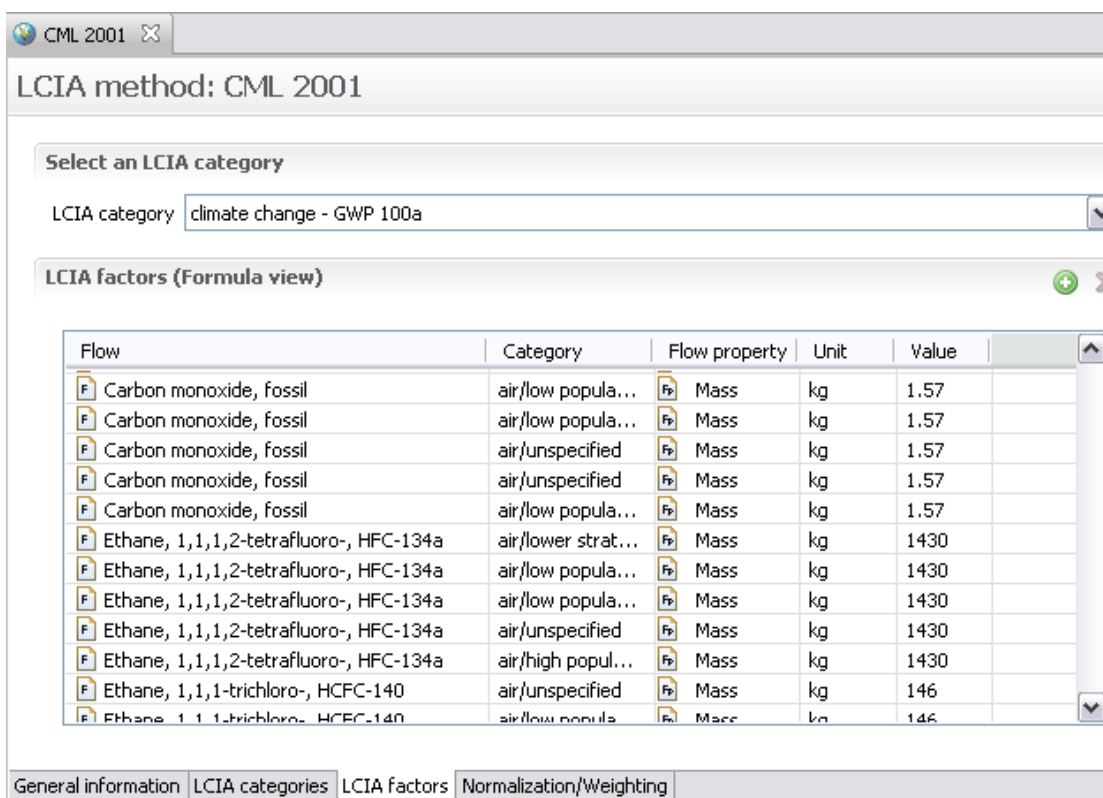
Εικόνα 4.21: Είσοδοι - Έξοδοι διαδικασίας

#### 4.2.7 Μέθοδοι αξιολόγησης επιπτώσεων (LCIA methods)

Οι μέθοδοι αξιολόγησης επιπτώσεων αποτελούνται από διάφορους παράγοντες οι οποίοι έχουν ομαδοποιηθεί σε κατηγορίες. Για τους παράγοντες αυτούς έχουν καθοριστεί οι επιτρεπτές ποσότητες για ένα σύστημα παραγωγής οι οποίες δεν επηρεάζουν το περιβάλλον. Είναι απαραίτητες για τον υπολογισμό των περιβαλλοντικών επιπτώσεων και χρησιμοποιούνται σε όλες τις μελέτες ανάλυσης κύκλου ζωής και αξιολόγησης επιπτώσεων. Οι παράγοντες αυτοί είναι ουσιαστικά ροές (elementary flows) οι οποίες μπορούν να εξαχθούν από μια διαδικασία. Στο OpenLca δεν υπάρχουν καταχωρημένες μέθοδοι για αξιολόγηση, οπότε πρέπει να εισαχθούν στο πρόγραμμα από μια άλλη βάση ή να δημιουργηθούν. Στη ιστοσελίδα του λογισμικού, στη σελίδα «Resources & Download» παρέχονται κάποιες γνωστές μέθοδοι αξιολόγησης, οι οποίες μπορούν να κατέβουν, και να εισαχθούν στο λογισμικό (Εικόνα 4.22). Για την εισαγωγή των μεθόδων, χρησιμοποιείται η επιλογή «Import» από το κεντρικό μενού επιλογών. Στη συνέχεια επιλέγεται να εισαχθούν στοιχεία τύπου «ecoSpold1» και ακολουθώντας τις οδηγίες, επιλέγεται σε ποιά βάση θα εισαχθούν τα στοιχεία και ποιο αρχείο θα εισαχθεί. Τελειώνοντας την εισαγωγή καταχωρούνται στην κατηγορία LCIA methods τα στοιχεία που εισήχθησαν (Εικόνα 4.23).



Εικόνα 4.22: Μέθοδος LCIA



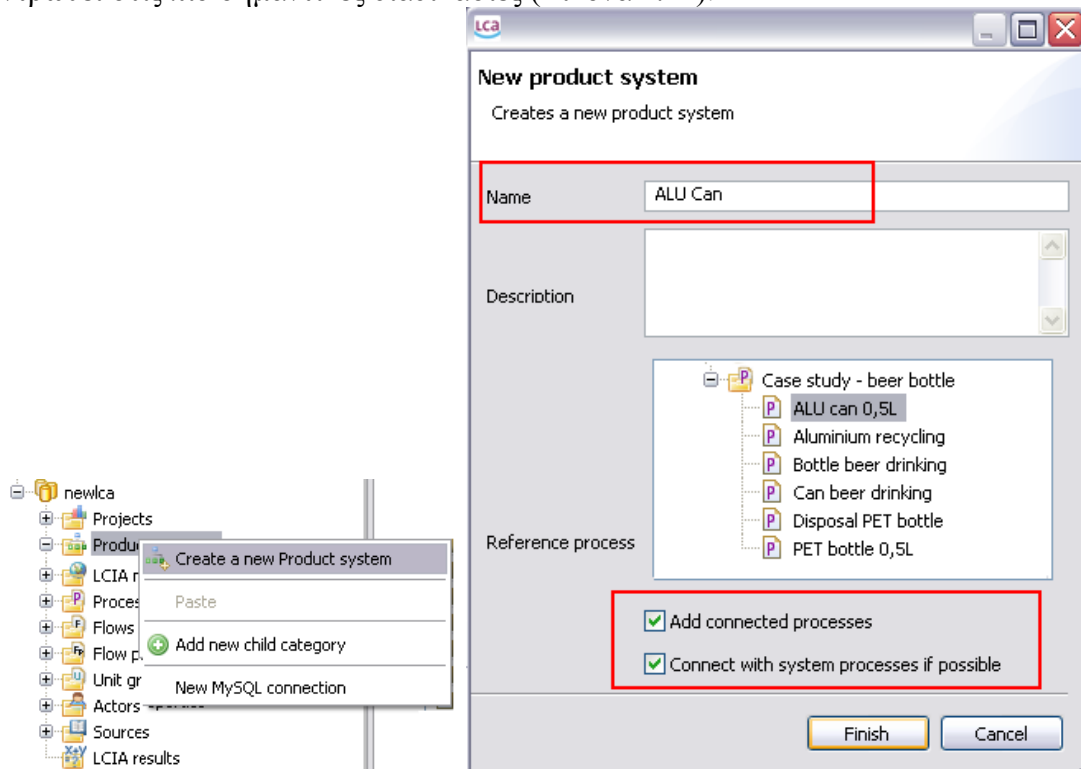
Εικόνα 4.23: Παράγοντες LCIA

#### 4.2.8 Σύστημα προϊόντος (Product System)

Ένα σύστημα προϊόντος είναι το πιο πολύπλοκο στοιχείο στο OpenLCA. Κύριος σκοπός ενός συστήματος προϊόντος είναι να μοντελοποιήσει και να υπολογίσει επιπτώσεις του κύκλου ζωής του προϊόντος. Ένα σύστημα είναι ένα δίκτυο διαδικασιών, οι οποίες συνδέονται με την διαδικασία αναφοράς, η οποία με τη σειρά της περιγράφει το τελικό προϊόν του κύκλου. Ένα







σύστημα, περιλαμβάνει όλες τις επιμέρους διαδικασίες που χρειάζονται για την παραγωγή του τελικού προϊόντος. Κατά την δημιουργία του συστήματος, επιλέγεται η διαδικασία αναφοράς, η οποία είναι η τελική διαδικασία στην οποία θα καταλήξουν όλες οι διαδικασίες του συστήματος, ως είσοδοι. Η έξοδος της τελικής διαδικασίας ενός συστήματος είναι το παραγόμενο προϊόν. Όταν δημιουργείται ένα σύστημα στο openLCA, υπάρχει η επιλογή να δημιουργηθεί το δίκτυο από τις συνδεδεμένες διαδικασίες αυτόματα (επιλογές: «Add connected processes» – «Connect with system processes if possible»), ή υπάρχει η δυνατότητα (μη επιλέγοντας την αυτόματη επιλογή) να δημιουργηθεί το δίκτυο των διαδικασιών χειρονακτικά μέσα από τον επεξεργαστή που προσφέρει το λογισμικό, ώστε να επικεντρωθεί στις πιο σημαντικές διαδικασίες (Εικόνα 4.24).

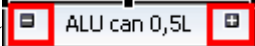


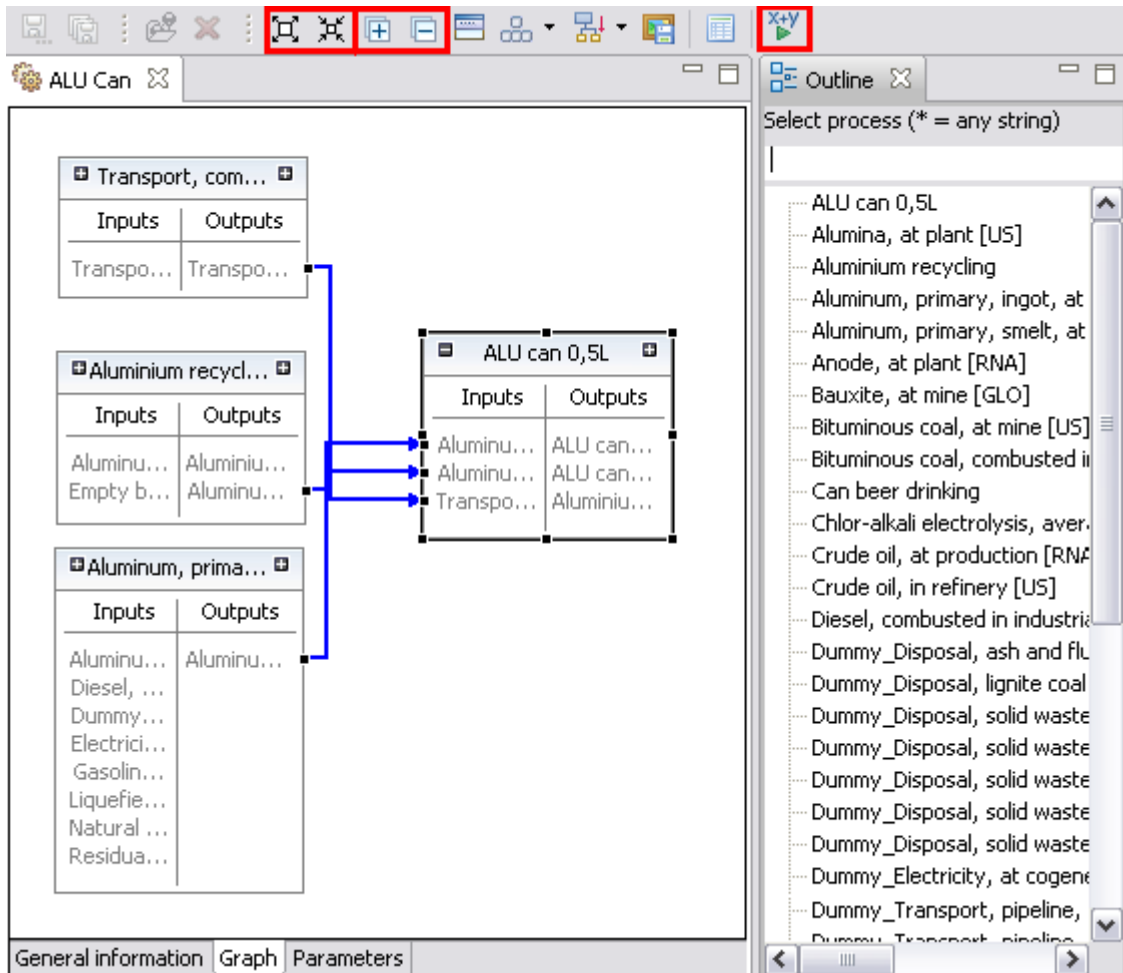
Εικόνα 4.24: Δημιουργία καινούριου συστήματος

Ένα σύστημα προϊόντος αφού δημιουργηθεί, ανοίγει στον επεξεργαστή, όπως και τα υπόλοιπα στοιχεία του λογισμικού. Στον επεξεργαστή ένα σύστημα που μόλις έχει δημιουργηθεί περιλαμβάνει τρεις καρτέλες, με τα βασικά στοιχεία του συστήματος. Η πρώτη καρτέλα περιγράφει τα στοιχεία του συστήματος, όπως όνομα, διαδικασία αναφοράς, ιδιότητα ροής, και μονάδα μέτρησης για το τελικό προϊόν, στοιχεία τα οποία συμπληρώνονται αυτόματα σύμφωνα με τα στοιχεία της ροής αναφοράς της διαδικασίας (Εικόνα 4.25).


**Εικόνα 4.25:** Πληροφορίες συστήματος

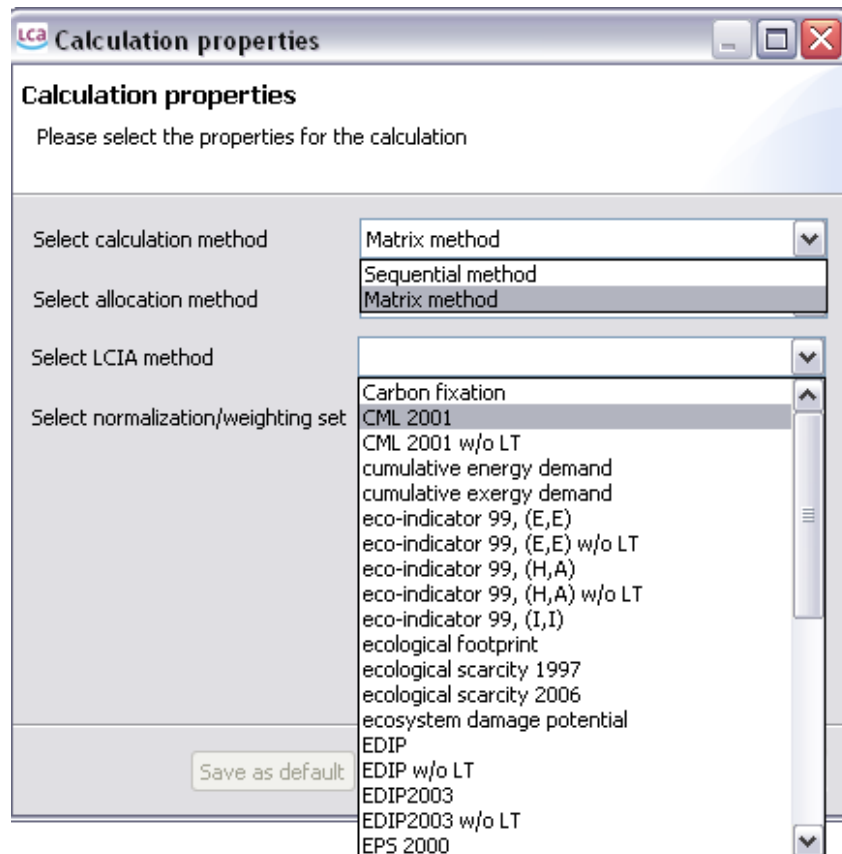
Η επόμενη καρτέλα είναι η γραφική αναπαράσταση του δικτύου των διαδικασιών του συστήματος. Οι διαδικασίες απεικονίζονται ως κουτιά, χωρισμένα σε δύο μέρη: τις εισόδους και τις εξόδους. Με τόξα κατεύθυνσης εμφανίζονται οι συνδέσεις μεταξύ των διαδικασιών. Σε αυτή την καρτέλα υπάρχει η δυνατότητα επεξεργασίας της δομής του συστήματος, μπορούν να αλλάξουν οι θέσεις των διαδικασιών ή να διαγραφούν διαδικασίες για την απλοποίηση του συστήματος. Παρουσιάζεται η συνολική δομή του συστήματος, δίνοντας τη δυνατότητα να παρουσιαστούν όλες οι συνδεδεμένες διαδικασίες, οι εισοδοί και οι έξοδοι των διαδικασιών. Για την ευκολία στην εύρεση των διαδικασιών, μέσα από την καρτέλα αυτή παρέχεται η δυνατότητα εμφάνισης των διαδικασιών του συστήματος σε μορφή λίστας. Η λίστα αυτή εμφανίζεται στο δεξί μέρος της οθόνης και ονομάζεται «Outline». Αν το σύστημα περιλαμβάνει πολλές διαδικασίες, υπάρχει η επιλογή να συμπυχθούν κάνοντας κλικ στο εικονίδιο , το οποίο μειώνει στο ελάχιστο τον αριθμό των διαδικασιών που εμφανίζονται στον επεξεργαστή, δηλαδή εμφανίζει την διαδικασία αναφοράς με τις συνδεδεμένες διαδικασίες τελευταίου επιπέδου. Η επιλογή αυτή μπορεί να επανέλθει κάνοντας κλικ στο εικονίδιο , το οποίο εμφανίζει όλες τις διαδικασίες του συστήματος. Επίσης στον επεξεργαστή δίνεται η δυνατότητα να εμφανίζονται ή να αποκρύπτονται οι εισοδοί και οι έξοδοι κάθε διαδικασίας ώστε να χρειάζεται λιγότερος χώρος για την εμφάνιση των διαδικασιών και κατ' επέκταση να είναι ορατές περισσότερες διαδικασίες στην οθόνη. Η δυνατότητα αυτή προσφέρεται κάνοντας κλικ στα εικονίδια  . Επιλέγοντας μια διαδικασία μπορεί να μετακινηθεί μέσα στο χώρο (dragging), να αλλάξει διαστάσεις (resize) ή να εμφανιστούν διάφορες διαδικασίες που είναι συνδεδεμένες με αυτήν

(). Επίσης επιλέγοντας μια διαδικασία τονίζονται με μπλε χρώμα όλες οι συνδέσεις της με άλλες διαδικασίες και είναι εμφανές ποιές διαδικασίες είναι αλληλένδετες. Για να διαγραφεί μια διαδικασία, πρέπει να διαγραφούν πρώτα οι συνδέσεις της και στη συνέχεια να διαγραφεί (Εικόνα 4.26).



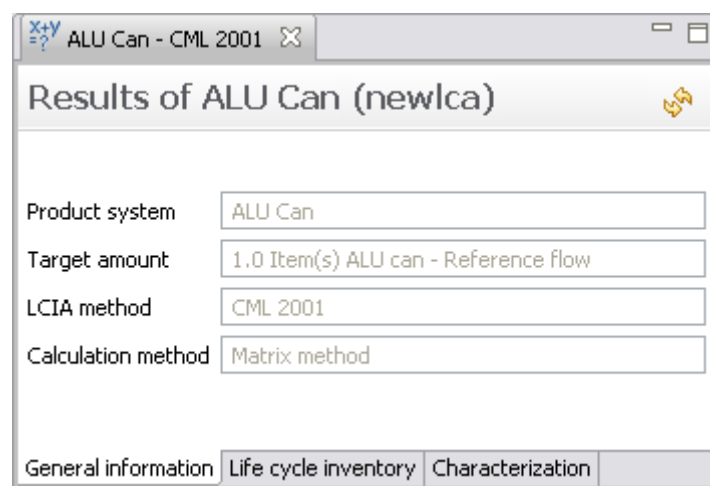
Εικόνα 4.26: Γραφική αναπαράσταση συστήματος

Όταν το σύστημα είναι ολοκληρωμένο και οι διαδικασίες του γραφήματος είναι σωστά δομημένες, υπάρχει η επιλογή να υπολογιστούν οι επιπτώσεις της παραγωγής σύμφωνα με τις μεθόδους επιπτώσεων (LCIA methods). Κάνοντας κλικ στο εικονίδιο  το οποίο βρίσκεται στο μενού επιλογών, εμφανίζεται ένα παράθυρο στο οποίο επιλέγεται η μέθοδος υπολογισμού, η μέθοδος κατανομής (αν υπάρχει) και η μέθοδος αξιολόγησης επιπτώσεων. Η μέθοδος υπολογισμού, είναι η μέθοδος η οποία θα αποδώσει καλύτερα σύμφωνα με το σύστημα. Για μεγάλα συστήματα συστήνεται η μέθοδος «matrix» η οποία χρησιμοποιεί τα στοιχεία των διαδικασιών ως πίνακες για τον υπολογισμό των αποτελεσμάτων ενώ για συστήματα με πολλούς υπολογισμούς και μετατροπές συστήνεται η μέθοδος «sequential» η οποία εξάγει τα αποτελέσματα υπολογίζοντας τα για κάθε διαδικασία διαδοχικά. Όλα τα αποτελέσματα θα παρουσιαστούν σύμφωνα με τους παράγοντες της μεθόδου αξιολόγησης επιπτώσεων που θα επιλεγεί κατά τον ορισμό των ιδιοτήτων του υπολογισμού (Εικόνα 4.27).



**Εικόνα 4.27:** Υπολογισμός επιπτώσεων - Επιλογή υπολογισμού και LCIA μεθόδου

Τα αποτελέσματα του υπολογισμού παρουσιάζονται αμέσως μετά το τέλος του, στο παράθυρο του επεξεργαστή. Χωρίζονται σε τρεις καρτέλες ανάλογα αν έχει οριστεί να υπάρξει αξιολόγηση των επιπτώσεων ή όχι. Η πρώτη καρτέλα παρουσιάζει τα στοιχεία όπως είναι το όνομα συστήματος, η διαδικασία αναφοράς, η μέθοδος αξιολόγησης επιπτώσεων και η μέθοδος υπολογισμού (Εικόνα 4.27)



**Εικόνα 4.28:** Αποτελέσματα υπολογισμού - Γενικές πληροφορίες

Η επόμενη καρτέλα (Εικόνα 4.28) στα αποτελέσματα του υπολογισμού, εμφανίζει μια καταγραφή όλων των εισόδων και εξόδων του συστήματος, όπου παρουσιάζονται σε πίνακες

μαζί με τις συνολικές τιμές που έχουν υπολογιστεί για κάθε ροή εισόδου ή εξόδου. Όλα τα αποτελέσματα μπορούν να αποθηκευτούν σε αρχείο .xls για μετέπειτα χρήση.

Flow	Category	Flow property	Amount	Unit	Standard deviation
Aluminum recovery, tra...	Produc...	Mass	7.27E-3	kg	
Bauxite	resourc...	Mass	3.34E-2	kg	
Carbon dioxide, in air	resourc...	Mass	2.53E-5	kg	
Coal, bituminous, 24.8 ...	resourc...	Mass	2.38E-2	kg	
Gas, natural, in ground	resourc...	Volume	4.24E-3	m3	
Limestone, in ground	resourc...	Mass	1.08E-3	kg	
Oil, crude, in ground	resourc...	Mass	4.03E-5	kg	
Sodium chloride, in ground	resourc...	Mass	8.34E-6	kg	
Uranium oxide (U3O8), ...	resourc...	Mass	4.49E-8	kg	

Flow	Category	Flow property	Amount	Unit	Standard deviation
2-Chloroacetophenone	air/luns...	Mass	7.58E...	kg	
2-Hexanone	waterf...	Mass	8.86E...	kg	
4-Methyl-2-pentanone	waterf...	Mass	5.7E-11	kg	
Acenaphthene	air/luns...	Mass	4.23E...	kg	
Acenaphthylene	air/luns...	Mass	2.07E...	kg	
Acetaldehyde	air/luns...	Mass	4.09E...	kg	
Acetone	waterf...	Mass	1.36E...	kg	
Acetophenone	air/luns...	Mass	1.62E...	kg	
Acrolein	air/luns...	Mass	2.43E-9	kg	
Benzene, pentamethyl-	waterf...	Mass	1.02E...	kg	

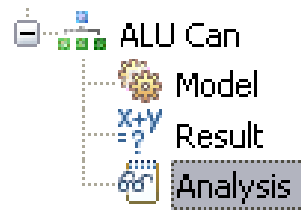
**Εικόνα 4.29:** Αποτελέσματα υπολογισμού επιπτώσεων του κύκλου ζωής ενός προϊόντος

Η τελευταία καρτέλα των αποτελεσμάτων εμφανίζεται όταν επιλεγεί κατά τον υπολογισμό, μέθοδος αξιολόγησης επιπτώσεων ώστε να γίνει η αξιολόγηση των επιπτώσεων. Η καρτέλα «Characterization» εμφανίζει τις κατηγορίες της μεθόδου αξιολόγησης, μαζί με τη συνολική ποσότητα που υπολογίστηκε στο σύστημα για κάθε κατηγορία παραγόντων (Εικόνα 4.30).

LCIA category	Amount	Unit	Standard deviation
acidification potential - ...	4.98E-4	k...	
acidification potential - ...	4.91E-4	k...	
climate change - GWP 1...	8.8E-2	k...	
climate change - GWP 20a	8.86E-2	k...	
climate change - GWP 5...	9.48E-2	k...	
climate change - lower li...	8.46E-2	k...	
climate change - upper l...	8.56E-2	k...	
eutrophication potential...	2.5E-4	k...	
eutrophication potential...	2.72E-5	k...	
freshwater sediment ec...	2.72E-3	k...	
freshwater sediment ec...	2.75E-3	k...	
human toxicity - HTP 100a	0.59	k...	
human toxicity - HTP 20a	0.59	k...	
human toxicity - HTP 500a	0.59	k...	
human toxicity - HTP inf...	0.61	k...	
ionising radiation - ionisi...	0	D...	
marine sediment ecotox...	3.25E-2	k...	
marine sediment ecotox...	7.53E1	k...	
photochemical oxidatio...	2.04E-5	k...	

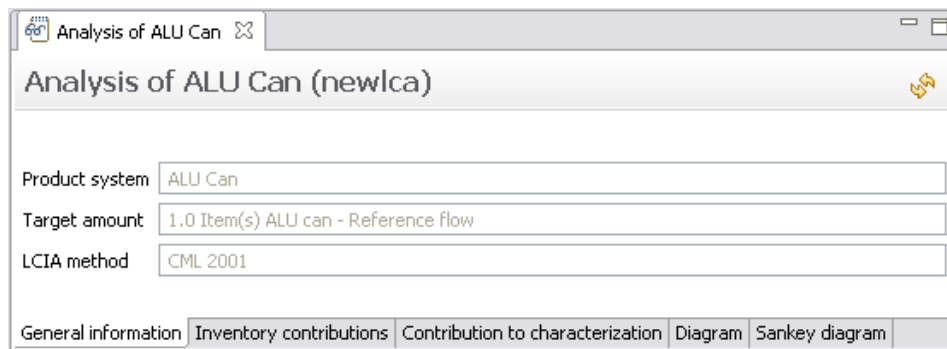
**Εικόνα 4.30:** Υπολογισμός επιπτώσεων - Χαρακτηρισμός ανάλογα με την μέθοδο επιπτώσεων

Στη συνέχεια, αφού έχουν καταγραφεί όλα τα αποτελέσματα για κάθε ροή του συστήματος, μπορεί να γίνει η ανάλυση του κύκλου ζωής και να αξιολογηθούν οι επιπτώσεις του συστήματος σύμφωνα με τους παράγοντες της μεθόδου αξιολόγησης. Κάνοντας διπλό κλικ πάνω στο «Analysis» το οποίο βρίσκεται κάτω από το σύστημα στο παράθυρο πλοήγησης, ενεργοποιείται το παράθυρο για τον ορισμό των ιδιοτήτων της ανάλυσης (Εικόνα 4.31).



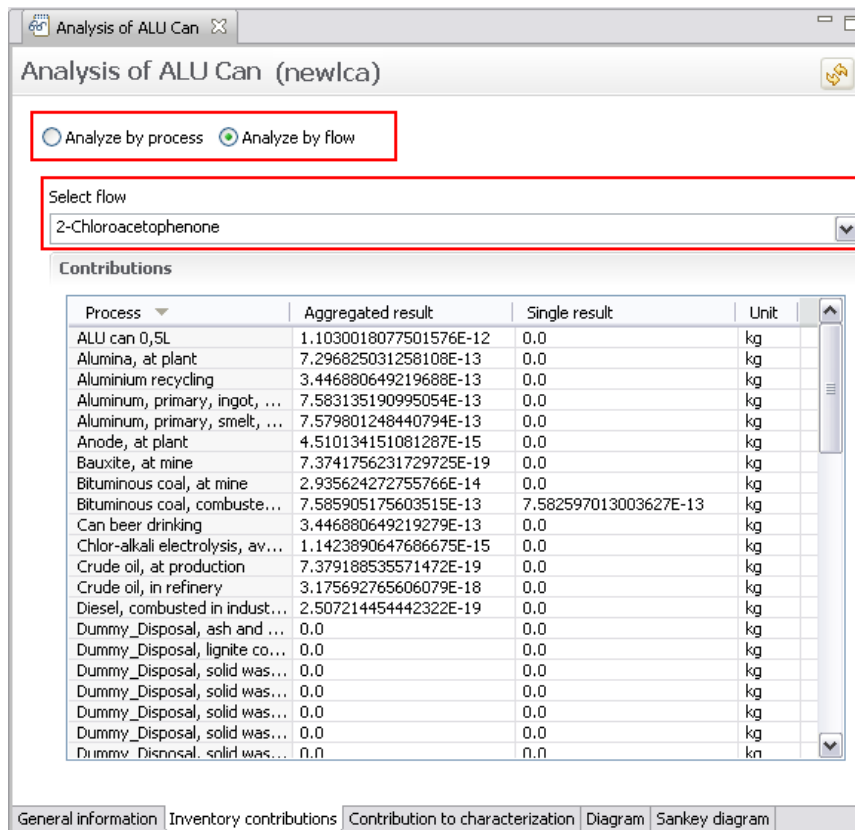
**Εικόνα 4.31** : Ανάλυση αποτελεσμάτων

Κατά την ανάλυση εμφανίζεται το ίδιο παράθυρο για ορισμό των ιδιοτήτων του υπολογισμού. Επιλέγεται και πάλι η διαδικασία υπολογισμού και η μέθοδος αξιολόγησης που θα χρησιμοποιηθούν κατά τον υπολογισμό. Μετά το τέλος του υπολογισμού εμφανίζονται τα αποτελέσματα σε πέντε καρτέλες. Η πρώτη καρτέλα εμφανίζει τα στοιχεία της ανάλυσης, όπως, όνομα συστήματος, διαδικασία αναφοράς και μέθοδος αξιολόγησης επιπτώσεων (Εικόνα 4.32).



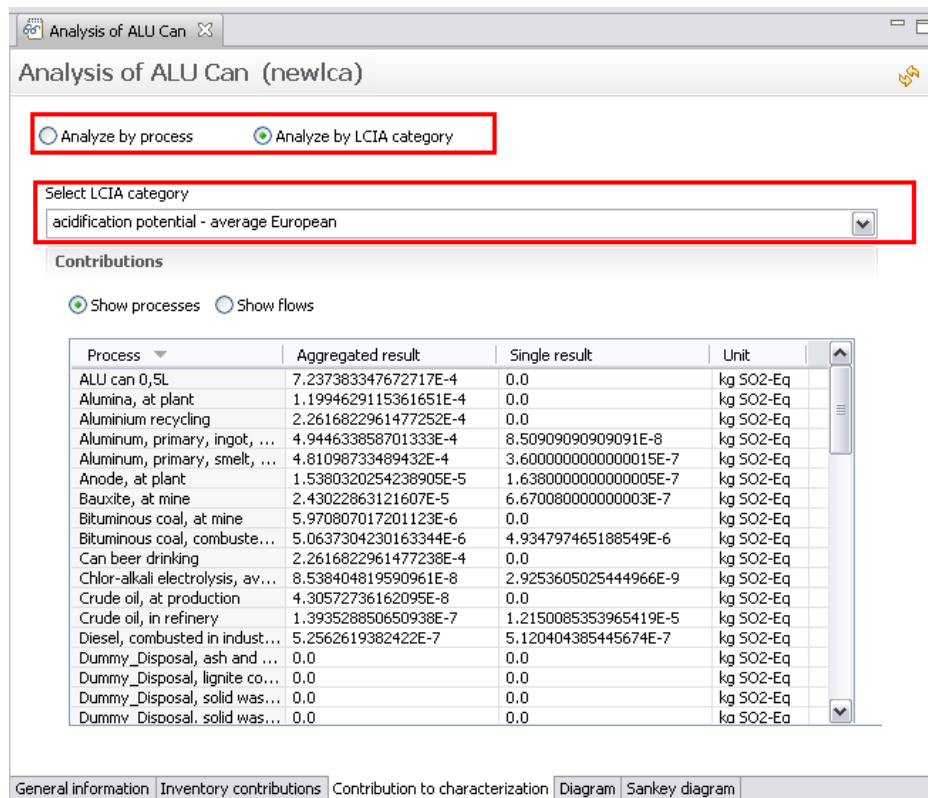
**Εικόνα 4. 32** : Στοιχεία ανάλυσης συστήματος

Η επόμενη καρτέλα των αποτελεσμάτων εμφανίζει τα αποτελέσματα συνολικά και μεμονωμένα, ανάλογα με το στοιχείο που θα επιλεγεί, διαδικασία ή ροή. Για την εμφάνιση των αποτελεσμάτων πρέπει να επιλεγεί αρχικά με βάση του τι θα παρουσιαστεί και στη συνέχεια να επιλεγεί η συγκεκριμένη τιμή. Αν επιλεγεί να εμφανιστούν αποτελέσματα με βάση τη διαδικασία, τότε στο πεδίο επιλογής, εμφανίζονται οι διαδικασίες του συστήματος. Όταν επιλεγεί συγκεκριμένη διαδικασία τότε εμφανίζονται συνολικά αποτελέσματα για κάθε ροή εισόδου και εξόδου της διαδικασίας. Αν επιλεγεί να εμφανιστούν αποτελέσματα με βάση ροή, τότε στο πεδίο επιλογής, εμφανίζονται όλες οι διαθέσιμες ροές του συστήματος. Όταν επιλεγεί συγκεκριμένη ροή, τότε εμφανίζονται τα συνολικά αποτελέσματα για την ροή, σε κάθε διαδικασία του συστήματος ( Εικόνα 4.33).



Εικόνα 4.33: Αποτελέσματα ανάλυσης επιπτώσεων

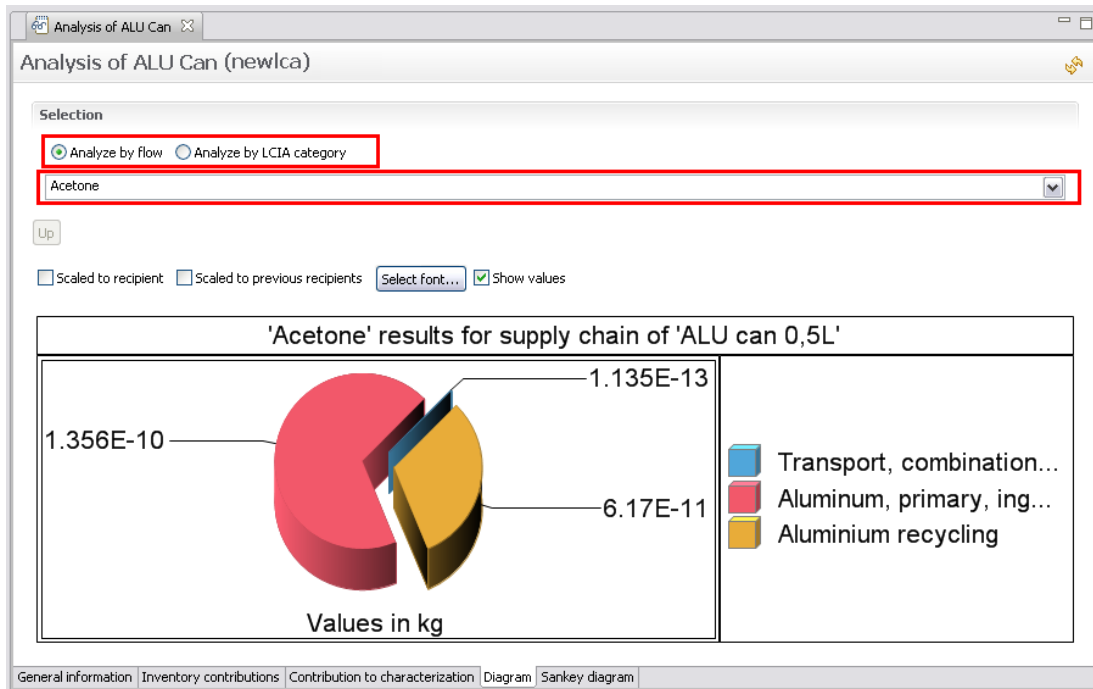
Η επόμενη καρτέλα των αποτελεσμάτων, εμφανίζει τα αποτελέσματα για τις τιμές των παραγόντων της μεθόδου αξιολόγησης, ανάλογα με την διαδικασία ή την κατηγορία μεθόδου αξιολόγησης. Όπως και στην προηγούμενη καρτέλα, έτσι κι εδώ, για την εμφάνιση των αποτελεσμάτων πρέπει αρχικά να επιλεγεί με βάση του τι θα παρουσιαστεί και στη συνέχεια με την επιλογή της συγκεκριμένης τιμής. Επιλέγοντας να γίνει ανάλυση με βάση τη διαδικασία, τότε στο πεδίο επιλογής, εμφανίζονται οι διαδικασίες του συστήματος. Όταν επιλεγεί συγκεκριμένη διαδικασία τότε εμφανίζονται τα συνολικά αποτελέσματα για κάθε LCIA κατηγορία. Επιλέγοντας να γίνει ανάλυση με βάση LCIA κατηγορία, τότε στο πεδίο επιλογής, εμφανίζονται όλες οι κατηγορίες της μεθόδου αξιολόγησης. Όταν επιλεγεί συγκεκριμένη κατηγορία, τότε εμφανίζονται τα συνολικά αποτελέσματα για την κατηγορία, σε κάθε διαδικασία του συστήματος (Εικόνα 4.34).




**Εικόνα 4.34:** Αποτελέσματα ανάλυσης επιπτώσεων με βάση την κατηγορία LCIA

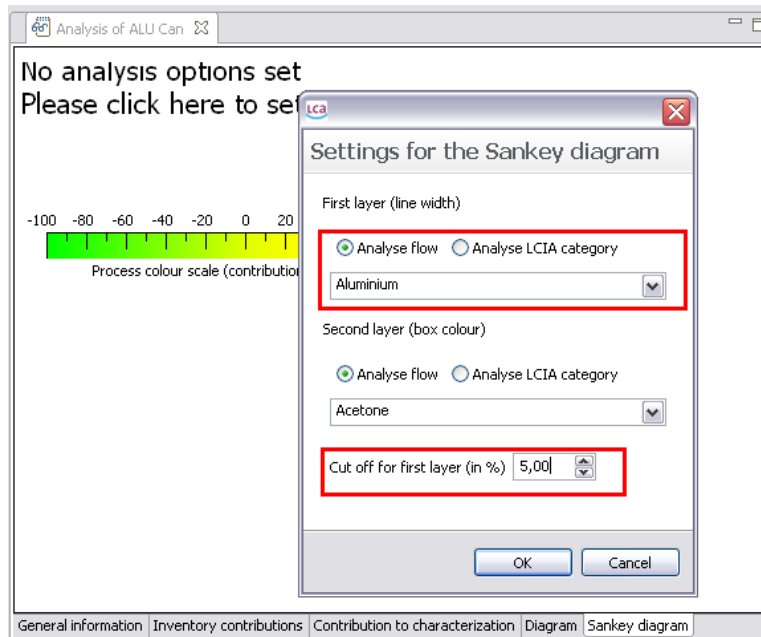
Η καρτέλα με τον τίτλο «Diagram» εμφανίζει τα αποτελέσματα σε γράφημα. Τα αποτελέσματα σε αυτή την καρτέλα, εμφανίζονται όπως και στις προηγούμενες. Υπάρχει η δυνατότητα επιλογής ώστε να εμφανιστούν αποτελέσματα με βάση μια ροή, ή μια κατηγορία LCIA της μεθόδου αξιολόγησης. Όταν επιλέγεται συγκεκριμένη ροή, τότε εμφανίζονται τα συνολικά αποτελέσματα για τη ροή, καταναμημένα στις διαδικασίες του τελευταίου επιπέδου του συστήματος. Όταν επιλεγεί ανάλυση με βάση την κατηγορία εμφανίζονται τα συνολικά αποτελέσματα, για την συγκεκριμένη κατηγορία, καταναμημένα επίσης στις διαδικασίες του τελευταίου επιπέδου του συστήματος (Εικόνα 4.35).



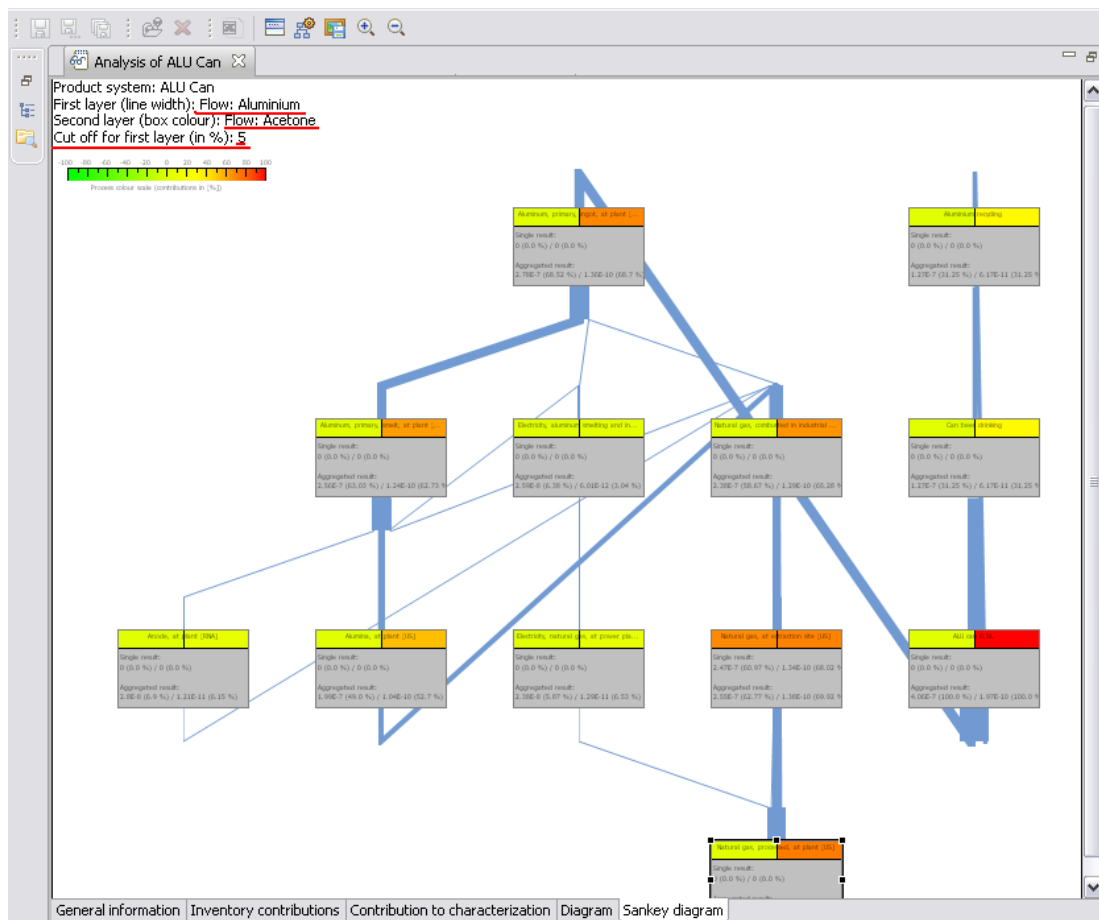


**Εικόνα 4.35:** Διάγραμμα ανάλυσης - Εικονική απεικόνιση για συγκεκριμένη ροή

Η τελευταία καρτέλα των αποτελεσμάτων της ανάλυσης, παρουσιάζει το διάγραμμα Sankey. Το διάγραμμα αυτό, είναι η γραφική απεικόνιση των επιπτώσεων των διαφόρων ροών στο σύστημα. Κάνοντας κλικ στην αριστερή γωνία του διαγράμματος ή επιλέγοντας από το μενού επιλογών «Set Sankey diagram options» (  ) μπορεί να γίνει επεξεργασία του διαγράμματος Sankey. Επιλέγεται μια ροή, ή κατηγορία LCIA για κάθε επίπεδο, για να εμφανιστούν στο διάγραμμα. Το πρώτο επίπεδο επηρεάζει το πλάτος της γραμμής από τις συνδέσεις και το δεύτερο επίπεδο επηρεάζει το χρώμα του πλαισίου κάθε διαδικασίας. Ανάλογα με το πόσο μεγάλο είναι το ποσοστό που επηρεάζει η ροή ή η κατηγορία που επιλέχθηκε, στην αντίστοιχη διαδικασία, τότε για τον πρώτο επίπεδο αυξάνεται ανάλογα το πάχος της γραμμής σύνδεσης, και για το δεύτερο επίπεδο, επηρεάζεται το χρώμα (από πράσινο σε κόκκινο) της διαδικασίας (Εικόνα 4.36). Επίσης στην επεξεργασία του διαγράμματος Sankey, μπορεί να οριστεί όριο (Cut off) για το πρώτο επίπεδο, με το οποίο περιορίζεται ο αριθμός εμφάνισης των διαδικασιών, στις διαδικασίες των οποίων οι επιπτώσεις στο πρώτο επίπεδο είναι μεγαλύτερες από το ποσοστό που θα οριστεί (Εικόνα 4.37).



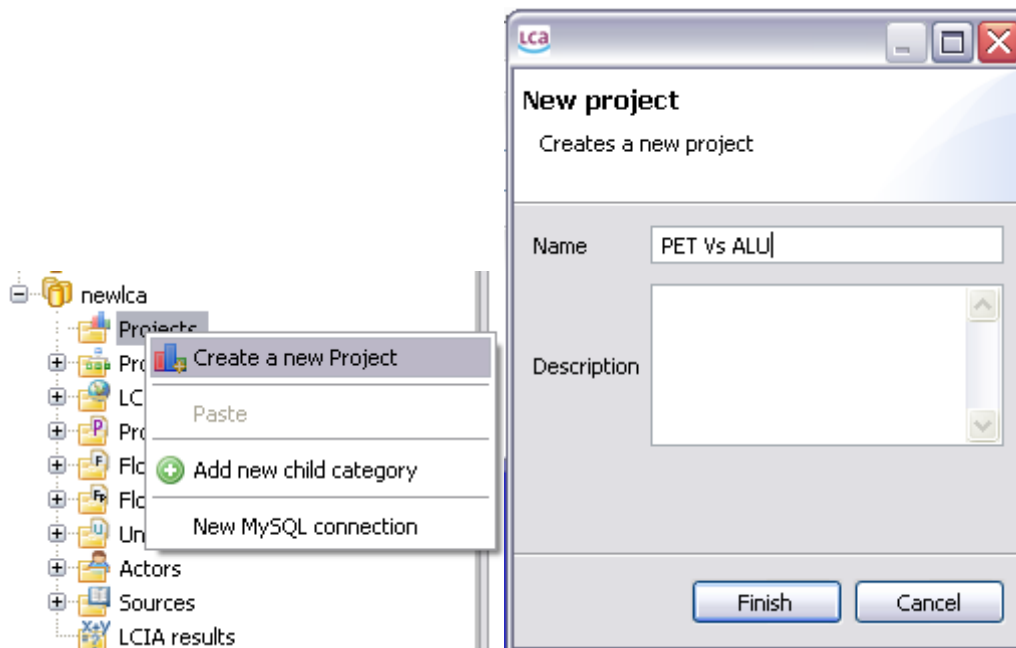
Εικόνα 4.36: Αποτελέσματα Ανάλυσης - Διάγραμμα Sankey – Ρυθμίσεις



Εικόνα 4.37: Ανάλυση αποτελεσμάτων με χρήση διαγράμματος Sankey

#### 4.2.9 Τελική εργασία – Σύγκριση συστημάτων (Projects)

Η σύγκριση των αποτελεσμάτων μεταξύ δύο συστημάτων, είναι βασικό εργαλείο για την υπόδειξη συστημάτων παραγωγής με λιγότερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις, σε σύγκριση με υπάρχοντα συστήματα παραγωγής. Το OpenLCA διαθέτει την δυνατότητα σύγκρισης των επιπτώσεων στο περιβάλλον, μέσα από το στοιχείο «Projects». Κάνοντας δεξί κλικ πάνω στο στοιχείο Projects στο παράθυρο πλοήγησης, υπάρχει η επιλογή για δημιουργία καινούριου Project. Τα πρώτα στοιχεία που απαιτούνται για την δημιουργία του, είναι μόνο το όνομα (Εικόνα 4.36).



**Εικόνα 4.38 :** Δημιουργία καινούριου project

Στη συνέχεια, εμφανίζεται στον επεξεργαστή, διαθέσιμα πεδία για το στοιχείο αυτό. Μπορούν να προστεθούν στοιχεία όπως περιγραφή, στόχος της μελέτης, ημερομηνία και συγγραφέας. Το βασικό σημείο είναι τα συστήματα που θα χρησιμοποιηθούν για την σύγκριση. Μπορούν να προστεθούν συστήματα κάνοντας κλικ στο πράσινο εικονίδιο με το σήμα της πρόσθεσης, με το οποίο δίνεται η δυνατότητα επιλογής των διαθέσιμων συστημάτων της τρέχουσας βάσης (Εικόνα 4.39).

PET vs ALU

Project: Beer bottle: PET vs ALU (newlca)

**General information**

Name: Beer bottle: PET vs ALU

Description:

Category: Case study – beer bottle

**Goal and scope**

Goal:

Functional unit:

**Time and author**

Creation date: 6/7/12

Last modification date: 6/7/12

Author:

**Product systems**

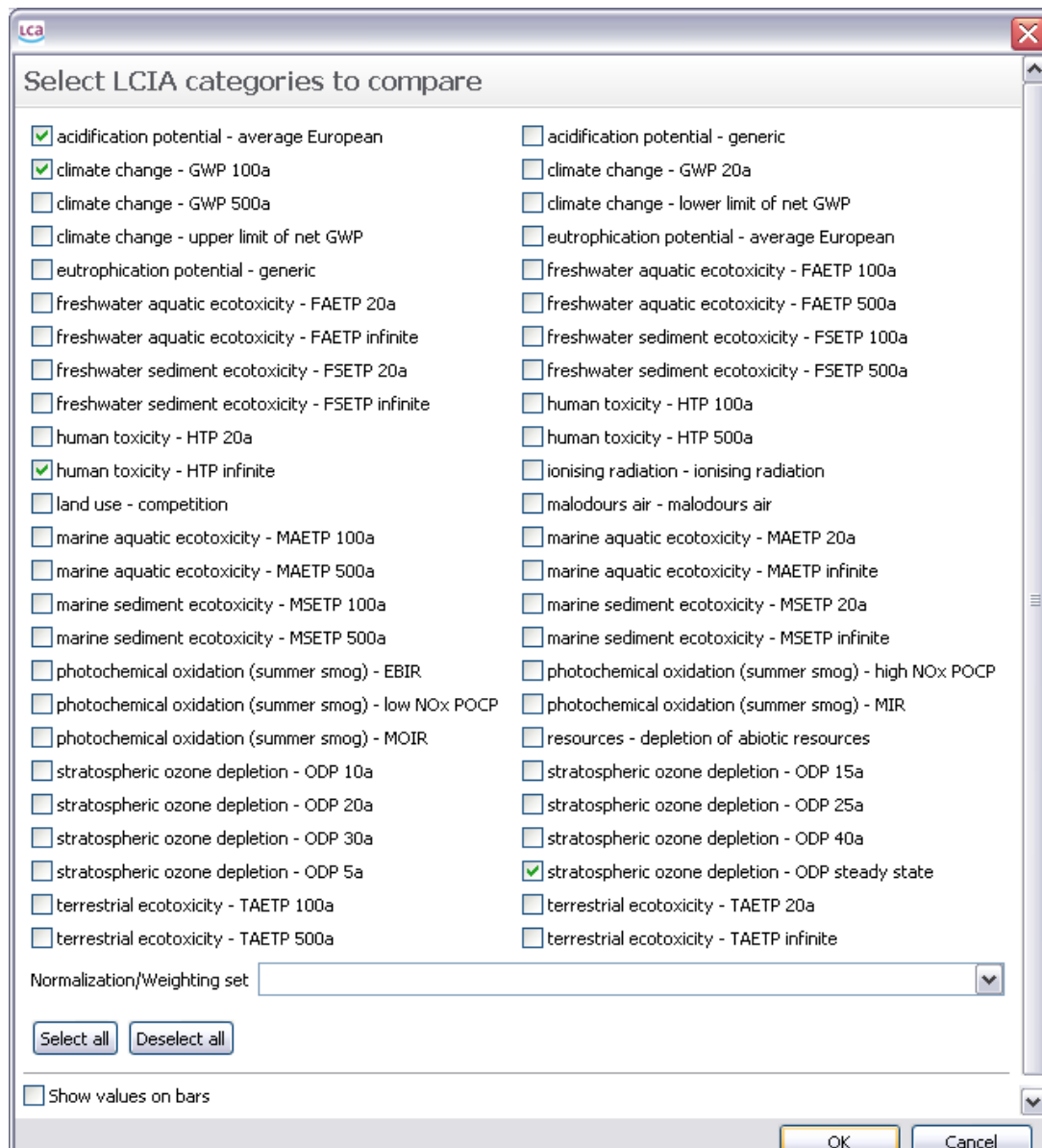
- ALU Can
- PET bottle

General information Comparison

**Εικόνα 4.39:** Ρυθμίσεις Project - Προσθήκη συστημάτων για σύγκριση

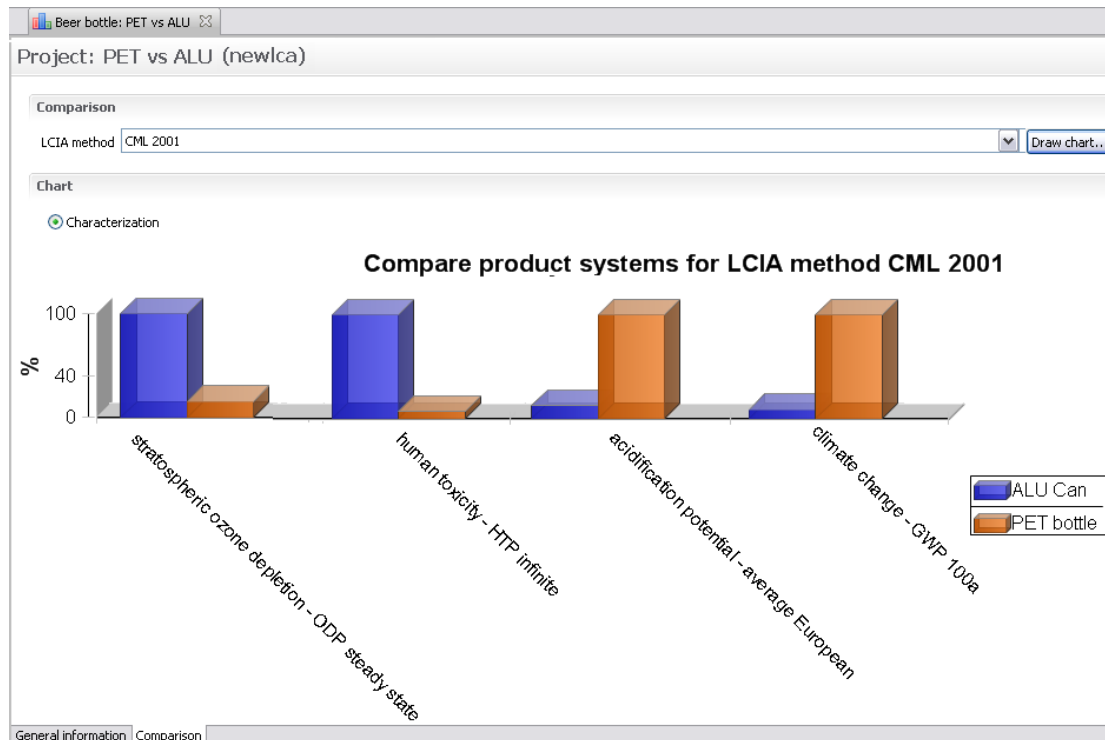
Η δεύτερη καρτέλα του στοιχείου Project είναι τα αποτελέσματα της σύγκρισης των συστημάτων. Η καρτέλα αρχικά είναι κενή, εμφανίζοντας μόνο ένα πεδίο επιλογής LCIA μεθόδου. Επιλέγοντας την μέθοδο με την οποία θα γίνει η σύγκριση των συστημάτων

εμφανίζεται ένα επιπλέον παράθυρο για επιλογή συγκεκριμένων κατηγοριών από τη μέθοδο LCIA για τη σύγκριση των συστημάτων. Μπορούν να επιλεγούν αυτόματα όλες οι κατηγορίες κάνοντας κλικ στο κουμπί «Select All» ή να επιλεγούν συγκεκριμένες για πιο προσανατολισμένα αποτελέσματα (Εικόνα 4.40).



**Εικόνα 4.40:** Επιλογή LCIA κατηγοριών για σύγκριση των συστημάτων

Στη συνέχεια, κάνοντας κλικ στο κουμπί, «Draw chart» εμφανίζεται το διάγραμμα σύγκρισης μεταξύ των συστημάτων που ορίστηκαν για τις κατηγορίες LCIA που επιλέχθηκαν. Στο διάγραμμα που εμφανίζεται, τα αποτελέσματα όλων των κατηγοριών είναι προσαρμοσμένα στο 100% για να αποφευχθεί η οπτική σύγκριση διαφορετικών κατηγοριών (Εικόνα 4.41).



Εικόνα 4.41: Διάγραμμα σύγκρισης συστημάτων σε επιλεγμένες κατηγορίες LCIA

### 4.3 Παραδείγματα

Στόχος του παραδείγματος αυτού είναι να περιγράψει τις λειτουργίες του λογισμικού openLCA. Σε αυτό το παράδειγμα θα μελετηθούν οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις του συμβατικού τρόπου αμπελοκαλλιέργειας σε σύγκριση με τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις της βιολογικής αμπελοκαλλιέργειας.

Καταρχήν πρέπει να δημιουργηθεί μια καινούρια βάση, στον MySQL server. Κάνοντας δεξί κλικ στο MySQL at localhost:3306 επιλέγεται «Create new database». Όταν δημιουργηθεί η βάση, πρέπει να δημιουργηθούν οι πρώτες ροές που θα χρησιμοποιηθούν στο σύστημα. Οι ροές που θα δημιουργηθούν και θα χρησιμοποιηθούν για την οργανική αμπελοκαλλιέργεια είναι :

**Input:**

Flow type	Category	Flow	Amount	Unit
Product	Agricultural means of production/organic fertiliser	Compost, at plant	2	kg
Product	Oil/fuel	Diesel, at regional storage	0.005	kg
Product	Agricultural means of production/organic fertiliser	Horn meal, at regional storehouse	1	kg
Elementary	Ressource/Land	Occupation, arable	0.00286*1	m2*a
Product	Transport systems/road	Transport, lorry 7,5-16t, EURO5	0.248	t*km

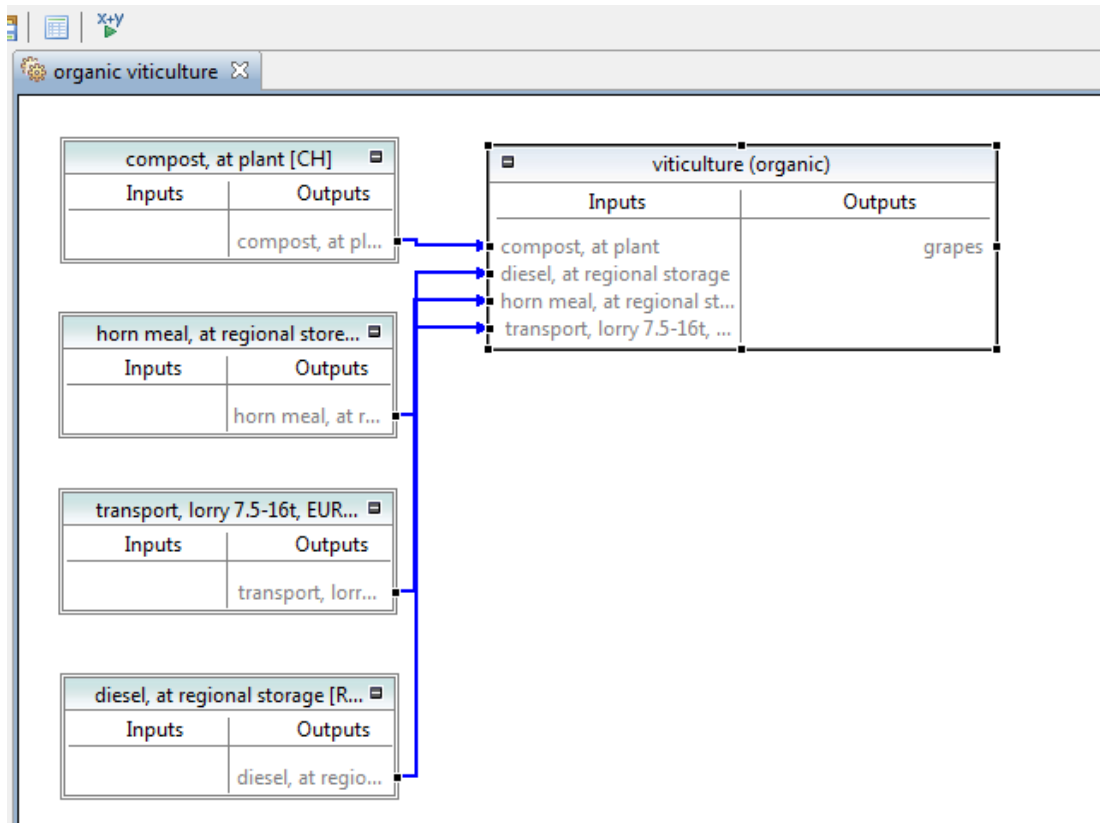
**Output:**

Flow type	Category	Flow	Amount	Unit
Product		Grapes (reference flow)	1	kg
Elementary	Water/ground-	Ammonium, ion	0.000067	kg
Elementary	Water/ground-	Nitrate	0.074	kg
Elementary	Water/ground-	Phosphate	0.000053	kg


Στη συνέχεια αφού δημιουργηθούν όλες οι ροές εισόδου και εξόδου που θα χρησιμοποιηθούν κατά την οργανική αμπελοκαλλιέργεια, δημιουργούνται οι διαδικασίες που περιγράφουν τις ροές προϊόντων. Επομένως, δημιουργείται μια διαδικασία η οποία έχει ως ροή αναφοράς τη ροή «Compost, at plant», δημιουργείται μια επόμενη διαδικασία η οποία έχει ως ροή αναφοράς τη «Diesel, at regional storage», μια διαδικασία η οποία έχει ως ροή αναφοράς τη

ροή «Horn meal, at regional storehouse» και μια διαδικασία με ροή αναφοράς την «Transport, lorry 7,5-16t, EURO5». Τέλος, δημιουργείται η διαδικασία αναφοράς του συστήματος η οποία θα είναι η διαδικασία με ροή αναφοράς «Grapes» και εισόδους και εξόδους τις ροές που παρουσιάζονται πιο πάνω.

Για την εξαγωγή των αποτελεσμάτων, δημιουργείται ένα σύστημα προϊόντος, το οποίο έχει ως διαδικασία αναφοράς την τελευταία διαδικασία που δημιουργήθηκε, και η οποία έχει ως ροή αναφοράς την «Grapes». Η γραφική αναπαράσταση του συστήματος που δημιουργήθηκε εμφανίζεται στην Εικόνα 4.42 :



Εικόνα 4.42: Γραφική αναπαράσταση συστήματος - Οργανική Αμπελοκαλλιέργεια

Κάνοντας κλικ στο  και επιλέγοντας για μέθοδο αξιολόγησης επιπτώσεων την «CML 2001» μπορούν να υπολογιστούν τα συνολικά αποτελέσματα για το σύστημα αυτό.

Για την σύγκριση των αποτελεσμάτων του συστήματος αυτού, με τη συμβατική αμπελοκαλλιέργεια, πρέπει να δημιουργηθεί το σύστημα που περιγράφει το δίκτυο διαδικασιών που απαιτούνται για τη συμβατική αμπελοκαλλιέργεια. Για να δημιουργηθεί το σύστημα για τη συμβατική αμπελοκαλλιέργεια, πρέπει πρώτα να καθοριστούν οι ροές εισόδου και εξόδου της διαδικασίας, και να δημιουργηθούν οι αντίστοιχες ροές και διαδικασίες.



**Input:**

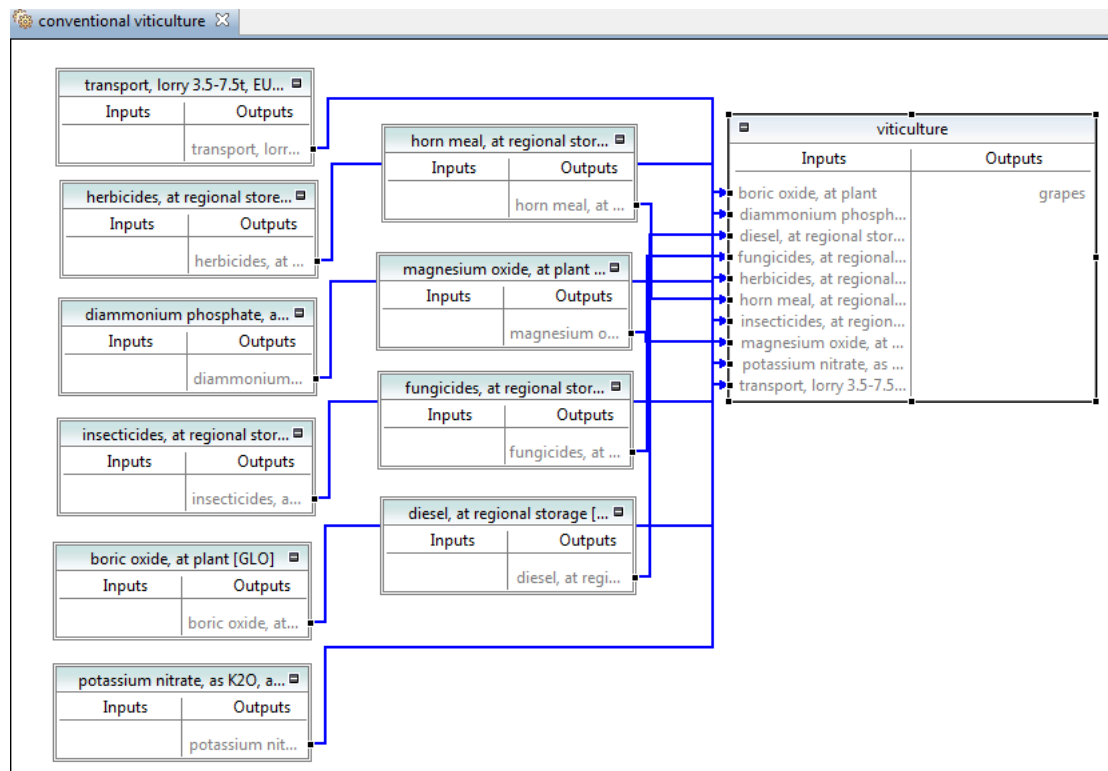
<b>Flow type</b>	<b>Category</b>	<b>Flow</b>	<b>Amount</b>	<b>Unit</b>
Element	Ressource/Land	Occupation, arable	0.002*1	m2*a
Product	Chemicals/inorganics	Boric oxide, at plant	0.002*0,1	kg
Product	Agricultural means of production/organic fertiliser	Diammonium phosphate, as P2O5, at regional storehouse	0.046	kg
Product	Oil/fuels	Diesel, at regional stage	0.005	kg
Product	Agricultural means of production/pesticides	Fungicides, at regional storehouse	0.56	kg
Product	Agricultural means of production/pesticides	Herbicides, at regional storehouse	0.0526	kg
Product	Agricultural means of production/organic fertiliser	Horn meal, at regional storehouse	0.01	kg
Product	Agricultural means of production/pesticides	Insecticides, at regional storehouse	0.0008	kg
Product	Chemicals/inorganics	Magnesium oxide, at plant	0.002*38	kg
Product	Agricultural means of production/mineral fertiliser	Potassium nitrate, as K2O, at regional storehouse	0.21	kg
Product	Transport systems/road	Transport, lorry 3.5-7.5t, EURO5	0.248	t*km

**Output:**

Flow type	Category	Flow	Amount	Unit
Product		Grapes (reference flow)	1	kg
Element	Water/ground-	Ammonium, ion	0.00014	kg
Element	Water/ground-	Nitrate	0.566	kg
Element	Water/ground-	Phosphate	0.00012	kg

Σύμφωνα με τα πιο πάνω στοιχεία, θα πρέπει το σύστημα να περιλαμβάνει 11 διαδικασίες. Δημιουργούνται πρώτα όλες οι ροές που είναι απαραίτητες και στη συνέχεια δημιουργούνται οι αντίστοιχες διαδικασίες. Λόγω του προηγούμενου συστήματος (οργανική αμπελοκαλλιέργεια), έχουν ήδη δημιουργηθεί μερικές ροές και οι αντίστοιχες διαδικασίες. Οι ίδιες ροές και διαδικασίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν και στο καινούριο σύστημα, δεδομένου ότι τα συστήματα δημιουργούνται στην ίδια βάση. Με τον τρόπο αυτό δημιουργούνται 7 καινούριες ροές και διαδικασίες για τις αντίστοιχες ροές προϊόντων. Επίσης δημιουργείται μια καινούρια διαδικασία (conventional viticulture), η οποία θα έχει σαν ροή αναφοράς την «Grapes», όπως και το προηγούμενο σύστημα, αλλά θα έχει διαφορετικές εισόδους και εξόδους, οι οποίες θα είναι οι πιο πάνω.

Στη συνέχεια δημιουργείται το καινούριο σύστημα (conventional viticulture) με διαδικασία αναφοράς την αντίστοιχη διαδικασία. Η γραφική αναπαράσταση του συστήματος εμφανίζεται στην Εικόνα 4.43.

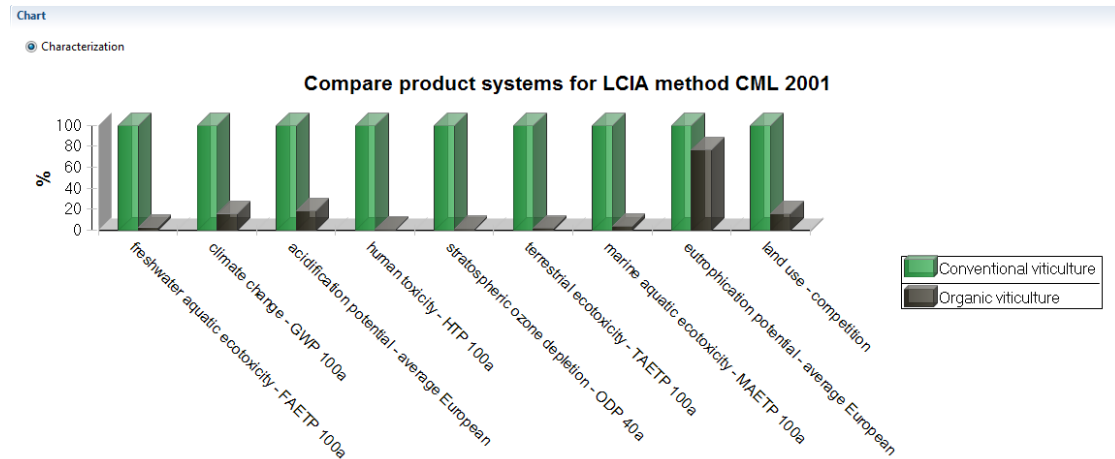


**Εικόνα 4.43:** Παραδοσιακή Αμπελοκαλλιέργεια

Για την σύγκριση των δύο συστημάτων δημιουργείται ένα καινούριο project. Προστίθενται τα δύο συστήματα αυτά στην τελική εργασία και επιλέγεται η μέθοδος «CML 2001» για την σύγκριση των συστημάτων. Για τα αποτελέσματα της σύγκρισης επιλέγονται εννέα βασικές κατηγορίες της μεθόδου αξιολόγησης για προσανατολισμένη σύγκριση των συστημάτων. Οι κατηγορίες επιπτώσεων που επιλέχθηκαν για την σύγκριση των αποτελεσμάτων είναι:

- Acidification potential – average European
- climate change – GWP 100a
- eutrophication potential – average European
- freshwater aquatic ecotoxicity – FAETP 100a
- human toxicity – HTP 100a
- land use – competition
- marine aquatic ecotoxicity – MAETP 100a
- stratospheric ozone depletion – ODP 40a
- terrestrial ecotoxicity – TAETP 100a

Τα αποτελέσματα περιβαλλοντικών επιπτώσεων στις συγκεκριμένες κατηγορίες μεταξύ των συστημάτων οργανικής και παραδοσιακής μεθόδου αμπελοκαλλιέργειας εμφανίζονται στην Εικόνα 4.44



**Εικόνα 4.44:** Σύγκριση συστημάτων για επιδόσεις σύμφωνα με κατηγορίες της μεθόδου LCIA CML 2001

Από τα αποτελέσματα της σύγκρισης, προκύπτει ότι η οργανική αμπελοκαλλιέργεια μειώνει στο ελάχιστο τις επιπτώσεις στο περιβάλλον. Η συμβατική αμπελοκαλλιέργεια, έχει επιπτώσεις πολύ μεγαλύτερες από ότι η οργανική αμπελοκαλλιέργεια. Οπότε η οργανική αμπελοκαλλιέργεια είναι καλύτερη επιλογή για την παραγωγή, αφού έχει καλύτερα αποτελέσματα.

## 5 Εκτίμηση περιβαλλοντικών επιπτώσεων με το λογισμικό OPEN – LCA

---

### 5.1 Εισαγωγή

Το κεφάλαιο 5 είναι ο πυρήνας της μελέτης αφού σε αυτό θα υπολογιστούν με μετρήσιμα στοιχεία οι επιπτώσεις από το εξεταζόμενο έργο. Η χρήση του open-LCA επεξηγήθηκε αναλυτικά στο κεφάλαιο 4 και η μεθοδολογία της Ανάλυσης Κύκλου Ζωής (AKZ) στο κεφάλαιο 3. Ενώ στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζονται οι διαδικασίες που προκύπτουν μέσα από την μεθοδολογία και τα αποτελέσματα του λογισμικού. Η εκτίμηση επιπτώσεων σε πρώτο στάδιο θα γίνει για κάθε βιομηχανική μονάδα ξεχωριστά και σε δεύτερο στάδιο θα συνυπολογιστούν όλα τα αποτελέσματα μαζί. Η προτεινόμενη δομή του οικο-βιομηχανικού πάρκου αποτελείται από τις εξής βιομηχανικές μονάδες:

- Βιομηχανία Ζυμαρικών (κλάδος βιομηχανίας τροφίμων)
- Γαλακτοβιομηχανία (κλάδος βιομηχανίας τροφίμων)
- Οινοποιία (κλάδος βιομηχανίας ποτών)
- Ζυθοποιία (κλάδος βιομηχανίας ποτών)

Οι όποιες παραδοχές γίνονται θα επισημαίνονται και στα δύο στάδια.

### 5.2 Ανάλυση κύκλου ζωής ζυθοποιείου με open-lca

#### 5.2.1 Καθορισμός σκοπού και αντικείμενο μελέτης

Σκοπός της μελέτης στο στάδιο αυτό είναι να εξεταστεί ο κύκλος ζωής της παραγωγής και συσκευασίας μπίρας τύπου lager, ώστε να αξιολογηθούν οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις στην περιοχή χωροθέτησης. Η συλλογή των στοιχείων έγινε βιβλιογραφικά διασταυρώνοντας πληροφορίες από προηγούμενες μελέτες σε Ελλάδα και εξωτερικό ώστε οι χρησιμοποιούμενες ποσότητες και κατ'επέκταση επιπτώσεις να προσεγγίζονται με το καλύτερο δυνατό τρόπο.

#### 5.2.2 Όρια του συστήματος

Ο προσδιορισμός των ορίων είναι πολύ σημαντικό στοιχείο στην κατανόηση των αποτελεσμάτων. Ο κλάδος των ποτών λόγω της πολυπλοκότητας του μεγάλου συστήματος παραγωγής χρειάζεται διαχωρισμό σε υποσύνολα για καλύτερη διερεύνηση των εισροών και εκροών. Το υπό μελέτη σύστημα χωρίζεται σε 3 υποσυστήματα του τελικού προϊόντος:

- την παραγωγή μπίρας,
- την παραγωγή γυάλινων μπουκαλιών 0.5 λίτρου,
- την τελική συσκευασία-εμφιάλωση.

Στο σύστημα δεν περιλαμβάνονται η παραγωγή και μεταφορά των πρώτων υλών στο ζυθοποιείο ούτε η μεταφορά του τελικού προϊόντος εκτός ζυθοποιείου για την διανομή και κατανάλωση.

### 5.2.3 Λειτουργική μονάδα

Η λειτουργική μονάδα που επιλέχθηκε είναι ένα μπουκάλι μύρας συνολικού βάρους 1.066 kg, (520 gr μύρας και 0.546 kg μπουκαλιού)

### 5.2.4 Πηγές δεδομένων

(Αφορά όλα τα συστήματα της μελέτης γι' αυτό και δεν επαναλαμβάνεται ως στάδιο στα επόμενα υποκεφάλαια)

Πέρα από τις δημοσιευμένες μελέτες για AKZ σε Ελλάδα και εξωτερικό χρησιμοποιήθηκαν συντελεστές απογραφής δεδομένων από την Ευρωπαϊκή βάση δεδομένων (Europra), ανάλυση με τη μέθοδο eco-indicator 99, η οποία περιγράφεται στην συνέχεια και η λειτουργία της με το λογισμικό open-lca.

### 5.2.5 Περιγραφή υποσυστημάτων – Παραδοχές

Όπως προαναφέρθηκε ο διαχωρισμός του συστήματος παραγωγής σε υποσυστήματα είναι μια απαραίτητη διαδικασία όταν εξετάζεται ένα μεγάλο σύστημα παραγωγής, οι παραδοχές που έγιναν για το καθένα ξεχωριστά περιγράφονται λεπτομερώς στη συνέχεια. Βασική παραδοχή για όλα τα συστήματα είναι η έλλειψη στοιχείων για την παραγωγή και μεταφορά των πρώτων υλών για το λόγο αυτό δεν υπολογίζονται σε κανένα από τα συστήματα που θα ακολουθήσουν στα επόμενα υποκεφάλαια. Τα στοιχεία για AKZ ζυθοποιείου βασίζονται σε στοιχεία από την μελέτη των Koroneos et al (2003)

#### Υποσύστημα 1: Παραγωγή μύρας

- 1 lt μύρας για να παραχθεί απαιτούνται 5.25 lt νερού.
- Μια παρτίδα μύρας αναλογεί σε επεξεργασία 12 tn βύνης
- Κατανάλωση ηλεκτρισμού ανα παρτίδα 2678kWh

#### Υποσύστημα 2: Παραγωγή μπουκαλιών

- Βάρος μπουκαλιού 0.546 kgr
- Ενέργεια κατανάλωσης ανα 1000 kgr γυαλιού συμπεριλαμβανομένης της ενέργειας μορφοποίησης 2500 MJ ηλεκτρισμού ( 53226kWh ανα παρτίδα)

#### Υποσύστημα 3: Εμφιάλωση-Συσκευασία

- Για την εμφιάλωση μιας παρτίδας χρειάζονται 140376 μπουκάλια
- 51% προέρχεται από επιστρεφόμενα μπουκάλια και τα υπόλοιπα από πρωτογενή μπουκάλια.
- Κατανάλωση ηλεκτρισμού 1246.87kWh
- Κατανάλωση νερού 272014 lt

Συνολική κατανάλωση ηλεκτρισμού ανα παρτίδα παραγωγής: **57150 kWh**

Συνολική κατανάλωση νερού ανα παρτίδα παραγωγής: **639554 lt**

### 5.2.6 Αποτελέσματα ανάλυσης με την μεθοδο eco-indicator99

Η επιλογή της συγκεκριμένης μεθοδολογίας έγινε για δύο βασικούς λόγους:

α) η ευρεία χρήση της σε μελέτες από επαγγελματίες του χώρου όσον αφορά τον περιβαλλοντικό σχεδιασμό και

β) είναι ο τρόπος που λειτουργεί, ο οποίος επιτρέπει τον προσδιορισμό τελικών απώλειες που επιφέρουν οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις (damage-oriented) με βάση 3 τελικές κατηγορίες. Αυτές προκύπτουν από συνολικά 9 κατηγορίες οι οποίες αποτυπώνουν τις εκπομπές ρύπων και την εξόρυξη πόρων ενώ ανάλογα με τις επιδράσεις που έχουν ομαδοποιούνται σε ποιότητα οικοσυστήματος (ecosystem quality), ανθρώπινη υγεία (human health), ορυκτοί πόροι (resources) και είναι οι εξής:

- ecosystem quality - acidification & eutrophication
- ecosystem quality - ecotoxicity
- human health- carcinogenics
- human health - climate change
- human health- ionising radiation
- human health - ozone layer depletion
- human health - respiratory effects
- resources-fossil fuels
- resources-mineral extraction

Επειδή αποδείχτηκε υπερβολικά δύσκολο να αποδοθούν κοινά αποδεκτοί συντελεστές βαρύτητας και για τις 9 κατηγορίες, η ομάδα δημιουργίας της eco-indicator ζήτησε από 365 ειδικούς σε θέματα AKZ να αποδώσουν συντελεστές βαρύτητας σε 3 μεγάλες τελικές κατηγορίες:

1. **Ποιότητα οικοσυστήματος (ecosystem quality):** Περιλαμβάνει τις κατηγορίες «οξίνιση-ευτροφισμός» (acidification & eutrophication) και «οικοτοξικότητα» (ecotoxicity) που αναφέρονται σε απώλειες ειδών σε μια συγκεκριμένη περιοχή κατά την διάρκεια συγκεκριμένης περιόδου και αθροίζονται στον πίνακα χαρακτηρισμού για το τελικό αποτέλεσμα έχοντας ως μονάδα μέτρησης PDF (m<sup>2</sup>/year) (Potentially Disappeared Fraction)
2. **Ανθρώπινη Υγεία (human health):** Περιλαμβάνει τις κατηγορίες «κλιματική αλλαγή» (climate change), «ιονίζουσα ακτινοβολία» (ionising radiation), «μείωση του όζοντος» (ozone layer depletion) και «εισπνεόμενοι παράγοντες» (respiratory effects) που αναφέρονται σε απώλειες ζωής από πρόωρο θάνατο λαμβάνοντας επίσης και τα έτη ασθένειας που τελικά αθροίζονται από τον πίνακα χαρακτηρισμού για το τελικό αποτέλεσμα έχοντας ως μονάδα μέτρησης DALY (Disability Adjusted Life Years)
3. **Ορυκτοί Πόροι (resources):** Περιλαμβάνει τις κατηγορίες ορυκτά καύσιμα και εξαγωγή μεταλλευμάτων και εκφράζει την ενέργεια που απαιτείται για μελλοντικές εξορύξεις με μονάδα μέτρησης MJ surplus.

Η τελευταία κατηγορία, των ορυκτών πόρων δεν εμπίπτει στα όρια του συστήματος μελέτης της παρούσας εργασίας γι' αυτό και εμφανίζονται στον πίνακα χαρακτηρισμού 5.1 με μηδενικά στοιχεία, στην συνέχεια δεν θα αναφέρονται παρα μόνο οι 2 κατηγορίες, ποιότητα οικοσυστήματος και ανθρώπινη υγεία με τα αποτελέσματα τους.

Οι αβεβαιότητες της μεθοδολογίας δεν εκφράζονται με κατανομές αλλά με αρχέτυπα. Το αρχέτυπο είναι το μοντέλο που ορίζει το βάθος της ανάλυσης και επιλέγεται από την αρχή της ανάλυσης. Ανάλογα με τους στόχους κάθε μελέτης εφαρμόζεται διαφορετικό αρχέτυπο, στην ουσία αυτό που αλλάζει κάθε φορά είναι η χρονική περίοδος εκτίμησης των επιπτώσεων και κατ'επέκταση χρησιμοποιούνται διαφορετικοί παράγοντες βαρύτητας. Τα αρχέτυπα είναι τα εξής:

- Το αρχέτυπο της ισότητας (egalitarian perspective): Είναι το αρχέτυπο με την μεγαλύτερη περίοδο εκτίμησης επιπτώσεων, λαμβάνει υπόψη δεδομένα έστω και με ενδείξη για αρνητικά αποτελέσματα και αυτό έχει ως συνέπεια οι απώλειες να είναι αναπόφευκτες και πολλές δημιουργώντας έτσι ανεπιθύμητα ή δύσχηστα αποτελέσματα.
- Το ιεραρχικό αρχέτυπο (hierarchist perspective): Σε αυτό το αρχέτυπο ο χρόνος εκτίμησης επιπτώσεων είναι πιο περιορισμένος αλλά παραμένει μεγάλος. Τα δεδομένα που λαμβάνονται υπόψη είναι για όσα υπάρχει επιστημονική συναίνεση για τα αρνητικά τους αποτελέσματα. Είναι το αρχέτυπο που χρησιμοποιείται ως προεπιλογή στην μεθοδολογία της eco-indicator99 αφού οι παραδοχές του φαίνεται να είναι κοινά αποδεκτές από ευρύ φάσμα επιστημόνων και γι' αυτό το λόγο χρησιμοποιείται και σε αυτή την εργασία.
- Το ατομικιστικό αρχέτυπο (individualist perspective): Είναι το αρχέτυπο με την πιο περιορισμένη περίοδο εκτίμησης και τα στοιχεία που λαμβάνονται υπόψη είναι για όσα υπάρχει απόδειξη επικινδυνότητας

### **Χαρακτηρισμός**

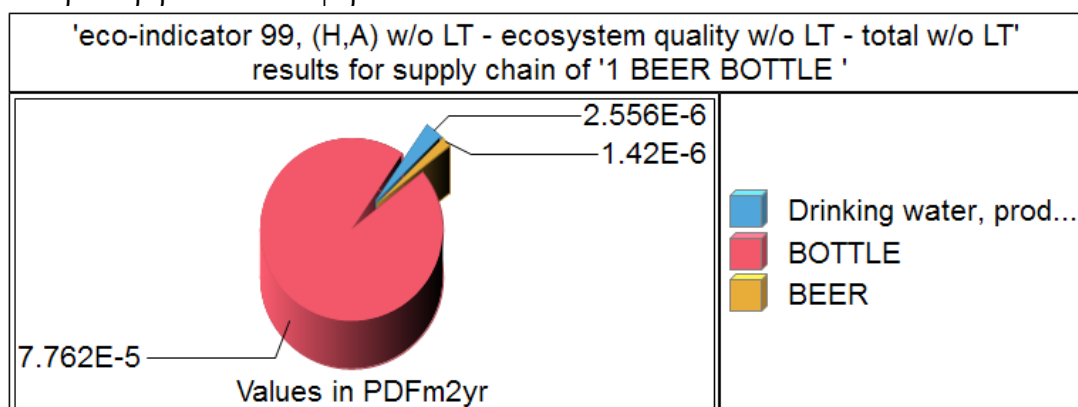
Σε κάθε κατηγορία επίπτωσης συνεισφέρουν κάποιες ουσίες ανάλογα με την κατηγορία, (για παράδειγμα μια ουσία που συνεισφέρει σημαντικά στην κλιματική αλλαγή είναι το διοξείδιο του άνθρακα CO<sub>2</sub>), αυτές οι ουσίες πολλαπλασιάζονται με ένα συντελεστή χαρακτηρισμού ο οποίος προκύπτει μέσα από πολύπλοκα μοντέλα απωλειών που έχουν δημιουργηθεί από ερευνητές και επιστήμονες της AKZ και δημιουργείται ο πίνακας χαρακτηρισμού (πίνακας 5.1).



**Πίνακας 5.1:** Αποτελέσματα Χαρακτηρισμού ανά κατηγορία επιπτώσεων AKZ μιας φιάλης μπύρας

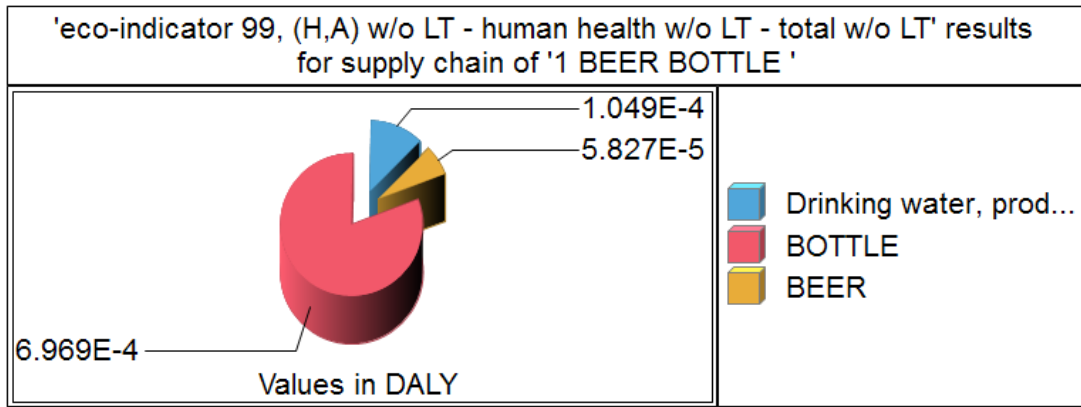
LCIA category	Amount	Unit
resources - mineral extraction	0	MJ surplus
resources - fossil fuels	0	MJ surplus
<b>resources - total</b>	<b>0</b>	<b>MJ surplus</b>
human health - climate change	0,000192118	DALY
human health - carcinogenics	2,51327E-06	DALY
human health - respiratory effects	0,000607477	DALY
human health - ozone layer depletion	2,08228E-08	DALY
human health- ionising radiation	4,84071E-07	DALY
<b>human health - total</b>	<b>0,000802613</b>	<b>DALY</b>
ecosystem quality - acidification & eutrophication	5,91571E-05	PDFm2yr
ecosystem quality- ecotoxicity	2,10186E-05	PDFm2yr
<b>ecosystem quality - total</b>	<b>8,01757E-05</b>	<b>PDFm2yr</b>
total-total	8,827887E-04	points

Η παραγωγή μπύρας από τα αποτελέσματα χαρακτηρισμού δεν φαίνεται να επιβαρύνει τις διαφορετικές κατηγορίες επιπτώσεων που ορίστηκαν αφού στις περισσότερες εμφανίζεται με πολύ χαμηλά αριθμητικά στοιχεία ως προς την επίδραση της. Εξάιρεση αποτελούν οι κατηγορίες «κλιματική αλλαγή» και «εισπνεύσιμοι παράγοντες» λόγω των ρύπων διοξειδίου του άνθρακα. Οι πόροι εμφανίζονται με μηδενικά μεγέθη επειδή στην παρούσα εργασία δεν περιλαμβάνονται στα όρια του συστήματος που εξετάζεται. Στα διαγράμματα που ακολουθούν φαίνονται αναλυτικά οι συνεισφορές από κάθε στοιχείο της παραγωγής όπου συμβάλει και το μέγεθος κάθε φορά. Η μεγαλύτερη επίπτωση θα αναλύεται περαιτέρω ώστε να γίνεται άμεσα αντιληπτό από τα διαγράμματα από που προκύπτει κάθε φορά το μεγαλύτερο περιβαλλοντικό φορτίο.



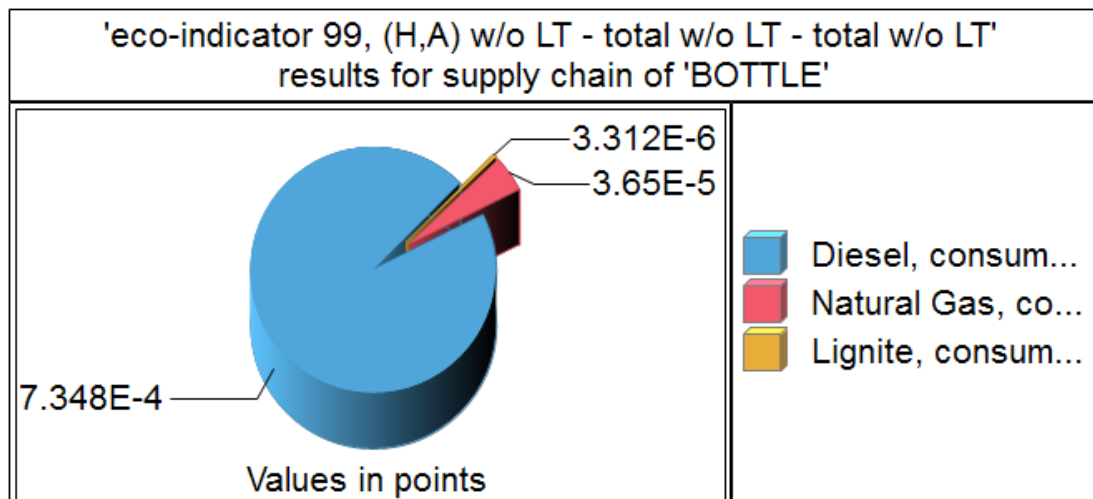
**Διάγραμμα 5.1:** Διαδικασίες που επηρεάζουν την ποιότητα οικοσυστήματος από την παραγωγή μιας φιάλης μπύρας

Στο διάγραμμα 5.1 παρουσιάζεται ξεκάθαρα ότι η παραγωγή μπουκαλιών παίζει καθοριστικό ρόλο επίδρασης αφού σε πολύ μεγάλο ποσοστό συνεισφέρει αρνητικά, συγκριτικά πάντα με τις άλλες διαδικασίες, ενώ συνεχίζει να φαίνεται η μεγάλη επίδραση της διαδικασίας και στο διάγραμμα 5.2 που αφορά την ανθρώπινη υγεία.



**Διάγραμμα 5.2:** Διαδικασίες που επηρεάζουν την ανθρώπινη υγεία από την παραγωγή μιας φιάλης μύρας

Όπως φαίνεται από τα δύο διαγράμματα 5.1 και 5.2, η μεγαλύτερη αρνητική συνεισφορά προκύπτει από την διαδικασία παραγωγής γυάλινων μπουκαλιών και γι' αυτό το λόγο στο διάγραμμα που ακολουθεί αναλύει περαιτέρω τη διαδικασία της παραγωγής γυάλινων μπουκαλιών ώστε να προσδιοριστεί από που προέρχεται η μεγαλύτερη περιβαλλοντική επίπτωση στον συγκεκριμένο κύκλο ζωής.



**Διάγραμμα 5.3:** Ανάλυση διαδικασίας παραγωγής μπουκαλιών

Στο διάγραμμα 5.3 ξεχωρίζει η μεγάλη ποσότητα πετρελαίου (πάντα σε αντιστοιχία με τις υπόλοιπες συνεισφορές) και επιβεβαιώνεται πως από την διαδικασία παραγωγής της μύρας το μεγαλύτερο περιβαλλοντικό φορτίο σε ποσοστό πάνω από 90% το συνεισφέρει η παραγωγή μπουκαλιών λόγω της σημαντικής χρήσης πετρελαίου.

### Κανονικοποίηση Αποτελεσμάτων

Η κανονικοποίηση των αποτελεσμάτων δίνει την δυνατότητα να εντοπιστούν οι βασικές επιπτώσεις ορίζοντας μια πρότυπη τιμή αναφοράς. Η κατηγορία επιπτώσεων διαιρείται με την τιμή αναφοράς, η οποία συνήθως είναι οι ετήσιες περιβαλλοντικές επιπτώσεις σε μια χώρα ή ήπειρο διαιρεμένες με τον αντίστοιχο αριθμό κατοίκων. Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκαν παράγοντες κανονικοποίησης όπως αυτοί περιγράφονται στο εγχειρίδιο λειτουργίας της eco-indicator99 και αφορούν το ιεραρχικό αρχέτυπο (Goedkoop and Spriensma, 2000) και παρουσιάζονται στον πίνακα 5.2.

**Πίνακας 5.2 : Παράγοντες Κανονικοποίησης**

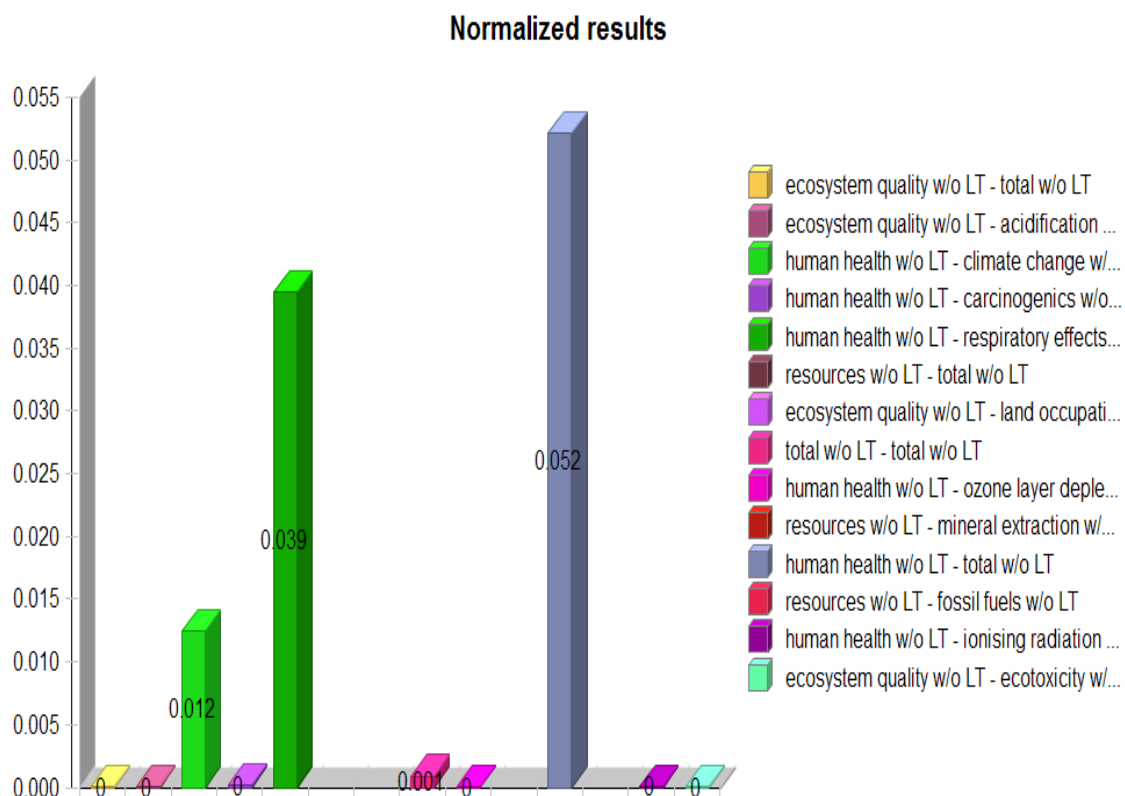
LCIA category	Normalisation factor
Human Health	0.0154
Ecosystem Quality	5130

Ο πίνακας 5.3 παρουσιάζει τα αποτελέσματα μετά την κανονικοποίηση των αποτελεσμάτων χαρακτηρισμού για μια φιάλη μύρας.

**Πίνακας 5.3 : Αποτελέσματα Κανονικοποίησης ΑΚΖ μιας φιάλης μύρας**

LCIA category	Amount
human health - climate change	0,012475223
human health - carcinogenics	0,000163199
human health - respiratory effects	0,039446542
human health - ozone layer depletion	1,35213E-06
human health - ionising radiation	3,14332E-05
<b>human health - total</b>	<b>0,052117746</b>
ecosystem quality - acidification & eutrophication	1,15316E-08
ecosystem quality - ecotoxicity	4,09719E-09
<b>ecosystem quality - total</b>	<b>1,56288E-08</b>
total - total	0,052117761

Η εικόνα 5.1 παρουσιάζει τα αποτελέσματα κανονικοποίησης σε διάγραμμα ώστε να γίνεται οπτικά πιο εύκολη και κατανοητή η σύγκριση μεταξύ των αποτελεσμάτων των διαφορετικών κατηγοριών. Από τα αποτελέσματα της κανονικοποίησης ξεχωρίζουν περισσότερο από όλες τις κατηγορίες οι «εισπνεύσιμοι παράγοντες» και η «κλιματική αλλαγή» που ανήκουν στην τελική κατηγορία «ανθρώπινη υγεία συνολικά» (human health-total) η οποία εμφανίζεται αθροιστικά η μεγαλύτερη.



**Εικόνα 5.1:** Αποτελέσματα κανονικοποίησης ΑΚΖ μιας φιάλης μπύρας

Από τα αποτελέσματα της κανονικοποίησης ξεχωρίζουν περισσότερο από όλες τις κατηγορίες οι «εισπνεύσιμοι παράγοντες» και η «κλιματική αλλαγή» που ανήκουν στην τελική κατηγορία «ανθρώπινη υγεία συνολικά» (human health-total) η οποία εμφανίζεται αθροιστικά η μεγαλύτερη.

### Στάθμιση Αποτελεσμάτων

Η στάθμιση των αποτελεσμάτων αν και προαιρετική στην ΑΚΖ προσφέρει την δυνατότητα σύγκρισης ανάμεσα στις διάφορες κατηγορίες επιπτώσεων. Τα κανονικοποιημένα αποτελέσματα (ή μη κανονικοποιημένα) πολλαπλασιάζονται με τους συντελεστές στάθμισης για να διαμορφώσουν το τελικό αποτέλεσμα. Οι συντελεστές στάθμισης παρουσιάζονται παρακάτω

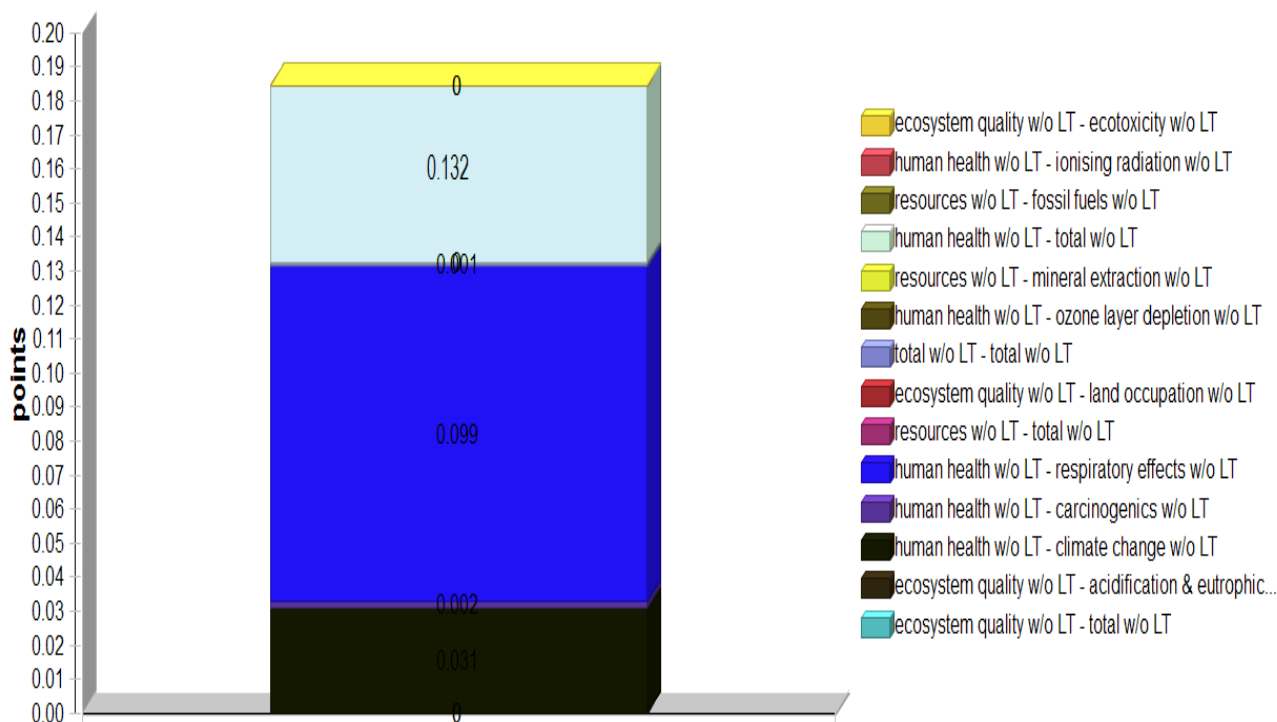
**Πίνακας 5.4:** Συντελεστές στάθμισης( SimaPro Reference Manual 2008)

Περιβαλλοντική Επίπτωση	Συντελεστής Στάθμισης	Κριτήριο
Φαινόμενο θερμοκηπίου	2.5	0.1 βαθμοί κελσίου αυξάνονται ανά δεκαετία, υποβάθμιση συστήματος 5%
Μείωση στρώματος όζοντος	100	Πιθανότητα 1 θανάτου ανα έτος σε εκατομμύριο πληθυσμού
Οξύνιση /Ευτροφισμός	10	Υποβάθμιση οικοσυστήματος 5%
Εντομοκτόνα	25	Υποβάθμιση οικοσυστήματος 5%
Αιθαλομίχλη	2.5	Καταγγελίες υγείας
Καρκινογενείς ουσίες	10	Πιθανότητα 1 θανάτου ανα έτος σε εκατομμύριο πληθυσμού

**Πίνακας 5.5:** Αποτελέσματα Στάθμισης AKZ μιας φιάλης μπύρας

LCIA category	Amount	Unit
human health - climate change	0,031188057	points
human health - carcinogenics	0,001631994	points
human health - respiratory effects	0,098616354	points
human health - ozone layer depletion	0,000135213	points
human health - ionising radiation	3,14332E-05	points
<b>human health - total</b>	<b>0,131603051</b>	<b>points</b>
ecosystem quality - acidification & eutrophication	1,15316E-07	points
ecosystem quality - ecotoxicity	1,0243E-07	points
<b>ecosystem quality - total</b>	<b>2,17746E-07</b>	<b>points</b>
total - total	0,131603268	points

Single score results



**Εικόνα 5.2:** Στάθμιση αποτελεσμάτων AKZ μιας φιάλης μπύρας

Αθροίζοντας τα «points» (εκτός της κατηγορίας «human health-total» 0.132points) και με αναγωγή επι τοις εκατό η στάθμιση δίνει τα εξής ποσοστά:

- «Εισπνεόμενοι παράγοντες»: 74% αρνητική συνεισφορά
- «Κλιματική αλλαγή»: 23% αρνητική συνεισφορά

Η στάθμιση των αποτελεσμάτων επιβεβαιώνει ότι η πιο επηρεαζόμενη κατηγορία επιπτώσεων είναι οι «εισπνεύσιμοι παράγοντες» και ακολουθεί η «κλιματική αλλαγή». Τα σημεία βελτίωσης που εντοπίζονται από την AKZ παραγωγής μπύρας είναι στην παραγωγή μπουκαλιών, η χρήση πετρελαίου φαίνεται να παίζει καθοριστικό ρόλο στη διαμόρφωση των

τελικών συμπερασμάτων και γι' αυτό το λόγο θα γίνει προσπάθεια στο επόμενο κεφάλαιο για αντιμετώπιση του συγκεκριμένου προβλήματος με εναλλακτική πρόταση για χρήση διαφορετικής μορφής ενέργειας επιχειρώντας ΑΚΖ με μειωμένη όσον το δυνατόν χρήση πετρελαίου.

### **5.3 Ανάλυση κύκλου ζωής οινοποιείου με OPEN – LCA**

#### **5.3.1 Καθορισμός σκοπού και αντικείμενο μελέτης**

Σκοπός της μελέτης στο στάδιο αυτό είναι να εξεταστεί ο κύκλος ζωής της παραγωγής και συσκευασίας μιας φιάλης κρασιού. Η συλλογή των στοιχείων έγινε βιβλιογραφικά διασταυρώνοντας πληροφορίες από προηγούμενες μελέτες σε Ελλάδα και εξωτερικό. (Gonzalez et al, 2006, Αμπελιώτης, 2002). Παρόλο που ο τρύγος δεν περιλαμβάνεται στις λειτουργίες εντός του πάρκου, θεωρήθηκε σημαντικό να προστεθεί ώστε να δοθεί μια πιο ολοκληρωμένη εικόνα ΑΚΖ για το τελικό προϊόν, ενώ παραλείπεται η διαδικασία παραγωγής των μπουκαλιών που υπάρχει στο προηγούμενο σύστημα λόγω έλλειψης συγκεκριμένων στοιχείων που αφορούν στις διαφορές μεταξύ των δύο γυάλινων φιάλων μύρας και κρασιού. Παρόλα αυτά θεωρείται αυτονόητο ότι οι επιπτώσεις παραγωγής γυάλινων φιάλων κρασιού θα έχουν σχεδόν τις ίδιες επιπτώσεις.

#### **5.3.2 Όρια του συστήματος**

Το σύστημα χωρίζεται σε 3 υποσυστήματα του τελικού προϊόντος,

- Τρύγος
- Οινοποίηση
- Πλύσιμο και πλήρωση φιάλης

#### **5.3.3 Λειτουργική μονάδα**

Η λειτουργική μονάδα που επιλέχθηκε ήταν ένα μπουκάλι κρασιού συνολικού βάρους 1.300kg, (750gr κρασιού και 0.530kg μπουκαλιού)

#### **5.3.4 Περιγραφή υποσυστημάτων – Παραδοχές**

##### Υποσύστημα 1: Τρύγος

- Κατανάλωση πετρελαίου 0.0125 lt
- Κατανάλωση ηλεκτρισμού ανα φιάλη 0.334MJ

##### Υποσύστημα 2: Οινοποίηση για 1 lt κρασί

- Απαιτούνται 2kg σταφύλια
- Κατανάλωση νερού 2 lt
- Ενέργεια κατανάλωσης 0.550 MJ ηλεκτρισμού

##### Υποσύστημα 3: Πλύσιμο και πλήρωση φιάλης(για 1000 φιάλες)

- Κατανάλωση νερού 950 lt
- Κατανάλωση ηλεκτρισμού 31 kwh

- Κατανάλωση πετρελαίου 270 MJ

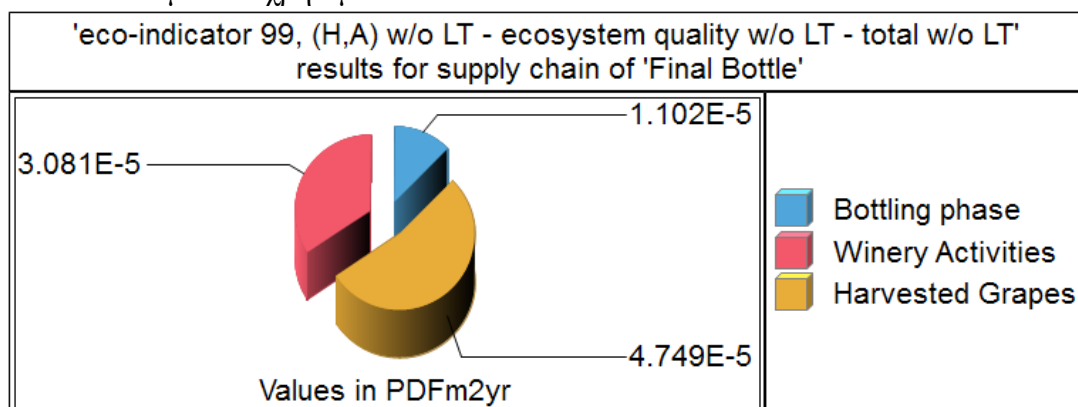
### 5.3.5 Αποτελέσματα ανάλυσης

Στον πίνακα 5.5 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα χαρακτηρισμού ενώ στην συνέχεια ακολουθούν όλα τα διαγράμματα που αφορούν στην ΑΚΖ μιας φιάλης κρασιού. Η παραγωγή κρασιού από τα στοιχεία χαρακτηρισμού δεν παρουσιάζει σοβαρές περιβαλλοντικές επιπτώσεις, σε ό,τι αφορά στο οικοσύστημα και στην ανθρώπινη υγεία.

**Πίνακας 5.6:** Αποτελέσματα Χαρακτηρισμού ανά κατηγορία επιπτώσεων ΑΚΖ μιας φιάλης κρασιού

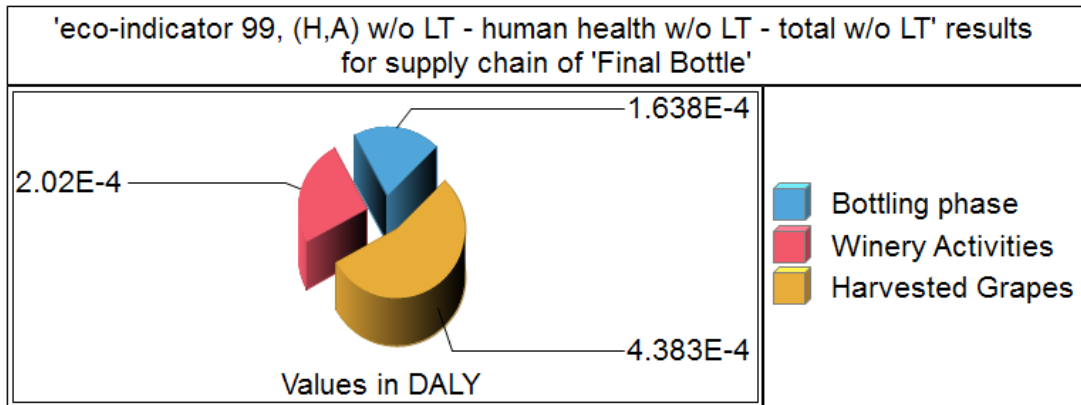
LCIA Category	Amount	Unit
human health - climate change	0,00012632	DALY
human health - carcinogenics	7,53884E-06	DALY
human health - respiratory effects	0,000480811	DALY
human health - ozone layer depletion	6,55039E-08	DALY
human health- ionising radiation	1,52371E-06	DALY
<b>human health - total</b>	<b>0,000616259</b>	<b>DALY</b>
ecosystem quality - acidification & eutrophication	5,17524E-05	PDFm2yr
ecosystem quality- ecotoxicity	1,72145E-05	PDFm2yr
<b>ecosystem quality - total</b>	<b>6,8967E-05</b>	<b>PDFm2yr</b>
total- total	0,000685234	points

Στα διαγράμματα 5.4-5.6 παρουσιάζονται οι περισσότερες επιπτώσεις που προκύπτουν από τις δραστηριότητες εκτός οινοποιείου και αυτό συμβαίνει επειδή στην παραγωγή δεν προσμετρούνται όπως προαναφέρθηκε η παραγωγή μπουκαλιών αλλά και η χρήση υγραερίου ενώ σε αντίθεση με το στάδιο της συγκομιδής των σταφυλιών προσμετρήθηκαν όλα τα χημικά και καύσιμα που χρησιμοποιούνται.



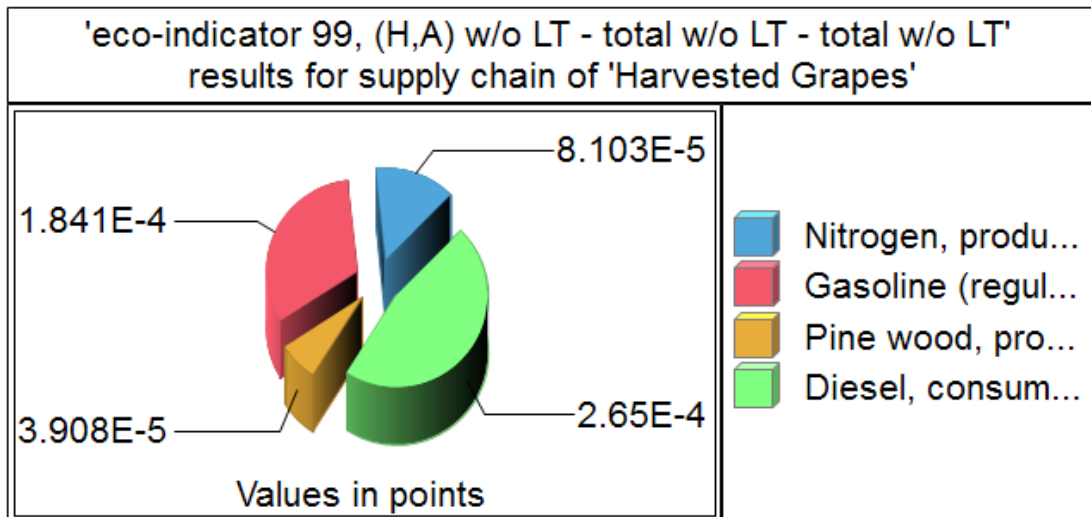
**Διάγραμμα 5.4:** Διαδικασίες που επηρεάζουν την ποιότητα οικοσυστήματος από την παραγωγή μιας φιάλης κρασιού

Το διάγραμμα 5.4 δείχνει ότι το 50% περίπου των επιπτώσεων προέρχεται από την συγκομιδή των σταφυλιών και πολύ λιγότερο από τις διαδικασίες οινοποιείου.



**Διάγραμμα 5.5:** Διαδικασίες που επηρεάζουν την ανθρώπινη υγεία από την παραγωγή μιας φιάλης κρασιού

Στο διάγραμμα 5.5 η εικόνα παραμένει η ίδια γι' αυτό παράκατω αναλύεται η διαδικασία της συγκομιδής ώστε να εντοπιστούν οι πιο σημαντικές συνεισφορές



**Διάγραμμα 5.6:** Ανάλυση της διαδικασίας συγκομιδής σταφυλιών

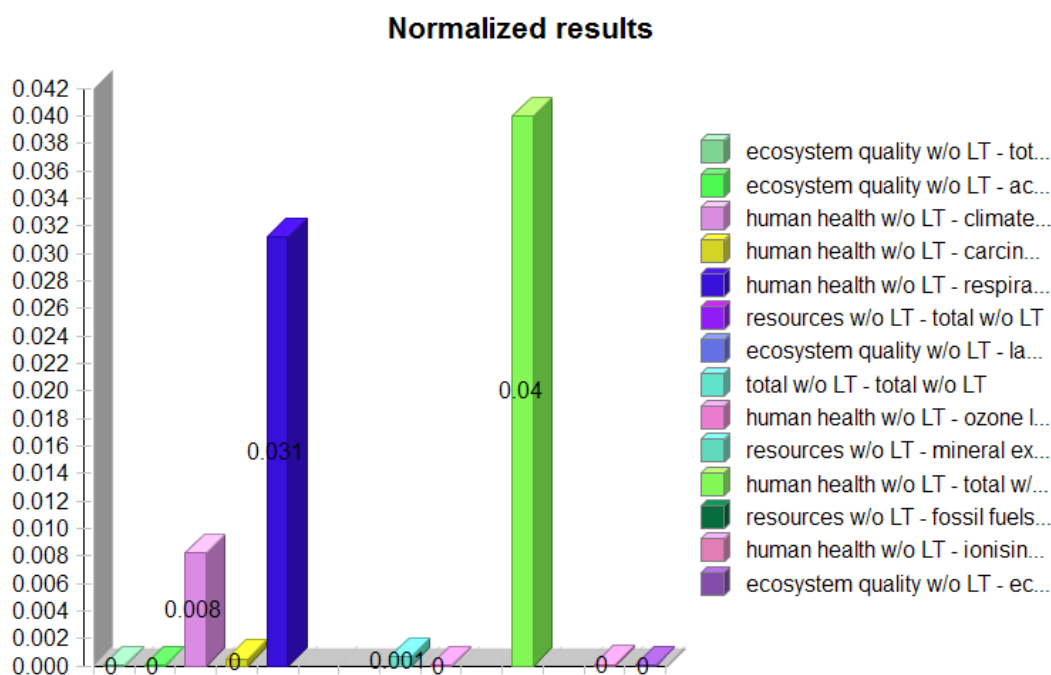
Το πετρέλαιο και σε αυτή την περίπτωση φαίνεται να κυριαρχεί σε ποσοστό λιγότερο από 50% ενώ και η βενζίνη φαίνεται να έχει το δεύτερο μεγαλύτερο ποσοστό, αποτέλεσμα που δείχνει ότι η συγκομιδή απαιτεί υψηλά ποσοστά κατανάλωσης καυσίμων.



### Κανονικοποίηση Αποτελεσμάτων

**Πίνακας 5.7:** Αποτελέσματα κανονικοποίησης ΑΚΖ μιας φιάλης κρασιού

LCIA Category	Amount
human health - climate change	0,008202574
human health - carcinogenics	0,000489535
human health - respiratory effects	0,031221514
human health - ozone layer depletion	4,2535E-06
human health- ionising radiation	9,89419E-05
<b>human health - total</b>	<b>0,040016843</b>
ecosystem quality - acidification & eutrophication	1,00882E-08
ecosystem quality- ecotoxicity	3,35566E-09
<b>ecosystem quality - total</b>	<b>1,34439E-08</b>
total- total	0,040016856



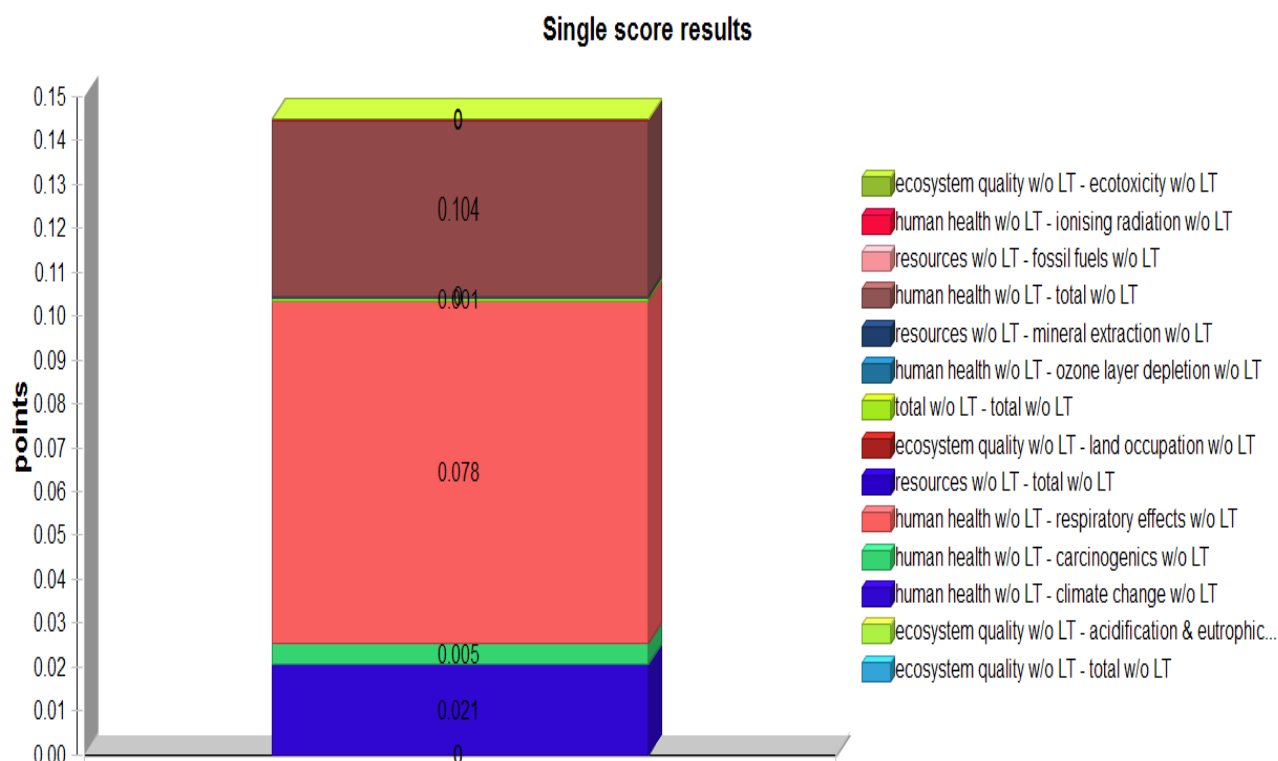
**Εικόνα 5.3:** Αποτελέσματα κανονικοποίησης ΑΚΖ μιας φιάλης κρασιού

Πανομοιότυπη εικόνα με την παραγωγή μπίρας και στην παραγωγή μιας φιάλης κρασιού, οι «εισπνεόμενοι παράγοντες» είναι η κυρίαρχη επίπτωση με την «κλιματική αλλαγή» να ακολουθεί σε πολύ χαμηλότερα ποσοστά.

### Στάθμιση Αποτελεσμάτων

**Πίνακας 5.8:** Αποτελέσματα στάθμισης AKZ μιας φιάλης κρασιού

LCIA category	Amount	Unit
human health - climate change	0,020506434	points
human health - carcinogenics	0,004895352	points
human health - respiratory effects	0,078053785	points
human health - ozone layer depletion	0,00042535	points
human health- ionising radiation	9,89419E-05	points
<b>human health - total</b>	<b>0,103979862</b>	<b>points</b>
ecosystem quality - acidification & eutrophication	1,00882E-07	points
ecosystem quality- ecotoxicity	8,38915E-08	points
<b>ecosystem quality - total</b>	<b>1,84773E-07</b>	<b>points</b>
total- total	0,103980046	points



**Εικόνα 5.4:** Στάθμιση αποτελεσμάτων AKZ μιας φιάλης κρασιού

Αθροίζοντας τα «points» (εκτός της κατηγορίας «human health-total» 0.04points) και με αναγωγή επι τοις εκατό η στάθμιση δίνει τα εξής ποσοστά :

- «Εισπνεόμενοι παράγοντες»: 74% αρνητική συνεισφορά
- «Κλιματική αλλαγή»: 20% αρνητική συνεισφορά

## 5.4 Ανάλυση κύκλου ζωής γαλακτοβιομηχανίας με OPEN – LCA

### 5.4.1 Καθορισμός σκοπού και αντικείμενο μελέτης

Σκοπός της μελέτης στο στάδιο αυτό είναι να εξεταστεί ο κύκλος ζωής της παραγωγής και συσκευασίας μιας φιάλης γάλακτος.

### 5.4.2 Όρια του συστήματος

Το σύστημα χωρίζεται σε 2 υποσυστήματα του τελικού προϊόντος,

- Παραγωγή γάλακτος
- Τελική συσκευασία

### 5.4.3 Λειτουργική μονάδα

Η λειτουργική μονάδα που επιλέχθηκε ήταν ένα μπουκάλι γάλακτος 1 lt.

### 5.4.4 Περιγραφή υποσυστημάτων-Παραδοχές

Τα στοιχεία στηρίζονται στις μελέτες των (Γεωργιοπούλου, 2007) και (Meneses, 2012)

#### Υποσύστημα 1: Παραγωγή γάλακτος

- 1 lt για να παραχθεί απαιτούνται 2.7 lt νερού.
- Κατανάλωση ηλεκτρισμού 48Wh

#### Υποσύστημα 2: Τελική συσκευασία

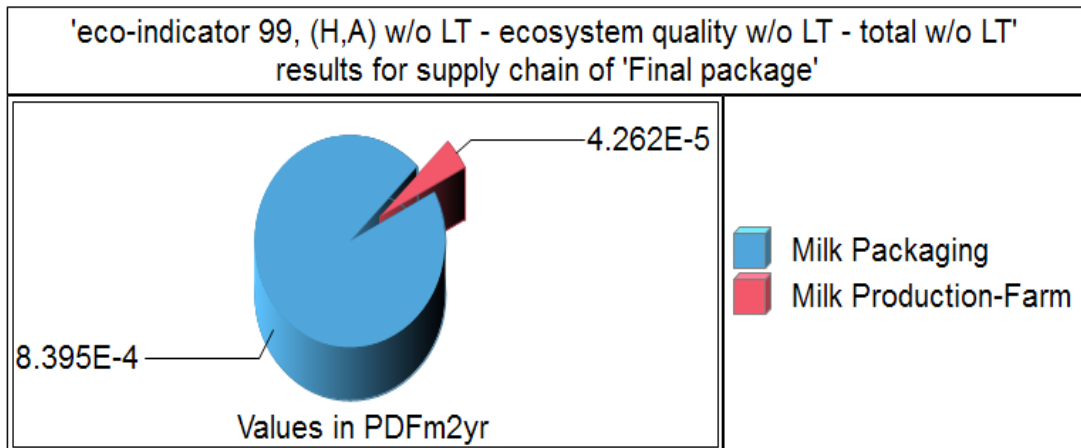
- Ενέργεια κατανάλωσης 46,3Wh

### 5.4.5 Αποτελέσματα ανάλυσης

#### Χαρακτηρισμός

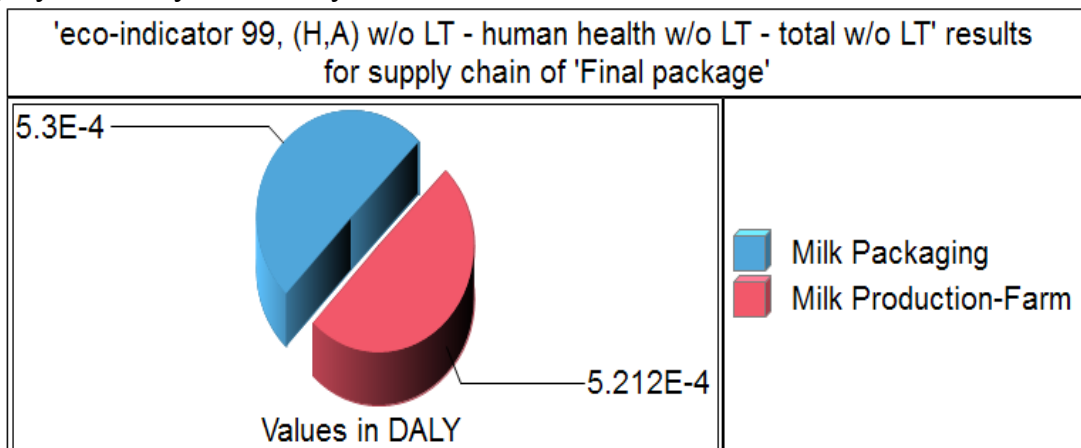
**Πίνακας 5.9 :** Αποτελέσματα Χαρακτηρισμού ανά κατηγορία επιπτώσεων AKZ ενός λίτρου γάλακτος

LCIA Category	Amount	Unit
human health - climate change	0,000200092	DALY
human health - carcinogenics	1,73417E-06	DALY
human health - respiratory effects	0,000592129	DALY
human health - ozone layer depletion	1,03431E-07	DALY
human health- ionising radiation	2,3825E-06	DALY
<b>human health - total</b>	<b>0,000796441</b>	<b>DALY</b>
ecosystem quality - acidification & eutrophication	5,33386E-05	PDFm2yr
ecosystem quality- ecotoxicity	0,000807944	PDFm2yr
<b>ecosystem quality - total</b>	<b>0,000861283</b>	<b>PDFm2yr</b>
total- total	0,001657735	points



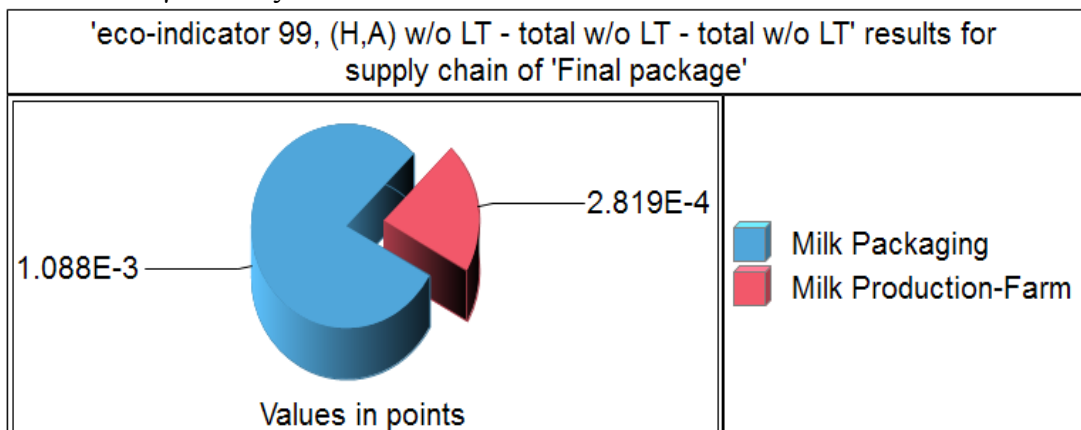
**Διάγραμμα 5.7:** Διαδικασίες που επηρεάζουν την ποιότητα οικοσυστήματος από την παραγωγή και συσκευασία ενός lt γάλακτος

Η διαδικασία συσκευασίας του γάλακτος φαίνεται να συνεισφέρει αρνητικά περισσότερο από όλες τις υπόλοιπες διαδικασίες.



**Διάγραμμα 5.8:** Διαδικασίες που επηρεάζουν την ανθρώπινη υγεία από την συσκευασία ενός λίτρου γάλακτος

Οι επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία φαίνεται να επηρεάζονται και από τις δύο βασικές διαδικασίες εξίσου, ενώ στο διάγραμμα 5.9 φαίνεται ότι η διαδικασία συσκευασίας κυριαρχεί, αυτό εξηγείται λόγω της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας που χρειάζεται για την συσκευασία του γάλακτος.

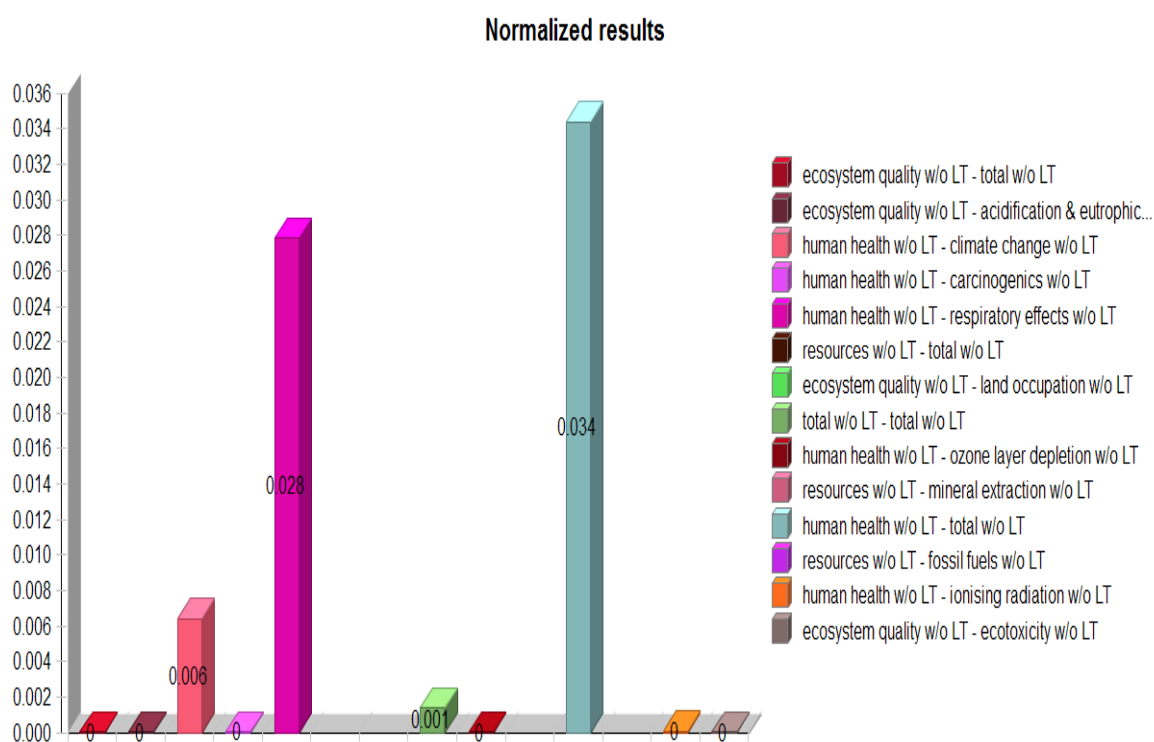


**Διάγραμμα 5.9:** Συνολικά αποτελέσματα από την συσκευασία ενός λίτρου γάλακτος

### Κανονικοποίηση Αποτελεσμάτων

Πίνακας 5.10 : Αποτελέσματα κανονικοποίησης ΑΚΖ συσκευασίας ενός λίτρου γάλακτος

LCIA category	Amount
human health - climate change	0,012993006
human health - carcinogenics	0,000112608
human health - respiratory effects	0,038449903
human health - ozone layer depletion	6,71632E-06
human health- ionising radiation	0,000154708
<b>human health - total</b>	<b>0,051716938</b>
ecosystem quality - acidification & eutrophication	1,03974E-08
ecosystem quality- ecotoxicity	1,57494E-07
<b>ecosystem quality - total</b>	<b>1,67891E-07</b>
<b>total- total</b>	<b>0,051717105</b>



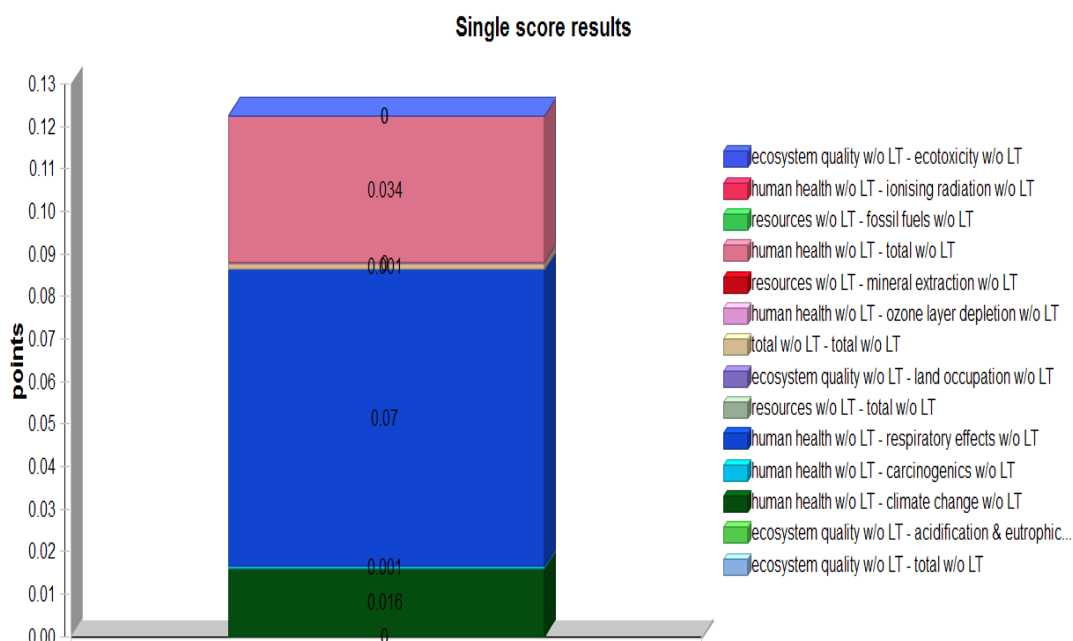
Εικόνα 5.5: Αποτελέσματα κανονικοποίησης ΑΚΖ μιας συσκευασίας γάλακτος

Τα αποτελέσματα κανονικοποίησης φαίνεται να ακολουθούν το ίδιο μοτίβο επιπτώσεων με τις προηγούμενες μονάδες παραγωγής.

### Στάθμιση αποτελεσμάτων

**Πίνακας 5.11:** Αποτελέσματα στάθμισης AKZ μιας συσκευασίας γάλακτος

LCIA Category	Amount	Unit
human health - climate change	0,032482516	points
human health - carcinogenics	0,001126084	points
human health - respiratory effects	0,096124757	points
human health - ozone layer depletion	0,000671632	points
human health- ionising radiation	0,000154708	points
<b>human health - total</b>	<b>0,130559697</b>	<b>points</b>
ecosystem quality - acidification & eutrophication	1,03974E-07	points
ecosystem quality- ecotoxicity	3,93735E-06	points
<b>ecosystem quality - total</b>	<b>4,041324E-06</b>	<b>points</b>
total- total	0,130563738	points



**Εικόνα 5.6 :**Στάθμιση αποτελεσμάτων AKZ μιας συσκευασίας γάλακτος

Αθροίζοντας τα «points» (εκτός της κατηγορίας «human health-total» 0.034 points) και με αναγωγή επι τοις εκατό η στάθμιση δίνει τα εξής ποσοστά:

- «Εισπνεόμενοι παράγοντες»: 80% αρνητική συνεισφορά
- «Κλιματική αλλαγή»: 18% αρνητική συνεισφορά

## **5.5 Ανάλυση κύκλου ζωής βιομηχανίας ζυμαρικών με OPEN – LCA**

### **5.5.1 Καθορισμός σκοπού και αντικείμενο μελέτης**

Σκοπός της μελέτης στο στάδιο αυτό είναι να εξεταστεί ο κύκλος ζωής της παραγωγής και συσκευασίας μιας συσκευασίας ζυμαρικών.

### **5.5.2 Όρια του συστήματος**

Το σύστημα χωρίζεται σε 3 υποσυστήματα του τελικού προϊόντος,

- Παραγωγή ζυμαρικών
- Παραγωγή πλαστικής συσκευασίας
- Τελική συσκευασία

### **5.5.3 Λειτουργική μονάδα**

Η λειτουργική μονάδα που επιλέχθηκε ήταν μια συσκευασία ζυμαρικών 0.530 kg μικτού βάρους (0.030kg πλαστική συσκευασία και 0.5kg ζυμαρικά)

### **5.5.4 Περιγραφή υποσυστημάτων – Παραδοχές**

Τα στοιχεία είναι από την μελέτη ( Bevilacqua, et al 2007)

#### Υποσύστημα 1: Παραγωγή ζυμαρικών

- Κατανάλωση νερού 0.155 lt
- Κατανάλωση ηλεκτρισμού 0.16 kwh
- Κατανάλωση φυσικού αερίου 0.011 kg

#### Υποσύστημα 2: Παραγωγή πλαστικής συσκευασίας

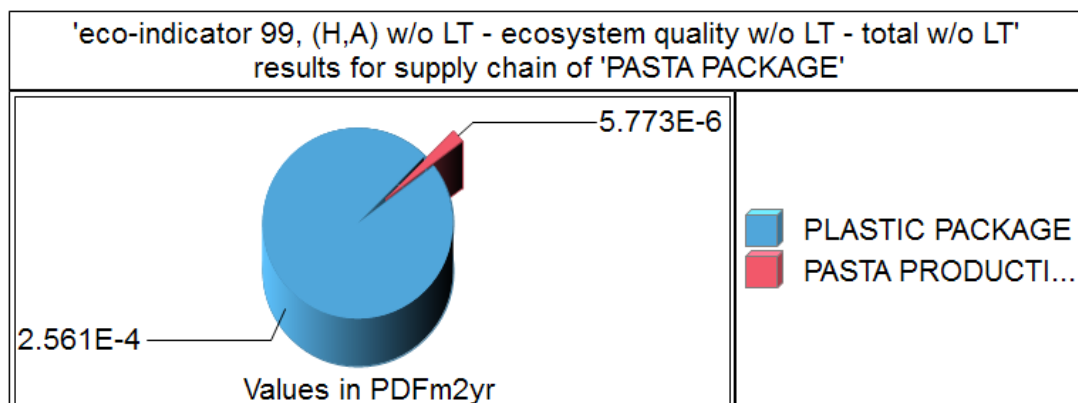
- Κατανάλωση ηλεκτρισμού 0.02 kwh
- Θερμό λάδι 0.002 G

### 5.5.5 Αποτελέσματα ανάλυσης

#### Χαρακτηρισμός

**Πίνακας 5.12:** Αποτελέσματα Χαρακτηρισμού ανά κατηγορία επιπτώσεων AKZ συσκευασίας ζυμαρικών

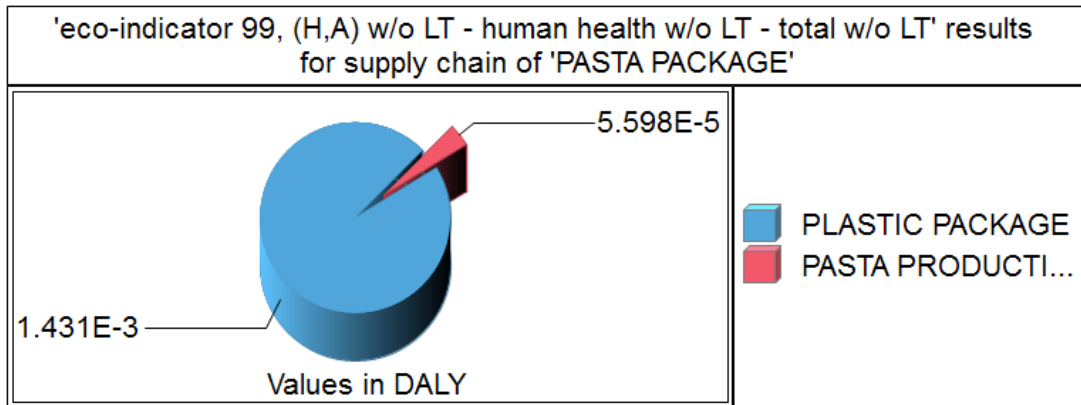
LCIA Category	Amount	Unit
human health - climate change	0,000555168	DALY
human health - carcinogenics	2,14235E-06	DALY
human health - respiratory effects	0,000929932	DALY
human health - ozone layer depletion	4,84035E-09	DALY
human health- ionising radiation	1,13761E-07	DALY
<b>human health - total</b>	<b>0,001487361</b>	<b>DALY</b>
ecosystem quality - acidification & eutrophication	0,00011708	PDFm2/yr
ecosystem quality- ecotoxicity	0,000144827	PDFm2/yr
<b>ecosystem quality - total</b>	<b>0,000261907</b>	<b>PDFm2/yr</b>
total- total	0,001749285	



**Διάγραμμα 5.10:** Διαδικασίες που επηρεάζουν την ποιότητα οικοσυστήματος από την συσκευασία ζυμαρικών

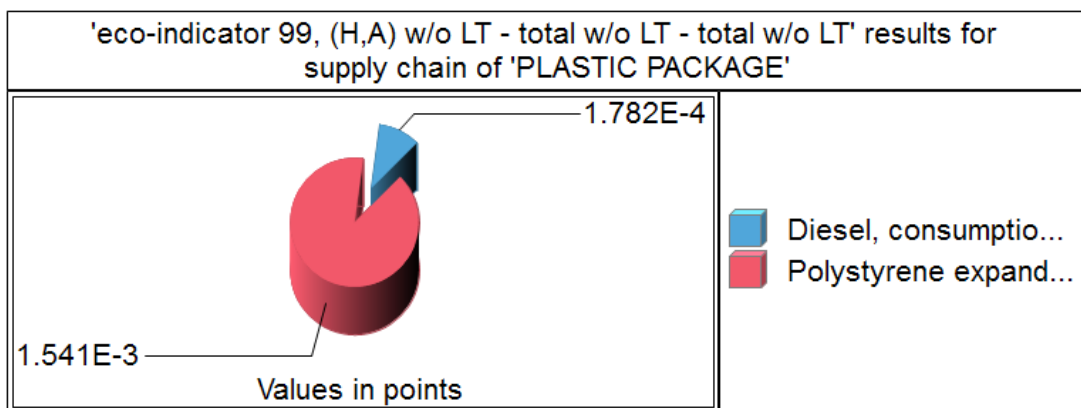
Η συνεισφορά που ξεχωρίζει σχεδόν ολοκληρωτικά είναι της παραγωγής πλαστικής συσκευασίας, η παραγωγή των ζυμαρικών ως υλικό δεν φαίνεται να παρουσιάζει σημαντικές επιπτώσεις, αφού και στο διάγραμμα 5.11 που αφορά την ανθρώπινη υγεία παρουσιάζεται παρόμοια εικόνα αποτελεσμάτων με το διάγραμμα 5.10.





**Διάγραμμα 5.11:** Διαδικασίες που επηρεάζουν την ανθρώπινη υγεία από την συσκευασία ζυμαρικών

Το διάγραμμα 5.12 εντοπίζει δύο βασικές πηγές επιπτώσεων από την παραγωγή πλαστικής συσκευασίας, είναι το πολυστυρένιο και το πετρέλαιο και είναι η πρώτη φορά που στα διαγράμματα εμφανίζεται το πετρέλαιο να επηρεάζει σε πολύ μικρότερο ποσοστό καταλήγοντας στο ότι στον συγκεκριμένο κύκλο ζωής το ενδιαφέρον εστιάζεται περισσότερο στα υλικά συσκευασίας παρά στα καύσιμα παραγωγής της.

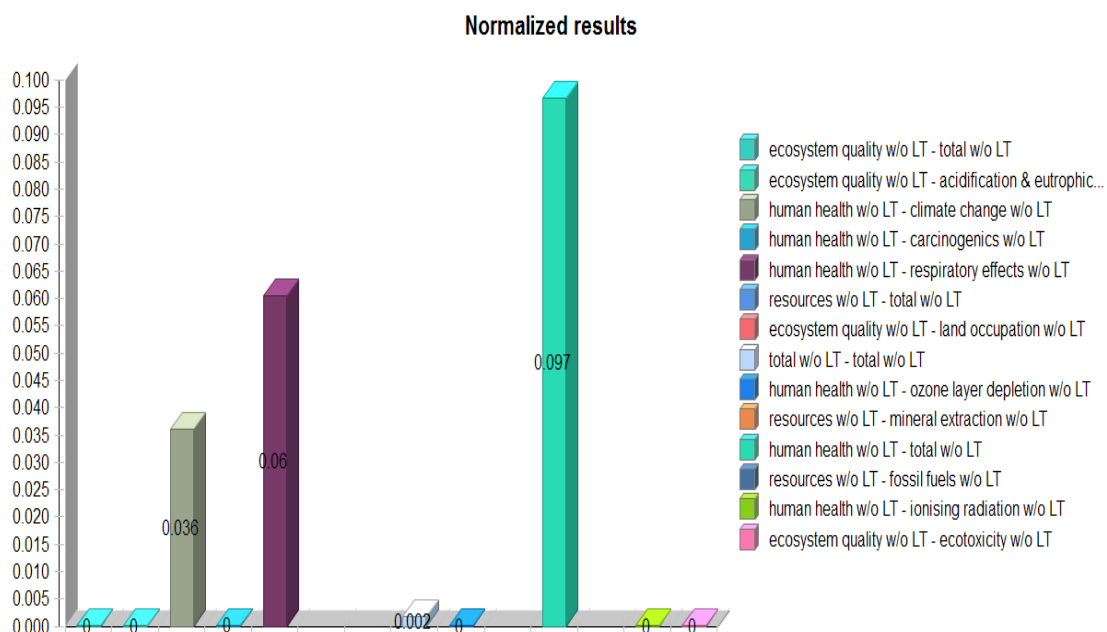


**Διάγραμμα 5.12:** Ανάλυση διαδικασίας παραγωγής πλαστικής συσκευασίας ζυμαρικών

### Κανονικοποίηση Αποτελεσμάτων

**Πίνακας 5.13:** Αποτελέσματα κανονικοποίησης AKZ συσκευασίας ζυμαρικών

LCIA category	Amount
human health - climate change	0,03604984
human health - carcinogenics	0,000139114
human health - respiratory effects	0,060385213
human health - ozone layer depletion	3,14308E-07
human health- ionising radiation	7,38705E-06
<b>human health - total</b>	<b>0,096581866</b>
ecosystem quality - acidification & eutrophication	2,28227E-08
ecosystem quality- ecotoxicity	2,82314E-08
<b>ecosystem quality - total</b>	<b>5,10541E-08</b>
<b>total- total</b>	<b>0,096581917</b>



**Εικόνα 5.7:** Αποτελέσματα κανονικοποίησης ΑΚΖ μιας συσκευασίας ζυμαρικών

**Στάθμιση Αποτελεσμάτων**

**Πίνακας 5.14:** Αποτελέσματα στάθμισης ΑΚΖ συσκευασίας ζυμαρικών

LCIA Category	Amount	Unit
human health - climate change	0,090124599	points
human health - carcinogenics	0,001391138	points
human health - respiratory effects	0,150963032	points
human health - ozone layer depletion	3,14308E-05	points
human health- ionising radiation	7,38705E-06	points
<b>human health - total</b>	<b>0,242517586</b>	<b>points</b>
ecosystem quality - acidification & eutrophication	2,28227E-07	points
ecosystem quality- ecotoxicity	7,05786E-07	points
<b>ecosystem quality - total</b>	<b>9,34013E-07</b>	<b>points</b>
<b>total- total</b>	<b>0,24251852</b>	<b>points</b>



**Εικόνα 5.8:** Στάθμιση αποτελεσμάτων ΑΚΖ μιας συσκευασίας ζυμαρικών

Αθροίζοντας τα «points» (εκτός της κατηγορίας «human health-total» 0.097 points) και με αναγωγή επι τοις εκατό η στάθμιση δίνει τα εξής ποσοστά:

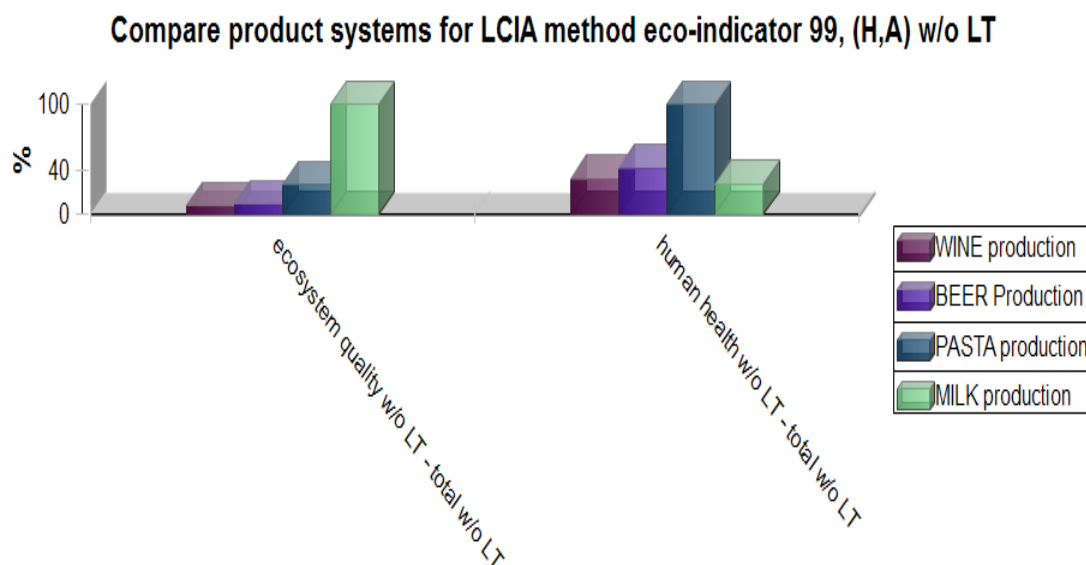
- «Εισπνεόμενοι παράγοντες»: 62% αρνητική συνεισφορά
- «Κλιματική αλλαγή»: 37% αρνητική συνεισφορά

## 5.6 Σύγκριση βιομηχανιών

Η σύγκριση των βιομηχανιών που θα δημιουργηθούν στο οικοβιομηχανικό πάρκο κρίνεται σκόπιμη να γίνει ώστε να εξεταστεί το ενδεχόμενο αλλαγής σε κάποια από τις μονάδες παραγωγής. Μέχρι τώρα η ανάλυση έχει δείξει ότι και οι τέσσερις βιομηχανίες πληρούν τα κριτήρια για εγκατάσταση τους στην περιοχή. Παρόλα αυτά η σύγκριση μεταξύ των μονάδων θα δώσει την ευκαιρία στους λήπτες απόφασης να αποκτήσουν πιο ξεκάθαρη εικόνα σχετικά με την πιο φιλική αλλά και της πιο επιζήμιας που μελλοντικά ίσως καταστεί ακατάλληλη για το πάρκο και την ευρύτερη περιοχή. Στην εικόνα 5.9 οι εξεταζόμενες κατηγορίες έχουν ομαδοποιηθεί στις δύο βασικές, την «ποιότητα οικοσυστήματος-συνολικά» («ecosystem quality-tota») και την «ανθρώπινη υγεία-συνολικά» («human health-total»). Οι δύο αυτές κατηγορίες εμπεριέχουν, η κάθε μια αντίστοιχα, τις κατηγορίες χαρακτηρισμού επιπτώσεων που τους αναλογούν με βάση την μεθοδολογία της eco-indicator 99 όπως επεξηγήθηκε στα προηγούμενα. Τα αποτελέσματα όπως παρουσιάζονται στην εικόνα 5.9 αποκαλύπτουν ενδιαφέροντα στοιχεία και δημιουργούν προβληματισμούς όσον αφορά την λειτουργία της γαλακτοβιομηχανίας. Η γαλακτοβιομηχανία με εξεταζόμενο προϊόν μόνο μια συσκευασία γάλακτος παρουσιάζει πολύ υψηλές αρνητικές επιρροές στην κατηγορία «ποιότητα συστήματος» ενώ οι υπόλοιπες παρουσιάζουν συγκριτικά αμελητέες ή πολύ χαμηλές επιρροές. Η εξήγηση του αποτελέσματος φαίνεται να είναι τα σημαντικά υγρά απόβλητα που προκύπτουν από την συσκευασία του γάλακτος και επηρεάζουν τις κατηγορίες χαρακτηρισμού «οξίνιση-ευτροφισμός» («acidification & eutrophication») και «οικοτοξικότητα» («ecotoxicity»). Η βιομηχανία ζυμαρικών φαίνεται να επηρεάζει

σημαντικά την κατηγορία «ανθρώπινη υγεία-συνολικά» («human health-total») ενώ οι υπόλοιπες τρεις κυμαίνονται σε σχετικά χαμηλά επίπεδα. Η εξήγηση του αποτελέσματος φαίνεται να είναι η χρήση πολυστυρένιου στην παραγωγή της συσκευασίας που επηρεάζει σημαντικά αρνητικά τις κατηγορίες «κλιματική αλλαγή» και «εισπνεόμενοι ρύποι». Η συσκευασία στην ΑΚΖ της παραγωγής ζυμαρικών φαίνεται να είναι η μόνη σημαντική παράμετρος για αρνητικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία και γι' αυτό τον λόγο στην συνέχεια η ανάλυση ευαισθησίας που γίνεται στο κεφάλαιο 6 έχει ως στόχο την αντιμετώπιση αυτής της παραμέτρου.

Ένα πολύ σημαντικό στοιχείο που πρέπει να επισημανθεί σε αυτή την ενότητα, είναι η επιβεβαιωμένη, πλέον και συγκριτικά με τις άλλες βιομηχανίες, αμελητέες επιρροές των δύο τουλάχιστον βιομηχανιών, του ζυθοποιείου και του οινοποιείου.



**Εικόνα 5.9:** Σύγκριση βιομηχανιών μεταξύ τους ως προς την συνεισφορά τους στις 2 τελικές (αθροιστικές) κατηγορίες

Συμπερασματικά από τα διαγράμματα εντοπίζονται 2 κατηγορίες που επηρεάζονται σχεδόν σταθερά και από τις τέσσερις βιομηχανίες, οι «εσπνεύσιμοι παράγοντες» και η «κλιματική αλλαγή». Είναι αρκετά θετικό το ότι επηρεάζονται μόνο 2 κατηγορίες από τις 9 συνολικά που εξετάζονται στην παρούσα εργασία. Παρόλα αυτά στόχος είναι η ελαχιστοποίηση και των επιπτώσεων αυτών. Η ΑΚΖ δείχνει ξεκάθαρα δύο σημεία τα οποία πρέπει να εστιαστούν για να βελτιωθούν τα συστήματα, το σημαντικότερο είναι η μείωση χρήσης πετρελαίου και το δεύτερο είναι η επιλογή εναλλακτικών συσκευασιών που είναι πιο φιλικές στο περιβάλλον.

## 6 Ανάλυση ευαισθησίας

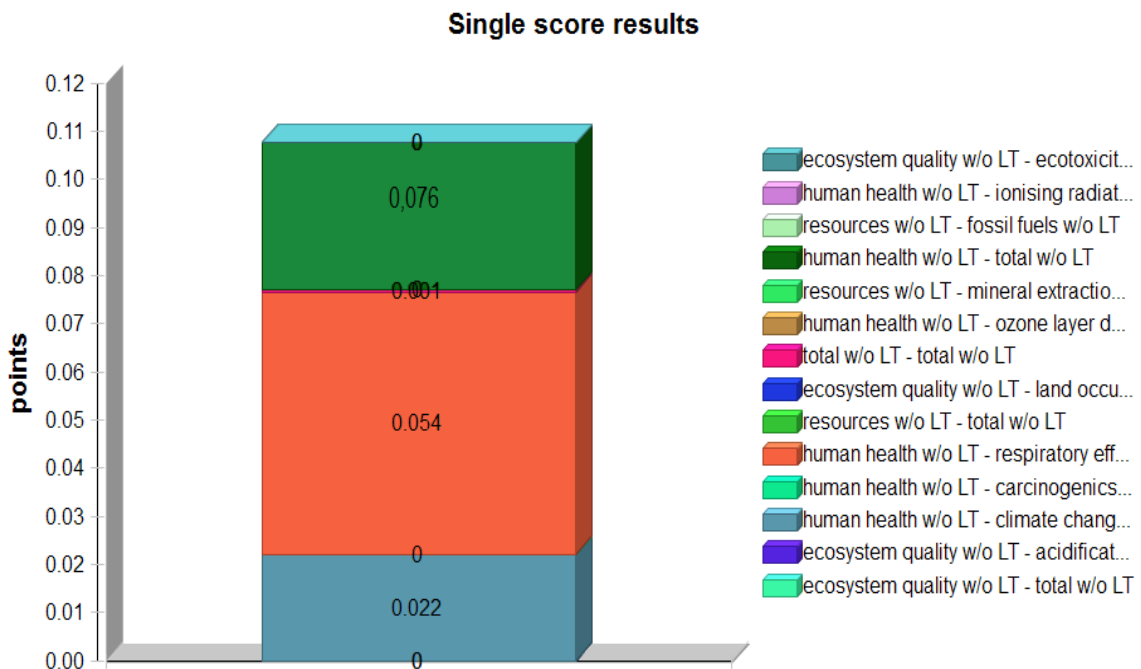
### 6.1 Εισαγωγή

Η ανάλυση ευαισθησίας έχει ως στόχο να διερευνήσει τις επιπτώσεις με ορισμένες άλλες μεταβλητές που έχουν αποφασιστική σημασία στην αξιολόγηση των αποτελεσμάτων. Ουσιαστικά θα εξεταστούν διαφορετικά σενάρια, με αλλαγή των στοιχείων που εμφανίζονται ως τα πιο αρνητικά σε συνεισφορές. Από την ΑΚΖ του ζυθοποιείου φαίνεται ότι πρέπει να υπάρξει βελτίωση παραγόντων της παραγωγής γυάλινων μπουκαλιών, ενώ στην ΑΚΖ οινοποιείου που παραλείπεται το συγκεκριμένο στάδιο παραγωγής δεν φαίνεται να επηρεάζει σημαντικά η παραγωγή εντός του οινοποιείου. Στις άλλες δύο ΑΚΖ, γαλακτοβιομηχανίας και ζυμαρικών, το πρόβλημα εντοπίζεται και πάλι στην πλαστική συσκευασία. Με βάση τα πιο πάνω συμπεράσματα στην ανάλυση ευαισθησίας θα εξεταστούν σενάρια με διαφορετικές πηγές ενέργειας ώστε να αποκλειστεί το πετρέλαιο και σενάρια διαφορετικών συσκευασιών.

### 6.2 Σενάρια με διαφορετικές πηγές ενέργειας

#### 6.2.1 Σενάριο 1 : Αποκλειστική χρήση φυσικού αερίου στην παραγωγή μπίρας

Η χρήση πετρελαίου αν αποκλειστεί από την διαδικασία παραγωγής μπουκαλιών και αντικατασταθεί ολόκληρη η παραγωγική διαδικασία με φυσικό αέριο προκύπτουν τα παρακάτω αποτελέσματα:

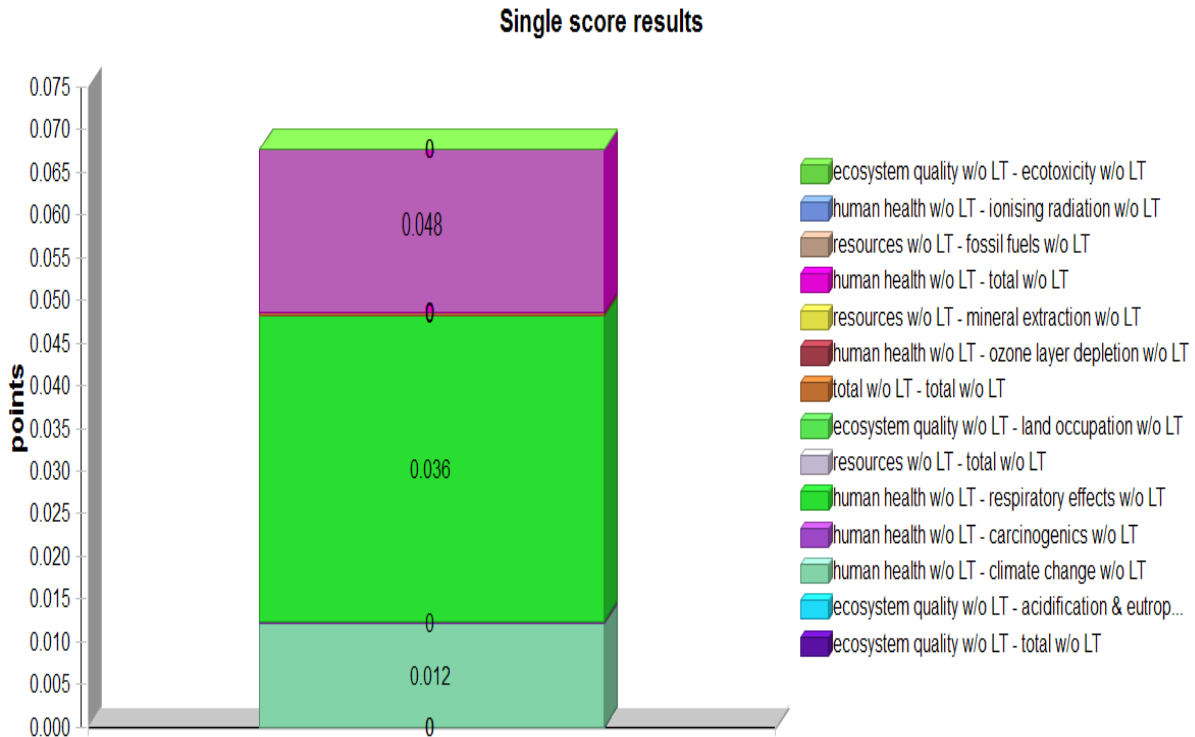


Εικόνα 6.1: Αποτελέσματα στάθμισης μετά από αποκλειστική χρήση φυσικού αερίου

Συγκρίνοντας με τα αντίστοιχα αποτελέσματα, η εναλλακτική, αποκλειστική χρήση φυσικού αερίου επιφέρει μείωση στους «εισπνεόμενους παράγοντες» κατα 45% ενώ η κατηγορία «κλιματική αλλαγή» παρουσιάζει μείωση κατα 29%.

### 6.2.2 Σενάριο 2: Χρήση φυσικού αερίου και αιολικής ενέργειας

Στο σενάριο αυτό εξετάζεται η περίπτωση όπου χρησιμοποιείται η μισή ποσότητα φυσικού αερίου και η υπόλοιπη ενέργεια προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές όπως η αιολική.



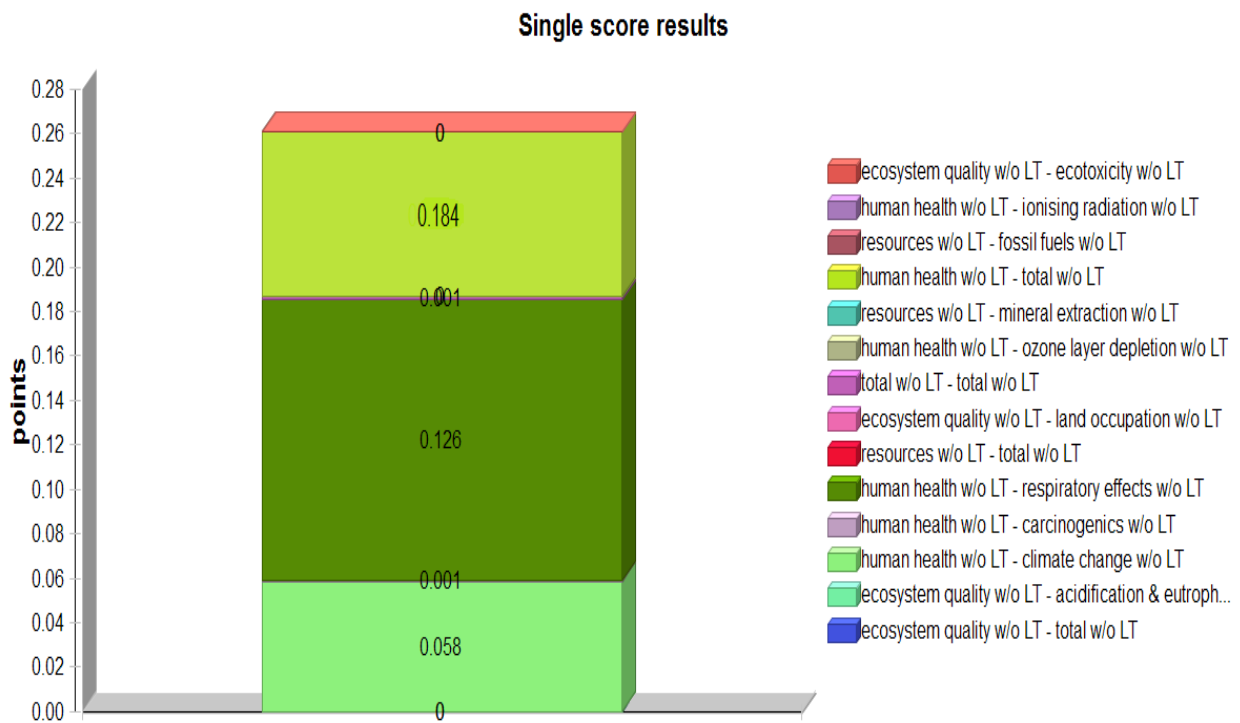
**Εικόνα 6.2:** Αποτελέσματα στάθμισης μετά από χρήση φυσικού αερίου και αιολικής ενέργειας

Η εικόνα 6.2 δείχνει μείωση στους «εισπνεόμενους παράγοντες» κατα 66% ενώ η κατηγορία «κλιματική αλλαγή» παρουσιάζει ακόμα μεγαλύτερη μείωση κατα 61% από το αρχικό σενάριο με χρήση πετρελαίου στην παραγωγή μπουκαλιών.

### 6.3 Σενάρια με διαφορετικές συσκευασίες

#### 6.3.1 Σενάριο 3: Παραγωγή PET φιάλης 0,5 lt για εμφιάλωση μύρας

Παρόλο που στην Ελλάδα η συγκεκριμένη πρακτική δεν ακολουθείται με εξαίρεση μια μικροζυθοποιία, εντούτοις, η χρήση PET φιάλων για εμφιάλωση μύρας είναι αρκετά διαδεδομένη σε άλλες χώρες. Το μεγάλο μειονέκτημα που αντιμετωπίζει συγκριτικά με το γυάλινο μπουκάλι είναι η διάρκεια διατήρησης του προϊόντος, η οποία είναι πολύ μικρότερη, σχεδόν κατα 60% από το γυάλινο. Το μεγάλο πλεονέκτημα είναι το βάρος, όπου κυμαίνεται μεταξύ 20gr εως 46gr, για συσκευασίες 0.5 lt και 1.5 lt αντίστοιχα. Είναι προφανές ότι όταν ένα γυάλινο μπουκάλι ζυγίζει 0.5 kg περίπου έχει ως αποτέλεσμα σημαντική διαφορά διαφορά στις επιπτώσεις λόγω των εκπομπών ρύπων κατα την μεταφορά. Δυστυχώς στην παρούσα εργασία δεν υπολογίστηκαν σε κανένα σύστημα οι μεταφορές αλλά παρόλα αυτά κρίνεται σκόπιμο να διερευνηθεί το συγκεκριμένο σενάριο.



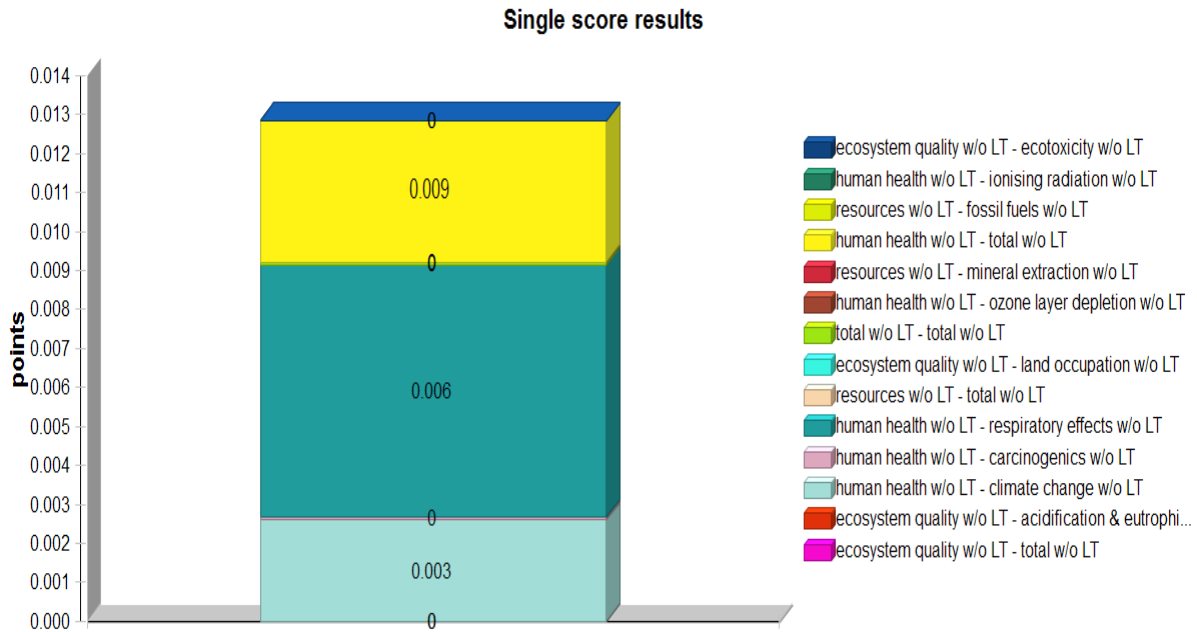
**Εικόνα 6.3:** Αποτελέσματα στάθμισης μετά από παραγωγή PET φιάλης

Τα αποτελέσματα αύξηση στις αρνητικές συνεισφορές, στους «εισπνεόμενους παράγοντες» κατα 27% ενώ στην κατηγορία «κλιματική αλλαγή» η αύξηση είναι πολύ μεγαλύτερη και φτάνει 87%.

### 6.3.2 Σενάριο 4: Παραγωγή χάρτινης συσκευασίας για ζυμαρικά

Στο σενάριο αυτό εξετάζεται η περίπτωση όπου χρησιμοποιείται η χάρτινη συσκευασία αντι της πλαστικής συσκευασίας, που χρησιμοποιείται στο αρχικό σύστημα,. Κρίθηκε σκόπιμο να εξεταστεί η διαφορά που θα υπάρχει με την χάρτινη συσκευασία αφού η ΑΚΖ της παραγωγής ζυμαρικών έδειξε πως την μεγαλύτερη αρνητική συνεισφορά την έδινε η παραγωγή πλαστικής συσκευασίας. Στην συνέχεια παρουσιάζονται τα αποτελέσματα στάθμισης (εικόνα 6.4) που όπως αναμενόταν είναι αισθητά πιο χαμηλά τα ποσοστά. Τα αποτελέσματα δείχνουν πολύ μεγάλη μείωση στις αρνητικές συνεισφορές, στους «εισπνεόμενους παράγοντες» αλλά και στην κατηγορία «κλιματική αλλαγή» κατα 96%.





**Εικόνα 6.4:** Αποτελέσματα στάθμισης μετά από παραγωγή χάρτινης συσκευασίας

## 6.4 Συμπεράσματα ανάλυσης ευαισθησίας

Η χρήση φυσικού αερίου σε συνδιασμό με την χρήση αιολικής ενέργειας στο σενάριο 2 δείχνει να έχει θετικά αποτελέσματα ως προς τις επιπτώσεις αφού η μείωση στις εκπομπές ρύπων έφτασε μέχρι και 66%, φυσικά είναι προφανές πως ένα σενάριο με αποκλειστική χρήση αιολικής ενέργειας θα είχε ακόμα μεγαλύτερα ποσοστά μείωσης, αλλά στην πραγματικότητα θα ήταν ανέφικτο ένα αιολικό πάρκο να τροφοδοτεί με ενέργεια ένα ολόκληρο εργοστάσιο.

Η αλλαγή συσκευασίας από γυάλινο σε πλαστικό μπουκάλι φαίνεται να μην έχει τα προσδοκούμενα αποτελέσματα, τουλάχιστον με τα δεδομένα που έχουν χρησιμοποιηθεί στην παρούσα μελέτη. Η χρήση της πλαστικής φιάλης φαίνεται να επηρεάζει δραματικά την κατηγορία «κλιματική αλλαγή» και γι αυτό το λόγο στο τελευταίο σενάριο εξετάζεται η χρήση χάρτινης συσκευασίας, με την προοπτική ότι αφού δεν μπορεί να αντικατασταθεί το γυάλινο μπουκάλι μύρας με χάρτινο να αντικατασταθούν οι συσκευασίες ζυμαρικών, γάλακτος και σε μεγάλες ποσότητες και κρασιού (χάρτινη συσκευασία 5L). Πράγματι όπως φαίνεται από τα αποτελέσματα του σενάριου 4, η χάρτινη συσκευασία υπερτερεί σε μεγάλο βαθμό συγκριτικά με την πλαστική αφού οι μειώσεις των εκπομπών είναι τεράστιες.

Η χρήση πετρελαίου που δημιουργούσε υψηλές τιμές στις κατηγορίες «εισπνεόμενων ρύπων» και «κλιματική αλλαγή» στο σύστημα παραγωγής γυάλινων μπουκαλιών μύρας μπορεί να ελαχιστοποιηθεί ακόμα και να καταργηθεί από την παραγωγική διαδικασία. Η αντικατάσταση του πετρελαίου με φυσικό αέριο, όπως φαίνεται και στην εικόνα 6.1 είναι μια καλή λύση για την αντιμετώπιση του προβλήματος όσον αφορά τον κύκλο ζωής μιας φιάλης μύρας. Με χρήση του φυσικού αερίου αντιμετωπίζεται η πιο σημαντική αρνητική συνεισφορά στην ΑΚΖ ζυθοποιείου. Η αλλαγή από γυάλινο σε πλαστικό μπουκάλι δεν φαίνεται να εξυπηρετεί την μείωση των επιπτώσεων, παρόλο που όπως επισημάνθηκε και πιο πάνω στην μελέτη δεν περιλαμβάνονται στοιχεία από τις μεταφορές, ένα καθοριστικό σημείο για την αντικειμενική σύγκριση των 2 συσκευασιών αφού η μεγάλη διαφορά στο βάρος



(0,021 kg πλαστικό μπουκάλι, 0.546 kg γυάλινο μπουκάλι) μπορεί να αποδειχτεί καθοριστικής σημασίας στο σύνολο του κύκλου ζωής. Το συμπέρασμα αυτό ισχύει και για τον κύκλο ζωής μιας φιάλης κρασιού, αφού από την ανάλυση δεν προέκυψε οποιοδήποτε στοιχείο αρνητικής συνεισφοράς όσο αφορά την λειτουργία εντός οινοποιείου, οι περισσότερες αρνητικές συνεισφορές προέκυψαν από τα χημικά που χρησιμοποιούνται πριν τον τρύγο και τα καύσιμα συγκομιδής, άρα οι επιπτώσεις θα είναι πανομοιότυπες με τον ζυθοποιείο λόγω γυάλινου μπουκαλιού. Η επιλογή της χάρτινης συσκευασίας για τις βιομηχανίες γάλακτος και ζυμαρικών φαίνεται να είναι η πιο περιβαλλοντικά ορθή επιλογή αφού το πλαστικό συνεισφέρει και σ' αυτή την περίπτωση αρνητικά πολύ περισσότερο από την χάρτινη συσκευασία.

## 6.5 Προτάσεις

Τα συμπεράσματα μας οδηγούν στις παρακάτω προτάσεις:

Για την μείωση των ρύπων από την μεγάλη κατανάλωση πετρελαίου συστήνεται η χρήση φυσικού αερίου σε όλες τις παραγωγικές διαδικασίες του πάρκου και διερεύνηση της δυνατότητας δημιουργίας αιολικού πάρκου στην περιοχή ώστε να γίνεται κάλυψη μερικών ενεργειακών αναγκών από αιολική ενέργεια επιτυγχάνοντας με αυτό τον τρόπο τα χαμηλότερα επίπεδα ρύπων στην ατμόσφαιρα.

Συνέχιση χρήσης γυάλινων φιάλων 0.5L με προϋπόθεση την τουλάχιστον κατά 50% ανακύκλωση των συνολικών μπουκαλιών και παραγωγή νέων φιαλών κατά 50% στο ζυθοποιείο. Η παραγωγή γυάλινου μπουκαλιού ως παραγωγική διαδικασία συγκεντρώνει το μεγαλύτερο ποσοστό κατανάλωσης πετρελαίου, η παραγωγή είναι αναγκαία για το ζυθοποιείο και το οινοποιείο, η συνεργασία των δύο μονάδων για αύξηση του ποσοστού ανακύκλωσης κρίνεται αναγκαία

Χρήση γυάλινων φιάλων 0.750L στο οινοποιείο και χάρτινων συσκευασιών για πιο μεγάλες ποσότητες (3L ή 5L). Με το τρόπο αυτό μειώνεται ο όγκος παραγωγής του γυάλινου μπουκαλιού.

Αποκλειστική χρήση χάρτινων συσκευασιών τόσο στην γαλακτοβιομηχανία όσο και στην βιομηχανία ζυμαρικών αφού είναι η φιλικότερη συσκευασία για το περιβάλλον όπως προκύπτει από την ανάλυση ευαισθησίας.

Περιορισμός στα προϊόντα παραγωγής από την γαλακτοβιομηχανία. Η συγκεκριμένη κατηγορία βιομηχανίας περιλαμβάνει μια πληθώρα προϊόντων παραγωγής, σε αντίθεση με τις άλλες τρεις που έχουν ένα και μόνο τελικό προϊόν με μία ή το πολύ δύο συσκευασίες. Μία γαλακτοβιομηχανία η οποία θα επεκταθεί σε όλα τα τυροκομικά προϊόντα, παγωτά ή ζαχαρούχα είναι σχεδόν βέβαιο ότι θα φέρει μεγάλες αλλαγές στην χαμηλή περιβαλλοντική όχληση του πάρκου. Θα ήταν προτιμότερο να επιλεγόταν μια βιομηχανία με ένα ή το πολύ δύο τελικά προϊόντα ώστε η AKZ να μην χρειαζόταν να γίνει υπο μεγάλους περιορισμούς στην παρούσα εργασία, αδυνατώντας να δώσει ξεκάθαρη εικόνα χωρίς τον κίνδυνο παρερμηνείας των αποτελεσμάτων. Στον πίνακα 6.1 συνοψίζονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης ευαισθησίας

**Πίνακας 6.1:** Συμπεράσματα από την ανάλυση ευαισθησίας

<b>ΣΕΝΑΡΙΑ</b>	<b>ΣΥΓΚΡΙΣΗ</b>	<b>ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ</b>
Σενάριο 1 Πετρέλαιο vs Φυσικό αέριο	Με χρήση φυσικού αερίου αντι πετρελαίου επιτυγχάνονται μειώσεις κατα: 45% «εισπνεόμενοι παράγοντες» 29% «κλιματική αλλαγή»	Επιβεβλημένη η αντικατάσταση του πετρελαίου με φυσικό αέριο αφού οι μειώσεις είναι σημαντικές
Σενάριο 2 Φυσικό αέριο και χρήση αιολικής ενέργειας	Με χρήση φυσικού αερίου και χρήση αιολικής ενέργειας επιτυγχάνονται μειώσεις κατα: 66% «εισπνεόμενοι παράγοντες» 61% «κλιματική αλλαγή»	Τα μεγάλα ποσοστά μείωσης δικαιολογούν την αναγκαιότητα ανάπτυξης της αιολικής ενέργειας στην περιοχή
Σενάριο 3 Μπουκάλι PET vs γυάλινο μπουκάλι	Η παραγωγή PET μπουκαλιού αντι γυάλινου παρουσιάζει αυξήσεις κατα: 27% «εισπνεόμενους παράγοντες» 87% «κλιματική αλλαγή»	Απαγορευτικά μεγάλη αύξηση, το γυάλινο μπουκάλι παραμένει φιλικότερο
Σενάριο 4 Πλαστική συσκευασία vs Χάρτινη συσκευασία	Η παραγωγή χάρτινης συσκευασίας αντί πλαστικής παρουσιάζει μειώσεις κατα: 96% και στις δύο κατηγορίες	Αναγκαία η χρήση της χάρτινης συσκευασίας

## 7 Συμπεράσματα

---

Με το κεφάλαιο 7 ολοκληρώνεται η παρούσα εργασία, θα αναφερθούν τα τελικά συμπεράσματα στο σύνολο τους καθώς και οι προτάσεις που προκύπτουν μέσα από αυτά τόσο για την ανάλυση κύκλου ζωής ως εργαλείο όσο και για την πρακτική αντιμετώπιση του προβλήματος που περιγράφηκε στην παρούσα εργασία, δηλαδή την διευρέυνση τεσσάρων κύκλων ζωής διαφορετικών βιομηχανιών που προορίζονται για οικοβιομηχανικό πάρκο. Επιπλέον στο συγκεκριμένο κεφάλαιο θα γίνει αναφορά στα συμπεράσματα που προκύπτουν από την χρήση του λογισμικού open-Ica, ένα εργαλείο που χρησιμοποιείται για πρώτη φορά στην Ελλάδα. Τέλος, θα γίνουν προτάσεις και για μελλοντική χρήση του λογισμικού και φυσικά για την ανάπτυξη του οικοβιομηχανικού πάρκου.

Το γενικό σύμπερασμα που προκύπτει από όλα τα διαγράμματα της AKZ για ολόκληρο το οικοβιομηχανικό πάρκο είναι πως οι προτεινόμενες βιομηχανίες φαίνεται να έχουν επιλεγεί ορθά από την προμελέτη αφού καμία από τις μονάδες δεν δείχνει άλλες επιπτώσεις πέρα από τις κατηγορίες, των «εισπνεόμενων ρύπων» και της «κλιματικής αλλαγής», ενώ οι υπόλοιπες 7 από τις συνολικά 9 κατηγορίες που εξετάστηκαν έδειξαν μηδενικές ή αμελητέες τιμές επιβάρυνσης. Η δημιουργία του οικοβιομηχανικού πάρκου με την συγκεκριμένη σύνθεση βιομηχανιών εμφανίζεται να έχει τα επιθυμητά αποτελέσματα.

Η μεθοδολογία της AKZ ανάδειξε τα κρίσιμα σημεία για κάθε βιομηχανία. Κατα κύριο λόγο εμφανίστηκε πρόβλημα με την συσκευασία και στις τέσσερις βιομηχανίες, η γυάλινη φιάλη (ζυθοποιείο-οινοποιείο) και οι πλαστικές συσκευασίες (γαλακτοβιομηχανία-βιομηχανία ζυμαρικών) ήταν τα κυριότερα αρνητικά σημεία που εντοπίστηκαν. Τα συμπεράσματα αυτά βοήθησαν στο να προταθούν κάποιες εναλλακτικές χρήσεις συσκευασιών και διαφορετικές χρήσεις ενέργειας, όπως είναι το φυσικό αέριο. Λόγω των βασικών περιορισμών που υπήρχαν στην AKZ γαλακτοβιομηχανίας τα αποτελέσματα ενώ ήταν θετικά εντούτοις σε πραγματικές συνθήκες δύσκολα μπορούν να στηριχτούν ως αντιπροσωπευτικά της λειτουργίας μιας γαλακτοβιομηχανίας. Με βάση το σκεπτικό αυτό προτείνεται η αντικατάσταση της συγκεκριμένης βιομηχανίας με μια μονάδα παραγωγής ενός προϊόντος και πιο συγκεκριμένα ενός αποστακτηρίου. Είναι μια πρόταση που προκύπτει λόγω της σύνθεσης του πάρκου και προτείνεται και στην προμελέτη αλλά σε μικρότερη κλίμακα ως χώρο εντασσόμενο στο οινοποιείο, το οινοποιείο μπορεί να προσφέρει τα στέμφυλα για αποσταξη τσίπουρου, εντούτοις η δυναμική του ζυθοποιείου και οινοποιείου προσφέρει και άλλες επιλογές αποσταγμάτων. Η απόσταξη στεμφύλων μας προσφέρει το τσίπουρο, η απόσταξη οίνου το μπράντυ ενώ η απόσταξη μύρας ούισκι. Τα δύο τελευταία είναι προϊόντα που σε άλλες εποχές δεν θα ήταν δυνατόν να έχουν έρεισμα στην ελληνική αγορά, σήμερα όμως με την στροφή στα ελληνικά προϊόντα, μια ποτοποιία που καινοτομεί μπορεί να φτάσει σε πολύ υψηλά ποιοτικά και κερδοφόρα επίπεδα. Για μελλοντική έρευνα θα ήταν ενδιαφέρουσα μια ολοκληρωμένη AKZ γαλακτοβιομηχανίας με όλα τα δυνατά προϊόντα παραγωγής της ώστε να αξιολογηθούν όλες οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις που μπορεί να έχει γενικά και ειδικότερα στο χώρο του συγκεκριμένου πάρκου. Επίσης μια AKZ της γυάλινης και της πλαστικής φιάλης που θα συμπεριλάμβανε τις μεταφορές εκτός πάρκου θα μπορούσε να ξεκαθαρίσει το πρόβλημα επιλογής συσκευασίας για το ζυθοποιείο, αν και δεν πρέπει να υποτιμάται το γεγονός πως ακόμη και αν μπορούσε να τεκμηριωθεί πως η πλαστική φιάλη

είναι πολύ πιο φιλική για το φυσικό περιβάλλον το αξεπέραστο συγκριτικό πλεονέκτημα της γυάλινης είναι η ασφαλής διατήρηση του προϊόντος όντας αδρανές υλικό.

Σε ότι αφορά το λογισμικό open-lca, μέσα από την παρούσα εργασία αποδεικνύεται η πρακτικότητα και η χρησιμότητα του και κατ'επέκταση η αναγκαιότητα των ελεύθερων λογισμικών. Χωρίς το συγκεκριμένο λογισμικό η εργασία αυτή δεν θα μπορούσε να εκπονηθεί, θα επιβαλλόταν η χρήση κλειστού λογισμικού πακέτου ανάλυσης κύκλου ζωής που ενώ είναι σχετικά διαδεδομένα στην αγορά εντούτοις είναι πολύ ακριβά. Το εγχειρίδιο λειτουργίας είναι αρκετά ευανάγνωστο και αναλυτικό ως προς τα βήματα που πρέπει να ακολουθήσει ο χρήστης, στο κεφάλαιο 4 έγινε προσπάθεια μετάφρασης από τα αγγλικά στα ελληνικά, έτσι ώστε να είναι ακόμα πιο εύκολο για τους μελλοντικούς χρήστες στην Ελλάδα. Παρέχει όλα όσα χρειάζονται για την εκπόνηση ενός ολοκληρωμένου κύκλου ζωής και όλα τα απαραίτητα διαγράμματα.

## Βιβλιογραφία

---

### Ξενόγλωσση

- Alber, S., *Oekobilanzen von Verpackungssystemen: Fallbeispiele fuer Oesterreich Institut fuer Wirtschaft and Umwelt des Oesterreichischen Arbeitskammertages No 25*, 1-31, 1985.
- BeEVERS, A., *Calculating the complete Story European Plastics News*, 18-19, 1993.
- Bevilacqua, M, Braglia, M., Carmignani G, Zammori F, *Life Cycle Assesment of Pasta Production in Italy 2007*
- Bingham, G., and Ervin, C., *Getting the Source – Strategies for Reducing Municipal Solid Waste, Executive Summary, Excerpts from: The Final Report of the Strategies for Source Reduction Steering Committee, World Wild Fund and the Conservation Foundation, Maryland, 1991.*
- Curran, M.A., *Broad – Based Environmental Life Cycle Assessment*, Environ Sci. Technol., Vol 27, No 3, 430-436, 1993.
- Earl, G., and Moilanen, T., *A Practical Model for Economic Evaluation of Environmental Investment*, Chemical Technology Europe, Vol 2, No 5, 17-19, 1995.
- Ekvall T., and Finnveden G., *Allocation in ISO-14041-a critical review* Journal of Cleaner Production 2001.
- Fava, J.A., Denison, R., Jones, B., Curran, M.A. and Vigon, B., *A Technical Framework for Life Cycle Assessments*, SETAC Foundation, Vermont, 1991.
- Goedkoop M, Spriensma, R *The Eco-indicator 99 A damage oriented method for Life Cycle Impact Assessment* Methodology Report 17 April 2000 Second edition
- Goedkoop, M., Oele, M., Schryver, A., Vieira, M. *SimaPro Reference Manual 2008*
- Gonzalez A, Klimchuk A, Martin M *Life Cycle Assesment of Wine Production Procces: Finding Relevant T Process Efficiency and Comparison to eco-wine production 2006*
- Hospido A, Moreira M.T, Feijoo G., *Simplified life cycle assessment of galician milk production* Department of Chemical Engineering, Institute of Technology, University of Santiago de Compostela 2003
- Hunt, R.G., Sellers, J.D., and Franklin, W.E., *Resource and Environmental Profile Analysis: A Life Cycle Environmental Assessment for Products and Procedures. Environ Impact Assess Rev.*, No 12, 245-269, 1992.
- ISO 14040, *Environmental Management – Life Cycle Assessment – General Principles and Framework*, International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland, 1997.
- ISO 14041, *Environmental Management – Life Cycle Assessment – Goal and scope definition – Inventory analysis*, International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland, 1998.
- ISO 14042, *Environmental Management – Life Cycle Assessment – Life Cycle Impact Assessment*, International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland, 2000.

Ανάλυση Επιπτώσεων Οικοβιομηχανικού Πάρκου με την χρήση Ανάλυσης Κύκλου Ζωής

ISO 14043, *Environmental Management – Life cycle Assessment – Life cycle Interpretation*, International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland, 2000.

Koroneos, C., Roumbas, G., Gabari, Z., Paragiannidou, E. and Moussiopoulos, N., *Life Cycle Assessment of Beer Production in Greece*, Elsevier Science B.V., Journal of Cleaner Production, Aristotle University, Thessaloniki, Greece, 2003.

*Life Cycle Assessment (LCA) – A Guide to Approaches, Experiences and Information Sources*, Environmental Issues Series, No 6, European Environment Agency, August 1997.

Lindfors, L.G., Christiansen, K., Hoffman, L., Virtanen, Y., Juntilla, V., Hanssen, O.J., Ronning, A., Ekvall, T., and Finnveden, G., *Nordic Guidelines on Life Cycle Assessment*, Nordic Council of Ministers, Nord 1995:20, Copenhagen, Denmark, 1995.

Meneses, M, Pasqualino, J, Castells, F., *Environmental assessment of the milk life cycle: The effect of packaging selection and the variability of milk production data* 2012

Rebitzer, G., Pennington, D.W., Potting, J., Finnveden, G., Lindeijer, E., Jolliet, O., Rydberg, T. *A Life cycle assessment: Part 2: Current impact assessment practice*.2004

Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC), *Guidelines for Life Cycle Assessment – A technical framework for Life Cycle Assessment*, SETAC Foundation for Environmental Education Inc., Pensacola, Florida, USA, 1993.

Udo de Haes, Clift, H.A., Frischknecht, R., Hofstetter, R., Grisel, P., Jensen, L., Lindfors, A.A., Schmidt, L.G., Bleek, F., LCANET, *Final Definition Document*, Leiden, 1996.

Vigon, B.W., and Tolle, D.A., *Life Cycle Assessment: Inventory Guidelines and Principle*, U.S. Environmental Protection Agency (EPA), Washington, DC, 1993.

## Ελληνική

Αμπελιώτης, Κ., *Ανάλυση Κύκλου ζωής Προϊόντων*, Πανεπιστημιακές Σημειώσεις Χαροκοπείου Πανεπιστημίου, 503, 2002.

Αμπελιώτης, Κ., *Η εφαρμογή της Ανάλυσης Κύκλου Ζωής στη Διαχείριση των Συσκευασιών*, Πρακτικά: 1<sup>ο</sup> Διεθνές Συνέδριο για τη Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων της Ελληνικής Εταιρείας Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων, Αθήνα, Φεβρουάριος 2002.

Γεωργιοπούλου, Γ.Μ., *Ανάπτυξη Μεθόδων για την Επιλογή της Καλύτερης Διαθέσιμης Τεχνολογίας για την Επεξεργασία Υγρών Βιομηχανικών Αποβλήτων*, Διδακτορική εργασία, Τμήμα Χημικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Πατρών, Πάτρα, Οκτώβριος 2007.

Γογόλου, Χ., Γώγουλος, Κ., Δάρας, Ν., Κατωπόδη, Ε., Λαπιδάκη, Α., Μιάρης, Γ., Πιερρού, Ε., Πράττος, Γ., Σίττη, Μ., Τσιγαρίδα, Ε., *Σχέδιο χωροθέτησης οικοβιομηχανικού πάρκου στο δήμο Τανάγρας*, Περιβαλλοντικός Σχεδιασμός Σχολή Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών Ε.Μ.Π. Αθήνα 2011.

Κορωνάιος, Χ., Μπούρα, Α., Μουσιόπουλος, Ν., Σεϊταρίδης, Θ. *Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις από την Παραγωγή Χαρτονιού Συσκευασίας: Εφαρμογή της Ανάλυσης Κύκλου ζωής*. Πρακτικά συνεδρίου Heleco 99: «Τεχνολογία Περιβάλλοντος για τον 21<sup>ο</sup> αιώνα», Τόμος II Θεσσαλονίκη 1999

Μουσιόπουλος, Ν., *Ανάλυση Κύκλου Ζωής*, Εκδόσεις, Ζήτη, Θεσσαλονίκη, 1999.

Ανάλυση Επιπτώσεων Οικοβιομηχανικού Πάρκου με την χρήση Ανάλυσης Κύκλου Ζωής

Στελίου, Μ, *Ανάλυση Κύκλου Ζωής Ελαιολάδου στην Κύπρο*, Τμήμα Οικιακής Οικονομίας και Οικολογίας, Μεταπτυχιακή Εργασία, Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών "Βιώσιμη Ανάπτυξη", Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, Αθήνα, 2005.

## Ηλεκτρονικές πηγές

<http://www.parnitha-np.gr>

<http://www.arahova-parnassos.gr/drimos.html>

[http://natura.minenv.gr/natura/server/user/biotopos\\_info.asp?siteCode=GR3000002](http://natura.minenv.gr/natura/server/user/biotopos_info.asp?siteCode=GR3000002)

<http://www.sourceforge.net/projects/openlca>

<http://java.com>

[http://www.openlca.org/documentation/index.php/Installing\\_MySQL\\_on\\_a\\_MAC](http://www.openlca.org/documentation/index.php/Installing_MySQL_on_a_MAC)

<http://www.openlca.org>

<http://lca.jrc.ec.europa.eu/lcainfohub/index.vm>

## Παράρτημα Α: Νομοθετικό πλαίσιο

---

### Κοινοτική Νομοθεσία για την βιομηχανία

Ο ολοκληρωμένος έλεγχος και η πρόληψη της ρύπανσης αντιμετωπίζει το περιβάλλον ως ενιαίο σύνολο και αποβλέπει στην επίλυση του προβλήματος της ρύπανσής του μέσω της πρόληψης στην πηγή. Όπου αυτό δεν είναι δυνατόν, αποβλέπει στην ελαχιστοποίηση του κινδύνου ρύπανσης του περιβάλλοντος από τις βιομηχανικές και τις άλλες δραστηριότητες. Για την επίτευξη του σκοπού αυτού είναι απαραίτητη η εφαρμογή των Βέλτιστων Διαθέσιμων Τεχνικών - ΒΔΤ (Best Available Techniques - BAT) για κάθε βιομηχανικό κλάδο.

Καθοριστικής σημασίας στόχος του ολοκληρωμένου συστήματος ελέγχου είναι η πρόληψη ή η ελαχιστοποίηση του κινδύνου βλάβης του περιβάλλοντος στο σύνολό του, δηλαδή στόχος είναι η επίτευξη της "βέλτιστης λύσης για το περιβάλλον" με την πρόληψη της εκπομπής ρυπογόνων ουσιών, εφόσον είναι δυνατόν, ή την ελαχιστοποίηση τους εάν είναι αναπόφευκτες. Στο ολοκληρωμένο σύστημα ελέγχου και πρόληψης της ρύπανσης λαμβάνονται υπόψη οι επιπτώσεις διαφόρων ουσιών ή επιμέρους βιομηχανικών δραστηριοτήτων και στους τρεις τομείς του περιβάλλοντος, δηλαδή την ατμόσφαιρα, το έδαφος και το νερό, στο πλαίσιο της ίδιας διαδικασίας για την χορήγηση άδειας. Με τον τρόπο αυτό υπερβαίνεται το παραδοσιακό πλαίσιο του ελέγχου της ρύπανσης από τη στιγμή που ενθαρρύνεται η πρόβλεψη των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των εκπομπών, όχι απλώς στο τμήμα του περιβάλλοντος στο οποίο απελευθερώνονται (π.χ. στην ατμόσφαιρα), αλλά εξετάζεται και το ενδεχόμενο οι εν λόγω εκπομπές να προσβάλλουν και άλλα τμήματα του περιβάλλοντος με αρνητικές επιπτώσεις στα ύδατα και στο έδαφος.

Η οδηγία 96/61/ΕΚ για τον Ολοκληρωμένο Έλεγχο και Πρόληψη της Ρύπανσης στη Βιομηχανία δημοσιεύθηκε στην Επίσημη Εφημερίδα των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων (L 257/10-10-96) και καθορίζει μεταξύ άλλων και την ενιαία περιβαλλοντική αδειοδότηση των πλέον ρυπογόνων βιομηχανιών. Η αδειοδότηση της βιομηχανίας, (σε ότι αφορά το περιβάλλον), στη χώρα μας υλοποιείται μέσω των Αποφάσεων Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων και των αδειών λειτουργίας. Η υλοποίηση της έκδοσης των περιβαλλοντικών όρων (και κατ' επέκταση της αδειοδότησης της βιομηχανίας) στην Ελλάδα γίνεται μέσω της Οδηγίας 85/337. Η Οδηγία 96/61/ΕΕ θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη στη διαδικασία αυτή, για τις περισσότερο ρυπογόνες βιομηχανικές μονάδες.

Για την έγκριση των περιβαλλοντικών όρων θα πρέπει η βιομηχανία να υιοθετεί (και να περιγράφει στην αίτησή της ή στην ΜΠΕ) τις Βέλτιστες Διαθέσιμες Τεχνικές, οι οποίες θα καθορίζονται σε Ευρωπαϊκό επίπεδο. Οι βιομηχανικές μονάδες θα λαμβάνουν άδεια λειτουργίας, στις οποίες θα λαμβάνονται σοβαρά υπόψη οι νέες ρυθμίσεις το αργότερο σε τρία έτη μετά την έναρξη της ισχύος τους. Για τις υφιστάμενες μονάδες, δίνεται μια μεταβατική περίοδος προσαρμογής μέχρι οκτώ έτη, από την έναρξη εφαρμογής της Οδηγίας. Η περίοδος αυτή δεν θα ισχύει προκειμένου για εκσυγχρονισμούς ή επεκτάσεις που συνεπάγονται ουσιώδη διαφοροποίηση των επιπτώσεων στο περιβάλλον. Σύμφωνα με τις διατάξεις της Οδηγίας, θα πρέπει να υπάρχει συντονισμός της διαδικασίας έκδοσης των



διαφόρων επιμέρους αδειών και εγκρίσεων που απαιτούνται για την λειτουργία των βιομηχανιών οι οποίες εμπίπτουν στο πεδίο εφαρμογής της. Στοιχείο κλειδί της Οδηγίας αυτής είναι οι Βέλτιστες Διαθέσιμες Τεχνικές οι οποίες νοούνται ως εξής:

- Το πλέον αποτελεσματικό και προηγμένο στάδιο εξέλιξης των δραστηριοτήτων και των μεθόδων λειτουργίας το οποίο υποδεικνύει την πρακτική δυνατότητα συγκεκριμένων τεχνικών παραγωγής να συνιστούν τη βάση κατ' αρχήν των οριακών τιμών εκπομπής με στόχο την αποφυγή και, όταν αυτό είναι αδύνατον, τη γενική μείωση των εκπομπών και των επιπτώσεών τους για το περιβάλλον στο σύνολό του.
- οι "τεχνικές" που περιλαμβάνουν τόσο την τεχνολογία που χρησιμοποιείται όσο και τον τρόπο σχεδιασμού, κατασκευής, συντήρησης, λειτουργίας και παροπλισμού της εγκατάστασης.
- οι "διαθέσιμες" τεχνικές είναι ανεπτυγμένες σε κλίμακα που επιτρέπει την εφαρμογή τους εντός του οικείου βιομηχανικού κλάδου, υπό οικονομικά και τεχνικά βιώσιμες συνθήκες, λαμβάνοντας υπόψη το κόστος και τα πλεονεκτήματα ανεξαρτήτως του εάν οι ως άνω τεχνικές χρησιμοποιούνται ή παράγονται εντός του οικείου Κράτους-Μέλους, και εφόσον εξασφαλίζεται η πρόσβαση του φορέα εκμετάλλευσης σε αυτές με λογικούς όρους
- οι "βέλτιστες", οι πλέον αποτελεσματικές, όσον αφορά την επίτευξη υψηλού γενικού επιπέδου προστασίας του περιβάλλοντος στο σύνολό του.

## **Βιομηχανικές και Επιχειρηματικές Περιοχές (Νόμος 2545/1997)**

Ο Νόμος 2545/97 είναι ο κατ' εξοχήν νόμος που θεσπίζει τις αρχές που διέπουν και χαρακτηρίζουν τις Βιομηχανικές Περιοχές, από την δημιουργία τους και την λειτουργία τους μέχρι την οργάνωση και την διοίκησή τους. Παρακάτω ακολουθεί μία μικρή αναφορά στα σημαντικότερα άρθρα του εν λόγω Νόμου.

Στο Νόμο συμπεριλαμβάνονται οι παρακάτω τύποι βιομηχανικών υποδομών:

- Βιομηχανική Περιοχή (ΒΙ.ΠΕ.): Είναι ο χώρος, εκτός εγκεκριμένου σχεδίου πόλεως, ο οποίος ιδρύεται, οριοθετείται, πολεοδομείται και οργανώνεται σύμφωνα με τις διατάξεις του παρόντος νόμου, προκειμένου να λειτουργήσει ως χώρος υποδοχής κάθε βιομηχανικής και βιοτεχνικής δραστηριότητας.
- Βιομηχανικό Πάρκο (ΒΙ.ΠΑ.): Είναι ο χώρος εκτός εγκεκριμένου σχεδίου πόλης, ο οποίος ιδρύεται, οριοθετείται, πολεοδομείται και οργανώνεται σύμφωνα με τις διατάξεις του παρόντος νόμου, προκειμένου να λειτουργήσει ως χώρος υποδοχής κάθε βιομηχανικής και βιοτεχνικής δραστηριότητας μέση και χαμηλής όχλησης.
- Βιοτεχνικό Πάρκο (ΒΙΟ.ΠΑ.): Είναι ο χώρος εντός του εγκεκριμένου σχεδίου πόλης ή σε μικρή απόσταση από αυτόν, ο οποίος ιδρύεται οριοθετείται, πολεοδομείται και οργανώνεται σύμφωνα με τις διατάξεις του παρόντος νόμου, προκειμένου να λειτουργήσει ως χώρος υποδοχής κάθε βιομηχανικής ή βιοτεχνικής δραστηριότητας χαμηλής όχλησης και επαγγελματικών εργαστηρίων.
- Τεχνόπολη: Είναι ο χώρος στον οποίο εγκαθίστανται βιομηχανίες νέας και υψηλής τεχνολογίας, ερευνητικές και εκπαιδευτικές δραστηριότητες καθώς και επιχειρήσεις παροχής υπηρεσιών. Οι χώροι αυτοί χαρακτηρίζονται από υψηλή ποιότητα

Ανάλυση Επιπτώσεων Οικοβιομηχανικού Πάρκου με την χρήση Ανάλυσης Κύκλου Ζωής

περιβάλλοντος και δύνανται να περιλαμβάνουν οικιστικά συγκροτήματα, στα οποία ενσωματώνονται οι αναγκαίες αστικές λειτουργίες.