

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΙΧΘΥΟΛΟΓΙΑΣ  
ΚΑΙ ΥΔΑΤΙΝΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**« Εκτίμηση Κύκλου Ζωής ( ISO : 14040 ) σε προϊόντα υδρόβιας  
ζωϊκής παραγωγής »**

**Χατζηγιαννίδης Γεώργιος**

**ΒΟΛΟΣ 2015**

**UNIVERSITY OF THESSALY  
SCHOOL OF AGRICULTURAL SCIENCES  
DEPARTMENT OF ICHTHYOLOGY  
AND AQUATIC ENVIRONMENT**

**POSTGRADUATE MASTER'S THESIS**

**« Life Cycle Assessment ( ISO : 14040 ) in aquatic  
animal production »**

**Chatzigiannidis George**

**VOLOS 2015**

**« Εκτίμηση Κύκλου Ζωής ( ISO : 14040 ) σε προϊόντα υδροβιας ζωϊκής  
παραγωγής »**

**« Life Cycle Assessment ( ISO : 14040 ) in aquatic animal  
production »**

**Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή:**

- 1) Ιωάννης Αρβανιτογιάννης, Καθηγητής (Δρ., Ph.D.), Τεχνολογία Τροφίμων με έμφαση στη Μεταποίηση, την Ποιότητα και την Ασφάλεια, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, επιβλέπων,
- 2) Έλενα Μεντέ Αναπλ. Καθηγήτρια (Ph.D.), Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Μέλος,
- 3) Ιωάννης Μποζιάρης Αναπλ. Καθηγητής (Ph.D.) Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Μέλος.

*Αφιερώνεται στην Εύα μου*

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Θα ήθελα να εκφράσω τις ειλικρινείς μου ευχαριστίες σε όλους όσους συνέβαλαν στο να φέρω σε πέρας την παρούσα Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία. Ιδιαίτερα θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Επιβλέποντα της εργασίας αυτής, κ. Ιωάννη Αρβανιτογιάννη (Δρ., Ph.D.), για την πολύτιμη βοήθειά του και τη διαρκή υποστήριξή του.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στα πλαίσια εκπόνησης της μεταπτυχιακής διπλωματικής εργασίας με τίτλο: «*Εκτίμηση Κύκλου Ζωής ( ISO : 14040) σε προϊόντα υδρόβιας ζωικής παραγωγής*» γίνεται μία σύντομη ιστορική αναδρομή για την Εκτίμηση Κύκλου Ζωής ( Life-Cycle Assessment LCA ) ούτως ώστε να κατανοήσουμε καλύτερα πώς φτάσαμε στην δημιουργία αυτής της διαδικασίας.

Στη συνέχεια ακολουθεί η περιγραφή της Εκτίμησης Κύκλου Ζωής ( Life Cycle Assessment - LCA ) όπου δίνεται ο ορισμός και η περιγραφή των χαρακτηριστικών της μεθόδου.

Τονίζεται ο ρόλος της Κοινωνικής Εκτίμησης Κύκλου Ζωής ( Social-Life Cycle Assessment SLCA ) καθώς και ένα πολύ σημαντικό κομμάτι στην ανάλυση κύκλου ζωής ενός προϊόντος που έχει να κάνει με την Κόστος Κύκλου Ζωής ( Life Cycle Cost - LCC ). Τονίζουμε πως ακόμη δεν έχει προτυποποιηθεί η συγκεκριμένη διαδικασία εκτίμησης κόστους του κύκλου ζωής ενός προϊόντος αλλά από πολλά επιστημονικά άρθρα και βιβλία έχουμε πολλές πληροφορίες για την μεθοδολογία της συγκεκριμένης διαδικασίας αν και όσον αφορά την υδρόβια ζωϊκή παραγωγή δεν έχει γίνει ακόμη αξιοσημείωτη πρόοδος στις βιβλιογραφικές αναφορές.

Στη συνέχεια γίνεται μία ανάλυση των προτύπων ISO 14040: 2006 και ISO 14044: 2006 τα οποία ανήκουν στην οικογένεια του προαιρετικού προτύπου ISO 14000 Περιβαλλοντικής Διαχείρισης.

Τα δύο παραπάνω πρότυπα όπως αναφέραμε είναι προαιρετικά και μας κατευθύνουν στην διαδικασία της Εκτίμησης Κύκλου Ζωής ( Life Cycle Assessment – LCA ) ενός προϊόντος, καθώς στο ISO 14040: 2006 έχουμε τις *Αρχές και το πλαίσιο εργασίας* της



Εκτίμησης Κύκλου Ζωής ή ΕΚΖ ενώ στο ISO 14044: 2006 έχουμε τις Απαιτήσεις και τις κατευθυντήριες γραμμές κατά την αξιολόγηση του κύκλου ζωής ενός προϊόντος.

Ο καθορισμός των περιβαλλοντικών επιπτώσεων ( Life-cycle Impact Assessment LCIA ) αποτελεί την σημαντικότερη διαδικασία στην Εκτίμηση Κύκλου Ζωής ( Life Cycle Assessment - LCA ) καθώς η πιθανότητα να επηρεαστεί το περιβάλλον κατά την διάρκεια του Κύκλου Ζωής ενός προϊόντος είναι υψηλή και πολλές επιχειρήσεις στον κλάδο της αλιείας και της υδατοκαλλιέργειας έχουν ευαισθητοποιηθεί γύρω από αυτό το ζήτημα. Η ευθύνη απέναντι στο περιβάλλον επιβάλει έως ένα βαθμό την ανάγκη αξιολόγησης του περιβαλλοντικού αντικτύπου με σκοπό την προώθηση βέλτιστων πρακτικών στην παραγωγή αλιευτικών προϊόντων αλλά και προϊόντων υδατοκαλλιέργειας.

Εξετάζονται οι κυριότεροι δείκτες ( εκφρασμένοι σε ισοδύναμα ) περιβαλλοντικών επιπτώσεων και δίνεται μία σύντομη περιγραφή τους ώστε να κατανοηθεί ο ρόλος τους στην Εκτίμηση Κύκλου Ζωής ( Life Cycle Assessment - LCA ). Στην συνέχεια ακολουθεί μία πειραματική διαδικασία συγκέντρωσης των κυριοτέρων παραμέτρων που αναφέρονται σε εφαρμογές Εκτίμησης Κύκλου Ζωής ( Life Cycle Assessment - LCA ) από επιστημονικά άρθρα τα οποία εφάρμοσαν την συγκεκριμένη μέθοδο σε διάφορες αλιευτικές δραστηριότητες αλλά και σε μονάδες υδατοκαλλιέργειας ανά τον κόσμο αλλά και στην Ελλάδα.

Οι παράμετροι συγκεντρώθηκαν σε μορφή πινάκων με τους κυριότερους να είναι: i) τα όρια συστήματος ( system boundaries ), ii) εισροές ( inputs ), iii) εκροές ( outputs ) και iv) οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις ( environmental impacts ). Στους πίνακες ακολουθείται μία συστηματική κατάταξη των κυριοτέρων στοιχείων που αφορούν την

διαδικασία εκτίμησης του κύκλου ζωής ενός μεγάλου αριθμού προϊόντων υδρόβιας ζωϊκής παραγωγής όπως ιχθύων και ιχθυηρών αλλά και ιχθυαλεύρων και ιχθυελαίων καθώς η παραγωγή των τελευταίων αποτελεί έναν δυναμικό κλάδο με ολόένα και μεγαλύτερο ενδιαφέρον στην υδατοκαλλιέργεια. Η πρακτικότητα των συγκεντρωτικών πινάκων έγκειται στο γεγονός ότι εξασφαλίζεται η συγκρισιμότητα μεταξύ των αποτελεσμάτων και δίνεται μία σαφής εικόνα των περιβαλλοντικών επιπτώσεων για την κάθε παραγωγική διαδικασία με συγκέντρωση μεγάλου αριθμού δεδομένων.

Λέξεις Κλειδιά ( Keywords ):

EKZ ( LCA ): Εκτίμηση Κύκλου Ζωής ( Life Cycle Assessment )

ΚΚΖ ( LCC ): Κόστος Κύκλου Ζωής ( Life Cycle Cost )

Κ - EKZ ( SLCA ): Κοινωνική Εκτίμηση Κύκλου Ζωής ( Social Life Cycle Assessment )

LCI: Απογραφική Ανάλυση ( Life Cycle Inventory )

LCIA: Εκτίμηση Επιπτώσεων ( Life Cycle Impact Assessment )

ΑΚΟ ( CBA ): Ανάλυση Κόστους Οφέλους ( Cost Benefit Analysis )

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

### 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. Ιστορική αναδρομή Εκτίμησης Κύκλου Ζωής ( Life-Cycle Assessment LCA )	1
--	---

### 2. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ

2.1. Τι είναι η Εκτίμηση Κύκλου Ζωής ( Life-Cycle Assessment LCA ).	6
2.1.1. Ο ρόλος της SETAC ( Society of Environmental Toxicology and Chemistry )	7
2.1.2.Κόστος Κύκλου Ζωής ( Life-Cycle Cost - LCC )	9
2.1.2.1. Μελέτες περιπτώσεων ( Case Studies ) με την μέθοδο Εκτίμησης Κόστους Κύκλου Ζωής ( Life Cycle Cost - LCC )	12
2.1.2.2. Συνδυασμός συμβατικής οικονομικής, περιβαλλοντικής και κοινωνικο- οικονομικής ανάλυσης Κόστους Κύκλου Ζωής ( LCC ) με την Εκτίμηση Κύκλου Ζωής ( LCA )	20
2.1.2.2.1. Μελέτη Περίπτωσης ( Case Study ) για την σχέση μεταξύ της ( EKZ ), ( KKZ ) και Ανάλυσης Κόστους - Οφέλους ή ( AKO )	24
2.1.3. Κοινωνική Ανάλυση Κύκλου Ζωής ( Social-LCA )	25
2.1.3.1. Σύστημα Προϊόντος Κοινωνικής Ανάλυσης Κύκλου Ζωής ( S-LCA )	27
2.1.3.2 Δείκτες εργασιακών δικαιωμάτων στην Κοινωνική Ανάλυση	30
2.1.3.3. Μελέτη περίπτωσης ( Case Study ) για την Κοινωνική Εκτίμηση Κύκλου Ζωής ( Societal - LCA )	31
2.2. Η δομή της EKZ	32
2.2.1. Τα Βήματα που Ακολουθούμε σε κάθε Φάση της Εκτίμησης Κύκλου Ζωής ( Life Cycle Assessment - LCA )	33
2.3. Προτυποποίηση ( Standardization ) της Εκτίμησης Κύκλου Ζωής	36

2.3.1. Το πρότυπο ISO 14040: (2006)	40
2.3.1.1. Κατηγορίες Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων Κύκλου Ζωής ( Life Cycle Impact Categories )	43
<b>3. ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ ( LCA ) ΣΤΗΝ ΥΔΡΟΒΙΑ ΖΩΪΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ.</b>	
3.1. Εισαγωγή.	
3.1.1. Η σημασία της Αλιείας και της Υδατοκαλλιέργειας	46
3.2. Μελέτες Περιπτώσεων ( Case Studies ) από εφαρμογές Εκτίμησης Κύκλου Ζωής ( Life Cycle Assessment - LCA ) σε προϊόντα υδρόβιας ζωϊκής παραγωγής	47
3.2.1. Κύριοι παράμετροι που αναφέρονται σε εφαρμογές Εκτίμησης Κύκλου Ζωής ( Life Cycle Assessment - LCA ) ιχθύων και ιχθυηρών. Μελέτες Περιπτώσεων ( Case Studies )	51
<b>4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ</b>	<b>70</b>
<b>5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b>	<b>72</b>
<b>6. ABSTRACT</b>	<b>78</b>

# 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

## 1.1. Ιστορική αναδρομή Εκτίμησης Κύκλου Ζωής (ΕΚΖ)

Ο Σκωτσέζος βιολόγος, κοινωνιολόγος, γεωγράφος, φιλάνθρωπος και πρωτοπόρος στον σχεδιασμό πόλεων Sir, Patrick Geddes, είχε αναπτύξει ήδη από την δεκαετία του 1880 μία διαδικασία απογραφικής ανάλυσης, στο βιβλίο του με τίτλο “ *The Classification Of Statistics And Its Results* ”. Ο Geddes ( 1881 ), αναφέρει χαρακτηριστικά ότι « ο καθένας μπορεί εύκολα και γρήγορα να παρατηρήσει ότι η συλλογή στατιστικών πληροφοριών συμβαίνει γύρω μας σε ένα υπερμεγέθη και συνεχώς αυξανόμενο βαθμό » και συνεχίζει « αυτό που αναζητείται, πάνω απ’ όλα, είναι η ομοιομορφία ( παράδειγμα η μεθοδική κατάταξη ) ». Ο Geddes σε μία πρότασή του θα λέγαμε ότι προσεγγίζει την έννοια του Κύκλου Ζωής ενός προϊόντος. Στην παρακάτω εικόνα δίνεται το πρωτότυπο κείμενο με την υπογραμμισμένη πρόταση η οποία δίνει μία πρώτη προσέγγιση στην έννοια του Κύκλου Ζωής ενός προϊόντος μέσω μίας απογραφικής ανάλυσης “ *στατιστικών πληροφοριών* ” όπως αναφέρθηκε προηγουμένως.

The table (B II.) entitled Development of Products, generalises a classification of the facts and processes of technology in the widest sense, including all the arts, coarse and fine, together with the processes of transport and exchange which the products undergo ; the developmental history of any given product (which is in many respects analogous to that of an organism), being written across the table from left to right. The minor tables, as yet unpublished, of

**Εικόνα 1:** Πρωτότυπο κείμενο από το “ *The Classification Of Statistics And Its Results* ” ( Geddes, 1881: 20 ).

Στο πρωτότυπο κείμενο ( Εικ. 1 ) αναλύεται ένας πίνακας δεδομένων ( Β ΙΙ. ) με την ονομασία “ *Ανάπτυξη Προϊόντων* ” αλλά χαρακτηριστική είναι η υπογραμμισμένη με κόκκινο χρώμα πρόταση του Geddes ( 1881: 20 ), που λέει ότι “ ... η ιστορία

*ανάπτυξης κάθε δεδομένου προϊόντος ... ( η οποία είναι από πολλές απόψεις, ανάλογη αυτής των ζωντανών οργανισμών )... ”* αποτελεί θα λέγαμε μία πρώτη προσέγγιση στην περιγραφή του Κύκλου Ζωής ενός προϊόντος.

Ο Frischknecht ( 1998 ), αναφέρει πως από αντίδραση στα ελλιπή μοντέλα φυσικών συστημάτων που δημιουργήθηκαν από οικονομολόγους, οι ερευνητές των φυσικών επιστημών αναζήτησαν εναλλακτικούς τρόπους στο να περιγράψουν και να αποτιμήσουν τις οικονομικές δραστηριότητες σε σχέση με το φυσικό περιβάλλον. Ένας από τους πρώτους που παραθέτει κάτι τέτοιο είναι ο Geddes που προτείνει να συνδυαστεί η επιστήμη της Οικονομολογίας με τις φυσικές επιστήμες όπως την Φυσική, την Γεωλογία, την Βοτανική, την Ζωολογία. Επισημαίνει την στενή σχέση μεταξύ φυσικών επιστημών και Οικονομολογίας και προτείνει να αναφέρονται οι φυσικές επιστήμες με οικονομολογικούς όρους ( π.χ. οικονομικά της Ζωολογίας ) λόγω των κοινωνιολογικών χαρακτηριστικών και ιδιοτήτων τους, εντός αυτών των επιστημονικών κλάδων.

Η Εκτίμηση Κύκλου Ζωής ή ΕΚΖ ( Life Cycle Assessment - LCA ) αν και πολλοί πιστεύουν πως πρόκειται για μία νέα μεθοδολογία παρόλα αυτά δεν ισχύει κάτι τέτοιο. Η προσπάθεια υιοθέτησης ενός τρόπου σκέψης ή λογισμού για τον Κύκλο Ζωής ενός προϊόντος ( Life Cycle Thinking - LCT ), συναντάται σε παλαιότερη βιβλιογραφία. Ο Geddes είναι ίσως ο παλαιότερος που εισήγαγε μία πρόδρομη διαδικασία απογραφής δεδομένων που σήμερα ονομάζεται Απογραφική Ανάλυση Κύκλου Ζωής ενός προϊόντος ( Life Cycle Inventory - LCI ). Ήδη από την δεκαετία του 1880 ο Geddes ασχολείται με την διαδικασία της απογραφής, συγκέντρωσης στοιχείων σε θέματα ενέργειας, ιδιέτερα του άνθρακα - C ( Klöpffer & Grahl, 2014 ).

Η διαδικασία της ανάλυσης του κύκλου ζωής ενός προϊόντος ξεκίνησε ουσιαστικά την δεκαετία του 1960. Η ανησυχία για τον περιορισμό των ενεργειακών πόρων είχε

προκαλέσει το ενδιαφέρον των επιστημόνων για την εξεύρεση λύσης στο διαφαινόμενο τότε πρόβλημα της εξασφάλισης πρώτων υλών. Μία από τις πρώτες δημοσιεύσεις ήταν αυτή του Harold Smith με τίτλο “ *cumulative energy concept* ” στην οποία γινόταν υπολογισμός των σωρευτικών απαιτήσεων σε ενέργεια για την παραγωγή χημικών ενδιάμεσων ( ουσιών που παρασκευάζονται και χρησιμοποιούνται στις χημικές διεργασίες ) των τελικών προϊόντων. Η δημοσίευση έλαβε χώρα στην διάσκεψη που έγινε από το Παγκόσμιο Συμβούλιο Ενέργειας ( World Energy Council - WEC ) στην Παγκόσμια Διάσκεψη για την Ενέργεια το 1963. Στα τέλη της δεκαετίας του 1960 οι μελέτες που έγιναν, για τις προβλέψεις των επιπτώσεων από την αύξηση του παγκόσμιου πληθυσμού στους ενεργειακούς πόρους και την παραγωγή πρώτων υλών, με την μέθοδο της μοντελοποίησης, παρουσιάστηκαν στο “ *The Limits to Growth* ” ( Meadows<sub>a</sub> et al., 1972 ) το οποίο επικαιροποιήθηκε μετά από ένα διάστημα τριάντα ετών με τίτλο “ *Limits To Growth: The 30 – Year Update* ” ( Meadows<sub>b</sub> et al., 2004 ) και στο οποίο το βασικό μήνυμα είναι πως σε ένα πεπερασμένο κόσμο “ η κατανάλωση πρώτων υλών και η ρύπανση δεν μπορούν να αυξάνονται για πάντα ” ( Bardi, 2011 ) και το “ *A Blueprint for Survival* ” ( Goldsmith et al., 1972 ) . Η ταχεία εξάντληση των ορυκτών καυσίμων και οι επιπτώσεις στο κλίμα είναι ζητήματα που απασχολούν πλέον πολύ σοβαρά την επιστημονική κοινότητα. Το 1969 μία πολύ γνωστή εταιρεία αναψυκτικών με έδρα τις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής πραγματοποίησε δική της μελέτη που αφορούσε διάφορα δοχεία αναψυκτικών. Σκοπός της μελέτης ήταν να γίνει μία ποσοτικοποίηση των πρώτων υλών, από τις οποίες παράγονται τα συγκεκριμένα δοχεία ( containers ), σε συνδυασμό με την κατανάλωση ενέργειας ώστε να βρεθεί το δοχείο το οποίο κατά την δημιουργία του είχε την μικρότερη περιβαλλοντική επίπτωση. Γενικότερα θα λέγαμε ότι πρώιμες μελέτες που έγιναν αφορούσαν την ποσοτικοποίηση των πόρων αλλά και των



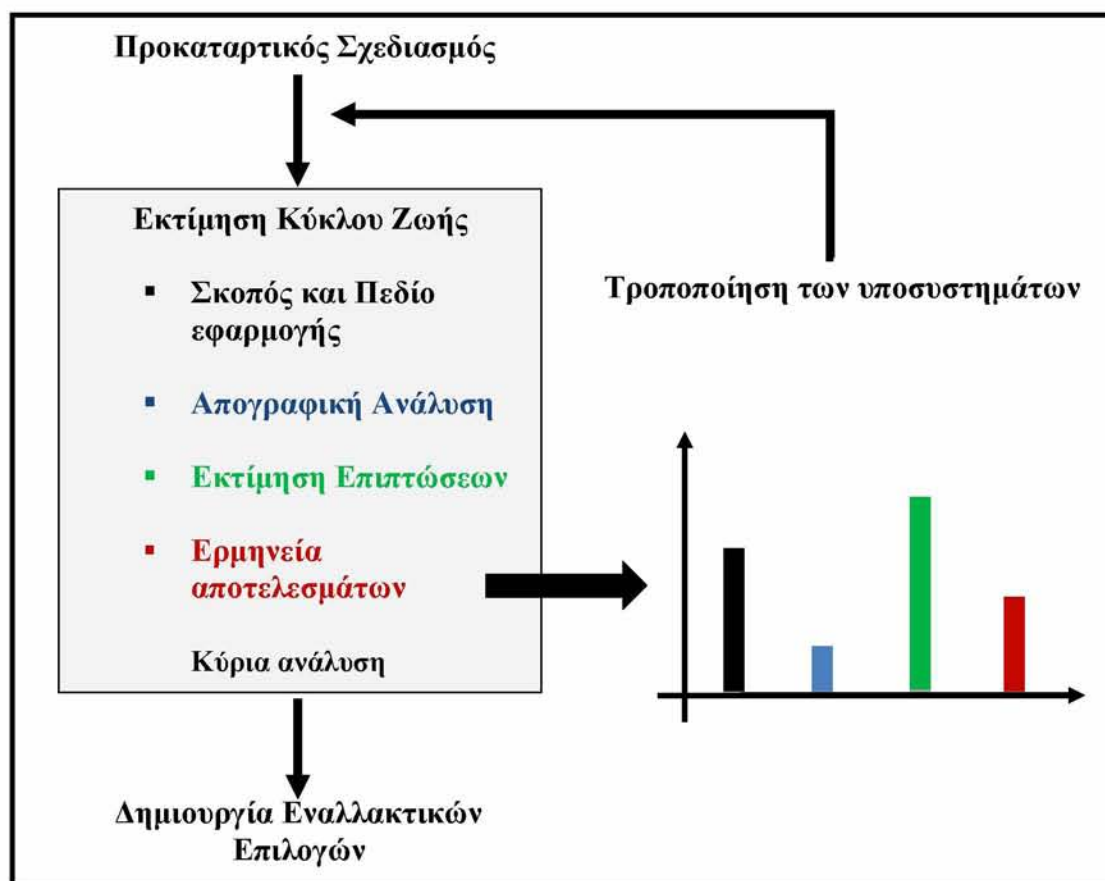
περιβαλλοντικών επιπτώσεων με την ονομασία “ Resource and Environmental Profile Analysis - REPA ” στις Η.Π.Α και οι αντίστοιχες για την Ευρώπη ως “ Ecobalance ”. Μεταξύ 1970 και 1975 εκπονήθηκαν 15 μελέτες ( REPAs ) σαν αποτέλεσμα της κρίσης πετρελαίου στην δεκαετία του 1970 αλλά και της ανάγκης για ενθάρυνση της βιομηχανίας για ποιοτικότερα στοιχεία και πληροφορίες προς τον δημόσιο τομέα. Στις αρχές της δεκαετίας του 1980 οι περιβαλλοντικές ανησυχίες είχαν αποκτήσει εξέχουσα θέση με αποτέλεσμα η Εκτίμηση Κύκλου Ζωής να περάσει από την απογραφική ανάλυση στην επόμενη φάση της εκτίμησης των επιπτώσεων. Στα 1990 η “ Κοινωνία Περιβαλλοντικής Τοξικολογίας και Χημείας” ( Society of Environmental Toxicology and Chemistry - SETAC ) δημοσίευσε άρθρα σχετικά με το τεχνικό πλαίσιο της ( EKZ ), καθώς τις αρχές και τη μεθοδολογία ( EPA, 2006 ).

Ένα συστηματοποιημένο πλαίσιο για την εφαρμογή της διαδικασίας Εκτίμησης Κύκλου Ζωής ( Life Cycle Assessment - LCA ) δημοσιοποιήθηκε από τον Διεθνή Οργανισμό Τυποποίησης ( International Organisation for Standardization – ISO ) την περίοδο 1997 - 2000, με αποτέλεσμα να δημοσιοποιηθούν τα πρότυπα ISO 14040, 14041, 14042 και 14043. Οι ενημερώσεις των προτύπων αυτών πραγματοποιήθηκαν το 2006, οπότε και συγχωνεύθηκαν στα επόμενα με την ονομασία ISO 14040 και ISO 14044 ( Pryshlakivsky & Searcy, 2013 ).



**Εικόνα 2:** Αγγλικό λογότυπο του Διεθνή Οργανισμού Τυποποίησης ( International Organization for Standardization – ISO ) ( [http 1](http://www.iso.org) ).

Μία πρώτη ματιά από την σχεδιαστική σκοπιά της Εκτίμησης Κύκλου Ζωής ( Life Cycle Assessment - LCA ) μας δίνουν οι Gasafi et al., ( 2003 ) όπου φαίνεται το μεγαλύτερο κομμάτι στην ( ΕΚΖ ) καταλαμβάνει η ανάλυση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Η ( EPA, 2006 ) τονίζει πως πολλά μπορούμε να μάθουμε για την διαδικασία της ( ΕΚΖ ) στην φάση της Απογραφικής Ανάλυσης Κύκλου Ζωής ( Life Cycle Inventory Analysis - LCI ) αλλά στην φάση της Εκτίμησης Επιπτώσεων Κυκλου Ζωής ( Life Cycle Impact Assessment - LCIA ) μας δίνεται μια πιο ουσιαστική βάση για συγκρίσεις. Στο ( Σχ. 1 ) βλέπουμε την διαδικασία της Εκτίμησης Κύκλου Ζωής ( Life Cycle Assessment - LCA ).



Σχήμα 1: ( ΕΚΖ ) από την σκοπιά του σχεδιασμού ( Gasafi et al., 2003 ).

## 2. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ (ΕΚΖ)

### 2.1. Τι είναι η Εκτίμηση Κύκλου Ζωής ( Life Cycle Assessment – LCA )

Η Περιβαλλοντική Εκτίμηση Κύκλου Ζωής ( Environmental Life Cycle Assessment - ELCA ), συνήθως αναφέρεται ως Εκτίμηση Κύκλου Ζωής ή ΕΚΖ ( Life Cycle Assessment - LCA ), είναι μία μέθοδος με την οποία αναλύεται ο κύκλος ζωής ενός προϊόντος από την συγκέντρωση των πρώτων υλών από την γη, την επεξεργασία τους για την παραγωγή του προϊόντος, μέχρι την τελική του απόθεση με την μορφή πλέον αποβλήτων ξανά πίσω στην γή ή την ανακύκλωσή του. Η φράση από το “ λίκνο στην κούνια ” ( cradle to grave ) εξηγεί με πολύ απλό και συνεκτικό τρόπο την έννοια της ανάλυσης του κύκλου ζωής ( Curran, 1994 ).

Η “ Εκτίμηση Κύκλου Ζωής ” είναι μία επιστήμη η οποία συγκρίνει, αναλύει και αξιολογεί, τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις στην παραγωγή ενός προϊόντος και αυτό που την διαφοροποιεί από άλλες μεθόδους εκτίμησης περιβαλλοντικών επιπτώσεων είναι δύο πολύ σημαντικά στοιχεία της και αυτά είναι η ανάλυση από το “ λίκνο στον τάφο ” ( cradle to grave ) και η λεγόμενη “ λειτουργική μονάδα ” ( functional unit ) . Και τα δύο αυτά εργαλεία μας επιτρέπουν να συγκρίνουμε διαφορετικά συστήματα παραγωγής προϊόντων, τα οποία όμως έχουν εάν όχι ίδιο, παρόμοιο σκοπό και στόχο. Τα σημαντικότερα βήματα που ακολουθούμε στον κύκλο ζωής ενός προϊόντος είναι, η εξόρυξη των πρώτων υλών από το περιβάλλον, η παραγωγή των υλικών που θα χρησιμοποιηθούν για το τελικό προϊόν, η χρήση και η τελική απόρριψή του ή η ανακύκλωσή του. Όταν αναφερόμαστε στον όρο “ προϊόντα ” συγκαταλέγονται τα “ αγαθά ” αλλά και οι “ υπηρεσίες ”. Εδώ πρέπει να τονίσουμε ότι αν και τα τελικά προϊόντα που προκύπτουν από τις “ υπηρεσίες ” έχουν “ άυλη μορφή ” παρ'όλα αυτά χρειάζονται περίπου τις ίδιες διαδικασίες και πηγές ενέργειας με τα υπόλοιπα

παραγόμενα προϊόντα. Η προσαρμογή ή θα λέγαμε καλύτερα η εναρμόνιση των προτύπων της περιόδου 1990 με 1993 από την SETAC, οδήγησε στο να ξεκινήσει η διαδικασία για διεθνή τυποποίηση, στο Παρίσι το 1993, αλλά χρειάστηκαν επτά χρόνια για να δημοσιευτεί η πρώτη σειρά προτύπων για την ΕΚΖ ( ISO 14040, 14041, 14042 και ISO 14043 ) τα οποία αναθεωρήθηκαν και συμπυκνώθηκαν σε δύο πρότυπα τα ISO 14040 και ISO 14044 όπως αναφέρθηκε ( Klöpffer, 2014 ).



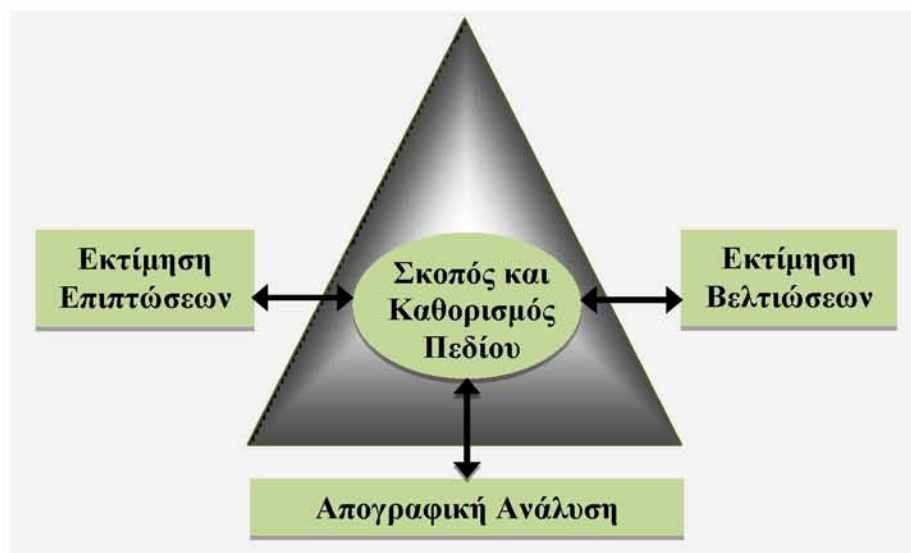
Σχήμα 2: Κύκλος Ζωής ( Life Cycle ).

### 2.1.1. Ο ρόλος της SETAC.

Έχει τονιστεί, σαν βασική έννοια στην ανάλυση κύκλου ζωής, πώς όλες οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις που συνδέονται με την παραγωγή ενός προϊόντος ή μιας υπηρεσίας πρέπει να αξιολογούνται από την αρχική επεξεργασία των πρώτων υλών μέχρι την τελική απόρριψη και ανακύκλωση. Πρέπει να τονίσουμε εδώ τον ρόλο της SETAC ( Society Of Environmental Toxicology and chemistry ) στην διαμόρφωση της Εκτίμησης Κύκλου Ζωής ( Life-Cycle Assessment - LCA ) κυρίως από το 1990 μέχρι και το 1993. Σε αυτό το διάστημα διοργανώθηκαν πέντε ακαδημαϊκά συνέδρια. Το πρώτο συνέδριο έγινε το 1990 στο χιονοδρομικό θέρετρο του ‘Smuggler Notch’



της Πολιτείας του Βερμόντ των Η.Π.Α όπου συζητήθηκε το τεχνικό πλαίσιο ( LCA - Framework ) πάνω στο οποίο στηρίχθηκε η διαδικασία του κύκλου ζωής δηλαδή την μεθοδολογία η οποία ακολουθείται κατά την αξιολόγηση του κύκλου ζωής. Το επόμενο συνέδριο έγινε στην πόλη ‘Λέιντεν’ ( Leiden ) στην νότια Ολλανδία το 1991 που το διοργάνωσε η ‘SETAC - Europe’. Ακολούθησαν άλλα δύο το 1992, το ένα στο ‘San Destin’ ( Miramar Beach ) της Φλόριντα των Η.Π.Α στο οποίο διαμορφώθηκε η “ Εκτίμηση Επιπτώσεων ” ( LCA - Impact Assessment ) και το άλλο στο χιονοδρομικό θέρετρο ‘Wintergreen’ της Πολιτείας Βιρτζίνια των Η.Π.Α όπου ορίστηκε το πλαίσιο της ποιότητας των “ Συλλεγόμενων Δεδομένων ” στην Εκτίμηση Κύκλου Ζωής ( LCA - Data Quality ). Τέλος το 1993 στην ‘Sesibra’ της Πορτογαλίας με το “ *A Code of Practice* ” δόθηκαν οι “ Κατευθυντήριες Γραμμές ” στην διαδικασία της ανάλυσης του κύκλου ζωής ενός προϊόντος. Ουσιαστικά προωθήθηκε η εφαρμογή βέλτιστων πρακτικών στην διαδικασία αξιολόγησης του κύκλου ζωής ενός προϊόντος ( Klöpffer, 2006 ).



**Σχήμα 3:** Τρίγωνο της SETAC με τις φάσεις της ΕΚΖ ( Klöpffer, 1997 ).

Στο τρίγωνο της SETAC ( Σχ. 3 ) έχουμε τα εξής:

- Σκοπός και Καθορισμός Πεδίου ( Goal definition and Scoping )
- Απογραφική Ανάλυση ( Inventory analysis )
- Εκτίμηση Επιπτώσεων ( Impact assessment )
- Εκτίμηση Βελτιώσεων ( Improvement assessment ) ( Klöpffer, 1997 ).

### 2.1.2. Κόστος Κύκλου Ζωής ( Life Cycle Cost - LCC )

Σύμφωνα με το πρότυπο [ AS/NZS 4536:1999 ( Australian/New Zealand Standard 1999 ) ] “ *Κόστος Κύκλου Ζωής είναι μια διαδικασία που καθορίζει το συνολικό ποσό όλων των εξόδων που συνδέονται άμεσα με την παραγωγή ενός προϊόντος ή την κατασκευή ενός έργου, συμπεριλαμβανομένου του κόστους απόκτησης, εγκατάστασης, λειτουργίας, συντήρησης, ανακαίνισης, καθώς επίσης το κόστος απόρριψης και διάθεσης* ”

Από τις τρεις μεθοδολογίες κύκλου ζωής για προϊόντα ( EKZ, Κοινωνική - EKZ, KKZ ) το Κόστος Κύκλου Ζωής ( Life Cycle Cost - LCC ) θεωρείται η παλιότερη. Αρχικά δημιουργήθηκε κάτω από ένα αυστηρά λογιστικό πλαίσιο αλλά τα τελευταία χρόνια έχει αναγνωριστεί η μεγάλη σημασία αυτή της μεθόδου. Το 1933 στις Η.Π.Α το γενικό λογιστήριο του κράτους ( General Accounting Office - GAO ) ζήτησε να γίνει μία εκτίμηση κόστους για ελκυστήρες στα πλαίσια της “ αίτησης για την υποβολή προσφορών ( RFT ) ” από προμηθευτές η οποία αποτελεί και αυτή στοιχείο στον κύκλο ζωής ενός προϊόντος. Τρεις μεθόδους εκτίμησης ( KKZ ) έχουμε οι οποίες είναι: i ) η **συμβατική** η οποία ενσωματώνει το όφελος και το ιδιωτικό κόστος, ii ) η **Περιβαλλοντική Κοστολόγηση Κύκλου Ζωής ( Environmental Life Cycle Costing – LCC )** σύμφωνα με τους Hunkeler et al. ( 2008 ), αποτιμούνται τα εξωτερικά κόστη, όπως για παράδειγμα το κόστος από τον φόρο για εκπομπές CO<sub>2</sub> και τα εσωτερικά προσδοκώμενα οφέλη και iii ) η **κοινωνική** εκτίμηση ( KKZ )

όπου όλα τα εσωτερικά και εξωτερικά κόστη ανάλογα με τις κοινωνικές επιπτώσεις αποτιμούνται σε χρηματική αξία ( UNEP-SETAC, 2011 ).

Στα μέσα της δεκαετίας του 1960 το Υπουργείο Εξωτερικών των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής ανέπτυξε την τεχνική της Κοστολόγησης Κύκλου Ζωής ( Life Cycle Costing - LCC ) σε μεγάλα έργα υποδομής όπως στρατιωτικές εγκαταστάσεις, κτίρια και διύλιστήρια πετρελαίου. Από την δεκαετία του 1980 μέχρι και τα μέσα της δεκαετίας του 1990 είχαν αναπτυχθεί διάφορα μοντέλα κοστολόγησης κύκλου ζωής ( Kara, 2014 ).

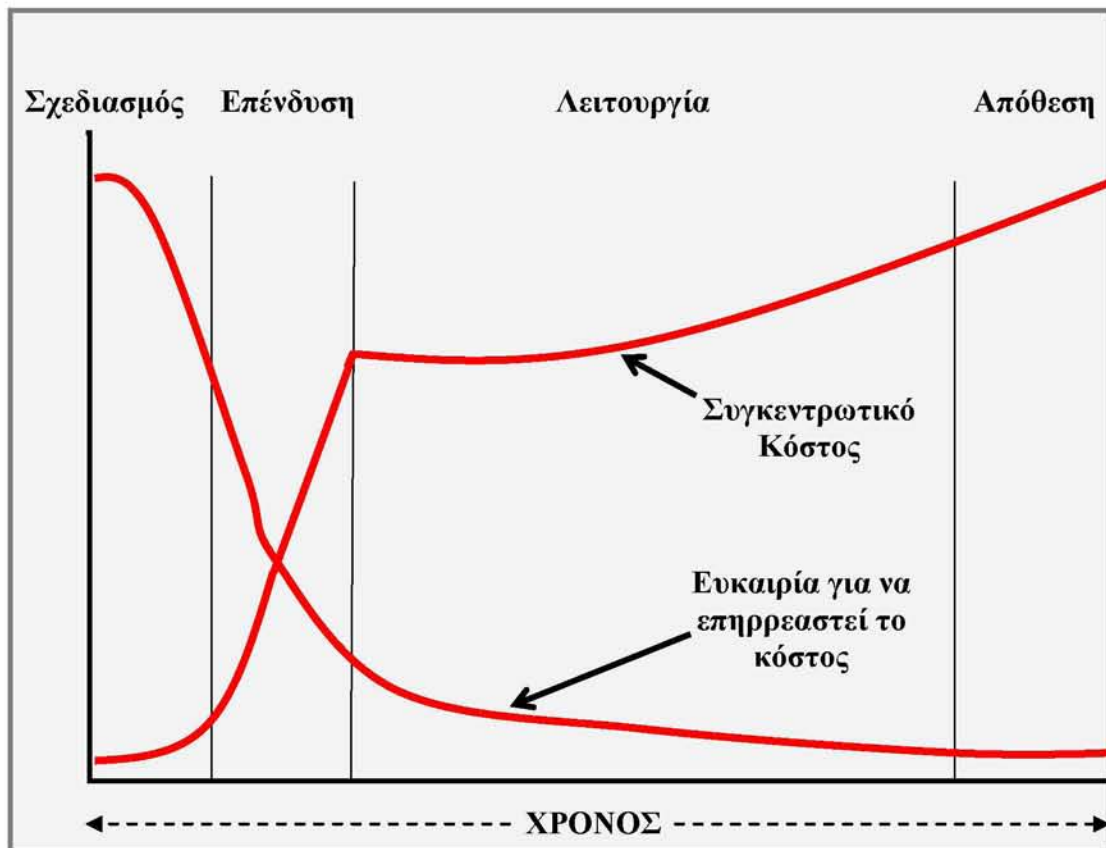
Η Εκτίμηση Κύκλου Ζωής ( Life Cycle Assessment - LCA ) και η ανάλυση του Κόστους Κύκλου Ζωής ενός προϊόντος ( Life Cycle Cost - LCC ) αποτελούν δύο βασικές διαδικασίες στην εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων και της βιωσιμότητας. Η αξιολόγηση του κύκλου ζωής αποβλέπει στην συλλογή και αξιολόγηση των εισροών ( inputs ) και των εκροών ( outputs ) σε όλη την αλυσίδα παραγωγής μέχρι το “ τέλος ζωής ” του προϊόντος . Όμως εστιάζει ακριβώς στις περιβαλλοντικές επιπτώσεις και όχι στις οικονομικές επιπτώσεις του κύκλου ζωής ενός “ αγαθού ” ή μιας “ υπηρεσίας ”. Αυτή η ανάλυση μπορεί να γίνει με την εκτίμηση κόστους ( Life Cycle Cost - LCC ) , με αποτέλεσμα να έχουμε μία οικονομική προσέγγιση στο συνολικό κόστος της παραγωγής ενός προϊόντος από το “ λίκνο στον τάφο ”. Οι δύο αυτές διαδικασίες εφαρμόζονται ανεξάρτητα η μία από την άλλη με αποτέλεσμα σημαντικά περιβαλλοντικά και οικονομικά στοιχεία επιπτώσεων να μην συνυπολογίζονται σε μία ενιαία ανάλυση κύκλου ζωής. Η αποτίμηση ενός οικονομικού κύκλου ζωής σε ένα “ αγαθό ” ή μια “ υπηρεσία ” ξεκινά με τον καθορισμό των στόχων της αξιολόγησης και του πεδίου εφαρμογής της ( Bierer et al., 2013 ).

Οι κύριοι τομείς που εξετάζονται κατά την εφαρμογή Κόστους Κύκλου Ζωής είναι:

- Απόκτηση / Εξαγορά / Κτήση ( Acquisition )
- Εγκατάσταση ( Installation )
- Μεταφορά ( Transportation )
- Λειτουργίες ( Operations )
- Συστήματα πληροφορικής ( Computer systems )
- Μηχανική ( Engineering )
- Συντήρηση ( Maintenance )
- Υπηρεσίες υποστήριξης ( Support services )
- Προμήθεια ( Supply )
- Ανταλλακτικά / Καταλογογράφηση ( Spares / Cataloging )
- Εκπαίδευση ( Training )
- Διάθεση ( Disposal ) [ Hastings, 2010 ].

Η διαδικασία της κοστολόγησης του κύκλου ζωής ενός προϊόντος εφαρμόζεται αρχικά σε ένα διευρημένο πεδίο ώστε να συνδράμει στην ανάλυση ικανότητας ανάπτυξής του ( διαδικασία παραγωγής ) και να ενισχυθεί η λήψη απόφασης για την επένδυση. Όλα τα συναφή αναγνωρισθέντα κόστη στην ανάλυση του κόστους κύκλου ζωής προϊόντος αξιολογούνται κατά τον σχεδιασμό, επένδυση και σε όλα τα στάδια του προϋπολογισμού. Στο ( Σχ. 4 ) παρουσιάζονται τα στάδια του κύκλου ζωής στην φάση του εξοπλισμού μιας επιχείρησης όπου απεικονίζεται το σωρευτικό ή συσσωρευτικό ( συγκεντρωτικό ) κόστος και η δυνατότητα να επηρεαστεί το κόστος αυτό. Στο στάδιο της Απόκτησης ή Εξαγοράς και του Σχεδιασμού μας δίνεται η ευκαιρία να επηρεάσουμε το κόστος με σκοπό να το ελαχιστοποιήσουμε κατά το δυνατόν. Στο στάδιο του εξοπλισμού είναι πολύ σημαντική η εκτίμηση υλικοτεχνικής υποστήριξης διαφορετικά η διαθεσιμότητα και η απόδοση του κόστους εξοπλισμού και υποδομής δεν θα έχουν τα επιδιωκόμενα αποτελέσματα ( Hastings, 2010 ).





Σχήμα 4: Στάδια κύκλου ζωής ( Hastings, 2010 ).

#### 2.1.2.1. Μελέτες περιπτώσεων ( Case Studies ) με την μέθοδο Εκτίμησης Κόστους Κύκλου Ζωής ( Life Cycle Cost – LCC ).

Ο στόχος, της Κοινής Αλιευτικής Παραγωγής ( ΚΑΠ ) σύμφωνα με τον Κανονισμό ( ΕΚ ) αριθ. 2371/2002 του Συμβουλίου, της 20ής Δεκεμβρίου 2002, για τη διατήρηση και βιώσιμη εκμετάλλευση των αλιευτικών πόρων στο πλαίσιο της Κοινής Αλιευτικής Πολιτικής ( ΕΕ L 358 της 31.12.2002, σ. 59 ), είναι “ η προώθηση της βιώσιμης αλιείας, η οποία προϋποθέτει την επίτευξη ισορροπίας μεταξύ των αλιευτικών πόρων και του αλιευτικού στόλου για την αποφυγή της υπερεκμετάλλευσης των ιχθυοποθεμάτων ” ( Ευρωπαϊκό Ελεγκτικό Συνέδριο, 2011 ). Πρέπει να τονίσουμε ότι στην παραπάνω ειδική έκθεση ( αριθμ.12 ) του Ευρωπαϊκού Ελεγκτικού Συνεδρίου ( European Court of Auditors - ECA ) το συμπέρασμα στο

ερώτημα : “ συνέβαλαν τα μέτρα της ΕΕ στην προσαρμογή της ικανότητας των αλιευτικών σκαφών; ” η απάντηση είναι πως δεν συνέβαλαν στον επιθυμητό βαθμό.

❖ **Κόστος Κύκλου Ζωής ( LCC ) ένα εργαλείο για την βελτίωση της βιωσιμότητας του Νορβηγικού αλιευτικού στόλου.**

Σύμφωνα με τον Utne ( 2009 ), η πλεονάζουσα παραγωγική ικανότητα του αλιευτικού στόλου αποτελεί την μεγαλύτερη απειλή για την βιωσιμότητα των αλιευμάτων και στην Νορβηγία. Η κατασκευή εξελιγμένων αλιευτικών σκαφών σε συνδυασμό με αποτελεσματικότερες μεθόδους αλίευσης αυξάνουν την αλιευτική παραγωγή. Η Σχεδίαση και Επεξεργασία Συστημάτων ( Systems Engineering ) στην διαχείριση της αλιείας βελτιώνει την διαδικασία λήψης αποφάσεων για ένα βιώσιμο αλιευτικό στόλο. Η Εκτίμηση Κόστους Κύκλου Ζωής ( Life Cycle Cost - LCC ) είναι μία μέθοδος που σχετίζεται άμεσα με την διαδικασία Σχεδιασμού και Επεξεργασίας Συστημάτων ( Systems Engineering ) λόγω των οικονομικών στοιχείων που απαιτούνται για την εξέλιξη τέτοιων συστημάτων. Η ανάλυση κόστους κύκλου ζωής περιλαμβάνει όλες τις δαπάνες που σχετίζονται με το σχεδιασμό, την κατασκευή ή παραγωγή, την διανομή, τη λειτουργία, την συντήρηση, την απομάκρυνση ( λόγω παλαιότητας ) και την διάθεση του υλικού. Ο οικονομικός παράγοντας στην σχεδίαση αλιευτικών σκαφών είναι καθοριστικός στην εκπόνηση ενός έργου ( project ) ωστόσο υπάρχει αυξημένο ενδιαφέρον στην ενεργειακή απόδοση των σκαφών όταν έχουμε αύξηση στις τιμές των καυσίμων, στην ασφάλεια λόγω του υψηλού κινδύνου ατυχημάτων στον τομέα της αλιείας και στις εκπομπές αερίων φαινομένου του θερμοκηπίου. Η σχέση μεταξύ της διαδικασίας Σχεδιασμού και Επεξεργασίας Συστημάτων ( Systems Engineering ) και του Κύκλου Ζωής ενός Συστήματος δίνονται στο παρακάτω σχήμα:



Σχήμα 5: Η σχέση μεταξύ του Κύκλου Ζωής Συστήματος και της Σχεδίασης και Επεξεργασίας Συστημάτων ή “ Systems Engineering ” ( Utne, 2009 ).

Στην παραπάνω μελέτη γίνεται η εκτίμηση του κόστους με την σχέση:

$$LCC = CAPEX + OPEX + RISKEX + ENVEX + DISPEX ( 1 )$$

Όπου για κάθε παράγοντα της παραπάνω σχέσης ( 1 ) έχουμε:

Πίνακας 1: Ανάλυση των παραγόντων της σχέσης ( 1 ) ( Utne, 2009 ).

<b>CAPEX</b>	<b>Κόστος κεφαλαίου.</b> Εξαρτάται από: <b>i)</b> τον τύπο του πλοίου, <b>ii)</b> την ηλικία αλλά και <b>iii)</b> από το μέγεθος και την αξία της ποσόστωσης αλίειας ( quotas ).
<b>OPEX</b>	<b>Κόστος λειτουργίας.</b> Η κατανάλωση καυσίμων και οι τιμές τους επηρεάζουν πάρα πολύ το λειτουργικό κόστος και το συνολικό κέρδος του σκάφους.
<b>RISKEX</b>	<b>Κόστος επικινδυνότητας.</b> Οι δαπάνες αυτές προκύπτουν από επαγγελματικά ατυχήματα. Σχετίζονται με κοινωνικο-οικονομικούς υπολογισμούς τεσσάρων τύπων: <b>i)</b> ζημιά στο σκάφος και στο φορτίο, <b>ii)</b> τραυματισμοί προσωπικού, <b>iii)</b> κόστος διάσωσης και <b>iv)</b> κόστος από ζημιές προς τρίτους. Πολλές φορές στην εκτίμηση κόστους δεν λαμβάνεται ο παράγοντας ‘κόστος επικινδυνότητας’ γιατί απλά δεν μπορεί να αποτιμηθεί η ανθρώπινη ζωή αν και υπάρχουν διαφορετικές αποψεις επί του θέματος. Βέβαια μπορεί να εκτιμηθεί το κόστος από την έλλειψη μέτρων ασφάλειας στην συχνότητα ενός ατυχήματος.
<b>ENVEX</b>	<b>Περιβαλλοντικές δαπάνες.</b> Σε αυτές τις δαπάνες περιλαμβάνονται το κόστος από: <b>i)</b> το φαινόμενο του θερμοκηπίου, <b>ii)</b> το φαινόμενο της οξίνισης των υδάτων, <b>iii)</b> το κόστος από την απώλεια εισοδήματος από παρεπίπτοντα αλιεύματα ( θαλάσσια θηλαστικά, χελώνες,

**Πίνακας 1 ( συνέχεια ):** Ανάλυση των παραγόντων της σχέσης ( 1 ) ( Utne, 2009 ).

	καρχαρίες, θαλασσοπούλια κ.α. ), <b>iv)</b> χαμηλή επιλεξιμότητα και <b>v)</b> χαμηλή ποιοτικά πρωτεΐνη ψαριού.
<b>DISPEX</b>	<b>Κόστος απόθεσης.</b> Συμπεριλαμβάνονται οι δαπάνες για την αποσυναρμολόγηση και απομάκρυνση, την ανακύκλωση και την ασφαλή απόρριψη.

Το συμπέρασμα που προκύπτει από τα παραπάνω σύμφωνα με τον Utne ( 2009 ), είναι πως στην εκτίμηση για την βιωσιμότητα κόστους μαζί με την παραδοσιακή οικονομική ανάλυση θα πρέπει να αναλύεται και το περιβαλλοντικό - κοινωνικό κόστος. Η δημιουργία βιώσιμου αλιευτικού στόλου με την χρήση της Εκτίμησης Κόστους Κύκλου Ζωής ( Life Cycle Cost - LCC ) συνυπολογίζοντας το Κόστος επικινδυνότητας ( RISKEX ) και το περιβαλλοντικό κόστος ( ENVEX ), αποτελούν μία ξεχωριστή επιχειρηματική εμπειρία για τους ιδιοκτήτες αλιευτικών σκαφών που τους βοηθάει στην λήψη αποφάσεων.

---

Η Ευρωπαϊκή Οδηγία ( 2000/60/EK ) “ για την θέσπιση πλαισίου κοινοτικής δράσης στον τομέα της πολιτικής των υδάτων ” δίνει μεγάλη έμφαση στην “ ανάκτηση κόστους για υπηρεσίες ύδατος ” και συγκεκριμένα “ λαμβάνοντας υπόψη την οικονομική ανάλυση που διεξάγεται σύμφωνα με το παράρτημα III, και ειδικότερα σύμφωνα με την αρχή ο ρυπαίνων πληρώνει ” ( άρθρο 9 παρ. 1 ). Στο παράρτημα III δίνεται η οικονομική ανάλυση η οποία περιέχει “ επαρκείς πληροφορίες με επαρκείς λεπτομέρειες ” έτσι ώστε, όταν απαιτείται να γίνονται υπολογισμοί, θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η προσφορά και η ζήτηση ύδατος στο μέλλον, από την λεκάνη απορροής ποταμού και ιδιαίτερα πρέπει να υπολογίζεται ο όγκος, οι τιμές και το κόστος των υπηρεσιών ύδατος, οι σχετικές επενδύσεις και οι προβλέψεις αυτών των επενδύσεων. Τέλος η αποτελεσματική εφαρμογή των μέτρων συνεργαζόμενα κατάλληλα μεταξύ τους σε συμμόρφωση με το δυνητικό κόστος των μέτρων αυτών

αποτελεί το δεύτερο σημαντικό σκέλος της οικονομικής ανάλυσης. Καταλαβαίνουμε πόσο σημαντική είναι αυτή η οδηγία η οποία μας βοηθάει στο να κατανοήσουμε την χρησιμότητα της μεθόδου εκτίμησης κόστους κύκλου ζωής σε ζητήματα που αφορούν την διαχείριση των υδάτων.

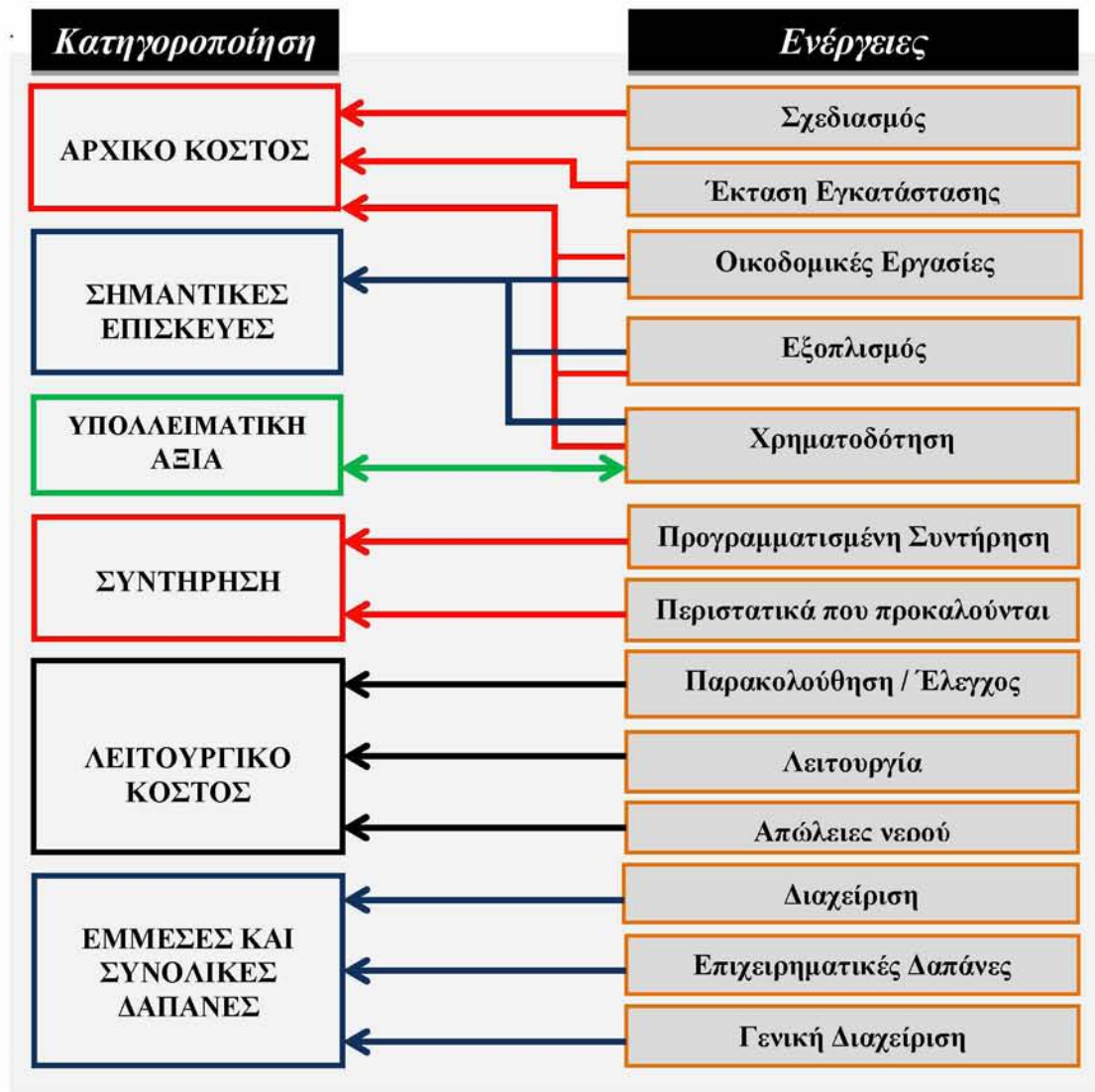
❖ **Ανάλυση Κόστους Κύκλου Ζωής: μία μέθοδος για την διαχείριση του κύκλου νερού σε αστικές περιοχές.**

Οι Termes-Rifé et al. ( 2013 ), στην μελέτη τους αναδεικνύουν την σημασία της εκτίμησης Κόστους Κύκλου Ζωής ( LCC ) στον κύκλο του νερού. Πολλοί παράγοντες μπορούν να επηρεάσουν τα αποτελέσματα κατά την εκτίμηση του κόστους κύκλου ζωής άρα και την διαδικασία λήψης αποφάσεων. Ο κύκλος του νερού στο αστικό περιβάλλον αποτελείται απο τα εξής στάδια:

- I. Αντληση νερού
- II. Επεξεργασία πόσιμου ύδατος
- III. Μεταφορά
- IV. Δίκτυο αποχέτευσης και επεξεργασίας λυμάτων.

Οι κατηγορίες κόστους κατά την εκτίμησή του είναι σημαντικές και τονίζεται πως η επιλογή τους θα επηρεάσει όχι μόνο τα αποτελέσματα του Κόστους Κύκλου Ζωής ( Life Cycle Cost - LCC ) αλλά και την συγκρισιμότητα της μελέτης. Οι κυριότερες κατηγορίες δαπανών στην συγκεκριμένη εργασία, έχουν να κάνουν με: i) το αρχικό κόστος, ii) το λειτουργικό κόστος, iii) τη χρήση και συντήρηση, iv) σημαντικές επισκευές όπως εκσυγχρονισμό και αποκατάσταση, v) αξία εξαγοράς και vi) έμμεσες και συνολικές δαπάνες. Οι κατηγορίες κόστους στην συγκεκριμένη μελέτη κατηγοροποιούνται ( Σχ. 6 ) και συνδέονται με τις αντίστοιχες ενέργειες κατά την διαδικασία λήψης αποφάσεων.





Σχήμα 6: Κατηγορίες δαπανών στην ανάλυση Κόστους Κύκλου Ζωής (Termes-Rifé et al., 2013 ).

Οι παράγοντες που παίζουν κύριο ρόλο στο Κόστος Κύκλου Ζωής ( Life Cycle Cost – LCC ) του αστικού κύκλου νερού είναι

- Ο σκοπός της ανάλυσης
- Περιγραφή του συστήματος
- Κατηγορίες δαπανών
- Μεθοδολογία
- Χρονική συνιστώσα ( οι επενδύσεις ενεργητικού / περιουσιακού στοιχείου γίνονται σε συγκεκριμένο χρόνο, ενώ δαπάνες που σχετίζονται με το λειτου-

γικό κόστος και τις παροχές διαρκούν για πολλά οικονομικά έτη )

- Πηγή δεδομένων
- Συγκρισιμότητα αποτελεσμάτων
- Μεταβλητότητα Κόστους Κύκλου Ζωής
- Εκτίμηση επικινδυνότητας
- Εκτίμηση αβεβαιότητας
- Περιβαλλοντικές επιπτώσεις ( αποτίμηση )

Οι Περιβαλλοντικές επιπτώσεις στον κύκλο ζωής του νερού, σε αστικές περιοχές, σχετίζονται με την κατανάλωση ενέργειας, την χρήση χημικών ( χλωρίωση του νερού ), παραγωγή αποβλήτων ( βιολογικές μονάδες ) κ.α. Υπάρχει επομένως η ανάγκη να ενσωματωθούν αυτά τα “ εξωτερικά κόστη ” ( externalities ) στην ανάλυση του κόστους κύκλου ζωής. Μία πρώτη προσέγγιση στο ζήτημα έκανε η “ Κοινωνία Περιβαλλοντικής Τοξικολογίας και Χημείας ” ( SETAC ) από το 2002 έως το 2007, όπως και το “ Περιβαλλοντικό Πρόγραμμα των Ηνωμένων Εθνών ” ( UNEP ). Η περιβαλλοντική ανάλυση στο κόστος του κύκλου ζωής αφορά την κοινωνία στο σύνολό της. Η έννοια της βιωσιμότητας των αστικών υδάτων αποτελεί αναγκαιότητα και μπορεί να γίνει σε δύο κατευθύνσεις. Στην πρώτη υπολογίζεται το κόστος προερχόμενο από εξωτερικούς παράγοντες όπως αναφέρθηκε και στη δεύτερη η ανάλυση κόστους η οποία γίνεται συμπληρωματικά με την Εκτίμηση Κύκλου Ζωής ( EKZ ). Σύμφωνα με την μελέτη η χρησιμότητα της μεθόδου είναι μεγάλη. Ο κύριος στόχος της μελέτης είναι να αναδειχθούν όλοι εκείνοι οι παράγοντες που επηρεάζουν την Εκτίμηση Κόστους Κύκλου Ζωής του νερού σε πόλεις ούτως ώστε να ενισχυθούν μελλοντικές ακαδημαϊκές εργασίες πάνω στο ζήτημα της βιωσιμότητας των αστικών υδάτων.

Τα μικροφύκη ( microalgae ) είναι μονοκύτταροι μικροοργανισμοί και χωρίζονται σε προκαρυωτικούς και ευκαριωτικούς . Η κύρια διαφορά τους είναι τα οργανίδια του κυττάρου ( πυρήνας, μιτοχόνδρια, χλωροπλάστες, ενδοπλασματικό δίκτυο κ.ά. ). Τα προκαρυωτικά κύτταρα διαθέτουν λίγα ή καθόλου οργανίδια αλλά περιέχουν χλωροφύλλη-*a* και υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες. Υπάρχουν πάνω από πενήντα χιλιάδες ( 50.000 ) είδη μικροφυκών και ευδοκούν σε ποικίλο περιβάλλον όπως σε γλυκό ή υφάλμυρο νερό καθώς επίσης και σε λύματα ( Rashid et al., 2014 ).

#### ❖ **Κόστος Κύκλου Ζωής ( Life Cycle Cost – LCC ) στην παραγωγή βιοντίζελ ( biodiesel ) από μικροφύκη ( microalgae ) στην Ταϊλάνδη.**

Σύμφωνα με τους Sawaengsak et al. ( 2014 ), πηγή εναλλακτικών καυσίμων, με ολοένα και αυξανόμενη τάση, είναι τα βιοκαύσιμα παραγόμενα από μικροφύκη. Τα μικροφύκη μπορούν να αναπτυχθούν είτε σε ανοιχτού τύπου συστήματα ( τεχνητούς ή φυσικούς περιέκτες ), όπως δεξαμενές, νερόλακκοι, λίμνες ή σε κλειστού τύπου συστήματα με την χρήση φωτοβιοαντιδραστήρων ( photobioreactors ). Τα κλειστού τύπου συστήματα απαιτούν μεγάλο αρχικό κεφάλαιο για την κατασκευή: i) τεχνητών λιμνών με την μορφή καναλιού ( raceway ponds ) και ii) φωτοβιοαντιδραστήρων ( photobioreactors ). Στόχος της μελέτης είναι η εκτίμηση της οικονομικής βιωσιμότητας των δύο αυτών μεθόδων παραγωγής βιοντίζελ που βρίσκονται στη Βόρεια Ταϊλάνδη. Τέσσερα διαφορετικά σενάρια παραγωγής βιοκαυσίμου από μικροφύκη εξετάστηκαν με κλειστού τύπου συστήματα αλλά εναλλακτικά, εξετάστηκαν και για τις δύο περιπτώσεις και η παραγωγή προϊόντων υψηλής προστιθέμενης αξίας, όπως ωμέγα-3 λιπαρά οξέα. Η ετήσια παραγωγή βιοντίζελ στην Ταϊλάνδη ανέρχεται σε εφτακόσιες είκοσι χιλιάδες λίτρα ( 720.000 λίτρα/έτος ) εδώ και δεκαπέντε χρόνια. Το κόστος παραγωγής ενός λίτρου βιοντίζελ με την χρήση

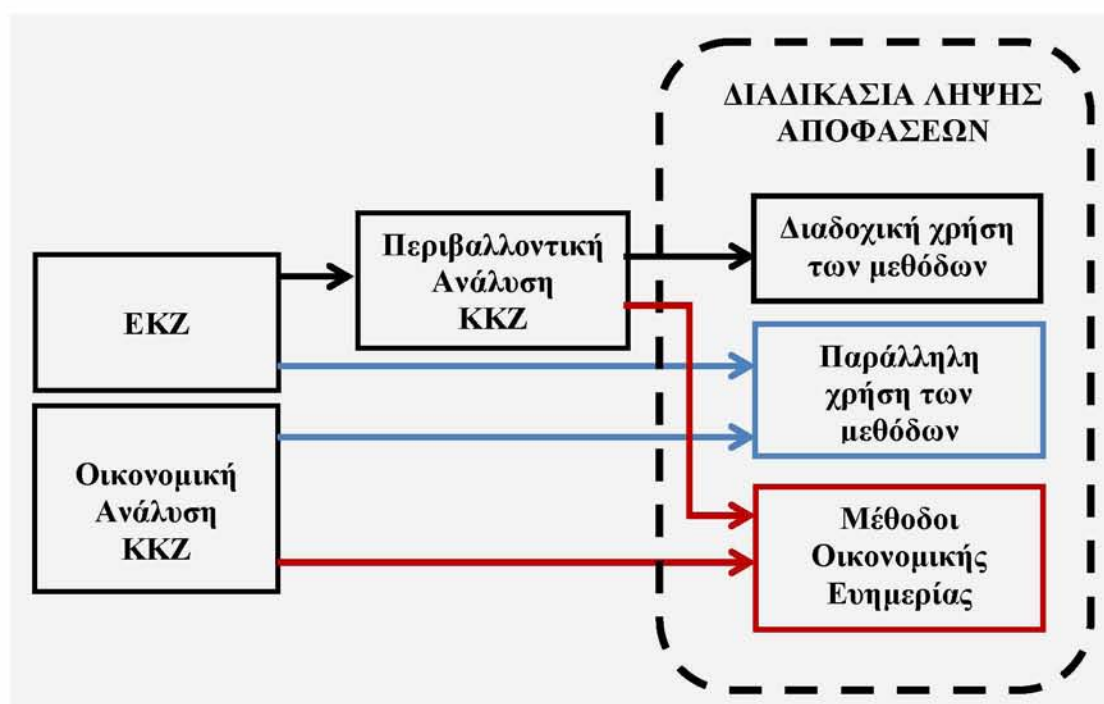


τεχνητών λιμνών ανέρχεται σε 1.94 € / L και για παραγωγή από φωτοβιοαντιδραστήρες σε 6.40 € / L. Αντίστοιχα για την παραγωγή ωμέγα-3 λιπαρών οξέων έχουμε κόστος παραγωγής αισθητά μεγαλύτερο το οποίο είναι 5.46 € / L για τεχνητές λίμνες με την μορφή καναλιού και 12.86 € / L για χρήση φωτοβιοαντιδραστήρων. Η μελέτη καταλήγει στο συμπέρασμα πως η παραγωγή προϊόντων υψηλής προστιθέμενης αξίας όπως ωμέγα-3 λιπαρά οξέα, μπορεί να αυξήσει τα έσοδα αλλά για να καταστεί οικονομικά αποδεκτό θα πρέπει να μειωθεί το αρχικό κόστος κεφαλαίου και το λειτουργικό κόστος κατά πενήντα τοις εκατό ( 50% ) ώστε να γίνει κερδοφόρο, το παραπάνω σύστημα παραγωγής στην Ταϋλάνδη.

#### **2.1.2.2. Συνδυασμός συμβατικής οικονομικής, περιβαλλοντικής και κοινωνικο-οικονομικής ανάλυσης Κόστους Κύκλου Ζωής ( LCC ) με την Εκτίμηση Κύκλου Ζωής ( LCA ).**

Κλείνοντας αυτή την ενότητα των περιπτώσεων μελετών είναι σημαντικό να τονισθεί η σπουδαιότητα του συνδυασμού της Εκτίμησης Κύκλου Ζωής ( Life Cycle Assessment - LCA ) και του Κόστους Κύκλου Ζωής ( Life Cycle Cost - LCC ). Αν και δεν υπάρχει κάποιο πρότυπο ή πιστοποίηση για το ( KKZ ), ακόμη και στο ( ISO 14040:2000 ) αναφέρεται πως “ η EKZ δεν αξιολογεί τις οικονομικές ή κοινωνικές πτυχές ενός προϊόντος ” όμως μπορεί να γίνει ο παραπάνω συνδυασμός για διάφορα συστήματα διαχείρισης όπως για παράδειγμα στα αστικά απόβλητα. Εφαρμόζεται μία Οικονομική ανάλυση - KKZ ( LCC ) συνδυαστικά με την Εκτίμηση Κύκλου Ζωής - EKZ ( LCA ) και την Περιβαλλοντική Εκτίμηση – KKZ ( Environmental - LCC ) που λειτουργεί ως ένα εργαλείο για να αποτιμήσει το κόστος που προέρχεται από περιβαλλοντικές επιπτώσεις ( φόρος CO<sub>2</sub> κ.α. ). Συνεπώς η οικονομική ανάλυση κόστους, παράλληλα με την ( EKZ ) καλύπτουν όλες τις δαπάνες που

πραγματοποιήθηκαν για την δημιουργία του συστήματος διαχείρισης και η περιβαλλοντική ανάλυση αποτιμά το κόστος από τις εκπομπές αερίων και τη χρήση των φυσικών πόρων. Βέβαια αν και η μεθοδολογία αυτή διευκολύνει την ανάλυση έρχεται αντιμέτωπη με προβλήματα τα οποία χρειάζεται να εξεταστούν μεθοδικότερα κυρίως στην διαχείριση αστικών αποβλήτων ( Reich, 2005 ).



**Σχήμα 7:** Μέθοδοι υποστήριξης Λήψης Αποφάσεων ( Reich, 2005 ).

Στη μελέτη των Martinez-Sanchez et al. ( 2015 ), παρουσιάζεται ένα μοντέλο κόστους για την οικονομική εκτίμηση των στερεών αποβλήτων. Το μοντέλο αυτό στηρίζεται στις αρχές Κοστολόγησης Κύκλου Ζωής ( LCC ). Όλες οι βασικές τεχνολογίες που εφαρμόζονται στα στερεά απόβλητα ορίστηκαν ανά τόνο εισόδου του υλικού προς επεξεργασία. Το κόστος για την κάθε μία τεχνολογία χαρακτηρίζεται, τόσο από τεχνικές όσο και οικονομικές παραμέτρους, για παράδειγμα η συλλογή αποβλήτων συνδέθηκε με το κόστος κατανάλωσης καυσίμων. Επομένως

εξασφαλίζεται η αξιοπιστία, η εφαρμοσιμότητα και η επαναληψιμότητα της μεθόδου. Οι κατηγορίες κόστους είναι: i ) **δαπάνες προϋπολογισμού**, ii ) **κόστος απο μεταφερόμενο εισόδημα** που δημιουργείται από τον φόρο έκλυσης αερίων του θερμοκηπίου όπως CO<sub>2</sub>, επιδοτήσεις, τέλη και δικαιώματα προς διάφορους παραγόντες της κοινωνίας, αλλά δεν έχει να κάνει με την ανακατανομή πόρων και iii ) **εξωτερικό κόστος** [ εδώ δεν πρέπει να το συγχέουμε με το εξωτερικό κόστος στην περιβαλλοντική ανάλυση του ( KKZ ) των Hunkeler et al. ( 2008 ) ] προερχόμενο από ζημιές ή την αντικατάσταση προβληματικών τεχνολογιών από τις οποίες προκαλούνται αέρια και άλλα δυσάρεστα φαινόμενα όπως όχληση από θορύβους, οσμές, οπτική ενόχληση ( ιδίως όταν η επεξεργασία στερεών αποβλήτων γίνεται κοντά σε αστικές περιοχές ). Το μοντέλο κόστους της μελέτης επιτρέπει την συνεργασία τριών διαδικασιών ( KKZ ): **i**) μιας συμβατικής ανάλυσης ( KKZ ) για το οικονομικό κόστος, **ii**) μίας περιβαλλοντικής εκτίμησης ( KKZ ) της οποίας τα αποτελέσματα συμπληρώνονται και από μία ( EKZ ) και **iii**) από μία κοινωνική ανάλυση του ( KKZ ) για τις κοινωνικό-οικονομικές επιπτώσεις. Η συμβατική και η περιβαλλοντική ανάλυση ( KKZ ) περιλαμβάνουν τις δαπάνες του προϋπολογισμού και το μεταφερόμενο κόστος και η κοινωνική εκτίμηση ( KKZ ) περιλαμβάνει κόστη εξωγενή και προϋπολογισμού. Κρίσιμα ερωτήματα προκύπτουν από την διερεύνηση της υπάρχουσας βιβλιογραφίας όσον αφορά τα όρια του συστήματος, το κόστος διαχείρισης αποβλήτων, την χρονική κατάταξη των εκπομπών αερίων και των επιπτώσεων, τις συμπεριλήψεις του μεταφερόμενου κόστους, την ενσωμάτωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, των σκιωδών τιμών ( ή κοινωνικών τιμών στην περίπτωση που οι τιμές αγοράς δεν αντανακλούν το πραγματικό οριακό κοινωνικό κόστος ) και τέλος υπάρχει και μία σημαντική σύγχυση αναφορικά με την ορολογία.

Το μοντέλο κόστους εφαρμόστηκε σε δύο μελέτες περιπτώσεων ( case studies ): i)

αποτέφρωση αστικών στερεών αποβλήτων, συμπεριλαμβανομένων και των οργανικών και ii) αναερόβια αποδόμηση των οργανικών αποβλήτων με αποτέφρωση του υπολειμματικού κλάσματος. Έγινε εκτίμηση του κόστους συγκέντρωσης οργανικών αποβλήτων από εκατό χιλιάδες ( 100.000 ) νοικοκυριά στην Δανία με σκοπό την ανάμειξή τους με οργανικά λιπάσματα ( κοπριά ) προερχόμενα από ζώα. Συνολικά η διαδικασία διαχωρισμού και απομάκρυνση των οργανικών αποβλήτων από τα νοικοκυριά έχει επιπλέον κόστος της τάξεως των **1.6 εκατ. € / έτος** από τα οποία, τα **0.9 εκατ. € / έτος** για αγορά καινούργιων κάδων και σακούλων απορριμμάτων, **1 εκατ. € / έτος** για την συλλογή, με μειωμένο όμως το συνολικό κόστος των **1.9 εκατ. € / έτος** από εξοικονόμηση με την διαδικασία αποτέφρωσης του υπολειμματικού κλάσματος των οργανικών αποβλήτων κατά **0.3 εκατ. / έτος**. Τέλος το συμπέρασμα της μελέτης είναι ότι με το δεύτερο σενάριο της αναερόβιας διαδικασίας, την ανάμειξη δηλαδή οργανικών αποβλήτων με την ‘κοπριά’ από ζώα παραγωγής οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις βαίνουν μειούμενες όσον αφορά τις τοξίνες ( καρκινογένεση ), τον ευτροφισμό υδάτων, την οικοτοξικότητα πόσιμου νερού και των σχηματισμό φωτοχημικής οξείδωσης. Όμως σε αντιδιαστολή έχουμε επιβάρυνση στο περιβάλλον, από την αποτέφρωση του υπολειμματικού κλάσματος στην αναερόβια διαδικασία, όσον αφορά την τοξικότητα των εκπεμπόμενων αερίων καύσης, την συμβολή στην υπερθέρμανση του πλανήτη, την οξίνιση των εδαφών ( απομάκρυνση τέφρας ) και την εξάντληση ενεργειακών πόρων. Μια σημαντική μείωση στο επιπρόσθετο κόστος που προκύπτει από την παραπάνω διαδικασία μπορεί να επιτευχθεί, εάν ο διαχωρισμός των οργανικών αποβλήτων γίνει στην πηγή τους, δηλαδή από τα ίδια τα νοικοκυριά επηρεάζοντας τα αποτελέσματα της κοινωνικής εκτίμησης Κύκλου Ζωής και εξαλείφοντας την διαφορά μεταξύ των δύο

παραπάνω διαδικασιών, εκχωρώντας τα νοικοκυριά ένα κόστος της τάξεως των 1.2 € ανά ώρα ( Martinez-Sanchez et al., 2015 ).

#### **2.1.2.2.1. Μελέτη Περίπτωσης ( Case Study ) για την σχέση μεταξύ της ( EKZ ), ( KKZ ) και Ανάλυσης Κόστους - Οφέλους ή ( AKO ).**

Σύμφωνα με τον ορισμό που δίνει το Γενικό Λογιστήριο της Κυπριακής Δημοκρατίας και συγκεκριμένα η Διεύθυνση Δημοσίων Συμβάσεων, Ανάλυση Κόστους-Οφέλους ( Cost-Benefit Analysis - CBA ) είναι:

*“ ένα εργαλείο / μία τεχνική οικονομικής εκτίμησης που χρησιμοποιείται για τη σύγκριση των αναμενόμενων οφελών από προτεινόμενες επενδύσεις / Έργα, με τα σχετικά μεγέθη κόστους, ώστε να βοηθούνται οι χρήστες στον προσδιορισμό της εναλλακτικής λύσης με το μέγιστο καθαρό όφελος (οφέλη μείον κόστος). Όσο περισσότερο τα οφέλη υπερβαίνουν το κόστος, τόσο περισσότερο θα ωφεληθούν οι τελικοί χρήστες (η κοινωνία) από τη δραστηριότητα του Έργου ή από τη σχετική απόφαση πολιτικής ” ( http 3).*

#### **❖ Γεφυρώνοντας το χάσμα μεταξύ ( EKZ - LCA ) του ( KKZ - LCC ) και της ( AKO - CBA ), ως εργαλεία Εκτίμησης Βιωσιμότητας.**

Το ενδιαφέρον για το περιβάλλον και γενικότερα για την αειφορία οδήγησε στην ανάπτυξη μεθόδων για την Εκτίμηση της Βιωσιμότητας όπως η Εκτίμηση Κύκλου Ζωής ( Life Cycle Assessment - LCA ), η ανάλυση του Κόστους Κύκλου Ζωής ( Life cycle Cost - LCC ) και η Ανάλυση Κόστους - Οφέλους ( Cost-Benefit Analysis – CBA ). Οι τρεις παραπάνω μέθοδοι Εκτίμησης Βιωσιμότητας, έχουν αρκετές διαφοροποιήσεις κατά την εφαρμογή τους και πολλές φορές τα αποτελέσματα προκαλούν μία σύγχυση κατά την άσκηση πολιτικής της επιχείρησης ή στην λήψη αποφάσεων. Για να διευκολυνθεί η ερμηνεία και η ενσωμάτωση των αποτελεσμάτων ώστε να αποτελέσουν ένα ενιαίο σώμα κατά την αξιολόγηση παρουσιάζεται ένα πλαίσιο μέσο του οποίου αποδεικνύεται η συνοχή και η αλληλοεξάρτηση των παραπάνω μεθόδων. Η μελέτη επικεντρώνεται στα επιμέρους σημεία των

μεθοδολογιών ούτως ώστε να εναρμονιστούν σε μία ολοκληρωμένη Εκτίμηση Βιωσιμότητας. Τα επιμέρους αυτά σημεία, με τα οποία επανεξετάζεται η σχέση μεταξύ των τριών παραπάνω μεθόδων εκτίμησης είναι: i) οι αναφερόμενες μετρήσεις, ii) ο σκοπός, iii) οι απαιτήσεις πληροφοριακών δεδομένων, iv) η μέθοδος της προεξόφλησης των ταμειακών ροών ενός προϊόντος ή έργου (οικονομικό εργαλείο για την αποτίμηση της αξίας της επιχείρησης η οποία επενδύει σε ένα προϊόν ή ένα έργο) και v) οι ελλείψεις σε εργατικό δυναμικό όσον αφορά τις απαιτήσεις σε αυτό, ενός προϊόντος ή ενός έργου. Το συμπέρασμα των παραπάνω είναι: i) οι τρεις μέθοδοι μπορούν να αντιμετωπίσουν την κοινωνική ανισότητα κατανέμοντας δίκαια τις επιπτώσεις στην κοινωνία του κύκλου ζωής ενός προϊόντος ή έργου, ii) οι τεχνικές αποτίμησης είναι κοινές για την εκτίμηση του (KKZ - LCC) και (AKO - CBA), iii) η Περιβαλλοντική Εκτίμηση Επιπτώσεων (Environmental Impact Assessment - EIA) χρησιμοποιείται στην (EKZ - LCA) αλλά και στην (AKO - CBA) και iv) η Εκτίμηση Κύκλου Ζωής μπορεί να εφαρμοστεί παράλληλα με την ανάλυση του Κόστους Κύκλου Ζωής. Επομένως η ολοκληρωμένη προσέγγιση στην βιωσιμότητα που συνδυάζει την (EKZ) και το (KKZ) οδηγεί στην Αειφορική Εκτίμηση Κύκλου Ζωής (Life Cycle Sustainability Assessment - LCSA) η οποία αποτελεί ένα σημαντικό εργαλείο στην αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, δημιουργώντας τις κατάλληλες συνθήκες για ουσιαστική συζήτηση όσον αφορά τις προοπτικές της αειφορικής ανάπτυξης (Hoogmartens et al., 2014).

### **2.1.3. Κοινωνική Ανάλυση Κύκλου Ζωής ( Social Life-Cycle Assessment S-LCA ).**

Σύμφωνα με τον διεθνή οργανισμό “ Πρόγραμμα των Ηνωμένων Εθνών για το Περιβάλλον ” ( United Nations Environment Programme - UNEP ) στον κύκλο ζωής

ενός προϊόντος, από το “ λίκνο μέχρι τον τάφο ” όπως αναφέραμε, υπάρχει πάντα ένα κρυφό μήνυμα που κρύβεται πίσω από αυτή την διαδικασία και χρειάζεται να το αναλύσουμε. Πέρα από τις πιθανές περιβαλλοντικές επιπτώσεις που αξιολογούμε κατά την εφαρμογή της Εκτίμησης Κύκλου Ζωής ( Life Cycle Assessment - LCA ) ενός προϊόντος, υπάρχουν και οι κοινωνικο-οικονομικές επιπτώσεις οι οποίες με τη σειρά τους επηρεάζουν διάφορες ομάδες ανθρώπων όπως αυτή των εργατών, των καταναλωτών, των τοπικών κοινοτήτων αλλά και όλων των φορέων της αξιακής αλυσίδας ( value chain ) των επιχειρήσεων. Οι αξιακές αλυσίδες, στην σημερινή εποχή χαρακτηρίζονται ως παγκοσμιοποιημένες και αυτή τους η ιδιότητα είναι που τις κάνει απρόσωπες. Η Κοινωνικο-οικονομική Εκτίμηση Κύκλου Ζωής ( Social Life Cycle Assessment – SLCA ) είναι ένα ισχυρό εργαλείο για την εγκαθίδρυση της κοινωνικής ευθύνης στην διαδικασία ανάλυσης του κύκλου ζωής ενός προϊόντος ( UNEP: [http 3](http://3) ).

Η Κοινωνική-ΕΚΖ ( Social Life Cycle Assessment - SLCA ) παρέχει πληροφορίες που προάγουν τον διάλογο σχετικά με τις κοινωνικές και οικονομικές πτυχές της παραγωγής και της κατανάλωσης, με την προοπτική να βελτιώσει τις επιδόσεις των οργανισμών και την ευημερία του ανθρώπου. Απώτερος στόχος είναι να βελτιώνονται οι κοινωνικές συνθήκες μέσω του κύκλου ζωής ενός προϊόντος. Η ευημερία των ανθρώπων είναι πολύ παλιό θέμα που απασχόλησε μεγάλους φιλοσόφους, όπως τον Αριστοτέλη. Στην θεωρία η κοινωνικο-οικονομική αξιολόγηση κύκλου ζωής μπορεί να εφαρμοστεί ακόμη και σε προϊόντα που είναι γνωστά για την κακόβουλη χρήση τους όπως για παράδειγμα στην παραγωγή οπλικών συστημάτων. Οι επιχειρήσεις που επενδύουν στην κοινωνική ευθύνη παρέχουν στους πελάτες τους, καταλόγους με λίστες προϊόντων τα οποία εξαιρούνται λόγω ηθικών και άλλων προβλημάτων ( επιβλαβή προϊόντα για την δημόσια υγεία όπως για παράδειγμα

παιχνίδια για παιδιά τα οποία δεν πληρούν προδιαγραφές, προϊόντα προερχόμενα από παιδική εκμετάλευση κ.α.) κατά την διάρκεια του κύκλου ζωής τους ( UNEP - SETAC, 2009 ).

Καταλήγωντας, η Κοινωνική Εκτίμηση Κύκλου Ζωής ( SLCA ) είναι μία συστηματική διαδικασία η οποία διενεργείται από κατάλληλες επιστημονικές πρακτικές, με τις οποίες συγκεντρώνονται τα βέλτιστα διαθέσιμα δεδομένα, τα οποία και καταγράφονται, για την σύνταξη έκθεσης σχετικά με τις κοινωνικές επιπτώσεις ( θετικές ή αρνητικές ) σε όλη την διάρκεια του κύκλου ζωής διαφόρων προϊόντων από την εξόρυξη των πρώτων υλών μέχρι και την τελική απόθεση ή ανακύκλωση. Επιτυγχάνεται έτσι ενίσχυση της γνώσης, η ενημερωμένη επιλογή αγαθών ή υπηρεσιών ( informed choices ) και η βελτίωση των κοινωνικών συνθηκών στον κύκλο ζωής των προϊόντων. Η ( Κ - ΕΚΖ ) χρησιμοποιείται όπως αναφέρθηκε για να προσδιοριστούν και να καταγραφούν οι κοινωνικές επιπτώσεις με σκοπό να εφαρμοστούν στρατηγικές και σχέδια δράσης για την προώθηση πολιτικών διαχείρισης και βέλτιστων πρακτικών. Με την κοινωνικο-οικονομική αξιολόγηση του κύκλου ζωής ενός προϊόντος τεκμηριώνεται η χρησιμότητα του προϊόντος αλλά δεν έχει ως στόχο να επηρεάσει τους αρμόδιους στα κέντρα λήψης αποφάσεων για το εάν μία “ υπηρεσία ” θα πρέπει να παρέχεται ή ένα ” αγαθό ” να παράγεται ( Benoît et al., 2010 ).

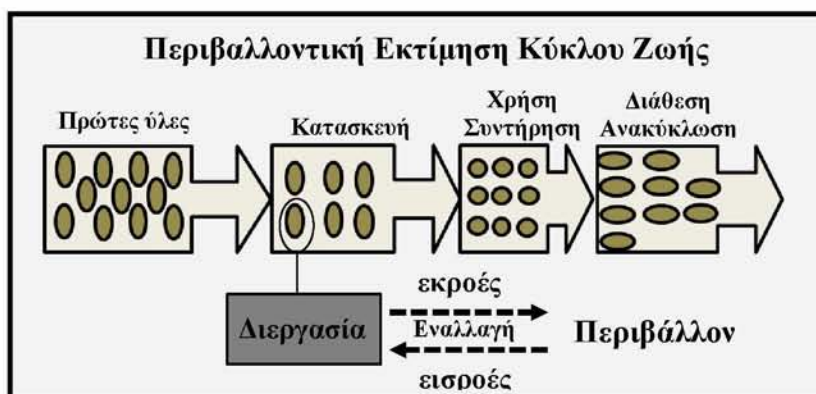
#### **2.1.3.1. Σύστημα Προϊόντος Κοινωνικής Ανάλυσης Κύκλου Ζωής ( SLCA )**

Ένα σύστημα προϊόντος περιλαμβάνει τις διεργασίες στα διάφορα στάδια του κύκλου ζωής του, από την εξόρυξη των πρώτων υλών, την παραγωγή του, την χρήση, την συντήρηση και την τελική διάθεση του. Η εκτέλεση των διεργασιών αυτών, στο σύστημα παραγωγής ενός προϊόντος, είναι πολύ σημαντική για τον καθορισμό

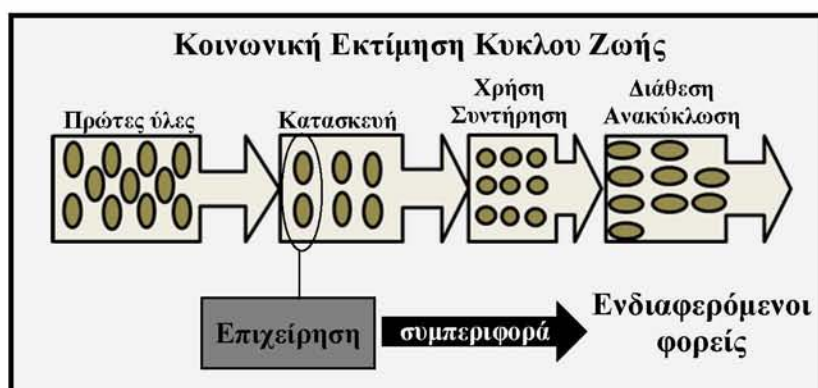


των περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Η Περιβαλλοντική Εκτίμηση Κύκλου Ζωής ( Environmental Life Cycle Assessment - ELCA ) προσδιορίζει τις διεργασίες που λαμβάνουν χώρα στον κύκλο ζωής ενός προϊόντος και κάνει εκτίμηση των επιπτώσεων στο περιβάλλον. Αντίθετα στην Κοινωνική Εκτίμηση Κύκλου Ζωής ( Social - LCA ) αξιολογούνται οι επιπτώσεις στην κοινωνία, συγκεκριμένα αυτό στο οποίο επικεντρώνεται η προσοχή είναι στο σύνολο των ενεργειών που επηρεάζουν τους ανθρώπους. Η αξιολόγηση, σε επίπεδο διαδικασίας που συντελείται σε βιομηχανικές συνθήκες ( παράδειγμα στην αλυσίδα παραγωγής ), δεν έχει νόημα να διεξαχθεί μιας και οι κοινωνικές επιπτώσεις είναι ανεξάρτητες από τον τρόπο με τον οποίο παράγεται ένα προϊόν, δηλαδή από τις τεχνικές που ακολουθούνται κατά την παραγωγή με εξαίρεση βεβαιώς ορισμένες άμεσες επιπτώσεις στους εργαζομένους από ατυχήματα, προβλήματα υγείας και γενικά προβλήματα από κακές συνθήκες εργασίας. Η Περιβαλλοντική - EKZ ( Environmental - LCA ) θεωρεί τις επιπτώσεις στην υγεία από την εργασία ως “ άμεση έκθεση ” των εργαζομένων σε αυτές ενώ οι κοινωνικές επιπτώσεις στους ανθρώπους κατά την διάρκεια του Κύκλου Ζωής ενός προϊόντος έχουν άμεση σχέση με τον τρόπο “ συμπεριφοράς ” των επιχειρήσεων προς τους ενδιαφερομένους. Στην Κοινωνική Απογραφική Ανάλυση Κύκλου Ζωής ( Social Life Cycle Inventory Analysis - SLCIA ) αναλύεται η “ συμπεριφορά ” και συγκεκριμένα η πολιτική, οι στόχοι και οι δράσεις της επιχείρησης προς τους ενδιαφερόμενους, ενώ στην Κοινωνική Εκτίμηση Επιπτώσεων Κύκλου Ζωής ( Social Life Cycle Impact Assessment - SLCIA ) αξιολογούνται οι επιπτώσεις στους ανθρώπους, απόρροια της συμπεριφοράς αυτής. Κάθε επιχείρηση καθορίζει την ευθύνη της απέναντι στην κοινωνία μέσω των ενεργειών της και μέσω της Κοινωνικής - EKZ ( Social - LCA ) υποστηρίζεται η λήψη αποφάσεων των

επιχειρήσεων οι οποίες οδηγούν στην βελτίωση ή ακόμη και στην μείωση των κοινωνικών επιπτώσεων ( Dreyer<sub>α</sub> et al., 2006 ).



**Σχήμα 8:** Σύστημα προϊόντος στην Περιβαλλοντική Εκτίμηση Κύκλου Ζωής όπου οι διεργασίες συμβολίζονται με μικρά ελλειπτικά σχήματα. Κάθε μία διεργασία καταγράφεται, αναλύεται και όλες μαζί συγκεντρώνονται στην απογραφή. Στην συνέχεια γίνεται η ανάλυση των επιπτώσεων στο Περιβάλλον ( Dreyer<sub>α</sub> et al., 2006 ).



**Σχήμα 9:** Το σύστημα ενός προϊόντος όπως αναλύεται στην κοινωνική ανάλυση κύκλου ζωής, με ένα αριθμό επιχειρήσεων όπου βιομηχανικές διεργασίες λαμβάνουν χώρα ( απεικονίζονται ως μικρές ελλείψεις ). Οι επιπτώσεις από την “ συμπεριφορά ” ( conduct ) της κάθε επιχείρησης στους “ ενδιαφερόμενους φορείς ” ( stakeholders ) αναλύεται και καταγράφεται ( Dreyer<sub>α</sub> et al., 2006 ).

Οι “ενδιαφερόμενοι φορείς” μπορούν να επηρεάσουν ή να επηρεαστούν από τις δράσεις, τους στόχους και τις πολιτικές της επιχείρησης. Μερικά παραδείγματα των βασικών ενδιαφερομένων είναι οι πιστωτές, διευθυντές, υπάλληλοι, κυβέρνηση ( και οι οργανισμοί της ), οι ιδιοκτήτες ( μέτοχοι ), οι προμηθευτές, τα συνδικάτα και η κοινότητα από την οποία η επιχείρηση αντλεί τους πόρους της. ( <http://www.businessdictionary.com/definition/stakeholder.html> ).

### **2.1.3.2. Δείκτες εργασιακών δικαιωμάτων στην Κοινωνική Ανάλυση Κύκλου Ζωής ( Societal - LCA ).**

Οι παραβιάσεις των δικαιωμάτων των εργαζομένων μπορούν να εκδηλωθούν με πολλούς διαφορετικούς τρόπους και είναι αρκετά δύσκολο να καταγραφούν. Διακρίσεις για παράδειγμα έχουμε όταν απολύονται γυναίκες γιατί βρίσκονται σε ενδιαφέρουσα ή άτομα με διαφορετική πολιτισμική προέλευση τα οποία δεν προσλαμβάνονται. Επίσης διακρίσεις έχουμε όταν εργαζόμενοι αλλοδαποί καλύπτουν ανεπιθύμητες θέσεις εργασίας οι οποίες δεν απευθύνονται σε ημεδαπούς. Η πολυπλοκότητα και η ακρίβεια της καταγραφής καθιστά δύσκολη την ποσοτικοποίηση σοβαρών παραβιάσεων στα εργασιακά δικαιώματα. Οι περισσότερες εταιρείες διατηρούν μητρώο ατυχημάτων στο χώρο εργασίας αλλά ακόμη και αυτό μπορεί να αποτελεί μη ακριβή ένδειξη κατά την διαδικασία εκτίμησης των επιπτώσεων. Αποτελεί πολλές φορές “ φτωχό ” δείκτη για την αξιολόγηση της ποιότητας ασφάλειας στο χώρο εργασίας. Μια επιχείρηση που δεν έχει συστηματική διαχείριση στο περιβάλλον εργασίας μπορεί να καταγράψει ατυχήματα τα οποία δεν ανταποκρίνονται στην πραγματικότητα επομένως δεν δίνουν σαφή εικόνα των επιδόσεών της. Παρ’ όλα αυτά αποτελεί “ άμεσο δείκτη ” και συχνά χρησιμοποιείται στην ( EKZ ) σαν δείκτης ποιότητας εργασιακού περιβάλλοντος. Ένας “ έμμεσος δείκτης ” όμως ο οποίος έχει να κάνει με την εκπαίδευση εργαζομένων σε θέματα ασφάλειας και υγιεινής, με οδηγίες ασφάλειας σε κατανοητή γλώσσα για κάθε μηχανήμα, με εύκολη πρόσβαση σε εξοπλισμό προφύλαξης, με συχνές εσωτερικές επιθεωρήσεις και με διεξαγωγή συναντήσεων μεταξύ των εργαζομένων για θέματα βελτίωσης των συνθηκών εργασίας μπορεί να συμβάλουν στην μείωση της αρνητικής επιρροής του δείκτη εργασίας στην εκτίμηση των περιβαλλοντικών αλλά και των

κοινωνικών επιπτώσεων κατά την ανάλυση απογραφής δεδομένων στην αξιολόγηση κύκλου ζωής ( Dreyer et al., 2010 ).

### **2.1.3.3. Μελέτη περίπτωσης ( Case Study ) για την Κοινωνική Εκτίμηση Κύκλου Ζωής ( Societal - LCA ).**

Το 1994 στο συνέδριο του Όσλο, δόθηκε ο ορισμός για την Βιώσιμη Κατανάλωση και Ανάπτυξη ( Sustainable Consumption and Production - SPC ) η οποία είναι: “ η χρήση υπηρεσιών και συναφών προϊόντων, τα οποία ανταποκρίνονται στις ανάγκες και εξασφαλίζουν καλύτερη ποιότητα ζωής, περιορίζοντας την χρήση πρώτων υλών, τοξικών υλικών, εκπομπών ρύπων και παραγωγή αποβλήτων στην διάρκεια του κύκλου ζωής μιας υπηρεσίας ή ενός προϊόντος ώστε να μην τεθούν σε κίνδυνο οι ανάγκες των μελλοντικών γενεών ” ( UNEP, 2010 ).

#### **❖ Επανεξέταση του ρόλου της Κοινωνικής – EKZ ( SLCA ) και της EKZ ( LCA ) στην μετάβαση προς μία βιώσιμη παραγωγή και κατανάλωση.**

Σύμφωνα με τους Parent et al. ( 2013 ), η Εκτίμηση Κύκλου Ζωής ( LCA ) και η Κοινωνική - EKZ ( SLCA ) είναι εργαλεία για την μετάβαση προς τη Βιώσιμη Κατανάλωση και Ανάπτυξη ( Sustainable Consumption and Production - SPC ). Παρόλα αυτά ο ρόλος που διαδραματίζουν προς την μετάβαση αυτή ελάχιστα συζητείται ιδιαίτερα για την Κοινωνική - EKZ. Ο τρόπος Σκέψης στον Κύκλο Ζωής ( Life Cycle Thinking - LCT ) ενός προϊόντος ( λαμβάνει υπόψη τις περιβαλλοντικές, οικονομικές και κοινωνικές επιπτώσεις ) και η σημασία του προς την βιώσιμη ανάπτυξη και κατανάλωση είναι μεγάλη αλλά σπάνια αναφέρεται η προστιθέμενη αξία του. Η μελέτη αυτή θέλει να αναδείξει την Κοινωνική - EKZ ( SLCA ) ως μία σημαντική διαδικασία μετάβασης προς τη Βιώσιμη Κατανάλωση και Ανάπτυξη

( SPC ) και θέτει ερωτήματα για την σημασία της “ σκέψης ” στον Κύκλο Ζωής ενός προϊόντος. Για να τονισθεί ο ρόλος της ( K - EKZ ), πρέπει να προσδιοριστούν οι τεχνικές της μεθόδου από την υπάρχουσα βιβλιογραφία. Ο στόχος της ( SPC ) δεν έχει αναλυθεί επαρκώς αλλά θα μπορούσε να ταυτιστεί με αυτόν της ( SLCA ) όπως δίνεται από την ( UNEP - SETAC, 2009 ) σχετικά με τις “ αρχές ” της Κοινωνικής -EKZ, ο οποίος είναι η βελτίωση των κοινωνικών συνθηκών των “ ενδιαφερομένων ” μέσω της καλυτέρευσης της “ συμπεριφοράς ” των επιχειρήσεων. Οι προκαθορισμένες μεθοδολογίες στην ( SLCA ) αποτελούν κύρια σημεία στην καθοδήγηση του χρήστη κατά την εφαρμογή της Κοινωνικής - EKZ. Στην συνέχεια της μελέτης προτείνεται πως στα πλαίσια της Σκέψης Κύκλου Ζωής ( LCT ), η Κοινωνική - EKZ θα πρέπει να μπορεί να “ αιχμαλωτίζει ” τις μεταβολές των κοινωνικών επιπτώσεων στην πορεία του κυκλου ζωής. Η ικανότητα να ενεργείς στοχευμένα είναι σημαντική στον προσδιορισμό των σημείων βελτίωσης όσον αφορά την συμπεριφορά των επιχειρήσεων στην ( K - EKZ ) και η υιοθέτηση της μεταφορικής έννοιας από το “ λίκνο ”, αλλά αυτή τη φορά μέχρι τον “ έμπορο λιανικής ” είναι η κατευθυντήρια γραμμή στην απόφαση για την αγορά ή τον αποκλεισμό ενός προϊόντος. Το άρθρο καταλήγει, πέρα από την επανεξέταση του σημαντικού ρόλου της ( EKZ ) και της ( K - EKZ ) στην Βιώσιμη Κατανάλωση και Ανάπτυξη και γενικότερα στην φιλοσοφία του τρόπου Σκέψης Κύκλου Ζωής ( Life Cycle Thinking - LCT ), ότι η βιωσιμότητα στον κύκλο ζωής ενός προϊόντος αναλύεται και μέσω του πλαισίου χρήσης του.

## **2.2. Η Δομή της Εκτίμησης Κύκλου Ζωής ( Life-Cycle Assessment - LCA )**

Στην ανάλυση του κύκλου ζωής ενός προϊόντος έχουμε όπως αναφέραμε μια διαδικασία κωδικοποίησης ή συγκέντρωσης δεδομένων και αξιολόγησης από το

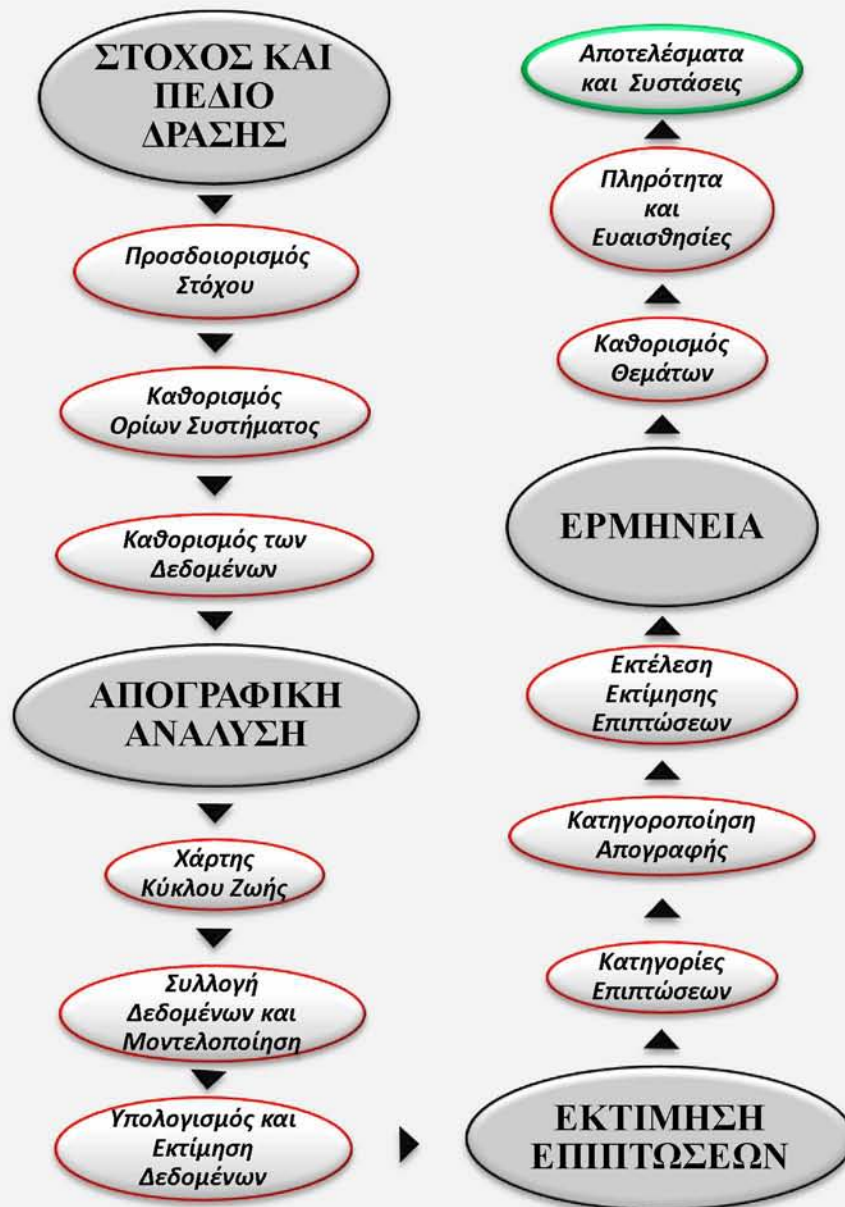
“ λίκνο ” μέχρι το τελικό στάδιο του κύκλου ζωής τον “ τάφο ” όπως αναφέρεται μεταφορικά. Η αξιολόγηση του κύκλου ζωής μπορεί να γίνει με διάφορους τρόπους αλλά η πιο αποδεκτή τυποποιημένη μέθοδος είναι αυτή που αναλύεται στην σειρά προτύπων του Διεθνή Οργανισμού Τυποποίησης ( International Organization for Standardization - ISO ). Η δομή της Εκτίμησης Κύκλου Ζωής περιγράφεται σε τέσσερις σημαντικές φάσεις οι οποίες είναι:

- **Καθορισμός των ορίων** ( Goal and Scope definition ) του συστήματος προς αξιολόγηση.
- **Απογραφική ανάλυση** ( Inventory analysis – LCI ) εισροών και εκροών σε μία προσδιορισμένη λειτουργική μονάδα.
- **Εκτίμηση των επιπτώσεων** ( Impact assessment – LCIA ) όπου εδώ γίνεται η ομαλοποίηση - στάθμιση των απογραφικών δεδομένων ώστε να ποσοτικοποιηθούν για περαιτέρω ανάλυση.
- **Ερμηνεία αποτελεσμάτων** ( Interpretation of results ) [ Clay & Fong, 2013 ].

### **2.2.1. Τα Βήματα που Ακολουθούμε σε κάθε Φάση της Εκτίμησης Κύκλου Ζωής ( Life Cycle Assessment - LCA ).**

Τα επιμέρους βήματα που ακολουθούμε σε κάθε “ φάση ” της Εκτίμησης Κύκλου Ζωής, σύμφωνα με τους Vergheze & Carre ( 2012 ) είναι: **i)** Προσδιορισμός Στόχου, **ii)** Καθορισμός Ορίων Συστήματος, **iii)** Καθορισμός των Δεδομένων, **iv)** Χάρτης Κύκλου Ζωής, **v)** Συλλογή Δεδομένων και Μοντελοποίηση, **vi)** Υπολογισμός και Εκτίμηση Δεδομένων, **vii)** Κατηγορίες Επιπτώσεων, **viii)** Κατηγοροποίηση Απογραφής, **ix)** Εκτέλεση Εκτίμησης Επιπτώσεων, **x)** Καθορισμός Θεμάτων, **xi)** Πληρότητα και Ευαισθησίες, **xii)** Αποτελέσματα και Συστάσεις. Στο ( Σχ. 10 ) φαίνονται τα επιμέρους βήματα σε κάθε φάση της ( EKZ ):

## Φάσεις της Εκτίμησης Κύκλου Ζωής με τα επιμέρους βήματα.



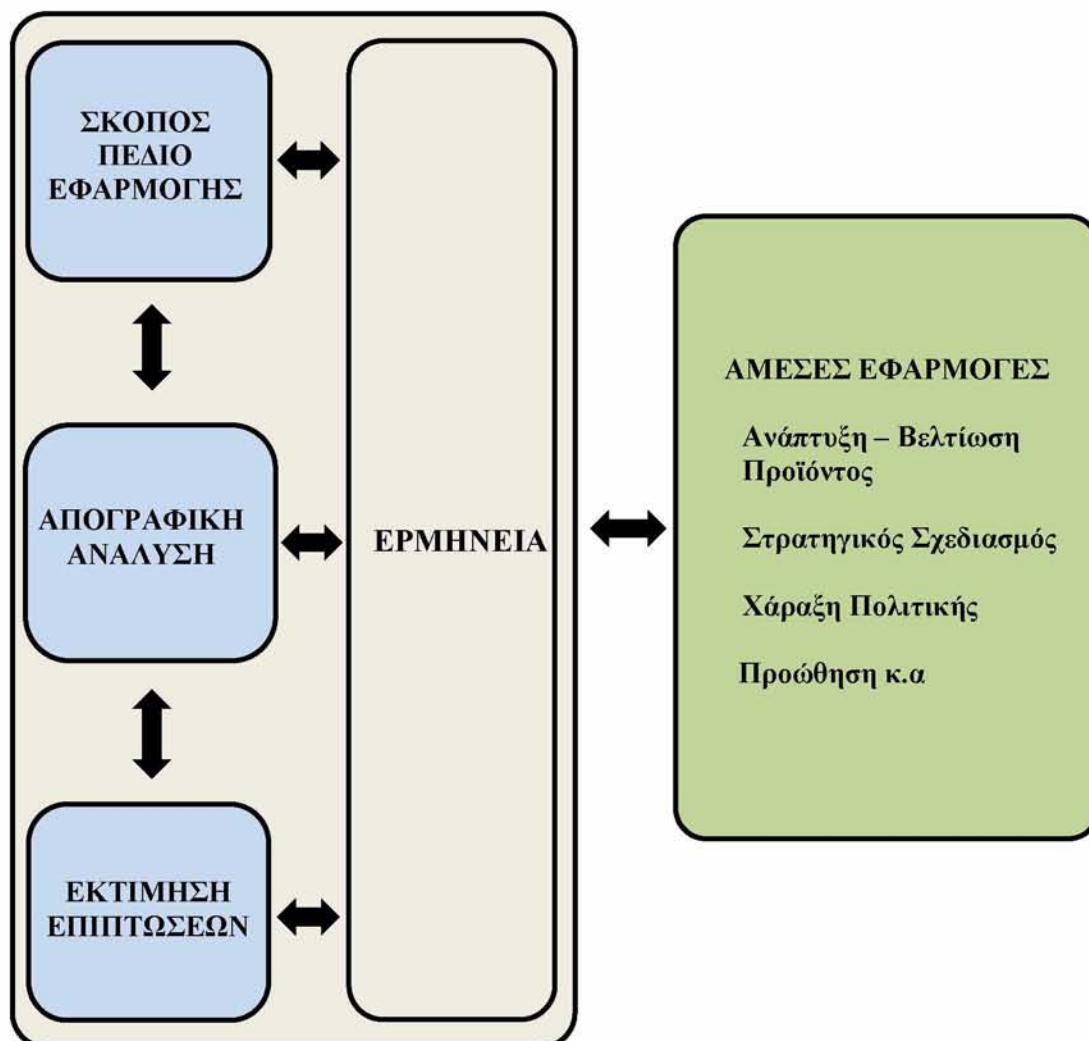
Σχήμα 10: Σχεδιάγραμμα ροής των φάσεων ΕΚΖ ( Verghese & Carre, 2012 ).

Στο διάγραμμα ροής ( Σχ. 10 ) βλέπουμε τα τέσσερα στάδια - φάσεις που ακολουθούμε στην αξιολόγηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, του κύκλου ζωής ενός προϊόντος ( αγαθό ή υπηρεσία ). Σε κάθε φάση της Εκτίμησης Κύκλου Ζωής ( Life Cycle Assessment - LCA ) έχουμε τα επιμέρους βήματα, στα οποία



αναλύοντα διάφορα συλλεγόμενα δεδομένα, γίνονται υπολογισμοί και γενικότερα αξιολογείται ο κύκλος ζωής του προϊόντος με την αντίστοιχη, κάθε φορά, μεθοδολογία ( Verghese & Carre, 2012 ).

Η φάση της ερμηνείας των αποτελεσμάτων έχει αμφίδρομη σχέση και με τις τρεις φάσεις στην εκτίμηση κύκλου ζωής ενός προϊόντος



Σχήμα 11: Μεθοδολογία Εκτίμησης Κύκλου Ζωής ( ISO, 2006 ).

Ο Σκοπός και το πεδίο εφαρμογής ( Goal and Scope definition ) στην Εκτίμηση Κύκλου Ζωής ( Life-Cycle Assessment LCA ) είναι το στάδιο στο οποίο περιγράφεται το σύστημα του προϊόντος σε σχέση με τα όρια του συστήματος



( system boundaries ) και τη λειτουργική μονάδα ( functional unit ). Η λειτουργική μονάδα είναι πολύ σημαντική γιατί επιτρέπει “ αγαθά ” και “ υπηρεσίες ” να συγκριθούν και να αναλυθούν. Η επόμενη φάση στην αξιολόγηση του κύκλου ζωής είναι η **Απογραφική ανάλυση** ( Inventory analysis LCI ), αρκετά σημαντική γιατί γίνεται εκτίμηση της επεξεργασίας των πρώτων υλών, των αποβλήτων και των ρύπων μέσα από την ποσοτικοποίηση των δεδομένων τους. Στην **Εκτίμηση επιπτώσεων** ( Impact assessment LCIA ) παρέχονται δείκτες και η βάση για να αναλυθούν οι επιπτώσεις από την επεξεργασία των πρώτων υλών και των αποβλήτων. Τέλος στην τέταρτη φάση έχουμε την **Ερμηνεία των αποτελεσμάτων** ( Interpretation of results ) η οποία περιέχεται σε κάθε φάση της εκτίμησης του κύκλου ζωής ( Rebitzer et al., 2004 ).

### **2.3. Προτυποποίηση ( Standardization ) της Εκτίμησης Κύκλου Ζωής ( Life Cycle Assessment LCA ).**

Στις 16 Ιουνίου 1997 στην Κεντρική Γραμματεία του Διεθνούς Οργανισμού Τυποποίησης ( International Organization for Standardization - ISO ) στην Γενεύη δόθηκε στην δημοσιότητα το αποτέλεσμα της ψηφοφορίας με θέμα την έγκριση για δημοσίευση του εγγράφου 14040. Από τις χώρες που είχαν δικαίωμα ψήφου, τριάντα τέσσερις ( 34 ) ψήφισαν υπέρ της δημοσίευσης του Διεθνούς Προτύπου με τίτλο “ Περιβαλλοντική Διαχείριση Κύκλου Ζωής – Αρχές και Πλαίσιο ” με συντριπτικό ποσοστό ( 97% ). Η αναγκαιότητα για ένα πρότυπο που θα αντανακλούσε τις αρχές, την μεθοδολογία αλλά και τις πεποιθήσεις πολλών χωρών για την αξιολόγηση του κύκλου ζωής ενός προϊόντος επιτεύχθηκε με το Διεθνές Πρότυπο ISO 14040 το οποίο δεν είναι υποχρεωτικό και ανήκει στην σειρά προτύπων ISO 14000 Περιβαλλοντικής διαχείρισης ( Marsmann, 1997 ).

Ο ( Klöpffer, 1997 ) αναφέρει πως « η βασική ιδέα στην Εκτίμηση Κύκλου Ζωής είναι πως όλες οι περιβαλλοντικές επιβαρύνσεις, που συνδέονται με κάποιο αγαθό ή υπηρεσία, πρέπει να αξιολογούνται από τις πρώτες ύλες μέχρι την απομάκρυνση των αποβλήτων » και τονίζει πως « η αξιολόγηση κύκλου ζωής είναι το μοναδικό περιβαλλοντικό εργαλείο που αποφεύγει τις θετικές εκτιμήσεις στις μετρήσεις αλλά συνιστάται μόνο για τις μεταβολές των περιβαλλοντικών επιβαρύνσεων ».

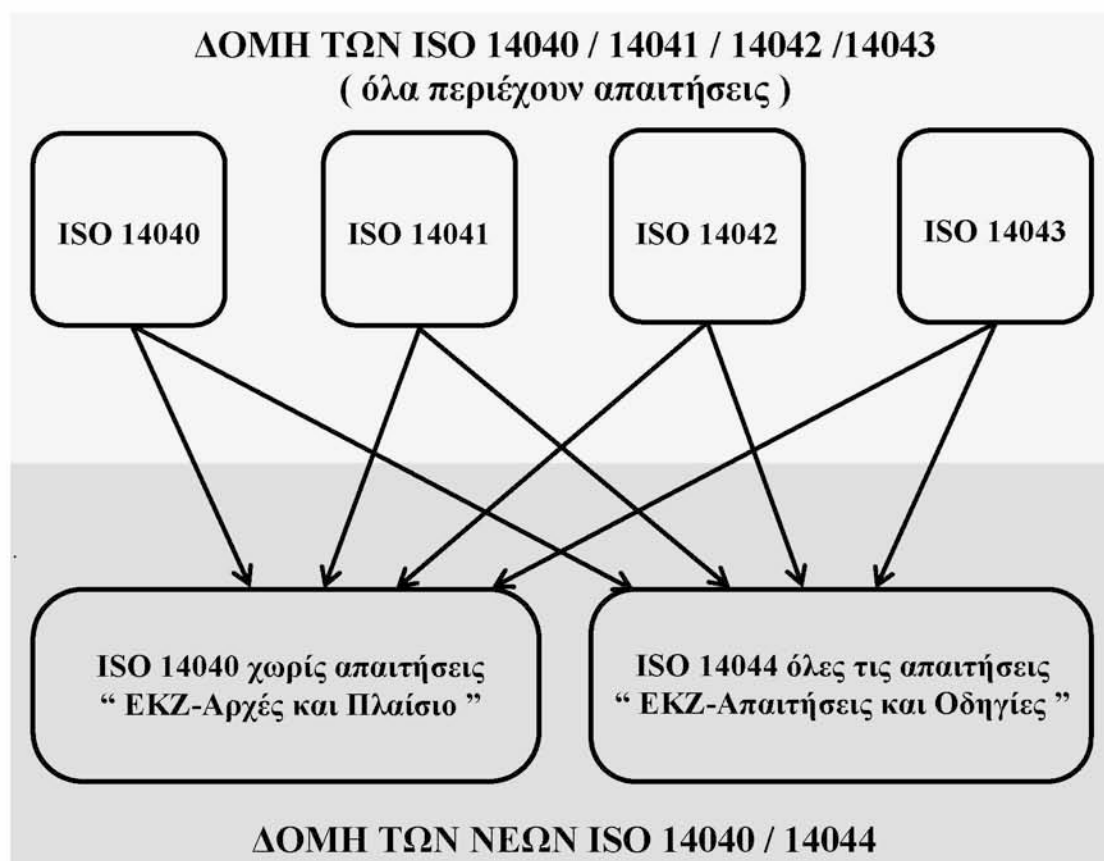
Η συνεισφορά των προτύπων είναι πολύ σημαντική και αυτό μπορεί να αποδειχθεί από τα αντίτυπα που πουλήθηκαν σε εθνικούς οργανισμούς, όπως για παράδειγμα το 2002 πουλήθηκαν χίλια διακόσια ( 1200 ) αντίτυπα στην Σουηδία και εννιακόσια εννιά ( 909 ) στην Δημοκρατία της Τσεχίας. Από τον αριθμό αυτό και σε μικρό χρονικό διάστημα βεβαιώνεται και η χρησιμότητά τους αλλά και η επιτυχία των προτύπων της σειράς ISO 14040 ( Klüppel, 2002 ).

Τα καινούργια πρότυπα **14040: 2006** “ *Εκτίμηση Κύκλου Ζωής - Αρχές και Πλαίσιο* ” και **ISO 14044: 2006** “ *Εκτίμηση Κύκλου Ζωής - Απαιτήσεις και Οδηγίες* ” απομάκρυναν λάθη και αντιφάσεις των προηγούμενων προτύπων, βελτίωσαν την αναγνωσιμότητα ξεκαθαρίζοντας αρχές-πλαίσιο και απαιτήσεις-οδηγίες. Ουσιαστικά επιβεβαιώθηκε η εγκυρότητα της μεθόδου Εκτίμησης Κύκλου Ζωής ( Life Cycle Assessment - LCA ). Το επιπρόσθετο τεχνικό περιεχόμενο στα καινούργια πρότυπα είναι σύμφωνο με τις προηγούμενες απαιτήσεις και αποτελεί κυρίως διασαφήνιση του παλαιότερου ( Finkbeiner et al., 2006 ).

Την περίοδο μεταξύ 1997 και 2000 δημοσιεύτηκε ένα συστηματοποιημένο πλαίσιο προτυποποίησης από τον Διεθνή Οργανισμό Τυποποίησης με τη σειρά προτύπων ISO 14040: 1997 / ISO 14041: 1999 / ISO 14042: 2000 και ISO 14043: 2000. Οι αναβαθμίσεις των προτύπων αυτών έγιναν το 2006 οπότε και συγχωνεύθηκαν

στα πρότυπα ISO 14040 / 14044: 2006, όπως έχει αναφερθεί ( Pryshlakivsky & Searcy, 2013 ).

Σχηματικά η δομή των νέων προτύπων, πως συνδέονται με τα παλαιότερα πρότυπα και ποια αντίστοιχα συνχωνεύθηκαν στα καινούργια φαίνεται στο παρακάτω σχεδιάγραμμα ( Σχ. 12 ):



Σχήμα 12: Γενική περιγραφή των νέων προτύπων ( Finkbeiner et al., 2006 ).

Η προσέγγιση από το “ λίκνο ” μέχρι τον “ τάφο ” για την αξιολόγηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, κατά την διάρκεια του Κύκλου Ζωής ενός προϊόντος είναι μία μεθοδολογία με εξέχουσα σημασία, σπουδαιότερη της εκτίμησης της παραγωγικής διαδικασίας. Δύο είναι κυρίως οι λόγοι για τους οποίους υιοθετήθηκε η μέθοδος της Εκτίμησης Κύκλου Ζωής ( Life Cycle Assessment - LCA ), ο πρώτος

έχει να κάνει με το γεγονός πως πολλές φορές οι επιχειρήσεις παρουσιάζονταν ως “καθαρές” άρα και αποδοτικές απλά μετατοπίζοντας την ευθύνη για την διαχείριση των αποβλήτων και γενικότερα την ρύπανση σε άλλους φορείς της Πολιτείας αδιαφορώντας οι ίδιες για το μέγεθος του προβλήματος που όλο και διογκωνόταν. Ο δεύτερος λόγος είναι πως παραδοσιακά οι μηχανικοί επικέντρωναν τις προσπάθειές τους στη αποδοτικότητα των παραγωγικών μονάδων, κάνοντας χρήση της τεχνολογίας μόνο για την παραγωγική διαδικασία, αδιαφορώντας για τις επιπτώσεις στο περιβάλλον. Επομένως δεν υπήρχε βελτιστοποίηση στην συνολική παραγωγή, συνδιαστικά με την “χρήση” του προϊόντος. Τα θέματα που αφορούν το περιβάλλον δημιουργούν ολοένα και μεγαλύτερο ενδιαφέρον για την βιομηχανία αλλά και την βιομηχανία τροφίμων ειδικότερα. Αν και γενικά στο σύνολό της η βιομηχανία δεν μπορεί να θεωρηθεί ως ο μεγαλύτερος “ρυπαντής” παρόλα αυτά η βελτίωση των περιβαλλοντικών επιδόσεών της αποτελεί αυτοσκοπό ιδιέτερης σημασίας για τον βιομηχανικό κλάδο. Τουλάχιστον, στις ανεπτυγμένες χώρες δεν θα πρέπει να δίνεται η άδεια κατασκευής ενός εργοστασίου τροφίμων, εάν η μελέτη κατασκευής δεν περιλαμβάνει μία αναλυτική και αληθοφανή εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων ( Baker & Lababidi 2013 ).

Στον ( Πιν. 2 ) δίνεται η σειρά προτύπων της σειράς ISO 14040:2006.

**Πίνακας 2:** Η σειρά ISO 14040: 2006 της Ομάδας ISO 14000 ( Baker & Lababidi, 2013 ) .

<b>ISO 14040 “Εκτίμηση Κύκλου Ζωής” ( LCA )</b>	
<b>ISO 14040:</b>	<b>Περιβαλλοντική Διαχείριση - (EKZ) - Αρχές και Πλαίσιο (2006).</b>
ISO 14041:	Περιβαλλοντική Διαχείριση - (EKZ) - Απογραφική Ανάλυση και ορισμός Σκοπού και Πεδίου Εφαρμογής (1998).
ISO 14042:	Περιβαλλοντική Διαχείριση - (EKZ) - Εκτίμηση επιπτώσεων (2000).
ISO 14043:	Περιβαλλοντική Διαχείριση - (EKZ) - Ερμηνεία του Κύκλου Ζωής.
<b>ISO 14044:</b>	<b>Περιβαλλοντική Διαχείριση - (EKZ) - Οδηγίες και Απαιτήσεις (2006).</b>
ISO 14047:	Περιβαλλοντική Διαχείριση - (EKZ) - Εφαρμογές του ISO 14042 (2003) (Παραδείγματα).
ISO 14049:	Περιβαλλοντική Διαχείριση - (EKZ) – Εφαρμογές του ISO 14041 (2000) (Παραδείγματα).

### 2.3.1. Το πρότυπο ISO 14040: (2006).

Σε προηγούμενες ενότητες δόθηκαν μερικές σύντομες αναλύσεις για τα κυριότερα στοιχεία της Εκτίμησης Κύκλου Ζωής ( Life Cycle Assessment - LCA ). Είναι σημαντικό σε αυτό το σημείο να δούμε και πως δίνονται οι ορισμοί από το ίδιο το πρότυπο ISO 14040: 2006 κυρίως για τις μέχρι τώρα έννοιες που χρησιμοποιήθηκαν αλλά και για το επόμενο κομμάτι της παρούσας εργασίας. Σύμφωνα λοιπόν με τον Διεθνή Οργανισμό Τυποποίησης ( International Organisation for Standardization - ISO ) στο ISO 14040: 2006, συνοπτικά έχουμε τα εξής ( με την σειρά που τα συναντούμε στην παρούσα εργασία ) :

**Προϊόν ( Product ):** “ Αγαθά ” και “ Υπηρεσίες ”. Το προϊόν μπορεί να κατηγοροποιηθεί σε υπηρεσίες ( π.χ. μεταφορές ), λογισμικό ( π.χ. πρόγραμμα Η / Υ, λεξικά ), υλικό ( π.χ. μηχανικά μέρη ). Οι υπηρεσίες περιλαμβάνουν υλικά και άυλα στοιχεία. Μια υπηρεσία μπορεί να παρέχει, μια υπηρεσία για έναν πελάτη ( π.χ. επισκευή αυτοκινήτου ), μία δραστηριότητα προς ένα πελάτη με άυλο τελικό αποτέλεσμα ( π.χ. λογιστής ), παροχή πληροφοριών, παροχή καλαισθητου περιβάλλοντος προς τον πελάτη ( π.χ. ξενοδοχεία, εστιατόρια ) ( ISO, 2006 ).

**Σύστημα Προϊόντος ( Product System ):** Μοντελοποίηση του Κύκλου Ζωής ενός προϊόντος στο οποίο εκτελούνται μία ή περισσότερες καθορισμένες λειτουργίες. Το σημαντικότερο σε ένα σύστημα προϊόντος είναι η λειτουργία του και όχι το τελικό αποτέλεσμα ( τελικό προϊόν ). Τα συστήματα προϊόντων υποδιαιρούνται σε διεργασίες μονάδας. Οι μονάδες διεργασίας συνδέονται με τις εκροές και τις εισροές από ενδιάμεσα προϊόντα, απόβλητα προς επεξεργασία, ενέργεια ( ISO, 2006 ).

**Εισροή ( Input ):** Πρώτες ύλες, ενδιάμεσα προϊόντα, παραπροϊόντα που εισέρχονται στην μικρότερη μονάδα διεργασίας του συστήματος προϊόντος ( ISO, 2006 ).

**Εκροή ( Output ):** Πρώτες ύλες, ενδιάμεσα προϊόντα, παραπροϊόντα και εκλύσεις ( π.χ. CO<sub>2</sub> ) που εξέρχονται από την μικρότερη μονάδα διεργασίας του συστήματος προϊόντος ( ISO, 2006 ).

**Λειτουργική Μονάδα ( Functional Unit ):** Η λειτουργική μονάδα προσδιορίζει ποσοτικά τις διάφορες λειτουργίες που μπορεί να υπάρχουν σε ένα σύστημα προϊόντος δηλαδή τα χαρακτηριστικά του προϊόντος τα οποία προσδιορίζουν και την απόδοσή του. Αναφέρονται οι εισροές και οι εκροές του συστήματος ώστε να εξασφαλιστεί η συγκρισιμότητα των αποτελεσμάτων, πολύ σημαντικό όταν διαφορετικά συστήματα αξιολογούνται, ώστε να διασφαλιστεί κοινό σημείο σύγκρισης ( ISO, 2006 ).

**Όρια Συστήματος ( System boundary ):** Είναι ένα σύνολο από κριτήρια τα οποία εξακριβώνουν ποιες διεργασίες μονάδας αποτελούν μέρος του συστήματος προϊόντος. Όταν καθορίζουμε τα όρια του συστήματος λαμβάνουμε υπόψη την προμήθεια πρώτων υλών, εισροές/εκροές στην κυρίως παραγωγή/επεξεργασία, παραγωγή και χρήση καυσίμων/ηλεκτρικής ενέργειας/θερμότητας, συντήρηση προϊόντων, διάθεση των αποβλήτων, ανακύκλωση, κατασκευή παρεπόμενων υλικών, κατασκευή/συντήρηση και παροπλισμό του κυρίως εξοπλισμού, φωτισμό και θέρμανση, σε όλο τον Κύκλο Ζωής του προϊόντος ( ISO, 2006 ).

**Σκοπός και πεδίο εφαρμογής ( Goal and scope definition ):** Ο σκοπός στην ( ΕΚΖ ) περιλαμβάνει το αντικείμενο το οποίο πρόκειται να μελετηθεί, τους λόγους για τους οποίους πραγματοποιείται η μελέτη, σε ποιους απευθύνεται και αν τα τελικά αποτελέσματα μετά από συγκριτική διαδικασία θα δημοσιοποιηθούν. Το πεδίο εφαρμογής περιλαμβάνει το σύστημα προϊόντος που θα μελετηθεί, τις λειτουργίες του συστήματος, την λειτουργική μονάδα, το όριο του συστήματος, την κατανομή, τις κατηγορίες επιπτώσεων, τις απαιτήσεις σε δεδομένα, τις υποθέσεις, τους

περιορισμούς, ποιότητα των δεδομένων, κριτική και τέλος την μορφή και τον τύπο της έκθεσης που θα συνταχθεί ( ISO, 2006 ).

#### **Απογραφική Ανάλυση Κύκλου Ζωής ( Life Cycle Inventory Analysis - LCI ):**

Στην Απογραφική Ανάλυση περιλαμβάνεται η διαδικασία συγκέντρωσης δεδομένων με σκοπό τον υπολογισμό μέσω της ποσοτικοποίησης των εισροών και εκροών στο σύστημα του προϊόντος. Η διαδικασία επαναλαμβάνεται καθώς τα δεδομένα είναι μεταβαλλόμενα καθόλη την διάρκεια του Κυκλου Ζωής. Είναι πιθανόν να εντοπισθούν καινούργιες απαιτήσεις ή περιορισμοί στα συλλεγόμενα δεδομένα γεγονός που αναγκάζει να προσαρμοστούν στις νέες συνθήκες οι διαδικασίες συλλογής των δεδομένων έτσι ώστε να μην επηρεαστούν οι στόχοι της μελέτης ( ISO, 2006 ).

**Εκτίμηση Επιπτώσεων Κύκλου ζωής ( Life Cycle Impact Assessment - LCIA ):** Στην εκτίμηση των επιπτώσεων έχουμε την αξιολόγηση των Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων χρησιμοποιώντας τα αποτελέσματα της Απογραφικής Ανάλυσης. Σε γενικές γραμμές γίνεται σύνδεση των δεδομένων που συγκεντρώθηκαν στην απογραφή με συγκεκριμένες κατηγορίες επιπτώσεων και δεικτών για την καλύτερη ερμηνεία του Κύκλου Ζωής ενός προϊόντος. Περιλαμβάνεται επαναληπτική διαδικασία αναθεώρησης του σκοπού και του πεδίου εφαρμογής της μελέτης ( ΕΚΖ ) για να καθοριστεί εάν οι στόχοι τηρούνται ή για να τροποποιηθεί η μελέτη σε περίπτωση που δεν υπάρχει δυνατότητα να πραγματοποιηθεί. Οι παραδοχές που θα αναφερθούν και θα αφορούν τις επιπτώσεις στο περιβάλλον θα πρέπει να χαρακτηρίζονται από σαφήνεια και διαφάνεια ( ISO, 2006 ).

**Ερμηνεία Αποτελεσμάτων ( Life Cycle Interpretation ):** Η Ερμηνεία των αποτελεσμάτων στην ( ΕΚΖ ) είναι η φάση κατά την οποία η εκτίμηση των επιπτώσεων εξετάζεται από κοινού με την απογραφική ανάλυση. Η φάση της

Ερμηνείας θα πρέπει να φτάσει σε αποτελέσματα που θα είναι σύμφωνα με τον σκοπό και το καθορισμένο πεδίο εφαρμογής και τα οποία θα καταλήγουν σε συμπεράσματα και περιορισμούς που θα αιτιολογούνται και σε συστάσεις. Επίσης θα πρέπει η ερμηνεία να ανταποκρίνεται στην παραδοχή πως όσον αφορά την εκτίμηση επιπτώσεων αυτή δεν επιχειρεί αναγκαστικά να προσδιορίσει ποσοτικά τις συγκεκριμένες πραγματικές επιπτώσεις που συνδέονται με ένα προϊόν, διεργασία ή δραστηριότητα. Αντιθέτως, επιδιώκει να δημιουργήσει μια σύνδεση μεταξύ ενός συστήματος και των πιθανών επιπτώσεων στο περιβάλλον. Τα αποτελέσματα στην φάση της Ερμηνείας μπορούν να καταλήξουν σε συμπεράσματα και συστάσεις για τους φορείς λήψης αποφάσεων, ευθυγραμμισμένα με τον στόχο και το πεδίο της μελέτης. Σκοπός της Ερμηνείας Αποτελεσμάτων Κύκλου Ζωής είναι η κατανοητή, πλήρης και συνεκτική παρουσίασή τους. Η Επανεξέταση και αναθεώρηση του σκοπού της ( LCA ) και της ποιότητας των συλλεγόμενων δεδομένων μπορεί να συμπεριληφθούν στην φάση της Ερμηνείας ( ISO, 2006 ).

#### **2.3.1.1. Κατηγορίες Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων Κύκλου Ζωής ( Life Cycle Impact Categories ).**

Οι κατηγορίες επιπτώσεων δίνονται στον παρακάτω ( Πιν. 3 ) με τα παραδείγματα δεδομένων στην Απογραφική Ανάλυση ( LCI ) με τους κοινούς, σύμφωνα με την ( EPA, 2006 ) συντελεστές μετατροπής ή συντελεστές ισοδυναμίας ούτως ώστε τα αποτελέσματα της ( LCI ) να μετατραπούν και να συνδυαστούν σε αντιπροσωπευτικούς δείκτες επιπτώσεων στον άνθρωπο και στο περιβάλλον.



**Πίνακας 3:** Συνηθέστερες κατηγορίες Επιπτώσεων Κύκλου Ζωής ενός προϊόντος ( Life Cycle Impact Categories ) [ EPA, 2006 ].

<b>ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ</b>	<b>ΚΛΙΜΑΚΑ</b>	<b>ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ( LCI ) ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ( classification )</b>	<b>ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΜΕΤΑΤΡΟΠΗΣ ( characterization factors )</b>	<b>ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ( Συντελεστή μετατροπής )</b>
<b>Υπερθέρμανση του πλανήτη</b>	Παγκόσμια	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>).</li> <li>▪ Διοξείδιο του αζώτου (NO<sub>2</sub>).</li> <li>▪ Μεθάνιο (CH<sub>4</sub>).</li> <li>▪ Χλωροφθοράνθρακες (CFC).</li> <li>▪ Υδροχλωροφθοράνθρακες (HCFC).</li> <li>▪ Βρωμιούχο μεθύλιο (CH<sub>3</sub>Br).</li> </ul>	Δυναμικό πλανητικής υπερθέρμανσης.	Μετατρέπει δεδομένα (LCI) σε ισοδύναμα διοξειδίου του άνθρακα (CO <sub>2</sub> ). Σημείωση: το δυναμικό υπερθέρμανσης μπορεί να είναι για 50, 100, ή 500 χρόνια.
<b>Μείωση Στρατοσφαιρικού Όζοντος</b>	Παγκόσμια	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Χλωροφθοράνθρακες (CFC).</li> <li>▪ Υδροχλωροφθοράνθρακες (HCFC).</li> <li>▪ Αλογονάνθρακες.</li> <li>▪ Βρωμιούχο μεθύλιο (CH<sub>3</sub>Br).</li> </ul>	Δυναμικό μείωσης της στοιβάδας του όζοντος.	Μετατρέπει δεδομένα (LCI) σε ισοδύναμα τριχλωροφθορομεθάνιου (CFC-11).
<b>Οξίνιση</b>	Περιφερειακά Τοπικά	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Οξείδια του θείου (SO<sub>x</sub>).</li> <li>▪ Οξείδια του αζώτου (NO<sub>x</sub>).</li> <li>▪ Υδροχλωρικό οξύ (HCl).</li> <li>▪ Υδροφθορικό οξύ (HF).</li> <li>▪ Αμμωνία (NH<sub>4</sub>).</li> </ul>	Δυναμικό Οξίνισης.	Μετατρέπει δεδομένα (LCI) σε ισοδύναμα ιόντων υδρογόνου (H <sup>+</sup> ).
<b>Ευτροφισμός</b>	Τοπικά	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Φωσφορικά άλατα (PO<sub>4</sub>).</li> <li>▪ Οξείδιο του αζώτου (NO).</li> <li>▪ Διοξείδιο του αζώτου (NO<sub>2</sub>).</li> <li>▪ Νιτρικά.</li> <li>▪ Αμμωνία (NH<sub>4</sub>).</li> </ul>	Δυναμικό ευτροφισμού.	Μετατρέπει δεδομένα (LCI) σε ισοδύναμα φωσφορικών αλάτων (PO <sub>4</sub> ).

Πίνακας 3 ( συνέχεια ): Συνηθέστερες κατηγορίες Επιπτώσεων Κύκλου Ζωής ενός προϊόντος ( Life Cycle Impact Categories ) [ EPA, 2006 ].

<b>Φωτοχημικό νέφος</b>	Τοπικά	<ul style="list-style-type: none"> <li>Υδρογονάνθρακες εκτός μεθανίου (NMHC).</li> </ul>	Δυναμικό φωτοχημικού νέφους.	Μετατρέπει δεδομένα (LCI) σε ισοδύναμο αιθανίου (C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> ).
<b>Χερσαία οικοτοξικότητα</b>	Τοπικά	<ul style="list-style-type: none"> <li>Τοξικές χημικές ουσίες με αναφορά θανατηφόρας συγκέντρωσης σε τρωκτικά.</li> </ul>	LC <sub>50</sub>	Μετατρέπει δεδομένα LC <sub>50</sub> σε ισοδύναμα. Χρήση πληροφορικής μοντελοποίησης, τρόπων έκθεσης σε επικίνδυνες ουσίες.
<b>Υδατική οικοτοξικότητα</b>	Τοπικά	<ul style="list-style-type: none"> <li>Τοξικές χημικές ουσίες με αναφορά θανατηφόρας συγκέντρωσης σε υδρόβιους οργανισμούς.</li> </ul>	LC <sub>50</sub> .	-//-
<b>Ανθρώπινη υγεία</b>	Παγκόσμια Περιφερειακά Τοπικά	<ul style="list-style-type: none"> <li>Σύνολο εκλύσεων στον αέρα, το νερό, και το έδαφος.</li> </ul>	LC <sub>50</sub> .	-//-
<b>Εξάντληση πόρων</b>	Παγκόσμια Περιφερειακά Τοπικά	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ποσότητα ορυκτών που χρησιμοποιούνται.</li> <li>Ποσότητα των ορυκτών καυσίμων που χρησιμοποιούνται.</li> </ul>	Δυναμικό εξάντλησης φυσικών πόρων.	Μετατρέπει δεδομένα (LCI) σε αναλογία της ποσότητας πόρων σε χρήση προς την ποσότητα πόρων σε απόθεμα.
<b>Χρήση γης</b>	Παγκόσμια Περιφερειακά Τοπικά	<ul style="list-style-type: none"> <li>Έκταση που διατέθηκε για χώρους υγειονομικής ταφής ή άλλες τροποποιήσεις.</li> </ul>	Διαθεσιμότητα έκτασης γής.	Μετατρέπει δεδομένα στερεών αποβλήτων σε όγκο με εκτιμώμενη πυκνότητα.
<b>Χρήση νερού</b>	Περιφερειακά Τοπικά	<ul style="list-style-type: none"> <li>Νερό που χρησιμοποιείται ή καταναλώνεται.</li> </ul>	Δυναμικό έλλειψης νερού.	Μετατρέπει δεδομένα (LCI) σε αναλογία της ποσότητας χρήσης νερού προς το απόθεμα.

### 3. ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ ( LCA ) ΣΤΗΝ ΥΔΡΟΒΙΑ ΖΩΪΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ.

#### 3.1. Εισαγωγή.

##### 3.1.1. Η σημασία της Αλιείας και της Υδατοκαλλιέργειας.

Είναι σημαντικό να τονιστεί η σημασία της Αλιείας και της Υδατοκαλλιέργειας στην σημερινή εποχή. Υπολογίζεται ότι ως πηγή εισοδήματος και γενικότερα, διαβίωσης για εκατομμύρια ανθρώπους σε όλο τον κόσμο, η απασχόληση στην αλιεία και την υδατοκαλλιέργεια αυξάνεται με μέσο ετήσιο ρυθμό αύξησης **3,6% ετησίως** από το 1980. Το 2008 ο συνολικός αριθμός, άμεσα απασχολούμενων ( συχνότερα μερικής απασχόλησης ) ήταν 44,9 εκατομμύρια εκ των οποίων το 12% γυναίκες. Υπολογίζεται ότι για κάθε έναν εργαζόμενο στους δύο παραπάνω τομείς παραγωγής, αντιστοιχούν τρεις δευτερεύουσες εργασίες ( δραστηριότητες που δεν περιορίζονται μόνο στην αλιεία και την ιχθυοκαλλιέργεια αλλά στα επόμενα στάδια ). Συνολικά υπάρχουν **πάνω από 180 εκατομμύρια θέσεις εργασίας** στην βιομηχανία ιχθυερών παγκοσμίως. Είναι σημαντικό να επισημάνουμε πως η αλιεία, παρέχει το μεγαλύτερο ποσοστό απασχόλησης στον πρωτογενή τομέα, αν και παραμένει στάσιμο έως μειούμενο, με αυξημένες όμως τις ευκαιρίες που παρουσιάζονται στον τομέα της υδατοκαλλιέργειας ( FAO, 2010 ).

Το 2010 υπολογίστηκε η παγκόσμια παραγωγή προϊόντων, από την αλιεία και την ιχθυοκαλλιέργεια, σε περίπου 148 εκατομμύρια τόνους, συνολικής **αξίας 200,83€\*** **δισεκατομμυρίων ευρώ**, από τους οποίους οι 128 εκατομμύρια τόνοι χρησιμοποιήθηκαν για την διατροφή του παγκόσμιου πληθυσμού ( FAO, 2012 ).

Η κατανάλωση ιχθύων και ιχθυερών για κάθε άνθρωπο αυξήθηκε από 9,9 κιλά το 1960 σε 19,2 κιλά το 2012 κατά μέσο όρο. Το αποτέλεσμα αυτό συνεπάγεται από την

ραγδαία αύξηση του παγκόσμιου πληθυσμού που είχε ως επακόλουθο, εκεί όπου ήταν δυνατό να συμβεί, μία αξιοσημείωτη μεγέθυνση των ειδοδημάτων με σχεδόν ταυτόχρονη αστικοποίηση. Το αποτέλεσμα ήταν να μεγενθυθεί, σχετικά εύκολα, η αλιευτική παραγωγή μέσω εξελιγμένων ( σταδιακά ) τρόπων διανομής. Σε χώρες όπου τα επίπεδα πρόσληψης σε ολική πρωτεΐνη είναι χαμηλά, τα προϊόντα υδρόβιας ζωϊκής παραγωγής παρέχουν κρίσιμα θρεπτικά συστατικά. **Η συνεισφορά υδρόβιων προϊόντων σε ζωϊκή πρωτεΐνη, για περισσότερα από 2,9 δισεκατομμύρια ανθρώπους αντιστοιχεί περίπου στο είκοσι τοις εκατό ( 20% ) και δεκαπέντε τοις εκατό ( 15% ) για 4,3 δισεκατομμύρια ανθρώπους.** Αξιοσημείωτο είναι να αναφέρουμε πως η παγκόσμια αλιευτική παραγωγή έφτασε στα 93,7 εκατομμύρια τόνους το 2011 η οποία και αποτελεί με ελάχιστη διαφορά, την δεύτερη υψηλότερη παραγωγή ( η πρώτη ήταν το 1996 με 93,8 εκατομμύρια τόνους ). Όσον αφορά την παραγωγή προϊόντων υδατοκαλλιέργειας, η παγκόσμια παραγωγή το 2012 ήταν η υψηλότερη μέχρι τώρα, φτάνοντας τα 90,4 εκατομμύρια τόνους ( ισοδύναμου ζώντος βάρους ) συνολικής αξίας **133,33€\*** δισεκατομμυρίων ευρώ. Περίπου 58,3 εκατομμύρια άνθρωποι το ίδιο έτος ασχολήθηκαν, στον πρωτογενή τομέα, με την αλιεία και την ιχθυοκαλλιέργεια με το τριάντα επτά τοις εκατό ( 37% ) από αυτούς να εργάζεται πλήρες ωράριο. Τέλος πολύ σημαντικό είναι να επισημανθεί, πως **ο ρυθμός αύξησης της αλιείας και της υδατοκαλλιέργειας ήταν μεγαλύτερος από τον ρυθμό αύξησης του παγκόσμιου πληθυσμού** ( FAO, 2014 ).

### **3.2. Μελέτες Περιπτώσεων ( Case Studies ) από εφαρμογές Εκτίμησης Κύκλου Ζωής ( Life Cycle Assessment - LCA ) σε προϊόντα υδρόβιας ζωϊκής παραγωγής.**

Όπως έχει αναφερθεί, η απόφαση, για το ποιες διεργασίες θα συμπεριληφθούν στα

---

\* Ισοτιμία ευρώ (EUR) και δολάριο Ηνωμένων Πολιτειών (USD) στις 2/4/2015 ( [http 4](http://4) ).

όρια του συστήματος ( system boundaries ) βασίζεται σε σαφή και αιτιολογημένα κριτήρια στα οποία συνυπολογίζεται η μάζα, η ενέργεια και το περιβαλλοντικό αντίκτυπο ( ISO, 2006 ). Παρακάτω παρατίθενται δύο μελέτες οι οποίες εξέτασαν ένα μεγάλο αριθμό περιπτώσεων μελετών και παρουσιάζουν την διαδικασία Εκτίμησης Κύκλου Ζωής σε διάφορα προϊόντα αλιείας και ιχθυοκαλλιέργειας. Είναι επιβεβλημένο πολύ συνοπτικά να παρουσιάσουμε τις πιο συνηθισμένες μεθοδολογίες που ακολουθήθηκαν σε αυτές τις μελέτες, όσον αφορά, τον καθορισμό της λειτουργικής μονάδας, των ορίων των διάφορων συστημάτων, τις εισροές και τις εκροές, την απογραφική διαδικασία, την εκτίμηση των επιπτώσεων, των συντελεστών μετατροπής ισοδυνάμων και γενικά των δεικτών επιπτώσεων και τέλος την ερμηνεία των αποτελεσμάτων . Αυτό γίνεται γιατί μετά τις δύο αυτές μελέτες περιπτώσεων, όπου στην πρώτη οι συνηθέστερες μεθοδολογίες εκτιμήσεως αφορούν την αλιευτική δραστηριότητα και η δεύτερη τον τομέα της υδατοκαλλιέργειας, θα ακολουθήσει σε πίνακες κατάταξης οι μελέτες περιπτώσεων που συγκεντρώθηκαν για την παρούσα μεταπτυχιακή εργασία με τους κυριότερους παραμέτρους ιχθύν και ιχθυήρων όσον αφορά:

- Τα Όρια του Συστήματος ( System Boundaries ).
- Εισροές ( Inputs ).
- Εκροές ( Outputs ).
- Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις ( Environmental Impacts ).

❖ **Η Εκτίμηση Κύκλου Ζωής στην Αλιεία: Μια επισκόπηση για επιστήμονες και στελέχη που δραστηριοποιούνται στην Αλιευτική παραγωγή.**

Σύμφωνα με τους ( Avadí & Fréon, 2013 ) από τις μελέτες περιπτώσεων που εξέτασαν στην εργασία τους, κατέληξαν στο συμπέρασμα πως στις αλιευτικές



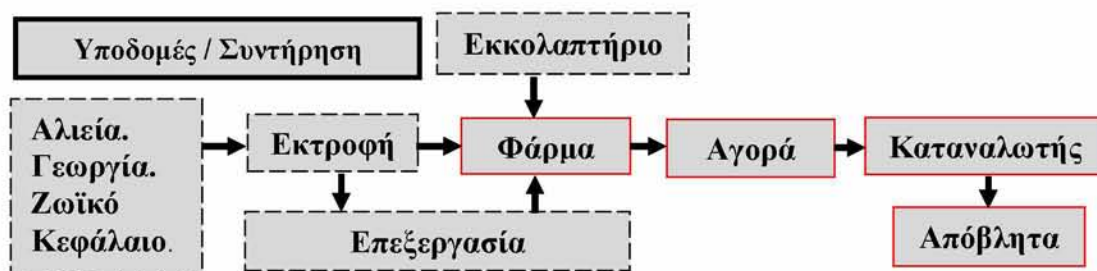
δραστηριότητες τέσσερα στάδια στον κύκλο ζωής συμπεριλαμβάνονται συνήθως στα όρια συστήματος και αυτά είναι: i) η κατασκευή, ii) η χρήση, iii) η συντήρηση και iv) το “τέλος ζωής” αν και ανάλογα με τον συγγραφέα της μελέτης η ονοματολογία διαφέρει. Όλες οι μελέτες ανέλυσαν επιπτώσεις οι οποίες συνδέονται με την χρήση καυσίμων κυρίως αλλά και πολλές άλλες ανέλυσαν την χρήση των μετάλλων στα αλιευτικά σκάφη και στόλων σκαφών που δραστηριοποιούνται στην αλιευτική παραγωγή. Οι περισσότερες περιέλαβαν στην ανάλυσή τους δύο κυρίως στάδια: i) την χρήση των αλιευτικών σκαφών και ii) τις φάσεις συντήρησης στις αλιευτικές δραστηριότητες. Μικρός αριθμός από αυτές συμπεριέλαβαν την κατασκευή των σκαφών, την παραγωγή των υλικών για την κατασκευή, το “τέλος ζωής” διάφορων φάσεων του κύκλου ζωής, προκαταρκτικές διεργασίες που σχετίζονται με τα καύσιμα και την χρήση αντιρρυπαντικών υφαλοχρωμάτων (βιοκτόνα). Η λειτουργική μονάδα (functional unit) στις εργασίες ήταν ένα κιλό (1Kg) ή ένας τόνος (1tn) φρέσκων ή κατεψυγμένων ιχθύων και ιχθυηρών. Η απογραφική ανάλυση (LCI) έγινε με την συγκέντρωση των δεδομένων που προκύπτουν από τις εισροές (inputs) και τις εκροές (outputs) της κάθε διεργασίας μέσα στα όρια του συστήματος προϊόντος. Η πιο διαδεδομένη βάση δεδομένων για την απογραφή παρέχεται από την “ecoinvent” ([http 5: www.ecoinvent.org](http://www.ecoinvent.org)).

#### ❖ **Εκτίμηση Κύκλου ζωής Συστημάτων Υδατοκαλλιέργειας: μια ανασκόπηση των μεθοδολογιών.**

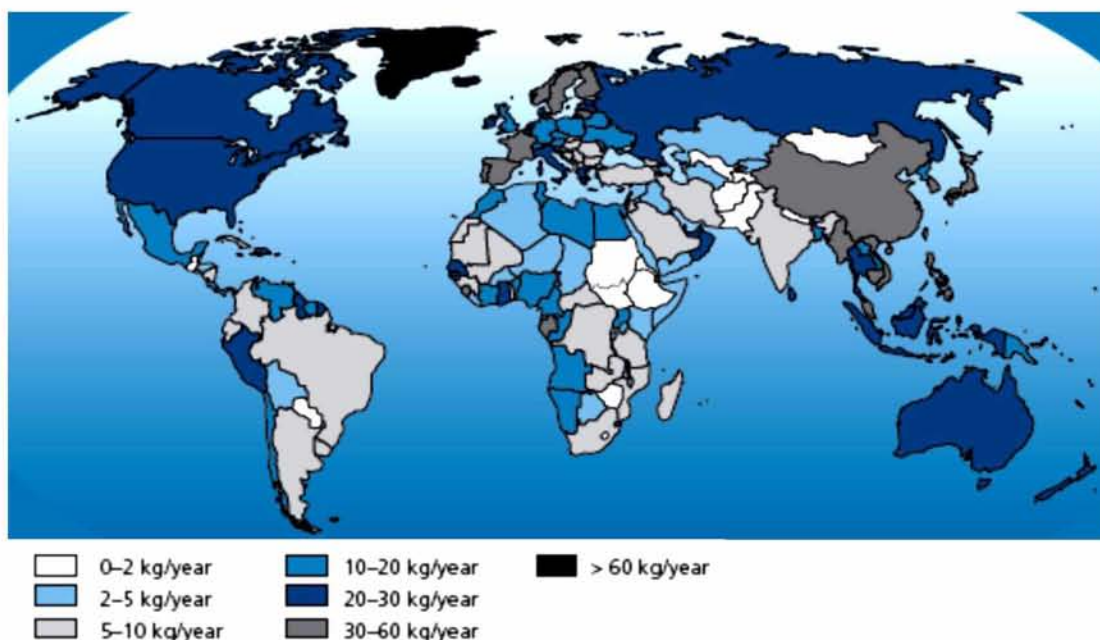
Όσον αφορά τις υδατοκαλλιέργειες η παραγωγή υδρόβιων ζωϊκών προϊόντων συνεχώς αυξάνεται και αποτελεί την ταχύτερα αναπτυσσόμενη αγορά στον τομέα της ζωϊκής παραγωγής. Ανάμεσα σε δέκα δημοσιευμένα επιστημονικά άρθρα και δύο διδακτορικά, έξι διαδικασίες ακολουθήθηκαν στην μεθοδολογία (EKZ) σε θέματα

που αφορούν τις ιχθυοκαλλιέργιες και είναι: i) λειτουργική μονάδα, ii) όρια συστήματος, iii) δεδομένα και ποιότητα δεδομένων, iv) κατανομή, v) μέθοδοι εκτίμησης επιπτώσεων και vi) μέθοδοι ερμηνείας των αποτελεσμάτων. Συνοπτικά η λειτουργική μονάδα που χρησιμοποιείται στις συγκεκριμένες μελέτες είναι ο ένας τόνος ( 1tn ) ζώντος βάρους ιχθύων. Τα όρια ενός απλοποιημένου συστήματος με τις διεργασίες που περιλαμβάνονται μέσα σε αυτά δίνονται στο ( Σχ.13 ). Για την πηγή των δεδομένων και την ποιότητά τους ( αξιοπιστία ) τα πράγματα είναι λίγο συγκεκριμένα για τον λόγο ότι ενώ πολλές μελέτες έχουν διεκπαιρωθεί με διάφορα μοντέλα συλλεγόμενων δεδομένων και αποτελεσμάτων, αυτές ακόμη δεν έχουν δημοσιευθεί. Επίσης για την κατανομή υπάρχουν σημεία τα οποία πρέπει να αποσαφηνιστούν αλλά για οικονομία της συζήτησης δεν θα επεκταθούμε. Οι μέθοδοι εκτίμησης επιπτώσεων απαντούν σε αυτές που συναντούμε στην βιβλιογραφία και εκφράζονται με του συνηθισμένους δείκτες επιπτώσεων όπως: i) υπερθέρμανση του πλανήτη, ii) Οξίνιση, iii) ευτροφισμός, iv) χρήση ενέργειας, v) μείωση αβιοτικών πόρων, vi) χρήση βιοτικών πόρων, vii) θαλάσσια οικοτοξικότητα, viii) μείωση εξωτερικής στοιβάδας όζοντος, ix) ανθρώπινη τοξικότητα, x) εξάρτηση ύδατος ( ανάγκες σε ποσότητα γλυκού νερού ), xi) φωτοχημική οξείδωση, xii) οικοτοξικότητα γλυκού νερού, xiii) χερσαία οικοτοξικότητα, xiv) χρήση εκτάσεων, xv) αναπνευστικές επιπτώσεις από ανόργανες ουσίες και xvi) καρκινογόνες επιπτώσεις στον άνθρωπο. Οι μεθοδολογία στην ερμηνεία των αποτελεσμάτων στις μελέτες που εξετάστηκαν έχουν διαφοροποιήσεις με αρκετές από αυτές να συμβαδίζουν με την μεθοδολογία αλλά στις περισσότερες δεν υπήρχε η “ ευαισθησία ” στην ανάλυση όπως απαιτείται από τα πρότυπα ( ISO ) ( Henriksson et al., 2012 ).

Παρακάτω δίνεται μια απλοποιημένη μορφή συστήματος προϊόντος ( Σχ. 13) στις υδατοκαλλιέργιες:



**Σχήμα 13:** Απλοποιημένο διάγραμμα ροής Υπόδομης / Συντήρησης σε ένα σύστημα παραγωγής υδατοκαλλιέργειας όπου οι διεργασίες ( διακεκομμένες γραμμές ), εξαρτάται αν θα συμπεριληφθούν, από το κεντρικό σύστημα ( κόκκινο χρώμα ) ( Henriksson et al., 2012 ).



**Εικόνα 2:** Κατά κεφαλήν κατανάλωση ( 2008 - 2010 ) ιχθύων ανά έτος ( FAO, 2014 ).

### 3.2.1. Κύριοι παράμετροι που αναφέρονται σε εφαρμογές Εκτίμησης Κύκλου Ζωής ( Life Cycle Assessment - LCA ) ιχθύων και ιχθυηρών. Μελέτες Περιπτώσεων ( Case Studies ).

Οι μελέτες περιπτώσεων που ακολουθούν παρουσιάζονται σε μορφή πίνακα για να διευκολυνθεί η παρουσίαση τους. Αναφέρονται τα όρια του συστήματος, οι εκροές και εισροές και οι κυριότερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις:



ΕΙΔΟΣ	ΟΡΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	ΕΙΣΡΟΕΣ	ΕΚΡΟΕΣ	ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ	ΠΗΓΕΣ
<p>Αλιεία</p> <p>Τονοπαλαμίδας (<i>Katsuwonus pelamis</i>)</p> <p>και</p> <p>Κιτρινόπτερου Τόνου (<i>Thunnus albacares</i>)</p> <p>[ Ισπανία ]</p>	<p>Κατασκευή (σκαφών)</p> <p>Βιοκτονία (αντιρρυπαντική βαφή)</p> <p>Λειτουργία</p> <p>Χρήση</p> <p>Μεταφορά</p>	<p>Καύσιμα (μαζούτ, πετρέλαιο κίνησης)</p> <p>Πρώτες ύλες (σίδηρο, ασφάλι)</p> <p>Χημικά συστατικά αντιρρυπαντικών βαφών (<math>Cu_2O</math>, <math>ZnO</math>, <math>C_8H_{10}</math>, <math>C_6H_5CH_2CH_3</math>, Sea nine 211)</p> <p>Ενέργεια (ηλεκτρική, θερμική)</p>	<p>Εκπομπές στην ατμόσφαιρα από την χρήση πετρελαίου (<math>CO_2</math>, <math>CFC_{11}</math>, <math>SO_2</math>, <math>C_2H_4</math>)</p> <p>Εκπομπές στο νερό από την χρήση αντιρρυπαντικών βαφών (<math>PO_4^{3-}</math>, DCB)</p> <p>Απόβλητα (στερεά και υγρά)</p>	<p><b>Υπερθέρμανση:</b> (1600, 1700 και 2200 kg <math>CO_2</math> eq)</p> <p><b>Μείωση Όζοντος:</b> (1.4, 1.4 και 1.8 g <math>CFC_{11}</math> eq)</p> <p><b>Οξίνιση:</b> (20, 25, 29 kg <math>SO_2</math> eq)</p> <p><b>Ευτροφισμός:</b> (3.4, 3.6 και 4.5 kg <math>PO_4^{3-}</math> eq)</p> <p><b>Φωτοχημική οξείδωση:</b> (0.12, 0.12 και 0.15 kg <math>C_2H_4</math> eq)</p> <p><b>Ανθρώπινη τοξικότητα:</b> (180, 190 και 230 kg 1,4 DCB eq)</p> <p><b>Θαλάσσια οικοτοξικότητα:</b> (56000, 63000 και 72000 kg 1,4 DCB eq)</p> <p>( για 1tn κατεψυγμένου μη επεξεργασμένου Τόνου από Ατλαντικό, Ινδικό και Ειρηνικό ωκεανό )</p>	<p>Hospido &amp; Tyedmers, 2005</p>

<p style="text-align: center;"><b>Αλιεία</b> <b>Νορβηγικού</b> <b>Αστακού</b> <b>(<i>Nephrops</i></b> <b><i>norvegicus</i>)</b>  <b>[ Σουηδία ]</b></p>	<p><b>Αλίευση</b> ( συμβατική αλιεία με τράτες και αλιεία με κιούρτους )</p> <p><b>Λιανεμπόριο</b> ( μεταφορά )</p> <p><b>Χονδρεμπόριο</b> ( μεταφορά )</p> <p><b>Δημοπρασία</b> ( μεταφορά )</p> <p><b>Καταναλωτής</b> ( μεταφορά )</p> <p><b>( Παραγωγή Δολωμάτων )</b></p> <p><b>Επεξεργασία Λυμάτων</b></p>	<p><b>Καύσιμα</b> ( πετρέλαιο )</p> <p><b>Ενέργεια</b> ( ηλεκτρική )</p> <p><b>Χρήση ενέργειας</b> ( 325 MJ και 80 MJ συμβατική αλιεία με τράτες, αλιεία με κιούρτους αντίστοιχα )</p> <p><b>Υλικά Συσκευασίας</b></p>	<p><b>Εκπομπές στον αέρα και στο νερό</b></p> <p><b>Απορρίψεις</b> ( 4.5 Kg , 1.35 kg και 0.36 ανά 1 kg αστακού στην αλιεία με τράτες, στην επιλεκτική αλιεία με τράτες και στην αλιεία με κιούρτους αντίστοιχα )</p> <p><b>Βενθικές επιπτώσεις</b> ( 3000 m<sup>2</sup> ανά 1 kg αστακού, μόνιμα διαταραγμένο βένθος από την αλιεία με τράτες. Στην αλιεία με κιούρτους η επίπτωση είναι αμελητέα καθώς επηρεάζεται μόλις 1.8 m<sup>2</sup> βενθικής επιφάνειας )</p>	<p><b>Μείωση αβιοτικών:</b> ( 0.20 και 0.068 kg Sb eq )</p> <p><b>Υπερθέρμανση:</b> ( 31.7 και 11.1 kg CO<sub>2</sub> eq )</p> <p><b>Θαλάσσια οικοτοξικότητα:</b> ( 4900 και 2500 kg 1.4-DB eq )</p> <p><b>Φωτοχημική οξείδωση:</b> ( 0.0058 και 0.0035 kg C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> eq )</p> <p><b>Ευτροφισμός:</b> ( 0.081 και 0.013 kg PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> eq )</p> <p><b>Οξίνιση:</b> ( 0.19 και 0.059 kg SO<sub>2</sub> eq )</p> <p>( για 1kg Αστακού Νορβηγίας από συμβατική αλιεία με τράτες και αλιεία με κιούρτους αντίστοιχα )</p>	<p style="text-align: center;"><b>Ziegler &amp;</b> <b>Valentinsson,</b> <b>2008</b></p>
---	---	--	--	---	--

<p><b>Υδατοκαλλιέργεια</b></p> <p><b>Σαλμονιδών</b> (<i>Salmonidae</i>)</p> <p><b>Σολομός Ατλαντικού</b> (<i>Salmo salar</i>) ή <b>Αρκτοσαλβελίνου</b> (<i>Salvelinu alpinus</i>)</p> <p>[ Καναδάς ]</p>	<p><b>Παραγωγή νεαρών σολομών ( smolt )</b></p> <p><b>Παραγωγή Οξυγόνου</b></p> <p><b>Παραγωγή Ενέργειας</b></p> <p><b>Χημικά</b></p> <p><b>Παραγωγή Τροφής</b></p> <p><b>Παραγωγική Υποδομή</b></p> <p><b>Πάχυνση</b></p> <p><b>Συγκομιδή ζώντος βάρους ιχθύων</b></p>	<p><b>Πρώτες ύλες</b> ( σκυρόδεμα, χάλυβας ψευδάργυρος, πολυαιθυλένιο, πολυστυρένιο, νάιλον, αφρός PVC σωλήνες, ύφασμα από πολυεστέρα )</p> <p><b>Εκτροφή</b> ( ιχθυάλευρα, ιχθυέλαια, σιτάρι, λάδι Κανόλας, γεύματα από αίμα και φτερά πτηνοτροφίας )</p> <p><b>Νεαροί σολομοί</b></p> <p><b>Ενέργεια</b> ( προπάνιο, ντίζελ, γκαζολίνη, πετρέλαιο θέρμανσης, ηλεκτρισμός )</p> <p><b>Lox ( Liquid Oxygen )</b></p> <p><b>CaCl<sub>2</sub></b></p> <p><b>Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub></b></p>	<p><b>Εκπομπές στο νερό</b> ( Cu, N, P )</p> <p><b>Εκπομπές στην ατμόσφαιρα</b></p>	<p><b>Μείωση αβιοτικών:</b> ( 12.1, 11.5, 19.4 και 171 kg Sb eq )</p> <p><b>Υπερθέρμανση:</b> ( 2073, 1900, 2770 και 28.200 kg CO<sub>2</sub> eq )</p> <p><b>Ανθρώπινη τοξικότητα:</b> ( 639, 624, 939 και 3340 kg 1.4-DB eq )</p> <p><b>Θαλάσσια οικοτοξικότητα:</b> ( 822.000, 96.000, 235.000 και 9.960.000 kg 1.4-DB eq )</p> <p><b>Οξίνιση:</b> ( 18, 15.8, 16.6 και 255 kg SO<sub>2</sub> eq )</p> <p><b>Ευτροφισμός:</b> ( 35.3, 31.8, 29.9 και 20.1 kg PO<sub>4</sub> eq )</p> <p><b>Ενέργεια:</b> ( 26.900, 32.800, 97.900 και 353.000 MJ )</p> <p>( για 1tn ζώντος βάρους ιχθύων διχτυοκλωβών, ιχθυοκλωβών με αδιαπέραστο πλαστικό σάκο, κλειστό σύστημα θαλασσινού νερού και κλειστό σύστημα με ανακυκλοφορία γλυκού νερού )</p>	<p><b>Ayer &amp; Tyedmers, 2009</b></p>
--	---	--	---	---	---

<p><b>Υδατοκαλλιέργεια</b></p> <p><b>Ιριδίζουσα Πέστροφας</b> (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)</p> <p>[ Γαλλία ]</p> <p><b>Λαβράκι</b> (<i>Dicentrarchus labrax</i>)</p> <p>[ Ελλάδα ]</p> <p><b>Κάλκάνι</b> (<i>Scophthalmus maximus</i>)</p> <p>[ Γαλλία ]</p>	<p><b>Παραγωγή Ιχθύων</b></p> <p><b>Σιτηρέσια</b> ( παραγωγή, επεξεργασία και μεταφορά πρώτων υλών )</p> <p><b>Εξοπλισμός</b> ( κατασκευή και μεταφορά )</p> <p><b>Υποδομές</b></p> <p><b>Χημικά</b></p> <p><b>Ενέργεια</b></p>	<p><b>Πρωτεΐνες</b></p> <p><b>Λιπίδια</b></p> <p><b>Φώσφορος</b></p>	<p><b>Εκπομπές στο νερό</b> ( διαλυμένο N, στερεό N, διαλυμένος P και στερεό P, θεωρητική απαίτηση σε O<sub>2</sub> )</p>	<p><b>Ευτροφισμός:</b> ( 65.91, 108.85 και 76.97 kg PO<sub>4</sub>-eq )</p> <p><b>Υπερθέρμανση:</b> ( 2753, 3601 και 6017 kg CO<sub>2</sub>-eq )</p> <p><b>Οξίνιση:</b> ( 19.17, 25.30 και 48.28 kg SO<sub>2</sub>-eq )</p> <p><b>Καθαρή πρωτογενής παραγωγή ( περιεκτικότητα άνθρακα C σε kg ):</b> ( 62.200, 71.400 και 60.900 kg C )</p> <p><b>Χρήση ενέργειας:</b> ( 78.229, 54.656 και 290.986 MJ )</p> <p><b>Παροχή Ύδατος:</b> ( 52.6, 48,782.2 και 4.8 m<sup>3</sup> )</p> <p>( για 1 tn ζώντος βάρους ιχθύων από τρία διαφορετικής εκτροφής υδρόβιων οργανισμών υδατοκαλλιέργειας: με μακρόστενες δεξαμενές, με θαλάσσιους κλωβούς και με επίγειο σύστημα ανακυκλοφορίας νερού )</p>	<p><b>Aubin et al., 2009</b></p>
--	---	--	---	---	----------------------------------



<p><b>Υδατοκαλλιέργεια</b></p> <p><b>Μύδια (<i>Mytilus galloprovincialis</i>)</b></p> <p><b><u>I. Νωπά Μύδια</u></b></p> <p><b>[ Γαλικία, ΒΔ Ισπανία ]</b></p>	<p><b>Καλλιέργεια Μυδιών</b></p> <p><b>Μεταφορά</b></p> <p><b>Επεξεργασία στα κέντρα αποστολής</b> [ παραλαβή, φινίρισμα, πλύσιμο, καθαρισμό, διαλογή, συσκευασία ] [ παραγωγή <math>Cl_2</math>, ηλεκτρισμού και <math>(C_3H_6)n</math> ]</p> <p><b>Λιανεμπόριο</b></p> <p><b>Αγορά</b> ( μεταφορά σε καταστήματα, λαϊκές αγορές κ.α., παραγωγή HDPE, LDPE )</p> <p><b>Κατανάλωση</b> ( πόσιμο νερό και ηλεκτρισμός )</p>	<p><b>ΚΕΝΤΡΑ ΑΠΟΣΤΟΛΗΣ</b></p> <p>▪ <b>Τεχνόσφαιρα</b></p> <p><b>Υλικά</b> ( χημικά, <math>Cl_2</math>, περιέκτες PP, εμπορεύσιμα μύδια )</p> <p><b>Ενέργεια</b> ( ηλεκτρική ενέργεια )</p> <p><b>Μεταφορά</b> ( για μαγειρική σε εστιατόρια κ.α. με φορτηγάκι ντίζελ και καθαρισμένα από κέντρα αποστολής με φορτηγά )</p> <p>▪ <b>Περιβάλλον</b></p> <p><b>Πρώτες ύλες</b> ( θαλασσινό νερό, COD, BOD<sub>5</sub>, διαλυμένα στερεά, αιωρούμενα στερεά, χλωρίδιο Cl, οργανικός ολικός</p>	<p><b>ΚΕΝΤΡΑ ΑΠΟΣΤΟΛΗΣ</b></p> <p>▪ <b>Τεχνόσφαιρα</b></p> <p><b>Τελικό προϊόν</b> ( αποσταλμένα καθαρισμένα μύδια )</p> <p><b>Παραπροϊόν</b> ( οργανικά απόβλητα μυδιού )</p> <p>▪ <b>Περιβάλλον</b></p> <p><b>Λύματα</b> ( COD, BOD<sub>5</sub>, διαλυμένα στερεά, αιωρούμενα στερεά, χλωρίδιο Cl, TOC, οργανικό N, λίπη, Ca, Ni, Cu, Zn, Br, Sr )</p>	<p><i>Επεξεργασία Νωπών Μυδιών [ καθαρισμός (purification) ]:</i></p> <p><b>Μείωση αβιοτικών: (75%)</b> <b>Ευτροφισμός: (100%)</b></p> <p><i>Κατανάλωση:</i></p> <p><b>Μείωση αβιοτικών: (25%)</b> <b>Οικοτοξικότητα γλυκού νερού: (22%)</b></p> <p><i>Λύματα ( κέντρα αποστολής )::</i></p> <p><b>Ευτροφισμός: (95%)</b> <b>Θαλάσσια οικοτοξικότητα: (84%)</b></p> <p><i>Χρήση HDPE:</i></p> <p><b>Μείωση αβιοτικών: (21%)</b></p> <p><i>Αστικά στερεά απόβλητα:</i></p> <p><b>Οικοτοξικότητα γλυκού νερού: (20%)</b></p> <p><i>Χρήση LDPE:</i></p> <p><b>Μείωση αβιοτικών: (3%)</b></p> <p>( για 1 kg εμπορεύσιμα νωπά μύδια )</p>	<p><b>Iribarren et al., 2010</b></p>
--	--	---	--	--	--------------------------------------

<p><b>Υδατοκαλλιέργεια</b></p> <p><b>Μύδια (<i>Mytilus galloprovincialis</i>)</b></p> <p><b><u>Η. Νωπά Μύδια</u></b></p> <p><b>[ Γαλικία, ΒΔ Ισπανία ]</b></p> <p>(συνέχεια)</p>	<p><b>Επεξεργασία λυμάτων και στερεών αποβλήτων</b></p>	<p><i>άνθρακας TOC, οργανικό N, λίπη, Ca, Ni, Cu, Zn, Br, Sr )</i></p> <p><b>Χρήση γής</b></p> <p><b>ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ</b></p> <p>▪ <b>Τεχνόσφαιρα</b></p> <p><b>Υλικά</b> ( αποσταλμένα και καθαρισμένα μύδια, πλέγμα και σήμανση από HDPE, πόσιμο νερό, πλαστικές συσκευασίες από LDPE )</p> <p><b>Μεταφορά</b> ( διαδρομή για αγορά με επιβατικό πετρέλαιο )</p> <p><b>Ενέργεια</b> ( ηλεκτρική )</p>	<p><b>ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ</b></p> <p>▪ <b>Τεχνόσφαιρα</b></p> <p><b>Επεξεργασία αποβλήτων</b> ( αστικά στερεά απόβλητα από χρήση πλέγματος και σήμανσης, κέλυφος μυδιού και πλαστικών συσκευασιών, και επίσης λύματα )</p>	<p><i>Χρήση Cl<sub>2</sub>:</i> <b>Μείωση Όζοντος:</b> (35%) <b>Χερσαία οικοτοξικότητα:</b> ( 11% )</p> <p><i>Χρήση PP ( περιέκτες ):</i> <b>Μείωση αβιοτικών:</b> (12%)</p> <p><i>Ηλεκτρική ενέργεια ( καθαρισμός μυδιών ):</i> <b>Μείωση αβιοτικών:</b> (62%) <b>Υπερθέρμανση:</b> (90%) <b>Μείωση Όζοντος:</b> (51%) <b>Φωτοχημική οξείδωση:</b> (95%) <b>Οξίνιση:</b> (95%) <b>Ανθρώπινη τοξικότητα:</b> (84%) <b>Οικοτοξικότητα γλυκού νερού:</b> (77%) <b>Χερσαία οικοτοξικότητα:</b> (79%) <b>Θαλάσσια οικοτοξικότητα:</b> (16%) <b>Ευτροφισμός:</b> (4%)</p> <p>( για 1 kg εμπορεύσιμα νωπά μύδια )</p>	<p><b>Iribarren et al., 2010</b></p>
--	---	---	---	---	--------------------------------------

<p>Υδατοκαλλιέργεια</p> <p>Μύδια (<i>Mytilus galloprovincialis</i>)</p> <p><u>I. Κονσερβοποίηση</u></p> <p>[ Γαλικία, ΒΔ Ισπανία ]</p> <p>(συνέχεια)</p>	<p>Καλλιέργεια Μυδιών</p> <p>Μεταφορά</p> <p>Αρχικές διεργασίες</p> <p>Επεξεργασία</p> <p>Βοηθητικές Διεργασίες</p> <p>Τελικές Διεργασίες</p> <p>Λιανεμπόριο</p> <p>Κατανάλωση</p> <p>Επεξεργασία στερεών, υγρών και αέριων αποβλήτων</p>	<p><b>ΚΟΝΣΕΡΒΟΠΟΙΗΣΗ</b></p> <p>▪ <b>Τεχνόσφαιρα</b></p> <p><b>Υλικά και Καύσιμα</b> ( Χημικά, πρώτες ύλες, πόσιμο νερό, χαρτόκιβώτια, πετρέλαιο )</p> <p><b>Ενέργεια</b> ( ηλεκτρική, θερμική )</p> <p><b>Μεταφορά</b> ( μυδιών στο εργοστάσιο κονσερβοποίησης, στον λιανοπωλητή, συστατικών, περιεκτών, σόδας, χαρτοκιβωτίων, κροκιδωτικών, πηκτικών λιπαντικών ελαίων, αλκαλικών καθαριστικών )</p> <p>▪ <b>Περιβάλλον</b></p>	<p><b>ΚΟΝΣΕΡΒΟΠΟΙΗΣΗ</b></p> <p>▪ <b>Τεχνόσφαιρα</b></p> <p><b>Τελικό προϊόν</b> ( αποσταλμένα μύδια ψίχα κονσέρβα )</p> <p><b>Παραπροϊόν</b> ( κέλυφος μυδιού, υπολείμματα μυδιών, οργανικά απόβλητα )</p> <p><b>Ενδιάμεσο προϊόν</b> ( θερμική ενέργεια )</p> <p><b>Επεξεργασία αποβλήτων από εξοσυοδοτημένο φορέα</b> ( σίδηρο, ασάλι, ελαττωματικοί περιέκτες, νερό καθαρισμού, νερό αποχέτευσης, χαρτί και χαρτόνι, πλαστικά, ιλύς και λίπη από επεξεργασία λυμάτων, λιπαντικά )</p>	<p><b>Παραγωγή περιεκτών</b></p> <p><b>Μείωση αβιοτικών:</b>(33.8%)</p> <p><b>Υπερθέρμανση:</b> (8.77%)</p> <p><b>Ανθρώπινη τοξικότητα:</b> (8.7%)</p> <p><b>Πετρέλαιο</b></p> <p><b>Μείωση αβιοτικών:</b>(33.9%)</p> <p><b>Υπερθέρμανση:</b> (31.6%)</p> <p><b>Μείωση Όζοντος:</b> (22.8%)</p> <p><b>Φωτοχημική οξείδωση:</b> (41.6%)</p> <p><b>Οξίνιση:</b> (35.8%)</p> <p><b>Ευτροφισμός:</b> (85.4%)</p> <p><b>Μεταφορά περιεκτών</b></p> <p><b>Υπερθέρμανση:</b> (9.2%)</p> <p><b>Ανθρώπινη τοξικότητα:</b> (12.9%)</p> <p><b>Οικοτοξικότητα γλυκού νερού:</b> (12.5%)</p> <p><b>Χερσαία οικοτοξικότητα:</b> (12.9%)</p> <p>( για 1 kg εμπορεύσιμα Μύδια Ψίχα σε κονσέρβα )</p>	<p>Iribarren et al., 2010</p>
--	---	---	---	--	-------------------------------



<p>Υδατοκαλλιέργεια</p> <p>Μύδια (<i>Mytilus galloprovincialis</i>)</p> <p><u>II. Κονσερβοποίηση</u></p> <p>[ Γαλικία, ΒΔ Ισπανία ]</p> <p>( συνέχεια )</p>		<p><b>Πρώτες Ύλες</b> ( θαλασσινό νερό, χρήση έκτασης γής )</p> <p><b>ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ</b></p> <p>▪ <b>Τεχνόσφαιρα</b></p> <p><b>Υλικά</b> ( πλέγμα και σήμανση από HDPE, πόσιμο νερό, πλαστικές συσκευασίες από LDPE )</p> <p><b>Μεταφορά</b> ( διαδρομή για αγορά με επιβατικό πετρελαίου )</p> <p><b>Ενέργεια</b> ( ηλεκτρική )</p>	<p>▪ <b>Περιβάλλον</b></p> <p><b>Εκπομπές στην ατμόσφαιρα</b> ( CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, VOC, NO<sub>x</sub>, CO )</p> <p><b>Εκπομπές στο θαλάσσιο περιβάλλον</b> ( λίπη, BOD<sub>5</sub>, COD, αιωρούμενα στερεά, ολικός P, αμμωνιακό άζωτο NH<sub>3</sub>-N, χλωρίδιο Cl )</p> <p><b>ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ</b></p> <p>▪ <b>Τεχνόσφαιρα</b></p> <p><b>Επεξεργασία αποβλήτων</b> ( πλέγμα και σήμανση, κέλυφος μυδιού, πλαστικές συσκευασίες, λύματα )</p>	<p><i>Χρήση Ηλεκτρικής ενέργειας στις αρχικές διεργασίες στην επεξεργασία και στις τελικές διεργασίες</i></p> <p><b>Ανθρώπινη τοξικότητα:</b> ( 11.7%, 19.2% και 20.8% )</p> <p><b>Οικοτοξικότητα γλυκού νερού:</b> ( 13.5%, 22.1% και 23.9% )</p> <p><b>Θαλάσσια οικοτοξικότητα:</b> ( 19.9%, 32.6%, και 35.3% )</p> <p><b>Χερσαία οικοτοξικότητα:</b> ( 7.74%, 12.7% και 13.7% )</p> <p><i>Διαχείριση υλός</i></p> <p><b>Χερσαία οικοτοξικότητα:</b> ( 30.1% )</p> <p><i>Χρήση Ηλεκτρικής ενέργειας στην επεξεργασία και στις τελικές διεργασίες</i></p> <p><b>Φωτοχημική οξείδωση:</b> ( 11.1% και 12% )</p> <p><b>Οξίνιση:</b> ( 13.8% και 14.9% )</p> <p>( για 1 kg εμπορεύσιμα Μύδια Ψίχα σε κονσέρβα )</p>	<p>Iribarren et al., 2010</p>
---	--	--	--	---	-------------------------------



<p style="text-align: center;"><b>Αλιεία</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Γκριζοσαύριδο</b> ( <i>Trachurus trachurus</i> )</p> <p style="text-align: center;">[ Γαλικία, ΒΑ Ισπανία ]</p>	<p><b>Κατασκευή σκαφών</b></p> <p><b>Λειτουργία αλιευτικών σκαφών</b></p> <p><b>Παραγωγή αντιρρυπαντικών βαφών</b> ( βιοκτονία )</p> <p><b>Αλιεία με γρι-γρι και τράτες βυθού</b></p> <p><b>Παραγωγή διχτυών</b></p> <p><b>Παραγωγή πάγου</b></p> <p><b>Καύσιμα</b></p>	<p><b>Πετρέλαιο</b></p> <p><b>Ατσάλι</b></p> <p><b>Γρίπος</b> ( νάυλον + μόλυβδος + φελλός )</p> <p><b>Αντιρρυπαντικό</b></p> <p><b>Φαβές σκαφών</b></p> <p><b>Λιπαντικό έλαιο πετρελαίου</b></p> <p><b>Πάγος</b></p> <p><b>Ξυλεία</b></p>	<p><b>Εκπομπές στο θαλάσσιο περιβάλλον</b> ( ξυλόλιο, <math>Cu_2O</math>, <math>ZnO</math>, νάυλον-πολυαμίδιο, <math>Pb</math> )</p> <p><b>Εκπομπές στην ατμόσφαιρα</b> ( <math>CO_2</math>, <math>SO_2</math>, <math>VOC</math>, <math>NO_x</math>, <math>CO</math>, <math>HCFC-22</math> ή <math>R-22</math> )</p>	<p><b>Μείωση αβιοτικών:</b> (4.99 και 12.27 kg Sb eq)</p> <p><b>Οξίνιση:</b> (10.1 και 27.22 kg <math>SO_2</math>)</p> <p><b>Ευτροφισμός:</b> (1.84 και 4.97 kg <math>PO_4^{3-}</math>)</p> <p><b>Υπερθέρμανση:</b> (796 και 2278 kg <math>CO_2</math>)</p> <p><b>Μείωση Όζοντος:</b> (8.7E-4 και 7.9E-3 kg CFC 11)</p> <p><b>Ανθρώπινη τοξικότητα:</b> (2.0E5 και 5.7E5 kg 1,4DCB)</p> <p><b>Οικοτοξικότητα γλυκού νερού:</b> ( 73.3 και 196 kg 1,4DCB)</p> <p><b>Θαλάσσια οικοτοξικότητα:</b> (1.78E5 και 3.5E5 kg 1,4DCB)</p> <p><b>Χερσαία οικοτοξικότητα:</b> (1.34 και 3.38 kg 1,4DCB)</p> <p><b>Φωτοχημική οξείδωση:</b> (0.21 και 0.53 kg <math>C_2H_4</math>)</p> <p>(κατανομή μάζας)</p> <p>( για 1 tn Γκριζοσαύριδο αλιευμένο με γρι-γρι και τράτες βυθού )</p>	<p style="text-align: center;"><b>Vázquez-Rowe et al., 2010</b></p>
--	---	--	--	--	---

<p style="text-align: center;">Αλιεία</p> <p style="text-align: center;">Σκουμπρί (<i>Scomber scombrus</i>)</p> <p style="text-align: center;">[ Χώρα των Βάσκων, Ισπανία ]</p>	<p>Κατασκευή σκαφών</p> <p>Καύσιμα</p> <p>Αντιρρυπαντικές Βαφές ( βιοκτονία )</p> <p>Λιπαντικό έλαιο πετρελαίου</p> <p>Χρήση τράτας</p> <p>Κατανάλωση πάγου</p> <p>Ψύξη</p> <p>Συντήρηση σκαφών</p>	<p>Πετρέλαιο</p> <p>Ατσάλι</p> <p>Αντιρρυπαντικό</p> <p>Βαφές σκαφών</p> <p>Έλαιο λίπανσης</p> <p>Πάγος</p> <p>Γρίπος ( νάυλον + μόλυβδος + φελλός )</p>	<p>Σκουμπρί</p> <p>Άλλα πελαγικά είδη</p> <p>Εκπομπές στην ατμόσφαιρα (<math>CO_2</math>, <math>SO_2</math>, <math>VOC</math>, <math>NO_x</math>, <math>CO</math>, <math>HCFC-22</math> ή <math>R-22</math> )</p> <p>Εκπομπές στο θαλάσσιο περιβάλλον ( ζυλόλιο, <math>Cu_2O</math>, <math>ZnO</math>, νάυλον-πολυαμίδιο, <math>Pb</math> )</p>	<p><b>Μείωση αβιοτικών:</b> (0.62, 4.99 και 12.27 kg Sb eq)</p> <p><b>Οξίνιση:</b> (1.04, 10.2 και 27.2 kg <math>SO_2</math>)</p> <p><b>Ευτροφισμός:</b> (0.24, 1.95 και 4.97 kg <math>PO_4^{3-}</math>)</p> <p><b>Υπερθέρμανση:</b> (94.6, 797 2.279 kg <math>CO_2</math>)</p> <p><b>Μείωση Όζοντος:</b> (1.24E-4, 8.66E-4 και 7.86E-3 kg CFC- 11 eq)</p> <p><b>Θαλάσσια οικοτοξικότητα:</b> (351, 226 και 440 t 1,4 DCB)</p> <p><b>Παρεπίπτοντα:</b> (16.3, 33.1 και 727 kg/FU)</p> <p><b>Βένθος:</b> (0, 0 και 0.68 km2)</p> <p>( για 1 tn Σκουμπρί αλιευμένο από γρι- γρι στόλο Βάσκων, παράκτιο γρι-γρι Γαλικίας και παράκτιο στόλο τράτας βυθού Γαλικίας για το έτος 2008 )</p>	<p style="text-align: center;"><b>Ramos et al., 2011</b></p>
---	---	--	---	---	--

<p style="text-align: center;"><b>Αλιεία</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Ευρωπαϊκού Μπακαλιάρου (Merluccius merluccius L.)</b></p> <p style="text-align: center;"><b>[ Ισπανία ]</b></p> <p style="text-align: center;">( αλιευτικά σκάφη Γαλικίας )</p>	<p><b>Λειτουργία αλιευτικών σκαφών</b> ( πετρέλαιο, αντιρρυπαντικές βαφές, κατασκευή σκαφών, παραγωγή πάγου, χρήση δολώματος )</p> <p><b>Παραγωγή Δολώματος</b> ( αλιείωση, αποβίβαση, δημοπρασία, εργασίες, χονδρεμπόριο, μεταφορά )</p> <p><b>Αποβίβαση και Δημοπρασία</b> ( μεταφορά, συντήρηση αλιεύματος )</p> <p><b>Χονδρεμπόριο και Λιανεμπόριο</b> ( μεταφορά στον χονδρέμπορα και στον λιανέμπορα )</p> <p><b>Οικιακή κατανάλωση</b></p>	<p><b>Ενέργεια</b> ( πετρέλαιο, ηλεκτρική ενέργεια )</p> <p><b>Υλικά</b> ( νωπός μπακαλιάρος, ασάλι, δίχτυα, πάγος, βαφές σκαφών, αντιρρυπαντικές βαφές, λιπαντικό έλαιο, χαρτόνι, LDPE, απορρυπαντικό, παλέτες, πολυστυρένιο GPPS, κιβώτια ψαριών, HDPE, πόσιμο νερό, φορτηγά, μεταφορά με επιβατικό για κατανάλωση )</p>	<p><b>Τελικό προϊόν</b> ( δόλωμα, μπακαλιάρος )</p> <p><b>Παραπροϊόντα</b> ( διάφορα πελαγικά είδη )</p> <p><b>Απορρίψεις</b> ( διάφορα παρεπίπτοντα είδη )</p> <p><b>Εκπομπές στην ατμόσφαιρα</b> ( CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, VOC, NO<sub>x</sub>, CO )</p> <p><b>Εκπομπές στο θαλάσσιο περιβάλλον</b> ( ξυλόλιο, Sea nine 211, PhCH<sub>2</sub>CH<sub>3</sub> )</p> <p><b>Στερεά απόβλητα</b> ( πλαστικά, χαρτόνι )</p> <p><b>Οργανικά απόβλητα</b></p>	<p><b>Μείωση αβιοτικών:</b> ( 2.54E-2 και 3.73E-2 g Sb equiv.)</p> <p><b>Οξίνιση:</b> ( 4.77E-2 και 7.62E-2 g SO<sub>2</sub> equiv.)</p> <p><b>Ευτροφισμός:</b> ( 8.98E-3 και 1.43E-2 g PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> equiv.)</p> <p><b>Υπερθέρμανση:</b> ( 3.83 και 5.74 g CO<sub>2</sub> equiv.)</p> <p><b>Μείωση Όζοντος:</b> ( 4.64E-7 και 6.69E-7 g CFC 11 equiv.)</p> <p><b>Θαλάσσια οικοτοξικότητα:</b> ( 484.18 και 618.3 g 1,4DCB equiv.)</p> <p>( για 0.5 kg φιλέτο μπακαλιάρου ή 0.645 kg αποβιβασμένου ολόκληρου μπακαλιάρου αλιευμένος από σκάφη με παραγάδια ή δίχτυα βυθού και υπεράκτιες τράτες )</p>	<p style="text-align: center;"><b>Vázquez-Rowe et al., 2011</b></p>
--	---	--	---	---	---

<p><b>Υδατοκαλλιέργεια</b></p> <p><b>Λαβράκι</b> (<i>Dicentrarchus labrax</i>)</p> <p>[ Τυνησία ]</p>	<p><b>Εκκολαπτήριο</b> ( στάδιο ωοτοκίας και ιχθυϊδίων βάρους έως 2 gr )</p> <p><b>Στάδιο προανάπτυξης</b> ( Διάρκειας έξι μηνών μεχρι να φτάσουν σε βάρος τα 60 με 90 gr )</p> <p><b>Εκτροφή</b> [ σύστημα με επιμήκεις δεξαμενές ( raceway sysytem ) και με σύστημα υδατόπτωσης ( cascade system ) ]</p>	<p><b>Σιτηρέσιο</b> ( πρωτεΐνες, λιπίδια κυτταρίνη, τέφρα φώσφορος P )</p> <p><b>Πρώτες Ύλες</b> ( ιχθύδια )</p> <p><b>Νερό</b> ( θαλασσινό νερό )</p> <p><b>Ενέργεια</b></p> <p><b>Οξυγόνο</b></p> <p><b>Υποδομές</b> ( τσιμέντο, χάλυβας, PVC )</p>	<p><b>Εκπομπές στην ατμόσφαιρα</b> ( <math>CO_2</math>, <math>CH_4</math>, <math>N_2O</math> )</p> <p><b>Εκπομπές από τον μεταβολισμό και μη μεταβολισμό</b></p> <p><b>Θνησιμότητα</b></p> <p><b>Υπολλείματα ζωοτροφής</b> ( μη καταναλωμένη τροφή )</p> <p><b>Στερεό και διαλυμένο Άζωτο (N)</b></p> <p><b>Στερεός και διαλυμένος Φώσφορος (P)</b></p>	<p><b>Ευτροφισμός:</b> ( 180 και 215 kg <math>PO_4</math>-eq )</p> <p><b>Υπερθέρμανση:</b> ( 11.087 και 17.449 kg <math>CO_2</math>-eq )</p> <p><b>Οξίνιση:</b> ( 54 και 70 kg <math>SO_2</math>-eq )</p> <p><b>Χρήση Ενέργειας:</b> ( 175 000 και 280 000 MJ )</p> <p><b>Καθαρή πρωτογενής παραγωγή ( περιεκτικότητα άνθρακα C σε kg ): ( 64 000 και 76 000 kg C )</b></p> <p><b>Εξάρτηση Ύδατος:</b> ( 190 000 και 396 000 <math>m^3</math> )</p> <p><b>Χρήση Έκτασης:</b> ( 4260 και 4940 <math>m^2</math> ανά έτος )</p> <p>( για 1 tn ζώντος βάρους ιχθύων με το παραδοσιακό σύστημα επιμηκών δεξαμενών και με σύστημα υδατόπτωσης )</p>	<p><b>Jerbi et al., 2012</b></p>
---	--	---	---	---	----------------------------------



<p><b>Υδατοκαλλιέργεια</b></p> <p><b>Ιριδίζουσα Πέστροφα ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> )</b></p>	<p><b>Εκτροφή Πέστροφας</b> ( αλιεία, γεωργία για την παραγωγή σόγιας, φοινικέλαιου, κριθαριού υδατοκαλλιέργεια Κυπρίνου )</p> <p><b>Επεξεργασία πρώτων υλών για σιτηρέσιο Πέστροφας</b> ( άλεση ζωοτροφών για δημιουργία ιχθυελαίου και ιχθυάλευρου, συμπληρωματικές καλλιέργειες, επεξεργασία και συσκευασία )</p> <p><b>Εκκολαπτήριο</b></p> <p><b>Πάχυνση</b></p> <p><b>Μεταφορά</b></p> <p><b>Καύσιμα</b></p>	<p><b>Υλικά</b> ( χρήση έκτασης, χρήση ύδατος, σιτηρέσιο Πέστροφας )</p> <p><b>Ενέργεια</b> ( μεταφορές, ηλεκτρισμός )</p> <p><b>Λιπάσματα</b></p>	<p><b>Τελικό Προϊόν</b> ( Ιριδίζουσα Πέστροφα )</p> <p><b>Εκπομπές στην ατμόσφαιρα</b> ( Φώσφορος P και Άζωτο N )</p> <p><b>Εκπομπές στο έδαφος</b> ( Φώσφορος P και Άζωτο N )</p>	<p><b>Οξίνιση:</b> ( 10.73, 10.83 και 40.72 kg SO<sub>2</sub> eq )</p> <p><b>Ευτροφισμός:</b> ( 60.36, 60.03 και 4.04 kg PO<sub>4</sub> eq )</p> <p><b>Υπερθέρμανση:</b> ( 2239.44, 3561.28 και 13622.38 kg CO<sub>2</sub> eq )</p> <p><b>Χρήση έκτασης:</b> ( 1279.71, 1008.18 και 1474.11 m<sup>2</sup>a )</p> <p>( για 1 tn ζώντος βάρους Ιριδίζουσας Πέστροφας με εκτατικό, εντατικό και ανκυκλοφορίας νερού σύστημα υδατοκαλλιέργειας )</p>	<p><b>Samuel-Fitwi et al., 2013</b></p>
---	--	--	--	--	---

<p><b>Υδατοκαλλιέργεια</b></p> <p><b>Κυπρίνου</b> ( <i>Cyprinus carpio carpio</i> )</p> <p>και</p> <p><b>Τιλάπια Νείλου</b> ( <i>Oreochromis Niloticus</i> )</p> <p><b>[ Κιράτα, Ινδονησία ]</b></p> <p>( Το ενδιαφέρον για τον ποταμό " <i>Ciratum</i> " της Δυτικής Ιάβας στην Ινδονησία είναι μεγάλο λόγω της ιδιέτερα υψηλής περιβαλλοντικής επιβάρυνσής του. Οι εγκαταστάσεις της συνδυαστικής υδατοκαλλιέργειας Κυπρίνου και Τιλάπια βρίσκονται στην λεκάνη απορροής του φράγματος. Η παραπάνω σημείωση δεν αποτελεί συμπέρασμα της μελέτης )</p>	<p><b>Παραγωγή σιτηρέσιου για εκτροφή</b></p> <p><b>Εκτροφή γεννητόρων</b></p> <p><b>Παραγωγή οξυγόνου για τους πλωτήρες</b></p> <p><b>Παραγωγή καυσίμων</b></p> <p><b>Κατασκευή</b></p> <p><b>Παροχή ύδατος</b></p> <p><b>Ιχθυΐδια Κυπρίνου</b> <b>Ιχθυΐδια Τιλάπια</b></p> <p><b>Εκτροφή</b></p> <p><b>Αγορά</b> ( <b>χονδρική/λιανική</b> )</p> <p><b>Μεταφορά</b> ( <b>σε όλα τα στάδια</b> )</p>	<p><b>Ενέργεια</b> ( <i>ηλεκτρική</i> )</p> <p><b>Υλικά</b> ( <i>θαλάσσια αλιεύματα για ιχθυάλευρα και "pellet", χημικά για την κοπρία κοτόπουλου και φυτική παραγωγή</i> )</p> <p><b>Πρώτε ύλες για σιτηρέσιο</b> ( <i>Ριζάλευρο</i> <i>Ιχθυάλευρο, Ιχθυέλαιο</i> <i>Σόγια, πίτουρο σιταριού, αραβόσιτο, πρωτεΐνες, λίπη, φυτικές ίνες, τέφρα, φώσφορο P, υγρασία</i> )</p>	<p><b>Απόβλητα</b></p> <p>και</p> <p><b>Ρύποι</b></p>	<p><b>Παροχή ύδατος:</b> ( <i>877 και 1121 m<sup>3</sup></i> )</p> <p><b>Χρήση έκτασης:</b> ( <i>1585 και 1839 m<sup>2</sup> ανά έτος</i> )</p> <p><b>Κατανάλωση ενέργειας:</b> ( <i>28,645 και 32,945 MJ</i> )</p> <p><b>Υπερθέρμανση:</b> ( <i>1727 και 2025 kg CO<sub>2</sub> eq</i> )</p> <p><b>Οξίνιση:</b> ( <i>13.6 και 15.9 kg SO<sub>2</sub> eq</i> )</p> <p><b>Ευτροφισμός:</b> ( <i>98 και 146 kg PO<sub>4</sub> eq</i> )</p> <p><b>Καθαρή πρωτογενής παραγωγή ( περιεκτικότητα άνθρακα C σε kg ):</b> ( <i>14.205 και 16.462 kg C</i> )</p> <p>( για 1 tn Κυπρίνου και Τιλάπια σε μεγάλες εγκαταστάσεις <b>υψηλής ιχθυοπυκνότητας</b> και μικρές εγκαταστάσεις χαμηλής ιχθυοπυκνότητας )</p>	<p><b>Mungkung et al., 2013</b></p>
---	---	--	---	--	-------------------------------------

<p><b>Υδατοκαλλιέργεια</b></p> <p>Σολομός Ατλαντικού (<i>Salmo salar</i>) με σύστημα ανακυκλοφορίας</p> <p>[ Νορβηγία, Γαλλία ]</p> <p>και</p> <p>Κυπρίνος (<i>Cyprinus carpio</i>), Γλήνι (<i>Tinca tinca</i>), Πέρκα (<i>Perca fluviatilis</i>), Τσιρώνι (<i>Rutilus rutilus</i>), Αλευρίκι (<i>Stizostedion Lucioperca</i>), Τούρνα (<i>Esox lucius</i>) με εκτατικό και ημί-εκτατικό σύστημα</p> <p>[ Γαλλία ]</p>	<p>Κατασκευή υποδομών</p> <p>Παραγωγή των εισροών στην υδατοκαλλιέργεια</p> <p>Παραγωγή ιχθυδίων</p> <p>Λειτουργία υδατοκαλλιέργειας</p> <p>Παραγωγή ενέργειας</p> <p>Παραγωγή χημικών</p> <p>Παραγωγή σιτηρεσίων</p> <p>Μεταφορές</p>	<p>Παροχή ύδατος</p> <p>Ιχθύδια</p> <p>Πρώτε ύλες για σιτηρέσιο</p> <p>Υγρό Οξυγόνο</p> <p>Χημικά</p> <p>Καύσιμα</p> <p>Ηλεκτρισμός</p> <p>Εξοπλισμός</p>	<p>Τελικό προϊόν (ιχθύες)</p> <p>Στερεά απόβλητα</p> <p>Άζωτο N</p> <p>Φόσφορο P</p> <p>SO<sub>2</sub></p> <p>NH<sub>3</sub></p> <p>NO<sub>3</sub></p> <p>NO<sub>x</sub></p>	<p><b>Υπερθέρμανση:</b> ( 3378, 1427 και 8585 kg CO<sub>2</sub> eq )</p> <p><b>Καθαρή πρωτογενής παραγωγή ( περιεκτικότητα άνθρακα C σε kg ):</b> ( 31.550, 333 και 744 kg C )</p> <p><b>Χρήση ενέργειας:</b> ( 110, 118 και 173 GJ )</p> <p><b>Ευτροφισμός:</b> ( 35, 16 και 24 kg PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> eq )</p> <p><b>Παροχή Ύδατος:</b> ( 2500, 41.000 και 7500 m<sup>3</sup> )</p> <p><b>Οξίνιση:</b> ( 13.6, 10.5 και 50 kg SO<sub>2</sub><sup>-</sup> eq )</p> <p><b>Χρήση έκτασης:</b> ( 740, 30.897 και 56 750 m<sup>2</sup> yr<sup>-1</sup> )</p> <p>( για 1 tn ιχθύων από σύστημα ανακυκλοφορίας νερού , εκτατική και ημι-εκτατική υδατοκαλλιέργεια )</p>	<p><b>Wilfart et al., 2013</b></p>
--	--	---	--	--	------------------------------------



<p style="text-align: center;"><b>Αλιεία</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Σαρδέλα (Sardina pilchardus)</b></p> <p style="text-align: center;"><b><u>I. Κονσερβοποίηση</u></b></p> <p style="text-align: center;"><b>[ Γαλικία, ΒΑ Ισπανία ]</b></p> <p>( στην συγκεκριμένη μελέτη λαμβάνεται υπόψη και η αλιεία του μπακαλιάρου καθώς για την αλίευσή του γίνεται χρήση δολώματος σαρδέλας )</p>	<p><b>Αλιεία</b></p> <p><b>Δημοπρασία</b></p> <p><b>Εργαστάσιο κονσερβοποιίας</b> (Παραλαβή, καθαρισμός, τεμαχισμός-περιέκτες, μαγείρεμα, τελική επεξεργασία εργασιές, καθαρισμός μεταφορά στον χονδρέμπορο)</p> <p><b>Δολώματα σαρδέλας και αλιεία μπακαλιάρου</b> ( ψύξη δολώματος, αποθήκευση και μεταφορά στο λιμάνι, αλιεία μπακαλιάρου και δημοπρασία στο λιμάνι )</p>	<p><b>Σαρδέλες ζώντος βάρους</b></p> <p><b>Αλιεία</b> ( Πετρέλαιο χάλυβας, γρίπος αντιρρυπαντικό πάγος )</p> <p><b>Δημοπρασία</b> [ Παλέτες, πολυστυρένιο (GPPS), απορρυπαντικό, κιβώτια ιχθύων, ηλεκτρισμός ]</p> <p><b>Εργαστάσιο κονσερβοποιίας</b> ( ηλεκτρισμός για τα μηχανήματα, υλικά συσκευασίας, αλάτι, κασσίτερος, καπάκια, ελαιόλαδο, κουτί από χαρτόνι, κόλλα, κολλητική ταινία, πλάκες κασσίτερου, ταινία, λευκαντικό λιπαντικό λάδι,</p>	<p><b>Κονσέρβα σαρδέλα</b></p> <p><b>Παραπροϊόντα</b></p> <p><b>Βιομάζα για ιχθυάλευρα από τεμαχισμό</b></p> <p><b>Υπολείμματα κολλητικής ταινίας</b></p> <p><b>Υπολείμματα NaCl</b></p> <p><b>HCFC-22 ή R-22</b></p> <p><b>Δόλωμα σαρδέλας</b></p> <p><b>Μπακαλιάρος</b> ( και παρεπίπτοντα από την αλίευση )</p> <p><b>Εκπομπές στην ατμόσφαιρα</b> ( CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO και από καύση βιοαερίου έχουμε: CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, NO<sub>2</sub>, NMVOC )</p>	<p><b>Υπερθέρμανση:</b> (3.36, <b>4.71E-1</b>, και 1.44 kg CO<sub>2</sub> eq)</p> <p><b>Μείωση Όζοντος:</b> ( 7.48E-7, <b>2.01E-7</b> και 6.65E-6 kg CFC-11 eq )</p> <p><b>Ανθρώπινη τοξικότητα:</b> ( 1.71, <b>1.73E-1</b> και 1.80E-1 kg 1,4-DB eq )</p> <p><b>Φωτοχημική οξείδωση:</b> ( 1.78E-2, <b>3.57E-3</b> και 2.09E-2 kg NMVOC )</p> <p><b>Σχηματισμός αιωρούμενων σωματιδίων:</b> ( 1.20E-2, <b>1.22E-3</b> και 5.87E-3 kg PM<sub>10</sub> eq )</p> <p><b>Ιονίζουσα ακτινοβολία:</b> ( 9.18E-1, <b>1.57E-1</b> και 1.07E-1 kg U235 eq )</p> <p><b>Οξίνιση:</b> ( 1.98E-2, <b>3.36E-3</b> και 1.53E-2 kg SO<sub>2</sub> eq )</p> <p><b>Ευτροφισμός γλυκού νερού:</b> ( 2.36E-3, <b>4.00E-4</b> και 2.26E-4 kg P eq )</p> <p><b>Ευτροφισμός θαλασσινού νερού:</b> ( 1.94E-3, <b>2.87E-3</b> και 3.53E-3 kg N eq )</p> <p><b>Χερσαία οικοτοξικότητα:</b> ( 7.60E-2, <b>- 7.21E-4</b> και -1.81E-3 kg 1,4-DB eq )</p>	<p style="text-align: center;"><b>Vázquez-Rowe et al., 2014</b></p>
---	--	---	--	--	---



<p style="text-align: center;"><b>Αλιεία</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Σαρδέλα</b> ( <i>Sardina pilchardus</i> )</p> <p style="text-align: center;"><u><b>II. Κονσερβοποίηση</b></u></p> <p style="text-align: center;">[ Γαλικία, ΒΔ Ισπανία ]</p> <p style="text-align: center;">( συνέχεια )</p>	<p><b>Χονδρεμπόριο και Λιανεμπόριο</b></p> <p><b>Κατανάλωση σαρδέλας</b> ( τηγάνισμα, ψήσιμο και κονσέρβα )</p> <p><b>Κατανάλωση μπακαλιάρου</b> ( τηγάνισμα, βράσιμο )</p> <p><b>Ανθρώπινα απόβλητα</b></p> <p><b>Μεταφορές</b></p>	<p>απορρυπαντικό, χημικά, πόσιμο νερό, NaCl )</p> <p><b>Δόλωμα</b> [ Σαρδέλες, χαρτόνι πολυαιθυλένιο (LDPE) απορρυπαντικό, ηλεκτρική ενέργεια μεταφορά ]</p> <p><b>Αλιεία μπακαλιάρου</b> ( ντίζελ, χάλυβας πάγος, βαφές σκαφών, αντιρρυπαντικές βαφές λιπαντικό έλαιο )</p> <p><b>Χονδρεμπόριο και Λιανεμπόριο</b> ( πολυαιθυλένιο HDPE )</p> <p><b>Κατανάλωση σαρδέλας</b> ( ελαιόλαδο, αλάτι, αλεύρι, νερό, ξύλο, ηλεκτρική ενέργεια )</p>	<p><b>Εκπομπές στο θαλάσσιο περιβάλλον</b> ( ξυλόλιο, Sea nine 211, PhCH<sub>2</sub>CH<sub>3</sub>, VOC, TOC, BOD, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, ολικός-P, Cl, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> στο υπόγειο νερό, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> στο ποτάμι, ολικό-N)</p> <p><b>Στερεά απόβλητα</b> ( πλαστικά και χαρτόνι για ανακύκλωση και σε XYTA )</p> <p><b>Περιέκτες για ανακύκλωση και απόβλητα αυτών</b></p> <p><b>Βιοντίζελ</b> ( υπολείμματα τηγανίσματος )</p> <p><b>Στο έδαφος</b> ( TOC, Al, Fe )</p>	<p><b>Οικοτοξικότητα γλυκού νερού:</b> ( 1.41E-1, 2.78E-2 και 6.68E-3 kg 1,4-DB eq )</p> <p><b>Θαλάσσια οικοτοξικότητα:</b> ( 2.02E-1, 6.06E-3 και 4.97E-2 kg 1,4-DB eq )</p> <p><b>Χρήση αγροτικής έκτασης:</b> ( 3.94, 3.02E-2 και 2.36E-2 m<sup>2</sup>a )</p> <p><b>Χρήση αστικής έκτασης:</b> ( 7.57E-2, 2.78E-3 και 3.72E-3 m<sup>2</sup>a )</p> <p><b>Μετασχηματισμός φυσικού τοπίου:</b> ( 5.92E-3, 1.10E-4 και 5.13E-4 m<sup>2</sup> )</p> <p><b>Χρήση ύδατος:</b> ( 4.89E-1, 1.85E-1 και 2.64E-2 m<sup>3</sup> )</p> <p><b>Χρήση ορυκτών:</b> ( 6.10, 3.33E-2 και 2.57E-2 kg Fe eq )</p> <p><b>Χρήση ορυκτών καυσίμων:</b> ( 1.36, 1.27E-1 και 3.90E-1 kg oil eq )</p> <p>[ για ( 17.26 gr ) πρωτεΐνης που περιέχονται σε μία κονσέρβα σαρδέλας. <b>Σενάριο (Α):</b> κατανάλωση σαρδέλας σε κονσέρβα, ( <u>οικονομική κατανομή των εσόδων</u> ). <b>Σενάριο (Β):</b> κατανάλωση φρέσκιας σαρδέλας ( <u>τηγάνισμα</u> ) και <b>Σενάριο (Γ):</b> δόλωμα σαρδέλας για αλίευση μπακαλιάρου ( <u>τηγάνισμα</u> ) ]</p>	<p style="text-align: center;"><b>Vázquez-Rowe et al., 2014</b></p> <p>[ <b>Σημείωση:</b> Επιλέχθηκε η οικονομική κατανομή από το Σενάριο (Α), μιας και όλα τα έσοδα του εργοστασίου προέρχονται από την κονσέρβα σαρδέλας, άρα όλες οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις συνδέονται με αυτό το προϊόν. Όσον αφορά τα Σενάρια (Β) και (Γ) επιλέχθηκε το τηγάνισμα για σαρδέλα και μπακαλιάρο. Στον πίνακα ( 2 ) της παρούσας μελέτης των Vázquez-Rowe et al., (2014) δίνονται όλες οι κατανομές που συνδέονται με τις επιπτώσεις αλλά λόγω όγκου δεδομένων επιλέχθηκαν οι προαναφερόμενες κατανομές με τις αντίστοιχες περιβαλλοντικές επιπτώσεις.]</p>
---	--	---	--	---	--

<p><b>Διαχείριση Ζωϊκών Υποπροϊόντων</b></p> <p><b>Επεξεργασία υποπροϊόντων Σολομού (<i>Salmo salar</i>) για παραγωγή Ιχθυάλευρου, Ιχθυέλαιου και Ζελατίνης</b></p> <p>[ Σίτκα, Αλάσκα ]</p>	<p><b>Υποπροϊόντων Σολομού</b></p> <p><b>Μεταφορά</b> (καυσίμων, χημικών)</p> <p><b>Χρήση Καυσίμων</b> (θέρμανση, ηλεκτρισμός)</p> <p><b>Άλεση και θερμική επεξεργασία</b> (grinding / cooking)</p> <p><b>Χημικά</b> [ προσθήκη χημικών για σταθεροποίηση (stabilization) και εξουδετέρωση παθογόνων μικροοργανισμών (neutralization) ]</p> <p><b>Ανάκτηση Παραπροϊόντων</b></p> <p><b>Επιμελητεία</b> (logistics)</p>	<p><b>Υποπροϊόντα Σολομού</b> (σπλάχνα, κεφάλια, ουρές και άλλα υπολλείματα)</p> <p><b>Ενέργεια</b> (ηλεκτρική, πετρέλαιο για λέβητα.)</p> <p><b>Χημικά</b> (<math>H_3O_4P</math>, <math>C_3H_6O_2</math> και <math>NaOH</math>)</p>	<p><b>Παραπροϊόντα Σολομού</b> (ιχθυέλαια, ιχθυάλευρα και ζελατίνη)</p> <p><b>Εκπομπές στην ατμόσφαιρα</b> (<math>H_2S</math>, <math>CO_2</math>, <math>N_2O</math>, <math>CH_4</math>, <math>NH_3</math>, <math>SO_2</math>)</p> <p><b>Εκπομπές στο θαλάσσιο περιβάλλον</b> (<math>P</math>, <math>N</math>, <math>H_2S</math>)</p> <p><b>Οργανικά απόβλητα στον ωκεανό</b></p> <p><b>Αφιλτράριστο και Φιλτραρισμένο νερό σε παραπόταμο</b> (<math>COD</math>)</p>	<p><b>ΜΕ ΕΠΕΚΤΑΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ</b></p> <p><b>Ευτροφισμός:</b> (<math>1.5E+01</math>, <math>8.6E+00</math>, <math>-8.0E-01</math>, <math>-2.8E-01</math> g <math>PO_4</math> eq)</p> <p><b>Οξίνιση:</b> (<math>1.4E+00</math>, <math>-2.8E+00</math>, <math>-5.1E+00</math>, <math>-4.8E+00</math> g <math>SO_2</math> eq)</p> <p><b>Υπερθέρμανση:</b> (<math>2.2E-01</math>, <math>-1.0E-01</math>, <math>-1.0E-01</math>, <math>-7.4E-02</math> kg <math>CO_2</math> eq)</p> <p><b>ΧΩΡΙΣ ΕΠΕΚΤΑΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ</b></p> <p><b>Ευτροφισμός:</b> (<math>1.5E+01</math>, <math>9.8E+00</math>, <math>1.0E+00</math>, <math>1.6E+00</math> g <math>PO_4</math> eq)</p> <p><b>Οξίνιση:</b> (<math>1.4E+00</math>, <math>7.0E-01</math>, <math>2.9E-01</math>, <math>9.4E-01</math> g <math>SO_2</math> eq)</p> <p><b>Υπερθέρμανση:</b> (<math>2.2E-01</math>, <math>1.7E-01</math>, <math>2.5E-01</math>, <math>2.9E-01</math> kg <math>CO_2</math> eq)</p> <p>(για 1 kg υποπροϊόντα Σολομού. Άλεση και απόρριψη, συμβατική μέθοδος, μέθοδος Montlake φρέσκων υποπροϊόντων και Montlake μέθοδος σταθεροποίησης. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται σε σύγκριση με την άλεση και απόρριψη)</p>	<p><b>Cooper et al., 2014</b></p> <p>[ Σημείωση: η επέκταση συστήματος (system expansion) αποτελεί μέθοδο στην φάση της Απογραφής Κύκλου Ζωής (LCI) όπως και η κατανομή (allocation). Στην μελέτη τους οι Cooper et al., (2014) έδωσαν τον μέσο όρο των αποτελεσμάτων σε ισοδύναμα περιβαλλοντικών επιπτώσεων. ]</p>
--	--	--	---	--	--

## 4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η ενασχόληση του ανθρώπου με την Αλιεία και την Υδατοκαλλιέργεια αποτελεί θα λέγαμε μία αρχέγονη ανάγκη για την εξασφάλιση της τροφής του. Στην ιστορία του ανθρώπου μέχρι τώρα η Αλιεία δημιούργησε θετικά αντίκτυπα στην οικονομία του ατόμου αλλά από την άλλη και ιδιέτερα τα τελευταία εκατό χρόνια, δημιούργησε και πολλά αρνητικά με κύριο αποδέκτη το φυσικό περιβάλλον. Ακριβώς εκεί εδράζεται το ενδιαφέρον και η σπουδή της συγκεκριμένης μεταπτυχιακής διπλωματικής εργασίας και ιδιέτερα στις περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την παραγωγή προϊόντων υδρόβιας ζωϊκής παραγωγής.

Η Εκτίμηση Κύκλου Ζωής ή ΕΚΖ ( Life Cycle Assessment – LCA ) χρησιμοποιήθηκε ως μέθοδος ανάλυσης των πιθανών περιβαλλοντικών επιπτώσεων από διαφορετικές πρακτικές τόσο στην Αλιευτική παραγωγή όσο και στην Υδατοκαλλιέργεια κατά κύριο λόγο. Ο κύκλος ζωής των προϊόντων υδρόβιας ζωϊκής παραγωγής που μελετήθηκε στην παρούσα διπλωματική εργασία χαρακτηρίζεται από ποικιλότητα λόγω του μεγάλου αριθμού από είδη υδρόβιας ζωϊκής προέλευσης, ούτως ώστε να εξασφαλίζεται η συγκρισιμότητα των αποτελεσμάτων.

Η συγκέντρωση μεγάλου αριθμού δεδομένων αποτελεί μία χρονοβόρα διαδικασία και πολλές φορές υπάρχει η ανάγκη για μία συστηματική κατάταξη αυτών με σκοπό την πληρέστερη παρουσίασή τους.

Τα συλλεγόμενα στοιχεία μπορούν να συνδυαστούν μεταξύ τους όπως στην περίπτωση της “ συνεργασίας ” των τριών μεθόδων εκτίμησης κύκλου ζωής όπου είδαμε πως το Κόστος Κύκλου Ζωής ή ΚΚΖ ( Life Cycle Cost – LCC ) μαζί με την Κοινωνική Εκτίμηση Κύκλου Ζωής ( Social Life Cycle Assessment – SLCA ) και την

Περιβαλλοντική Εκτίμηση Κύκλου Ζωής ( Environmental Life Cycle Assessment – LCA ) μπορούν να εφαρμοστούν για το ίδιο προϊόν, με στόχο μία πιο ολοκληρωμένη εικόνα των πιθανών κοινωνικών, οικονομικών και περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Χρειάζεται όμως να ενισχυθεί η βιβλιογραφία με περισσότερες μελέτες περιπτώσεων καθώς η πλειονότητα αυτών καλύπτει μόνο το σκέλος των επιπτώσεων στο περιβάλλον. Όπως αναφέρθηκε αυτό είναι και το αντικείμενο της μεταπτυχιακής διπλωματικής εργασίας και αυτό λόγω της ανύπαρκτης όσον αφορά τον αριθμό, σε μελέτες που εστιάζουν πέρα από τις επιπτώσεις στο περιβάλλον και στον κοινωνικό αντίκτυπο και αντίστροφα. Γενικότερα κάθε κοινωνία επηρεάζεται είτε άμεσα είτε έμμεσα και κυρίως την σημερινή εποχή όπου η οικονομική κρίση αποτελεί απόρροια τόσο της περιβαλλοντικής όσο και της κοινωνικής κρίσης.

Τα προϊόντα υδρόβιας ζωϊκής παραγωγής ανάλογα με τον τρόπο παραγωγής τους αναλύθηκαν σε συγκεντρωτικούς πίνακες με τα κυριότερα χαρακτηριστικά τους και ιδιέτερα τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις στον κύκλο ζωής τους. Οι σημαντικότερες από αυτές όπως η οξίνιση, ο ευτροφισμός, η φωτοχημική οξείδωση, η υπερθέρμανση του πλανήτη, η θαλάσσια οικοτοξικότητα, η τοξικότητα στον άνθρωπο και η οικοτοξικότητα του γλυκού νερού, η χρήση της γής και νερού. Όπου υπάρχει μεγάλη βιομηχανοποίηση ή υπεραλίευση τα αποτελέσματα είναι αρνητικά με υψηλές τιμές.

Οι υψηλές τιμές των δεικτών περιβαλλοντικών επιπτώσεων ανάλογα με την λειτουργική μονάδα, η οποία καθορίζεται σύμφωνα με τις ανάγκες της κάθε μελέτης, έχουν να κάνουν χωρίς άλλο με την αλόγιστη και χωρίς ηθικούς περιορισμούς υπεραλίευση αλλά και με την υδατοκαλλιέργεια όταν δεν τηρούνται οι κανόνες στην παραγωγή.



## 5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

### Ελληνόγλωσση

ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΕΛΕΓΚΤΙΚΟ ΣΥΝΕΔΡΙΟ (ECA) (2011) Ειδική έκθεση αριθ. 12: « Συνέβαλαν τα μέτρα της ΕΕ στην προσαρμογή της ικανότητας των αλιευτικών στόλων στις διαθέσιμες αλιευτικές δυνατότητες; » ( ΕΕ L 358 της 31.12.2002, σ. 59 ).  
[http://www.europarl.europa.eu/meetdocs/2009\\_2014/documents/cont/dv/sr12\\_/sr12\\_e1.pdf](http://www.europarl.europa.eu/meetdocs/2009_2014/documents/cont/dv/sr12_/sr12_e1.pdf) ( πρόσβαση 13/3/2015 ).

Οδηγία 2000/60/ΕΚ ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ της 23ης Οκτωβρίου 2000 “ για την θέσπιση πλαισίου κοινοτικής δράσης στον τομέα της πολιτικής των υδάτων ”.  
[http://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:5c835afb-2ec6-4577-bdf8-756d3d694eeb.0002.02/DOC\\_1&format=PDF](http://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:5c835afb-2ec6-4577-bdf8-756d3d694eeb.0002.02/DOC_1&format=PDF) ( πρόσβαση 15/3/2015 ).

### Ξενόγλωσση

Aubin, J., Papatryphon, E., van der Werf, H.M.G., Chatzifotis, S. ( 2009 ) Assessment of the environmental impact of carnivorous finfish production systems using life cycle assessment. *Journal of Cleaner Production*, 17:354–361.

Australian / New Zealand Standard (1999) *Life cycle costing: an application guide*. Standards Association of Australia; Standards New Zealand, Homebush/-Wellington, AS/NZS 4536:1999, p 4.  
<http://www.saiglobal.com/pdftemp/previews/osh/as/as4000/4500/4536.pdf>  
( πρόσβαση 4/2/2015 ).

Avadí A., Freon P. ( 2013 ) Life cycle assessment of fisheries: A review for fisheries scientists and managers. *Fisheries Research*, 143:21-38.

Ayer, W.N., Tyedmers, H.P. ( 2009 ) Assessing alternative aquaculture technologies: life cycle assessment of salmonid culture systems in Canada. *Journal of Cleaner Production*, 17:362–373.

Bardi, U. ( 2011 ) *The Limits to Growth Revisited*. Springer, New York, p ix.

Baker, C.G.J., Lababidi, H.M.S. (2013) Protecting the Environment. **In:** Baker, G.J.C. (ed) *Handbook of Food Factory Design*. Springer, New York, pp 199-228.

Benoît, C., Norris, A. G., Valdivia, S., Citroth, A., Moberg, A., Bos, U., Prakash, S., Ugaya, C., Beck, T. (2010) The guidelines for social life cycle assessment of products: just in time!. *The International Journal of Life Cycle Assessment* 15:156–163.

Bierer, A., Meynerts, L., Götze, U. ( 2013 ) Life Cycle Assessment and Life Cycle Costing - Methodical Relationships, Challenges and Benefits of an Integrated Us **In:** Nee, A., Song, B., Ong, S-K (eds ) *Re-engineering Manufacturing for Sustainability*. Springer, Singapore, pp 415-420.

Clay, M. C., Fong, S. S. ( 2013 ) Life Cycle Assessment **In: Developing Biofuel Bioprocesses Using Systems and Synthetic Biology**. Springer, New York, pp 15-17.

Cooper, J., Diesburg, S., Babej, A., Noon, M., Kahn, E., Puettmann, M., Colt, J. ( 2014 ) Life Cycle Assessment of products from Alaskan salmon processingwastes: Implications of coproduction, intermittent landings, andstorage time. *Fisheries Research*, 151:26–38.

Curran, M.A. ( 1994 ) *Life-Cycle Assessment: Inventory Guidelines and Principles*. CRC Press, pp 1-4.

Dreyer, C. L., Hauschild, Z, M., Schierbeck, J. ( 2006 ) A Framework for Social Life Cycle Impact Assessment. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 11(2):88-97.

Dreyer, C. L., Hauschild, Z, M., Schierbeck, J. ( 2010 ) Characterisation of social impacts in LCA. *The International Journal of Life Cycle Assessment*,15(3):247-259.

Environmental Protection Agency ( 2006 ) *Life cycle assessment: principles and practice National Risk Management* by: Scientific Applications International Corporation (SAIC). EPA/600/R-06/060. Research Laboratory, Office of Research and Development. Cincinnati, Ohio, USA.

<http://nepis.epa.gov/Exe/ZyPDF.cgi/P1000L86.PDF?Dockey=P1000L86.PDF>

( πρόσβαση: 1/2/2015)

FAO, ( 2010 ). *The State of World Fisheries and Aquaculture 2010*. Rome, pp. 197. Pdf available at: <http://www.fao.org/docrep/013/i1820e/i1820e00.htm> ( πρόσβαση 4/4/2015 ).

FAO, ( 2012 ). *The State of World Fisheries and Aquaculture 2012*. Rome, pp. 209. Pdf available at: <http://www.fao.org/docrep/016/i2727e/i2727e00.htm> ( πρόσβαση 4/4/2015).

FAO. ( 2014 ). *The State of World Fisheries and Aquaculture 2014*. Rome, pp. 223. Pdf available at: <http://www.fao.org/3/a-i3720e/index.html> ( πρόσβαση 4/4/2015 ).

Finkbeiner, M., Inaba, A., Tan, B.H.R., Christiansen, K., Klüppel, J.H. ( 2006 ) The New International Standards for Life Cycle Assessment: ISO 14040 and ISO 14044. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 11(2):80-85.

Frischknecht, R. (1998) *Life Cycle Inventory Analysis For Decision Making. Scope-depedent inventory system models and context-joint programme allocation*. Swiss Federal Institute Of Technology Zurich. Diss. ETH Nr. 12599: <http://www.esu-services.ch/fileadmin/download/frischknecht-1998-PHD.pdf> ( πρόσβαση 3/1/2015 ).

Gasafi E., Meyer L., Schebek L. ( 2003 ) Using life-cycle assessment in process design: supercritical waster gasification of organic feedstocks. *Journal of Industrial Ecology*, 7 (3-4): 75-91. DOI: 10.1162/108819803323059415.



Geddes, (Sir) Patrick. (1881) *The Classification Of Statistics And Its Results*. From the Proceedings of Royal Society of Edinburgh, vol. xi. A & C Black, Edinburgh, pp 42: <https://archive.org/details/classificationof00gedduoft> ( πρόσβαση 1/2/15 ). Book contributor Gerstein - University of Toronto ( eBook σε Pdf ).

Goldsmith, E., Allen, R., Allabay, M., Davoll, J. and Lawrence, S. (1972). A Blueprint for Survival. *The Ecologist*: 2 ( 1 ).

Hastings, A. J. N. ( 2010 ) Life Cycle Costing **In**: *Physical Asset Management*. Springer, London, pp 197-208.

Henriksson J. G. P., Guinée B. J., Kleijn R. and Geert R. de Snoo. ( 2012 ) Life cycle assessment of aquaculture systems—a review of methodologies. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 17:304-313.

Hoogmartens, R., Van Passel, S., Van Acker, K., Dubois, M. ( 2014 ) Bridging the gap between LCA, LCC and CBA as sustainability assessment tools. *Environmental Impact Assessment Review*, 48:27-33.

Hospido, A., Tyedmers, P. ( 2005 ) Life cycle environmental impacts of Spanish tuna fisheries. *Fisheries Research*, 76: 174-186.

Hunkeler, D., Rebitzer, G., Lichtenvort, K. (eds) (2008). *Environmental Life Cycle Costing*. SETAC and CRC Press, pp 232.

ISO 14040: 1997 The International Organization for Standardization. Environmental Management: Life Cycle Assessment: Principles and Framework . ISO: Geneve.

ISO 14040: 2000. Environmental management-life cycle assessment - Principles and framework.

ISO, 2006a. ISO 14040: Environmental Management - Life Cycle Assessment - Principles and, Framework. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.

ISO 14040: 2006. Environmental management - Life cycle assessment - Principles and framework.

ISO 14044: 2006. Environmental management - Life cycle assessment - Requirements and guidelines.

Iribarren, D., Moreira, T.M., Feijoo, G. ( 2010 ) Life Cycle Assessment of fresh and canned mussel processing and consumption in Galicia (NW Spain). *Resources, Conservation and Recycling*, 55:106–117.

Jerbi, A.M., Aubin, J., Garnaoui, K., Achour, L., Kacem, A. ( 2012 ) Life cycle assessment (LCA) of two rearing techniques of sea bass (*Dicentrarchus labrax*). *Aquacultural Engineering*, 46:1–9.

Kara, S. ( 2014 ) Life Cycle Cost **In:** Laperrière, L., Reinhart, G. (eds) *CIRP Encyclopedia of Production Engineering*. Springer, Berlin, Heidelberg, pp 751-757.

Klöpffer, W. ( 1997 ) Life cycle assessment. *Environmental Science and Pollution Research*, 4(4):223-228.

<http://eds.b.ebscohost.com/eds/command/detail?sid=fd5575e5-a1dc-458c-a42e-5b9f3708a1c0%40sessionmgr113&vid=10&hid=120> .

Klöpffer, W. ( 2006 ) The Role of SETAC in the Development of LCA. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 11(1):116-122.

Klöpffer, W. ( 2014 ) Introducing Life Cycle Assessment and its presentation in ‘LCA Compendium’ **In:** Klöpffer, W., Curran, M.A. (eds) *Background and Future Prospects in Life Cycle Assessment*. Springer Science & Business Media, pp 1-39.

Klöpffer, W. and Grahl, B. (2014) *Life Cycle Assessment (LCA). A Guide to Best Practice*. Wiley-VCH, Weinheim, pp 8-9.

Kluppel, J.H. ( 2002 ) The ISO standardization process: Quo vadis? *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 7(1):1.

Martinez-Sanchez, V., Kromann, A.M., Astrup, F.T. ( 2015 ) Life cycle costing of waste management systems: Overview, calculation principles and case studies. *Waste Management*, 36:343-355.

Marsmann, M. ( 1997 ) Editorial: ISO 14040 - The first project. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 2(3): 122-123.

<http://eds.a.ebscohost.com/eds/command/detail?sid=1f44b427-bc03-43c1-8eeb-29b086950545%40sessionmgr4005&vid=40&hid=4103>

Meadows<sub>a</sub>, D. H., Meadows, D. L., Randers, J. and Behrens, W. W. (1972) *The Limits To Growth*. A report for the Club of Rome’s project on making predicament of mankind. Universe Books, New York, pp 211.

Meadows<sub>β</sub>, D., Randers, J. and Meadows, D. (2004) *Limits To Growth: The 30 – Year Update*. Chelsea Green Publishing, Vermont, pp 338.

Mungkung, R., Aubin, J., Prihadi, H.T., Slembrouck, J., van der Werf, M.G.H., Legendre, M. ( 2013 ) Life Cycle Assessment for environmentally sustainable aquaculture management: a case study of combined aquaculture systems for carp and tilapia. *Journal of Cleaner Production*, 57:249-256.

Parent, J., Cucuzzella, C., Revéret, J-P. ( 2013 ) Revisiting the role of LCA and SLCA in the transition towards sustainable production and consumption. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 18:1642-1652.

Pryshlakivsky, J., Searcy, C. ( 2013 ) Fifteen years of ISO 14040: a review. *Journal of Cleaner Production*, 57:115-123.



Ramos, S., Vázquez-Rowe, I., Artetxe, I., Moreira, T.M., Feijoo, G., Zufia, J. ( 2011 ) Environmental assessment of the Atlantic mackerel (*Scomber scombrus*) season in the Basque Country. Increasing the timeline delimitation in fishery LCA studies. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 16:599–610.

Rashid M., Rehman, S.U.M., Sadiq, M., Mahmood, T., Han, J-I. ( 2014 ) Current status, issues and developments in microalgae derived biodiesel production. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 40:760-778.

Rebitzer, G., Ekvall, T., Frischknecht, R., Hunkeler, D., Norris, G., Rydberg, T., W.-P., Suh, S., Weidema, B.P., Pennington, D.W. ( 2004 ) Life cycle assessment Part 1: Framework, goal and scope definition, inventory analysis, and applications. *Environment International*, 30:701-720.

Reich, C. M. ( 2005 ) Economic assessment of municipal waste management systems - case studies using a combination of life cycle assessment (LCA) and life cycle costing (LCC). *Journal of Cleaner Production*, 13(3):253-263.

Samuel-Fitwi, B., Nagel, F., Meyer, S., Schroeder, J.P., Schulz, C. ( 2013 ) Comparative life cycle assessment (LCA) of raising rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in different production systems. *Aquacultural Engineering*, 54:85–92.

Sawaengsak, W., Silalertruksa, T., Bangviwat, A., Gheewala, H.S. ( 2014 ) Life cycle cost of biodiesel production from microalgae in Thailand. *Energy for Sustainable Development*, 18:67-74.

Termes-Rifé, M., Molinos-Senante, M., Hernández-Sancho, F., Sala-Garrido, R. ( 2013 ) Life Cycle Costing: a tool to manage the urban water cycle. *Journal of Water Supply: Research & Technology-AQUA*, 62(7):468-476.

UNEP-SETAC (2009) *Guidelines for social life cycle assessment of products*. United Nations Environment Programme (UNEP) and Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC).

<http://www.cdo.ugent.be/publicaties/280.guidelines-sLCA.pdf> .( πρόσβαση 4/2/2015 )

UNEP (2010). ABC OF SCP: *Clarifying Concepts on Sustainable Consumption and Production*. Towards a 10-Year Framework of Programmes on Sustainable Consumption and Production.

<http://www.unep.org/scp/marrakech/pdf/ABC%20of%20SCP%20-%20Clarifying%20Concepts%20on%20SCP.pdf> ( πρόσβαση 16/3/2015 ).

UNEP-SETAC (2011) *Towards a Life cycle sustainability assessment: making informed choices on products*. Sonia Valdivia, Cássia Maria Lie Ugaya, Guido Sonnemann, Jutta Hildenbrand (eds). United Nations Environment Programme (UNEP) and Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC): 66.

[http://www.unep.org/pdf/UNEP\\_LifecycleInit\\_Dec\\_FINAL.pdf](http://www.unep.org/pdf/UNEP_LifecycleInit_Dec_FINAL.pdf) ( πρόσβαση 2/2/2015 ).

Utne, B. I. ( 2009 ) Life cycle cost (LCC) as a tool for improving sustainability in the Norwegian fishing fleet. *Journal of Cleaner Production*, 17(3):335-344.

Vázquez-Rowe, I., Moreira, T.M., Feijoo, G. ( 2010 ) Life cycle assessment of horse mackerel fisheries in Galicia (NW Spain): Comparative analysis of two major fishing methods. *Fisheries Research*, 106:517–527.

Vázquez-Rowe, I., Moreira, T.M., Feijoo, G. ( 2011 ) Life Cycle Assessment of fresh hake fillets captured by the Galician fleet in the Northern Stock. *Fisheries Research*, 110:128–135.

Vázquez-Rowe, I., Villanueva-Rey, P., Hospido, A., Moreira, T.M., Feijoo, G. ( 2014 ) Life cycle assessment of European pilchard (*Sardina pilchardus*) consumption. A case study for Galicia (NW Spain). *Science of the Total Environment*, 475:48–60.

Verghese, K., Carre, A. ( 2012 ) Applying Life Cycle Assessment **In**: Verghese, K., Lewis, H., Fitzpatrick, L. (eds ) *Packaging for Sustainability*. Springer, London, pp 171-210.

Wilfart, A., Prudhomme, J., Blancheton, J-P., Aubin, J. ( 2013 ) LCA and emergy accounting of aquaculture systems: Towards ecological intensification. *Journal of Environmental Management*, 121:96-109.

Ziegler, F., Valentinsson, D. ( 2008 ) Environmental life cycle assessment of Norway lobster (*Nephrops norvegicus*) caught along the Swedish west coast by creels and conventional trawls—LCA methodology with case study. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 13:487–497.

## Ιστοσελίδες

### http1:

[http://commons.wikimedia.org/wiki/File:ISO\\_english\\_logo.svg#/media/File:ISO\\_english\\_logo.svg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:ISO_english_logo.svg#/media/File:ISO_english_logo.svg)

### http2:

[http://www.publicprocurementguides.treasury.gov.cy/OHS-GR/HTML/index.html?1\\_5\\_1\\_2\\_cost\\_benefit\\_analysis.htm](http://www.publicprocurementguides.treasury.gov.cy/OHS-GR/HTML/index.html?1_5_1_2_cost_benefit_analysis.htm)

### http 3:

[http://www.unep.org/publications/search/pub\\_details\\_s.asp?ID=4102](http://www.unep.org/publications/search/pub_details_s.asp?ID=4102)

### http 4:

Δελτίο συναλλαγματικών ισοτιμιών αναφοράς της ΕΚΤ της 2/4/2015. Από Τραπεζα Της Ελλάδος:

[http://www.bankofgreece.gr/Pages/el/Markets/ISOTIMIES/deltia.aspx?Filter\\_by=14&Year=2015](http://www.bankofgreece.gr/Pages/el/Markets/ISOTIMIES/deltia.aspx?Filter_by=14&Year=2015) ( πρόσβαση 4/4/2015 ).

### http 5:

[www.ecoinvent.org](http://www.ecoinvent.org)

## 6. ABSTRACT

Within preparation of the Postgraduate Master's Thesis entitled " Life Cycle Assessment (ISO: 14040) in aquatic animal production ", a brief historical overview of Life Cycle Assessment ( LCA ) was made, in order to better understand how we arrived at this process. The description of Life Cycle Assessment ( LCA ) follows and gives the definition and description of the characteristics of the method.

It emphasizes on the role of the Social Life Cycle Assessment ( SLCA ) and a very important part in the life cycle analysis of a product that refers to the Life Cycle Cost ( LCC ). The method has not been standardized yet, however many articles and books have much information about the methodology of this process, although in terms of aquatic animal production no significant progress has been made yet to bibliography.

The dissertation continues with the analysis of ISO 14040: 2006 and ISO 14044: 2006 which belong to the family of the optional standard ISO 14000 Environmental Management. These two standards as mentioned are optional and guide us in the process of Life Cycle Assessment ( LCA ) of a product, as in ISO 14040: 2006 we have the Authorities and the Framework of Life Cycle Assessment or LCA and the ISO 14044 : 2006 have the Requirements and Guidelines when assessing the life cycle of a product.

The Life-cycle Impact Assessment – LCIA is the most important process in the Life Cycle Assessment ( LCA ) as the probable environmental impact during the life cycle of a product, is high and many companies in the industry fisheries and aquaculture have been quite sensitive on this issue. Responsibility towards the environment imposes to some extent the need to assess the environmental impact in order to promote best practices in the production of fishery products and aquaculture products.

The main indicators ( expressed in equivalents ) of environmental impacts are examined and a brief description of them is given so as to understand their role in Life Cycle Assessment. Then a pilot process of concentrating the main parameters, relating to applications of Life Cycle Assessment, from scientific articles which have applied the particular method in several fisheries but also aquaculture farms around the world and in Greece.

The main parameters collected in tabular form are: i) the system limits (system boundaries), ii) inputs, iii) outputs and iv) environmental impacts. In these tables a systematic classification of the main elements is being made, relating to the process of life cycle assessment of a large number of aquatic animal production products such as fish and seafood and fish meal and fish oil as production of the latter is a dynamic industry with a growing interest in aquaculture. The practicality of pivot tables is that they ensure comparability between the results and a clear picture of the environmental impact is given for every production process with bunching data.



