



**“Life Cycle Assessment (LCA) as a Decision Support Tool
(DST) for the ecoproduction of olive oil”**

**Επιτυχημένες περιπτώσεις εφαρμογής Ανάλυσης
Κύκλου Ζωής σε επιλεγμένους βιομηχανικούς κλάδους**

**TECHNICAL UNIVERSITY OF CRETE
DEPARTMENT OF PRODUCTION ENGINEERING AND
MANAGEMENT**

Chania, Crete 2005

Prepared by
*Technical University of Crete
University of Cyprus
LEIA Foundation*



**Financial support from the EC financial instrument
for the environment
LIFE-Environment
DEMONSTRATION PROJECTS**

Πίνακας Περιεχομένων

1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	4
2	ΑΚΖ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΓΑΛΑΚΤΟΣ	4
2.1	ΚΥΡΙΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - ΣΥΖΗΤΗΣΗ	4
2.1.1	<i>Επιδράσεις στο φαινόμενο του θερμοκηπίου</i>	5
2.1.2	<i>Δυναμικό οξίνισης</i>	5
2.1.3	<i>Ευτροφισμός</i>	6
3	ΑΚΖ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΧΑΡΤΟΠΟΛΤΟΥ ΚΑΙ ΧΑΡΤΙΟΥ	6
3.1	ΚΥΡΙΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - ΣΥΖΗΤΗΣΗ	6
3.2	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	8
4	ΧΡΗΣΗ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΓΗΣ ΣΤΗΝ ΑΚΖ: ΜΕΛΕΤΕΣ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΤΡΙΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΕΛΙΑΣ	9
4.1	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	10
5	ΑΚΖ ΕΞΤΡΑ ΠΑΡΘΕΝΟΥ ΕΛΑΙΟΛΑΔΟΥ: ΟΡΓΑΝΙΚΗ VS. ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ	12
5.1	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	13
5.1.1	<i>Έξοδα</i>	13
5.1.2	<i>Βελτιώσεις</i>	14
6	ΑΚΖ ΤΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΖΑΧΑΡΗΣ ΑΠΟ ΖΑΧΑΡΟΚΑΛΑΜΟ ΣΤΟ ΝΗΣΙ ΤΟΥ ΜΑΥΡΪΚΙΟΥ	15
6.1	ΜΕΘΟΔΟΣ	15
6.2	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	15
7	ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΜΠΥΡΑΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ	16
7.1	ΠΡΟΪΟΝ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ	16
7.2	ΜΟΝΑΔΑ ΑΝΑΦΟΡΑΣ	19
7.3	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	19
7.3.1	<i>Ενέργεια</i>	19
7.4	ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ	20
7.5	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	21
8	ΑΚΖ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΕΤΣΑΠ ΤΟΜΑΤΑΣ	21
8.1	ΚΥΚΛΟΣ ΖΩΗΣ	22
8.2	ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΠΟΓΡΑΦΗΣ ΚΑΙ ΣΥΛΛΟΓΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ	24
8.3	ΌΡΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	24
8.4	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	27
8.5	ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΕ ΠΑΓΚΟΣΜΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ	27
8.6	ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΕ ΤΟΠΙΚΟ ΕΠΙΠΕΔΟ	28
8.7	ΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑ	28
9	ΑΚΖ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΓΑΛΑΚΤΟΣ ΣΤΗ ΔΑΝΙΑ	29
9.1	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	29
9.2	ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΓΑΛΑΚΤΟΣ	29
9.3	ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΡΕΑΤΟΣ	30
9.4	ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΛΙΠΑΣΜΑΤΟΣ	30



10	ΑΚΖ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΨΩΜΙΟΥ	31
10.1	ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΣΙΤΑΛΕΥΡΟΥ	31
10.2	ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΨΩΜΙΟΥ	31
10.3	ΜΕΤΑΦΟΡΑ	32
10.4	ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ	32
10.5	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	32
10.6	ΜΕΤΑΦΟΡΑ	34
11	ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΑΚΖ ΣΕ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΚΑΦΕ ΣΤΗΝ ΙΤΑΛΙΑ	35
11.1	ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ	35
11.2	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	37



1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η Ανάλυση Κύκλου Ζωής (ΑΚΖ) αποτελεί μία ολοκληρωμένη προσέγγιση για τον προσδιορισμό, τη σύγκριση και την αξιολόγηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων κατά την παραγωγή προϊόντων ή/και την ανάπτυξη διαφόρων διεργασιών.

Σύμφωνα με τα διεθνή πρότυπα, κατά την ανάπτυξη της ΑΚΖ εφαρμόζονται τέσσερα επιμέρους στάδια: Καθορισμός των στόχων της ανάλυσης, καταγραφή δεδομένων, εκτίμηση επιπτώσεων και ερμηνεία – αξιολόγηση των αποτελεσμάτων που προκύπτουν. Με την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων, εξάγονται βασικά συμπεράσματα τα οποία χρησιμοποιούνται για την ανάπτυξη δράσεων με στόχο τη βελτίωση της περιβαλλοντικής απόδοσης, μέσω εφαρμογής εναλλακτικών τεχνικών ή τροποποιήσεων στην παραγωγική διαδικασία. Για την αποκρυστάλλωση μίας σαφούς εικόνας σχετικά με τις δυνατότητες που παρέχει η ΑΚΖ, στη συνέχεια παρουσιάζονται αντιπροσωπευτικές εφαρμογές της μεθόδου σε διάφορες διεργασίες.

2 ΑΚΖ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΓΑΛΑΚΤΟΣ

Η ΑΚΖ αφορά στη σύγκριση δύο διαφορετικών πρακτικών παραγωγής γάλακτος και συγκεκριμένα, την βιολογική (οργανική) και παραδοσιακή παραγωγή. Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν κατά την ανάλυση, αφορούσαν δύο μεγάλες Σουηδικές μονάδες παραγωγής γάλακτος.

2.1 Κύρια αποτελέσματα - Συζήτηση

Με βάση την εφαρμογή της μεθόδου προσδιορίστηκε ότι η χρήση βιοκτόνων (pesticides) στις κτηνοτροφικές μονάδες ανά τόνο παραγόμενου γάλακτος ήταν 118 g στη συμβατική πρακτική και 10.8 g στη βιολογική. Στον Πίνακα 1α, δίδονται στοιχεία που αφορούν στο ισοζύγιο θρεπτικών στη συμβατική κτηνοτροφία, ενώ στον Πίνακα 1β τα αντίστοιχα για τη βιολογική κτηνοτροφία. Από τα δεδομένα των Πινάκων προκύπτει ότι το πλεόνασμα στη χρήση θρεπτικών στην πρώτη περίπτωση είναι αρκετά υψηλότερη.

Πίνακας 1. Ισοζύγιο θρεπτικών για (α) συμβατική και (β) οργανική κτηνοτροφική πρακτική

Εισερχόμενα (kg/εκτάριο)	N	P	K	Εξερχόμενα (kg/εκτάριο)	N	P	K
(α) Συμβατική							
Τροφή και σπόροι	134	19.8	46	Προϊόντα	47	9.5	14
Λιπάσματα	86			<i>Πλεόνασμα θρεπτικών</i>	<i>178</i>	<i>10.3</i>	<i>32</i>
Σύνολο	225	19.8	46		225	19.8	46

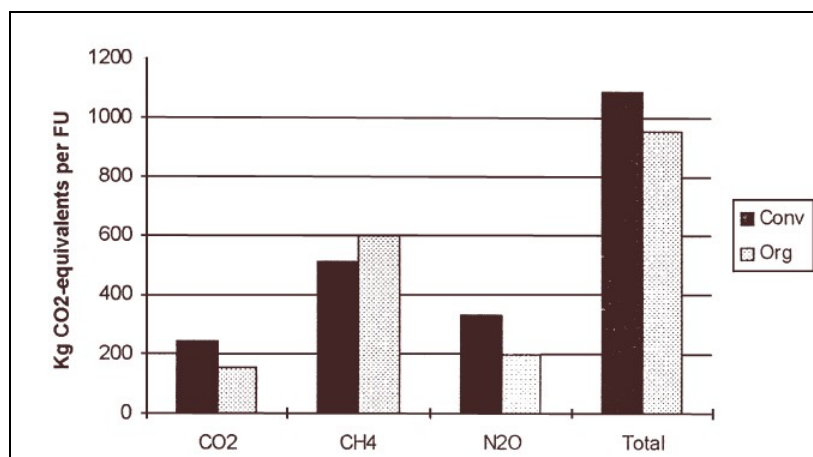


(β) Οργανική								
Τροφή και σπόροι	29	5.2	9	Προϊόντα	20	4.1	6	
Λιπάσματα	0			<i>Πλεόνασμα θρεπτικών</i>	9	1.1	3	
Σύνολο	29	5.2	9		29	5.2	9	

Η παραγωγή γάλακτος ανά εκτάριο κτηνοτροφικής έκτασης είναι σχεδόν διπλάσια στη συμβατική πρακτική συγκρινόμενη με την οργανική. Το γεγονός αυτό οφείλεται στην αυξημένη παραγωγικότητα των ζώων λόγω της χρήσης πρόσθετης τροφής και λιπασμάτων.

2.1.1 Επιδράσεις στο φαινόμενο του θερμοκηπίου

Τα αποτελέσματα σχετικά με τη συνεισφορά στην πλανητική υπερθέρμανση, παρουσιάζονται στο Διάγραμμα 1. Παρατηρείται ότι η χρήση καυσίμων και η συνεπαγόμενη εκπομπές CO₂ επηρεάζουν ελάχιστα τις επιδράσεις στην κατηγορία αυτή. Πιο σημαντικές είναι οι εκπομπές N₂O οι οποίες σχετίζονται με τον κύκλο του αζώτου στις κτηνοτροφικές καλλιέργειες (απώλειες/εκπομπές από το έδαφος) καθώς και οι εκπομπές από τη χρήση συνθετικών λιπασμάτων. Παρόλα αυτά, η σημαντικότερη πηγή επιπτώσεων είναι οι εκπομπές μεθανίου, οι οποίες μάλιστα είναι μεγαλύτερες στην οργανική παραγωγή σε σχέση με τη συμβατική λόγω χρήσης ζωοτροφών με μεγάλη περιεκτικότητα σε άχυρο και φυτικές ίνες.



Διάγραμμα 1. Πιθανή συνεισφορά στην πλανητική υπερθέρμανση, kg ισοδύναμου CO₂ ανά τόνο γάλακτος (χρονικός ορίζοντας εκατό ετών).

2.1.2 Δυναμικό οξίνισης

Αναφορικά με την πιθανή οξίνιση των φυσικών αποδεκτών, υπολογίσθηκε ότι οι απορρίψεις, εκφρασμένες σε ισοδύναμο kg SO₂ ανά μονάδα αναφοράς, ήταν 17.98 για τη συμβατική πρακτική και 15.81 SO₂ για την οργανική. Η βασική συνιστώσα για την πιθανότητα οξίνισης ήταν η παρουσία αμμωνίας. Σχεδόν 90% από το συνολικό δυναμικό οξίνισης οφειλόταν σε απώλειες αμμωνίας και για τις δύο πρακτικές (εξάτμιση αμμωνίας από τη χρησιμοποιούμενη κοπριά), με το δυναμικό οξίνισης να είναι 10% χαμηλότερο στην οργανική κτηνοτροφική πρακτική.

2.1.3 Ευτροφισμός

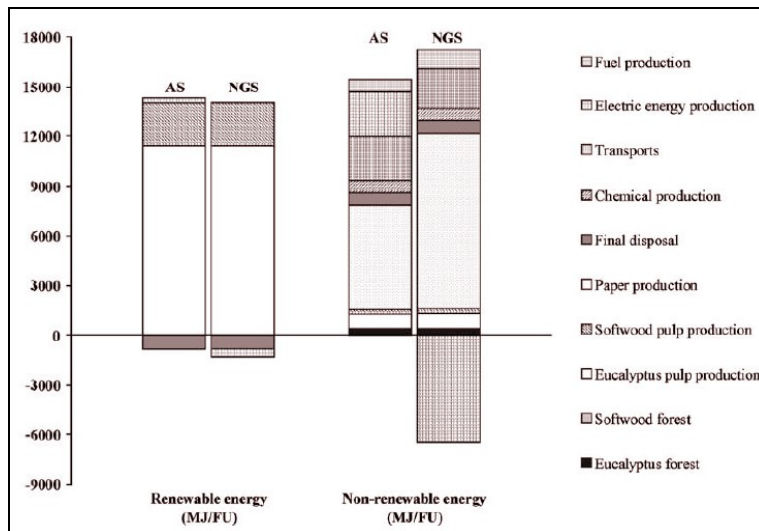
Οι απώλειες φωσφόρου εκτιμήθηκαν στα 0.35 kg ανά εκτάριο (συμβατική) και 0.25 kg ανά εκτάριο (οργανική).

3 ΑΚΖ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΧΑΡΤΟΠΟΛΤΟΥ ΚΑΙ ΧΑΡΤΙΟΥ

Η μέθοδος εφαρμόστηκε σε μονάδα παραγωγής χαρτιού (χαρτιού εκτύπωσης και γραφής) και χαρτοπολτού, στην Πορτογαλία. Μονάδα αναφοράς ορίστηκε ο 1 τόνος παραγόμενου λευκού χαρτιού.

3.1 Κύρια αποτελέσματα - Συζήτηση

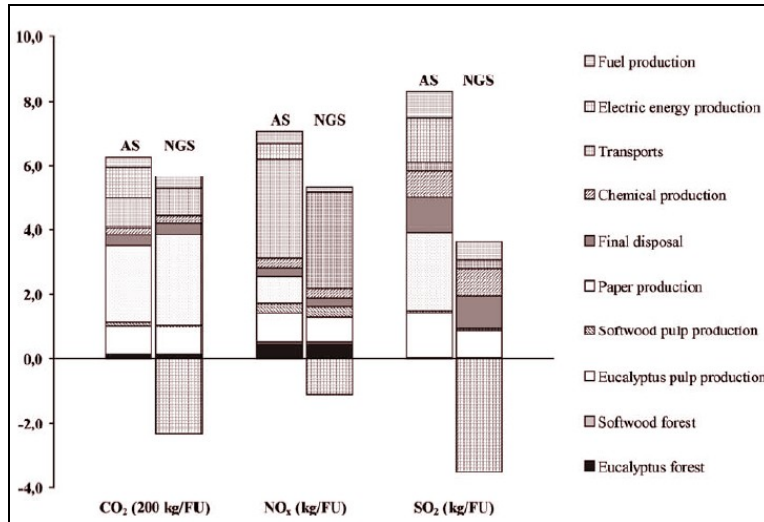
Αναφορικά με την κατανάλωση ενέργειας, αναλύθηκε η χρήση ανανεώσιμων και μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Η παραγωγή χαρτοπολτού βασίζεται στη χρήση ανανεώσιμων καυσίμων (bark and black liquor), ενώ η παραγωγή χαρτιού στηρίζεται στη χρήση μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Το Διάγραμμα 2 παρουσιάζει την κατανάλωση ενέργειας στα διάφορα στάδια του συνολικού κύκλου της παραγωγής χαρτιού, υπό πραγματικές συνθήκες και εναλλακτικά με τη χρήση φυσικού αερίου, ως πηγή ενέργειας.



Διάγραμμα 2. Κατανάλωση ενέργειας

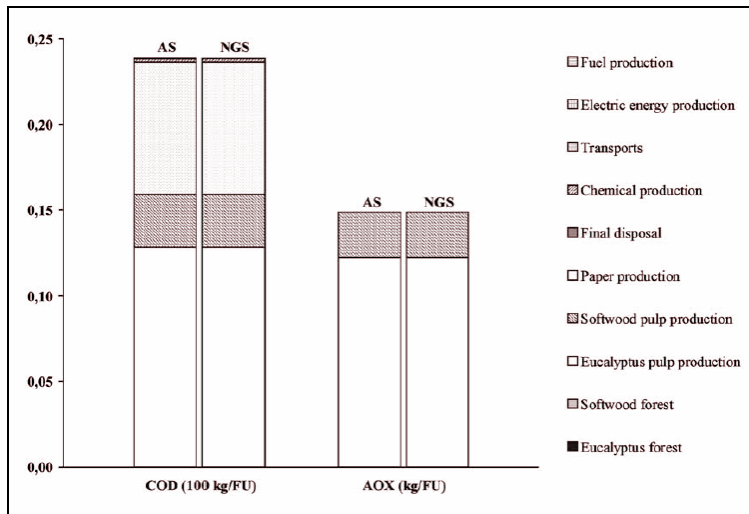
Η κύρια πηγή εκπομπών CO₂ από μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι το στάδιο της παραγωγής του χαρτιού. Η αντικατάσταση του heavy fuel oil με φυσικό αέριο, οδηγεί σε μείωση των συνολικών εκπομπών μέχρι 50%. Αναφορικά με τις εκπομπές NO_x αυτές δημιουργούνται κατά τη μεταφορά του ξύλου από ευκάλυπτο, από το δάσος στη μονάδα παραγωγής χαρτοπολτού. Όσον αφορά στις εκπομπές SO₂, η κύρια πηγή παραγωγής τους είναι η χρήση

καυσίμου κατά την παραγωγή του χαρτιού. Αλλάζοντας το είδος του καυσίμου σε φυσικό αέριο, οι εκπομπές SO₂ μειώνονται μέχρι 98%. Το Διάγραμμα 3 παρουσιάζει τις αέριες εκπομπές στα διάφορα στάδια του κύκλου παραγωγής χαρτιού, για τα δύο εναλλακτικά σενάρια που εξετάζονται (υφιστάμενο και χρήση φυσικού αερίου).



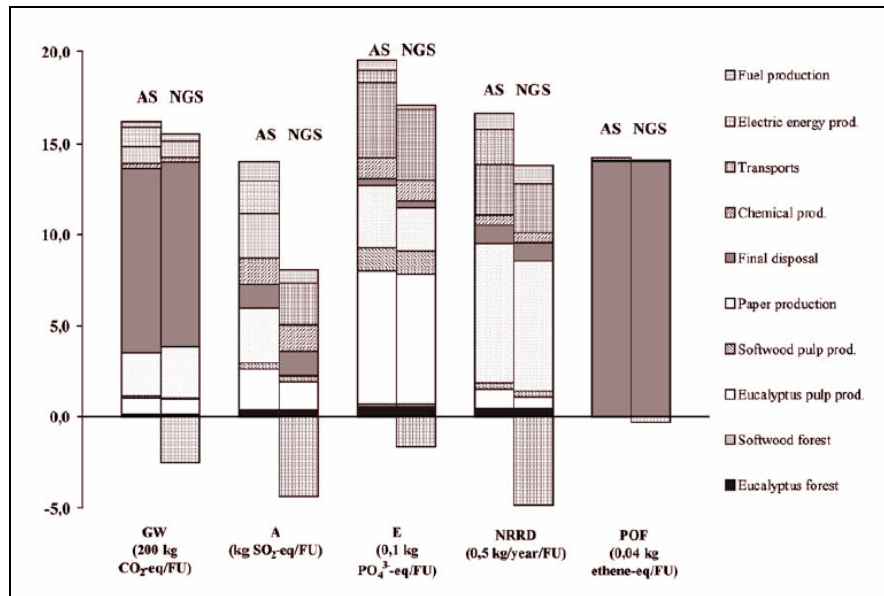
Διάγραμμα 3. Αέριες εκπομπές

Η παραγωγή πολτού από ευκάλυπτο είναι η σημαντικότερη πηγή εκπομπής COD και για τα δύο σενάρια, ακολουθούμενη από την παραγωγή χαρτιού και παραγωγή πολτού από μαλακό ξύλο. Το διάγραμμα 4 παρουσιάζει τις εκπομπές υγρών αποβλήτων στα διάφορα στάδια του κύκλου ζωής του χαρτιού, για το πραγματικό σενάριο και το σενάριο με φυσικό αέριο.



Διάγραμμα 4. Παραγωγή υγρών αποβλήτων

Τα αποτελέσματα από την αξιολόγηση των επιπτώσεων για το πραγματικό σενάριο και το σενάριο με φυσικό αέριο παρατίθενται στο διάγραμμα 5.



Διάγραμμα 5. Αποτελέσματα αξιολόγησης επιπτώσεων

Είναι προφανές ότι στην περίπτωση αυτή το φαινόμενο το θερμοκηπίου προέρχεται από την διάθεση του τυπωμένου χαρτιού. Αυτό οφείλεται κυρίως στην παραγωγή μεθανίου (CH₄) κατά την ταφή των χαρτιών. Επιπλέον, η παραγωγή χαρτιού συμβάλλει και στο φαινόμενο της όξινης βροχής, κυρίως λόγω των εκπομπών SO₂ από την επιτόπου παραγωγή ενέργειας. Η παραγωγή χαρτιού συμβάλλει επίσης και στην σπατάλη των μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Αναφορικά με το ευτροφισμό, μεγάλη είναι η συμβολή της παραγωγής πολτού ευκαλύπτου, λόγω των εκπομπών COD. Ο δείκτης ευτροφισμού μειώνεται περισσότερο από 20% με την αντικατάσταση του μαζούτ με φυσικό αέριο. Τέλος, η τελική διάθεση των παλιόχαρτων συνεισφέρει κατά 100% στην παραγωγή φωτοχημικών οξειδωτικών λόγω των εκπομπών CH₄.

3.2 Συμπεράσματα

Το τυπωμένο χαρτί συμβάλλει σημαντικό στην παραγωγή εκπομπών CO₂ λόγω της επιτόπου παραγωγής ενέργειας, η οποία παρ'όλα αυτά δεν αντιστοιχεί σε πολύ μεγάλη συνεισφορά στο συνολικό φαινόμενο του θερμοκηπίου. Η επιτόπου παραγωγή ενέργειας αποτελεί και σημαντική πηγή εκπομπών, οι οποίες συμβάλλουν στο φαινόμενο της όξινης βροχής. Επίσης κατά την παραγωγή χαρτιού καταναλώνονται σημαντικές ποσότητες μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και κατά συνέπεια συμβάλλει σημαντικά στη σπατάλη των πηγών αυτών. Παρότι, η παραγωγή πολτού ευκαλύπτου καταναλώνει το μεγαλύτερο ποσοστό ενέργειας στο κύκλο ζωής του χαρτιού, η συνεισφορά στις αέριες εκπομπές δεν είναι εξίσου σημαντικές, αφού περίπου το 95% της χρησιμοποιούμενης ενέργειας προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές. Επιπλέον, η παραγωγή πολτού συνεισφέρει σημαντικά στην όξινη βροχή αφού εκπέμπονται σημαντικές ποσότητες καθώς και υγρά απόβλητα (COD and AOX), συμβάλλοντας και στον ευτροφισμό. Η τελική διάθεση των χαρτιών συμβάλλει τόσο στο φαινόμενο του θερμοκηπίου όσο και στο φωτοχημικό

όζον εξαιτίας της παραγωγής CH₄ κατά την ταφή. Οι μεταφορές συμβάλλουν σημαντικά στην εκπομπή NO_x, συμβάλλοντας στον ευτροφισμό και την όξινη βροχή.

Η αντικατάσταση του μαζούτ με φυσικό αέριο κατά την παραγωγή χαρτιού παρουσιάζει σημαντικά περιβαλλοντικά πλεονεκτήματα, ιδιαίτερα στην περίπτωση της συμπαραγωγής ενέργειας εντός της εγκατάστασης. Με τον τρόπο αυτό, η παραγωγή χαρτιού, η οποία είναι καθαρός καταναλωτής ενέργειας, μετατρέπεται σε καθαρό παραγωγό ενέργειας, και κατά συνέπεια συμβάλλει στη μείωση των εκπομπών. Η αντικατάσταση του καυσίμου μειώνει τις εκπομπές CO₂, SO₂ και NO_x, μειώνοντας τις αντίστοιχες περιβαλλοντικές επιπτώσεις ενώ εξοικονομεί και τις μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

4 ΧΡΗΣΗ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΓΗΣ ΣΤΗΝ ΑΚΖ: ΜΕΛΕΤΕΣ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΤΡΙΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΕΛΙΑΣ

Η μελέτη περίπτωσης αυτή είναι εξαιρετικά σημαντική, αφού εφαρμόζεται η ΑΚΖ στη χρήση της αγροτικής γης, η οποία πολύ σπάνια έχει εφαρμοσθεί. Οι παρακάτω ποσοτικοποιημένες παράμετροι επιλέχθηκαν ως δείκτες αειφορίας κατά την παραγωγής.

- Διάβρωση εδάφους αποτελεί σημαντικό παράγοντα υποβάθμισης αφού είναι μη αναστρέψιμη. Η υποβάθμιση του εδάφους σημαίνει μείωση των θρεπτικών συστατικών και του οργανικού υλικού το οποίο θα μπορούσε να αυξήσει την παραγωγικότητα της γης.
- Υδρολογικές επιπτώσεις της καλλιέργειας συμβαίνουν όταν η χρήση της γης διαφοροποιεί τη ροή των νερών
- Οργανικό υλικό στο έδαφος παίζει σημαντικό ρόλο με πολλούς τρόπους. Βοηθά στη διατήρηση των θρεπτικών συστατικών, συμβάλλει στην καλή δομή του εδάφους, προστατεύει από τη διάβρωση και διατηρεί την υγρασία
- Δομή εδάφους καθορίζεται από την ποσότητα και κατανομή των πόρων. Οι πόροι περιέχουν αέριο (αέρα), νερό και φυτικές ρίζες. Η συμπίεση του εδάφους, δηλ. η μείωση του χώρου των πόρων, καθιστά το έδαφος λιγότερο κατάλληλο για καλλιέργεια.
- pH εδάφους, είναι πολύ σημαντικός παράγοντας, ο οποίος ελέγχει πολλές χημικές και βιολογικές διεργασίες στο έδαφος, για παράδειγμα την διαθεσιμότητα των θρεπτικών συστατικών και τη δράση των μικρο-οργανισμών του εδάφους
- Συσσώρευση βαρέων μετάλλων στο οργώσιμο έδαφος προκαλεί αυξημένη περιεκτικότητα της σοδειάς σε βαρέα μέταλλα. Στη μελέτη αυτή εξετάσθηκε το κάδμιο, το οποίο προέρχεται κυρίως από την ατμόσφαιρα ή τα φωσφορικά λιπάσματα. Λαμβάνοντας υπόψη το γεγονός ότι μόνο η χρήση φωσφορικών λιπασμάτων καθορίζεται από τον παραγωγό, το κάδμιο που προέρχεται από την ατμόσφαιρα δεν λήφθηκε υπόψη



- Μεγάλη περιεκτικότητα του εδάφους σε φωσφόρο (P) και κάλιο (K) είναι θετική για τη σε βάθος χρόνου γονιμότητα του εδάφους. Το ισοζύγιο των θρεπτικών ουσιών, συμπεριλαμβανομένων των P και K μπορεί να καταδείξει το κατά πόσο αυτό αυξάνονται ή μειώνονται στο έδαφος.

Οι κατηγορίες του τοπίου και της βιοποικιλότητας εξετάσθηκαν μέσω δεικτών όπως διατήρηση παραδοσιακής καλλιεργήσιμης γης, οι διαφοροποίηση του τοπίου, επιπτώσεις στην χλωρίδα και την πανίδα, κ.λπ. Παρότι αυτά τα θέματα δεν ποσοτικοποιούνται εύκολα, περιγράφονται ποιοτικά ως εξής: αναφορικά με τη βιοποικιλότητα, αντικαθιστώντας ποικιλόμορφη βλάστηση με ομοιόμορφες καλλιέργειες αποτελεί πάντα προσβολή της φύσης, και οι συνέπειες εμφανίζονται αργά ή γρήγορα, π.χ, μέσω του αριθμού των ειδών που επηρεάζονται από την καλλιέργεια. Η αισθητική αξία του τοπίου επηρεάζεται από την επιλογή των καλλιεργειών και των μεθόδων καλλιέργειας. Μελέτες στη Σουηδία κατέδειξαν ότι οι άνθρωποι προτιμούν ποικιλόμορφο τοπίο.

Οι καλλιέργειες που εξετάσθηκαν ήταν ελαιοκράμβη στη Σουηδία, σόγια στη Βραζιλία, και φοινικιά στη Μαλαισία.

4.1 Αποτελέσματα

Τα στοιχεία στους επιλεγμένους δείκτες συλλέχθηκαν για τις τρεις καλλιέργειες που αναφέρθηκαν.

Η διάβρωση είναι μια σοβαρή μορφή υποβάθμισης του εδάφους, αφού είναι μη αντιστρέψιμη. Αποτελεί και τον παγκοσμίως σημαντικότερο λόγο καταστροφής του εδάφους. Η Σουηδική ελαιοκράμβη προκαλεί ετησίως 0.03-0.05 τόνους διάβρωσης ανά εκτάριο. Η καλλιέργεια σόγιας προκαλεί ετησίως 8 τόνους ανά εκτάριο ενώ η φοινικιά στη Μαλαισία 7.7-14 τόνους ανά εκτάριο.

Οι υδρολογικές επιπτώσεις των καλλιεργειών συμβαίνουν όταν η χρήση της γης διαφοροποιεί τη ροή των νερών. Δεν υπάρχουν στοιχεία αναφορικά με τις επιπτώσεις των υπό εξέταση τριών τύπων καλλιεργειών στις υδρολογικές συνθήκες

Μείωση του οργανικού υλικού αποτελεί σημαντικό πρόβλημα στην παραγωγή σόγιας στη Βραζιλία λόγω του ζεστού κλίματος, ξηρούς χειμώνες, γρήγορη αποδόμηση των υπολειμμάτων των καλλιεργειών, κ.λπ. για τις καλλιέργειες φοινικιάς υπάρχει κίνδυνος μείωσης του οργανικού υλικού κατά την περίοδο επώασης, αργότερα όμως, οι καλλιέργειες δείχνουν να αποδεσμεύουν το οργανικό υλικό μέσω της δράσης των ριζών. Η Σουηδική ελαιοκράμβη δεν επηρεάζει την περιεκτικότητα του εδάφους σε οργανικό υλικό.

Η δομή του εδάφους καθορίζεται από την ποσότητα και κατανομή των πόρων. Μία μονάδα όγκου εδάφους αποτελείται από συγκεκριμένες αναλογίες ορυκτών και πόρων. Το σχετικό μέγεθος των αναλογιών καθορίζει την υφή του εδάφους. Η συμπίεση του εδάφους είναι



πρόβλημα στην περίπτωση της σόγιας, λόγω της χρήσης βαριών μηχανημάτων. Στις καλλιέργειες φοινικιάς μόνο οι οδοί πρόσβασης συμβάλλουν στην συμπίεση του εδάφους.

Ένας απλός υπολογισμός έλαβε χώρα για τον καθορισμό των ποσοτήτων των θρεπτικών συστατικών που προστίθενται ή απομακρύνονται από το έδαφος κατά την περίοδο της σοδειάς. Και οι τρεις καλλιέργειες έδειξαν απόθεμα θρεπτικών συστατικών. Το απόθεμα αυτό είτε παραμένει στο έδαφος, είτε χάνεται μέσω διάβρωσης, στράγγισης, διάλυσης στο νερό ή διάχυσης με άλλους τρόπους. Απόθεμα σε άζωτο μπορεί να οδηγήσει σε διαρροή του αζώτου, όπως στην περίπτωση της ελαιοκράμβης. Οι διαρροές αζώτου και φωσφόρου συνδέονται με την κατηγορία του ευτροφισμού

Το pH του εδάφους είναι πολύ σημαντικός παράγοντας, ο οποίος ελέγχει πολλές χημικές και βιολογικές διεργασίες στο έδαφος, για παράδειγμα την διαθεσιμότητα των θρεπτικών συστατικών και τη δράση των μικρο-οργανισμών του εδάφους. Τα ίδια τα φυτά μπορούν να μειώσουν το pH του εδάφους κυρίως τα όσπρια όπως η σόγια. Στη Βραζιλία η προσθήκη ασβεστούχου διαλύματος είναι αναγκαία για την καλλιέργεια της σόγιας, λόγω ιδιαίτερας χαμηλού pH. Η καλλιέργεια ελαιοκράμβης οξινίζει το έδαφος με βαθμό ισοδύναμο των 21 κιλών CaO ανά εκτάριο ετησίως.

Εξετάσθηκε και η περιεκτικότητα του εδάφους σε κάδμιο. Οι κυριότερες πηγές καδμίου είναι η απόθεση από την ατμόσφαιρα και τα φωσφορικά λιπάσματα. Υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία, όπως η μέση περιεκτικότητα του φωσφόρου σε κάδμιο για κάθε χώρα. Με τα στοιχεία αυτά υπολογίσθηκε η ποσότητα του καδμίου η οποία προστίθεται κάθε χρόνο στο έδαφος. Σύμφωνα με τους υπολογισμούς αυτούς το κάδμιο το οποίο χρησιμοποιείται στα φωσφορικά λιπάσματα ήταν, για τη Σουηδία 240, για τη Βραζιλία 1000 – 2100 και για τη Μαλαισία 3900 mg ανά εκτάριο και έτος.

Η αντικατάσταση ποικιλόμορφων καλλιεργειών με μονοκαλλιέργειες έχει αρνητικές συνέπειες για τη βιοποικιλότητα. Στις περιπτώσεις της Βραζιλίας και της Μαλαισίας υπάρχει ο κίνδυνος απομάκρυνσης μεγαλύτερου αριθμού ειδών ανά εκτάριο από ότι στη Σουηδία. Η απομάκρυνση αυτή αποτελεί πολύ αρνητική παρέμβαση. Παρότι η περιοχή cerrado ήταν πολύ πλούσια σε βιοποικιλότητα, μόνο το 1.5% της γης αυτής βρίσκεται υπό προστασία. Οι προστατευόμενες περιοχές δημιουργούνται κατά τέτοιο τρόπο ώστε να μην επηρεάζουν και επηρεάζονται από την ρίψη φυτοφαρμάκων από τον αέρα. Αν οι προστατευόμενες περιοχές ήταν περισσότερο διεσπαρμένες δημιουργώντας διαδρόμους ενδιαιτήματος για διάφορα είδη ζώων και φυτών, η βιοποικιλότητα θα μπορούσε να εκτείνεται σε μεγαλύτερη περιοχή καθιστώντας τα διάφορα είδη λιγότερο ευαίσθητα. Η απώλεια ενδιαιτημάτων αποτελεί την πιο σοβαρή απειλή για την βιοποικιλότητα της περιοχής. Στα δάση της Μαλαισίας ο αριθμός των ενδημικών ειδών είναι υψηλός, τα οποία πρέπει να υπόκεινται σε καθεστώς προστασίας. Η μετατροπή της γης από δάση σε καλλιέργεια φοινικιάς έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση των θηλαστικών από 75 σε 10 είδη ανά εκτάριο.

Στη Σουηδία, έχει αποδειχθεί επιστημονικά ότι οι άνθρωποι προτιμούν ποικιλόμορφο τοπίο. Οι απαντήσεις στις συνεντεύξεις κατέδειξε ότι οι λόγοι για αυτό το γεγονός ήταν πολλοί: ένα ποικιλόμορφο τοπίο θεωρείται όμορφο, προσφέρει ευκαιρίες για αναψυχή, και σε αυτό στηρίζονται πολλά είδη φυτών και ζώων, και στη Σουηδία αυτό σημαίνει ότι η πολιτιστική



κληρονομιά διατηρείται. Οι καλλιέργειες ελαιοκράμβης μεγαλώνουν σε μικρότερες εκτάσεις από ότι οι σόγια και η φοινικιά. Σε κάθε περίπτωση δεν είναι δυνατή η εξαγωγή συμπερασμάτων αναφορικά με την αισθητική αξία των τριών τύπων καλλιεργειών.

5 ΑΚΖ ΕΞΤΡΑ ΠΑΡΘΕΝΟΥ ΕΛΑΙΟΛΑΔΟΥ: ΟΡΓΑΝΙΚΗ VS. ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ

Η κοστολόγηση κύκλου ζωής και η ΑΚΖ της οργανικής και συμβατικής παραγωγής έχτρα παρθένου ελαιολάδου εφαρμόσθηκε. Ο στόχος της μελέτης ήταν ο προσδιορισμός της σχετικής οικονομικής και περιβαλλοντικής.

Η κοστολόγηση κύκλου ζωής διαχωρίζει το κόστος σε τρεις: συμβατικά εταιρικά κόστη (τυπικά κόστη τα οποία εμφανίζονται στους ισολογισμούς) έμμεσα κόστη και εξωτερικά κόστη (αυτά που δεν πληρώνονται από τον ρυπαίνοντα αλλά από όσους υφίστανται τη ρύπανση. Η ΑΚΖ εφαρμόσθηκε σύμφωνα με τους κανόνες του ISO 14040 (1996).

Πίνακας 2. Εσωτερικά κόστη των δύο συστημάτων για τη μονάδα αναφοράς (€)

Φάση καλλιέργειας	Οργανική	Συμβατική
Φυτοφάρμακα	0.171	0.117
Λιπάσματα	0.268	0.181
Ορυκτέλαια	0.023	0.011
Ηλεκτρική ενέργεια	0.143	0.085
Νερό	0.077	0.046
Πετρέλαιο	0.084	0.048
Προσωπικό	4.344	2.864
Βεβαίωση οργανικής καλλιέργειας	0.064	-
Σύνολο	5.174	3.352
Μεταφορές	0.078	0.039
Βιομηχανική φάση		
Ηλεκτρική ενέργεια	0.014	0.024
Προσωπικό	0.089	0.045
Νερό	0.002	0.022
Συσκευασία	0.298	0.298
Διάθεση αποβλήτων	0.015	0.015
Βεβαίωση οργανικής καλλιέργειας	0.009	-
	0.0009	0.0009

Βεβαίωση HACCP	0.428	0.405
Σύνολο		
ΣΥΝΟΛΟ	5.680	3.796

Πίνακας 3. Εξωτερικά κόστη costs των δύο συστημάτων για τη μονάδα αναφοράς (€)

	Οργανική	Συμβατική
Εξωτερικά κόστη για ενέργεια*	0.664	0.533
Εξωτερικά κόστη για λιπάσματα και φυτοφάρμακα **	0.439	9.870

* Εξωτερικά κόστη συνδεδεμένα με την ενέργεια προέρχονται από ExternE National Implementation Italian Report του 1997;

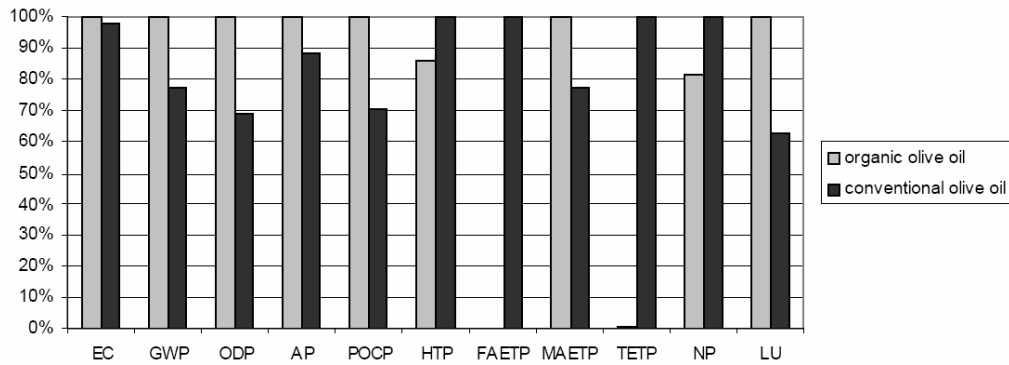
** Εξωτερικά κόστη συνδεδεμένα με τα προέρχονται από μελέτη στο Bocconi, Milan, Italy; έγινε σύγκριση στο κόστος παραγωγής και κοινωνικά κόστη της οργανικής και συμβατικής καλλιέργειας, λαμβάνοντας υπόψη τις συνέπειες των αγροτικών δραστηριοτήτων στο νερό και οι συνέπειες αυτές μεταφράστηκαν σε κόστος, καταδεικνύοντας ότι η ζημία που προκαλούνται από τις συμβατικές καλλιέργειες λόγω των φυτοφαρμάκων και των λιπασμάτων εκφρασμένες σε κόστη αναμόρφωσης και απορρύπανσης είναι 33 φορές μεγαλύτερες από τις οργανικές καλλιέργειες

Η μονάδα αναφοράς που χρησιμοποιήθηκε ήταν 1 κιλό έξτρα παρθένου ελαιολάδου και η ανάλυση ήταν πλήρης. Τα στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν για την εφαρμογή, φυσικά και οικονομικά, συλλέχθησαν απευθείας από τις φάρμες, τα ελαιοτριβεία και βάσεις δεδομένων. Τα εσωτερικά και εξωτερικά κόστη φαίνονται στους πίνακες 2 και 3 αντίστοιχα.

5.1 Αποτελέσματα

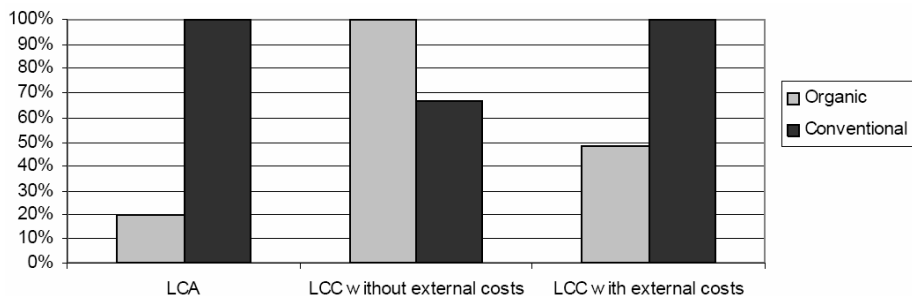
5.1.1 Έξοδα

Τα αποτελέσματα της AKZ (Διάγραμμα 6) δείχνουν ότι η βαθμολογίες του οργανικού συστήματος είναι χειρότερες από τις αντίστοιχες της συμβατικής παραγωγής για όλες τις κατηγορίες επιπτώσεων εκτός από το Θόρυβο (NP), υψηλή θερμοκρασία και πίεση (HTP), Πολιτική εμπορίας ρύπων (ETP) και οικοτοξικότητα φρέσκου νερού (FAETP) (η μέθοδος αξιολόγησης των επιπτώσεων που χρησιμοποιήθηκε ήταν η CML 2000 όπως αναφέρεται στο Guinée et al., 2002, με εξαίρεση της κατηγορίας αυτοματοποιημένης επεξεργασίας δεδομένων (ADP), η οποία αντικαταστάθηκε από το ενεργειακό περιεχόμενο (EC) και με την προσθήκη της χρήσης γης (LU)).



Διάγραμμα 6. Αποτελέσματα ΑΚΖ όπου EC είναι το ενεργειακό περιεχόμενο, GWP παράγοντας φαινομένου θερμοκηπίου, ODP παράγοντας μείωσης του όζοντος, AP λογιστικό σημείο, POCP παράγοντας δημιουργίας φωτοχημικού όζοντος, HTP υψηλή θερμοκρασία και πίεση, FAETP παράγοντας οικοτοξικότητας φρέσκου νερού, TETP παράγοντες οικοτοξικότητας εδάφους, NP θόρυβος και LU είναι η χρήση γης.

Η αιτιολογία των παραπάνω αποτελεσμάτων είναι η μικρή παραγωγικότητα του 30% του οργανικού συστήματος. Κατά το στάδιο της αξιολόγησης καταδείχθηκε ότι το οργανικό σύστημα είναι 5 φορές περισσότερο φιλικό περιβαλλοντικά από το συμβατικό σύστημα λόγω της σχετικής διαφοράς στις κατηγορίες TETP (παράγοντες οικοτοξικότητας εδάφους) και FAETP (παράγοντας οικοτοξικότητας φρέσκου νερού). Το διάγραμμα 7 δείχνει τις διαφοροποιήσεις των αποτελεσμάτων αν ληφθούν υπόψη τα εξωτερικά κόστη. Αν τα εξωτερικά κόστη δεν ληφθούν υπόψη το οργανικό λάδι κοστίζει περισσότερο λόγω της χαμηλής παραγωγικότητας (περίπου 30% λιγότερο). Αντιθέτως, αν τα εξωτερικά κόστη ληφθούν υπόψη το οργανικό σύστημα έχει χαμηλότερο κόστος.



Διάγραμμα 7. ΑΚΖ-Κοστολόγηση κύκλου ζωής με και χωρίς εξωτερικά κόστη

5.1.2 Βελτιώσεις

Οι περιβαλλοντικές βελτιώσεις που αναγνωρίστηκαν για τα συμβατικά συστήματα αφορούν κυρίως τη χρήση φυτοφαρμάκων, η οποία θα πρέπει να γίνεται με μέτρο. Για τα οργανικά συστήματα, η επαναχρησιμοποίηση των χαμόκλαδων ως καύσιμο αντί για ανεξέλεγκτη καύση του, θα μπορούσε να οδηγήσει σε καλύτερη περιβαλλοντική συμπεριφορά. Επιπλέον, η παραδοσιακή εξαγωγή λαδιού αντί τις συνεχούς εξαγωγής οδηγεί σε μείωση των απαιτήσεων σε ενέργεια κατά 50%.

6 ΑΚΖ ΤΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΖΑΧΑΡΗΣ ΑΠΟ ΖΑΧΑΡΟΚΑΛΑΜΟ ΣΤΟ ΝΗΣΙ ΤΟΥ ΜΑΥΡΙΚΙΟΥ

Κατά την εφαρμογή της αειφορίας στην τροφική αλυσίδα, θα πρέπει να ληφθεί υπόψη και να ελεγχθεί η επεξεργασία φαγητού, η μεταφορά, διανομή, προετοιμασία και διάθεση, παράγοντες οι οποίοι επηρεάζουν την αγροτική παραγωγή. Ο στόχος της μελέτης αφορούσε στον καθορισμό των σημαντικών σταδίων που συνδέονται με περιβαλλοντικές επιπτώσεις κατά την παραγωγή ζάχαρης από ζαχαροκάλαμο στον Μαυρίκιο.

6.1 Μέθοδος

- Μονάδα αναφοράς: 1 τόνος παραγόμενης ακατέργαστης ζάχαρης στο νησί.
- Στάδια: (1) καλλιέργεια ζαχαροκαλάμου και συγκομιδή, (2) καύση ζαχαροκαλάμου, (3) μεταφορά, (4) παραγωγή λιπασμάτων και φαρμάκων, (5) παραγωγή ζάχαρης και (6) παραγωγή ηλεκτρισμού από το κατάλοιπο αποχύμωσης
- Συλλογή στοιχείων: εταιρείες, εργοστάσια, στατιστικές ζάχαρης, βάσεις δεδομένων και βιβλιογραφία
- Παράμετροι οι οποίες εξετάστηκαν: μείωση πηγών ενέργειας, κλιματικές αλλαγές, οξίνιση, δημιουργία οξειδωτικών, ευτροφισμός, οικοτοξικότητα νερού και οικοτοξικότητα στον άνθρωπο

6.2 Αποτελέσματα

Σύμφωνα με την απογραφή της σημερινής παραγωγής ζάχαρης, η παραγωγής ενός τόνου απαιτεί:

- Γή 0.12 εκταρίων
- Χρήση 0.84 κιλών φαρμάκων και 6.5 κιλών αζωτούχων λιπασμάτων
- 553 τόνους νερού
- 170 τονοχιλιόμετρα μεταφοράς
- συνολική κατανάλωση ενέργειας περίπου 14235 MJ: κατανάλωση καυσίμου 1995 MJ και το υπόλοιπο προέρχεται από το ανανεώσιμο the κατάλοιπο αποχύμωσης
- 160 κιλά CO₂ εκπέμπεται από τις καύσεις και οι καθαρές μειώσεις των εκπομπών λόγω της χρήσης του καταλοίπου αποχύμωσης είναι 932,000 τόνοι
- εκπέμπονται 1.7 κιλά σκόνης, 1.21 κιλά SO₂, 1.26 κιλά NO_x και 1.26 κιλά CO
- εκπέμπονται σε υδροφόρους ορίζοντες 1.7 κιλά N, 0.002 κιλά φαρμάκων, 19.1 κιλά COD, και 0.37 κιλά φωσφορικών

Οι περισσότερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις προέρχονται από την καλλιέργεια και συγκομιδή του ζαχαροκαλάμου (44%) ακολουθούμενη από την παραγωγή λιπασμάτων και φαρμάκων



(22%), παραγωγή ζάχαρης και παραγωγή ενέργειας (20%), μεταφορές (13%) και καύση ζαχαροκαλάμου (1%). Ο ευτροφισμός είναι η μεγαλύτερη επίπτωση ακολουθούμενη από την οξίνιση και την κατανάλωση των πηγών ενέργειας

Μέτρα για τη βελτίωση της περιβαλλοντικής επίδοσης κατά την παραγωγή ζάχαρης περιλαμβάνουν: βελτίωση των συστημάτων άρδευσης, βέλτιστη χρήση φυτοφαρμάκων, συγκέντρωση των εργοστασίων ζάχαρης, συμπαραγωγή ενέργειας και έλεγχος της ρύπανσης κατά την παραγωγή και καύση

7 ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΜΠΥΡΑΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Σκοπός της μελέτης ήταν η υλοποίηση ΑΚΖ για την παραγωγή μπύρας, για τον καθορισμό των σταδίων του κύκλου ζωής τα οποία συνδέονται με τις σημαντικότερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Ο τύπος της μπύρας ο οποίος επιλέχθηκε ήταν 'lager', το οποίο παράγεται από Ζυθοποιία στην Β. Ελλάδα (ΒΙΠΕ Σίνδου, Θεσσαλονίκη). Μεγάλος μέρος στοιχείων από την εγκατάσταση ήταν διαθέσιμα αφού η μελέτη έλαβε χώρα σε στενή συνεργασία με τον παραγωγό μπύρας.

Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις που εξετάστηκαν περιλαμβάνουν: το φαινόμενο του θερμοκηπίου, μείωση του όζοντος, οξίνιση, ευτροφισμό, παραγωγή αιθαλομίχλης και οικοτοξικότητα.

Ο κύριος στόχος της ανάλυσης ήταν ο καθορισμός των κύριων σημείων που συνδέονται με την παραγωγή μπύρας, περιλαμβάνοντας:

- Τα στάδια του κύκλου ζωής τα οποία οδηγούν στις πιο σημαντικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις (hot spots) και
- Προτάσεις για τη βελτιστοποίηση του συστήματος

7.1 Προϊόν και Παραγωγική διαδικασία

Το υπό εξέταση προϊόν είναι μία από τις πιο κοινές μάρκες μπύρας στην Ελλάδα, το οποίο διατίθεται σε πράσινα μπουκάλιο του μισού λίτρου. Η καλλιέργεια της βύνης δεν περιλαμβάνεται στα όρια του συστήματος. Το διάγραμμα 8 απεικονίζει το συνολικό υπό εξέταση σύστημα και ο πίνακας 4 τα υποσυστήματα τα οποία περιλαμβάνονται στην παραγωγή μπύρας.

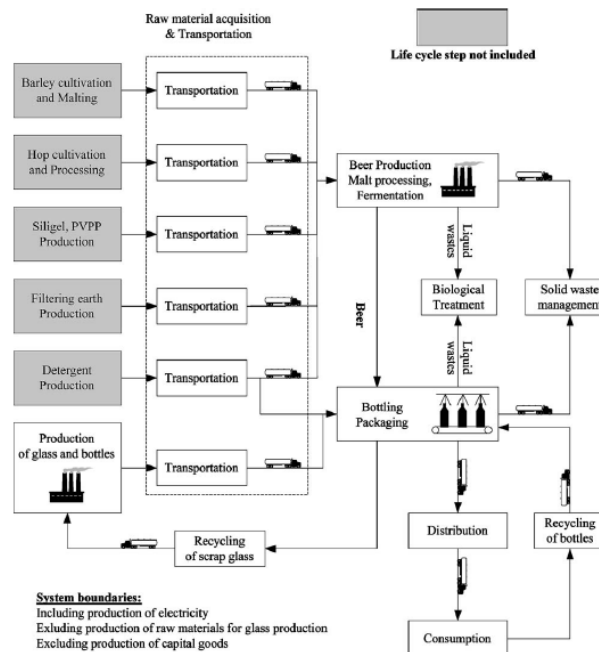
Πίνακας 4. Υποσυστήματα παραγωγής μπύρας

Υποσύστημα	Διαδικασία
Απόκτηση πρώτων υλών	Μεταφορά των πρώτων υλών στην εγκατάσταση ζύμωσης
Παραγωγή μπύρας	Επεξεργασία βύνης και ζύμωση συμπεριλαμβανομένης της επεξεργασίας των υγρών και στερεών αποβλήτων

Παραγωγή μπουκαλιών	Απόκτηση πρώτων υλών, παραγωγή γυαλιού, παραγωγή μπουκαλιών
Συσκευασία	Επεξεργασία μπουκαλιών, εμφιάλωση μπίρας συμπεριλαμβανομένης της επεξεργασίας των υγρών και στερεών αποβλήτων
Μεταφορά / αποθήκευση/ διάθεση	Μεταφορά των μπουκαλιών μπίρας στους καταναλωτές, ανακύκλωση των μπουκαλιών

Στη συνέχεια δίδεται συνοπτική περιγραφή του κύκλου ζωής:

- **Απόκτηση πρώτων υλών:** η μεταφορά των πρώτων υλών στο εργοστάσιο ζύμωσης αποτελεί το πρώτο στάδιο της διαδικασίας. Οι πρώτες ύλες παράγονται μερικώς στην Ελλάδα και μερικώς σε χώρες της Δυτικής Ευρώπης. Βαρέα οχήματα (φορτηγά) τα οποία καταναλώνουν πετρέλαιο, χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά. Οι συντελεστές αέριας εκπομπής (g ρύπου/km) και η κατανάλωση καυσίμου υπολογίσθηκαν.

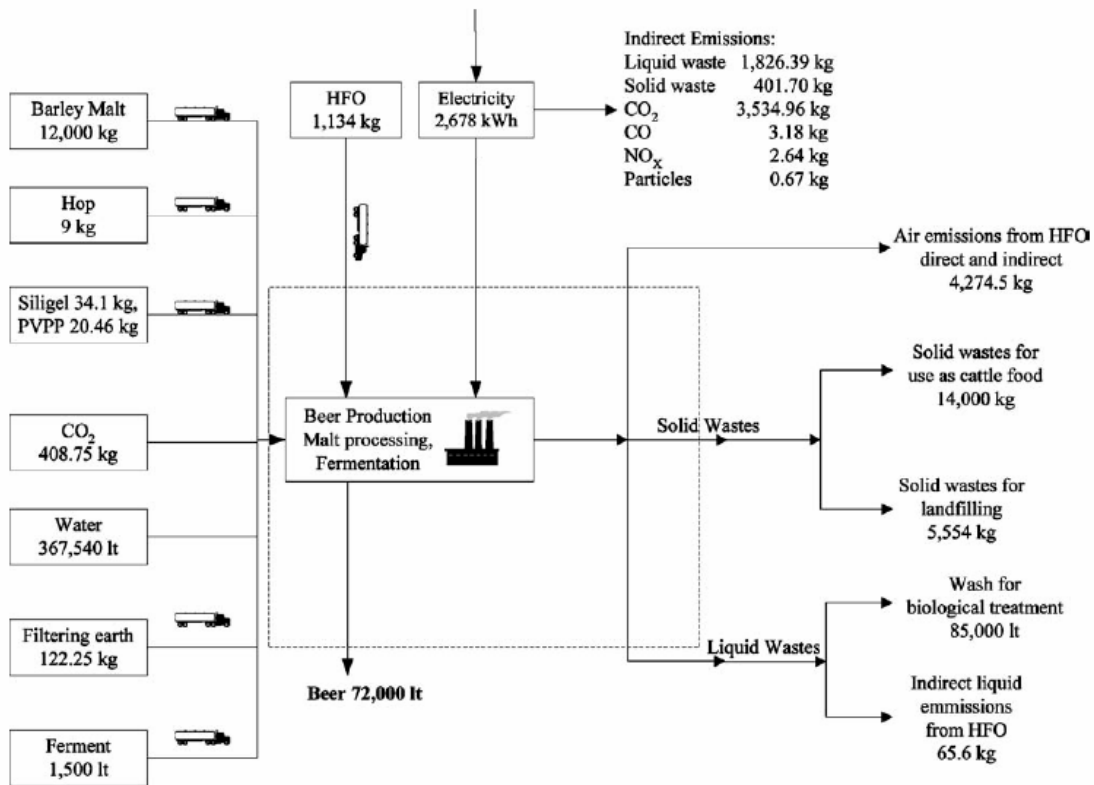


Διάγραμμα 8. σχηματική παρουσίαση του υπό εξέταση συστήματος

- **Παραγωγή μπίρας:** τα κύρια συστατικά για την παραγωγή μπίρας είναι το νερό και η βύνη. Για την παραγωγή 1 λίτρου μπίρας, απαιτούνται 5.25 λίτρα νερού. Η παραγωγή μπίρας γίνεται μαζικά με επεξεργασία 12 τόνων βύνης ανά παρτίδα. Τα βασικά συστατικά εισόδου και εξόδου στην παραγωγή μπίρας φαίνονται στο διάγραμμα 9.
- **Παραγωγή μπουκαλιών:** ανακυκλωμένο γυαλί χρησιμοποιείται για την παραγωγή. Τα βασικά συστατικά της εισόδου για την παραγωγή των μπουκαλιών φαίνονται στον πίνακα.

Πίνακας 5. Είσοδος για την παραγωγή 1000 κιλών γυαλιού συμπεριλαμβανομένης της ενέργειας για τη μορφοποίηση του μπουκαλιού

Πρώτες ύλες	κιλά/1,000κιλά παραγόμενου γυαλιού	Τύπος ενέργειας	Ενέργεια/1,000κιλά γυαλιού (MJ)
Ανακυκλωμένο γυαλί	1.050	Ηλεκτρισμός	2,500
Ασβεστοπολιτός	5.36	Πετρέλαιο	150
Νερό	0.06	Φυσικό αέριο	990
Ορυκτός αλάτι	6.71	Θερμό λάδι	7,780
Χρώμιο	0.67	Λιγνίτης	50
		Προπάνιο	100



Διάγραμμα 9. είσοδος και έξοδος στην παραγωγή μπίρας για μια παρτίδα

- **Συσκευασία και εμφιάλωση:** η εμφιάλωση μιας παρτίδας απαιτεί 140,376 μπουκάλια (0.546 κιλά γυαλιού ανά μπουκάλι) περιλαμβανομένων απωλειών (περίπου 3% από τις οποίες επιστρέφει στον παραγωγό γυαλιού). Από τα μπουκάλια αυτά, περίπου 51% προέρχεται από επιστρεφόμενα μπουκάλια και τα υπόλοιπα από πρωτογενή μπουκάλια.

- **Μεταφορά/αποθήκευση/διανομή:** Η διανομή των στερεών αποβλήτων και των ανακυκλώσιμων υλικών λήφθηκε υπόψη

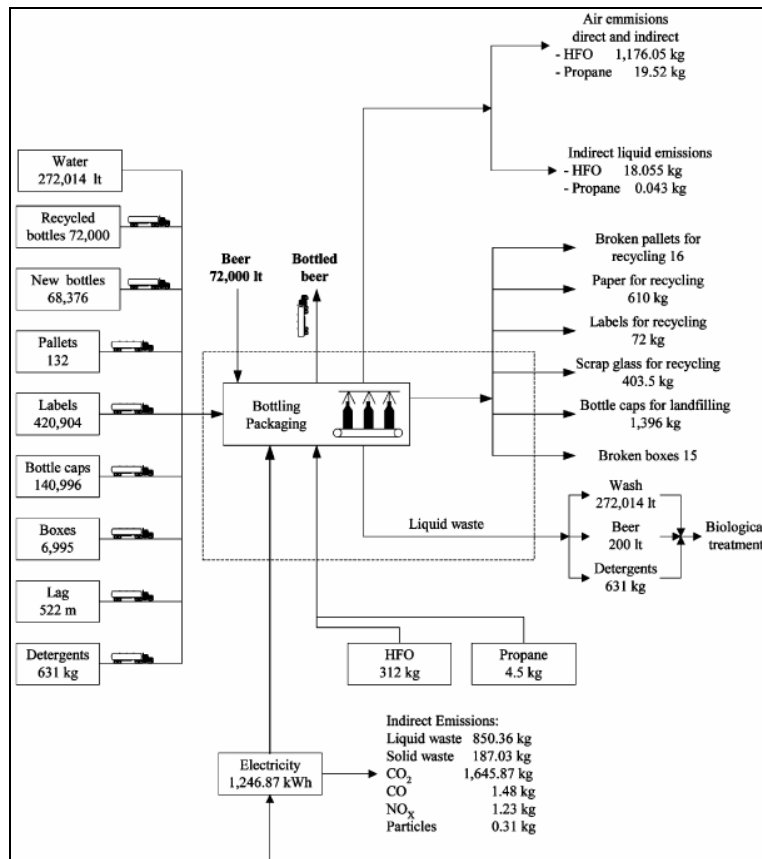
7.2 Μονάδα αναφοράς

- Ένα μπουκάλι μπίρας (βάρος μπουκαλιού και μπίρας 1.066 κιλό), το οποίο περιλαμβάνει: 0.52 λίτρα μπίρας (520 γραμμάρια μπίρας) και 0.546 κιλά πράσινου μπουκαλιού.

7.3 Αποτελέσματα

7.3.1 Ενέργεια

Η παραγωγή μπουκαλιού αποτελεί το μεγαλύτερο καταναλωτή ενέργειας στον κύκλο ζωής της μπίρας (85%). Στην παραγωγή του μπουκαλιού η ενέργεια προέρχεται κυρίως από πετρέλαιο (71%) ακολουθούμενο από ηλεκτρισμό (21.4%) και φυσικό αέριο (5.3%). Το πετρέλαιο αποτελεί την κύρια πηγή ενέργειας στο όλο σύστημα παραγωγής μπίρας (67.3%) ακολουθούμενο από ηλεκτρισμό (20.7%) και μαζούτ (HFO 6.4%).



Διάγραμμα 10. Είσοδος και έξοδος στο υποσύστημα συσκευασίας για μία παρτίδα

Η ένταση άνθρακα ορίζεται ως τα κιλά ισοδύναμου CO₂ τα οποία παράγονται από τη διεργασία ή τον κύκλο παραγωγής ενός προϊόντος ανά μονάδα ενέργειας που καταναλώνεται. Η ένταση άνθρακα αποτελεί δείκτη περιβαλλοντικής και ενεργειακής απόδοσης της διεργασίας. Υψηλή ένταση άνθρακα σημαίνει χαμηλή απόδοση ενέργειας ή χρήση καυσίμου χαμηλού βαθμού ή και τα δύο. Η παραγωγή μπύρας και η απόκτηση των πρώτων υλών έχουν μεγαλύτερη ένταση άνθρακα από την παραγωγή του μπουκαλιού, τη συσκευασία και τη μεταφορά/αποθήκευση/διανομή.

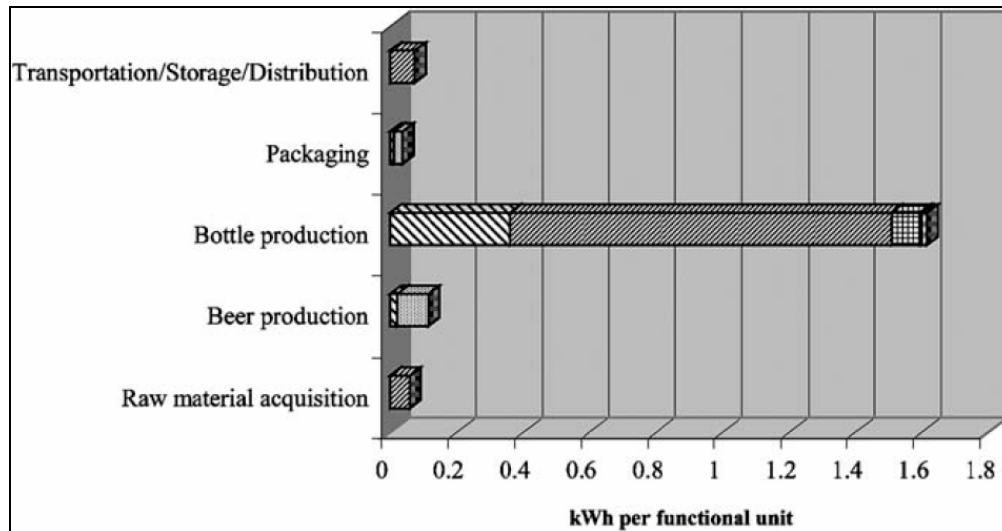
Η ένταση του άνθρακα κατά την απόκτηση των πρώτων υλών και τη μεταφορά/αποθήκευση/διανομή, εξαρτάται από τα χιλιόμετρα μεταφοράς. Η υψηλή τιμή του υποσυστήματος παραγωγής μπύρας οφείλεται στη χρήση μαζούτ.

7.4 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις

Η παραγωγή μπουκαλιών συνεισφέρει στο μεγαλύτερο βαθμό στο φαινόμενο του θερμοκηπίου λόγω της κατανάλωσης πετρελαίου. Η κανονικοποίηση αποκαλύπτει ποιες επιπτώσεις είναι μεγάλες και ποιες μικρότερες. Η παραγωγή μπύρας συμβάλει και στην οικοτοξικότητα και τη δημιουργία αιθαλομίχλης.

Πίνακας 6. Αποτελέσματα ανά μονάδα αναφοράς

Κατηγορία	Τιμή	Μονάδα
Φαινόμενο θερμοκηπίου	392.46	kg CO ₂ -eq
Μείωση όζοντος	0.00234	kg CFC11-eq
Ευτροφισμός	0.40895	kg PO ₄ -eq
Οξίνιση	0.00015	kg SO ₂ -eq
Δημιουργία αιθαλομίχλης	21.413	kg C ₂ H ₄ -eq
Στερεά απόβλητα	557.9	kg
Τοξικότητα στον άνθρωπο	6.724E-05	kg B _(a) P
Οικοτοξικότητα	0,05161	kg Pb



Διάγραμμα 11. ένταση άνθρακα ως kgCO₂_eq/kWh ανά υποσύστημα

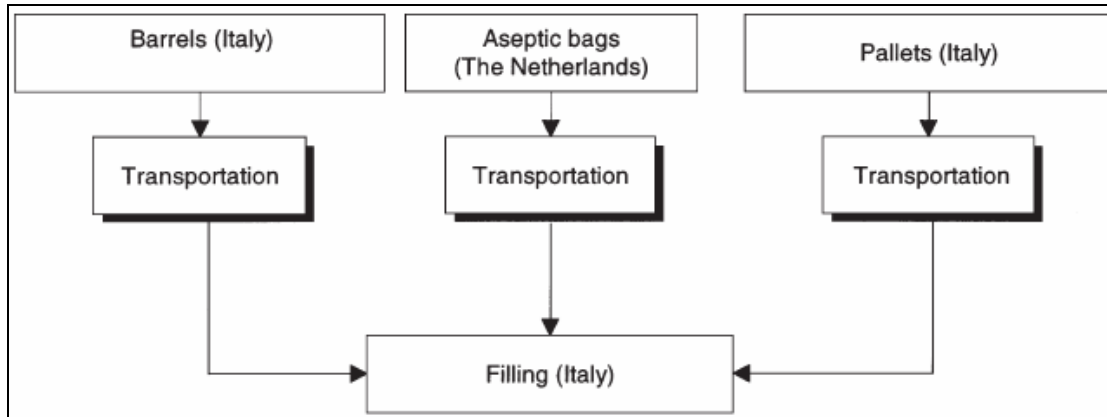
7.5 Συμπεράσματα

Τα αποτελέσματα της ενεργειακής ανάλυσης δεν οδηγούν πάντα στα ίδια συμπεράσματα με την αξιολόγηση των επιπτώσεων. Από τα εξαγόμενα αποτελέσματα, μπορεί να προκύψει ότι για πολλές κατηγορίες επιπτώσεων η παραγωγή μπουκαλιού ακολουθούμενη από τη συσκευασία και την παραγωγή μπίρας συμβάλλουν περισσότερο στις αρνητικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις κατά την παραγωγή μπίρας. Επομένως η προσπάθεια να μειωθούν οι επιπτώσεις αυτές θα πρέπει να εστιάσουν στη μείωση των εκπομπών από τα υποσυστήματα αυτά.

8 ΑΚΖ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΕΤΣΑΠ ΤΟΜΑΤΑΣ

Σκοπός της μελέτης ήταν η εκπόνηση ΑΚΖ για την απόκτηση πληροφοριών σχετικά με τις δυνατότητες και περιορισμούς αναφορικά με την χρήση της μεθοδολογίας στην παραγωγή τροφίμων. Τα δεδομένα ήταν διαθέσιμα λόγω της στενής συνεργασίας με Σουηδό και Ιταλό παραγωγή κέτσαπ τομάτας. Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις που εξετάστηκαν: φαινόμενο του θερμοκηπίου, μείωση όζοντος, οξίνιση, ευτροφισμός, δημιουργία φωτο-οξειδωτικών και οικοτοξικότητα.

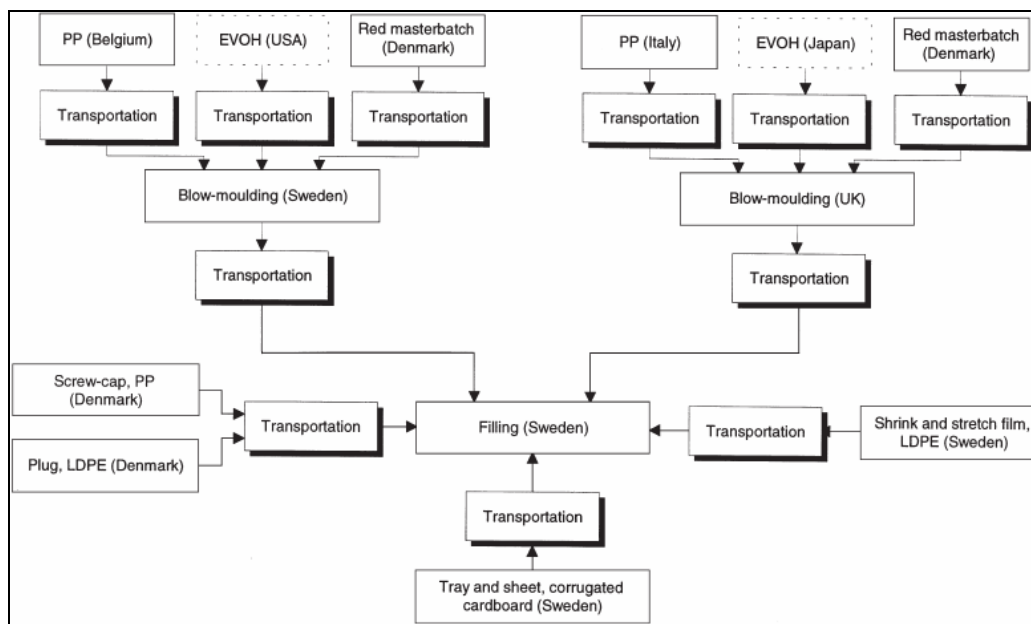
Το προϊόν το οποίο εξετάστηκε αποτελεί μια από τις πιο γνωστές μάρκες κέτσαπ στη Σουηδία η οποία διατίθεται σε κόκκινα μπουκάλια ενός κιλού.



Διάγραμμα 12. Σύστημα συσκευασίας κέτσαπ τομάτας

8.1 Κύκλος ζωής

- Οι τομάτες μεγαλώνουν και υπόκεινται σε επεξεργασία στις Μεσογειακές χώρες
- Η πάστα τομάτας μεταφέρεται στη Σουηδία και υπόκειται σε επεξεργασία (με διάφορα συστατικά και νερό) για να γίνει κέτσαπ τομάτας: συσκευάζεται σε ασηπτικές σακούλες οι οποίες αποθηκεύονται σε χαλύβδινα βαρέλια, με κάθε σακούλα να περιέχει 200 λίτρα πάστας τομάτας
- Το κέτσαπ συσκευάζεται, διατίθεται και καταναλώνεται: πλαστικά μπουκάλια που χρησιμοποιούνται είναι από πολυπροπυλένιο (PP); Αποτελούνται από 5 στρώματα: ένα εσωτερικό τοίχωμα PP; πρόσθετο; Στρώμα EVOH; πρόσθετο και εξωτερικό τοίχωμα PP.



Διάγραμμα 13. το σύστημα συσκευασίας.

Το σύστημα αποτελείται από 6 υποσυστήματα. Αναλύθηκαν εναλλακτικά σενάρια για τις συσκευασίες και τη χρήση. Ο πίνακας 7 συνοψίζει τα υποσυστήματα, συμπεριλαμβανομένων τις διεργασίες και τα σενάρια που εξετάστηκαν. Τα σενάρια διαχείρισης αποβλήτων καθορίζονται στον πίνακα 8.

Πίνακας 7. Η διεργασία παραγωγής κέτσαπ τομάτας

Υποσύστημα	Διεργασίες	Σενάρια
Καλλιέργεια	Καλλιέργεια τομάτας, ζαχαροκάλαμων, παραγωγή των συστατικών εισόδου στην καλλιέργεια	
Κατεργασία τροφίμου	Παραγωγή πάστας τομάτας, ζάχαρης, ξύδι, αλάτι και κέτσαπ	
Συσκευασία	Παραγωγή και μεταφορά για πάστα τομάτας και κέτσαπ	Διαχείριση αποβλήτων: (1) ταφή, (2) ανακύκλωση υλικών και αποτέφρωση με ανάκτηση ενέργειας
Αγορά	Μεταφορά	
Χρήση	Αποθήκευση στο ψυγείο	Χρόνος αποθήκευσης: (a) ένας μήνας, (b) ένα έτος

Η μονάδα αναφοράς ορίστηκε ως 1000 κιλά καταναλισκόμενα κέτσαπ τομάτας, θεωρώντας 5% απωλειών στη φάση της χρήσης.

Ερωτηματολόγια απαντήθηκαν από 30 ανθρώπους και τα μπουκάλια κέτσαπ που είχαν συλλεχθούν στο σημείο διάθεσης. Η διαδικασία αυτή κατέδειξε:

- Τα σενάρια χρήσης είναι ρεαλιστικά ως προς το χρόνο αποθήκευσης
- Οι απώλειες διαφοροποιούνται σημαντικά από 0.5% μέχρι 26%.

Πίνακας 8. Συσκευασία και διαχείριση αποβλήτων

Υποσύστημα	Διεργασία	Σενάρια
Σενάριο 1	Χαλύβδινα βαρέλια, πλαστικά υλικά και παλέτες: προς ταφή	Πλαστικά υλικά: προς ταφή Χαρτόνια: 80% ανακύκλωση, 20% προς ταφή. παλέτες: 100 φορές επαναχρησιμοποίηση και μετά προς ταφή
Σενάριο 2	Χαλύβδινα βαρέλια: 70% ανακύκλωση και 30% προς ταφή. PP: 80% αποτέφρωση και 20% προς ταφή. LDPE παλέτες: αποτέφρωση.	LDPE: αποτέφρωση. PP: αποτέφρωση και 20% προς ταφή. χαρτόνι: 80% ανακύκλωση, 20% προς αποτέφρωση. παλέτες: 100 φορές επαναχρησιμοποίηση και μετά προς αποτέφρωση

8.2 Ανάλυση απογραφής και συλλογή στοιχείων

Για την ανάλυση της απογραφής, μια περίληψη των διεργασιών και των πηγών στοιχείων φαίνονται στον πίνακα 9. Για τη συλλογή των στοιχείων, χρησιμοποιήθηκαν ερωτηματολόγια, συνεντεύξεις και περιβαλλοντικές μελέτες. Τα στοιχεία για την καλλιέργεια της τομάτας συλλέχθηκαν από μια φάρμα η οποία εφοδιάζει τη μονάδα παραγωγής πάστας στην Ιταλία.

8.3 Όρια συστήματος

Το υπό εξέταση σύστημα περιελάμβανε: παραγωγή ηλεκτρισμού, καλλιέργεια ζαχαροκάλαμων, παραγωγή ζάχαρης, επεξεργασία υγρών αποβλήτων από την παραγωγή ζάχαρης και κέτσαπ, διανομή και χρήση

Η θερμική ενέργεια αφορά στην καύση. Όπου χρησιμοποιήθηκαν συντελεστές εκπομπής εκπομπές από την ανάκτηση ορυκτών καυσίμων λήφθηκαν υπόψη. Για ηλεκτρισμό από δίκτυο, μέσες τιμές ανά χώρα αναφορικά με την παραγωγή ηλεκτρισμού χρησιμοποιήθηκαν, όποτε ήταν γνωστή η γεωγραφική θέση της διεργασίας. Αλλιώς χρησιμοποιήθηκαν μέσες ευρωπαϊκές τιμές.

Για λόγους σύγκρισης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των δύο σεναρίων διαχείρισης αποβλήτων συσκευασίας, έγινε επέκταση του συστήματος. Κατά συνέπεια:

- Αποτέφρωση αποβλήτων: η ανακτώμενη ενέργεια αφαιρείται από τη χρήση ενέργειας. Η ανακτώμενη ενέργεια συνδέεται με τη μειωμένη χρήση πετρελαίου για θέρμανση. Οι εκπομπές από τα σενάρια (συμπεριλαμβανομένης της αποτέφρωσης) προσαρμόστηκαν ανάλογα: οι εκπομπές ως αποτέλεσμα της χρήσης καυσίμου για την παραγωγή ενέργειας ίσης με την ανακτώμενη αφαιρέθηκαν
- Επεξεργασία υγρών αποβλήτων: χρησιμοποιήθηκαν στοιχεία από τη μονάδα επεξεργασίας της απορροής από την μονάδα παραγωγής κέτσαπ. Για την παραγωγή του διαλύματος ζάχαρης, χρησιμοποιήθηκαν γενικά στοιχεία σχετικά με τις αποδόσεις και την ενεργειακή χρήση για μονάδα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων με μηχανική, βιολογική και χημική επεξεργασία.
- Λόγω σε ελλείψεις στοιχείων τα ακόλουθα στάδια έμειναν εκτός του συστήματος:
 - Παραγωγή μηχανημάτων κτιρίων
 - Παραγωγή κιτρικού οξέος
- Ομοίως, για τα μπουκάλια κέτσαπ έμειναν εκτός: παραγωγή προσθέτων, ΕVOH, κ.λπ
- Ασεπτικές σακούλες για την πάστα τομάτας περιέχουν 7% polyethyleneterephthalate (PET) και 0.03% αλουμίνιο: αυτά τα υλικά δεν λήφθηκαν υπόψη λόγω των μικρών ποσοτήτων.
- Φάση χρήσης: διαρροές από τα ψυγεία δεν λήφθηκαν υπόψη

- **Στάδια καλλιέργειας:** αφομοίωση του CO₂ από τη σοδειά δεν λήφθηκε υπόψη, ούτε η διαρροή θρεπτικών συστατικών και αερίων εκπομπών όπως η αμμωνία και οξείδια αζώτου από τα χωράφια.

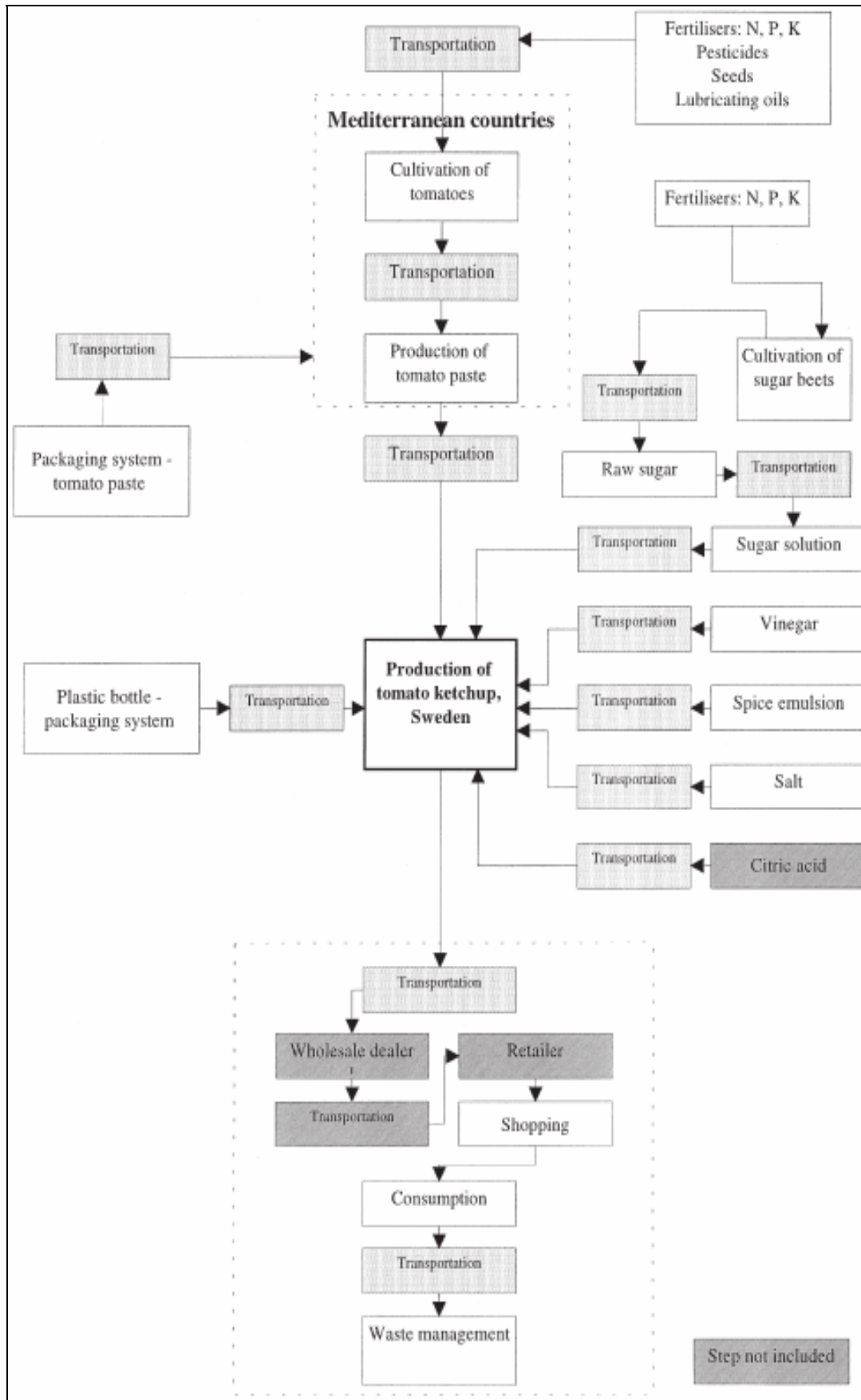
Πίνακας 9. Διαργασίες και πηγές στοιχείων

Process	Type or source of data	Source of emission factors	Principle of allocation used
Fertiliser N	[4]	[6] ^a c ^b	
Fertilisers P and K	[7] ^a [4] ^b	[6] ^a c ^b	
Pesticides	[4]	[6]	
Lubricating oils	[7]	[6]	
Seeds	[7]	[6]	
Tomatoes	Site-specific estimates, Italy	[6]	
Sugar beets	[4] and site-specific estimates, Sweden	[8]	
Tomato paste	Site-specific, Italy	[6]	By weight, for the main products of the plant
Raw sugar	Site-specific, Sweden	c	
Sugar solution	Site-specific, Sweden	[9]	
Vinegar	Site-specific, Sweden		
Spice emulsion	Site-specific, Sweden		
Salt	[4]	[9]	
Tomato ketchup	Site-specific, Sweden	c	For emissions caused by use of thermal energy, by weight for the main products of the plant. For water emissions, by flows of water through the different production lines
Packaging system for tomato paste	[6]: PP, [9]: steel, LDPE and wood		
Packaging system for ketchup	[6]: PP, [9]: LDPE, corrugated cardboard and wood. Site-specific: blow-moulding and red master-batch		
Transportation	Site-specific: type of vehicle and distance	[8]	
Shopping	Own estimates	[10]	
Household phase	Own estimates		
Electricity production	Average, country-specific. Average, Europe	c, [11]	
Waste management	Packaging materials, as specified above. Waste water: site-specific and [12]		

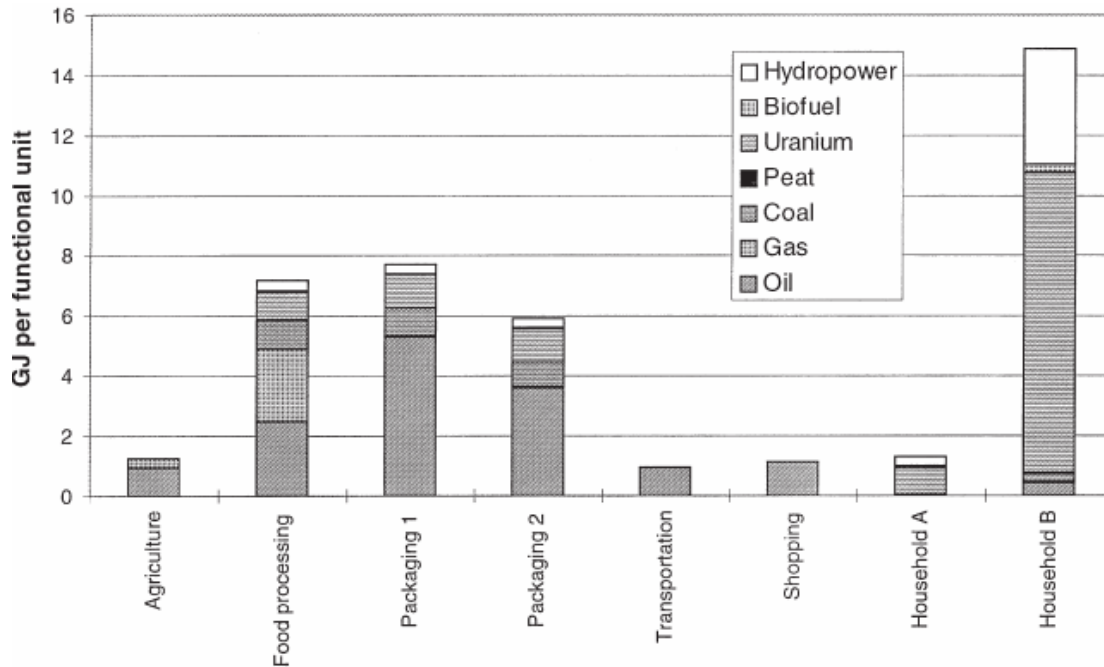
a τομάτες.

b Ζαχαροκάλαμα.

c To software 'LCA Inventory Tool' (LCAiT).



Διάγραμμα 14. διάγραμμα ροής του κύκλου ζωής του Σουδικού κέτσαπ



Διάγραμμα 15. η χρήση πρωτογενούς ενέργειας στην παραγωγή κέτσαπ

8.4 Αποτελέσματα

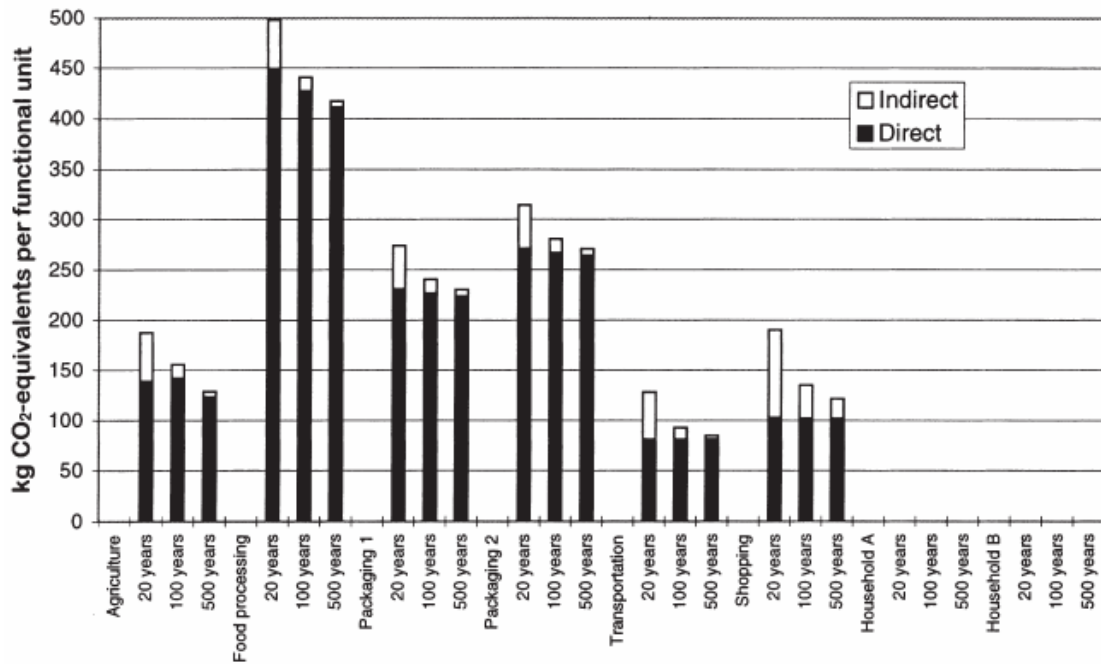
Η χρήση πρωτογενούς ενέργειας και οι πηγές της φαίνονται στο διάγραμμα 15. στην επεξεργασία τροφίμων οι απαιτήσεις σε ενέργεια διαχωρίζονται στην παραγωγή πάστας τομάτας, παραγωγή άλλων συστατικών και παραγωγή κέτσαπ. Για το υποσύστημα συσκευασίας το σενάριο δεν είναι το σημαντικό όπως για το υποσύστημα της χρήσης. Προέκυψε ότι κατά η μεταφορά και τη διανομή του προϊόντος έχουν παρόμοιες απαιτήσεις σε ενέργεια. Η συνεισφορά της μεταφοράς στο υποσύστημα συσκευασίας δεν είναι γνωστή λόγω έλλειψης στοιχείων.

8.5 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις σε παγκόσμιο επίπεδο

Τα αποτελέσματα σχετικά με το φαινόμενο του θερμοκηπίου φαίνονται στο διάγραμμα 16. Η επεξεργασία των τροφίμων και η συσκευασία συνεισφέρουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου λόγω της μεγάλης κατανάλωσης ορυκτών καυσίμων.

8.6 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις σε τοπικό επίπεδο

Αναφορικά με την οξίνιση το σύστημα επεξεργασία τροφίμου είναι hotspot. Το διοξείδιο του θείου που παράγεται κατά την παραγωγή της πάστας ευθύνεται για το 70% ως 90% του φαινομένου, λόγω της χρήσης μαζούτ. Ο λόγος της εμφανιζόμενης αρνητικής συνεισφοράς του σεναρίου 2 της συσκευασίας οφείλεται στη μείωση των εκπομπών SO₂, λόγω της ανακτώμενης ενέργειας από την αποτέφρωση των αποβλήτων και μειωμένη χρήση ορυκτού καυσίμου



Διάγραμμα 16. οι εκτιμώμενες συνεισφορές στη φαινόμενο του θερμοκηπίου

Αναφορικά με τον ευτροφισμό το υποσύστημα της καλλιέργειας είναι hot-spot, παρότι δεν περιλαμβάνει τη διαρροή θρεπτικών ουσιών.

8.7 Τοξικότητα

Το σύστημα καλλιέργειας αποδείχθηκε ότι είναι hot-spot παρότι δεν ποσοτικοποιήθηκαν οι διαρροές φυτοφαρμάκων. Ο λόγος έγκειται στο περιεχόμενο των φωσφορικών λιπασμάτων σε βαρέα μέταλλα.

9 ΑΚΖ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΓΑΛΑΚΤΟΣ ΣΤΗ ΔΑΝΙΑ

Αντικείμενο της Ανάλυσης Κύκλου Ζωής ήταν η παραγωγή γάλακτος σε 31 φάρμες στη Δανία. Ο προσδιορισμός των ποσοτήτων για τις εισερχόμενες ροές υλικών στο σύστημα (π.χ. ηλεκτρική ενέργεια, τροφή για τα ζώα – σόγια, λιπάσματα) για κάθε φάρμα έγινε με βάση πρωτογενή στοιχεία που διατηρούσαν οι υπεύθυνοι των μονάδων όπως επίσης και με χρήση κατάλληλων υπολογιστικών μοντέλων.

9.1 Αποτελέσματα

Ως μονάδα αναφοράς καθορίσθηκε το 1 kg γάλακτος (Διάγραμμα 17) και οι διαδικασίες που εφαρμόζονται επιμερίζονται σε τρεις κύριες κατηγορίες:

- 1) Διεργασία πριν από τη φάρμα (π.χ. καλλιέργεια σόγιας για χρήση από τα ζώα)
- 2) Διεργασία εντός της φάρμας (π.χ. παραγωγή ζωοτροφής, διαχείριση κοπριάς)
- 3) Διεργασία μετά τη φάρμα (π.χ. παραγωγή κρέατος, αποφυγή χρήσης λιπασμάτων)

Η γεωργική περιοχή που χρησιμοποιήθηκε για την ανάλυση της συγκεκριμένης φάρμας του Διαγράμματος 17, ήταν 48 εκτάρια και καλυπτόταν κατά 19% από γρασίδι-τριφύλλι. Η ετήσια παραγόμενη ποσότητα γάλακτος με χρήση της φυτικής αυτής καλλιέργειας ήταν 538 τόνοι και η αντίστοιχη μέση παραγωγή γάλακτος ανά αγελάδα ήταν 7100 kg.

Παραγωγή σόγιας για χρήση από τα ζώα

Κατά τη διαδικασία παραγωγής ζωοτροφής από σόγια, λαμβάνει χώρα και παραγωγή σογέλαιου, το οποίο είναι δυνατό να υποκαταστήσει τη χρήση άλλων ελαίων όπως το ελαιοκράμβη. Αυξάνοντας την παραγωγή σογέλαιου, μειώνεται η απαίτηση για χρήση λιπασμάτων, δεδομένου ότι τα φυτά σόγιας έχουν την ικανότητα δέσμευσης αζώτου ενώ τα φυτά ελαιοκράμβη δεν έχουν αυτή τη δυνατότητα.

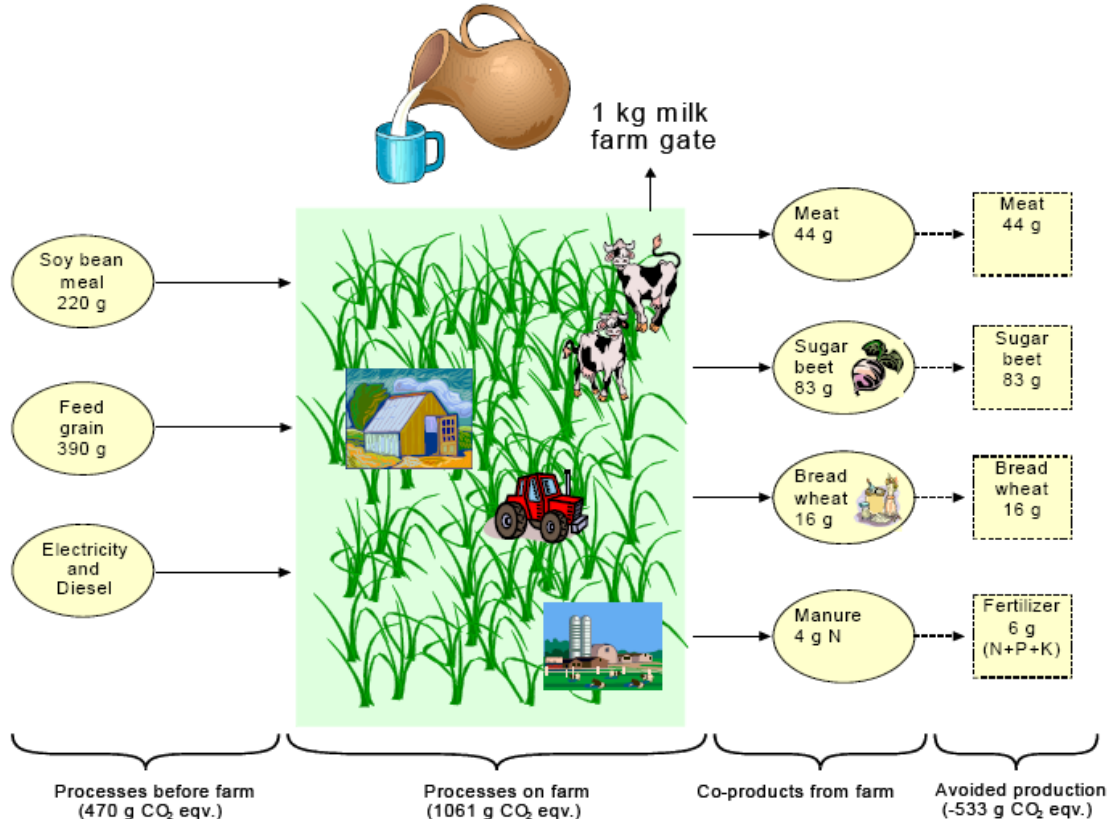
9.2 Παραγωγή γάλακτος

Η διεργασία παραγωγής του γάλακτος στο συνολικό σύστημα είναι αυτή που συνεισφέρει περισσότερο στο φαινόμενο της πλανητικής υπερθέρμανσης – φαινόμενο του θερμοκηπίου (1061g ισοδύναμου CO₂ ανά kg παραγόμενου γάλακτος). Επιπλέον, εκπομπές μεθανίου από τις αγελάδες, οξειδίων του αζώτου από υπολείμματα φυτικών καλλιεργειών που προορίζονται για ζωοτροφή όπως επίσης και από τη διαχείριση της κοπριάς συνεισφέρουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου.



9.3 Παραγωγή κρέατος

Η παραγωγή βοδινού κρέατος ανά Kg γάλακτος είναι 44 g. Η αποφυγή παραγωγής κρέατος οδηγεί σε μείωση κατά 533 g ισοδύναμου CO₂ ανά kg γάλακτος.



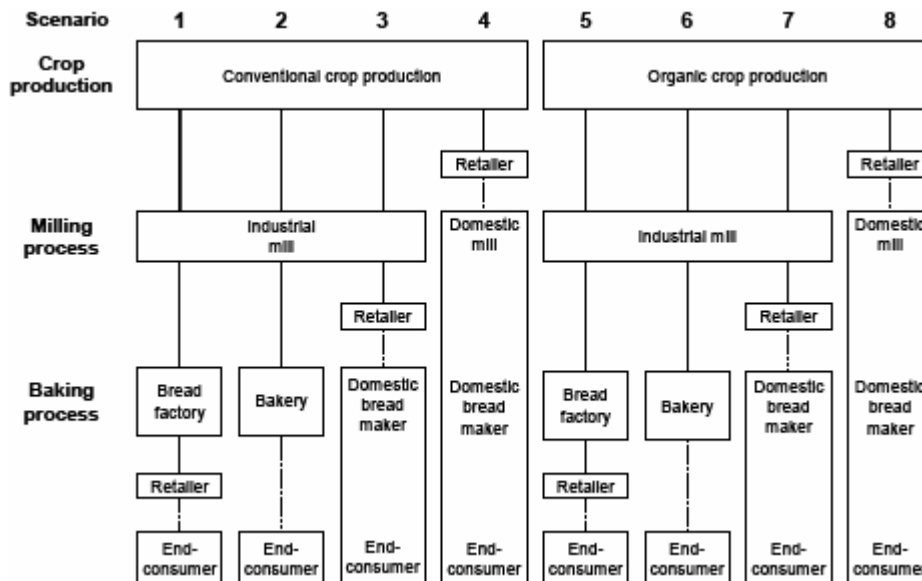
Διάγραμμα 17: Διεργασία παραγωγής 1 kg γάλακτος σε συγκεκριμένη φάρμα

9.4 Παραγωγή λιπάσματος

Σύμφωνα με την εθνική νομοθεσία, κάθε κτηνοτροφική μονάδα υποχρεούται να προβαίνει σε πώληση μέρους της παραγόμενης κοπριάς. Με τη χρήση της κοπριάς προκύπτει μείωση των αναγκών για χρήση χημικών λιπασμάτων (εκμετάλλευση του αζώτου και του φωσφόρου που περιέχεται στην κοπριά) στις κτηνοτροφικές καλλιέργειες και κατ'επέκταση μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου που θα εκπέμπονταν κατά την παραγωγή των χημικών λιπασμάτων. Η μείωση των εκπομπών αυτών προσδιορίσθηκε σε 2 g ισοδύναμου CO₂ ανά kg γάλακτος. Σημειώνεται όμως ότι η αντικατάσταση των χημικών λιπασμάτων με κοπριά, οδηγεί σε μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου αλλά οι εκπομπές αμμωνίας από την κοπριά αυξάνονται σε σχέση με τις αντίστοιχες εκπομπές από τα χημικά λιπάσματα.

10 ΑΚΖ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΨΩΜΙΟΥ

Η ανάπτυξη της μεθοδολογίας ανάλυσης κύκλου ζωής στη συγκεκριμένη περίπτωση, εξετάζει 8 εναλλακτικά σενάρια, ανάλογα με τον τρόπο που συνδυάζονται τα επιμέρους στάδια της παραγωγικής διαδικασίας. (Διάγραμμα 18). Ο κύκλος ζωής αρχίζει με την παραγωγή της πρώτης ύλης για την παραγωγή του ψωμιού (συμπεριλαμβάνοντας όλα τα στάδια της συμβατικής και οργανικής παραγωγής σιτάλευρου από την καλλιέργεια μέχρι τη συγκομιδή του σιταριού).



Διάγραμμα 18. Σχηματική παρουσίαση των εναλλακτικών σεναρίων που εξετάστηκαν

10.1 Παραγωγή σιτάλευρου

Για την παραγωγή του σιτάλευρου, εξετάστηκαν δύο εναλλακτικές περιπτώσεις, η χρήση βιομηχανοποιημένου αλευρόμυλου και η χρήση αλευρόμυλου οικιακού τύπου και υπολογίσθηκαν οι αντίστοιχες απαιτήσεις σε κατανάλωση ενέργειας

10.2 Παραγωγή ψωμιού

Εξετάστηκαν τρεις διαφορετικές περιπτώσεις: i. Εργοστάσιο παραγωγής ψωμιού ii. τυπικό αρτοποιείο και iii. οικιακός φούρνος που χρησιμοποιεί εξοπλισμό παρασκευής ψωμιού.

Οι φούρνοι στις δύο πρώτες περιπτώσεις (εργοστάσιο παραγωγής ψωμιού και τυπικό αρτοποιείο) λειτουργούν είτε με ηλεκτρική ενέργεια είτε με πετρέλαιο είτε με φυσικό αέριο ενώ ο οικιακός φούρνος χρησιμοποιεί ηλεκτρική ενέργεια.

10.3 Μεταφορά

Η μεταφορά γίνεται με χρήση φορτηγών 23 t για απόσταση 100 km, τα οποία εκτελούν δρομολόγια πλήρη περιεχομένου και επιστρέφουν άδεια, ως εξής: i. μεταφορά σιταριού από το σιτοβολώνα στον αλευρόμυλο ή σε έμπορο λιανικής πώλησης σιταριού, ii. μεταφορά σιτάλευρου από το μύλο προς το εργοστάσιο παραγωγής ψωμιού ή στο αρτοποιείο ή σε έμπορο λιανικής πώλησης σιτάλευρου, iii. μεταφορά ψωμιού από το εργοστάσιο παραγωγής του σε έμπορο λιανικής πώλησης ψωμιού. Η μεταφορά του σιταριού, του σιτάλευρου και του ψωμιού από τον τελικό χρήστη εκτιμήθηκε ότι συνεισφέρει στους υπολογισμούς μόνο στην περίπτωση που αυτή πραγματοποιείται με χρήση οχήματος.

10.4 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις

Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις που εξετάστηκαν συνοψίζονται στον Πίνακα 10.

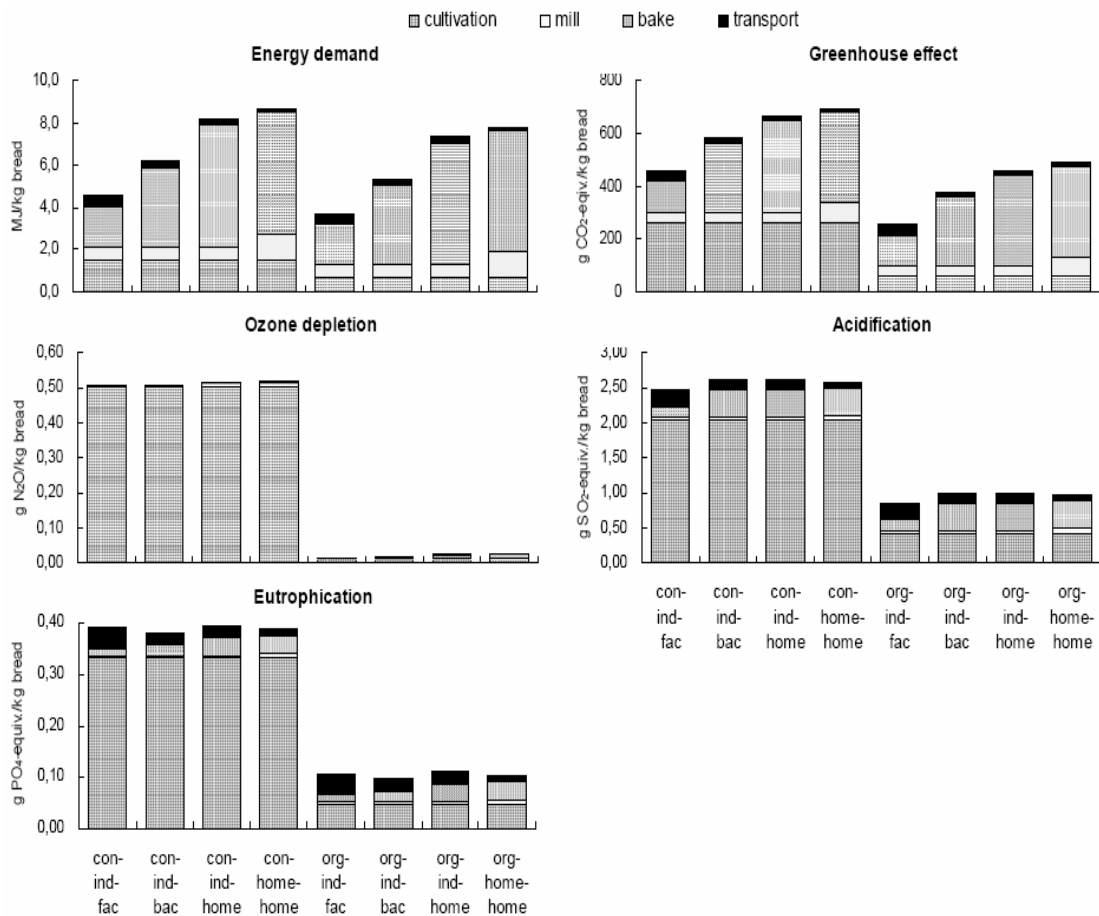
Πίνακας 10 . Περιβαλλοντικές επιπτώσεις, δείκτες και παράμετροι που εξετάζονται		
Περιβαλλοντική επίδραση	Δείκτης	Παράμετρος
Ενεργειακές απαιτήσεις	Χρήση μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας	Πετρέλαιο, φυσικό αέριο, γαιάνθρακας, λιγνίτης
Φαινόμενο θερμοκηπίου	Ισοδύναμα CO ₂	CO ₂ , N ₂ O, CH ₄
Στιβάδα όζοντος	N ₂ O	N ₂ O
Όξινη βροχή	Ισοδύναμα SO ₂	SO ₂ , NO _x , NH ₃ , HCl
Ευτροφισμός	Ισοδύναμα PO ₄	NO _x , NH ₃
καπνομίχλη	Ισοδύναμα αιθενίου	CH ₄ , NMHC
Χρήση γης	Χρήση γης	Χρήση γης

10.5 Αποτελέσματα

Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις για τα οκτώ εναλλακτικά σενάρια που εξετάστηκαν παρουσιάζονται συγκριτικά στο Διάγραμμα 19 (μονάδα αναφοράς: 1 kg παραγόμενου ψωμιού. Συνοπτικά αναφέρονται τα εξής:

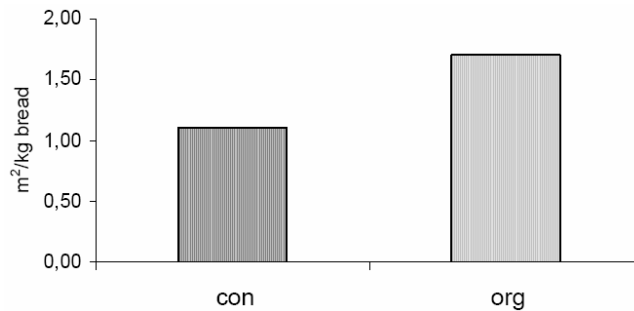


- **Κατανάλωση ενέργειας:** Η διεργασία παρασκευής του ψωμιού απαιτεί τη μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας (περίπου 64% της συνολικά απαιτούμενης ενέργειας για όλο τον κύκλο ζωής). Ο οικιακός φούρνος απαιτεί ενέργεια τριπλάσια από ότι το εργοστάσιο παρασκευής ψωμιού, ενώ το αρτοποιείο ενέργεια διπλάσια από ότι το εργοστάσιο.
- **Επίδραση στο φαινόμενο του θερμοκηπίου:** Οι εκπομπές αερίου του θερμοκηπίου σχετίζονται άμεσα με την κατανάλωση ενέργειας. Επομένως οι επιδράσεις ακολουθούν την ίδια σειρά όπως και στις απαιτήσεις ενέργειας (μεγαλύτερες για τον οικιακό φούρνο, μικρότερες για το εργοστάσιο). Επίσης, σημαντικές ποσότητες N₂O απελευθερώνονται κατά την καλλιέργεια της πρώτης ύλης.
- **Στιβάδα όζοντος, οξίνιση, ευτροφισμός:** Για όλα τα εξεταζόμενα σενάρια, η οργανική καλλιέργεια σιταριού συνεισφέρει λιγότερο στα φαινόμενα αυτά (Διάγραμμα 19).
- **Καπνομίχλη, ισοδύναμα αιθενίου (NMHC):** Η ανάλυση δεν δείχνει διαφοροποιήσεις ανάμεσα στα οκτώ εξεταζόμενα σενάρια.



Διάγραμμα 19. Αποτελέσματα LCA για τα οκτώ εναλλακτικά σενάρια σχετικά με τις απαιτήσεις ενέργειας και τις επιδράσεις στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, τη στιβάδα όζοντος, την οξίνιση και τον ευτροφισμό

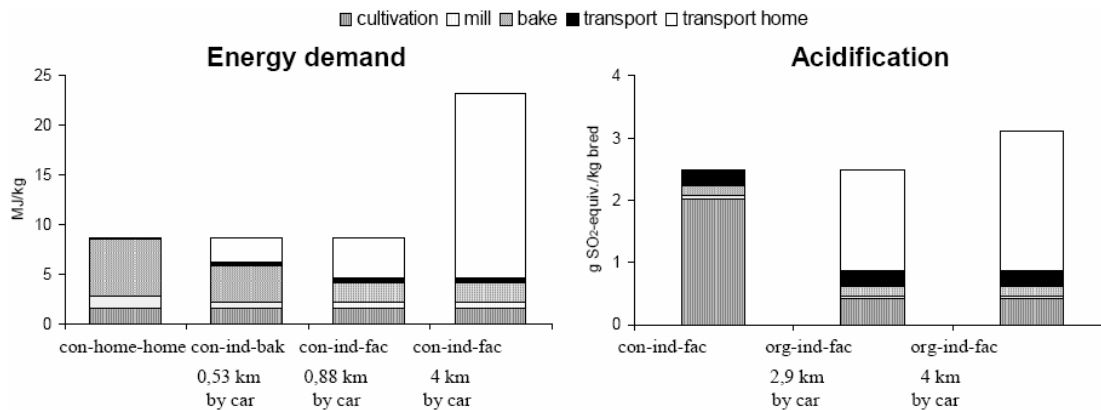
Με βάση τα συνολικά αποτελέσματα της ανάλυσης προκύπτει ότι η οργανική παραγωγή του σιταριού παρουσιάζει σημαντικά πλεονεκτήματα αναφορικά με τις περιβαλλοντικές επιδράσεις, συγκρινόμενη με τη συμβατική καλλιέργεια. Εξετάζοντας όμως τις απαιτήσεις γεωργικής γης προκύπτει ότι η καλλιεργήσιμη έκταση στη συμβατική παραγωγή αποτελεί το μόνο το 65% της αντίστοιχης που απαιτείται στην οργανική παραγωγή. Αυτό οφείλεται κυρίως στο γεγονός ότι στην πρώτη περίπτωση (συμβατική) χρησιμοποιούνται χημικά λιπάσματα με αποτέλεσμα να υπάρχει αυξημένη παραγωγή (με περισσότερες όμως περιβαλλοντικές επιπτώσεις, όπως ήδη αναφέρθηκε).



Διάγραμμα 20. Απαιτήσεις γης για την παραγωγή 1 kg ψωμιού χρησιμοποιώντας συμβατική (con) και οργανική (org) παραγωγή πρώτης ύλης (σιταριού)

10.6 Μεταφορά

Οι περιβαλλοντικές επιδράσεις σχετικά με τη μεταφορά υπολογίσθηκαν για διάφορα εναλλακτικά σενάρια. Στο Διάγραμμα 21 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που προέκυψαν (μονάδα βάσης: μεταφορά 1 kg ψωμιού από τον καταναλωτή).



Διάγραμμα 21. Απαιτήσεις ενέργειας και επιδράσεις στο φαινόμενο της οξίνισης κατά τη μεταφορά 1 kg ψωμιού

11 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΑΚΖ ΣΕ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΚΑΦΕ ΣΤΗΝ ΙΤΑΛΙΑ

Η μελέτη αυτή αφορά σε μια μονάδα ψησίματος και διανομής καφέ στη Σικελία (Ιταλία) και εστιάζει στην εξαγωγή συμπερασμάτων αναφορικά με τις απαιτήσεις ενέργειας, τη διαχείριση των παραγόμενων αποβλήτων και την κατανάλωση πρώτων υλών.

Μονάδα αναφοράς: Για την ανάπτυξη της ανάλυσης χρησιμοποιήθηκε ως βάση, το 1 kg συσκευασμένου καφέ διανεμημένου στον τελικό καταναλωτή.

Περιορισμοί του συστήματος: Στην ανάλυση κύκλου ζωής συμπεριλαμβάνονται όλα τα στάδια από την καλλιέργεια του καφέ μέχρι τη διανομή και κατανάλωσή του. Εξαιρείται η διαδικασία παραγωγής του εξοπλισμού που χρησιμοποιείται στην παραγωγική διαδικασία.

11.1 Καταγραφή στοιχείων

Καλλιέργεια: Χρησιμοποιήθηκαν βιβλιογραφικά δεδομένα σχετικά με την κατανάλωση ενέργειας, τη χρήση λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων (εμπορικές βάσεις δεδομένων). Για τις εκπομπές αζώτου και φωσφόρου χρησιμοποιήθηκαν υπολογιστικές μέθοδοι εκτίμησης.

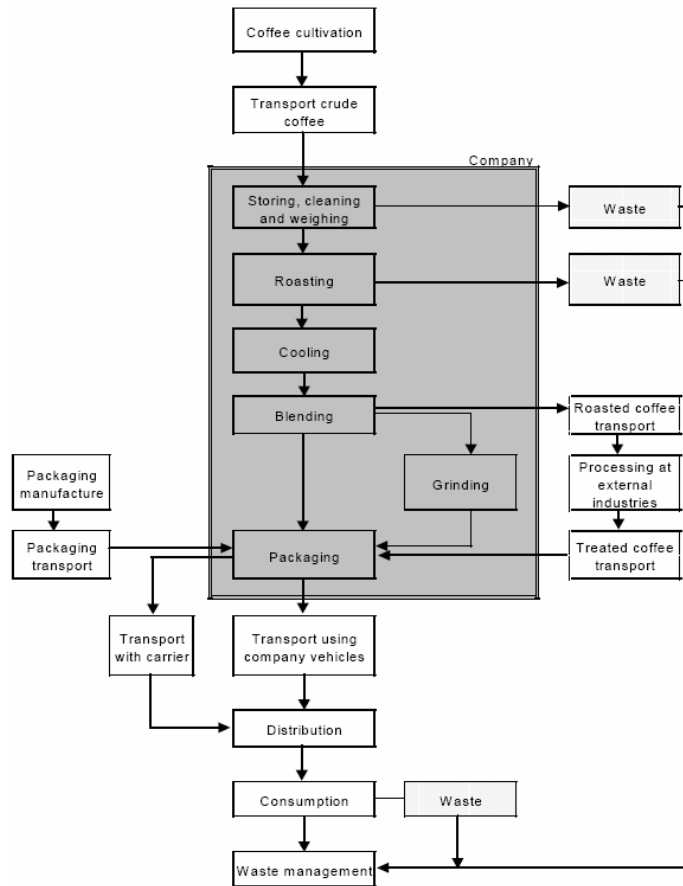
Η παραγωγή καφέ ανά εκτάριο ποικίλει ανάλογα με τον τύπο και τα χαρακτηριστικά του καλλιεργήσιμου εδάφους. Η παραγωγή εκτιμήθηκε από 200 έως 650 Kg ανά εκτάριο (μέση τιμή 425 Kg ανά εκτάριο).

Για την επεξεργασία του καφέ μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε ξηρή είτε υγρή μέθοδος. Για τις ανάγκες της συγκεκριμένης ανάλυσης, εξετάστηκε μόνο η ξηρή μέθοδος, με φυσική ξήρανση των κόκκων καφέ (ήλιος) και μηχανική (κατάλληλα μηχανήματα).

Η κατανάλωση καυσίμου κατά τη μηχανική ξήρανση εκτιμήθηκε στα 0.11 l/kg προϊόντος, ενώ τα υπολείμματα της διεργασίας (φλούδες καφέ) προσδιορίστηκαν στους 0.99t ανά 5.5t καρπών καφέ.

Παραγωγική διαδικασία: Χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα από την ίδια την μονάδα που εξετάζεται (Διάγραμμα 22):

- Εισερχόμενες ροές υλικών και ενέργειας για την επεξεργασία και συσκευασία του καφέ: καρποί καφέ, ηλεκτρισμός για τη λειτουργία των μηχανημάτων, φυσικό αέριο για το στάδιο ψησίματος του καφέ, υλικά συσκευασίας
- Εξερχόμενες ροές: καβουρδισμένος καφές σε πρωτογενή και δευτερογενή συσκευασία, αέριες εκπομπές (από τη χρήση του φυσικού αερίου) και στερεά απόβλητα (υπολείμματα από τις διεργασίες καθαρισμού και ψησίματος του καφέ).



Διάγραμμα 22. Κύκλος ζωής παραγωγής καφέ

Συσκευασία: Δεδομένα για όλους τους τύπους πρωτογενούς και δευτερογενούς συσκευασίας του καφέ λήφθηκαν από την ίδια την υπό εξέταση μονάδα (κουτιά αλουμινίου, φίλτρα, κλπ.) καθώς και από στοιχεία των παραγωγών και πωλητών προϊόντων συσκευασίας

Μεταφορά: Οι κύριες εργασίες μεταφοράς που λαμβάνουν χώρα είναι οι εξής:

A. Μεταφορά λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων στους χώρους καλλιέργειας του καφέ (δεν λαμβάνονται υπόψη στην εξέταση)

B. Μεταφορά καρπών καφέ από το σημείο καλλιέργειάς του στη μονάδα επεξεργασίας και συσκευασίας του: Δεδομένα λήφθηκαν από την ίδια τη μονάδα (αποστάσεις και ποσότητες που μεταφέρονται)

Γ. Μεταφορά συσκευασιών από τους κατασκευαστές στη μονάδα επεξεργασίας και συσκευασίας του καφέ: Δεδομένα λήφθηκαν από την ίδια τη μονάδα (αποστάσεις και ποσότητες που μεταφέρονται)

Δ. Μεταφορά συσκευασμένου καφέ από τη μονάδα σε τοπικούς πωλητές και τελικά σημεία πώλησης: Δεδομένα λήφθηκαν από την ίδια τη μονάδα (κατανάλωση πετρελαίου κίνησης από τα οχήματα μεταφοράς της μονάδας και μεταφερόμενες ποσότητες τελικού προϊόντος)

Ε. Μεταφορά συσκευασμένου καφέ από τη μονάδα σε πωλητές στην υπόλοιπη χώρα και στο εξωτερικό: Εκτιμήσεις αναφορικά με τη μέση απόσταση που διανύεται (δεδομένα λήφθηκαν από την ίδια τη μονάδα).

ΣΤ. Μεταφορά συσκευασμένου καφέ από εθνικούς και διεθνείς πωλητές σε τελικά σημεία πώλησης: Δεν λαμβάνεται υπόψη στην εξέταση διότι είναι αδύνατο να εκτιμηθεί.

Κατανάλωση: Είναι δύσκολη η εκτίμηση δεδομένων διότι εξαρτάται από μεγάλο αριθμό παραγόντων όπως η εθνικότητα και οι συνήθειες των καταναλωτών (π.χ η ποσότητα καφέ και νερού για την παρασκευή γαλλικού καφέ είναι διαφορετική από αυτή για την παρασκευή ιταλικού καφέ), ο τύπος του μηχανήματος παρασκευής καφέ κ.λπ. Για τις ανάγκες της συγκεκριμένης εξέτασης χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα από διάφορες μελέτες.

Για την παρασκευή καφέ φίλτρου (γαλλικού καφέ) χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα για δύο τύπους συσκευών, μίας ηλεκτρικής συσκευής με θερμοστατική κανάτα (θερμός) (Συσκευή Α) και μίας τυπικής συσκευής αερίου (συσκευή Β) και εκτιμήθηκε ότι 50% των καταναλωτών χρησιμοποιούν τη συσκευή Α και 50% τη συσκευή Β.

Για την παρασκευή καφέ εσπρέσσο (ιταλικού καφέ) χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα για την αντίστοιχη οικιακή ηλεκτρική συσκευή ετοιμασίας του καφέ αυτού (Συσκευή Γ), Data for the Italian market refer to an electric espresso coffee machine (machine C).

Λόγω της μικρής συμμετοχής της κατανάλωσης νερού κατά τη διαδικασία παρασκευής του καφέ και πλυσίματος της συσκευής και της δυσκολίας υπολογισμού της, δεν λήφθηκε υπόψη η παράμετρος αυτή κατά την εξέταση.

Διαχείριση αποβλήτων: Η διαχείριση αφορά σε απόβλητα όπως απορριπτόμενα υλικά συσκευασίας και υπολείμματα καφέ κατά την επεξεργασία του στη μονάδα. Λαμβάνεται υπόψη η υπόθεση ότι τα απόβλητα δεν υπόκεινται σε διαδικασία ανακύκλωσης. **Δεδομένα αναφορικά με τα απόβλητα λήφθηκαν τόσο από την ίδια τη μονάδα όσο και από διάφορες μελέτες.**

11.2 Αποτελέσματα

Αξιολογήθηκαν 8 διαφορετικές κατηγορίες επιδράσεων, όπως συνοψίζονται στον Πίνακα 10. και χρησιμοποιήθηκε ένας συνολικός δείκτης υπολογισμού των επιδράσεων ο οποίος προκύπτει με σταθμισμένη άθροιση όλων των επιμέρους επιδράσεων. Η μεμονωμένη συνεισφορά κάθε σταδίου του συνολικού κύκλου ζωής σε κάθε κατηγορία επιδράσεων (%) παρουσιάζεται στο Διάγραμμα 24 (η συνολική συνεισφορά όλων των σταδίων για κάθε κατηγορία επιδράσεων αντιστοιχεί σε 100%).

Πίνακας 11: Κατηγορίες επιδράσεων

Κατηγορία επιδράσεων	Μονάδα μέτρησης
Ατμοσφαιρική οξίνιση	g eq. υδρογόνου



Υδατική οικοτοξικότητα	$1 e^3 \cdot m^3$
Ευτροφισμός	g eq. φωσφορικών
Τοξικότητα στον άνθρωπο	g
Οικοτοξικότητα εδαφών	tn
Φαινόμενο θερμοκηπίου	g eq. Διοξειδίου του άνθρακα
Καταστροφή στιβάδας όζοντος	g eq τριχλωροφθορομεθανίου (CFC-11)
Φωτοχημική οξείδωση	g eq αιθυλενίου

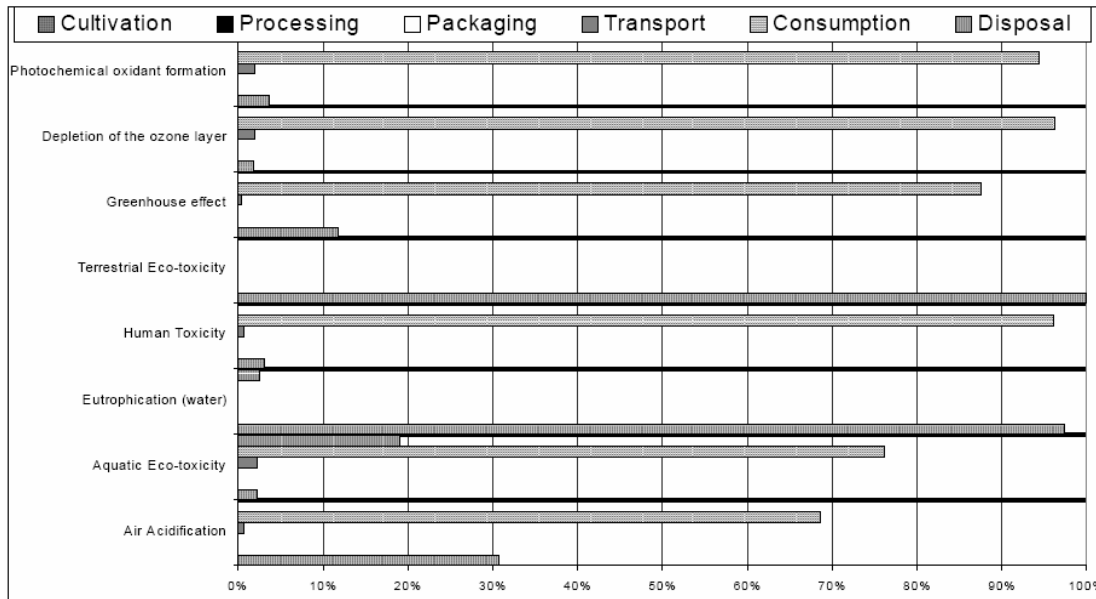
Τα στάδια της καλλιέργειας της πρώτης ύλης και η κατανάλωση του τελικού προϊόντος προκαλούν τις μεγαλύτερες επιδράσεις. Πιο συγκεκριμένα, η καλλιέργεια του καφέ συνεισφέρει στην οικοτοξικότητα και τον ευτροφισμό μέχρι και 97%, ενώ η κατανάλωση του προϊόντος συνεισφέρει στη οξίνιση της ατμόσφαιρας, στην οικοτοξικότητα των υδάτων, στην τοξικότητα στον άνθρωπο, στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, στην καταστροφή της στιβάδας του όζοντος και στο σχηματισμό φωτοχημικής οξείδωσης συνολικά μέχρι 68%.

Το στάδιο της διάθεσης των παραγόμενων αποβλήτων συνεισφέρει στην υδατική οικοτοξικότητα και τον ευτροφισμό.

Η συνεισφορά της μεταφοράς είναι πολύ μικρή, αλλά επηρεάζει το σχηματισμό φωτοχημικής οξείδωσης, το φαινόμενο του θερμοκηπίου, την τοξικότητα στον άνθρωπο, τη στιβάδα του όζοντος, την ατμοσφαιρική οξίνιση και την υδατική οικοτοξικότητα.

Τα στάδια της παραγωγικής διαδικασίας του καφέ και της συσκευασίας του συνεισφέρουν σχεδόν αμελητέα στις συνολικές επιπτώσεις (συνεισφορά μικρότερη από 1.7% συνολικά για όλες τις κατηγορίες επιδράσεων).





Διάγραμμα 23. Ανάλυση των διαφόρων κατηγοριών επιδράσεων

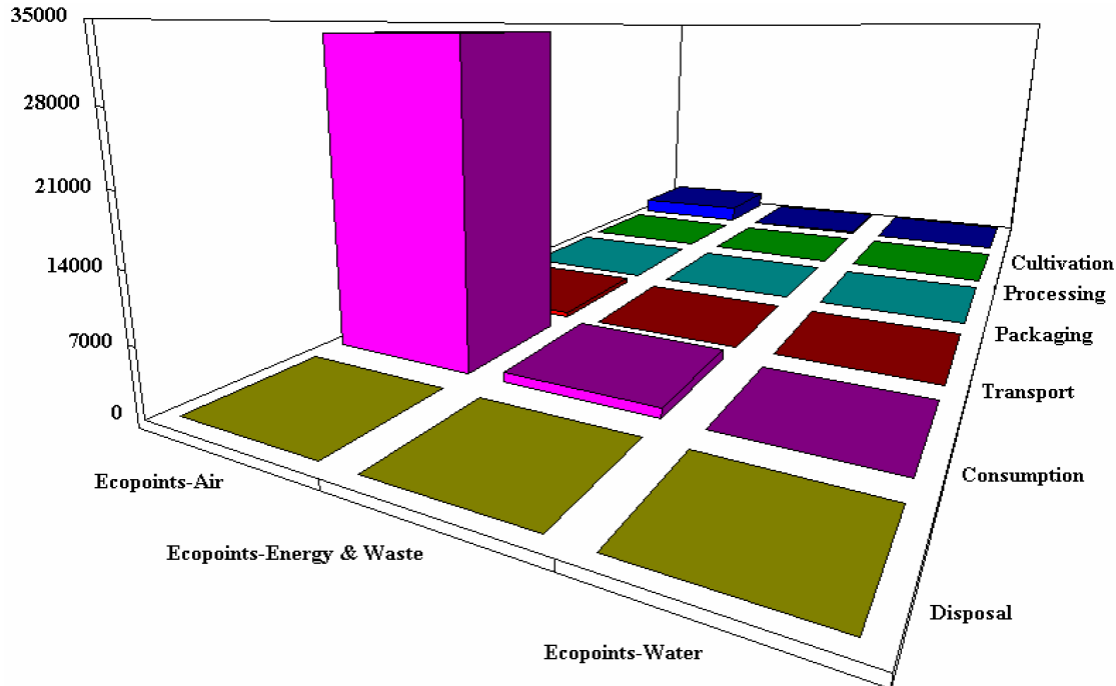
Με βάση την ανάλυση προκύπτει ότι οι διάφορες κατηγορίες επιδράσεων εξαρτώνται από το στάδιο του συνολικού κύκλου ζωής που εξετάζεται. Στον Πίνακα 12 παρουσιάζονται οι κύριες επιδράσεις για τα στάδια εκείνα που συνεισφέρουν σε επιβάρυνση για ποσοστό μεγαλύτερο από 5% σε κάθε κατηγορία.

Πίνακας 12. Κύριες πηγές επιδράσεων

Στάδιο διεργασίας	Κατηγορία επιδράσεων	%*	Κύρια πηγή	%*
Καλλιέργεια	Οικοτοξικότητα	100	Χαλκός	100
	Ευτροφισμός	97	Φωσφορικά	97
	Ατμοσφαιρική οξίνιση	31	Αμμωνία (NH ₃)	28
	Φαινόμενο θερμοκηπίου	12	Διοξείδιο του άνθρακα (CO ₂)	9
Consumption	Τοξικότητα στον άνθρωπο	96	Οξειδία του θείου (SO _x)	60
	Στιβάδα όζοντος	96	Halon 1301	96
	Φωτοχημική οξειδωση	94	Υδρογονάνθρακες (πλην CH ₄)	64
	Φαινόμενο θερμοκηπίου	88	Διοξείδιο του άνθρακα (CO ₂)	74
	Υδατική οικοτοξικότητα	76	Κάδμιο (Cd)	43
	Ατμοσφαιρική οξίνιση	69	Οξειδία του θείου (SO _x)	61
Διάθεση	Υδατική οικοτοξικότητα	19	Κάδμιο (Cd)	12

* το ποσοστό αναφέρεται στο συνολικό αποτέλεσμα για κάθε κατηγορία

Ένας γενικός δείκτης βαρύτητας των επιπτώσεων αναφορικά με την ενέργεια, τα στερεά απόβλητα, τις αέριες εκπομπές και τα υγρά απόβλητα για κάθε στάδιο του κύκλου ζωής δίδεται στο διάγραμμα. Από το διάγραμμα προκύπτει ότι οι αέριες εκπομπές είναι οι πιο σημαντικές (εκπομπές SO₂, NO_x, CO₂).



Διάγραμμα 24. Δείκτες βαρύτητας επιπτώσεων

Συμπερασματικά,

Με βάση την ανάλυση που προηγήθηκε προκύπτει ότι απαιτείται η ανάπτυξη δράσεων για μείωση των δυσμενών περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Πιο συγκεκριμένα, οι βελτιώσεις που μπορούν να γίνουν προς αυτή την κατεύθυνση είναι οι εξής:

Αέριες εκπομπές: Οφείλονται κυρίως στην κατανάλωση καυσίμου από τα οχήματα για τη μεταφορά του προϊόντος στις τοπικές αγορές (όλα τα οχήματα χρησιμοποιούν πετρέλαιο ντίζελ) και σε μικρότερο βαθμό στην καύση φυσικού αερίου κατά την διαδικασία επεξεργασίας του καφέ. Επομένως, οι βελτιώσεις πρέπει να αφορούν στη βελτιστοποίηση της κατανάλωσης καυσίμου.

Κατανάλωση ενέργειας: Κατανάλωση ενέργειας απαιτείται στη διαδικασία επεξεργασίας του καφέ και στα μηχανήματα φόρτωσης του προϊόντος τα οποία λειτουργούν με ηλεκτρικούς συσσωρευτές. Η βελτιστοποίηση της κατανάλωσης ενέργειας θα οδηγήσει σε μείωση και των αέριων εκπομπών

Διαχείριση αποβλήτων: Τα απόβλητα που παράγονται στη μονάδα είναι κυρίως υπολείμματα καφέ (φλούδες κόκκων καφέ) τα οποία και οδηγούνται προς τελική διάθεση σε χώρο ταφής. Η μικρή παραγόμενη ποσότητα αποθαρρύνει τη βιομηχανία από το να εφαρμόσει τεχνικές ανακύκλωσης τους, πρακτική που πρέπει να εξετασθεί π.χ. χρήση των στερεών αυτών ως υλικό

για κομποστοποίηση και παραγωγή προϊόντος που μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως φυσικό λίπασμα στην καλλιέργεια του καφέ.

Καλλιέργεια: Το στάδιο αυτό συνεισφέρει σημαντικά στις συνολικές περιβαλλοντικές επιβαρύνσεις και πρέπει να εξετασθεί η δυνατότητα μετατροπής της καλλιέργειας από συμβατική σε οργανική. Επιπλέον, τα φυτικά υπολείμματα που παραμένουν κατά το στάδιο της συγκομιδής του καφέ, μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως πρώτη ύλη μαζί με τα στερεά υπολείμματα της παραγωγικής διαδικασίας για την παραγωγή compost, το οποίο όπως αναφέρθηκε δύναται να χρησιμοποιηθεί ως φυσικό λίπασμα στην ίδια την καλλιέργεια.

Συσκευασία: Παρά το γεγονός ότι τα απορριπτόμενα υλικά συσκευασίας δεν παρουσιάζουν σημαντικές επιπτώσεις στο συνολικό κύκλο ζωής, εντούτοις ενδείκνυται η ανάπτυξη δράσεων για την ανακύκλωσή τους, σε συνεργασία με τους εμπλεκόμενους φορείς (π.χ. ανακυκλωτές, βιομηχανίες παραγωγής υλικών συσκευασίας κ.λπ.)

