



**ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ**

**ΔΙΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ – ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ  
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
(Δ.Π.Μ.Σ.)  
« ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ »**

**Διπλωματική εργασία :  
Ανθρακικό και Υδατικό Αποτύπωμα  
προϊόντων βιομηχανίας τροφίμων με  
Ανάλυση Κύκλου Ζωής**

**Γαλάζιος Αδριανός**

**Αθήνα, 2017**

**Περιβάλλον  
και  
Ανάπτυξη**

**Επιβλέπουσα καθηγήτρια:  
Χαραλάμπους Αικατερίνη**

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε από τον μεταπτυχιακό φοιτητή Γαλάζιο Αδριανό, του Διεπιστημονικού – Διατμηματικού Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών (Δ.Π.Μ.Σ.) «Περιβάλλον και Ανάπτυξη», της σχολής Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου, κατά το ακαδημαϊκό έτος 2016-2017, κάτω από την επίβλεψη της καθηγήτριας Χαραλάμπους Αικατερίνης της Σχολής Χημικών Μηχανικών του Ε.Μ.Π του τομέα Χημικών Επιστημών.

Στη κυρία Χαραλάμπους οφείλω τις θερμές μου ευχαριστίες για την καθοδήγηση και την υποστήριξη της καθ' όλη τη διάρκεια διεκπεραίωσης της παρούσας μεταπτυχιακής μελέτης.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες θα ήθελα να απευθύνω στο διδάκτορα κύριο Κωνσταντίζο Γιώργο, χωρίς τη βοήθεια του οποίου η ολοκλήρωση αυτής της μελέτης θα ήταν αδύνατη, για το αμείωτο ενδιαφέρον του και τη συμπαράστασή του καθ' όλη τη διάρκεια διεκπεραίωσης της παρούσας μεταπτυχιακής μελέτης.

## Πίνακας Περιεχομένων

<b>1</b>	<b>Εισαγωγή.....</b>	<b>6</b>
1.1	Γενικές Πληροφορίες.....	6
1.2	Σκοπός της παρούσας εργασία .....	7
1.3	Βιβλιογραφία .....	8
<b>2</b>	<b>Υδατικό &amp; Ανθρακικό Αποτύπωμα.....</b>	<b>9</b>
2.1	Εισαγωγή.....	9
2.2	Υδατικό Αποτύπωμα.....	11
2.2.1	Τύποι & τυποποίηση υδατικού αποτυπώματος.....	11
2.2.2	Η σημασία του υδατικού αποτυπώματος .....	18
2.2.3	Εφαρμογές του υδατικού αποτυπώματος.....	19
2.3	Ανθρακικό αποτύπωμα .....	21
2.3.1	Τύποι & τυποποίηση ανθρακικού αποτυπώματος.....	21
2.3.2	Πρωτόκολλο του Κιότο.....	24
2.3.3	Εφαρμογές του ανθρακικού αποτυπώματος .....	25
2.4	Βιβλιογραφία κεφαλαίου .....	28
<b>3</b>	<b>Η Ανάλυση Κύκλου Ζωής .....</b>	<b>29</b>
3.1	Εισαγωγή.....	29
3.2	Η Ανάλυση Κύκλου Ζωής κατά τα πρότυπα ISO 14040-14044 .....	30
3.2.1	Καθορισμός σκοπού και αντικειμένου της μελέτης (Goal & Scope Definition) .....	31
3.2.2	Απογραφή δεδομένων (Inventory analysis) .....	31
3.2.3	Εκτίμηση επιπτώσεων (Impact assessment) .....	32
3.2.3.1	Κατηγορίες επιπτώσεων.....	32
3.2.3.2	Κυριότερες Μέθοδοι .....	32
3.2.4	Ερμηνεία των αποτελεσμάτων (Interpretation) .....	33
3.3	Βιβλιογραφία κεφαλαίου .....	34
<b>4</b>	<b>Παραγωγή: παιδική κρέμα &amp; σιρόπι φράουλας .....</b>	<b>35</b>
4.1	Εισαγωγή.....	35
4.2	Στοιχεία για την παραγωγή παιδικής κρέμας και σιροπιού φράουλας.....	36
4.3	Βασικές παράμετροι της παραγωγής .....	38
4.3.1	Παιδική κρέμα.....	38

4.3.1.1	Σκόνη γάλακτος .....	38
4.3.1.1.1	Παραγωγή Σκόνη γάλακτος .....	38
4.3.1.1.2	Στάδια παραγωγής σκόνης γάλακτος .....	39
4.3.1.1.3	Ανθρακικό και υδατικό αποτύπωμα σκόνη γάλακτος .....	41
4.3.1.2	Αλεύρι.....	44
4.3.1.2.1	Επεξεργασία-άλεση σιταριού .....	44
4.3.1.2.2	Ανθρακικό και υδατικό αποτύπωμα για το αλεύρι.....	46
4.3.1.3	Ζάχαρη.....	48
4.3.1.3.1	Γενικά .....	48
4.3.1.3.2	Η εξαγωγή της ζάχαρης από το τεύτλο.....	48
4.3.1.3.3	Βιομηχανική επεξεργασία .....	49
4.3.1.3.4	Προϊόντα .....	51
4.3.1.3.5	Ανθρακικό και υδατικό αποτύπωμα για τη ζάχαρη .....	53
4.3.2	Σιρόπι φράουλας .....	55
4.3.2.1	Αμυλοσιρόπιο.....	55
4.3.2.1.1	Παραγωγή αμυλοσιροπίου .....	56
4.3.2.1.2	Ανθρακικό και υδατικό αποτύπωμα για το αμυλοσιρόπιο.....	60
4.3.2.2	Πούλπα φράουλας .....	61
4.3.2.2.1	Φρούτα και προϊόντα φρούτων .....	61
4.3.2.2.2	Προϊόντα Φρούτων .....	61
4.3.2.2.3	Πούλπες (Pulp) και Ενωρήματα (Slurry) Φρούτων .....	62
4.3.2.2.4	Ανθρακικό και υδατικό αποτύπωμα για τη πούλπα φράουλας.....	62
4.4	Βασικές παράμετροι της συσκευασίας .....	63
4.4.1	Μέσα συσκευασίας και εδώδιμη συσκευασία τροφίμων .....	63
4.4.2	Μέσα συσκευασίας για τη παιδική κρέμα και το σιρόπι φράουλας ....	63
4.4.2.1.1	Μεταλλικά δοχεία συσκευασίας .....	64
4.4.2.1.2	Μέσα συσκευασίας από πολυμερή υλικά .....	69
4.4.3	Ανθρακικό και υδατικό αποτύπωμα των υλικών συσκευασίας.....	73
4.5	Βιβλιογραφία κεφαλαίου .....	75
<b>5</b>	<b>Ανάλυση Δεδομένων .....</b>	<b>78</b>

5.1	Εισαγωγή.....	78
5.2	Προϊόν: Παιδική κρέμα και Σιρόπι φράουλας.....	78
5.2.1	Καθορισμός σκοπού και αντικειμένου .....	78
5.2.2	Απογραφή δεδομένων ( <i>Inventory analysis</i> ) .....	80
5.2.3	Εκτίμηση επιπτώσεων ( <i>Impact assessment</i> ) και Ερμηνεία των αποτελεσμάτων ( <i>Interpretation</i> ) .....	92
<b>6</b>	<b>Τελικά Αποτελέσματα.....</b>	<b>110</b>

# 1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

## 1.1 Γενικές Πληροφορίες

Ο κλάδος των Τροφίμων και των Ποτών ανέκαθεν έπαιζε σημαντικό ρόλο συμβάλλοντας τόσο στη διατροφή του ανθρώπου όσο και στην προώθηση και στη διαμόρφωση του ίδιου του βιοτικού του επιπέδου. Ο άνθρωπος, ήδη από την προϊστορία, ως τροφосуλλέκτης ακόμα, ενδιαφερόταν για την εύρεση τροφής. Με τη πάροδο των χρόνων και με την εξέλιξη της ανθρωπότητας σε όλους τους τομείς, έχοντας ως συνοδοιπόρο στην εξέλιξη του και την τεχνολογία, ο κλάδος των Τροφίμων και των Ποτών, αρχίζει να βιομηχανοποιείται.

Η βιομηχανική παραγωγή των τροφίμων έθεσε τα θεμέλια της, περίπου από τα μέσα του 20<sup>ου</sup> αιώνα, ανοίγοντας το δρόμο στις αγορές των βρώσιμων προϊόντων ως προς τη διάθεσή τους, έχοντας απώτερο σκοπό την ικανοποίηση των αναγκών του ανθρώπου σε παγκόσμια κλίμακα, προσπαθώντας παράλληλα να προσφέρει στον ανθρώπινο πληθυσμό, προϊόντα πρότυπα και ασφαλή για την υγεία του. (Κιοσέογλου & Μπλέκας, 2009)

Επιπλέον, πρέπει να αναφερθεί ότι ο κλάδος των Τροφίμων και Ποτών, χαρακτηρίζεται ως ένας από τους μεγαλύτερους κλάδους της μεταποιητικής βιομηχανίας στην Ευρωπαϊκή Ένωση, εστιάζοντας στο κύκλο εργασιών, την ακαθάριστη προστιθέμενη αξία, τον αριθμό των επιχειρήσεων και την απασχόληση ενώ πρόκειται για έναν τομέα που σταθερά εξελίσσεται και γνωρίζει ιδιαίτερη άνθιση σε σχέση με υπόλοιπους κλάδους της οικονομίας όπως αυτός της αυτοκινητοβιομηχανίας, των χημικών κ.α. (Θωμαΐδου, 2013)

Όσον αφορά, την εγχώρια βιομηχανία Τροφίμων και Ποτών παίζει καθοριστικό ρόλο στην ελληνική οικονομία ενώ παράλληλα παρουσιάζει ένα δυναμικό χαρακτήρα στην ελληνική μεταποιητική βιομηχανία. Η ελληνική βιομηχανία Τροφίμων και Ποτών αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους κλάδους του δευτερογενούς τομέα. Πρόκειται για ένα σημείο αναφοράς, το οποίο συγκεντρώνει και καθορίζει τόσο τις δυνάμεις της ελληνικής μεταποιητικής διαδικασίας όσο και της παραγωγής, συμβάλλοντας ενεργά στην ελληνική βιομηχανία. Επιπλέον, πρέπει να τονιστεί πως η ελληνική βιομηχανία Τροφίμων και Ποτών χαρακτηρίζεται ως ένας τομέας ιδιαίτερα δυναμικός, ανταγωνιστικός, εξελισσόμενος και πολλά υποσχόμενος, κατέχοντας σημαντικές επενδύσεις ενώ επιχειρηματικά δραστηριοποιείται στην Ελλάδα, τα Βαλκάνια αλλά και στην Ευρώπη. Ο ρόλος της είναι μείζονος σημασίας καθώς μπορεί να συνδράμει θετικά στην ελληνική οικονομία ακόμα και στις δύσκολες οικονομικές συγκυρίες που μαστίζουν την ελληνική οικονομία. (Θωμαΐδου, 2013)

Ωστόσο, η ανάπτυξη των προϊόντων με τους πλέον πιο πιστοποιημένους και αποδεκτούς τρόπους παραγωγής φιλικών προς το ανθρώπινο και το φυσικό περιβάλλον, βρίσκει ολοένα και μεγαλύτερη εφαρμογή. Σε μια πιο βιώσιμη

ανάπτυξη προϊόντων-υπηρεσιών υιοθετούνται διάφορα μεθοδολογικά εργαλεία, συμβάλλοντας καθοριστικά. Ένα τέτοιο μεθοδολογικό εργαλείο αποτελεί η Ανάλυση Κύκλου Ζωής-AKZ (LCA: Life Cycle Analysis). Πρόκειται ουσιαστικά για ένα εργαλείο όπου θέτει το περίγραμμα αλλά και καθορίζει το περιεχόμενο των περιβαλλοντικών νόμων, παρέχει τη δυνατότητα στους κατασκευαστές να φιλτράρουν-εκτιμήσουν τις διεργασίες τους και να τελειοποιήσουν τα προϊόντα τους ενώ παράλληλα δίνει τη δυνατότητα – ευκολία και στους καταναλωτές μέσω ενός ευρύ φάσματος πληροφοριών, όταν είναι να επιλέξουν ανάμεσα σε διαφορετικά προϊόντα. (Μουσιόπουλος & Μπούρα, 1999)

Το μεθοδολογικό εργαλείο, Ανάλυση Κύκλου Ζωής, μετρά λίγα χρόνια, από τη στιγμή που δημιουργήθηκε, στο τομέα των επιστημών του περιβάλλοντος. Ουσιαστικά, αποτελεί ένα μεθοδολογικό εργαλείο στη διαχείριση του περιβάλλοντος. Η μεθοδολογία της AKZ έχει ως αντικείμενο την ποσοτικοποίηση των περιβαλλοντικών επιβαρύνσεων που σχετίζονται άμεσα ή έμμεσα με ένα προϊόν, μια διεργασία ή μια δραστηριότητα, παρέχοντας με τον τρόπο αυτό τη δυνατότητα στο κατασκευαστή να εκτιμήσει την ενέργεια και τις πρώτες ύλες που καταναλώθηκαν καθώς και τα στερεά, υγρά ή αέρια απόβλητα που παράγονται σε κάθε στάδιο της ζωής ενός προϊόντος, από τη στιγμή που θα δημιουργηθεί μέχρι και το τέλος της ζωής του. Μέσω της AKZ παρέχονται όλες εκείνες οι σχετικές πληροφορίες που αφορούν την απόκτηση των πρώτων υλών, την κατασκευή (υλικών & προϊόντων), τη συσκευασία / τυποποίηση, μεταφορά / διανομή, χρήση / επαναχρησιμοποίηση / συντήρηση, ανακύκλωση / ανάκτηση αποβλήτων, τελική διάθεση / απόρριψη. Τέλος, τελικός σκοπός της Ανάλυσης Κύκλου Ζωής είναι: η εκτίμηση της ικανότητας να θέσει τα όρια περιορισμού των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, συσχετίζοντάς τα άμεσα με τη σωστή (ορθολογική) χρήση των πρώτων υλών και ενέργειας. (Μουσιόπουλος & Μπούρα, 1999)

Επίσης, στοχεύοντας προς τη κατεύθυνση μιας βιώσιμης ανάπτυξης προϊόντων και υπηρεσιών, ο προσδιορισμός και υπολογισμός δεικτών όπως του ανθρακικού και υδατικού αποτυπώματος και η ένταξη τους σε μια μελέτη Ανάλυσης Κύκλου Ζωής μπορούν να δώσουν χρήσιμα αποτελέσματα και να συμβάλλουν στην εκτίμηση, στην ποσοτικοποίηση και στην ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιβαρύνσεων.

## 1.2 Σκοπός της παρούσας εργασίας

Σκοπός της παρούσας μελέτης είναι ο υπολογισμός του Ανθρακικού και Υδατικού αποτυπώματος, με τη χρήση του εργαλείου Ανάλυσης Κύκλου Ζωής, στοχεύοντας στον προσδιορισμό και στη ποσοτικοποίηση της περιβαλλοντικής επιβάρυνσης καθώς και της εκτίμησης και ελαχιστοποίησης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, στο κλάδο της βιομηχανίας Τροφίμων και Ποτών, επιλέγοντας δύο προϊόντα για να μελετηθούν, σιρόπι φράουλας και παιδική κρέμα.

### 1.3 Βιβλιογραφία

Θωμαΐδου Φωτεινή (2013), «Βιομηχανία Τροφίμων και Ποτών», Ίδρυμα Οικονομικών & Βιομηχανικών Ερευνών, FACTS & FIGURES, [http://iobe.gr/docs/research/res\\_05\\_b\\_01032013rep\\_gr.pdf](http://iobe.gr/docs/research/res_05_b_01032013rep_gr.pdf)

Κιοσέογλου Βασίλειος & Μπλέκας Γεώργιος (2009), «Αρχές τεχνολογίας τροφίμων», Α΄ έκδοση, εκδόσεις Γαρταγάνη Θεσσαλονίκη

Μουσιόπουλος Νικόλαος & Αγγελική Μπούρα (1999), «Ανάλυση Κύκλου Ζωής», Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών, εργαστήριο Μετάδοσης Θερμότητας και Περιβαλλοντικής Μηχανικής, Β΄ έκδοση, εκδόσεις ΖΗΤΗ, Θεσσαλονίκη



## 2 ΥΔΑΤΙΚΟ & ΑΝΘΡΑΚΙΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ

### 2.1 Εισαγωγή

Η κλιματική αλλαγή αποτελεί ένα θέμα έντονων διαφορών αλλά και ευρέων συναινέσεων μεταξύ χωρών αλλά και ερευνητών-μελετητών. Ο χαρακτήρας της δεν είναι μόνο περιβαλλοντικός καθώς υπεισέρχονται όλοι οι τομείς της πραγματικότητας που αφορούν τον άνθρωπο με το φυσικό περιβάλλον και όχι μόνο. Η κλιματική αλλαγή ως έννοια δεν είναι καινούργια, ήδη έχει ξεκινήσει, με το περιεχόμενό της με τη πάροδο των χρόνων να διαφοροποιείται. Οι θερμοκρασίες αυξάνονται, τα χαρακτηριστικά των βροχοπτώσεων αλλάζουν, οι παγετώνες και το χιόνι λιώνουν και η παγκόσμια μέση στάθμη της θάλασσας ανεβαίνει. Πρόκειται για μερικά από τα χαρακτηριστικά που συνοδεύουν τη κλιματική αλλαγή, με κύριο υπαίτιο πιθανότατα την όλο και αυξανόμενη συγκέντρωση των αερίων του θερμοκηπίου που παρατηρείται από τις εκπομπές των ανθρώπινων δραστηριοτήτων και των φυσικών διεργασιών. Συνεχίζοντας, με τα αέρια του θερμοκηπίου, ύστερα από διάφορες μελέτες-έρευνες που έχουν διεξαχθεί, έχει προκύψει ότι το σημαντικότερο αέριο του θερμοκηπίου είναι οι υδρατμοί. Όμως, στα αέρια του θερμοκηπίου εκτός από τους υδρατμούς προστίθεντο και άλλα αέρια, τα τελευταία προέρχονται από τις ανθρώπινες δραστηριότητες, η αύξηση των οποίων συμβάλλει τόσο στο φαινόμενο του θερμοκηπίου όσο και στην αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη. Οι κύριες πηγές των αερίων θερμοκηπίου που προκαλούνται από τον άνθρωπο είναι: η καύση ορυκτών καυσίμων (άνθρακας, πετρέλαιο και αέριο) για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, τις μεταφορές, τη βιομηχανία και τα νοικοκυριά (CO<sub>2</sub>), γεωργία (CH<sub>4</sub>) και αλλαγές στη χρήση γης, όπως η αποψίλωση των δασών, η υγειονομική ταφή απορριμμάτων (CH<sub>4</sub>), η χρήση βιομηχανικών φθοριούχων εκπομπών.<sup>1</sup>

Επίσης, οι ανθρώπινες δραστηριότητες και οι φυσικές διεργασίες, έχουν άμεσο αντίκτυπο στο φυσικό περιβάλλον. Με την ανθρωπότητα να καλείται να αντιμετωπίσει ένα ακόμα από τα πολλά προβλήματα που τη μαστιάζουν, αυτό της κρίσης του νερού. Η κλιματική αλλαγή, όπου έχει επιφέρει αλλαγές στις θερμοκρασίες του πλανήτη, στα χαρακτηριστικά των βροχοπτώσεων με το φαινόμενο της ξηρασίας να είναι πλέον πιο έντονο από ποτέ, καθώς και άλλα προβλήματα όπως η ρύπανση και μόλυνση του νερού, η ραγδαία αύξηση του πληθυσμού σε παγκόσμιο επίπεδο, η έντονη ανισοκατανομή στην ευκολία πρόσβασης μεταξύ αναπτυγμένων και αναπτυσσόμενων χωρών σε καθαρό νερό, όπως και η ολοένα αυξανόμενη κατανάλωση και ζήτηση προϊόντων και υπηρεσιών, αποτελούν μερικά από τα καιρία ζητήματα που χρήζουν άμεσης αντιμετώπισης. Πλέον, οι διαθέσιμοι υδατικοί πόροι μαστίζονται από την αυξανόμενη πίεση που

<sup>1</sup> <http://www.eea.europa.eu/el/themes/climate/intro#tab-βλ.-επίσης> (ανάκτηση στις 11/01/2017)

υφίσταντο από την καταναλωτική χρήση του νερού και από την ρύπανση ενώ σημαντικά προβλήματα αντιμετωπίζουν και ως προς τη διάθεσή τους, χρήση και διαχείρισή τους.

Η ανθρωπότητα, όπως έχει διατυπωθεί και από την διεθνή επιστημονική κοινότητα καλείται να αντιμετωπίσει μια από τις μεγαλύτερες προκλήσεις. Η καταπολέμηση της αλλαγής του κλίματος και κατ' επέκταση και της κρίσης του νερού αποτελεί μια από τις πιο πιεστικές προκλήσεις. Για τους λόγους αυτούς, η ανθρωπότητα έχει προχωρήσει λαμβάνοντας κάποια μέτρα πρόληψης και αντιμετώπισης των φαινομένων αυτών. Συγκεκριμένα, έχει υπογράψει τη σύμβαση-πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για την κλιματική αλλαγή (σύμβαση UNFCCC), το Πρωτόκολλο του Κιότο καθώς και μια σειρά άλλων ρυθμίσεων, κανόνων και εργαλείων για την αντιμετώπιση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Επίσης, υπάρχουν διάφοροι οργανισμοί υπεύθυνοι για την ατμοσφαιρική ρύπανση και τη κλιματική αλλαγή όπως ο Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος (ΕΟΠ) που συνεργάζεται με την Ευρωπαϊκή Επιτροπή καθώς και με ένα σύνολο εμπειρογνομόνων των Ευρωπαϊκών Θεματικών Κέντρων για την ατμοσφαιρική ρύπανση και τη κλιματική αλλαγή (ETC/ACM) και με το δίκτυο των χωρών του (Eionet)<sup>2</sup>. Ακόμα, ένα σημαντικό εργαλείο για την καταγραφή και υπολογισμό των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου αποτελεί ο υπολογισμός του ανθρακικού αποτυπώματος και ο αριθμός των προτύπων-πιστοποιήσεων υπολογισμού του.

Επιπλέον, η διεθνής επιστημονική κοινότητα έχει εντάξει στους κόλπους της, για την αντιμετώπιση της κρίσης του νερού, το υδατικό αποτύπωμα. Το ενδιαφέρον για το υδατικό αποτύπωμα έγκειται στην αναγνώριση πως οι ανθρώπινες επιπτώσεις πάνω στα φυσικά συστήματα γλυκού νερού τελικά συνδέονται με την ανθρώπινη κατανάλωση και πως προβλήματα όπως η λειψυδρία και η ρύπανση μπορούν να γίνουν περισσότερο κατανοητά και αντιμετωπίσιμα εξετάζοντας την αλυσίδα παραγωγής και προσφοράς ενός προϊόντος. Τα προβλήματα που αφορούν το νερό είναι συχνά στενά συνδεδεμένα με την δομή της παγκόσμιας οικονομίας. Πολλές χώρες έχουν εξωτερικεύσει σημαντικά το υδατικό τους αποτύπωμα, εισάγοντας υδροβόρα αγαθά από αλλού. Αυτό ασκεί πίεση στα αποθέματα νερού σε περιοχές που παράγουν και εξάγουν προϊόντα, όπου πολύ συχνά οι μηχανισμοί για την ορθή διακυβέρνηση του νερού και τη διατήρηση του είναι ανεπαρκείς. Όχι μόνο οι κυβερνήσεις, αλλά και οι καταναλωτές, οι επιχειρήσεις και η κοινωνία των πολιτών μπορούν να διαδραματίσουν ουσιαστικό ρόλο στην επίτευξη μιας καλύτερης διαχείρισης των υδάτινων πόρων.<sup>3</sup>

Το ανθρακικό και το υδατικό αποτύπωμα, πρόκεινται ουσιαστικά για δύο εργαλεία σχετικά μικρής ηλικίας, όπου μπορούν να συμβάλλουν καθοριστικά στην αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών ζητημάτων της ανθρωπότητας. Στο

---

<sup>2</sup> <http://www.eea.europa.eu/el/themes/climate/intro#tab-βλ.-επίσημ> (ανάκτηση στις 11/01/2017)

<sup>3</sup> [http://temp.waterfootprint.org/?page=files/home\\_greek](http://temp.waterfootprint.org/?page=files/home_greek) (ανάκτηση στις 11/01/2017)

συγκεκριμένο κεφάλαιο επιτελείται μια εκτενής αναφορά στις έννοιες, τις σημασίες και τις εφαρμογές του υδατικού και ανθρακικού αποτυπώματος.

## 2.2 Υδατικό Αποτύπωμα

### 2.2.1 Τύποι & τυποποίηση υδατικού αποτυπώματος

Ο John Anthony Allan, από το King College του Λονδίνου, διατύπωσε για πρώτη φορά την έννοια του εικονικού ύδατος (virtual water) στις αρχές του 1990 στα πλαίσια της water-scarce στη Μέση Ανατολή και στις βόρειες αφρικανικές χώρες όπου εξήγαγαν εσπεριδοειδή προς την Ευρωπαϊκή Ένωση. Αυτές οι αρδευόμενες εξαγωγές οικονομικά ήταν πολύ σημαντικές, αλλά ο υπολογισμός του εικονικού νερού βοήθησε να επιτευχθεί μια προσεκτική αξιολόγηση του νερού που εξαγόταν εικονικά με την παραγωγή των εσπεριδοειδών. Ο όρος «εικονικό» χρησιμοποιείται επειδή η συνολική κατανάλωση του νερού που χρησιμοποιείται για τη παραγωγή των εσπεριδοειδών είναι πολύ μεγάλη σε σύγκριση με την πραγματική περιεκτικότητα των καρπών σε νερό.

Ο Arjen Hoekstra επέκτεινε την έννοια του εικονικού νερού ώστε καθορίστηκε-διατυπώθηκε η έννοια του υδατικού αποτυπώματος, το οποίο λαμβάνει υπόψη τη σημαντική διάκριση μεταξύ της κατανάλωσης των επιφανειακών και υπόγειων υδάτων (μπλε συνιστώσα του υδατικού αποτυπώματος) και της κατανάλωσης του πράσινου νερού δηλαδή του νερού που προέρχεται από τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα (κυρίως το βρόχινο νερό). Συμπεριλαμβανομένου και του γκρι αποτυπώματος του νερού όπου επιτρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι επιπτώσεις στη ποιότητα του νερού. Το υδατικό αποτύπωμα μπορεί να οριστεί ως ένα οικολογικό αποτύπωμα (ecological footprint). Ενώ το οικολογικό αποτύπωμα αναφέρεται σε μια βιοπαραγωγική περιοχή που χρειάζεται για να υποστηρίξει έναν πληθυσμό, το υδατικό αποτύπωμα είναι ο όγκος νερού που καταναλώνεται για να υποστηρίξει έναν πληθυσμό. Υπολογίζοντας το υδατικό αποτύπωμα βοηθά στο να αποδώσει έναν παγκόσμια χαρακτήρα του γλυκού νερού. Ακόμα, η λειψυδρία μπορεί να μετράται σε τοπικό επίπεδο, αλλά υπολογίζοντας το υδατικό αποτύπωμα των προϊόντων σημαίνει ότι το σύνολο του νερού που «εμπορεύεται» μπορεί να παρακολουθείται (για παράδειγμα, μπορεί να παρακολουθηθεί το εμπόριο των γεωργικών προϊόντων και του υδατικού αποτυπώματος εκείνων των προϊόντων που το νερό «εμπορεύεται»). Το Water Footprint Network ([www.waterfootprint.org](http://www.waterfootprint.org)) είναι μια διεθνής οργάνωση έχοντας ως στόχο την προώθηση και την τυποποίηση του υπολογισμού της άμεσης και έμμεσης χρήσης του νερού των παραγωγών και των καταναλωτών. (Dourte & Fraisse, 2012)

## Εισαγωγή

Οι ανθρώπινες δραστηριότητες καταναλώνουν και ρυπαίνουν τους διαθέσιμους υδατικούς πόρους. Σε παγκόσμια κλίμακα, η μεγαλύτερη κατανάλωση νερού παρατηρείται στη γεωργική παραγωγή, ωστόσο υπάρχουν σημαντικές ποσότητες νερού που καταναλώνονται και μολύνονται από το βιομηχανικό και τον οικιακό τομέα. Η κατανάλωση νερού και η ρύπανση του μπορούν να συσχετιστούν με συγκεκριμένες δραστηριότητες, όπως η άρδευση, το πλύσιμο, ο καθαρισμός, η ψύξη και η επεξεργασία (για ένα προϊόν-δραστηριότητα). Η συνολική κατανάλωση νερού και η ρύπανση γενικά θεωρούνται ως το άθροισμα ενός πλήθους ανεξάρτητων δραστηριοτήτων, απαιτητικών σε νερό και ρυπογόνες. Στο συγκεκριμένο γεγονός, δόθηκε η πρόβλεψη προσοχή που του αναλογούσε, ωστόσο στο τέλος, η συνολική κατανάλωση και ρύπανση του νερού σχετίζεται με το τι και το πόσο οι κοινότητες καταναλώνουν και από τη δομή της παγκόσμιας οικονομίας, η οποία τροφοδοτεί τις διάφορες υπηρεσίες και τα διάφορα αγαθά των καταναλωτών. Μέχρι το πρόσφατο παρελθόν, υπήρξαν κάποιες σκέψεις στην επιστήμη και στην πρακτική της διαχείρισης του νερού για την κατανάλωση και τη ρύπανση του νερού κατά μήκος ολόκληρης της παραγωγικής και εφοδιαστικής αλυσίδας. Ως αποτέλεσμα, υπάρχει μικρή ευαισθητοποίηση όσον αφορά το γεγονός ότι η οργάνωση και τα χαρακτηριστικά της παραγωγής και της εφοδιαστικής αλυσίδας επηρεάζουν σημαντικά τον όγκο (την χρονική και τη χωρική του κατανομή) της κατανάλωσης του νερού και τη ρύπανση του νερού που μπορεί να σχετίζεται με το τελικό προϊόν του καταναλωτή. Οι Hoekstra και Charagain, έδειξαν ότι η οπτικοποίηση της κρυφής χρήσης του νερού πίσω από τα προϊόντα μπορεί να βοηθήσει καλύτερα να κατανοηθεί ο παγκόσμιος χαρακτήρας του γλυκού νερού και η ποσοτικοποίηση των επιπτώσεων της κατανάλωσης και του εμπορίου της χρήσης των διαθέσιμων υδατικών πόρων. Το γεγονός αυτό μπορεί να αποτελέσει τη βάση για μια καλύτερη διαχείριση των υδατικών πόρων του πλανήτη. (Hoekstra et al., 2011)

Το γλυκό νερό γίνεται ολοένα και περισσότερο ένας παγκόσμιος πόρος, όπου οδηγείται από το αυξανόμενο διεθνές εμπόριο των προϊόντων νερού. Εκτός από τις περιφερειακές αγορές, υπάρχουν επίσης παγκόσμιες αγορές για τα διάφορα αγαθά νερού, όπως είναι οι καλλιέργειες και το ζωικό κεφάλαιο, οι φυσικές ίνες και η βιοενέργεια. Ως αποτέλεσμα, η χρήση των υδατικών πόρων έχει χωρικά αποσυνδεθεί από τους καταναλωτές. Αυτό μπορεί να απεικονισθεί στην περίπτωση του βαμβακιού. Από το χωράφι μέχρι το τελικό προϊόν, το βαμβάκι διέρχεται από ένα σύνολο διακριτών σταδίων παραγωγής με διαφορετικές επιπτώσεις στα υδατικά διαθέσιμα. Τα στάδια αυτά της παραγωγής του βαμβακιού πολλές φορές βρίσκονται σε διαφορετικά μέρη και η τελική κατανάλωση του νερού μπορεί να βρίσκεται σε ένα διαφορετικό μέρος. Για παράδειγμα, η Μαλαισία δεν καλλιεργεί βαμβάκι αλλά εισάγει ακατέργαστο βαμβάκι από την Κίνα, την Ινδία και το Πακιστάν για τη μεταποίηση στο τομέα της κλωστοϋφαντουργίας και εξαγει

βαμβακερά ρούχα στην Ευρώπη. Ως αποτέλεσμα, οι επιπτώσεις της κατανάλωσης του νερού του τελικού προϊόντος για το βαμβάκι επί των υδατικών πόρων του πλανήτη μπορεί να βρεθεί εξετάζοντας την αλυσίδα εφοδιασμού και τον εντοπισμό της προέλευσης του προϊόντος. Αποκαλύπτοντας τη σχέση μεταξύ της κατανάλωσης και της χρήσης του νερού μπορεί να αποτελέσει τη βάση για τη διαμόρφωση νέων στρατηγικών για τη διαχείριση του νερού. Επίσης, οι τελικοί καταναλωτές, οι έμποροι λιανικής πώλησης, οι βιομηχανίες τροφίμων και οι έμποροι στα διάφορα προϊόντα χρήσης του νερού, παραδοσιακά ήταν έξω από το πεδίο εφαρμογής εκείνων που ήταν υπεύθυνοι για τη καλή διαχείριση του νερού, αυτοί οι παίκτες παρέχουν τη δυνατότητα να εισαχθούν στο δυναμικό ως «παράγοντες αλλαγής». Μπορούν πλέον να αντιμετωπιστούν όχι μόνο ως άμεσοι χρήστες του νερού αλλά και ως έμμεσοι χρήστες του νερού. (Hoekstra et al., 2011)

### **Η έννοια του υδατικού αποτυπώματος**

Η ιδέα της εξέτασης της χρήσης του νερού σε όλα τα στάδια της αλυσίδας εφοδιασμού έχει κερδίσει το ενδιαφέρον μετά την εισαγωγή της έννοιας του «υδατικού αποτυπώματος» από το Hoekstra το 2002. Το υδατικό αποτύπωμα είναι ένα δείκτης της χρήσης του γλυκού νερού που αναφέρεται όχι μόνο στην άμεση χρήση του νερού του καταναλωτή ή του παραγωγού αλλά και στην έμμεση χρήση του νερού. Το αποτύπωμα του νερού μπορεί να θεωρηθεί ως ένας ολοκληρωμένος δείκτης υπολογισμού του γλυκού νερού, σε σχέση με τους παραδοσιακούς και περιορισμένους υπολογισμούς των αναλήψεων του νερού. Το υδατικό αποτύπωμα ενός προϊόντος είναι η ποσότητα του γλυκού νερού που καταναλώνεται για τη παραγωγή του συγκεκριμένου προϊόντος, μετρώντας την ποσότητά του από όλη την αλυσίδα εφοδιασμού. Πρόκειται για έναν πολυδιάστατο δείκτη, ο οποίος δείχνει τις ποσότητες της κατανάλωσης του νερού από την πηγή και το μέγεθος της ρύπανσης με βάση τον τύπο της ρύπανσης. Επίσης, το συνολικό υδατικό αποτύπωμα είναι το άθροισμα τριών διαφορετικών συνιστωσών, οι οποίες υπολογίζονται ξεχωριστά ενώ καθορίζονται γεωγραφικά και χρονικά. (Hoekstra et al., 2011)

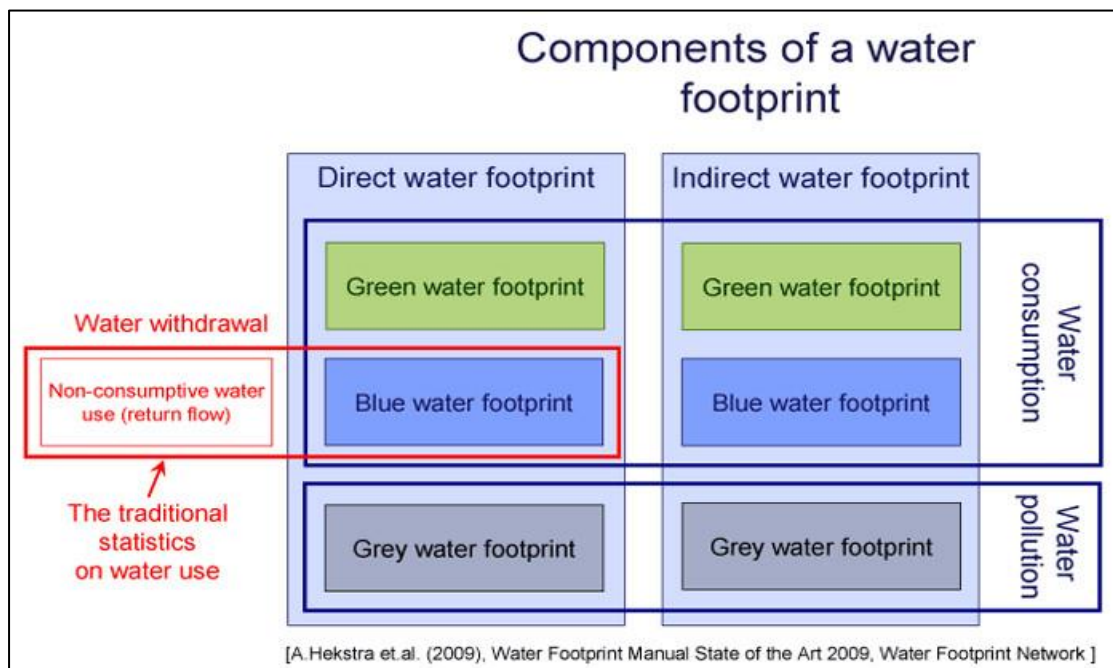
Η μπλε συνιστώσα του υδατικού αποτυπώματος αφορά στην κατανάλωση των επιφανειακών και υπόγειων υδάτων κατά μήκος της αλυσίδας εφοδιασμού ενός προϊόντος. Η έννοια της «κατανάλωσης» αναφέρεται στην απώλεια του νερού από την επιφάνεια του εδάφους του υδατικού σώματος σε μια λεκάνη απορροής. Επίσης, υπάρχουν απώλειες όταν το νερό εξατμίζεται και επιστρέφει σε μια άλλη λεκάνη απορροής ή στη θάλασσα ή ενσωματώνεται σε ένα προϊόν. (Hoekstra et al., 2011)

Η πράσινη συνιστώσα του υδατικού αποτυπώματος αναφέρεται ως δείκτης της ανθρώπινης χρήσης του νερού. Το πράσινο νερό αναφέρεται στη βροχόπτωση επί γης που δεν ρέει επιφανειακά ή δεν εκφορτίζεται στα υπόγεια ύδατα αλλά αποθηκεύεται στο έδαφος ή προσωρινά παραμένει στην επιφάνεια του εδάφους ή της βλάστησης. Τελικά, αυτό το τμήμα της βροχόπτωσης εξατμίζεται ή διαπνέει

μέσω των φυτών. Το πράσινο νερό μπορεί να γίνει παραγωγικό για την ανάπτυξη μιας καλλιέργειας (αλλά όχι όλη η ποσότητα του πράσινου νερού μπορεί να απορροφηθεί από τις καλλιέργειες, επειδή πάντα θα υπάρχει η εξάτμιση από το έδαφος και επειδή δεν είναι όλες οι περίοδοι του χρόνου ή περιοχές κατάλληλες για την ανάπτυξη των καλλιεργειών). (Hoekstra et al., 2011)

Η γκρι συνιστώσα του υδατικού αποτυπώματος αναφέρεται στη ρύπανση και ορίζεται ως ο όγκος του γλυκού νερού που απαιτείται για να αφομοιωθεί το ρυπαντικό φορτίο των συγκεντρώσεων στα αποδεκτά επίπεδα των υφιστάμενων υδατικών προτύπων ποιότητας περιβάλλοντος. (Hoekstra et al., 2011)

Ως δείκτης της «χρήσης νερού», το υδατικό αποτύπωμα διαφέρει από τον κλασικό υπολογισμό της «ανάληψης νερού (water withdrawal) σε τρία βασικά σημεία, όπως φαίνεται στη παρακάτω εικόνα. (Hoekstra et al., 2011)



Εικόνα 1: Σχηματική απεικόνιση των μερών ενός αποτυπώματος νερού (πηγή: <http://www.eniscuola.net/en/2014/02/26/how-much-water-is-on-your-plate/> ανάκτηση στις 13/01/2017)

Επιπλέον, η παραπάνω εικόνα δείχνει ότι το μη καταναλωτικό μέρος της υδροληψίας του νερού (η ροή επιστροφής), δεν αποτελεί μέρος του αποτυπώματος του νερού. Δείχνει επίσης, ότι σε αντίθεση με τον υπολογισμό της υδροληψίας ύδατος, το υδατικό αποτύπωμα περιλαμβάνει το πράσινο και το γκρι νερό καθώς και την έμμεση χρήση του νερού. (Hoekstra et al., 2011)

Τα τρία αυτά βασικά σημεία είναι τα εξής (Hoekstra et al., 2011):

1. Δεν περιλαμβάνει τη μπλε χρήση του νερού στη λεκάνη απορροής που επιστρέφει.
2. Δεν περιορίζεται μονό στη μπλε χρήση του νερού, αλλά περιλαμβάνει επίσης το πράσινο και το γκρι νερό.



3. Δεν περιορίζεται μόνο στην άμεση χρήση του νερού αλλά περιλαμβάνει επίσης και την έμμεση χρήση του νερού.

### **Αναλύοντας του όρους που σχετίζονται με το υδατικό αποτύπωμα**

Στην παράγραφο αυτή θα αναλυθούν κάποιοι όροι που σχετίζονται με το υδατικό αποτύπωμα όπως ακόμα, και κάποιοι ορισμοί που έχουν αναφερθεί και παραπάνω, του υδατικού αποτυπώματος και των συνιστωσών του, θα αναλυθούν και θα διατυπωθούν περαιτέρω.

**Κατανάλωση-χρήση νερού** περιγράφει το γλυκό νερό που 1) εξατμίζεται, 2) ενσωματώνεται μέσα σε ένα προϊόν, 3) είναι μολυσμένο ή 4) δεν επιστρέφει στην ίδια περιοχή από όπου έχει γίνει η υδροληψία του (withdrawal). Όλες αυτές οι τέσσερις χρήσεις του νερού έχουν ως αποτέλεσμα το νερό να είναι διαθέσιμο για τοπική, μικρής διάρκειας επαναχρησιμοποίηση. Ο όρος αυτός αναγνωρίζει τόσο την ανανέωση του γλυκού νερού και τη περιορισμένη διαθεσιμότητά του σε ένα ορισμένο χρονικό διάστημα και σε μια τοποθεσία. Η εξάτμιση είναι συχνά η πιο σημαντική κατανάλωση του νερού και συχνά εξισώνεται με τη συνολική χρήση του νερού, όπως οι υπόλοιπες τρεις χρήσεις οι οποίες είναι αμελητέες σε σύγκριση με την πρώτη. Ο όρος εξατμισοδιαπνοή χρησιμοποιείται για να περιγράψει τη συνδυασμένη εξάτμιση του νερού που προέρχεται από την επιφάνεια του εδάφους και τη διαπνοή, του νερού που χάνεται από τα στομάτια των φυτών. Η εξατμισοδιαπνοή αναπαριστά το νερό που καταναλώνεται σε μια γεωργική ή δασική καλλιέργεια. (Dourte & Fraisse, 2012)

**Υδατικό αποτύπωμα** είναι ο λόγος του όγκου του νερού που καταναλώνεται (πράσινο, μπλε και γκρι) προς την ποσότητα που μελετάται (lt / kg για μια καλλιέργεια, lt / άτομο / έτος για τον καταναλωτή, m<sup>3</sup> / έτος για μια έκταση γης ή lt / για ένα ζευγάρι τζιν). Οι αναλογίες δεν έχουν την τάση να παραβλέψουν πληροφορίες, έτσι ώστε σε ορισμένες περιπτώσεις, μπορεί να κρίνεται σκόπιμο να παρουσιάζεται τόσο ο αριθμητής όσο και ο παρονομαστής παράλληλα με το υδατικό αποτύπωμα. (Dourte & Fraisse, 2012)

**Μονάδες του υδατικού αποτυπώματος** εξαρτώνται από το τι μελετάται με το υδατικό αποτύπωμα. Οι όγκοι του πράσινου, μπλε και γκρι νερού είναι πάντα στον αριθμητή, αλλά μπορεί να είναι και άλλα μεγέθη όπως ο χρόνος, η μάζα, οι άνθρωποι ή μονάδες στον παρονομαστή. Θα πρέπει να τονιστεί ότι ο χρόνος πάντα σημειώνεται στις διάφορες αναλογίες που χρησιμοποιούνται για να υπολογιστεί το υδατικό αποτύπωμα, είτε εμφανίζεται είτε όχι, ο χρόνος αποτελεί μια σημαντική παράμετρο, διότι η κατανάλωση-χρήση νερού γίνεται σε κάποιο συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. (Dourte & Fraisse, 2012)

**Πράσινη χρήση νερού** περιγράφει το λόγο της εξάτμισης / την διαπνοή (Evaporation<sub>green</sub>) ή την ενσωμάτωσή του νερού σε ένα προϊόν κατευθείαν από τη βροχόπτωση, προτού απορρευτεί ή αποστραγγιστεί (Incorporation<sub>green</sub>). Το πράσινο αποτύπωμα του νερού αναφέρεται στον όγκο του πράσινου νερού που

χρησιμοποιείται διαιρούμενο με την ποσότητα που μελετάται (μάζα, αριθμός προϊόντων, περιοχή κ.λ.π.) Το πράσινο αποτύπωμα του νερού είναι η βροχόπτωση. Το πράσινο αποτύπωμα νερού, μπορεί να εκφραστεί σύμφωνα με την ακόλουθη εξίσωση (Dourte & Fraisse, 2012):

$$WF_{process,green} = Evaporation_{green} + Incorporation_{green} \quad [volume/time]$$

Ο διαχωρισμός ενός υδατικού αποτυπώματος στις συνιστώσες, πράσινο, μπλε και γκρι είναι ιδιαίτερα σημαντική διότι τα οικονομικά και περιβαλλοντικά κόστη μπορεί να διαφέρουν κατά πολύ μεταξύ των τριών συνιστωσών του υδατικού αποτυπώματος. Για παράδειγμα, το κόστος ευκαιρίας του μπλε αποτυπώματος νερού είναι γενικά υψηλό. Το άμεσο οικονομικό κόστος από την κατανάλωση του μπλε νερού είναι επίσης υψηλό σε σύγκριση με το άμεσο οικονομικό κόστος από την κατανάλωση του πράσινου νερού. (Dourte & Fraisse, 2012)

**Μπλε χρήση νερού** περιγράφει την εξάτμιση / τη διαπνοή ( $Evaporation_{blue}$ ), το νερό που ενσωματώνεται σε ένα προϊόν ( $Incorporation_{blue}$ ) ή το νερό που επιστρέφει από μια λεκάνη απορροής σε μια άλλη που απορρίπτεται ( $Lost\ Return\ Flow_{blue}$ ) των μπλε υδατικών πόρων, που αντιστοιχεί στα υπόγεια ή επιφανειακά ύδατα. Το μπλε αποτύπωμα νερού είναι ο όγκος της συνολικής ποσότητας του μπλε νερού διαιρούμενη με την ποσότητα εκείνη που μελετάται κάθε φορά (μάζα, αριθμό προϊόντων, περιοχή). Το μπλε αποτύπωμα νερού ως ξεχωριστή διαδικασία υπολογισμού του συνολικού υδατικού αποτυπώματος μπορεί να εκφραστεί από την ακόλουθη εξίσωση (Dourte & Fraisse, 2012):

$$WF_{process,blue} = Evaporation_{blue} + Incorporation_{blue} + Lost\ Return\ Flow_{blue}$$

[volume/time]

**Γκρι νερό** περιγράφει το νερό που απαιτείται για να αραιωθούν οι προσμίξεις από ένα σύστημα σε αποδεκτές συγκεντρώσεις. Αυτό μπορεί να εκφραστεί ως ο λόγος του ρυπαντικού φορτίου ( $L$ : η μάζα του ρυπαντικού φορτίου σε κάποιο χρονικό διάστημα) προς τη διαφορά μεταξύ της μέγιστης επιτρεπόμενης συγκέντρωσης ( $c_{maximum}$ ) για το συγκεκριμένο ρύπο και της φυσικής συγκέντρωσης στο υδατικό σώμα ( $c_{natural}$ ) (Dourte & Fraisse, 2012):

$$WF_{process,greys} = L / (c_{maximum} - c_{natural}) \quad [volume/time]$$

Η μέγιστη επιτρεπόμενη συγκέντρωση για το συγκεκριμένο ρύπο για το σώμα νερού που μελετάται, γίνεται με βάση τους κανονισμούς της ποιότητας που διέπουν τους υδατικούς πόρους ή κατ' εκτίμηση με βάση κάποιων προτύπων. Η φυσική συγκέντρωση είναι η αναμενόμενη συγκέντρωση που λαμβάνει το υδάτινο σώμα, αν δεν υπάρχουν επιπτώσεις από ανθρώπινες δραστηριότητες στην υδάτινη



λεκάνη. Το γκρι αποτύπωμα νερού είναι ο όγκος της συνολικής ποσότητας του γκρι νερού διαιρούμενο με την ποσότητα που μελετάται (μάζα, αριθμός προϊόντων, περιοχή). (Dourte & Fraisse, 2012)

Το γκρι αποτύπωμα νερού προφανώς διαφέρει από το μπλε και πράσινο αποτύπωμα του νερού. Το μπλε και πράσινο νερό είναι η ποσότητα του νερού η οποία πραγματικά χρησιμοποιείται στο πλαίσιο του υπό εξέταση συστήματος, ενώ το γκρι νερό μετρά τη ρύπανση του νερού και θα πρέπει να γίνει αντιληπτό ότι είναι ένας δείκτης ποιότητας του νερού και όχι ένας δείκτης υπολογισμού της άμεσης χρήσης του νερού. (Dourte & Fraisse, 2012)

### **Η εκτίμηση του υδατικού αποτυπώματος**

«Η εκτίμηση του υδατικού αποτυπώματος» αναφέρεται σε όλο το φάσμα των δραστηριοτήτων: 1) στην ποσοτικοποίηση και στη θέση (γεωγραφικά-χωρική εκτίμηση) του υδατικού αποτυπώματος μιας διαδικασίας, ενός προϊόντος, ενός παραγωγού ή ενός καταναλωτή ή για τον ποσοτικό προσδιορισμό στο χώρο και στο χρόνο του υδατικού αποτυπώματος σε μια συγκεκριμένη γεωγραφική περιοχή., 2) την αξιολόγηση της περιβαλλοντικής, κοινωνικής και οικονομικής βιωσιμότητας του υδατικού αποτυπώματος και 3) στη διαμόρφωση στρατηγικών. Σε γενικές γραμμές, ο στόχος της εκτίμησης του υδατικού αποτυπώματος είναι η ανάλυση του πώς οι ανθρώπινες δραστηριότητες ή συγκεκριμένα προϊόντα σχετίζονται με τα θέματα της λειψυδρίας και της ρύπανσης και να δείξει πώς οι δραστηριότητες και τα προϊόντα μπορούν να γίνουν πιο βιώσιμα από τη σκοπιά του νερού. (Hoekstra et al., 2011)

Η εκτίμηση του υδατικού αποτυπώματος εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από το πού θα εστιαστεί το ενδιαφέρον. Κάποιον μπορεί να τον ενδιαφέρει το υδατικό αποτύπωμα ενός σταδίου μιας συγκεκριμένης διαδικασίας σε όλη την αλυσίδα παραγωγής ή το υδατικό αποτύπωμα ενός τελικού προϊόντος. Εναλλακτικά μπορεί κανείς να ενδιαφέρεται για το αποτύπωμα νερού ενός καταναλωτή ή για μια ομάδα καταναλωτών ή ενός παραγωγού ή για το σύνολο ενός οικονομικού τομέα. Τέλος, μπορεί κανείς να δώσει μια γεωγραφική προοπτική στην εκτίμηση του υδατικού αποτυπώματος, εξετάζοντας το συνολικό αποτύπωμα του νερού εντός μιας οριοθετημένης περιοχής όπως ένας δήμος, μια επαρχία, για ένα έθνος, για μια απορροή ή μια λεκάνη απορροής ποταμού. Ένα τέτοιο συνολικό αποτύπωμα νερού είναι το άθροισμα των επιμέρους υδατικών αποτυπωμάτων από τις διάφορες διεργασίες που λαμβάνουν χώρα στην εκάστοτε περιοχή που μελετάται. (Hoekstra et al., 2011)

Η εκτίμηση του υδατικού αποτυπώματος είναι ένα αναλυτικό εργαλείο, όπου μπορεί να συμβάλλει στην καλύτερη κατανόηση το πως οι δραστηριότητες και τα προϊόντα που σχετίζονται με την λειψυδρία και την ρύπανση και τις σχετικές επιπτώσεις και για το τι μπορεί να γίνει για να επιβεβαιωθεί ότι οι δραστηριότητες και τα προϊόντα δεν συμβάλλουν στη μη βιώσιμη χρήση των γλυκών υδάτων. Ως εργαλείο, η εκτίμηση του υδατικού αποτυπώματος παρέχει μια δυνατότητα, όπου

δεν λέει στους ανθρώπους «τι να κάνουν». Αλλά βοηθά τους ανθρώπους να κατανοήσουν το τι μπορεί να γίνει. (Hoekstra et al., 2011)

Μια πλήρης εκτίμηση του υδατικού αποτυπώματος αποτελείται από τέσσερις διακριτές φάσεις (Hoekstra et al., 2011):

1. Καθορισμός στόχων και σκοπού
2. Υπολογισμός του υδατικού αποτυπώματος
3. Εκτίμηση της αειφορίας του υδατικού αποτυπώματος
4. Διατυπώνει το τελικό αποτέλεσμα-απάντηση του υδατικού αποτυπώματος



Εικόνα 2: Οι τέσσερις φάσεις εκτίμησης του υδατικού αποτυπώματος (πηγή: Dourte & Fraisse, 2012)

### 2.2.2 Η σημασία του υδατικού αποτυπώματος

Το αποτύπωμα του νερού προσφέρει μια καλύτερη και ευρύτερη προοπτική για το πώς ένας καταναλωτής ή ένας παραγωγός σχετίζεται με τη χρήση των συστημάτων του γλυκού νερού. Αποτελεί μια ογκομετρική μέτρηση της κατανάλωσης και ρύπανσης του νερού. Επίσης, δεν είναι ένα μέτρο υπολογισμού της δριμύτητας των τοπικών περιβαλλοντικών επιπτώσεων της κατανάλωσης και ρύπανσης του νερού. Η περιβαλλοντική επίπτωση ενός ορισμένου όγκου νερού, κατανάλωσής και ρύπανσής του, εξαρτάται από την ευπάθεια του τοπικού συστήματος του νερού και από τον αριθμό των καταναλωτών και των ρυπαντών του νερού που κάνουν χρήση του ίδιου συστήματος νερού. Ο υπολογισμός του υδατικού αποτυπώματος μπορεί να παρέχει σαφείς πληροφορίες σχετικά με το πώς το νερό χρησιμοποιείται για τους διάφορους ανθρώπινους σκοπούς. Μπορεί να τροφοδοτήσει τη συζήτηση σχετικά με τη βιώσιμη και δίκαιη χρήση του ύδατος και την κατανομή τους καθώς και να αποτελέσει μια καλή βάση για την εκτίμηση των περιβαλλοντικών, κοινωνικών και οικονομικών επιπτώσεων και σε τοπικό επίπεδο. (Hoekstra et al., 2011)

Επιπλέον, η σημασία υπολογισμού του υδατικού αποτυπώματος έγκειται στο γεγονός ότι μετρά την κατανάλωση του νερού από διάφορες χρήσεις, συμπεριλαμβάνοντας την πράσινη, τη μπλε και τη γκρι χρήση του νερού, και ότι συνδέει τις χρήσεις αυτές για ένα συγκεκριμένο τόπο και χρόνο. Με αυτόν τον τρόπο, αναγνωρίζεται η ανανεωσιμότητα του γλυκού νερού αλλά επίσης τονίζει την ανάγκη να χρησιμοποιείται συνετά λόγω της περιορισμένης διαθεσιμότητάς του σε μια περιοχή κατά τη διάρκεια κάποιου χρονικού διαστήματος. Το υδατικό αποτύπωμα προσφέρει ακόμα περισσότερες πληροφορίες όταν χρησιμοποιείται παράλληλα με τον υπολογισμό της λειψυδρίας. Για παράδειγμα, αν αναλογιστεί κανείς την καλλιέργεια του βαμβακιού στην Αριζόνα σε σύγκριση με εκείνη στη

βόρεια Φλόριντα τότε τα συνολικά υδατικά αποτυπώματα είναι σχεδόν τα ίδια, αλλά το κατά κεφαλήν ανανεώσιμο γλυκό νερό είναι χαμηλότερο στην Αριζόνα. Το παραπάνω παράδειγμα αποτελεί έναν σημαντικό λόγο για το όταν χρησιμοποιείται το υδατικό αποτύπωμα για να αξιολογήσει την υδρολογική βιωσιμότητα του συστήματος. (Dourte & Fraisse, 2012)

### **2.2.3 Εφαρμογές του υδατικού αποτυπώματος**

Το υδατικό αποτύπωμα μπορεί να υπολογιστεί σχεδόν για τα πάντα, για ένα προϊόν, για ένα πρόσωπο, ή για μια έκταση γης. Παρακάτω παρουσιάζονται κάποια βασικά παραδείγματα όπου μπορεί να εφαρμοστεί ο υπολογισμός του υδατικού αποτυπώματος. (Hoekstra et al., 2011)

Το υδατικό αποτύπωμα ενός «βήματος διεργασίας» (process step) αποτελεί το βασικό δομικό στοιχείο για όλους τους υπολογισμούς των υδατικών αποτυπωμάτων. Το υδατικό αποτύπωμα ενός ενδιάμεσου ή τελικού «προϊόντος» (αγαθό ή υπηρεσία) είναι το σύνολο των υδατικών αποτυπωμάτων των διαφόρων βημάτων διεργασίας χρήσιμα για την παραγωγή του προϊόντος. Το υδατικό αποτύπωμα ενός καταναλωτή είναι μια συνάρτηση των υδατικών αποτυπωμάτων των διαφόρων προϊόντων που καταναλώνονται από τον καταναλωτή. Το υδατικό αποτύπωμα μιας κοινότητας, για παράδειγμα οι κάτοικοι ενός δήμου, μιας επαρχίας, πολιτείας ή ενός έθνους, είναι ίσο με το άθροισμα των επιμέρους υδατικών αποτυπωμάτων από τα μέλη της κοινότητας. Το υδατικό αποτύπωμα ενός παραγωγού ή οποιοδήποτε είδος επιχείρησης είναι ίσο με το άθροισμα των υδατικών αποτυπωμάτων των προϊόντων, που ο παραγωγός ή επιχείρηση παραδίδει. Το υδατικό αποτύπωμα μιας γεωγραφικά οριοθετημένης περιοχής, είτε πρόκειται για επαρχία, έθνος, λεκάνη απορροής ή λεκάνη ποταμού, είναι ίσο με το άθροισμα όλων των διαδικασιών που λαμβάνουν μέρος στη περιοχή. Το συνολικό υδατικό αποτύπωμα της ανθρωπότητας είναι ίσο με το άθροισμα των υδατικών αποτυπωμάτων όλων των καταναλωτών όλου του κόσμου, το οποίο είναι ίσο με άθροισμα των υδατικών αποτυπωμάτων όλων των τελικών προϊόντων και υπηρεσιών που καταναλώνονται ετησίως και επίσης ίσο με το άθροισμα όλου του νερού που καταναλώνεται ή ρυπαίνεται από τις διάφορες διεργασίες στον κόσμο. (Hoekstra et al., 2011)

Τα υδατικά αποτυπώματα των τελικών προϊόντων μπορούν να προστεθούν χωρίς διπλό υπολογισμό. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι τα υδατικά αποτυπώματα της διεργασίας πάντοτε κατανέμονται αποκλειστικά σε ένα τελικό προϊόν ή όταν μια διεργασία συμβάλλει περισσότερο σε περισσότερα από ένα προϊόντα, η διεργασία του υδατικού αποτυπώματος χωρίζεται στα διαφορετικά τελικά προϊόντα. Προσθέτοντας τα διαφορετικά υδατικά αποτυπώματα των ενδιάμεσων προϊόντων δεν έχει νόημα, επειδή η διπλή καταμέτρηση μπορεί να συμβεί. (Hoekstra et al., 2011)

Συνεχίζοντας, το υδατικό αποτύπωμα εκφράζεται σε όρους όγκου νερού ανά μονάδα προϊόντος ή ως όγκος νερού ανά μονάδα χρόνου. Το υδατικό αποτύπωμα μιας διεργασίας εκφράζεται ως η ποσότητα του νερού ανά μονάδα χρόνου. Όταν διαιρεθεί με την ποσότητα του προϊόντος που προκύπτει από τη διεργασία βήματος, μπορεί επίσης να εκφραστεί ως η ποσότητα του νερού ανά μονάδα προϊόντος. Ένα υδατικό αποτύπωμα ενός προϊόντος εκφράζεται πάντοτε σε όρους όγκου νερού ανά μονάδα προϊόντος (συνήθως m<sup>3</sup>/τόνο ή λίτρο/kg). Το υδατικό αποτύπωμα ενός καταναλωτή ή παραγωγού σε μια περιοχή πάντα εκφράζεται ως η ποσότητα του νερού ανά μονάδα χρόνου. Εξαρτάται από το επίπεδο της λεπτομέρειας και το υδατικό αποτύπωμα μπορεί να εκφραστεί ανά ημέρα, μήνα ή έτος. Επίσης, το υδατικό αποτύπωμα μιας κοινότητας μπορεί να εκφραστεί σε όρους, όγκος νερού ανά μονάδα χρόνου ανά κάτοικο. Τέλος, το υδατικό αποτύπωμα σε μια γεωγραφικά οριοθετημένη περιοχή εκφράζεται ως ο όγκος του νερού ανά μονάδα χρόνου. Μπορεί να εκφραστεί με όρους, όγκος νερού ανά νομισματική μονάδα όταν διαιρεθεί με το εισόδημα της περιοχής. (Hoekstra et al., 2011)

Κάποιες άλλες εφαρμογές του υδατικού αποτυπώματος είναι οι εξής:

- **Μπορεί να χρησιμοποιηθεί κάνοντας συγκρίσεις μεταξύ της κατανάλωσης του νερού και της διαχείρισης των διαφορετικών γεωργικών συστημάτων.** (Dourte & Fraisse, 2012)
- **Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να αξιολογήσει την αντοχή των γεωργικών συστημάτων στη ξηρασία.** (Dourte & Fraisse, 2012)
- **Συγκρίνοντας συστήματα διαχείρισης σε διαφορετικές περιοχές / κλίματα.** (Dourte & Fraisse, 2012)
- **Βοηθάει στη οικοδόμηση της ανθεκτικότητας στην αλλαγή του κλίματος.** (Dourte & Fraisse, 2012)
- **Μπορεί να συμβάλλει στην ανάλυση των δημόσιων πολιτικών** και κατ' επέκταση μπορεί να επηρεάσουν τη χρήση του νερού. (Dourte & Fraisse, 2012)
- **Μπορεί να συμβάλλει στην αξιολόγηση της βιωσιμότητας σε επίπεδο ποτάμιας λεκάνης.** (Dourte & Fraisse, 2012)
- **Σύνδεση του καταναλωτή με μια περιοχή.** (Dourte & Fraisse, 2012)
- **Χρήση ετικετών σε διάφορα προϊόντα για την αύξηση της ευαισθητοποίησης ως προς τη χρήση του νερού.** (Dourte & Fraisse, 2012)

## 2.3 Ανθρακικό αποτύπωμα

### 2.3.1 Τύποι & τυποποίηση ανθρακικού αποτυπώματος

#### Ιστορική αναδρομή

Η παγκόσμια κοινότητα δίνοντας έμφαση στο θέμα της αλλαγής του κλίματος, ισχυροποιήθηκε το ενδιαφέρον αυτό, μετά από τη παρουσίαση της έκθεσης του Στερν για τα Οικονομικά της Κλιματικής Αλλαγής στη βρετανική κυβέρνηση το 2006 και ύστερα από την τέταρτη έκθεση αξιολόγησης της IPCC το 2007. Μάλιστα, η έμφαση αυτή που δόθηκε στο θέμα της κλιματικής αλλαγής, συνοδεύτηκε από αυξημένο ενδιαφέρον μεταξύ των εταιρειών, οργανισμών, ερευνητών και αρχών για την εκτίμηση των επιπτώσεων του κλίματος, για το αποτύπωμα του άνθρακα (Carbon Footprint, CF), π.χ. προϊόντων, υπηρεσιών, επιχειρήσεων και διάφορων κλάδων για την αναζήτηση μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου (GHG emissions). Αρχικά, ιδιωτικές εταιρείες και Μη Κυβερνητικές Οργανώσεις (ΜΚΟ) οδήγησαν το ενδιαφέρον για το ανθρακικό αποτύπωμα, με το δημόσιο συμφέρον να αυξάνεται για την έννοια αυτή. Με την έννοια του ανθρακικού αποτυπώματος να εισέρχεται στο τομέα της έρευνας. Αν και η έννοια του CF (carbon footprint) είναι σχετικά νέα, εμφανίστηκε αρχικά το 2006, με τον αντίκτυπο των κλιματικών επιπτώσεων στα προϊόντα να έχει υπολογιστεί για δεκαετίες ως μέρος μιας πλήρους μελέτης Ανάλυσης Κύκλου Ζωής (ΑΚΖ). (Röös, 2013)

#### Ορισμός ανθρακικού αποτυπώματος

Αν και δεν υπάρχει καθολικά ένας αποδεκτός ορισμός της έννοιας του ανθρακικού αποτυπώματος, έχει συνήθως επικρατήσει ως ορισμός η εκτίμηση του συνολικού ποσού των αερίων του θερμοκηπίου που εκπέμπονται από την προοπτική του κύκλου ζωής ενός υπό μελέτη προϊόντος, δίνοντας έτσι μια εκτίμηση της συμβολής, στην κλιματική αλλαγή από ένα προϊόν ή από μια υπηρεσία που παρέχεται. Αν όλα τα αέρια που συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, περιλαμβάνονται, τότε το ανθρακικό αποτύπωμα είναι ακριβώς το ίδιο με μια ΑΚΖ που λαμβάνει υπόψη της, στη κατηγορία επιπτώσεων τη κλιματική αλλαγή. Συνηθώς, στον καθορισμό της εννοίας αλλά και στον υπολογισμό του ανθρακικού αποτυπώματος, αναφέρονται-περιλαμβάνονται τα πιο σημαντικά αέρια που συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, αν και υπάρχουν ορισμοί που εννοιολογικά παρεκκλίνουν. Για παράδειγμα, έχουν αναφερθεί ορισμοί όπως μόνο τα αέρια που περιέχουν άνθρακα (π.χ. CO<sub>2</sub> & CH<sub>4</sub>) θα πρέπει να συμπεριλαμβάνονται στον υπολογισμό ενός ανθρακικού αποτυπώματος ενώ ένας άλλος ορισμός που έχει διατυπωθεί είναι ότι στο ανθρακικό αποτύπωμα θα πρέπει να περιλαμβάνει μια ποσοτικοποίηση που θα αφορά μόνο τις εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>). Μάλιστα, για τα γεωργικά προϊόντα, τέτοιοι ορισμοί που αναφέρθηκαν και παραπάνω, δεν θα αντανάκλασαν σωστά τις κλιματικές επιπτώσεις, όπως για τα στοιχεία N<sub>2</sub>O και CH<sub>4</sub> όπου αποτελούν σημαντικές πηγές

εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου από τη γεωργία, με τον κίνδυνο αστοχίας να είναι διάχυτος, χρησιμοποιώντας τέτοιους ορισμούς. Πρόσφατες πρωτοβουλίες τυποποίησης απαιτούν την ενσωμάτωση όλων των αερίων του θερμοκηπίου ενώ η συμπερίληψη αερίων μη-άνθρακα, στο ανθρακικό αποτύπωμα θα μπορούσε να προκαλέσει σύγχυση.(Röös, 2013)

Το ανθρακικό αποτύπωμα μπορεί να υπολογιστεί για προϊόντα ή υπηρεσίες, αλλά και για έθνη ή άλλες γεωγραφικές περιοχές, ακαδημαϊκά ινστιτούτα όπως πανεπιστήμια, για εκδηλώσεις όπως οι Ολυμπιακοί Αγώνες, να υπολογιστεί το ατομικό ανθρακικό αποτύπωμα, για τα νοικοκυριά και για τις επιχειρήσεις.(Röös, 2013)

Δίνοντας έναν πιο αναλυτικό ορισμό για το ανθρακικό αποτύπωμα, «carbon footprint», εννοείται η καταγραφή του συνόλου των δραστηριοτήτων του ανθρώπου και για το πως και το πόσο συμβάλλουν στη κλιματική αλλαγή και κατ' επέκταση στο ίδιο το περιβάλλον. Η έννοια του ανθρακικού αποτυπώματος είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με τη ποσότητα των αερίων του θερμοκηπίου που παράγονται στην καθημερινότητα από τον άνθρωπο όπως η χρήση ορυκτών καυσίμων, για παραγωγή ηλεκτρισμού, θέρμανση, μεταφορές, Το «carbon footprint» μετρά όλα τα αέρια του θερμοκηπίου που παράγονται ατομικά ή συλλογικά (δραστηριότητα, εταιρία, χώρα) και έχει μονάδες μέτρησης tn (ή kg) ισοδύναμου διοξειδίου του άνθρακα, CO<sub>2e</sub>. Επιπλέον, το ανθρακικό αποτύπωμα συνθέτεται από δύο μέρη, το "άμεσο" αποτύπωμα από τις κύριες δραστηριότητες και το "έμμεσο" αποτύπωμα.<sup>4</sup>

- ✓ Το άμεσο – πρωτεύον αποτύπωμα αναφέρεται στη μέτρηση των άμεσων εκπομπών CO<sub>2</sub> από τη καύση ορυκτών καυσίμων, εσωκλείοντας την κάθε τοπική κατανάλωση ενέργειας και μέσων μεταφοράς.<sup>5</sup>
- ✓ Το έμμεσο – δευτερεύον αναφέρεται στη μέτρηση των έμμεσων εκπομπών CO<sub>2</sub> από τον κύκλο ζωής των προϊόντων που χρησιμοποιούνται καθημερινά και συνδέονται άμεσα με την παραγωγή και το τέλος ζωής τους.<sup>6</sup>

## Μετρήσεις

Το ανθρακικό αποτύπωμα εκφράζεται ως το δυναμικό θέρμανσης του πλανήτη (GWP) των αερίων του θερμοκηπίου που απελευθερώνονται κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής ενός προϊόντος. Το GWP (Global Warming Potential) μετρά πόση θερμότητα παγιδεύεται στην ατμόσφαιρα από ένα ορισμένο αέριο σε σχέση με την ποσότητα της θερμότητας που παγιδεύεται από το CO<sub>2</sub>. Η τιμή της

---

<sup>4</sup>[https://eclass.unipi.gr/modules/document/file.php/BDT139/1.%20%20Ανθρακικό%20%20Αποτύπωμα\\_v02.pdf](https://eclass.unipi.gr/modules/document/file.php/BDT139/1.%20%20Ανθρακικό%20%20Αποτύπωμα_v02.pdf) (ανάκτηση στις 10/01/2017)

<sup>5</sup>[http://www.sustchem.gr/index.php?option=com\\_content&view=article&id=108&catid=62&Itemid=120&lang=el](http://www.sustchem.gr/index.php?option=com_content&view=article&id=108&catid=62&Itemid=120&lang=el) (ανάκτηση στις 10/01/2017)

<sup>6</sup>[http://www.sustchem.gr/index.php?option=com\\_content&view=article&id=108&catid=62&Itemid=120&lang=el](http://www.sustchem.gr/index.php?option=com_content&view=article&id=108&catid=62&Itemid=120&lang=el) (ανάκτηση στις 10/01/2017)



GWP για ένα συγκεκριμένο αέριο εξαρτάται από το πόσο αποτελεσματικά και σε ποια περιοχή μήκους κύματος το αέριο απορροφά την υπέρυθρη ακτινοβολία και από τη διάρκεια ζωής του αερίου στην ατμόσφαιρα. Το GWP εκφράζεται ως ισοδύναμα CO<sub>2</sub> (CO<sub>2</sub>e) για τα διάφορα αέρια του θερμοκηπίου, τα οποία μπορούν να προστεθούν μαζί όπου καταλήγει σε ένα μέτρο των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής από όλα τα αέρια του θερμοκηπίου. Ως εκ τούτου, το συνολικό GWP ή το CF (Carbon Footprint), υπολογίζεται ως εξής (Röös, 2013):

$$\text{Ανθρακικό αποτύπωμα ή } GWP_{tot}(kg\ CO_2e)$$

$$= \text{Ποσότητα } CO_2 * 1 + \text{Ποσότητα } CH_4 * GWP_{CH_4} + \text{Ποσότητα } N_2O * GWP_{N_2O}$$

Όπου,

το GWP<sub>CH<sub>4</sub></sub> είναι το δυναμικό θέρμανσης του πλανήτη για το CH<sub>4</sub>,

το GWP<sub>N<sub>2</sub>O</sub> είναι το δυναμικό θέρμανσης του πλανήτη για το N<sub>2</sub>O.

Το GWP των διαφορετικών αερίων εξαρτάται από το χρονικό διάστημα, όπως παρουσιάζεται στο παρακάτω πίνακα. Συνήθως χρησιμοποιείται ένα χρονικό διάστημα 100 ετών. Άλλες ουσίες, όπως οι υδροφθοράνθρακες (hydrofluorocarbon, HFC) και υπερφθοριωμένες ενώσεις, αποτελούν αέρια του θερμοκηπίου, αλλά η χρήση τους στη παραγωγή τροφίμων είναι ασυνήθιστη, εκτός από ορισμένα ψυκτικά μέσα που χρησιμοποιούνται, ιδιαίτερα σημαντικά για τα ψάρια. (Röös, 2013)

Πίνακας 1: Δυναμικό θέρμανσης του πλανήτη του μεθανίου (CH<sub>4</sub>) και το υποξειδίου του αζώτου (N<sub>2</sub>O) για διαφορετικές προοπτικές χρόνου (πηγή: Röös, 2013)

Αέρια	20 χρόνια	100 χρόνια	500 χρόνια
CH <sub>4</sub>	72	25	7.6
N <sub>2</sub> O	289	298	153

Έμμεσες επιπτώσεις στο κλίμα λόγω των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου, όπως οι αλληλεπιδράσεις αερίου-αερολύματος (gas-aerosol) δεν περιλαμβάνονται στην έννοια του GWP. Για παράδειγμα, αλλαγές στο κλίμα, ως συνέπεια της παραγωγής τροφίμων μπορεί επίσης να προκληθεί από φαινόμενα όπως η μειωμένη εξατμισοδιαπνοή, σχηματισμός αερολύματος και αλλαγές στο albedo. Συγκεκριμένα, ποσοτικοποίηση των επιπτώσεων αυτών είναι εξαιρετικά αβέβαιη και μέχρι στιγμής δεν έχουν περιληφθεί στο ανθρακικό αποτύπωμα των προϊόντων διατροφής. (Röös, 2013)

### Τυποποίηση

Το πρότυπο ISO για την AKZ (ISO 14040-14044:2006) παρέχει ένα σημαντικό ποσό ευελιξίας όπου επιτρέπει ένα ευρύ φάσμα διαφορετικών τύπων μελετών που ταιριάζουν σε διαφορετικούς στόχους. Με στόχο την παροχή πιο ακριβής και

συνεπής μεθοδολογία για τον υπολογισμό του ανθρακικού αποτυπώματος, πολλά πρότυπα ή προδιαγραφές σχετικά με το θέμα έχουν ήδη αναπτυχθεί ή πρόκειται να αναπτυχθούν. Η πρώτη ήταν η PAS 2050, που αναπτύχθηκε από το British Standards Institution (BSI) και κυκλοφόρησε το 2008. Μάλιστα, το 2011 υπήρξε μια βελτιωμένη έκδοση (BSI, 2011) και το 2012 μια έκδοση που απευθυνόταν ειδικά στον υπολογισμό ανθρακικού αποτυπώματος για τα κηπευτικά προϊόντα (BSI, 2012). Άλλες τέτοιες πρωτοβουλίες υπολογισμού-τυποποίησης του ανθρακικού αποτυπώματος αποτελεί το Greenhouse Gas Protocol (GHG Protocol) και το πρότυπο ISO (ISO 14067:2013) για την τυποποίηση της μεθοδολογίας για τον υπολογισμό του ανθρακικού αποτυπώματος προϊόντος. (Röös, 2013)

Ένα τέτοιο παράδειγμα πρωτοβουλίας τυποποίησης που απευθύνεται ειδικά στη παραγωγή τροφίμων είναι το πρωτόκολλο ENVIFOOD Protocol. Επίσης, έχουν αναπτυχθεί αρκετά εταιρικά και τομεακά «πρότυπα». Για παράδειγμα, η παγκόσμια βιομηχανία γαλακτοκομικών προϊόντων, μέσω της Διεθνούς Ομοσπονδίας Γάλακτος (International Dairy Federation, όπου έχει αναπτύξει μια κοινή προσέγγιση για τον υπολογισμό του ανθρακικού αποτυπώματος του γάλακτος και των γαλακτοκομικών προϊόντων. Ένα άλλο παράδειγμα αποτελεί οι κατευθυντήριες γραμμές που αναπτύχθηκαν από τη βιομηχανία ποτών. (Röös, 2013)

### 2.3.2 Πρωτόκολλο του Κιότο<sup>7</sup>

Το πρωτόκολλο του Κιότο διαδέχεται τη σύμβαση πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για τις κλιματικές μεταβολές αποτελώντας μια από τις πιο σημαντικές διεθνείς νομοθετικές πράξεις αντιμετώπισης των κλιματικών μεταβολών. Αναγράφεται στο καταστατικό του όλες εκείνες οι δεσμεύσεις που καλούνται να υιοθετήσουν οι εκβιομηχανισμένες χώρες για τη μείωση των οικείων εκπομπών κάποιων αερίων που δρουν αθροιστικά στο φαινόμενο του θερμοκηπίου υπεύθυνων για την υπερθέρμανση του πλανήτη.

Η σύμβαση-πλαίσιο επικυρώθηκε από την Ευρωπαϊκή Κοινότητα με την απόφαση 94/69/ΕΚ της 15 Δεκεμβρίου 1993. Η εν λόγω σύμβαση τέθηκε σε ισχύ την 21<sup>η</sup> Μαρτίου 1994.

Η σύμβαση-πλαίσιο έπαιξε καθοριστικό ρόλο, καθώς συνέβαλλε στη σύνταξη βασικών αρχών για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής σε παγκόσμια κλίμακα. Συγκεκριμένα, εισαγάγει την έννοια της αρχής των **«κοινών αλλά διαφοροποιημένων αρμοδιοτήτων»**. Επιπλέον, αποτέλεσε την κινητήρια δύναμη καθώς κατόρθωσε να παρακινήσει ακόμα περισσότερο την ανθρωπότητα, να ενδιαφερθεί για τα προβλήματα και τις επιπτώσεις που δημιουργούνται από την αλλαγή του κλίματος. Ωστόσο, πρέπει να αναφερθεί ότι η σύμβαση-πλαίσιο δεν

---

<sup>7</sup> <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/?uri=URISERV%3A128060> (ανάκτηση στις 06/01/2017)



καθόριζε ποσοτικοποιημένες τιμές ανά χώρα δεσμεύσεις μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.

Ύστερα, από τον πρώτο κύκλο εργασιών, τα συμβαλλόμενα κράτη που είχαν θεσπίσει και επικυρώσει τη σύμβαση-πλαίσιο που αναφέρθηκε και παραπάνω, στη πρώτη συνεδρίαση των μερών που πραγματοποιήθηκε στο Βερολίνο το Μάρτιο του 1995, διαπραγματεύθηκαν ένα Πρωτόκολλο όπου θα περιελάμβανε μέτρα μείωσης των εκπομπών για την περίοδο μετά το 2000, δεσμεύοντας τις εκβιομηχανισμένες χώρες. Κατόπιν, μακροχρόνιων διαβουλεύσεων και εργασιών, θεσπίστηκε το Πρωτόκολλο του Κιότο, στο Κιότο, στην Ιαπωνία, στις 11 Δεκεμβρίου 1997. Μάλιστα, η Ευρωπαϊκή Κοινότητα υπέγραψε το Πρωτόκολλο στις 29 Απριλίου 1998.

#### Περιεχόμενο του Πρωτοκόλλου

Το Πρωτόκολλο του Κιότο αφορά τις εκπομπές έξι αερίων θερμοκηπίου:

- του διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>).
- του μεθανίου (CH<sub>4</sub>).
- του πρωτοξειδίου του αζώτου (N<sub>2</sub>O).
- των υδροφθορανθράκων (HFC).
- των υπερφθοριωμένων υδρογονανθράκων (PFC).
- του εξαφθοριούχου θείου (SF<sub>6</sub>).

Το Πρωτόκολλο του Κιότο, θα μπορούσε να χαρακτηριστεί ως ένα σημαντικό επίτευγμα της ανθρωπότητας κατά της υπερθέρμανσης του πλανήτη, καθώς μέσω της συμφωνίας αυτής περιλαμβάνονται συγκεκριμένοι στόχοι και ποσοτικοποιημένες δεσμεύσεις περιορισμού και μείωσης των αερίων του θερμοκηπίου.

Για την επίτευξη των εν λόγω στόχων, το Πρωτόκολλο προτείνει μια σειρά μέσων:

- ενδυνάμωση ή νομοθετική κατοχύρωση εθνικών πολιτικών μείωσης των εκπομπών (ενίσχυση της ενεργειακής αποτελεσματικότητας, ανάδειξη και ώθηση των αειφόρων μορφών γεωργίας, ανάπτυξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας κ.ά.).
- συνεργασία με τα άλλα συμβαλλόμενα μέρη (ανταλλαγή πείρας ή πληροφοριών, συντονισμός των εθνικών πολιτικών, μέσω αδειών εκπομπής, από κοινού εφαρμογής, και κατάλληλου μηχανισμού ανάπτυξης).

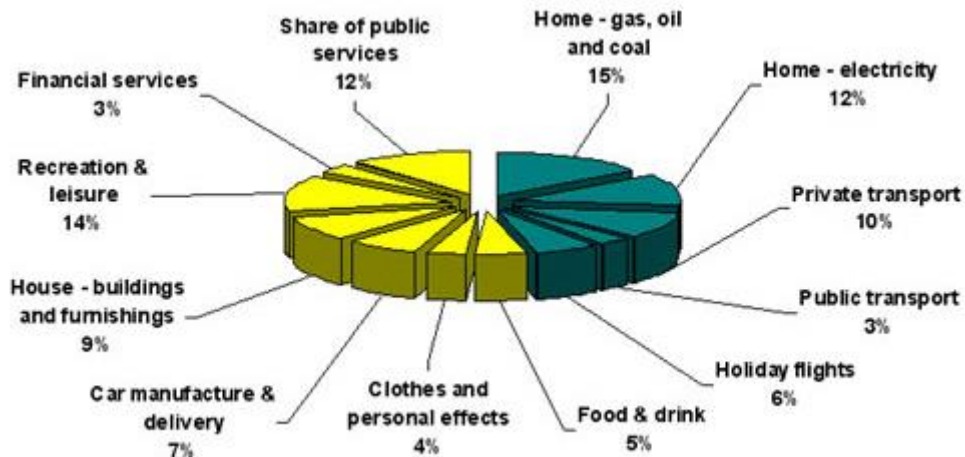
Στις 31 Μαΐου 2002, η Ευρωπαϊκή Ένωση επικύρωσε το πρωτόκολλο του Κιότο. Το πρωτόκολλο ετέθη σε ισχύ στις 16 Φεβρουαρίου 2005, μετά την επικύρωσή του εκ μέρους της Ρωσίας. Αρκετές εκβιομηχανισμένες χώρες αρνήθηκαν να επικυρώσουν το πρωτόκολλο, μεταξύ των οποίων οι Ηνωμένες Πολιτείες και η Αυστραλία.

### **2.3.3 Εφαρμογές του ανθρακικού αποτυπώματος**

Λαμβάνοντας υπόψη τους ορισμούς που έχουν διατυπωθεί στις παραπάνω παραγράφους, στην συγκεκριμένη ενότητα παρουσιάζονται κάποια παραδείγματα

όπου δίνεται η δυνατότητα να αντιληφθεί κανείς καλύτερα την έννοια του ανθρακικού αποτυπώματος αλλά συγχρόνως καταδεικνύουν το ευρύ φάσμα εφαρμογών για το που μπορεί να χρησιμοποιηθεί το ανθρακικό αποτύπωμα.

Το ακόλουθο γράφημα αποτελεί ένα τέτοιο παράδειγμα απεικονίζοντας ένα τυπικό "carbon footprint" για ένα άτομο του αναπτυγμένου κόσμου.<sup>8</sup>



Εικόνα 3: Ένα τυπικό "carbon footprint" για ένα άτομο του αναπτυγμένου κόσμου (πηγή: [http://www.sustchem.gr/index.php?option=com\\_content&view=article&id=108&catid=62&Itemid=120&lang=el](http://www.sustchem.gr/index.php?option=com_content&view=article&id=108&catid=62&Itemid=120&lang=el) ανάκτηση στις 10/01/2017)

Ένα άλλο παράδειγμα ανθρακικού αποτυπώματος αποτελεί το ανθρακικό αποτύπωμα επιχειρήσεων και οργανισμών καθώς και σε επίπεδο χώρας. Όπως έχει ήδη αναφερθεί, ο υπολογισμός του ανθρακικού αποτυπώματος βρίσκει εφαρμογή ακόμα σε διάφορα προϊόντα και υπηρεσίες, σε ακαδημαϊκά ινστιτούτα, σε διάφορες εκδηλώσεις όπως οι Ολυμπιακοί Αγώνες, σε επίπεδο πόλεων, στις βιομηχανικές διεργασίες, στα υγρά αστικά απόβλητα, στη βιομηχανία, στα απορρίμματα, στη γεωργία, στη κτηνοτροφία, στην ηλεκτροπαραγωγή, στις αλλαγές χρήσεων γης και στη δασοπονία, στις αερομεταφορές, στη καύση ορυκτών (εκτός φυσικού αερίου), στη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας του δικτύου (για φωτισμό, λειτουργία ηλεκτρικών συσκευών, για το σύνολο της ηλεκτροδότησης), σε κτίρια, σε γραφεία, στον οικιακό και τριτογενή τομέα (πιο γενικά), στις εκπομπές από την παραγωγή / εξόρυξη άνθρακα, πετρελαίου και φυσικού αερίου, βρίσκει εφαρμογή στις μεταφορές (με αυτοκίνητο, βαν, μηχανή, με μέσα μαζικής μεταφοράς), στις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα για θέρμανση / ψύξη κ.α. Γενικά, το ανθρακικό αποτύπωμα καλύπτει ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών, το οποίο γίνεται αντιληπτό μέσω των κατηγοριοποιήσεων των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) αλλά και των προτύπων υπολογισμού του ανθρακικού αποτυπώματος, όπως έχει εκτενώς αναφερθεί και παραπάνω.

<sup>8</sup>[http://www.sustchem.gr/index.php?option=com\\_content&view=article&id=108&catid=62&Itemid=120&lang=el](http://www.sustchem.gr/index.php?option=com_content&view=article&id=108&catid=62&Itemid=120&lang=el) (ανάκτηση στις 10/01/2017)

Μάλιστα, οι εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου δεν προκύπτουν μόνο από τη καύση ορυκτών καυσίμων στους τομείς της ενέργειας και των μεταφορών αλλά και από το τομέα των τροφίμων όπου έχει αναγνωριστεί ότι είναι ένας τομέας που συνεισφέρει στην κλιματική αλλαγή. Στην Ευρώπη, ο συγκεκριμένος τομέας συμβάλλει κατά 30% περίπου στις συνολικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου. (Röös, 2013)

Οι κύριες διεργασίες που συνδέονται άμεσα με την παραγωγή τροφίμων και συμβάλλουν στις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου είναι οι εξής<sup>9</sup>:

- Διαδικασίες προ-αγροκτήματος: η παραγωγή και μεταφορά υλών (εισροές) στο αγρόκτημα, οι ζωοτροφές και τα λιπάσματα, ακόμα τα καύσιμα, τα φυτοφάρμακα, τα υποστρώματα ανάπτυξης, τα μηχανήματα, τα κτίρια άλλα κεφαλαιουχικά αγαθά κ.λ.π. (Röös, 2013)
- Διαδικασίες στο αγρόκτημα: εκπομπές του εδάφους, οι εκπομπές από τις εντερικές ζυμώσεις των ζώων, οι εκπομπές από τη διαχείριση της κοπριάς, οι εκπομπές από τη χρήση ενέργειας στα χωράφια, στα θερμοκήπια, στους χώρους των ζώων (στάβλοι, βουστάσια, προβατοστάσια, πτηνοτροφία κ.α.) κ.λ.π. (Röös, 2013)
- Διαδικασίες μετα-αγροκτήματος: σφαγή, επεξεργασία και συσκευασία, αποθήκευση και ψύξη, μεταφορά και διανομή, διαχείριση και διάθεση των αποβλήτων κ.α. (Röös, 2013)

Σε αντίθεση με τις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου που προέρχονται από την κατανάλωση της ενέργειας και τις μεταφορές, καθώς και οι διαδικασίες μετα-αγροκτήματος στο τομέα των τροφίμων, στις άμεσες εκπομπές στη γεωργία δεν κυριαρχεί το διοξείδιο του άνθρακα από την καύση των ορυκτών καυσίμων, αλλά οι εκπομπές μεθανίου και του υποξειδίου του αζώτου. Οι εκπομπές αυτές προκύπτουν από τις βιολογικές διαδικασίες οι οποίες διεγείρονται από τις ανθρωπογενείς δραστηριότητες όπως η γονιμοποίηση και η διατήρηση μεγάλου αριθμού μηρυκαστικών. Η παραγωγή τροφίμων, μέσω της ζήτησης για γεωργική γη, συνδέεται επίσης με τις έμμεσες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου που προκύπτουν από την αλλαγή χρήσης γης. Όταν η διαθέσιμη γη αποψιλωθεί και μετατραπεί σε καλλιεργήσιμη έκταση, μεγάλες ποσότητες άνθρακα απελευθερώνονται με τη μορφή διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα. Ωστόσο, εάν γίνει σωστή διαχείριση ο τομέας της γεωργίας έχει τη δυνατότητα απομάκρυνσης του διοξειδίου του άνθρακα μέσω της δέσμευσης του άνθρακα στο έδαφος και τη βιομάζα. (Röös, 2013)

---

<sup>9</sup> [www.ghgprotocol.org/standards/agriculture-guidance](http://www.ghgprotocol.org/standards/agriculture-guidance) (ανάκτηση στις 11/01/2017)

## 2.4 Βιβλιογραφία κεφαλαίου

Arjen Y. Hoekstra, Ashok. K. Chapagain, Maite M. Aldaya and Mesfin M. Mekonnen (2011), «The Water Footprint Assessment Manual, setting the Global standard», London, Washington, DC, [temp.waterfootprint.org/downloads/TheWaterFootprintAssessmentManual.pdf](http://temp.waterfootprint.org/downloads/TheWaterFootprintAssessmentManual.pdf)

Arjen Y. Hoekstra and Mesfin M. Mekonnen (2011), «The Waterfootprint of humanity», Netherlands, Oakland, [temp.waterfootprint.org/Reports/Hoekstra-Mekonnen-2012-WaterFootprint-of-Humanity.pdf](http://temp.waterfootprint.org/Reports/Hoekstra-Mekonnen-2012-WaterFootprint-of-Humanity.pdf)

Daniel R. Dourte & Clydy W. Fraisse (2012), «What is a Water Footprint? An Overview and Applications in Agriculture», University of Florida, IFAS Extension, Florida, USA, <http://edis.ifas.ufl.edu>

Eni school energy & environment (2014), «How much water is on your plate?», [www.eniscuola.net/en/2014/02/26/how-much-water-is-on-your-plate/](http://www.eniscuola.net/en/2014/02/26/how-much-water-is-on-your-plate/)

Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος, «Κλιματική Αλλαγή», [www.eea.europa.eu/el/themes/climate/intro#tab-βλ.-επίσης](http://www.eea.europa.eu/el/themes/climate/intro#tab-βλ.-επίσης)

EUR-Lex, «Πρωτόκολλο του Κίτο για τις κλιματικές μεταβολές», [eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/?uri=URISERV%3A128060](http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/?uri=URISERV%3A128060)

GreenHouse Gas Protocol (2014), «GHG Protocol Agricultural Guidance, Interpreting the Corporate Accounting and Reporting Standard for the agricultural sector», World Resources Institute, wbcso, [www.ghgprotocol.org/standards/agriculture-guidance](http://www.ghgprotocol.org/standards/agriculture-guidance)

Water Footprint Network, «Υδατικό Αποτύπωμα, Εισαγωγή, Η σχέση μεταξύ της κατανάλωσης και χρήσης νερού», [temp.waterfootprint.org/?page=files/home\\_greek](http://temp.waterfootprint.org/?page=files/home_greek)

Röös Elin (2013), «*Analyzing the Carbon Footprint of Food: Insights for Consumer Communication*», Faculty of Natural Resources and Agricultural Sciences Department of Energy and Technology, Uppsala, Doctoral Thesis, Swedish, University of Agricultural Sciences, Uppsala

SustChem, «Κλιματική αλλαγή-Carbon Footprint», [www.sustchem.gr/index.php?option=com\\_content&view=article&id=108&catid=62&Itemid=120&lang=el](http://www.sustchem.gr/index.php?option=com_content&view=article&id=108&catid=62&Itemid=120&lang=el)

Φλάμος Αλέξανδρος & Μανώλη Δανάη, «Μέθοδοι ανάλυσης βιώσιμων παραγωγικών συστημάτων-αποτύπωμα άνθρακα», Τμήμα Βιομηχανικής Διοίκησης και Τεχνολογίας, Πανεπιστήμιο Πειραιώς, [eclass.uniipi.gr/modules/document/file.php/BDT139/1%202%20Ανθρακικό%20Αποτύπωμα\\_vo2.pdf](http://eclass.uniipi.gr/modules/document/file.php/BDT139/1%202%20Ανθρακικό%20Αποτύπωμα_vo2.pdf)

## 3 Η ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ

### 3.1 Εισαγωγή

Η μελέτη Ανάλυσης Κύκλου Ζωής αποτελεί ένα σύνολο καθορισμένων διαδικασιών όπου έχει ως αντικείμενο τη συγκέντρωση και την έρευνα συγκεκριμένων παραμέτρων εισροών και εκροών των ενεργειακών ισοζυγίων και των ισοζυγίων μάζας, καθώς και των περιβαλλοντικών επιβαρύνσεων που σχετίζονται άμεσα με αυτές ενώ παράλληλα καθορίζονται απευθείας μέσω της διαδικασίας λειτουργίας του προϊόντος ή ακόμα μέσω της μεθόδου εξυπηρέτησης κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής. (Μουσιόπουλος & Μπούρα, 1999)

Ουσιαστικά, η Ανάλυση Κύκλου Ζωής (ΑΚΖ), πρόκειται για ένα μεθοδολογικό εργαλείο το οποίο παρέχει τη δυνατότητα εκτίμησης των συνολικών περιβαλλοντικών επιπτώσεων, εφόσον υπάρχουν, που προκύπτουν σε όλα τα στάδια του κύκλου ζωής ενός προϊόντος. (Κωνσταντζος, 2015)



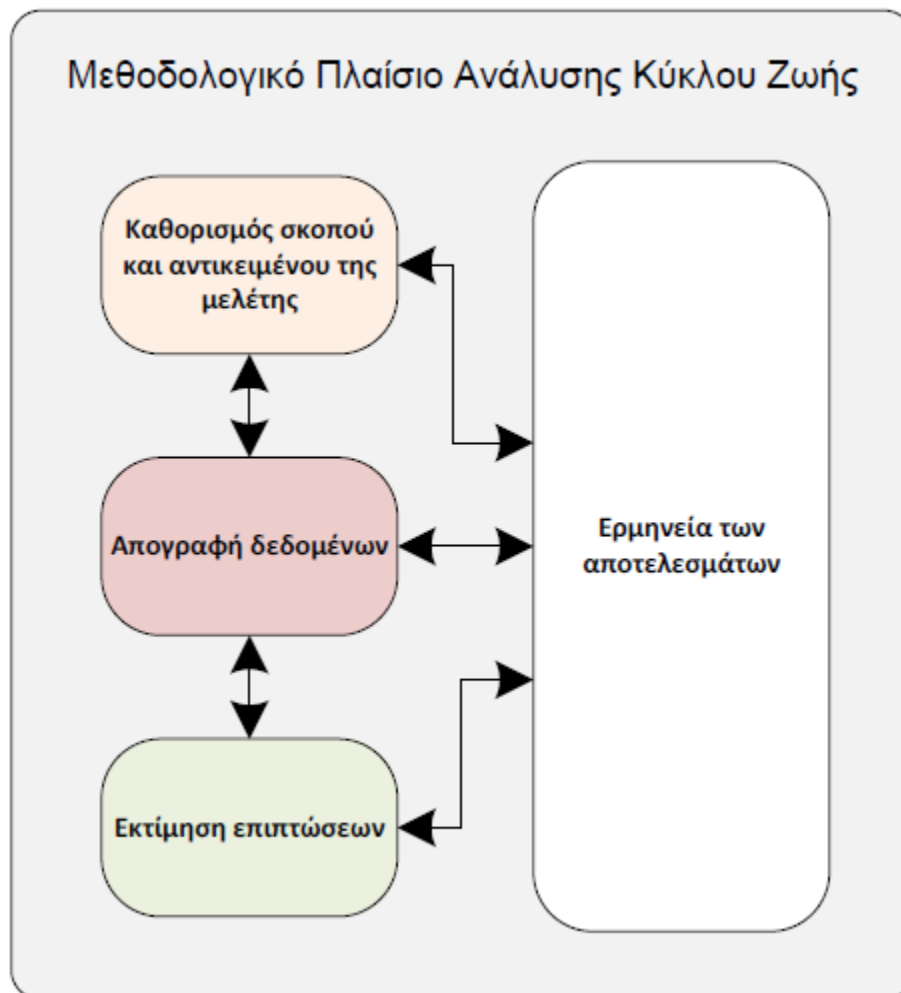
Εικόνα 4: Τα στάδια κύκλου ζωής ενός προϊόντος, με βάση το μεθοδολογικό εργαλείο Ανάλυση Κύκλου Ζωής (ΑΚΖ) (πηγή: <http://getbusy.gr/Content/ContentFiles/SectionImages/pic2.png> ανάκτηση στις 24/12/2016)

### 3.2 Η Ανάλυση Κύκλου Ζωής κατά τα πρότυπα ISO 14040-14044

Σύμφωνα με το Διεθνή Οργανισμό για την Προτυποποίηση (ISO), η μεθοδολογία για την Ανάλυση Κύκλου Ζωής (ΑΚΖ) των προϊόντων (αγαθών και υπηρεσιών) αποτελείται από τέσσερα διαφορετικά στάδια, όπως περιγράφονται παρακάτω. (Κωνσταντζος, 2015):

❖ Τα στάδια από το Διεθνή Οργανισμό για την Προτυποποίηση (ISO)<sup>10</sup>

1. Καθορισμός του σκοπού και του αντικειμένου της μελέτης (Goal and scope definition)
2. Απογραφή δεδομένων (Inventory analysis)
3. Εκτίμηση επιπτώσεων (Impact assessment)
4. Ερμηνεία των αποτελεσμάτων (Interpretation)



Εικόνα 5: Στάδια της μεθοδολογίας για την ΑΚΖ σύμφωνα με το ISO 14040, 2006

<sup>10</sup> <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:14040:ed-2:v1:en> (ανάκτηση στις 24/12/2016)

### 3.2.1 Καθορισμός σκοπού και αντικειμένου της μελέτης (Goal & Scope Definition)

Ο καθορισμός του σκοπού και του πλαισίου, σε μια Ανάλυση Κύκλου Ζωής, έχουν πρωτεύοντα ρόλο, καθώς αποτελούν το σημαντικότερο στάδιο. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι στο εν λόγω στάδιο δίνονται εκείνες οι πληροφορίες που απαντούν στις ερωτήσεις γιατί γίνεται η μελέτη αυτή, τι θέλει να υπολογίσει αλλά και μέχρι σε ποιο σημείο θέλει να φτάσει. Πρέπει να αναφερθεί, ότι όπως κάθε μεθοδολογικό μοντέλο, έτσι και η AKZ, περιέχει απλοποιήσεις και παραδοχές. (Κωνσταντζος, 2015).

Τα σημαντικότερα ζητήματα που σχετίζονται με το σκοπό και το πλαίσιο της Ανάλυσης Κύκλου Ζωής είναι (Κωνσταντζος, 2015):

- Η ακριβής αποτύπωση του σκοπού για τον οποίο γίνεται η AKZ
- Ο λεπτομερής καθορισμός του κύκλου ζωής και της χρήσης του προϊόντος
- Ο καθορισμός της λειτουργικής μονάδας (functional unit)
- Ο ορισμός και περιγραφή των ορίων του συστήματος
- Ο καθορισμός των ποιοτικών προδιαγραφών για τα στοιχεία που θα χρησιμοποιηθούν
- Οι υποθέσεις, περιορισμοί και απαιτήσεις για την επακόλουθη ερμηνεία

Η λειτουργική μονάδα (functional unit) αποτελεί το σημαντικότερο μέγεθος καθορισμού σε μια AKZ, για το σύστημα στο οποίο διερευνάται ενώ παράλληλα αποτελεί κοινό ορόσημο, δίνοντας τη δυνατότητα της σύγκρισης μεταξύ δύο διαφορετικών συστημάτων. (Κωνσταντζος, 2015)

Τα όρια του συστήματος είναι αυτά που θα καθορίσουν ποιες διεργασίες θα πρέπει να συμπεριληφθούν στη μελέτη AKZ. (Κωνσταντζος, 2015)

Το διάγραμμα ροής (flow Diagram) των διαδικασιών αποτυπώνει ουσιαστικά, γραφικά όλες τις σχετικές εκείνες διεργασίες που περιλαμβάνονται στο κύκλο ζωής του συστήματος που μελετάται. Επίσης, πρέπει να αναφερθεί ότι το διάγραμμα ροής αποτυπώνει μόνο εκείνα τα στάδια του κύκλου ζωής ενός προϊόντος που έχουν συμπεριληφθεί εντός των ορίων του συστήματος. (Κωνσταντζος, 2015)

### 3.2.2 Απογραφή δεδομένων (Inventory analysis)

Στο δεύτερο στάδιο της μεθοδολογίας AKZ είναι το στάδιο απογραφής ή/και εκτίμησης των δεδομένων (Κωνσταντζος, 2015).

Σύμφωνα με το Κωνσταντζο, 2016, η απογραφή δεδομένων είναι:

*«μια ποσοτική περιγραφή της συνολικής ροής μάζας και ενέργειας μέσα στα όρια του συστήματος ή υποσυστημάτων. Κάθε ένα από αυτά έχει ως είσοδο την έξοδο μιας διεργασίας που προηγείται, ενώ η έξοδος του υποσυστήματος υπολογίζεται ως είσοδος για την επόμενη διεργασία που ακολουθεί».*



Επιπλέον, οι πηγές των δεδομένων μπορεί να είναι πρωτεύοντες και να προέρχονται από πολλές και διαφορετικές βάσεις δεδομένων. Ακόμα, στις περιπτώσεις εκείνες που δεν υπάρχουν δεδομένα, που να δίνουν ικανοποιητικές πληροφορίες για όλα τα στάδια του κύκλου ζωής ενός προϊόντος, τότε ακολουθείται μια ορθολογική προσέγγιση για το υπό μελέτη σύστημα, βασιζόμενη σε μοντέλα ή εκτιμήσεις βάσει βιβλιογραφίας διεθνής ή μη, δημοσιεύσεων, άλλων παρόμοιων μελετών ΑΚΖ κ.λπ. (Κωνσταντζος, 2016)

### 3.2.3 Εκτίμηση επιπτώσεων (Impact assessment)

Η εκτίμηση των επιπτώσεων, αποτελεί το τρίτο κατά σειρά στάδιο σε μια ΑΚΖ. Ουσιαστικά, πρόκειται για ένα στάδιο ποιοτικής ή / και ποσοτικής εκτίμησης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που απορρέουν από το στάδιο της απογραφής των δεδομένων. (Κωνσταντζος, 2016)

#### 3.2.3.1 Κατηγορίες επιπτώσεων

Μάλιστα, σύμφωνα με το πρότυπο ISO 14040 και 14044, η εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων ενός προϊόντος ή ενός συνόλου προϊόντων, μπορεί να αφορά επιπτώσεις ενδιάμεσου (midpoint) ή και τελικού σημείου (endpoint). (Κωνσταντζος, 2016)

Η προσέγγιση «ενδιάμεσου σημείου», περιλαμβάνει κατηγορίες επιπτώσεων όπως η κλιματική αλλαγή, η μείωση του στρατοσφαιρικού όζοντος, ο ευτροφισμός, η οξίνιση, οι τοξικολογικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία και τα οικοσυστήματα κ.α. (Κωνσταντζος, 2016)

Στη προσέγγιση «τελικού σημείου», οι επιπτώσεις ταξινομούνται γενικά σε τρία γενικά επίπεδα προστασίας (Μουσιόπουλος & Μπούρα, 1999), (Κωνσταντζος, 2016):

- ✓ της εξάντλησης των φυσικών πόρων
- ✓ της ανθρώπινης υγείας σε δύο επίπεδα, το άμεσο που προκαλεί οξείες επιπτώσεις (π.χ. από πυρκαγιές, εκρήξεις, κ.λπ.) και έμμεσο δηλαδή μακροπρόθεσμες επιπτώσεις που προκαλούνται από τη χρόνια έκθεση των ανθρώπων σε τοξικές ουσίες (π.χ. βενζόλιο, εντομοκτόνα),
- ✓ της «υγείας» του οικοσυστήματος, εξετάζονται πιθανές επιπτώσεις στη δομή (πληθυσμός, επίπεδα διατροφής, φυσικό περιβάλλον), στη λειτουργία (παραγωγικότητα, διεργασία) κ.λπ.

#### 3.2.3.2 Κυριότερες Μέθοδοι

Σύμφωνα με το Κωνσταντζο, 2015, «η σειρά των βασικότερων σταδίων της Εκτίμησης των Επιπτώσεων, έχει ως εξής:

- **Επιλογή της μεθόδου και των κατηγοριών επιπτώσεων που θα χρησιμοποιηθούν.**



- **Κατηγοριοποίηση (Classification)** των στοιχείων της απογραφής δεδομένων στις επιλεγμένες κατηγορίες επιπτώσεων π.χ. οι εκπομπές CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O πρέπει να ταξινομηθούν στην επίπτωση «κλιματική αλλαγή» καθώς όλα τα παραπάνω αποτελούν αέρια του θερμοκηπίου.
- **Χαρακτηρισμός (Characterization)** αναφέρεται στον υπολογισμό των συνολικών δεικτών κατηγορίας επιπτώσεων χρησιμοποιώντας συντελεστές χαρακτηρισμού. Ο δείκτης π.χ. της επίπτωσης «κλιματική αλλαγή» είναι κιλά ισοδύναμου CO<sub>2</sub>. Άρα οι εκπομπές CH<sub>4</sub> πρέπει να πολλαπλασιαστούν με δείκτη χαρακτηρισμού (για το μεθάνιο ο δείκτης αυτός είναι συνήθως το 21 σε χρονικό ορίζοντα 100 χρόνων), για να μετατραπούν οι εκπομπές CH<sub>4</sub> σε ισοδύναμες εκπομπές CO<sub>2</sub>.
- **Κανονικοποίηση (Normalization)** στο στάδιο αυτό, το οποίο δεν είναι υποχρεωτικό κατά το πρότυπο ISO αλλά είναι ιδιαίτερα σημαντικό στην ερμηνεία των αποτελεσμάτων, γίνεται ο υπολογισμός των αποτελεσμάτων του συνολικού δείκτη ανά κατηγορία επιπτώσεων σε σχέση με κάποιες τιμές αναφοράς.»

Σε μια μελέτη μπορούν να υπάρξουν και άλλα στάδια όπως π.χ. η ομαδοποίηση και η στάθμιση (weighting) κ.λ.π.

### 3.2.4 Ερμηνεία των αποτελεσμάτων (Interpretation)

Η Ερμηνεία των Αποτελεσμάτων αποτελεί το τελευταίο στάδιο, στην ΑΚΖ. Πρόκειται για το στάδιο εκείνο, όπου τα αποτελέσματα σε συνδυασμό με όλες τις παραδοχές που έχουν γίνει στα προηγούμενα στάδια σταχυολογούνται και εξετάζονται και εξαγονται τα τελικά συμπεράσματα, με βάση πάντα το σκοπό και το πλαίσιο που έχουν τεθεί από το πρώτο κιόλας στάδιο. (Κωνσταντζος, 2015).

Επίσης, έχει συμβάλει σημαντικά, το πρότυπο ISO 14040-14044, στο στάδιο της Ερμηνείας των Αποτελεσμάτων. Σύμφωνα με αυτό, τρεις είναι οι κύριες κατηγορίες δραστηριοτήτων που έχουν προσδιοριστεί, στα πλαίσια του σταδίου ερμηνεία αποτελεσμάτων (Κωνσταντζος, 2015):

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

Κατά το στάδιο της ερμηνείας κρίνεται σκόπιμο να διενεργείται και μια *ανάλυση ευαισθησίας*, όπου διάφορες αλλαγές στα δεδομένα εισάγονται σκόπιμα προκειμένου να καθοριστεί η σταθερότητα των αποτελεσμάτων όσον αφορά αυτές τις αλλαγές. (Κωνσταντζος, 2015).

### 3.3 Βιβλιογραφία κεφαλαίου

Ευρωπαϊκή Ένωση ISO 14040 ISO 14044,  
<http://www.iso.org/iso/en/commcentr/isofocns/isoupdate/pdf/september06.pdf>

Get busy, empower your professional self, «τα στάδια κύκλου ζωής ενός προϊόντος»,  
<http://getbusy.gr/Content/ContentFiles/SectionImages/pic2.png>

ISO 14040 (2006), «*Environmental management-Life cycle assessment-Principles and framework*», International Organization for Standardization (ISO), Genève,  
<https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:14040:ed-2:v1:en>

Κωνσταντζος Γεώργιος (2016), «*Εισαγωγή στην Ανάλυση Κύκλου Ζωής*», παρουσίαση μαθήματος, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα

Κωνσταντζος Γεώργιος (2015), «*Εισαγωγή στην Ανάλυση Κύκλου Ζωής*», πρόχειρες σημειώσεις μαθήματος, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα

Μουσιόπουλος Νικόλαος & Μπούρα Αγγελική (1999), «*Ανάλυση Κύκλου Ζωής*», Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών, εργαστήριο Μετάδοσης Θερμότητας και Περιβαλλοντικής Μηχανικής, Β' έκδοση, εκδόσεις ΖΗΤΗ, Θεσσαλονίκη

## 4 ΠΑΡΑΓΩΓΗ: ΠΑΙΔΙΚΗ ΚΡΕΜΑ & ΣΙΡΟΠΙ ΦΡΑΟΥΛΑΣ

### 4.1 Εισαγωγή

#### Αρχές της επεξεργασίας των τροφίμων

Με τον όρο επεξεργασία των τροφίμων εννοείται το σύνολο όλων εκείνων των διαδικασιών που κρίνονται απαραίτητες για τη μετατροπή των πρώτων υλών, με τις τελευταίες να είναι είτε φυσικής είτε ζωικής προελεύσεως, σε συστατικά τροφίμων όπως άλευρα, μαγειρικά λίπη, σκόνη ορού γάλακτος ή τελικά προϊόντα, απαραίτητα, με υψηλή διατροφική αξία για το διαιτολόγιο του ανθρώπου. Τα τελευταία αποτελούν τα επεξεργασμένα τρόφιμα, παρουσιάζοντας χαρακτηριστικά τελείως διαφορετικά από εκείνων των πρώτων υλών που έχουν συμπεριληφθεί για τη παραγωγή τους, ακόμα και εάν δεν περιέχουν βοηθητικές και πρόσθετες ύλες ή συστατικά που μπορούν να επηρεάσουν αρνητικά τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των τροφίμων. Ακόμα, η επεξεργασία που υφίσταντο τα έτοιμα για κατανάλωση τελικά προϊόντα, μπορεί να γίνεται σε τέτοιο βαθμό χωρίς να επηρεάζει δυσμενώς τα χαρακτηριστικά των πρώτων υλών. (Κιοσέογλου & Μπλέκας, 2009)

## 4.2 Στοιχεία για την παραγωγή παιδικής κρέμας και σιροπιού φράουλας

### Παραγωγή παιδικής κρέμας

#### Στάδια παραγωγής

Τα στάδια της παραγωγικής διαδικασίας για τη παιδική κρέμα είναι τα εξής<sup>11</sup>:

- ✓ Χειρισμός των πρώτων υλών, συστήματα διαμόρφωσης και ανάμειξης
- ✓ Ακολουθεί η παστερίωση, η ομογενοποίηση και η ψύξη
- ✓ Προ-θερμική επεξεργασία και εξάτμιση
- ✓ Ξήρανση μέσω ψεκασμού, χειρισμός της σκόνης και συσκευασία
- ✓ Σύστημα ελέγχου, ιχνηλασιμότητα και επικαιροποίηση
- ✓ CIP καθαρισμός

Επίσης, όσον αφορά για τους ξηραντήρες, υπάρχουν βιομηχανίες (όπως στη Βόρεια Καρολίνα των Η.Π.Α.) που χρησιμοποιούν διαφόρους τύπους<sup>12</sup>:

- ❖ Ψηλά στεγνωτήρια ειδικά για τα τυποποιημένα προϊόντα διατροφής των μωρών
- ❖ Τριών σταδίων ξηραντήρες κωνικού ψεκασμού για ευέλικτη παραγωγή τόσο για τα μη-συσσωματωμένα και τα συσσωματωμένα προϊόντα με άριστες άμεσες ιδιότητες
- ❖ Στεγνωτήρια Triple A για dustless συσσωματωμένες σκόνες με κατανομή μικρού μεγέθους σωματιδίων
- ❖ Συσσωρευτή επαναδιαβροχής για την αναβάθμιση των υφιστάμενων εγκαταστάσεων για την παραγωγή συσσωματωμένων προϊόντων.

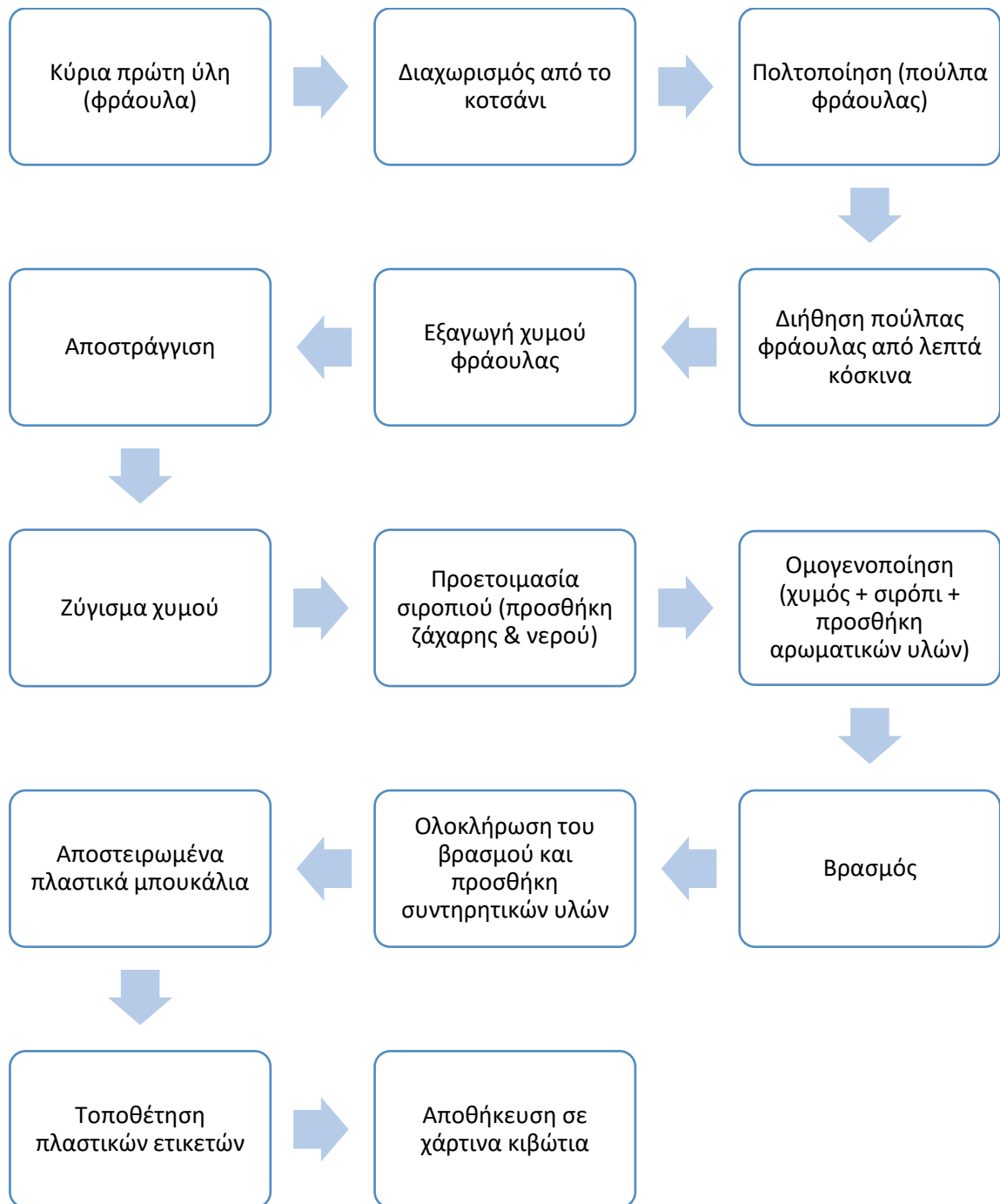
#### Στάδια παραγωγής σιροπιού φράουλας

Στην παράγραφο παραγωγή σιροπιού φράουλας περιγράφονται στα στάδια της παραγωγής διαδικασίας του σιροπιού φράουλας. Στο παρακάτω διάγραμμα δίνεται μια σχηματική απεικόνιση μιας τυπικής διαδικασίας παραγωγής σιροπιού φράουλας.

---

<sup>11</sup> [http://www.spxflow.com/en/assets/pdf/spxft-007\\_food\\_beverage\\_overview\\_spx\\_tcm11-7050.pdf](http://www.spxflow.com/en/assets/pdf/spxft-007_food_beverage_overview_spx_tcm11-7050.pdf)  
(ανάκτηση στις 13/04/2017)

<sup>12</sup> [http://www.spxflow.com/en/assets/pdf/spxft-007\\_food\\_beverage\\_overview\\_spx\\_tcm11-7050.pdf](http://www.spxflow.com/en/assets/pdf/spxft-007_food_beverage_overview_spx_tcm11-7050.pdf)  
(ανάκτηση στις 13/04/2017)



Σχήμα 1: Τα στάδια της παραγωγικής διαδικασίας για το σιρόπι φράουλας (πηγή: ίδια επεξεργασία)

## 4.3 Βασικές παράμετροι της παραγωγής

### 4.3.1 Παιδική κρέμα

#### 4.3.1.1 Σκόνη γάλακτος

##### 4.3.1.1.1 Παραγωγή Σκόνη γάλακτος

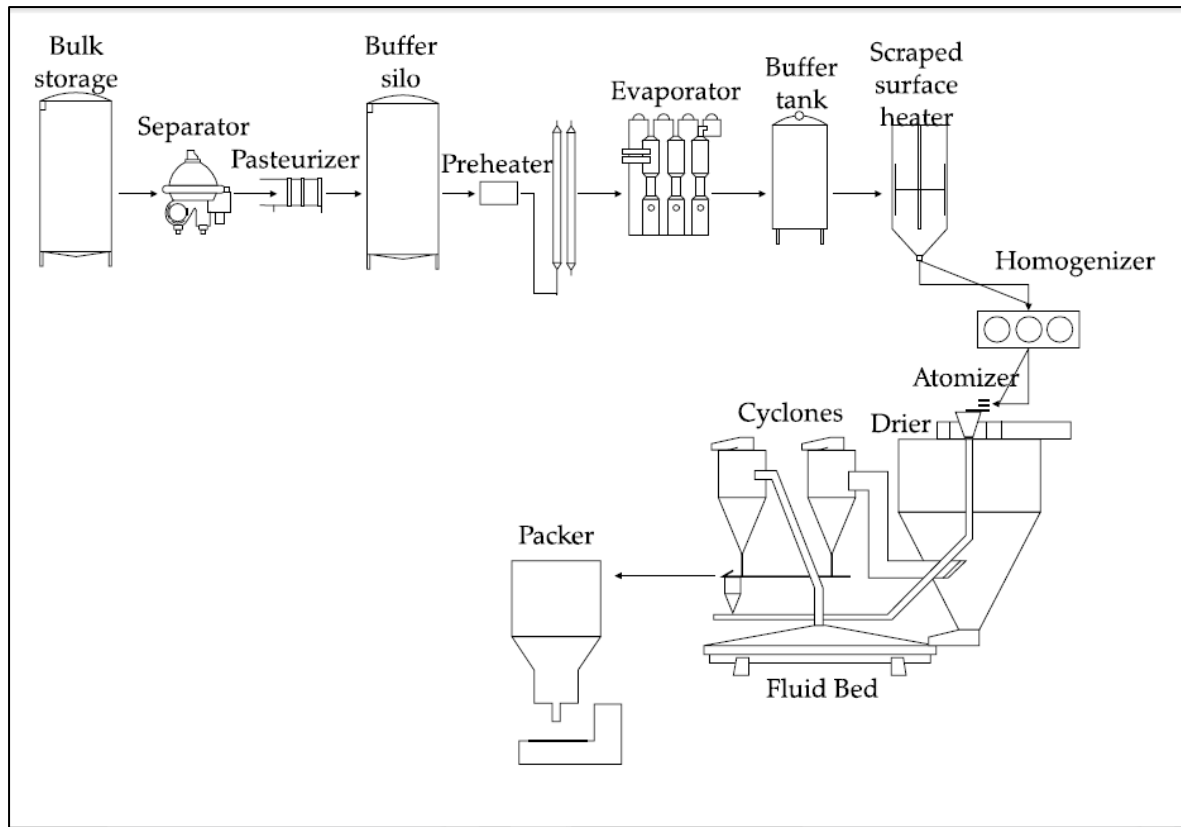
Ο Marco Polo τον 13ο αιώνα ανέφερε ότι οι στρατιώτες του Κουμπλάι Χαν κουβαλούσαν ξηραμένο εις τον ήλιο γάλα (sun-dried milk) στις αποστολές τους. Σε πιο πρόσφατες περιόδους, το γάλα είχε ξηρανθεί σε λεπτά υμένα σε θερμαινόμενες κυλίνδρους. Τα πρώτα διπλώματα ευρεσιτεχνίας για αυτή διαδικασία χρονολογούνται από την αλλαγή του αιώνα. Ξήρανση γάλακτος σε κυλίνδρους ήταν το κύριο μέσο παραγωγής σκόνης γάλακτος μέχρι τη δεκαετία του 1960, όταν η ξήρανση με ψεκασμό άρχισε να λαμβάνει χώρα. Η παραγωγή γάλακτος σε σκόνη είναι πλέον μια από τις μεγαλύτερες επιχειρήσεις.<sup>13</sup>

Η παρασκευή γάλακτος σε σκόνη είναι μια απλή διαδικασία η οποία πλέον διεξάγεται σε μεγάλη κλίμακα. Περιλαμβάνει την απομάκρυνση του νερού με το χαμηλότερο δυνατό κόστος υπό αυστηρές συνθήκες υγιεινής ενώ διατηρεί όλες τις επιθυμητές φυσικές ιδιότητες του γάλακτος - χρώμα, γεύση, διαλυτότητα, διατροφική αξία. Ολόκληρο (πλήρης κρέμα) το γάλα περιέχει, τυπικά, περίπου 87% νερό και το αποβουτυρωμένο γάλα περιέχει περίπου 91% νερό. Κατά τη διάρκεια παρασκευής γάλακτος σε σκόνη, αυτό το νερό απομακρύνεται βράζοντας το γάλα υπό ελαττωμένη πίεση σε χαμηλή θερμοκρασία σε μια διαδικασία γνωστή ως εξάτμιση. Το προκύπτον συμπυκνωμένο γάλα στη συνέχεια ψεκάζεται σε λεπτή ομίχλη με ζεστό αέρα για περαιτέρω απομάκρυνση της υγρασίας και έτσι ώστε να δώσει τη σκόνη γάλακτος. Περίπου 13 kg πλήρους γάλακτος σε σκόνη (whole milk powder, WMP) ή 9 kg αποβουτυρωμένου γάλακτος σε σκόνη (skim milk powder, SMP) μπορούν να γίνουν από 100 L πλήρους γάλακτος. Η διαδικασία παρασκευής της σκόνης γάλακτος παρουσιάζεται στο ακόλουθο σχήμα.<sup>14</sup>

---

<sup>13</sup> <https://nzic.org.nz/ChemProcesses/dairy/3C.pdf> (ανάκτηση στις 11/04/2017)

<sup>14</sup> <https://nzic.org.nz/ChemProcesses/dairy/3C.pdf> (ανάκτηση στις 11/04/2017)



Εικόνα 6: Σχηματική απεικόνιση της διαδικασίας παρασκευής της σκόνης γάλακτος (πηγή: <https://nzic.org.nz/ChemProcesses/dairy/3C.pdf> (ανάκτηση στις 11/04/2017))

#### 4.3.1.1.2 Στάδια παραγωγής σκόνης γάλακτος

##### ❖ ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΣ / ΤΥΠΟΠΟΙΗΣΗ

Η συμβατική διαδικασία για την παραγωγή της σκόνης γάλακτος ξεκινά με τη λήψη του νωπού γάλακτος η οποία παραλαμβάνεται από το εργοστάσιο γαλακτοκομικών προϊόντων και παστεριώνεται και διαχωρίζεται σε αποβουτυρωμένο γάλα και κρέμα γάλακτος χρησιμοποιώντας ένα φυγοκεντρικό διαχωριστή κρέμας. Αν το WMP (whole milk powder) πρόκειται να κατασκευαστεί, ένα τμήμα της κρέμας προστίθεται πάλι στο αποβουτυρωμένο γάλα για να παραχθεί ένα γάλα με τυποποιημένη περιεκτικότητα σε λιπαρές ουσίες (τυπικά 26-30% λίπος στην σκόνη). Πλεόνασμα κρέμας χρησιμοποιείται για να παραχθεί το βούτυρο ή άνυδρο λίπος γάλακτος.<sup>15</sup>

##### ❖ ΠΡΟΘΕΡΜΑΝΣΗ

Το επόμενο βήμα στη διαδικασία είναι «προθέρμανση» κατά την οποία το τυποποιημένο γάλα θερμαίνεται σε θερμοκρασίες που κυμαίνεται μεταξύ 75 και 120 °C και διατηρείται για ένα καθορισμένο χρονικό διάστημα από μερικά δευτερόλεπτα έως και αρκετά λεπτά (παστερίωση: 72 C για 15 s). Η προθέρμανση προκαλεί μια ελεγχόμενη μετουσίωση των πρωτεϊνών του ορού γάλακτος και

<sup>15</sup> <https://nzic.org.nz/ChemProcesses/dairy/3C.pdf> (ανάκτηση στις 11/04/2017)

καταστρέφει τα βακτηρία, αδρανοποιεί τα ένζυμα, παράγει φυσικά αντιοξειδωτικά και προσδίδει θερμική σταθερότητα. Η ακριβής θέρμανσης / εκμετάλλευση εξαρτάται από τον τύπο του προϊόντος και τη τελική χρήση του. Υψηλή προθέρμανση στο WMP σχετίζεται με βελτίωση της διατήρησης της ποιότητας αλλά μειώνει τη διαλυτότητα. Η προθέρμανση μπορεί να είναι είτε έμμεση (μέσω εναλλακτών θερμότητας), ή άμεση (μέσω ένεσης ατμού ή έγχυση μέσα στο προϊόν), ή ένα μίγμα των δύο. Έμμεση θερμαντήρες χρησιμοποιούν γενικά απορριπτόμενη θερμότητα από άλλα μέρη της διεργασίας ως μέτρο εξοικονόμησης της ενέργειας.<sup>16</sup>

#### ❖ ΕΞΑΤΜΙΣΗ

Στον εξατμιστή το προθερμασμένο γάλα συμπυκνώνεται σε στάδια ή «effects» από περίπου 9,0% συνολική περιεκτικότητα σε στερεά για το αποβουτυρωμένο γάλα και 13% για το πλήρες γάλα, μέχρι 45-52% ολικά στερεά. Αυτό επιτυγχάνεται με βρασμό του γάλακτος υπό κενό σε θερμοκρασίες κάτω από 72 ° C με πτώση της μεμβράνης στο εσωτερικό των κάθετων σωλήνων, και απομάκρυνση του ύδατος υπό μορφή ατμών. Αυτός ο ατμός, ο οποίος μπορεί να είναι μηχανικά ή θερμικά συμπιεσμένος, στη συνέχεια χρησιμοποιείται για τη θέρμανση του γάλακτος στο επόμενο στάδιο του εξατμιστή όπου μπορεί να λειτουργεί σε χαμηλότερη πίεση και θερμοκρασία από ό, τι το προηγούμενο στάδιο. Σύγχρονα εργοστάσια μπορούν να έχουν έως και επτά στάδια για τη μέγιστη ενεργειακή αποδοτικότητα. Περισσότερο από το 85% του νερού στο γάλα μπορεί να απομακρυνθεί στον εξατμιστή. Οι εξατμιστήρες είναι εξαιρετικά θορυβώδεις λόγω της μεγάλης ποσότητας των υδρατμών που ταξιδεύουν σε πολύ υψηλές ταχύτητες μέσα στους σωλήνες.<sup>17</sup>

#### ❖ ΞΗΡΑΝΣΗ ΜΕ ΨΕΚΑΣΜΟ

Η ξήρανση δια ψεκασμού περιλαμβάνει ψεκασμό του συμπυκνώματος του γάλακτος από τον εξατμιστήρα σε λεπτά σταγονίδια. Αυτό γίνεται μέσα σε ένα μεγάλο θάλαμο ξήρανσης σε μια ροή θερμού αέρα (έως 200 C) χρησιμοποιώντας είτε ένα νηματοποίητη ψεκαστήρα δίσκο ή μια σειρά από ακροφύσια υψηλής πίεσης. Τα σταγονίδια γάλακτος ψύχονται από την εξάτμιση και ποτέ δεν φτάνουν την θερμοκρασία του αέρα. Το συμπύκνωμα μπορεί να θερμανθεί πριν από τον ψεκασμό για να μειωθεί το ιξώδες του και να αυξήσει την ενέργεια που είναι διαθέσιμη για την ξήρανση. Μεγάλο μέρος του υπόλοιπου νερού εξατμίζεται στο θάλαμο ξήρανσης, αφήνοντας μια λεπτή σκόνη περίπου 6% περιεκτικότητας σε υγρασία με ένα μέσο μέγεθος σωματιδίων τυπικά της <διαμέτρου 0,1 mm. Τελική ή «δευτερεύουσα» ξήρανση λαμβάνει χώρα σε μια ρευστής κλίση, ή σε μία σειρά τέτοιων κλινών, στην οποία καυτός αέρας εμφυσάται μέσω ενός στρώματος ρευστοποιημένης σκόνεως απομακρύνοντας το νερό για να δώσει προϊόν με

<sup>16</sup> <https://nzic.org.nz/ChemProcesses/dairy/3C.pdf> (ανάκτηση στις 11/04/2017)

<sup>17</sup> <https://nzic.org.nz/ChemProcesses/dairy/3C.pdf> (ανάκτηση στις 11/04/2017)



υγρασία 2-4%. Πρέπει να λαμβάνονται προφυλάξεις για την πρόληψη των πυρκαγιών και για τη διαφυγή εκρήξεων σκόνης που συμβαίνουν στο θάλαμο ξήρανσης ή αλλού. Αυτές οι εκρήξεις μπορεί να είναι εξαιρετικά επικίνδυνες για τη ζωή, την περιουσία και τις αγορές.<sup>18</sup>

#### ❖ **ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ ΚΑΙ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ**

Οι σκόνες γάλακτος είναι περισσότερο σταθερές από το φρέσκο γάλα, αλλά η προστασία από την υγρασία, το οξυγόνο, το φως και τη θερμότητα είναι απαραίτητη προκειμένου να διατηρηθεί η ποιότητα και η διάρκεια ζωής τους. Σκόνες γάλακτος απορροφούν εύκολα την υγρασία από τον αέρα, οδηγώντας σε ταχεία απώλεια της ποιότητας τους και συσσωματώνονται ή δημιουργούνται σβώλοι. Το λίπος στα WMPs (πλήρες γάλα σκόνης) μπορούν να αντιδράσουν με το οξυγόνο και να δώσει δυσάρεστες οσμές, ιδίως σε υψηλότερες θερμοκρασίες αποθήκευσης (> 30 C) τυπικό των τροπικών.

Γάλα σε σκόνη συσκευάζεται είτε σε πλαστικές σακούλες πολλαπλών τοιχωμάτων (25 kg) ή χύμα σε κάδους (600 kg). Τα WMPs (πλήρες γάλα σκόνης) συχνά συσκευάζονται υπό αέριο αζώτου για να προστατεύσει το προϊόν από την οξείδωση και να διατηρήσουν τη γεύση τους και να επεκτείνουν την ποιότητα τους. Η συσκευασία επιλέγεται για να παρέχει ένα φράγμα στην υγρασία, το οξυγόνο και το φως. Οι σακούλες αποτελούνται γενικά από πολλά στρώματα για να παρέχουν αντοχή και τις απαραίτητες ιδιότητες φραγμού. Οι μεταφορές γάλακτος σε σκόνη δεν πρέπει ποτέ να εκθέτονται παρατεταμένα σε άμεση ηλιακή ακτινοβολία, ιδίως στις τροπικές χώρες. Λίγα ώρες σε αυξημένες θερμοκρασίες (> 40 ° C) κατά τη διάρκεια της μεταφόρτωσης μπορεί να αναιρέσει πολλές εβδομάδες προσεκτικής αποθήκευσης.<sup>19</sup>

#### **4.3.1.1.3 Ανθρακικό και υδατικό αποτύπωμα σκόνη γάλακτος**

##### **Ανθρακικό Αποτύπωμα**

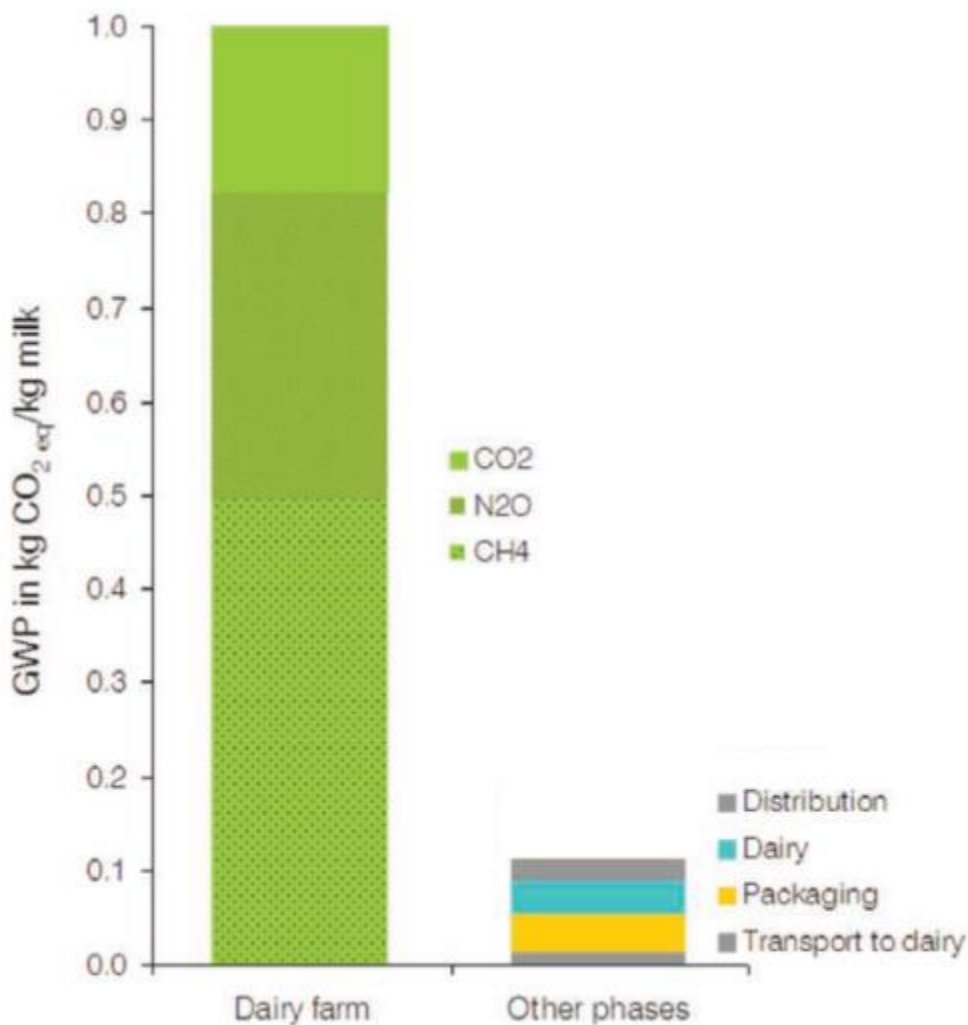
Σύμφωνα με μελέτη της Διεθνούς Ομοσπονδίας Γάλακτος σχετικά με τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις του γαλακτοκομικού τομέα (IDF, 2009) διαπιστώθηκε ότι το αποτύπωμα άνθρακα του γάλακτος είναι κατά μέσο όρο 1,1 kg ισοδυνάμου CO<sub>2</sub> ανά kg γάλακτος. Το 83% του ποσού αυτού (ή 0.913 kg CO<sub>2</sub>-eq) συνδέεται με το βουστάσιο, ενώ το υπόλοιπο 17% (0.187 kg CO<sub>2</sub>-eq) συνδέεται με τις φάσεις μεταφοράς γάλακτος στο γαλακτοκομικό εργοστάσιο, επεξεργασίας, συσκευασίας και διανομή. (IDF, 2009)

Οι κύριες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου στο αγρόκτημα γαλακτοπαραγωγής είναι οι εκπομπές μεθανίου (50% κατά μέσο όρο των συνολικών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου αγρόκτημα) από την εντερική ζύμωση των αγελάδων και τη διαχείριση της κοπριάς. Η δεύτερη μεγαλύτερη

<sup>18</sup> <https://nzic.org.nz/ChemProcesses/dairy/3C.pdf> (ανάκτηση στις 11/04/2017)

<sup>19</sup> <https://nzic.org.nz/ChemProcesses/dairy/3C.pdf> (ανάκτηση στις 11/04/2017)

αερίων του θερμοκηπίου που εκπέμπονται σε γαλακτοκομικά αγροκτήματα είναι το υποξείδιο του αζώτου (30% κατά μέσο όρο), η οποία παράγεται από τη διαχείριση της κοπριάς και από την εφαρμογή των αζωτούχων λιπασμάτων. Το διοξείδιο του άνθρακα που εκπέμπεται από την καύση ορυκτών καυσίμων για τη λειτουργία των μηχανημάτων (τρακτέρ και φορτηγά) για τη μεταφορά των κοπαδιών, των ζωοτροφών και των ζωοτροφών, καθώς και από την παραγωγή λιπασμάτων. Η λειτουργία του αρμέγματος έχει αμελητέα συνεισφορά στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου αγρόκτημα. Άλλες διαδικασίες που παράγουν σημαντικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου είναι η διαχείριση των αποβλήτων που προέρχονται από την αποτέφρωση των αποβλήτων, η παραγωγή των δοχείων συσκευασίας και τις διεργασίες που λαμβάνουν χώρα στο εργοστάσιο γαλακτοκομικών προϊόντων για την παραγωγή γάλακτος. (IDF, 2009)



Εικόνα 7: Το ανθρακικό αποτύπωμα στις διάφορες φάσεις της παραγωγής γάλακτος (IDF, 2009)

Οι υψηλότερες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου από την αλλαγή της χρήσης γης για την καλλιέργεια της σόγιας σε δασικές εκτάσεις, εκτιμάται ότι για την περίπτωση της Ευρώπης (0,11 και 0,04 kg CO<sub>2</sub>-eq. ανά κιλό γάλακτος για τη

Δυτική και Ανατολική Ευρώπη, αντίστοιχα), καθώς η σόγια είναι ένα από κύρια συστατικά στο καθημερινό διαιτολόγιο των γαλακτοπαραγωγών βοοειδών, με το μεγαλύτερο μέρος της να εισάγεται από Νότια Αμερική. (Gerber et al., 2010)

Ακόμα, ο μέσος όρος εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου (GHG) στην Ευρώπη, κατά το στάδιο μετά το αγρόκτημα, έχουν υπολογιστεί και ανέρχονται γύρω στα 0,155 kg CO<sub>2</sub>-eq ανά kg γάλακτος, από το οποίο το 55% σχετίζεται με τη διαδικασία γαλακτοπαραγωγής, το 24,5% με τη παραγωγή της συσκευασίας και το υπόλοιπο 20% σχετίζεται με τη μεταφορά από και προς τη γαλακτοβιομηχανία. (Gerber et al., 2010)

Πίνακας 2: Μέσες εκπομπές GHG για το γάλα μετά το αγρόκτημα στην Ευρώπη (πηγή: Gerber et al., 2010)

Στάδιο	GHG εκπομπές	
	kg CO <sub>2</sub> -eq/kg γάλα	%
Μεταφορά από το αγρόκτημα στο γαλακτοκομείο	0.016	10,30%
Μεταποίηση σε γαλακτομικά προϊόντα	0.086	55,50%
Πακετάρισμα	0.038	24,50%
Μεταφορά από το γαλακτοκομείο στο λιανεμπόριο	0.014	9,00%
<b>Σύνολο</b>	<b>0.155</b>	<b>100%</b>

### Υδατικό Αποτύπωμα

Όσον αφορά για το υδατικό αποτύπωμα της σκόνης γάλακτος, δίνονται τα στοιχεία εκείνα που αφορούν τις τρεις συνιστώσες που συνθέτουν το υδατικό αποτύπωμα, τη πράσινη, τη μπλε και τη γκρι. Αναλυτικότερα, τα στοιχεία αυτά προέρχονται για τη σκόνη γάλακτος από την Ολλανδία. Συγκεκριμένα, η επιλογή της Ολλανδίας έγινε ανάμεσα σε άλλες χώρες όπως τη Γερμανία, το Βέλγιο, τη Δανία, τη Γαλλία, τη Φιλανδία διότι η Ολλανδία αποτελεί μια γαλακτοπαραγωγό χώρα, με σημαντικές εξαγωγές γάλακτος και γαλακτοκομικών προϊόντων.

Πίνακας 3: Η πράσινη, η μπλε και η γκρι συνιστώσα του Υδατικού αποτυπώματος για τη σκόνη γάλακτος στην Ολλανδία (πηγή: Mekonnen & Hoekstra, 2012)

Milk powder	Green	Blue	Grey
Grazing	2658	232	151
Mixed	2003	186	105
Industrial	2324	199	116
Weighted average	2147	191	114

#### 4.3.1.2 Αλεύρι

Τα σιτηρά αποτελούν τα πρώτα φυτά τα οποία καλλιέργησε ο άνθρωπος και τα ίχνη των περισσότερων από αυτά χάνονται στο βάθος της ιστορίας. Συγκεκριμένα, το σιτάρι πρόκειται για ένα χειμερινό σιτηρό όπου καλλιεργείται παγκοσμίως και καταλαμβάνει τη δεύτερη θέση στη συγκομιδή σε παγκόσμια κλίμακα μετά τον αραβόσιτο και τρίτο το ρύζι. Μάλιστα, ο καρπός του σιταριού αποτελεί την κύρια πρώτη ύλη για τη παραγωγή του αλευριού, ζωοτροφών αλλά και την πρώτη ύλη στην παρασκευή αλκοολούχων ποτών και καυσίμων. Επίσης, παρουσιάζει την χαρακτηριστική ιδιότητα της εύκολης απόσπασης από τον καρπό, αλέθοντάς το, δίνει το λεγόμενο πίτουρο. Το σιτάρι, πρέπει να αναφερθεί ότι καλλιεργείται και για τη βόσκη των ζώων, καθώς και για το άχυρο ενώ το στέλεχος του φυτού χρησιμοποιείται ως ζωοτροφή ή ως υλικό κατασκευών. Τέλος, ο καρπός του σιταριού είναι πλούσιος σε θρεπτικά στοιχεία.<sup>20</sup>

Για τη καλλιέργεια του σιταριού, οι εργασίες στο χωράφι γενικά περιλαμβάνουν, την προετοιμασία του χωραφιού (όπως είναι η λίπανση του χωραφιού και το όργωμα), προετοιμασία κατάλληλης σποροκλίνης, τη σπορά, την εφαρμογή λιπασμάτων και ζιζανιοκτόνων, τη συγκομιδή και περιστασιακά μπορεί να περιλαμβάνει τη διαδικασία δημιουργίας δεματιών.

##### 4.3.1.2.1 Επεξεργασία-άλεση σιταριού

Ο σκοπός της επεξεργασίας του σιταριού στις αλευροβιομηχανίες είναι ο διαχωρισμός του ενδοσπερμίου από το πίτουρο και το έμβρυο επιτυγχάνοντας την ελάχιστη μόλυνση, με στόχο να παραχθεί το αλεύρι. Οι κύριες διαδικασίες που περιλαμβάνονται στη παραγωγή αλευριού είναι, το καθάρισμα, conditioning & tempering, άλεση, ο διαχωρισμός, ο καθαρισμός, οι κύλινδροι μείωσης και στο επανορθωτή. (FAO, 2009a)

Το στάδιο του καθαρισμού, περιλαμβάνει το πλύσιμο του σιτηρού, διαδικασία η οποία επιτυγχάνεται μέσω, του κοσκινίσματος, της ξέπλυσης, του βουρτσίσματος και της αναρρόφησης. Οι διαδικασίες αυτές, έχουν ως αποτέλεσμα να επιφέρουν την απομάκρυνση ξένων υλών όπως είναι άλλα δημητριακά, πέτρες, μέταλλα, άχυρα, πίτουρα, σπόρους και σκόνη. (FAO, 2009a)

Το στάδιο conditioning & tempering. Μετά το καθάρισμα των σπόρων του σιταριού, υγρασία προστίθεται στους καρπούς του σιταριού με σκοπό να σκληρύνει το πίτουρο και να διευκολύνει τον αποχωρισμό του από το ενδοσπέρμιο. Το σιτάρι που έχει σκληρύνει ύστερα από τη διαδικασία αυτή, αποθηκεύεται τότε για 8-20 ώρες, χρονικό διάστημα όπου κυμαίνεται ανάλογα με το τύπο του σιταριού. (FAO, 2009a)

---

<sup>20</sup><https://el.wikipedia.org/wiki/Σιτάρι> (ανάκτηση στις 11/04/2017)

Το στάδιο της άλεσης. Το σιτάρι που έχει σκληρύνει από το προηγούμενο στάδιο, εισέρχεται σε κατάλληλους κυλίνδρους θραύσης, όπου το ενδοσπέρμιο διαχωρίζεται από το πίτουρο. (FAO, 2009a)

Το στάδιο του διαχωρισμού. Τα αλεσμένα προϊόντα στέλνονται τότε σε περιστροφικούς μετατοπιστές (rotating shifters), όπου διαχωρίζουν τα μέρη σύμφωνα με το μέγεθος. Το καλύτερο μέρος απαρτίζει το παραγόμενο αλεύρι. (FAO, 2009a)

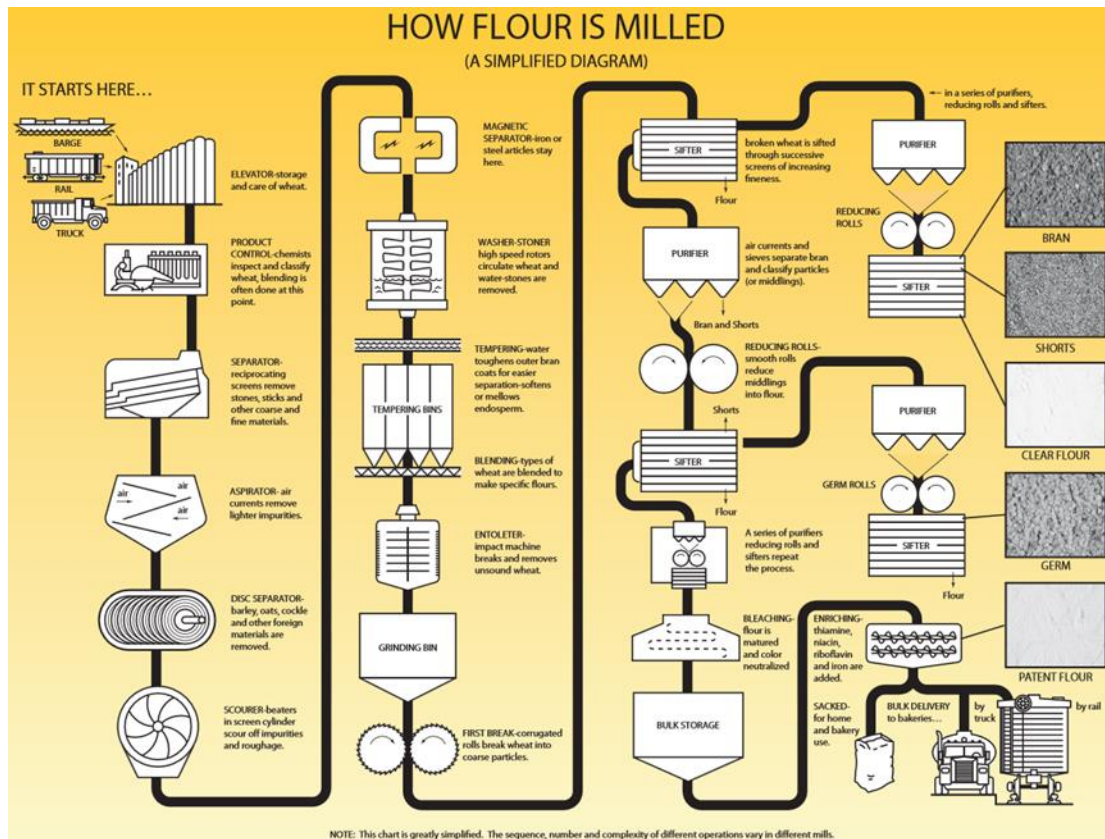
Το στάδιο του εξευγενισμού. Τα χονδροειδή μέρη εισέρχονται σε ένα σύστημα εξευγενισμού, κοσκινίσματος και αέρα όπου η ταξινόμηση τους λαμβάνει μέρος, με σκοπό τα μέρη αυτά να απομακρυνθούν από το πίτουρο προσκολλημένο στο ενδοσπέρμιο και στέλνονται ξανά πίσω στους κυλίνδρους για περαιτέρω επεξεργασία. (FAO, 2009a)

Το στάδιο της μείωσης. Τα χονδροειδή μέρη μεταφέρονται στους κυλίνδρους μείωσης όπου εκεί μειώνεται το μέγεθός τους. Η διαδικασία επαναλαμβάνεται μέχρι το μεγαλύτερο μέρος του ενδοσπερμίου μετατραπεί σε αλεύρι, τα χονδροειδή μέρη απομακρύνονται, καθώς το εναπομείναν πίτουρο προσκολλημένο στο ενδοσπέρμιο δεν μπορεί περαιτέρω να διαχωριστεί. (FAO, 2009a)

Στο επόμενο στάδιο, το αλεύρι περνάει από τον επανορθωτή με σκοπό να απομακρυνθούν υπολειπόμενες ξένες ύλες. (FAO, 2009a)

Το στάδιο της συσκευασίας. Το αλεύρι συσκευάζεται σε χάρτινους σάκους, γεμίζεται σε φορτηγά ή αποθηκεύεται σε σιλό. Το πίτουρο αποθηκεύεται σε νάιλον σάκους και πωλείται ως ζωοτροφή. (FAO, 2009a)

Στην εικόνα που ακολουθεί, απεικονίζεται ένα τυπικό διάγραμμα των σταδίων της παραγωγικής διαδικασίας για την άλεση του σιταριού.

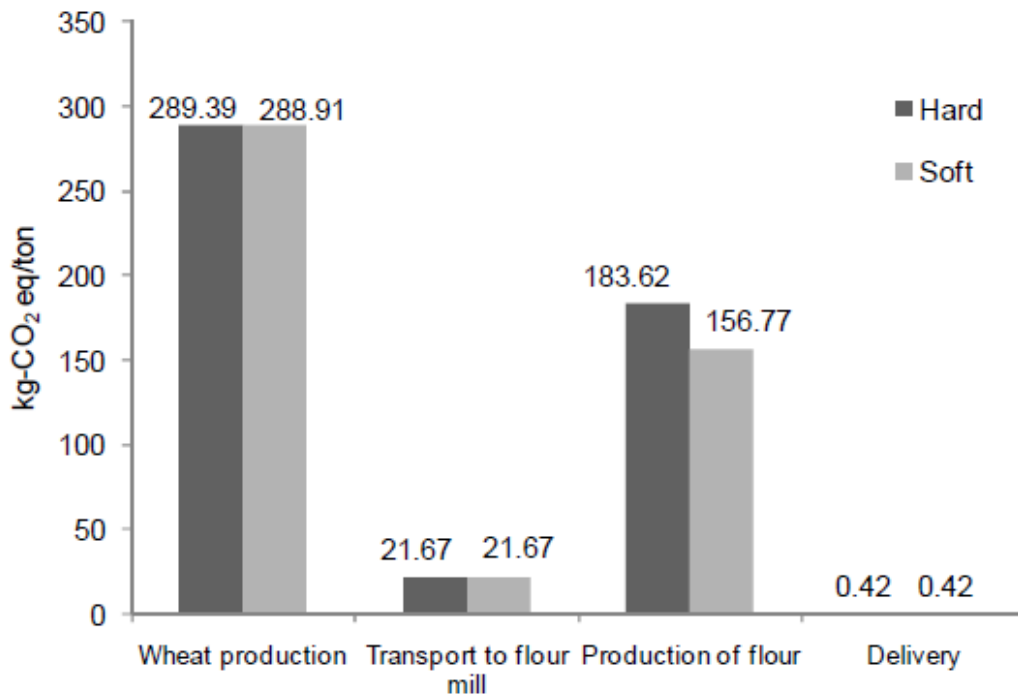


Εικόνα 8: Απλοποιημένη διαγραμματική απεικόνιση επίσης διαδικασίας άλεσης του σίτου (πηγή: <http://dontwastethecrumbs.com/wp-content/uploads/2013/05/How-Grain-is-Milled.png>, ανάκτηση επίσης 18/11/2016)

#### 4.3.1.2.2 Ανθρακικό και υδατικό αποτύπωμα για το αλεύρι

##### Ανθρακικό

Σύμφωνα με τα βιβλιογραφικά δεδομένα, το ανθρακικό αποτύπωμα για την παραγωγή αλεύρου στην Ελλάδα ανέρχεται σε **264.16 kg CO<sub>2</sub>-eq** ανά τόνο πακεταρισμένου αλευριού. Αναλυτικότερα στο στάδιο της καλλιέργειας του σιταριού είναι **289.39 kg CO<sub>2</sub>-eq** για το σκληρό σιτάρι και **288.91** για το μαλακό σιτάρι, στο στάδιο μεταφοράς του σιταριού από τον αγρό στο εργοστάσιο αλευροποιίας ανέρχεται για το σκληρό σιτάρι σε **21.67 kg CO<sub>2</sub>-eq** και για το μαλακό σε **21.67 kg CO<sub>2</sub>-eq**, στο στάδιο της παραγωγής του αλευριού στο εργοστάσιο για το σκληρό είναι **183.62 kg CO<sub>2</sub>-eq** και για το μαλακό **156.77 kg CO<sub>2</sub>-eq** και κατά το στάδιο της διανομής είναι για το σκληρό και το μαλακό σιτάρι στα **0.42 kg CO<sub>2</sub>-eq**. (Shi et al., 2011)



Εικόνα 9: Το ανθρακικό αποτύπωμα για το σκληρό και το μαλακό σιτάρι (πηγή: Shi et al., 2011)

### Υδατικό

Όσον αφορά το υδατικό αποτύπωμα για το αλεύρι, όπως και στη σκόνη γάλακτος μελετήθηκαν οι τρεις συνιστώσες του υδατικού αποτυπώματος. Τα στοιχεία προέρχονται από την Ιταλία. Μια χώρα με σημαντικές παραγωγές και εξαγωγές σε αλεύρι.

Πίνακας 4: Το υδατικό αποτύπωμα για το αλεύρι (πηγή: Mekonnen & Hoekstra, 2010)

	Green Water (m <sup>3</sup> /ton)	Blue Water (m <sup>3</sup> /ton)	Grey Water (m <sup>3</sup> /ton)
<b>Αλεύρι</b>	1202	16	189



### 4.3.1.3 Ζάχαρη

#### 4.3.1.3.1 Γενικά

Η ζαχαρόζη απαντάται στη φύση κυρίως (Belitz et al., 2006):

- στα πράσινα φυτά, φύλλα και βλαστούς όπως στο ζαχαροκάλαμο που περιέχει ζαχαρόζη σε ποσοστό 12-26%, αντίστοιχα στο γλυκό καλαμπόκι ανέρχεται σε 12-17%, στο ζαχαρούχο σόργο (sugar millet) σε 7-15%, στο φοίνικα 3-6%
- σε φρούτα και σε σπόρους, στα πυρηνόκαρπα, όπως είναι τα ροδάκινα, στα γιγαρτόκαρπα όπως τα γλυκά μήλα, κολοκύθες, χαρούπια (carob), ανανάδες, φοινικοκαρύδα (coconut), καρύδι (walnut), κάστανο (chestnut) και
- στις ρίζες και ριζώματα (γλυκοπατάτες 2-3%, φιστίκια αραχίδες (peanuts) 4-12%, κρεμμύδια 10-11%, παντζάρια και επιλεγμένες διασταυρώσεις 3-20%).

Οι δύο κύριες πηγές παραγωγής ζαχαρόζης είναι το ζαχαροκάλαμο (*Saccharum officinarum*) και το ζαχαρότευτλο (*Beta vulgaris ssp. Vulgaris* ποικιλία *altissima*). Η ζάχαρη από ζαχαρότευτλο διακρίνεται από τη ζάχαρη από ζαχαροκάλαμο τόσο από το φάσμα των ενώσεων που τις συνοδεύουν όσο και από το λόγο  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ , ο οποίος μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ταυτοποίηση. (Belitz et al., 2006)

Η ζαχαρόζη από οικονομικής άποψης μπορεί να χαρακτηριστεί ως ένα ζάχαρο με βαρύνουσα σημασία ενώ παράγεται βιομηχανικά στο μεγαλύτερο μέρος του. Ακόμα, αν και το μέλι, αποτελούσε από παλαιά σπουδαία γλυκαντική ύλη τείνει σιγά-σιγά να αντικαθίσταται από τη ζάχαρη από το ζαχαροκάλαμο. Μάλιστα, η ζάχαρη εισήχθη στην Ευρώπη από την Περσία με τους Άραβες. Μετά τις Σταυροφορίες, η εισαγωγή της γινόταν από την Κύπρο και την Βενετία, ενώ αργότερα κυρίως από την Ολλανδία που το προμηθευότανε από την Κούβα, το Μεξικό, το Περού και τη Βραζιλία. (Belitz et al, 2006)

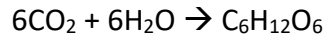
Το 1747 ο Marggraf ανακάλυψε ζαχαρόζη στα τεύτλα και το 1802 ο Achard ήταν ο πρώτος που παρήγαγε ζαχαρόζη εμπορικά από ζαχαρότευτλα. Η ανακάλυψη της νέας πηγής ζαχαρόζης είχε άμεση οικονομική επίδραση, ενώ η επίδραση ήταν ακόμα εντονότερη όταν η ποσότητα ζαχαρόζης στα τεύτλα αυξήθηκε με την επιλογή και την αναπαραγωγή. (Belitz et al., 2006)

#### 4.3.1.3.2 Η εξαγωγή της ζάχαρης από το τεύτλο<sup>21</sup>

Η λειτουργία ενός εργοστασίου ζάχαρης βασίζεται στη διαδικασία εξαγωγής της ζάχαρης από το τεύτλο χωρίς να λαμβάνει χώρα κάποιος χημικός μετασχηματισμός. Η ζάχαρη βρίσκεται ήδη στο τεύτλο. Σημαντικό ρόλο στην όλη λειτουργία ενός εργοστασίου ζάχαρης, διαδραματίζει το φυτικό τμήμα του τεύτλου, το φύλλωμά του. Διότι εκεί γίνεται η φωτοσύνθεση, όπου με το  $\text{CO}_2$  της ατμόσφαιρας, την υγρασία του εδάφους και με την επίδραση του ηλιακού φωτός

<sup>21</sup> [http://www.ebz.gr/sugar\\_production.htm](http://www.ebz.gr/sugar_production.htm) (ανάκτηση στις 14/01/2017)

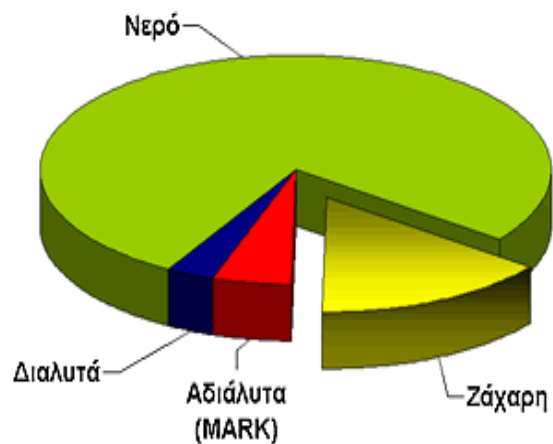
σχηματίζονται τα ζάχαρα (υδατάνθρακες). Τα ζάχαρα αποθηκεύονται στη ρίζα του τεύτλου. Τα φύλλα αποκόπτονται και συγκομίζονται οι ρίζες. Τα φύλλα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για κτηνοτροφή ή να παραμείνουν στο χωράφι για λίπασμα ενώ τα τεύτλα μεταφέρονται στο εργοστάσιο για επεξεργασία.



### Ποιότητα ριζών

Η σύσταση των ριζών των ζαχαρότευτλων (% του βάρους) είναι η εξής:

- 14-17% ζάχαρη
- 76-78% νερό
- 4-5% αδιάλυτα ξηρά συστατικά (MARK) που είναι κυρίως κυτταρίνες, πηκτίνες, λιγνίνη, πεντοζάνες
- 2-3% διαλυτά ξηρά συστατικά (αζωτούχα και μη αζωτούχα οργανικά και ανόργανα συστατικά)



Εικόνα 10: Σχηματική αναπαράσταση της σύστασης των ριζών των τεύτλων

([http://www.ebz.gr/suqar\\_production.htm](http://www.ebz.gr/suqar_production.htm))

#### 4.3.1.3.3 Βιομηχανική επεξεργασία<sup>22</sup>

Τα στάδια εξαγωγής της ζάχαρης από τα ζαχαρότευτλα που ακολουθείται στο εργοστάσιο είναι τα εξής:

1. **Παραλαβή, πλύσιμο και κοπή των ριζών.** Τα τεύτλα αποθηκεύονται σε υπαίθρια σιλό σε σωρούς ύψους μέχρι 11 μέτρα περίπου και προωθούνται σύμφωνα με τις ανάγκες του εργοστασίου με τη βοήθεια ροής νερού μέσα από κανάλια προς το πλυντήριο τεύτλων όπου πλένονται. Μετά το πλύσιμο, τα τεύτλα κόβονται σε λεπτά τεμαχίδια στις κοπτικές μηχανές. (Αυγουλάς & Παπαθεοχάρη, 2010)
2. **Εκχύλιση.** Ονομάζεται η διαδικασία εκείνη κατά την οποία πραγματοποιείται η παραλαβή της ζάχαρης που περιέχεται στα τεμαχίδια και επιτελείται βασιζόμενη στην αρχή της ώσμωσης. Ουσιαστικά, με αντίστροφη πορεία ζεστού νερού και τεμαχιδίων, η ζάχαρη που περιέχεται σε αυτά περνά σταδιακά στο νερό. Τα τεμαχίδια εισάγονται στο ένα άκρο, ενώ το ζεστό νερό που κυκλοφορεί κατ'αντιρροή εμπλουτίζεται σιγά-σιγά με τη ζάχαρή τους. Ο ζαχαρούχος (ακατέργαστος) χυμός που δημιουργείται συλλέγεται στο ένα άκρο, ενώ τα εκχυλισθέντα τεμαχίδια που ονομάζονται πούλπα ή πολτός συσσωρεύονται στο άλλο και χρησιμοποιούνται μετά από

<sup>22</sup>[http://www.ebz.gr/sugar\\_production2.htm](http://www.ebz.gr/sugar_production2.htm) (ανάκτηση στις 14/01/2017)

συμπύεση και ενδεχόμενη ξήρανση για κτηνοτροφία (νωπός πολτός και ζαχαρόπιτα). (Αυγουλάς & Παπαθεοχάρη, 2010)

3. **Καθαρισμός χυμού.** Ο ζαχαρούχος χυμός που έχει προκύψει από τη διαδικασία της εκχύλισης περιέχει 12-13% ζάχαρη, περίπου 85% νερό και περίπου 2,4% ξένες ουσίες που ονομάζονται μη ζάχαρα. Στη συνέχεια, στο στάδιο καθαρισμός χυμού, πραγματοποιείται διαχωρισμός και απομακρύνονται από τον ακατέργαστο χυμό τα μη-ζάχαρα και γενικά εκείνες οι ουσίες που εμποδίζουν την κρυστάλλωση. Τα επιμέρους στάδια καθαρισμού είναι τα εξής (Αυγουλάς & Παπαθεοχάρη, 2010):
  - **Προασβέστωση, ασβέστωση:** προστίθεται γάλα ασβεστίου στον ακατέργαστο χυμό με αποτέλεσμα να καθιζάνει ένα μέρος από τις ξένες ουσίες ενώ η ζάχαρη σχηματίζει διάλυμα ζαχαρασβέστου.
  - **Κορεσμός:** διαβιβάζεται διοξείδιο του άνθρακα στον ασβεστωμένο χυμό, με τον τρόπο αυτό διασπάται η ζαχαράσβεστος και σχηματίζεται ένα ίζημα από ανθρακικό ασβέστιο, που είναι αδιάλυτο και συγκρατεί τις ξένες ουσίες και μια ποσότητα διαλύματος ζάχαρης. Η άσβεστος και το διοξείδιο του άνθρακα παράγονται στην ασβεστοκάμινο του εργοστασίου που τροφοδοτείται με ασβεστόλιθο και κοκ.
  - **Διήθηση (φιλτράρισμα):** το ίζημα του ανθρακικού ασβεστίου που περιέχει τις ξένες ουσίες που δεσμεύτηκαν, αποτίθεται στα φίλτρα (φίλτρα περιστροφικά και φίλτρα καθιζητήρες). Ο ζαχαρούχος χυμός στο στάδιο αυτό λέγεται αραιός χυμός, είναι διαυγής και περιέχει περίπου 1,6% ξένες ουσίες, 12% ζάχαρη και 86% νερό.
4. **Εξάτμιση (συμπύκνωση).** Για την απομάκρυνση του νερού όπου είναι διαλυμένη η ζάχαρη, ο αραιός χυμός αποστέλλεται σε μια σειρά από διαδοχικά δοχεία εξάτμισης. Γίνονται, διαδοχικές μειώσεις της περιεκτικότητας σε νερό του αραιού χυμού. Γίνεται όπως αναφέρθηκε και παραπάνω σε διαδοχικά δοχεία εξάτμισης (συνήθως 5) με πίεση χαμηλότερη από την ατμοσφαιρική. Το προϊόν που προκύπτει είναι ο πυκνός χυμός. (Αυγουλάς & Παπαθεοχάρη, 2010)
5. **Κρυστάλλωση.** Ο πυκνός χυμός που έχει προκύψει συμπυκνώνεται όλο και περισσότερο σε συσκευές που δουλεύουν υπό κενό και φθάνει σε κατάσταση υπερκορεσμού. Έτσι, στο στάδιο αυτό αρχίζει η κρυσταλλοποίηση της ζάχαρης. Σταδιακά οι κρύσταλλοι αυξάνονται και τελικά προκύπτει ένα μείγμα κρυστάλλων και σιροπιού που λέγεται ζαχαρομάζα. (Αυγουλάς & Παπαθεοχάρη, 2010)
6. **Φυγοκέντρωση.** Η ζαχαρομάζα που έχει προκύψει, μετά την ψύξης της σ' ένα δοχείο ανάδευσης οδηγείται στις φυγόκεντρες μηχανές που περιστρέφονται με 1.300 στροφές/δευτερόλεπτο. Με την επίδραση της φυγοκέντρου δύναμης, η λευκή κρυσταλλική ζάχαρη εναποτίθεται στα

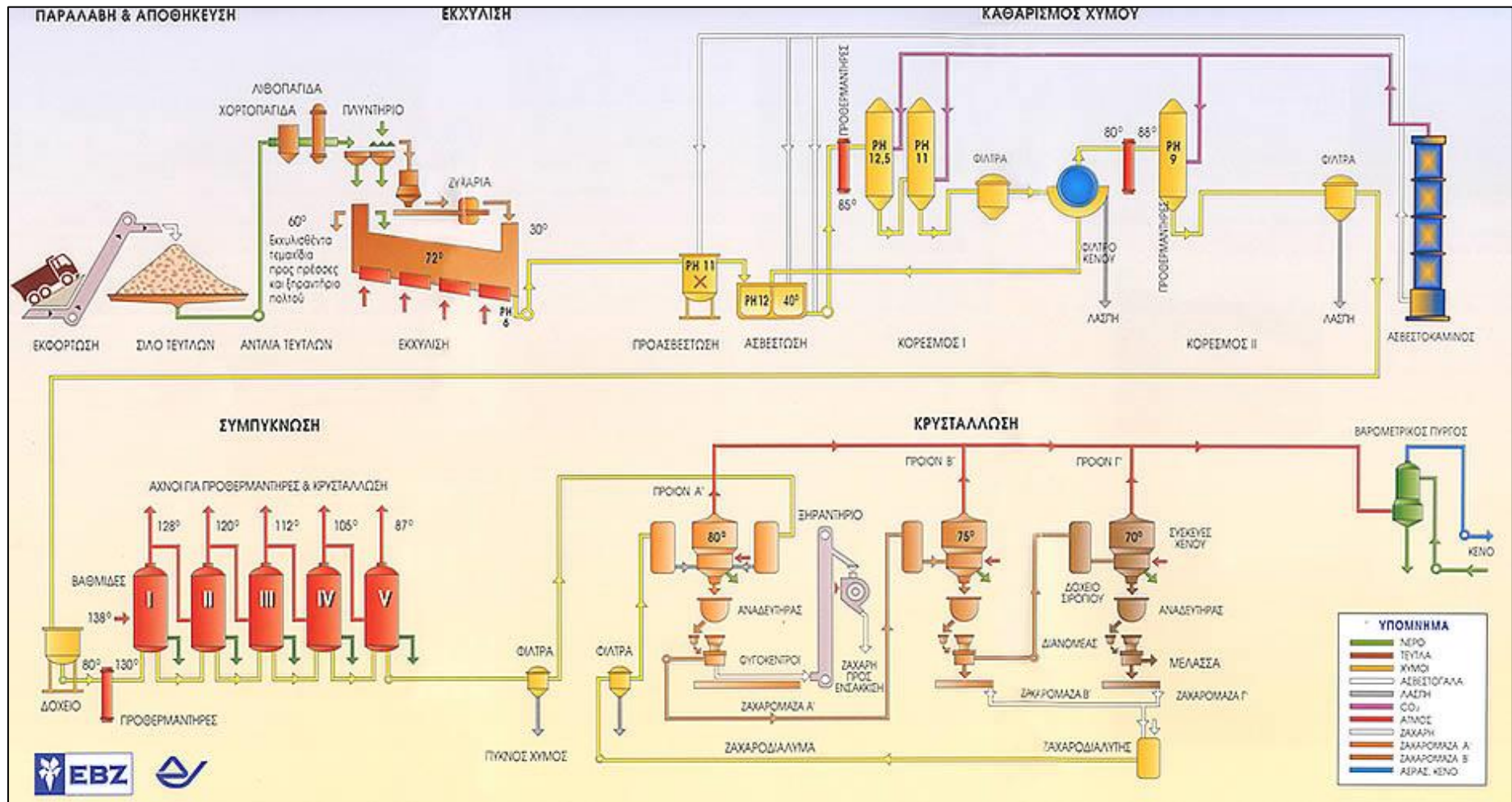
τοιχώματα του δοχείου της φυγοκέντρου και με τον τρόπο αυτό διαχωρίζεται από το ακάθαρτο σιρόπι. Στη συνέχεια γίνεται πλύση με ζεστό νερό και η λευκή ζάχαρη ξηραίνεται και αποθηκεύεται. Το σιρόπι υφίσταται δύο διαδοχικές κρυσταλλώσεις και φυγοκεντρίσεις. (Αυγουλάς & Παπαθεοχάρη, 2010)

7. **Αποθήκευση.** Η ζάχαρη που προκύπτει από τα παραπάνω στάδια αναδιαλύεται και οδηγείται για τροφοδοσία των συσκευών του πρώτου σταδίου κρυστάλλωσης. Η ζάχαρη αποθηκεύεται σε αποθήκες σε χάρτινους σάκους ή χύμα σε σιλό ζάχαρης. Η παραγόμενη ζάχαρη συσκευάζεται σε big bags των 1.000 κιλών, σε χάρτινους σάκους των 50 και 25 κιλών καθώς και σε μικρότερες συσκευασίες του 1 κιλού αλλά και σε μορφή «stick».

Γενικά, τα εργοστάσια ζάχαρης καταναλώνουν τεράστιες ποσότητες νερού. Το νερό αυτό χρησιμοποιείται στα διάφορα στάδια επεξεργασίας, ανακυκλώνεται, καθαρίζεται και μπορεί μετέπειτα να χρησιμοποιηθεί για άρδευση.

#### **4.3.1.3.4 Προϊόντα**

Από την καλλιέργεια των ζαχαρότευτλων το κύριο προϊόν που παραλαμβάνεται είναι η **ζάχαρη**, όπου βρίσκει πολλές και διάφορες χρήσεις στη διατροφή του ανθρώπου. Ωστόσο, από μια τευτλοκαλλιέργεια μπορεί κανείς να λάβει διάφορα υποπροϊόντα με αξιόλογες χρήσεις. Τέτοια υποπροϊόντα είναι: *κορυφές, πούλπα ή πολτός, ζαχαρόπιτα, μελάσα και άσβεστος* (ή λάσπη φίλτρων). (Αυγουλάς & Παπαθεοχάρη, 2010)



Εικόνα 11: Απλοποιημένο διάγραμμα ροής παραγωγής ζάχαρης από τεύτλα (πηγή: Ελληνική Βιομηχανία Ζάχαρης, [http://www.ebz.gr/sugar\\_production\\_flow.htm](http://www.ebz.gr/sugar_production_flow.htm))

#### 4.3.1.3.5 Ανθρακικό και υδατικό αποτύπωμα για τη ζάχαρη

##### Ανθρακικό

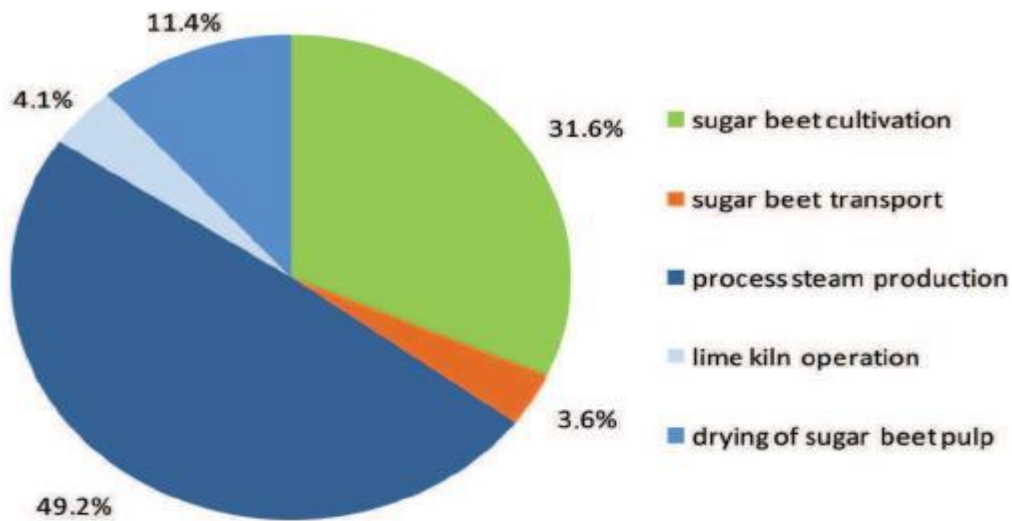
Σύμφωνα με μια μελέτη του Klenk et al., (2012), έδειξε ότι το ανθρακικό αποτύπωμα της παραγωγής ζάχαρης από ζαχαρότευτλο για την Ευρώπη, ανέρχεται στα 884,5 kg CO<sub>2</sub> eq ανά τόνο παραγόμενης ζάχαρης.

Πίνακας 5: Οι εκπομπές GHG από τη καλλιέργεια ζαχαρότευτλων και τη παραγωγή ζάχαρης (πηγή: Klenk et al., 2012)

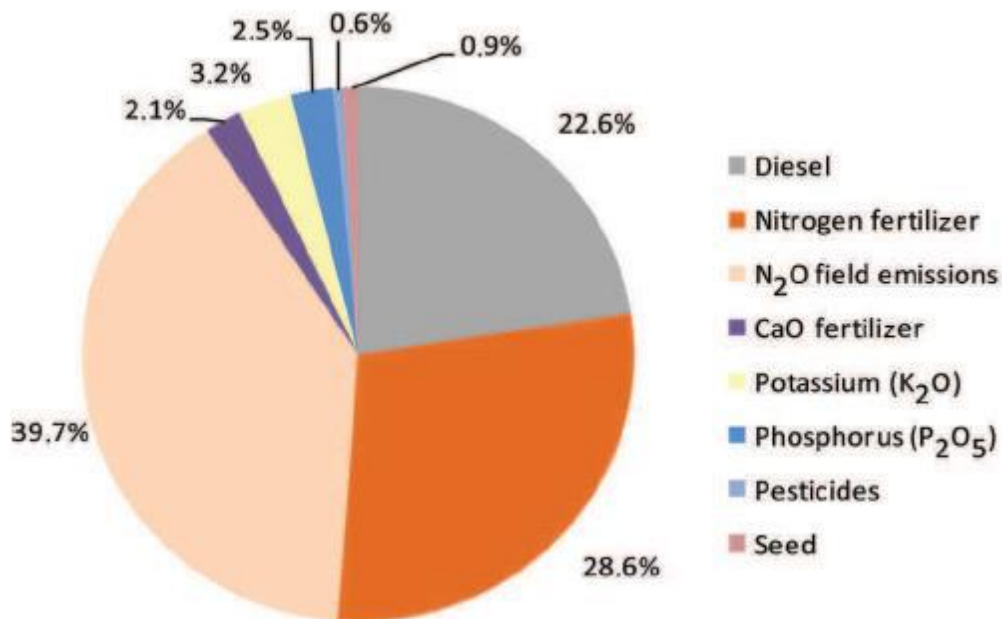
	kg CO <sub>2</sub> eq t <sup>-1</sup> ζάχαρης (Ευρώπη μέσος όρος)
Καλλιέργεια ζαχαρότευτλων	279.8
Μεταφορά ζαχαρότευτλων	31.7
Εργοστάσιο ζάχαρης	
<i>διαδικασία παραγωγής ατμού</i>	435.5
<i>διαδικασία ασβεστοκάμινου</i>	36.6
<i>ξήρανση της παραγόμενης πούλπας</i>	101.1
<b>Σύνολο</b>	<b>884.5</b>

Στη πλειονότητά τους αυτές οι εκπομπές που περιγράφηκαν και παραπάνω (64%), έχει αποδοθεί στο στάδιο της διαδικασίας παραγωγής της ζάχαρης στο εργοστάσιο, το 32% προέρχεται από τη καλλιέργεια των ζαχαρότευτλων και το 4% προέρχεται από το στάδιο τη μεταφοράς. Σχεδόν το 50% των συνολικών εκπομπών παράγονται κατά τη διάρκεια της παραγωγής ατμού στο εργοστάσιο ζάχαρης, ενώ οι κύριες εκπομπές παράγονται κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας των ζαχαρότευτλων στον αγρό εξαιτίας της εφαρμογής νιτρικών λιπασμάτων (40%), την παραγωγή λιπασμάτων (29%) και την κατανάλωση καυσίμων (24%). (Klenk et al., 2012)





Εικόνα 12: Ποσοστό συμμετοχής των διαφόρων σταδίων καλλιέργεια, μεταφορά και επεξεργασία ζαχαρότευτλων, στις εκπομπές GHG (πηγή: Klenk et al., 2012)



Εικόνα 13: Ποσοστό συμμετοχής των διαφόρων καλλιεργητικών τεχνικών στη καλλιέργεια των ζαχαρότευτλων, στις εκπομπές GHG (πηγή: Klenk et al., 2012)

### Υδατικό

Όσον αφορά το υδατικό αποτύπωμα, τα στοιχεία για τη ζάχαρη, προήλθαν από μια μελέτη που διεξήχθη στην Ισπανία.

Πίνακας 6: Το πράσινο, το μπλε και το γκρι αποτύπωμα νερού για τη ζάχαρη στην Ισπανία (πηγή: Hoekstra et al., 2011)

	Green Water (m <sup>3</sup> /ton)	Blue Water (m <sup>3</sup> /ton)	Grey Water (m <sup>3</sup> /ton)
<b>Ζάχαρη</b>	104	570	152



### 4.3.2 Σιρόπι φράουλας

Για τη παρασκευή του σιροπιού φράουλας τα βασικά συστατικά που χρησιμοποιούνται είναι η ζάχαρη, το αμυλοσιρόπιο και η πούλπα φράουλας. Στη συγκεκριμένη παράγραφο δίνονται γενικές πληροφορίες για τη πούλπα φράουλας και το αμυλοσιρόπιο ενώ οι πληροφορίες για τη ζάχαρη αναφέρονται στην ενότητα με τη παιδική κρέμα.

#### 4.3.2.1 Αμυλοσιρόπιο

##### Εισαγωγικά

Κάποια από τα ζάχαρα που απαντώνται στη φύση χρησιμοποιούνται σε ευρεία κλίμακα ως γλυκαντικές ύλες. Εκτός από τη ζαχαρόζη, άλλα ζάχαρα εξίσου σημαντικά είναι: η γλυκόζη (αμυλοζάχαρο ή αμυλοσιρόπιο), το ιμβερτοζάχαρο (ισομοριακό μίγμα γλυκόζης και φρουκτόζης), η μαλτόζη, η λακτόζη και η φρουκτόζη. Ακόμα, κάποια ζάχαρα και αλκοολικά ζάχαρα (πολυυδρικές αλκοόλες) χρησιμοποιούνται στις δίαιτες ή για κάποιους τεχνικούς σκοπούς. Επιπλέον, αν κάποια από τα ζάχαρα μπορεί να χρησιμοποιηθεί επιτυχώς ως γλυκαντική ύλη, εξαρτάται από τις διατροφικές και φυσιολογικές ιδιότητες καθώς και από τις ιδιότητες επεξεργασίας, την τερηδογονική δράση σε σχέση με την ζαχαρόζη, την οικονομική επίπτωση καθώς και την ποιότητα και την ένταση της γλυκιάς γεύσης. (Belitz et al., 2006)

Στο πίνακα 7, που ακολουθεί παρουσιάζονται ορισμένες γλυκαντικές ύλες υδατανθρακικής προέλευσης. Μάλιστα, απεικονίζονται κάποια προϊόντα με οικονομική σημασία, την σχετική γλυκύτητα καθώς και την πρώτη ύλη και την εφαρμοζόμενη διαδικασία παραλαβής του τελικού προϊόντος.

Πίνακας 7: Γλυκαντικές ύλες υδατανθρακικής προέλευσης (πηγή: Belitz et al., 2006)

Όνομα	Σχετική γλυκύτητα <sup>α</sup>	Πρώτη ύλη, εφαρμοζόμενη διαδικασία παραλαβής
<i>Προϊόντα με οικονομική σημασία</i>		
<b>Ζαχαρόζη</b>	1,00	Παραλαβή από ζαχαρότευτλα και ζαχαροκάλαμο
<b>Γλυκόζη</b>	0,5-0,8	Υδρόλυση του αμύλου με οξέα ή/και ένζυμα (α-αμυλάση και γλυκο-αμυλάση)
<b>Φρουκτόζη</b>	1,1-1,7	α) Υδρόλυση ζαχαρόζης, ακολουθούμενη από διαχωρισμό του υδρολύματος με χρωματογραφία β) Υδρόλυση του αμύλου προς γλυκόζη, ακολουθούμενη από ισομερίωση και

		διαχωρισμό με χρωματογραφία
<b>Λακτόζη</b>	0,2-0,6	Παραλαβή από τον ορό γάλακτος
<b>Μαννιτόλη</b>	0,4-0,5	Υδρογόνωση φρουκτόζης
<b>Σορβιτόλη</b>	0,4-0,5	Υδρογόνωση γλυκόζης
<b>Ξυλιτόλη</b>	1,0	Υδρογόνωση ξυλόζης
<b>Γαλακτόζη</b>	0,3-0,5	Υδρόλυση λακτόζης, ακολουθούμενη από διαχωρισμό του υδρολύματος
<b>Αμυλοσιρόπι</b>	0,3-0,5 <sup>β</sup>	Υδρόλυση του αμύλου με οξέα ή/και ένζυμα, η σύσταση του υδρολύματος επηρεάζεται έντονα από τις παραμέτρους της διεργασίας (ποσοστό γλυκόζης, μαλτόζης, μαλτοριόζης και ανώτερων ολιγοζαχαριτών)
<b>Μαλτόζη</b>	0,3-0,6	Υδρόλυση αμύλου
<b>Σιρόπι γλυκόζης/φρουκτόζης (ισογλυκόζη, σιρόπι υψηλής περιεκτικότητας σε φρουκτόζη)</b>	0,8-0,9	Ισομερίωση γλυκόζης προς μίγμα γλυκόζης/φρουκτόζης με ισομεράση της γλυκόζης
<b>Ιμβερτοζάχαρο</b>		Υδρόλυση ζαχαρόζης
<b>Υδρογονωμένο αμυλοσιρόπι</b>	0,3-0,8	Υδρογόνωση υδρολυμένου αμύλου (αμυλοσιρόπι), η σύσταση εξαρτάται κατά πολύ από την πρώτη ύλη (περιεκτικότητα σε σορβιτόλη, μαλτιτόλη και υδρογονωμένους ολιγοζαχαρίτες)

<sup>α</sup> Η γλυκύτητα σχετίζεται με την γλυκύτητα της ζαχαρόζης (=1), οι τιμές επηρεάζονται από την συγκέντρωση του γλυκαντικού

<sup>β</sup> Η τιμή της γλυκύτητας επηρεάζεται κατά πολύ από την σύνθεση του σιροπιού

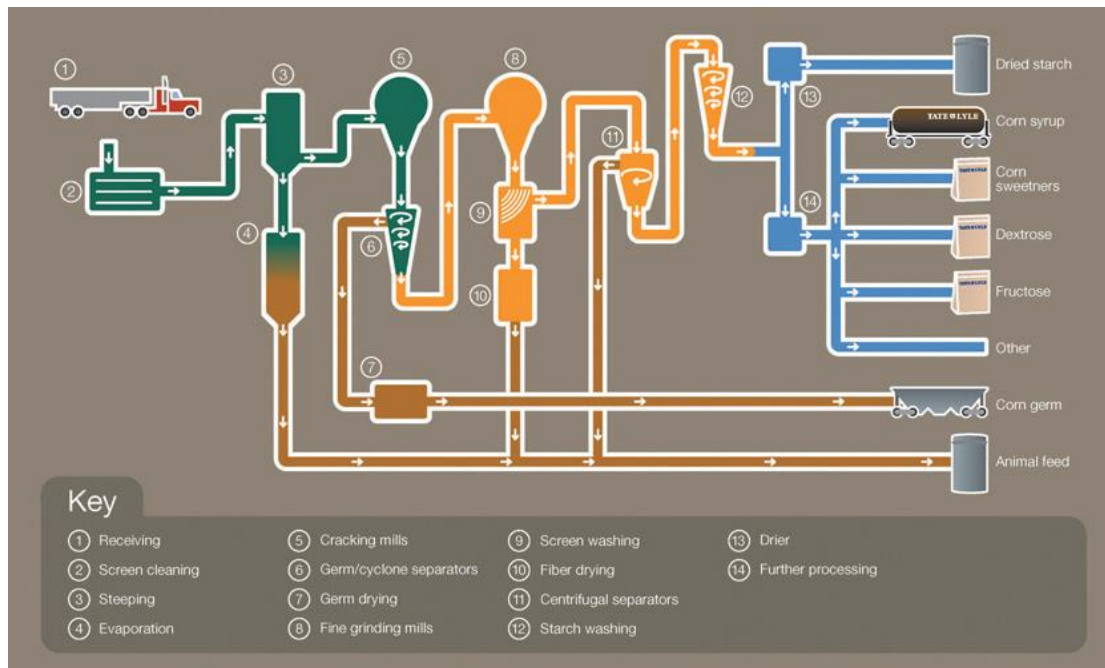
#### 4.3.2.1.1 Παραγωγή αμυλοσιροπίου

Η υγρή άλεση του καλαμποκιού είναι η διαδικασία με την οποία εξευγενίζεται το καλαμπόκι (αραβόσιτος) για την παραγωγή προϊόντων που χρησιμοποιούνται από εκατομμύρια ανθρώπους σε όλο τον κόσμο κάθε μέρα. Κατά τη διάρκεια αυτής της διαδικασίας, η οποία παραθέτετε στη παρακάτω εικόνα, από τη διαδικασία επεξεργασίας του καλαμποκιού δεν χάνεται τίποτα - κάθε μέρος του κάθε πυρήνα (του καλαμποκιού) χρησιμοποιείται κατά κάποιο τρόπο για να παραχθούν τα αντίστοιχα συστατικά.<sup>23</sup>

Δύο τύποι καλαμποκιού χρησιμοποιούνται: dent ή horse tooth corn (οδοντοειδής καρπός) και waxy (κηρώδης καρπός). Ο οδοντοειδής αραβόσιτος είναι ο πιο κοινός και χρησιμοποιείται για να παραχθεί το σιρόπι υψηλής φρουκτόζης, το άμυλο τροφίμων, η αιθανόλη και ζωοτροφές. Ο κηρώδης αραβόσιτος

<sup>23</sup> <http://www.tateandlyle.com/aboutus/ourindustry/pages/cornwetmilling.aspx> (ανάκτηση στις 12/04/2017)

χρησιμοποιείται κυρίως για τη δημιουργία σταθεροποιητών, πυκνωτικών και γαλακτωματοποιητών στη βιομηχανία τροφίμων.<sup>24</sup>



Εικόνα 14: Σχηματική απεικόνιση της διαδικασίας της υγρής άλεσης του καλαμποκιού (πηγή: <http://www.tateandlyle.com/aboutus/ourindustry/pages/cornwetmilling.aspx> ανάκτηση στις 12/04/2017)

### Στάδια παραγωγής<sup>25</sup>

#### ➤ **Καθάρισμα**

Πρώτα καθαρίζεται το κέλυφος του καλαμποκιού για να εξασφαλιστεί ότι είναι απαλλαγμένο από σκόνη και ξένα σώματα.

#### ➤ **Διαβροχή**

Μόλις καθαριστεί, το καλαμπόκι εμποτίζεται με νερό, που ονομάζεται νερό διαβροχής, στους 50 °C για 20 και 30 ώρες, κατά τη διάρκεια του συγκεκριμένου χρόνου διπλασιάζεται σε μέγεθος. Προστίθεται διοξείδιο του θείου στο νερό για να αποφευχθεί η υπερβολική ανάπτυξη βακτηριδίων. Καθώς διογκώνεται το καλαμπόκι και μαλακώνει, το ήπιο όξινο νερό διαβροχής αρχίζει να χαλαρώνει τους δεσμούς γλουτένης με το καλαμπόκι, και να απελευθερώνει το άμυλο. Το καλαμπόκι πηγαίνει για να άλεσμα. Το νερό διαβροχής δεν πετάτε. Συγκεντρώνεται σε ένα εξατμιστή για να συλλάβει τα θρεπτικά συστατικά, τα οποία χρησιμοποιούνται στη διατροφή των ζώων και στη ζύμωση.

<sup>24</sup> <http://www.tateandlyle.com/aboutus/ourindustry/pages/cornwetmilling.aspx> (ανάκτηση στις 12/04/2017)

<sup>25</sup> <http://www.tateandlyle.com/aboutus/ourindustry/pages/cornwetmilling.aspx> (ανάκτηση στις 12/04/2017)

➤ **Άλεσμα και διαχωρισμός**

Το καλαμπόκι αλέθεται σε μύλους για να διαχωριστεί το φύτρο από τα υπόλοιπα συστατικά (συμπεριλαμβανομένου του αμύλου, των ινών και της γλουτένης). Τώρα, σε μια μορφή πολτού, το καλαμπόκι ρέει προς το φύτρο ή σε «κυκλώνα» διαχωριστών για να απομακρυνθεί από το φύτρο του καλαμποκιού.

Το φύτρο του καλαμποκιού, το οποίο περιέχει περίπου 85% του ελαίου του καλαμποκιού, απομακρύνεται από τον πολτό και πλένεται. Στη συνέχεια ξηραίνεται και πωλείται για περαιτέρω επεξεργασία για την ανάκτηση του ελαίου.

➤ **Λεπτή άλεση και κοσκίνισμα**

Ο εναπομείναντος πολτός στη συνέχεια εγκαταλείπει το στάδιο διαχωρισμού για να οδηγηθεί στη λεπτή άλεση. Μετά την λεπτή άλεση, η οποία απελευθερώνει το άμυλο και τη γλουτένη από την ίνα, ο πολτός ρέει πάνω από σταθερές κοίλες οθόνες οι οποίες συλλαμβάνουν την ίνα, αλλά επιτρέπουν στο άμυλο και τη γλουτένη να περάσουν. Το εναιώρημα αμύλου-γλουτένης αποστέλλεται στους διαχωριστές αμύλου. Η ίνα του καλαμποκιού ξηραίνεται για να χρησιμοποιηθεί μετέπειτα στις ζωοτροφές.

➤ **Διαχωρισμός αμύλου και γλουτένης**

Το εναιώρημα αμύλου-γλουτένης περνάει μέσα από μια φυγόκεντρο, όπου η γλουτένη, η οποία είναι λιγότερο πυκνή από το άμυλο, εύκολα διαχωρίζεται από αυτό. Η γλουτένη ξηραίνεται και χρησιμοποιείται στις ζωοτροφές. Το άμυλο, εξακολουθεί να έχει ένα μικρό ποσοστό πρωτεϊνών, πλένεται για να απομακρυνθούν τα τελευταία ίχνη της πρωτεΐνης και να αφήσει ένα 99,5% καθαρό άμυλο. Το άμυλο μπορεί είτε να ξηραθεί και να πωληθεί ως άμυλο αραβοσίτου, ή μπορεί να τροποποιηθεί ώστε να μετατραπεί σε άλλα προϊόντα, όπως γλυκαντικά αραβοσίτου, σιρόπια αραβοσίτου, δεξτρόζη και φρουκτόζη.

## **Περαιτέρω επεξεργασία**

### **Μετατροπή αμύλου σε σιρόπι**

Για τη μετατροπή του αμύλου σε σιρόπι, το άμυλο, εναιωρείται σε νερό, υγροποιείται υπό την παρουσία ενός ενζύμου για να το μετατρέψει σε ένα διάλυμα χαμηλής δεξτρόζης. Ένα άλλο ένζυμο προστίθεται για να συνεχίσει τη διαδικασία μετατροπής. Ανά πάσα στιγμή η ενζυμική κατεργασία μπορεί να σταματήσει για να παραχθεί το σωστό μίγμα σακχάρων (όπως δεξτρόζη ή μαλτόζη) για σιρόπια ώστε να ανταποκρίνονται σε διαφορετικές ανάγκες. Σε ορισμένα σιρόπια, η μετατροπή του αμύλου σε σάκχαρα διακόπτεται σε πρώιμο στάδιο για να παραχθεί σιρόπι χαμηλής-μέσης γλυκύτητας. Σε άλλα σιρόπια, η διαδικασία αφήνεται να προχωρήσει μέχρις ότου το σιρόπι έχει γίνει σχεδόν δεξτρόζη. Το σιρόπι διυλίζεται σε φίλτρα, σε φυγοκεντρητές και στήλες ανταλλαγής ιόντων, και η περίσσεια του νερού εξατμίζεται. Τα σιρόπια παράγονται πωλούνται απευθείας, κρυσταλλώνονται

σε καθαρή δεξτρόζη, ή υποβάλλονται σε περαιτέρω επεξεργασία για να δημιουργηθεί σιρόπι υψηλής φρουκτόζης αραβοσίτου ή κρυσταλλική φρουκτόζη.<sup>26</sup>

### Η χρήση των ενζύμων στην υδρόλυση του αμύλου

Το άμυλο είναι η συχνότερη μορφή υδατάνθρακα αποθήκευσης στα φυτά. Χρησιμοποιείται από τα ίδια τα φυτά, από μικρόβια και από ανώτερους οργανισμούς έτσι υπάρχει μια μεγάλη ποικιλία ενζύμων σε θέση να καταλύουν την υδρόλυση του. Άμυλο από όλες τις φυτικές πηγές παρουσιάζεται, με τη μορφή κόκκων οι οποίες διαφέρουν σημαντικά ως προς το μέγεθος και τα φυσικά χαρακτηριστικά από είδος σε είδος. Οι χημικές διαφορές είναι λιγότερο σημαντικές. Η κύρια διαφορά είναι η αναλογία αμυλόζης προς αμυλοπηκτίνη π.χ. άμυλο αραβοσίτου από κηρώδη αραβόσιτο περιέχει μόνο 2% αμυλόζη αλλά αυτό από αμυλώδη αραβόσιτο περιέχει περίπου 80% αμυλόζη. Μερικά άμυλα, για παράδειγμα από την πατάτα, περιέχουν ομοιοπολικά δεσμευμένο φώσφορο σε μικρές ποσότητες (0,2% περίπου), όπου έχει σημαντικές επιπτώσεις επί των φυσικών ιδιοτήτων του αμύλου, αλλά δεν αλληλοεπιδρά με την υδρόλυση του. Η όξινη υδρόλυση του αμύλου είχε ευρεία χρήση στο παρελθόν. Έχει πλέον αντικατασταθεί σε μεγάλο βαθμό από ενζυμικές μεθόδους, όπως η χρήση ανθεκτικών στη διάβρωση υλικά.<sup>27</sup>

Από τις δύο συνιστώσες του αμύλου, η αμυλοπηκτίνη παρουσιάζει την μεγάλη πρόκληση σε υδρολυτικά ενζυμικά συστήματα. Αυτό είναι λόγω των καταλοίπων που εμπλέκονται σε μια-1,6-γλυκοσιδικών σημείων διακλάδωσης που συνιστούν περίπου 4 - 6% της παρούσας γλυκόζης. Τα περισσότερα υδρολυτικά ένζυμα είναι ειδικά για α-1,4-γλυκοσιδικούς δεσμούς ακόμα οι α-1,6-γλυκοσιδικοί δεσμοί πρέπει επίσης να διασπαστούν για πλήρη υδρόλυση της αμυλοπηκτίνης σε γλυκόζη. Είναι αναγκαίο στο να υδρολυθεί το άμυλο σε μια ευρεία ποικιλία διεργασιών οι οποίες μπορούν να συμπυκνωθούν σε δύο βασικές κατηγορίες<sup>28</sup>:

- ✓ διεργασίες στις οποίες το προϊόν της υδρόλυσης του αμύλου χρησιμοποιείται από μικρόβια ή τον άνθρωπο, και
- ✓ διαδικασίες στις οποίες είναι αναγκαίο να εξαλειφθεί το άμυλο

Στις πρώτες διεργασίες, όπως η παραγωγή σιροπιού γλυκόζης, το άμυλο είναι συνήθως το κύριο συστατικό των μιγμάτων της αντίδρασης, ενώ στις τελευταίες διαδικασίες, όπως η επεξεργασία του χυμού ζαχαροκάλαμου, οι μικρές ποσότητες αμύλου που μολύνουν μη-αμυλούχα υλικά απομακρύνονται. Τα ένζυμα διαφόρων τύπων που χρησιμοποιούνται σε αυτές τις διαδικασίες. Αν και μπορούν να χρησιμοποιηθούν άμυλα από διαφορετικές φυτά, το καλαμπόκι είναι πιο

---

<sup>26</sup> <http://www.tateandlyle.com/aboutus/ourindustry/pages/cornwetmilling.aspx> (ανάκτηση στις 12/04/2017)

<sup>27</sup> <http://www1.lsbu.ac.uk/water/enztech/starch.html> (ανάκτηση στις 12/04/2017)

<sup>28</sup> <http://www1.lsbu.ac.uk/water/enztech/starch.html> (ανάκτηση στις 12/04/2017)

άφθονη πηγή του κόσμου και παρέχει το μεγαλύτερο μέρος του υποστρώματος που χρησιμοποιείται στην παρασκευή υδρολύματων αμύλου<sup>29</sup>.

Υπάρχουν τρία στάδια στη μετατροπή του αμύλου<sup>30</sup>:

- ✓ Η ζελατινοποίηση, που περιλαμβάνει την διάλυση μεγέθους νανογραμμαρίων των κόκκων αμύλου ώστε να σχηματιστεί ένα ιώδες εναιώρημα
- ✓ Η υγροποίηση, που περιλαμβάνει την μερική υδρόλυση του αμύλου, με ταυτόχρονη απώλεια ιώδους και
- ✓ Τη σακχαροποίηση, που περιλαμβάνει την παραγωγή γλυκόζης και μαλτόζης με περαιτέρω υδρόλυση.

Η ζελατινοποίηση επιτυγχάνεται με θέρμανση του αμύλου με νερό, και αναγκαστικά πραγματοποιείται και όταν τα αμυλούχα τρόφιμα μαγειρεύονται. Ζελατινοποιημένο άμυλο εύκολα υγροποιείται με μερική υδρόλυση με ένζυμα ή οξέα και σακχαροποιείται περαιτέρω με όξινη ή ενζυμική υδρόλυση<sup>31</sup>.

#### 4.3.2.1.2 Ανθρακικό και υδατικό αποτύπωμα για το αμυλοσιρόπιο

##### Ανθρακικό

Όσον αφορά το ανθρακικό αποτύπωμα για το αμυλοσιρόπιο, τα δεδομένα προήλθαν από **European starch industry association (AAF)**. Για την καλλιέργεια των πρώτων υλών οι εκπομπές σε GHG ανέρχονται σε 617 kg CO<sub>2</sub> eq ανά τόνο και για τη βιομηχανική επεξεργασία ανέρχονται σε 332 kg CO<sub>2</sub> eq ανά τόνο.<sup>32</sup>

##### Υδατικό

Για το υδατικό αποτύπωμα, τα στοιχεία όπως και για τα προηγούμενα συστατικά αναφέρονται για τις τρεις συνιστώσες του υδατικού αποτυπώματος. Συγκεκριμένα, τα δεδομένα αυτά προήλθαν από μια μελέτη και αφορούν την Πορτογαλία.

Πίνακας 8: Το πράσινο, το μπλε και το γκρι υδατικό αποτύπωμα για το αμυλοσιρόπιο (πηγή: Hoekstra et al., 2011)

	Green Water (m <sup>3</sup> /ton)	Blue Water (m <sup>3</sup> /ton)	Grey Water (m <sup>3</sup> /ton)
<b>Αμυλοσιρόπιο</b>	517	734	0

<sup>29</sup> <http://www1.lsbu.ac.uk/water/enztech/starch.html> (ανάκτηση στις 12/04/2017)

<sup>30</sup> <http://www1.lsbu.ac.uk/water/enztech/starch.html> (ανάκτηση στις 12/04/2017)

<sup>31</sup> <http://www1.lsbu.ac.uk/water/enztech/starch.html> (ανάκτηση στις 12/04/2017)

<sup>32</sup> <http://www.starch.eu/wp-content/uploads/2012/09/2012-08-Eco-profile-of-starch-products-summary-report.pdf> (ανάκτηση στις 12/04/2017)

#### 4.3.2.2 Πούλπα φράουλας

##### 4.3.2.2.1 Φρούτα και προϊόντα φρούτων

Στη κατηγορία των φρούτων εντάσσονται και τα αληθινά φρούτα και τα ψευδή (sprigious), τέτοια παραδείγματα αποτελούν οι σπόροι των καλλιεργημένων και των άγριων πολυετών φυτών. Τα φρούτα μπορούν να ταξινομηθούν ως πομώδη, πυρηνόκαρπα, ραγόκαρπα, τροπικά και υποτροπικά, ξηροί καρποί με σκληρό κέλυφος και άγρια φρούτα. (Belitz et al., 2006)

Ένα τέτοιο φρούτο αποτελεί και η φράουλα. Είναι αγγειόσπερμο, δικότυλο και ανήκει στην οικογένεια των Ροδίδων με 15 περίπου είδη ιθαγενή των βορείων εύκρατων περιοχών. Κατά πάσα πιθανότητα η καταγωγή της είναι από τη Χιλή.

##### 4.3.2.2.2 Προϊόντα Φρούτων

Η μικρή διατηρησιμότητα των περισσότερων φρούτων, η συχνή ανάγκη αποθήκευσης και διανομής του πλεονάσματος της συγκομιδής για μια παρατεταμένη χρονική περίοδο, προκάλεσε την χρήση ορισμένων διεργασιών επεξεργασίας και συντήρησης, οι οποίες παρέχουν πιο ανθεκτικά και σταθερά προϊόντα φρούτων. (Belitz et al., 2006)

Συγκεκριμένα, τέτοια προϊόντα φρούτων που προέρχονται ύστερα από κατάλληλες διεργασίες επεξεργασίας και συντήρησης είναι (Belitz et al., 2006):

- i. Αφυδατωμένα Φρούτα
- ii. Κονσερβοποιημένα Φρούτα
- iii. Φρούτα σε Βαθιά Κατάψυξη
- iv. Φρούτα σε Ρούμι, Φρούτα σε Σιρόπι Ζάχαρης κ.λ.π.
- v. Πούλπες (Pulp) και Εναιωρήματα (Slurry) Φρούτων
- vi. Μαρμελάδες εσπεριδοειδών (Marmalades), Μαρμελάδες άλλων φρούτων (Jams) και Πήκτες (Jellies)
- vii. Ζελές Γλυκού Δαμάσκηνου (Παστίλι, «Damson Cheese»)
- viii. Πηχτά Σιρόπια Φρούτων
- ix. Χυμοί Φρούτων
- x. Νέκταρ Φρούτων
- xi. Συμπυκνωμένοι Χυμοί Φρούτων
- xii. Σιρόπια Φρούτων
- xiii. Σκόνες Φρούτων

Όπως ήδη έχει αναφερθεί και παραπάνω, ο κύριος λόγος που η ανάλυση της χημικής σύστασης των φρούτων, εστιάζεται περισσότερο στη χημική ανάλυση της φράουλας, είναι ότι το τελικό προϊόν που εξετάζεται είναι το σιρόπι φράουλας και πιο συγκεκριμένα τα συστατικά που το αποτελούν. Γι' αυτό, παρακάτω θα αναλυθούν συγκεκριμένα προϊόντα φρούτων από τις κατηγορίες προϊόντων φρούτων που αναφέρονται.



#### 4.3.2.2.3 Πούλπες (Pulp) και Εναιωρήματα (Slurry) Φρούτων

Οι **πούλπες φρούτων** δεν είναι κατάλληλες για απευθείας κατανάλωση. Η πούλπα έχει την μορφή αλεσμένου νωπού φρούτου ή τεμάχια φρούτου είτε ολόκληρου είτε διαχωρισμένου, και όταν είναι απαραίτητο σταθεροποιείται με χημικά συντηρητικά. Το ελάχιστο στερεό υπόλειμμα των διαφόρων πουλπών είναι 7-11%. Για την παρασκευή πουλπών, το φρούτο, το οποίο έχει πλυθεί σε ειδικές μηχανές, ζεματίζεται ελαφρά με ατμό σε αγωγούς άτμισης ή σε αυτόκαυστα (precooking retors). (Belitz et al., 2006)

Το **εναιώρημα του φρούτου**, είναι ένα ενδιάμεσο προϊόν, το οποίο και αυτό δεν είναι κατάλληλο για άμεση κατανάλωση. Τα στάδια παραγωγής είναι ίδια με αυτά της πούλπας. Υπάρχει, ωστόσο, ένα επιπλέον στάδιο, η άλεση και το πέρασμα από σίτα (slurrying and straining). Τόσο η πούλπα, όσο και το εναιώρημα μπορούν να συντηρηθούν στην κατάψυξη. (Belitz et al., 2006)

Επιπλέον, οι διάφορες πούλπες φρούτων που απαντώνται στο εμπόριο, παρουσιάζουν ορισμένες φορές κάποιες μικρές διαφοροποιήσεις ως προς τον τρόπο παρασκευής τους από τις διάφορες εταιρείες παραγωγής. Ωστόσο, πρέπει να τονιστεί ότι η γενική φιλοσοφία ως προς τον τρόπο παραγωγής τους είναι η ίδια. Συγκεκριμένα υπάρχουν πούλπες όπου το φρούτο πολτοποιείται και περνά από διπλή παστερίωση χωρίς καθόλου προσθήκη νερού, δίνοντας με αυτό τον τρόπο ένα προϊόν μεγάλης διάρκειας και υψηλής παστερίωσης. Ενώ υπάρχουν πούλπες όπου κατασκευάζονται τουλάχιστον με 90% φράουλα και μόλις 10% ζάχαρη, χωρίς να περιέχουν χρωστικές ή κιτρικό οξύ.

#### 4.3.2.2.4 Ανθρακικό και υδατικό αποτύπωμα για τη πούλπα φράουλας

##### Ανθρακικό

Τα δεδομένα του ανθρακικού αποτυπώματος για τη πούλπα φράουλας, προέρχονται από μια μελέτη που διεξήχθη στο Ηνωμένο Βασίλειο και ανέρχεται στους 880 kg CO<sub>2</sub> eq ανά τόνο.

##### Υδατικό

Τα δεδομένα για το υδατικό αποτύπωμα, προέρχονται από μια μελέτη που αφορά την Ισπανία.

Πίνακας 9: Το πράσινο, το μπλε και το γκρι υδατικό αποτύπωμα για τη πούλπα φράουλας (πηγή: Hoekstra et al., 2011, & Mordini et al., 2009)

	Green Water (m <sup>3</sup> /ton)	Blue Water (m <sup>3</sup> /ton)	Grey Water (m <sup>3</sup> /ton)
<b>Πούλπα φράουλας</b>	97	167	47

## 4.4 Βασικές παράμετροι της συσκευασίας

### 4.4.1 Μέσα συσκευασίας και εδώδιμη συσκευασία τροφίμων

Η συσκευασία τροφίμων αποτελεί μια διαδικασία συντήρησης των τροφίμων εδώ και πολλά χρόνια. Ιστορικά ευρήματα, τοποθετούνται χρονικά ακόμα και στα προϊστορικά χρόνια, τρόπων συντήρησης των τροφίμων, την εποχή εκείνη Σταδιακά, με την εξέλιξη του ανθρώπου ένα νέο μέσον συντήρησης που ανακαλύφθηκε ήταν αυτό του γυαλιού, ενώ η χρήση του λευκοσιδηρού και μετέπειτα η χρήση πολυμερικών υλικών και του αλουμινίου, παράλληλα με την ολοένα αυξανόμενη σε μέγεθος των πόλεων και την ανάγκη για εύκολη και γρήγορη συντήρηση τροφίμων, με απώτερο σκοπό την άμεση ικανοποίηση των διευρυμένων αναγκών του ανθρώπου, τότε λοιπόν τέθηκαν τα θεμέλια της βιομηχανίας κατασκευής μέσων συσκευασίας, γνωρίζοντας μάλιστα ιδιαίτερη άνθιση. Με τον τρόπο αυτό, η βιομηχανία κατασκευής μέσων συσκευασίας κατόρθωσε να εισέλθει στη βιομηχανία τροφίμων και ποτών. Μάλιστα, τα τελευταία χρόνια, η εξέλιξή της είναι τόσο ραγδαία όπου πλέον κανείς συναντά, καινοτόμα μέσα συσκευασίας που έχουν να κάνουν με συνδυασμό εύκαμπτων υλικών (laminates) όπως το χαρτί, τα πολυμερικά υλικά και τα φύλλα αλουμινίου. (Κιοσέογλου & Μπλέκας, 2009)

Τα τρόφιμα συντηρούνται πλέον σε μεταλλικά, γυάλινα ή πλαστικά δοχεία, χαρτονοκιβώτια, χάρτινες ή πλαστικές μεμβράνες περιτύλιξης, σακούλες οι οποίες έχουν δημιουργηθεί με πρώτη ύλη το χαρτί ή πλαστική ύλη ή σε ημιεύκαμπτα μέσα συσκευασίας που προέρχονται από πολυστρωματικά υλικά. (Κιοσέογλου & Μπλέκας, 2009)

### 4.4.2 Μέσα συσκευασίας για τη παιδική κρέμα και το σιρόπι φράουλας

Στη παράγραφο αυτή, δίνεται μια γενική περιγραφή για τα μέσα συσκευασίας στο τομέα της βιομηχανίας των Τροφίμων και των Ποτών. Συγκεκριμένα, λόγω των υπό εξέταση υλικών συσκευασίας, της παιδικής κρέμας και του σιροπιού φράουλας, εστιάζει στα μεταλλικά δοχεία συσκευασίας και στα μέσα συσκευασίας από πολυμερικά υλικά.

Τα μέσα συσκευασίας για τη **παιδική κρέμα** είναι το μεταλλικό κουτί (aluminium rolling sheet), το εύκαμπτο πλαστικό καπάκι (Low Density Polyethylene, LDPE) και η τυπωμένη πλαστική ετικέτα υψηλής ευκρίνειας με τη μέθοδο της φλεξογραφίας (Polyvinyl Chloride, PVC) ενώ τα μέσα συσκευασίας για το **σιρόπι φράουλας** είναι το πλαστικό μπουκάλι (Polypropylene, PP), το πλαστικό καπάκι (Polypropylene, PP) και η τυπωμένη πλαστική ετικέτα υψηλής ευκρίνειας με τη μέθοδο της φλεξογραφίας (Polyvinyl Chloride, PVC). Στις παρακάτω ενότητες δίνονται κάποιες γενικές πληροφορίες για τα υλικά των μέσων συσκευασίας των υπό εξέταση προϊόντων.

#### **4.4.2.1.1 Μεταλλικά δοχεία συσκευασίας**

##### **Υλικά κατασκευής μεταλλικών μέσων συσκευασίας**

Τα υλικά κατασκευής των μεταλλικών μέσων συσκευασίας είναι ο λευκοσίδηρος, ο επιχρωμιωμένος χάλυβας, το αλουμίνιο και τα οργανικά επιχρίσματα. Ωστόσο, γίνεται αναφορά μόνο στο λευκοσίδηρο και στο αλουμίνιο λόγω της συσκευασίας της παιδικής κρέμας.

##### **Λευκοσίδηρος**

Ο λευκοσίδηρος ως υλικό κατασκευής μεταλλικών μέσων συσκευασίας, χρησιμοποιείται σε μεγάλο βαθμό σε πολλά τρόφιμα. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι παρουσιάζει ορισμένα πλεονεκτήματα. Σύμφωνα με τους Κιοσέογλου & Μπλέκα, 2009, μερικά από τα πλεονεκτήματα αυτά είναι «η σκληρότητα και η αντοχή στη μηχανική καταπόνηση, η σχετικώς εύκολη μορφοποίηση, η δυνατότητα για συγκόλληση με κασσιτεροκόλληση ή ηλεκτροσυγκόλληση, η μεγάλη θερμική αγωγιμότητα, ικανοποιητική αντίσταση στη διάβρωση και στην οξείδωση και δυνατότητα επικάλυψης με οργανικά επιχρίσματα και λιπαντικά, ενώ είναι και χαμηλού κόστους υλικό». Ακόμα, στη παραγωγή του λευκοσιδήρου χρησιμοποιούνται φύλλα μαλακού χάλυβα με διαφορετικό πάχος και διαφορετικούς τύπους μαλακού χάλυβα. (Κιοσέογλου & Μπλέκας, 2009)

##### **Αλουμίνιο**

##### **Παραγωγή αλουμινίου**

##### **Στάδια της παραγωγικής διαδικασίας αλουμινίου**

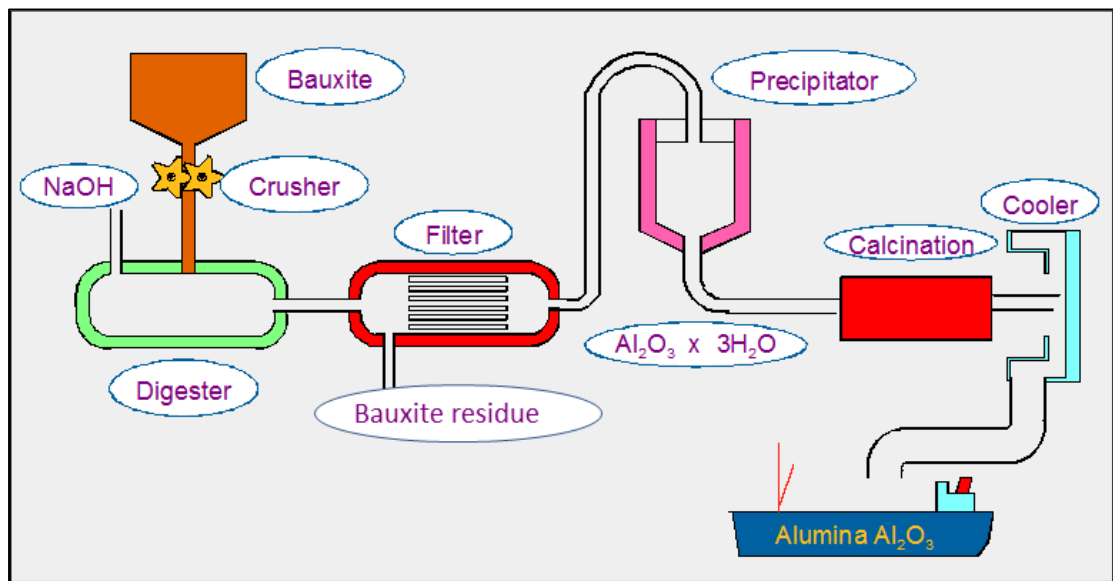
###### **➤ Εξόρυξη βωξίτη (bauxite mining)**

Η κοινή πρώτη ύλη για την παραγωγή αλουμινίου είναι ο βωξίτης όπου αποτελείται κυρίως από μία ή περισσότερες ενώσεις υδροξειδίου του αργιλίου, συν οξείδια του πυριτίου, του σιδήρου και τιτανίου ως οι κύριες ακαθαρσίες. Περισσότεροι από 200 εκατομμύρια τόνοι βωξίτη εξορύχθηκαν το 2010 σε όλο τον κόσμο. Οι κύριες θέσεις των αποθεμάτων βωξίτη βρέθηκαν σε μια ευρεία ζώνη γύρω από τον ισημερινό. Ο βωξίτης αυτή τη στιγμή εξάγεται στην Αυστραλία (πάνω από 60 εκατομμύρια τόνους ετησίως), Κεντρική και Νότια Αμερική (Τζαμάικα, τη Βραζιλία, το Σουρινάμ, τη Βενεζουέλα, Γουιάνα), την Αφρική (Γουινέα), την Ασία (Ινδία, Κίνα), τη Ρωσία, το Καζακστάν και στην Ευρώπη (Ελλάδα). Ο βωξίτης εκχυλίζεται κυρίως από ορυχεία. (European aluminium association, 2013)

###### **➤ Παραγωγή αλουμίνιας (alumina production)**

Ο βωξίτης πρέπει να μεταποιηθεί σε καθαρό οξείδιο του αργιλίου (αλουμίνια) πριν να μπορεί να μετατραπεί σε αλουμίνιο με ηλεκτρόλυση. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω της χρήσης της χημικής μεθόδου Bayer σε διυλιστήρια αλουμίνιας. Το οξείδιο του αργιλίου που περιέχεται στο βωξίτη επιλεκτικά διυλίζεται από τις άλλες ουσίες με ένα αλκαλικό διάλυμα μέσα σε ένα χωνευτήρα. Η καυστική σόδα και η άσβεστος είναι τα κύρια αντιδρώντα σε αυτή τη διαδικασία έκπλυσης η

οποία λαμβάνει χώρα σε αυτόκλειστα σε θερμοκρασία μεταξύ 100 και 350 °C (ανάλογα με την αντιδραστικότητα της αλουμίνας). Το διάλυμα στη συνέχεια διηθείται για να απομακρυνθούν όλα τα αδιάλυτα σωματίδια που συνιστούν το υπόλειμμα του βωξίτη (ονομάζεται επίσης «κόκκινη λάσπη»). Κατά την ψύξη, το υδροξείδιο του αλουμινίου στη συνέχεια καταβυθίζεται από το διάλυμα σόδας, πλένεται και ξηραίνεται, ενώ το διάλυμα σόδας ανακυκλώνεται. Το υδροξείδιο του αργιλίου στη συνέχεια πυρώνεται, συνήθως σε φούρνους ρευστοποιημένης κλίνης, στους περίπου 1100 °C. Το τελικό προϊόν, οξείδιο του αργιλίου ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), είναι μια λεπτόκοκκη λευκή σκόνη. (European aluminium association, 2013)



Εικόνα 15: Διαδικασία παραγωγής αλουμίνας (πηγή: European aluminium association, 2013)

Περίπου 2,3 τόνοι βωξίτη χρησιμοποιούνται στην Ευρώπη ανά τόνο αλουμίνας. Η διεργασία της πύρωσης και, σε μικρότερο βαθμό, η διαδικασία της έκπλυσης καταναλώνει το μεγαλύτερο μέρος της θερμικής ενέργειας. Περίπου 10 GJ θερμικής ενέργειας χρησιμοποιείται ανά τόνο αλουμίνας καθώς και 180 kWh / t του ηλεκτρισμού. (European aluminium association, 2013)

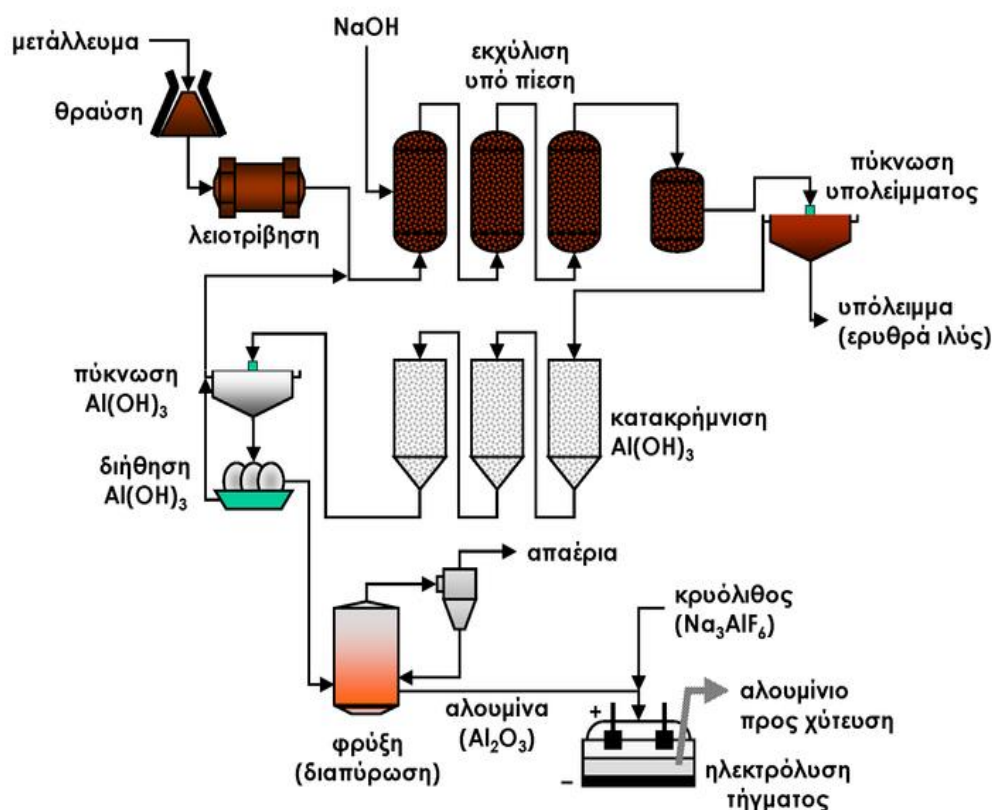
Τα στερεά απόβλητα που προκύπτουν κατά την παραγωγή αλουμίνας, αποτελούνται από 2 κύρια ρεύματα (European aluminium association):

- απορρίμματα, αδρανή υλικά και άμμο τα οποία διαχωρίζονται από το μέταλλευμα βωξίτη πριν τη διαδικασία έκπλυσης
- το υπόλειμμα της διαδικασίας έκπλυσης: υπόλειμμα βωξίτη.

#### ➤ Ηλεκτρόλυση

Το πρωτογενές αλουμίνιο παράγεται σε εργοστάσια ηλεκτρόλυσης (συνχά ονομάζονται «χυτήρια»), όπου η καθαρή αλουμίνα ανάγεται σε μέταλλο αλουμίνιο με τη διαδικασία Hall-Héroult. Μετάξύ 1.920 και 1.925 kg αλουμίνας είναι απαραίτητα για την παραγωγή 1 τόνου αλουμινίου. Η αναγωγή της αλουμίνας σε υγρό αλουμίνιο γίνεται σε περίπου 950 βαθμούς Κελσίου σε ένα φθοριωμένο λουτρό (δηλ. κρυόλιθος) υπό ηλεκτρικό ρεύμα υψηλής έντασης. Αυτή η διαδικασία

λαμβάνει χώρα σε ηλεκτρολυτικές κυψέλες (ή «λεκάνες»), όπου κάθοδοι άνθρακα σχηματίζουν τον πυθμένα της λεκάνης και ενεργούν ως το αρνητικό ηλεκτρόδιο. Οι άνοδοι άνθρακα (θετικά ηλεκτρόδια) συγκρατούνται στην κορυφή της λεκάνης και καταναλώνονται κατά τη διάρκεια της διαδικασίας, όταν αντιδρούν με το οξυγόνο που προέρχεται από την αλουμίνα (European aluminium association, 2013). Τελικώς, το αλουμίνιο παράγεται με ηλεκτρόλυση τήγματος κρυολίθου ( $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ ) – αλουμίνας ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ). Η ηλεκτρόλυση χρησιμοποιείται και για τον καθαρισμό ακάθαρτων μετάλλων, οπότε γίνεται λόγος για ηλεκτρολυτικό καθαρισμό.<sup>33</sup>



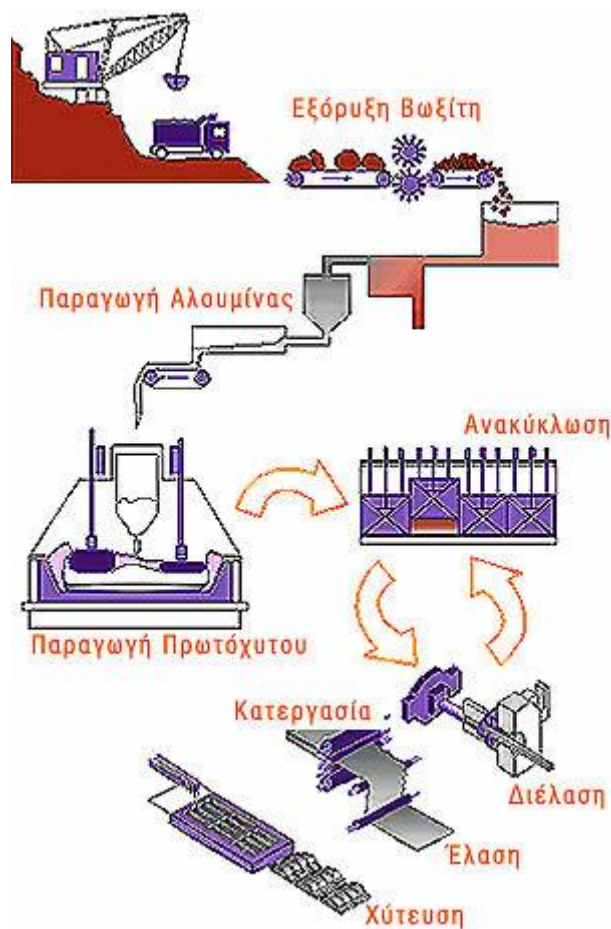
Εικόνα 16: Στάδια παραγωγής αλουμινίου από βωξίτη, συνδυάζοντας την υδρομεταλλουργία (εκχύλιση), πυρομεταλλουργία (φρύξη) και ηλεκτρομεταλλουργία (ηλεκτρόλυση τήγματος) (πηγή: [https://el.wikipedia.org/wiki/Εξαγωγική\\_μεταλλουργία#/media/File:Aluminum-production-greek.png](https://el.wikipedia.org/wiki/Εξαγωγική_μεταλλουργία#/media/File:Aluminum-production-greek.png) (ανάκτηση στις 11/04/2017))

Το 2010, η μέση κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας σε χυτήρια της Ευρώπης ήταν 14.887 kWh / τόνο. Το 2005, η μέση κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας ήταν 14.914 kWh / τόνο παραγόμενου αλουμινίου στην Ευρώπη. Για το εισαγόμενο πρωτογενές αλουμίνιο το οποίο αντιπροσωπεύει το 44% της χρήσης, η μέση κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας ήταν 15.500 kWh / τόνο το 2010. Το 2005, αυτός

<sup>33</sup> [https://el.wikipedia.org/wiki/Εξαγωγική\\_μεταλλουργία](https://el.wikipedia.org/wiki/Εξαγωγική_μεταλλουργία) (ανάκτηση στις 11/04/2017)

ο μέσος όρος κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας ήταν 15.227 kWh / τόνο εισαγόμενων αλουμινίου.(European aluminium association, 2013)

Το μέταλλο που παράγεται με τη διαδικασία της ηλεκτρόλυσης της αλουμίνας, είτε σαν καθαρό αλουμίνιο είτε σαν κράμα αλουμινίου ονομάζεται **Πρωτόχυτο Αλουμίνιο**. Μία άλλη πηγή αλουμινίου, με ιδιαίτερο ενδιαφέρον όσον αφορά την ενέργεια, είναι η επανάκτηση και επαναχύτευση κομματιών που ήδη έχουν χρησιμοποιηθεί SCRAP. Το αλουμίνιο που παράγεται από την επανάκτηση του scrap ονομάζεται **Δευτερόχυτο Αλουμίνιο**. Το δευτερόχυτο αλουμίνιο, ύστερα από τη τήρηση μιας σωστής παραγωγικής διαδικασίας μπορεί να έχει τις ίδιες ιδιότητες και χαρακτηριστικά με αυτά του πρωτόχυτου αλουμινίου.<sup>34</sup>



Εικόνα 17: Διαδικασία παραγωγής πρωτόχυτου αλουμινίου (πηγή: <http://www.ateo-oe.gr/aluminio-pliories/technologies-aluminiumi/paragogi-protixitou-deuterixitou-aluminiumi.html> ανάκτηση στις 11/04/2017)

<sup>34</sup> <http://www.ateo-oe.gr/aluminio-pliories/technologies-aluminiumi/paragogi-protixitou-deuterixitou-aluminiumi.html> (ανάκτηση στις 11/04/2017)



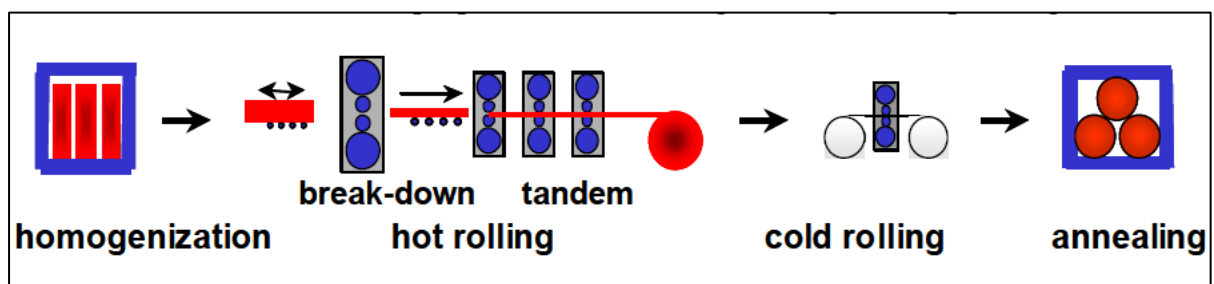
## Παραγωγή φύλλων αλουμινίου

### Στάδια παραγωγής

Με ένα πάχος που κυμαίνεται μεταξύ 0,2 και 6 mm, το φύλλο είναι το πιο κοινό προϊόν αλουμινίου έλασης (aluminium rolled product). Το αρχικό απόθεμα για τα περισσότερα προϊόντα έλασης είναι η DC (Direct Chill ημι-συνεχούς χύτευσης) ράβδος. Το μέγεθος της ράβδου εξαρτάται από το μέγεθος της διαθέσιμης μονάδας DC, η χωρητικότητα του μύλου της θερμής έλασης, είναι ο όγκος που απαιτείται για μια συγκεκριμένη τελική χρήση και σε κάποιο βαθμό τα κράματα γίνονται καστ. Ράβδοι έως και πάνω από 32 τόνους σε βάρος, 500 - 600 mm πάχους, πλάτους 2,000 mm και 9,000 mm μήκος παράγονται. Πριν από τις διαδικασίες τυλίγματος, η διαδικασία της έλασης μηχανικά, κόβει τα άκρα (πριόνισμα) και ακόμη τις επιφάνειες (scalping). Σύμφωνα με το βαθμό κράματος, μια θερμική κατεργασία ομογενοποίησης μπορεί να εφαρμοστεί. Η DC ράβδος στη συνέχεια προ-θερμαίνεται σε περίπου 500 °C πριν από τις διαδοχικές διελεύσεις μέσω ενός θερμού μύλου έλασης όπου μειώνεται το πάχος σε περίπου 4 - 6 mm,. η λωρίδα από τη θερμική έλαση τυλίγεται και αποθηκεύεται πριν το στάδιο της ψυχρής έλασης, που γίνεται συνήθως στον ίδιο χώρο. Το τελικό πάχος της λωρίδας της ψυχρής έλασης ή το φύλλο συνήθως κυμαίνεται μεταξύ 0,2 και 2 mm.(European aluminium association, 2013)

Οι τελικές διαδικασίες στη παραγωγή φύλλων αλουμινίου περιλαμβάνουν (European aluminium association, 2013):

- ταξινόμηση κατά μέγεθος
- ανόπτηση σύμφωνα με το βαθμό του κράματος
- παρασκευή τελικής επιφάνειας (εξαιρουμένων επικάλυψης ή / και της ζωγραφικής)



Εικόνα 18: Κύρια στάδια της μεθόδου της παραγωγής φύλλου αλουμινίου (πηγή: European aluminium association, 2013)



#### 4.4.2.1.2 Μέσα συσκευασίας από πολυμερή υλικά

Η παρουσία των πολυμερών υλικών στο τομέα της συντήρησης των τροφίμων τα τελευταία χρόνια έχει γνωρίσει ιδιαίτερη άνθιση, αντικαθιστώντας τα παραδοσιακά υλικά των μέσων συσκευασίας (λευκοσίδηρος, γυαλί & χαρτί). Τα κυριότερα πολυμερικά υλικά που βρίσκουν εφαρμογές στη συσκευασία των τροφίμων είναι η αναγεννημένη κυτταρίνη, πολυολεφίνες, όπως πολυαιθυλένιο (PE) και πολυπροπυλένιο (PP), πολυμερή του βινυλίου, όπως πολυβινυλοχλωρίδιο (PVC), πολυβινυλιδενοχλωρίδιο (PVdC), συμπολυμερές αιθυλενίου και βινυλικής αλκοόλης (EVOH) και πολυστυρένιο (PS), πολυεστέρες και πολυαμίδια. (Κιοσέογλου & Μπλέκας, 2009)

Plastic Identification Code	Type of plastic polymer	Properties	Common Packaging Applications
	Polyethylene Terephthalate (PET, PETE)	Clarity, strength, toughness, barrier to gas and moisture.	Soft drink, water and salad dressing bottles; peanut butter and jam jars
	High Density Polyethylene (HDPE)	Stiffness, strength, toughness, resistance to moisture, permeability to gas	Milk, juice and water bottles; trash and retail bags.
	Polyvinyl Chloride (V)	Versatility, clarity, ease of blending, strength, toughness	Juice bottles; cling films; PVC piping
	Low Density Polyethylene (LDPE)	Ease of processing, strength, toughness, flexibility, ease of sealing, barrier to moisture.	Frozen food bags; squeezable bottles, e.g. honey, mustard; cling films; flexible container lids.
	Polypropylene (PP)	Strength, toughness, resistance to heat, chemicals, grease and oil, versatile, barrier to moisture	Reusable microwaveable ware; kitchenware; yogurt containers; margarine tubs; microwaveable disposable take-away containers; disposable cups and plates.
	Polystyrene (PS)	Versatility, clarity, easily formed	Egg cartons; packing peanuts; "Styrofoam"; disposable cups, plates, trays and cutlery; disposable take-away containers;
	Other (often polycarbonate or ABS)	Dependent on polymers or combination or polymers	Beverage bottles; baby milk bottles; electronic casing.

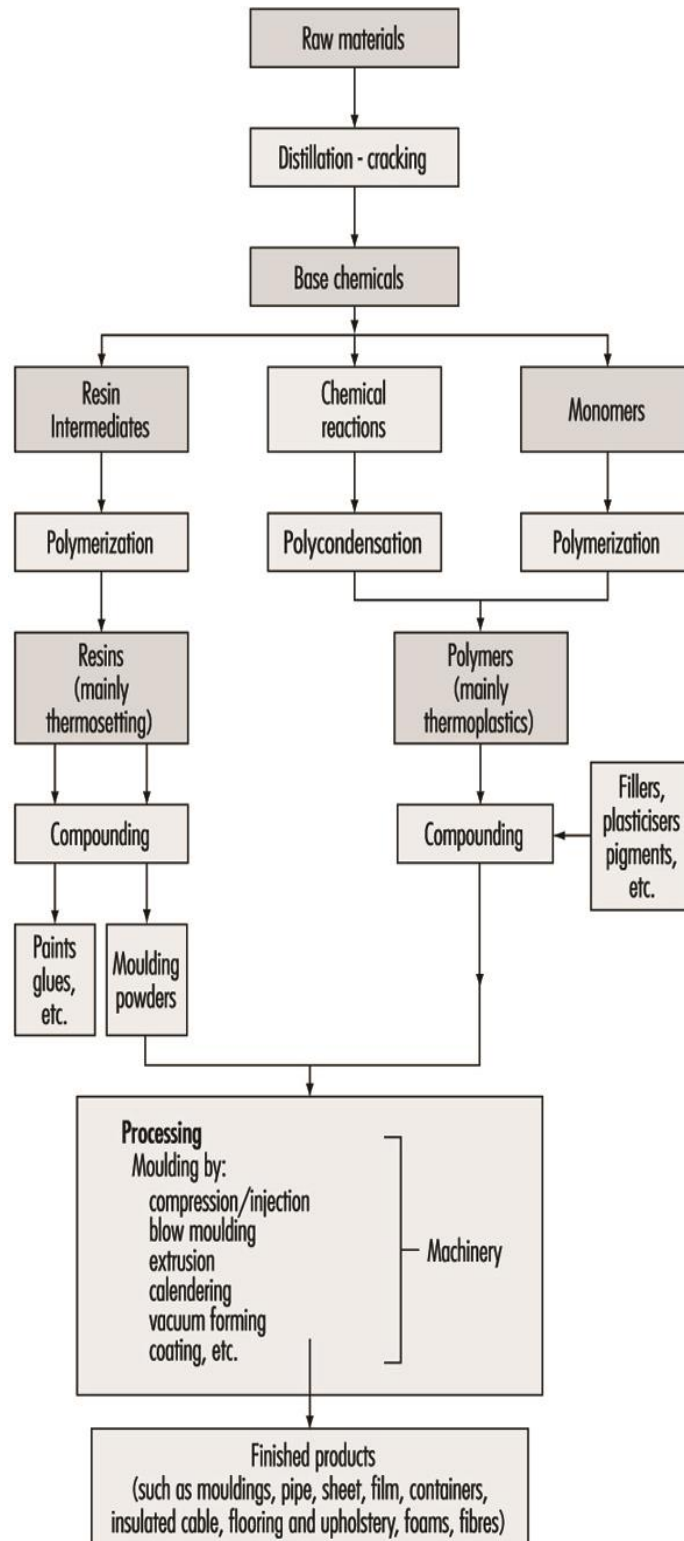
Εικόνα 19: Κωδικοί ανακύκλωσης πολυμερών (πηγή: <https://gr.pinterest.com/pin/235102043019907916/>, ανάκτηση στις 10/04/2017)

### Στάδια επεξεργασίας της βιομηχανίας πλαστικών

Η βιομηχανία πλαστικών χωρίζεται σε δύο μεγάλους τομείς. Ο πρώτος τομέας περιλαμβάνει τους προμηθευτές πρώτων υλών που κατασκευάζουν πολυμερή και ενώσεις χυτεύσεως από ενδιάμεσα τα οποία μπορούν επίσης να έχουν παραγάγει οι ίδιοι. Από την άποψη του επενδυμένου κεφαλαίου είναι συνήθως ο μεγαλύτερος τομέας από τους δύο τομείς. Ο δεύτερος τομέας αποτελείται από επεξεργαστές οι οποίοι μετατρέπουν τις πρώτες ύλες σε εκμεταλλεύσιμα στοιχεία χρησιμοποιώντας διάφορες διαδικασίες όπως εξώθησης και χύτευσης με έγχυση. Άλλοι τομείς περιλαμβάνουν κατασκευαστές μηχανημάτων που προμηθεύουν εξοπλισμό για τους μεταποιητές και τους προμηθευτές των ειδικών προσθέτων που χρησιμοποιούνται στη βιομηχανία.<sup>35</sup>

---

<sup>35</sup> <http://www.iloencyclopaedia.org/part-xii-57503/chemical-processing/examples-of-chemical-processing-operations/128-examples-of-chemical-processing-operations/plastics-industry> (ανάκτηση στις 11/04/2017)



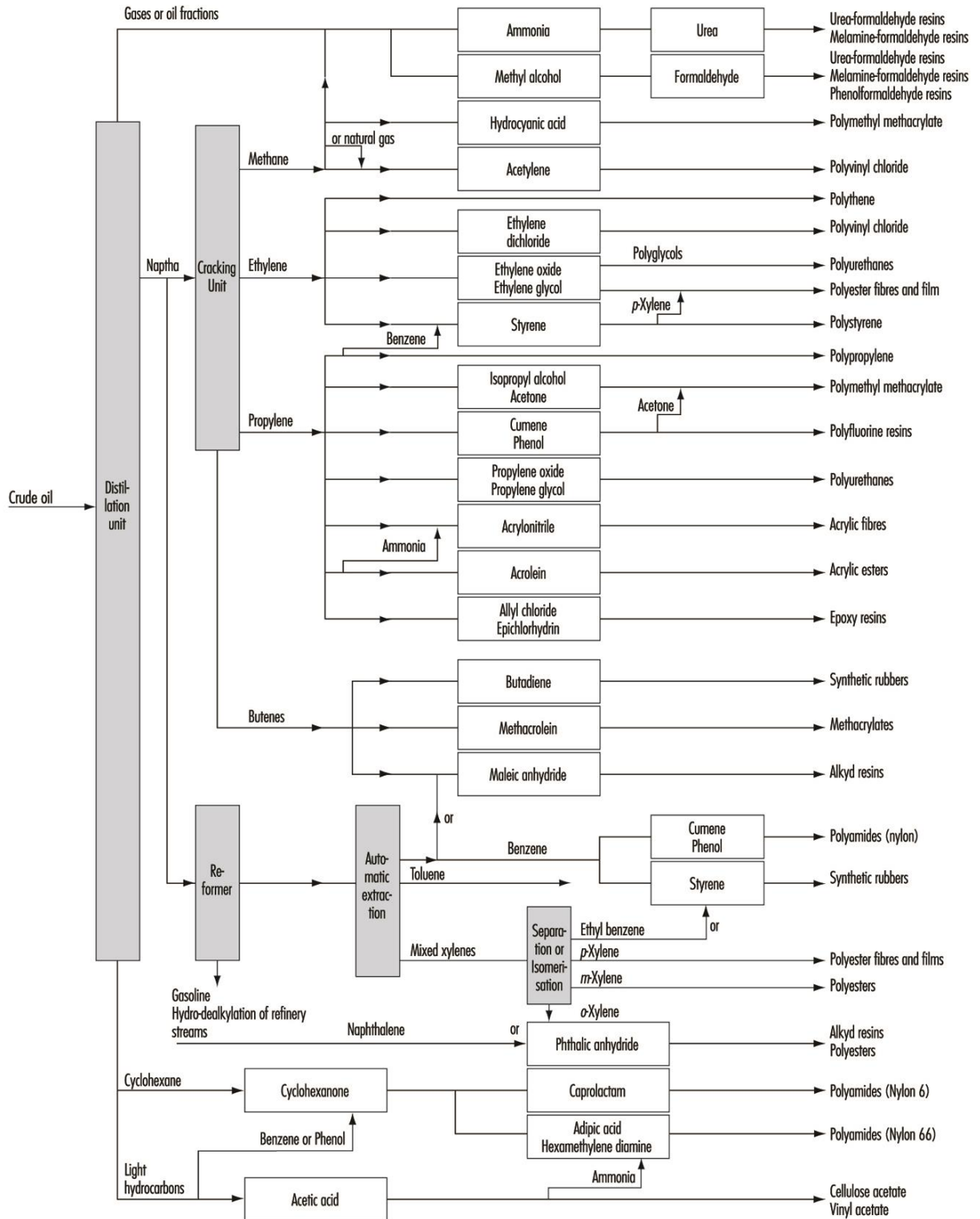
Εικόνα 20: Αλληλουχία σταδίων παραγωγής στην επεξεργασία των πλαστικών (πηγή: <http://www.iloencyclopaedia.org/part-xii-57503/chemical-processing/examples-of-chemical-processing-operations/128-examples-of-chemical-processing-operations/plastics-industry> ανάκτηση στις 11/04/2017)

### Στάδια επεξεργασίας πλαστικών<sup>36</sup>

- Πρώτες ύλες (raw materials).
  - Ανάμειξη (compounding)
    - Διαδικασίες μετατροπής (conversion processes)
      - Χύτευση με συμπίεση (compression moulding)
      - Χύτευση μεταφοράς (transfer moulding)
      - Χύτευση με έγχυση (injection moulding)
      - Εξώθηση (extrusion)
      - Συμπίεση (calendaring)
      - Χύτευση με εμφύσηση (blow moulding)
      - Περιστροφική χύτευση (rotational moulding)
      - Χύτευση ταινία (film casting)
      - Thermo-forming
      - Vacuum-forming
      - Πλαστικοποίηση (laminating)
        - Διεργασίες τεχνολογίας ρητίνης (resin technology processes)

---

<sup>36</sup><http://www.iloencyclopaedia.org/part-xii-57503/chemical-processing/examples-of-chemical-processing-operations/128-examples-of-chemical-processing-operations/plastics-industry> (ανάκτηση στις 11/04/2017)



Εικόνα 21: Παραγωγή των πρώτων υλών σε πλαστικά (πηγή: <http://www.iloencyclopaedia.org/part-xii-57503/chemical-processing/examples-of-chemical-processing-operations/128-examples-of-chemical-processing-operations/plastics-industry> ανάκτηση στις 11/04/2017)

#### 4.4.3 Ανθρακικό και υδατικό αποτύπωμα των υλικών συσκευασίας

Το ανθρακικό και το υδατικό αποτύπωμα των υλικών συσκευασίας, προήλθαν από διάφορες μελέτες.

Πίνακας 10: Ανθρακικό και υδατικό αποτύπωμα για τα υλικά συσκευασίας για τη παιδική κρέμα (πηγή: European Aluminium Industry, 2013 & Li Cong et al.,<sup>37</sup>)

Τυπωμένη πλαστική ετικέτα υψηλής ευκρίνειας με τη μέθοδο της φλεξογραφίας (Polyvinyl Chloride, PVC)	CO <sub>2</sub> -eq (kg CO <sub>2</sub> -eq/ton)	Green Water (m <sup>3</sup> /ton)	Blue Water (m <sup>3</sup> /ton)	Grey Water (m <sup>3</sup> /ton)
Παραγωγή	1.900,00	0,00	13,70	0,00
<b>Σύνολο</b>	<b>1.900,00</b>	<b>0,00</b>	<b>13,70</b>	<b>0,00</b>
Εύκαμπτο πλαστικό καπάκι (Low Density Polyethylene, LDPE)	CO <sub>2</sub> -eq (kg CO <sub>2</sub> -eq/ton)	Green Water (m <sup>3</sup> /ton)	Blue Water (m <sup>3</sup> /ton)	Grey Water (m <sup>3</sup> /ton)
Παραγωγή	2.100,00	0,00	13,70	0,00
<b>Σύνολο</b>	<b>2.100,00</b>	<b>0,00</b>	<b>13,70</b>	<b>0,00</b>
Μεταλλικό κουτί (aluminium sheet, aluminium rolling ingot)	CO <sub>2</sub> -eq (kg CO <sub>2</sub> -eq/ton)	Green Water (m <sup>3</sup> /ton)	Blue Water (m <sup>3</sup> /ton)	Grey Water (m <sup>3</sup> /ton)
Παραγωγή	568,00	0,00	33,15	24,28
<b>Σύνολο</b>	<b>568,00</b>	<b>0,00</b>	<b>33,15</b>	<b>24,28</b>

Πίνακας 11: Ανθρακικό και υδατικό αποτύπωμα για τα υλικά συσκευασίας για τη παιδική κρέμα (πηγή: European Aluminium Industry, 2013 & Li Cong et al.,<sup>38</sup>)

Τυπωμένη πλαστική ετικέτα υψηλής ευκρίνειας με τη μέθοδο της φλεξογραφίας (Polyvinyl Chloride, PVC)	CO <sub>2</sub> -eq (kg CO <sub>2</sub> -eq/ton)	Green Water (m <sup>3</sup> /ton)	Blue Water (m <sup>3</sup> /ton)	Grey Water (m <sup>3</sup> /ton)
Παραγωγή	1.900,00	0,00	13,70	0,00
<b>Σύνολο</b>	<b>1.900,00</b>	<b>0,00</b>	<b>13,70</b>	<b>0,00</b>
Πλαστικό καπάκι (Polypropylene, PP)	CO <sub>2</sub> -eq (kg CO <sub>2</sub> -eq/ton)	Green Water (m <sup>3</sup> /ton)	Blue Water (m <sup>3</sup> /ton)	Grey Water (m <sup>3</sup> /ton)
Παραγωγή	2.000,00	0,00	13,70	0,00
<b>Σύνολο</b>	<b>2.000,00</b>	<b>0,00</b>	<b>13,70</b>	<b>0,00</b>
Πλαστικό μπουκάλι (Polypropylene, PP)	CO <sub>2</sub> -eq (kg CO <sub>2</sub> -eq/ton)	Green Water (m <sup>3</sup> /ton)	Blue Water (m <sup>3</sup> /ton)	Grey Water (m <sup>3</sup> /ton)
Παραγωγή	2.000,00	0,00	13,70	0,00
<b>Σύνολο</b>	<b>2.000,00</b>	<b>0,00</b>	<b>13,70</b>	<b>0,00</b>

<sup>37</sup> <http://lup.lub.lu.se/luur/download?func=downloadFile&recordId=1543438&fileId=1543442> (ανάκτηση στις 28/05/2017)

<sup>38</sup> <http://lup.lub.lu.se/luur/download?func=downloadFile&recordId=1543438&fileId=1543442> (ανάκτηση στις 28/05/2017)

## 4.5 Βιβλιογραφία κεφαλαίου

ATEM, ΚΑΤΑΣΚΕΥΣ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ-ΣΙΔΗΡΟΥ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΤΑΛΛΟΥ, «Παραγωγή πρωτόχυτου και δευτερόχυτου αλουμινίου», [www.atem-oe.gr/alouminio-plirofories/tecnologies-alouminiou/paragogi-protoxitou-deuteroxitou-alouminiou.html](http://www.atem-oe.gr/alouminio-plirofories/tecnologies-alouminiou/paragogi-protoxitou-deuteroxitou-alouminiou.html)

Αυγουλάς Χρήστος Ε. & Παπαθεοχάρη Γιολάντα (2010), «Τα ζαχαρότευτλα και η καλλιέργειά τους», Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής, εργαστήριο Γεωργίας, Πανεπιστημιακές εκδόσεις, Αθήνα

Belitz H.-D., Grosch W., Schieberle P.(2006), «Χημεία Τροφίμων», εκδόσεις ΤΖΙΟΛΑ, 3<sup>η</sup> έκδοση, Αθήνα

ΒΙΚΙΠΑΙΔΕΙΑ, Η ελεύθερη εγκυκλοπαίδεια, «Σιτάρι», <https://el.wikipedia.org/wiki/Σιτάρι>

ΒΙΚΙΠΑΙΔΕΙΑ, Η ελεύθερη εγκυκλοπαίδεια, «Εξαγωγική μεταλλουργία», [https://el.wikipedia.org/wiki/Εξαγωγική\\_μεταλλουργία](https://el.wikipedia.org/wiki/Εξαγωγική_μεταλλουργία)

Dontwastethecrumbs.com, «How grain is milled», <http://dontwastethecrumbs.com/wp-content/uploads/2013/05/How-Grain-is-Milled.png>

Ελληνική Βιομηχανία Ζάχαρης Α.Ε, «Η παραγωγή της ζάχαρης» [www.ebz.gr](http://www.ebz.gr) , [http://www.ebz.gr/sugar\\_production.htm](http://www.ebz.gr/sugar_production.htm), [http://www.ebz.gr/sugar\\_production2.htm](http://www.ebz.gr/sugar_production2.htm), [http://www.ebz.gr/sugar\\_production\\_flow.htm](http://www.ebz.gr/sugar_production_flow.htm)

Encyclopaedia of Occupational Health & Safety (2011), «Plastics Industry», <http://www.iloencyclopaedia.org/part-xii-57503/chemical-processing/examples-of-chemical-processing-operations/128-examples-of-chemical-processing-operations/plastics-industry>

European aluminium association (2013), «*Environmental Profile Report for the European Aluminium Industry, April 2013-Data for the year 2010, Life Cycle Inventory data for aluminium production and transformation processes in Europe*», [european-aluminium.eu./media/1329/environmental-profile-report-for-the-european-aluminium-industry.pdf](http://european-aluminium.eu/media/1329/environmental-profile-report-for-the-european-aluminium-industry.pdf)

Gerber P., Vellinga T., Opio C., Henderson B., & Steinfeld H. (2010), «*Greenhouse Gas Emissions from the Dairy Sector A Life Cycle Assessment. International Dairy Federation and Food and Agriculture Organization of the United Nations*».

Hoekstra Arjen Y., Chapagain Ashok K., Aldaya Maite M., and Mekonnen Mesfin M. (2011), «*The Water Footprint Assessment Manual, Setting the Global Standard, Appendix II: Calculating the process Waterfootprint of growing a crop: An example for sugar beet in Valladolid (Spain), p. 135*», London, Washington, DC,



[http://waterfootprint.org/media/downloads/TheWaterFootprintAssessmentManual\\_2.pdf](http://waterfootprint.org/media/downloads/TheWaterFootprintAssessmentManual_2.pdf)

Hopewell Jefferson, Dvorak Robert and Kosior Edward (2009), «*Plastics recycling: challenges and opportunities*», US National Library of Medicine National Institutes of Health, Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2873020/>

Κιοσέογλου Βασίλειος & Μπλέκας Γεώργιος (2009), «*Αρχές Τεχνολογίας Τροφίμων*», Εκδόσεις Γαρταγάνη, Α' έκδοση, Θεσσαλονίκη

Klenk I., Landquist B., & de Imana O R., (2012), «*The product carbon footprint of EU beet sugar (part I).Sugar Industry-Zuckerindustrie*»

Li Cong., Ugoxhukwu Nwokoli Stephen «*Investigating the water footprint of Tetra Pak Carton Economy's beverage portofolio*», Division of Water Resources Engineering, Department of Building and Environmental Technology, Lund University, Sweden, <http://lup.lub.lu.se/luur/download?func=downloadFile&recordId=1543438&fileId=1543442>

Martin Chaplin (2014), Enzyme Technology, «*The use of enzymes in starch hydrolysis*», <http://www1.lsbu.ac.uk/water/enztech/starch.html>

Mekonnen Mesfin M., & Hoekstra Arjen. Y. (2010), «*The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop products, Value of Water Research Report Series. No. 47, UNESCO-IHE, Institute of Water Education, volume 2: Appendices*», UNESCO-IHE, Institute for Water Education, Delft, the Netherlands, <http://waterfootprint.org/media/downloads/Report47-WaterFootprintCrops-Vol2.pdf>

Mekonnen Mesfin M., & Hoekstra Arjen. Y. (2010), «*The green, blue and grey water footprint of farm animals and animal products, value of water research report series No.48, volume 1: Main report , volume 2: Appendices*», UNESCO-IHE, Institute for Water Education, Delft, the Netherlands <http://waterfootprint.org/media/downloads/Report-48-WaterFootprint-AnimalProducts-Vol2.pdf>, <http://waterfootprint.org/media/downloads/Report-48-WaterFootprint-AnimalProducts-Vol1.pdf>

Mekonnen Mesfin M., & Hoekstra Arjen Y (2012), «*A Global Assessment of the Water Footprint of farm Animal Products*», Department of Water Engineering and

Management, University of Twente, Netherlands,  
[http://waterfootprint.org/media/downloads/Mekonnen-Hoekstra-2012-WaterFootprintFarmAnimalProducts\\_1.pdf](http://waterfootprint.org/media/downloads/Mekonnen-Hoekstra-2012-WaterFootprintFarmAnimalProducts_1.pdf)

Mordini Manuela, Nemecek Thomas, Gaillard Gerard & Agroscope Reckenholz-Tanikon Research Station ART, (2009), «*Carbon and Water Footprint of Oranges and Strawberries, A literature review*», Zurich, Switzerland,  
<http://www.saiplatform.org/uploads/Library/WG%20Fruit%20-%20ART%20Final%20Report.pdf>

Pearce K N, «*Milk powder*», Food Science Section, New Zealand Dairy Research Institute, <https://nzic.org.nz/ChemProcesses/dairy/3C.pdf>

Pinterest, Ένας κατάλογος ιδεών από όλο τον κόσμο,  
<https://gr.pinterest.com/pin/235102043019907916/>

Shi, C.W.P., Rugrungruang F., Yeo Z., & Song B. (2011), «*Carbon footprint analysis for energy improvement in flour milling production. In Globalized Solutions for Sustainability in Manufacturing. Springer Berlin Heidelberg*».

SPX Flow Technology, «*Food & Beverage Equipment Overview*»,  
[www.spxflow.com/en/assets/\[df/spxft-007\\_food\\_beverage\\_overview\\_spx\\_tcm\\_11-7050.pdf](http://www.spxflow.com/en/assets/[df/spxft-007_food_beverage_overview_spx_tcm_11-7050.pdf)

TATE & LYLE, «*Corn wet milling*»,  
<http://www.tateandlyle.com/aboutus/ourindustry/pages/cornwetmilling.aspx>

Vercalsteren An., & Boonen Katrien (2015), «*Life Cycle Assessment study of starch products for the European starch industry association (AAF): sector study*», study accomplished under the authority of Starch Europe (the European starch industry association) 2015/SMAT/R/0083, vito, vision on technology,  
<http://www.starch.eu/wp-content/uploads/2015/05/LCA-study-summary-report-2015-update.pdf>

## 5 ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

### 5.1 Εισαγωγή

### 5.2 Προϊόν: Παιδική κρέμα και Σιρόπι φράουλας

#### 5.2.1 Καθορισμός σκοπού και αντικειμένου

Η παρούσα μελέτη στοχεύει στην καταγραφή, αποτύπωση, ανάλυση και εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων των περιβαλλοντικών επιπτώσεων από τη παραγωγή των υπό εξέταση προϊόντων, της παιδικής κρέμας και του σιροπιού φράουλας.

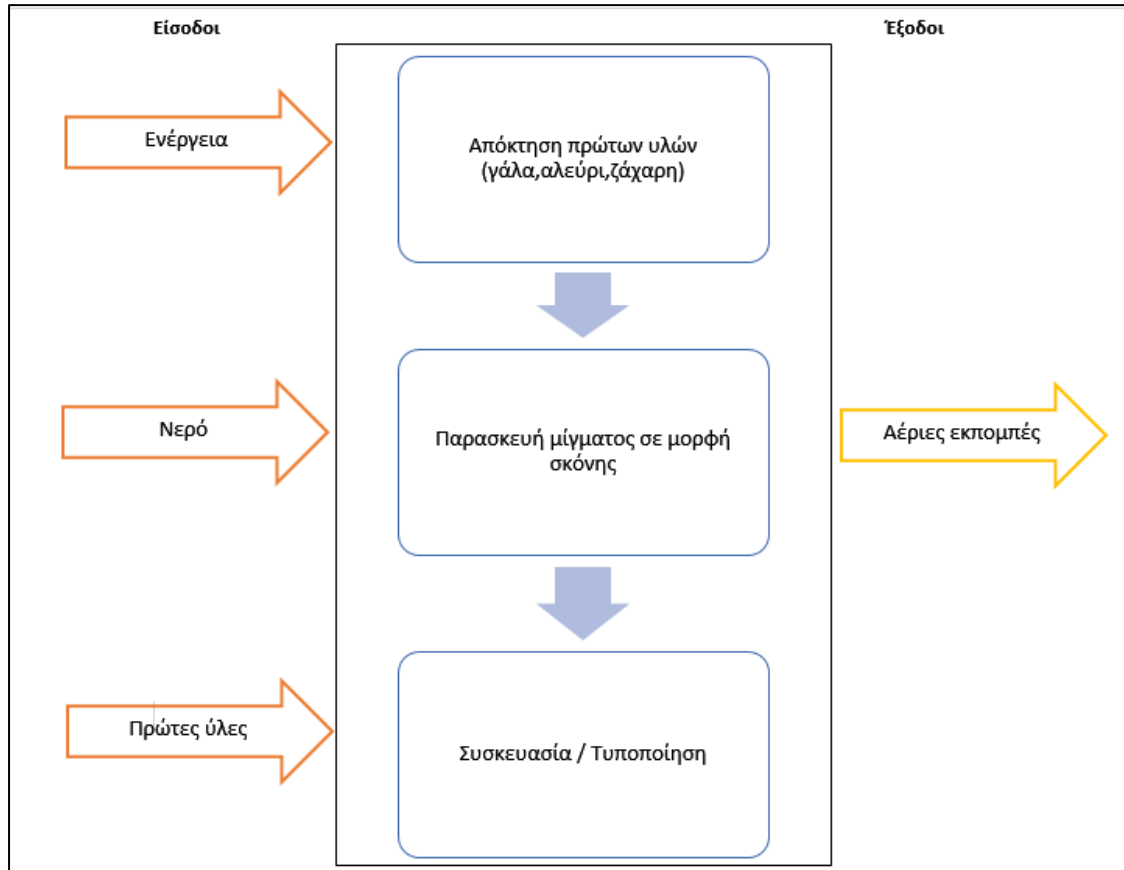
Με τη μελέτη που διενεργείται, έχει ως σκοπό τον υπολογισμό των συνολικών εισροών και εκροών, καθώς και των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που προκύπτουν από τη παραγωγή της παιδικής κρέμας και του σιροπιού φράουλας. Αναλυτικότερα, ο όρος «εισροές» χρησιμοποιείται για να περιγράψει το σύνολο των πρώτων υλών, της ενέργειας και του νερού (βιομηχανική χρήση νερού), στοιχεία απαραίτητα για τη παραγωγή της παιδικής κρέμας και του σιροπιού φράουλας. Αντιστοίχως, με τον όρο «εκροές» γίνεται αναφορά στις αέριες εκπομπές (ανθρακικό αποτύπωμα) και στη κατανάλωση νερού (υδατικό αποτύπωμα).

#### Λειτουργική Μονάδα (Functional Unit)

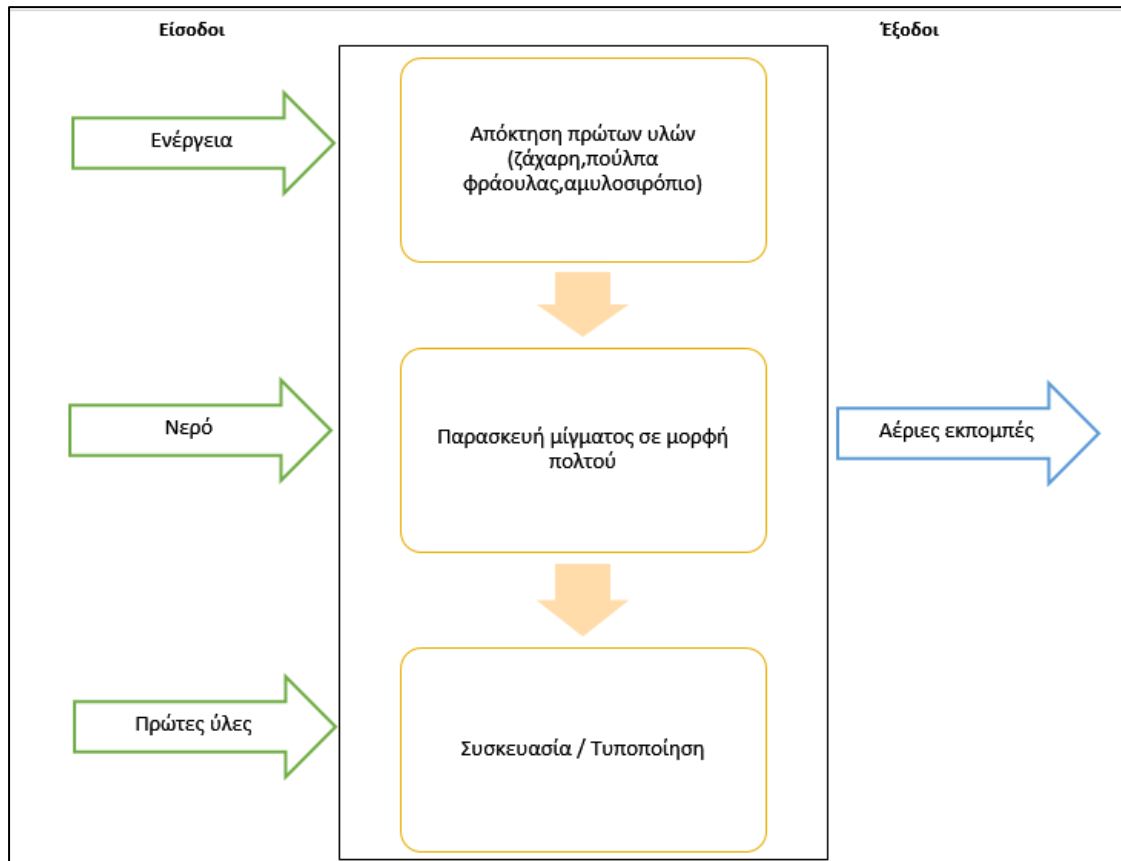
Η λειτουργική μονάδα που επιλέχθηκε στη παρούσα μελέτη είναι η παραγωγή 1 τμ παιδικής κρέμας και 1 τμ σιροπιού φράουλας.

#### Όρια του Συστήματος (System Boundaries)

Κατά το στάδιο απογραφής των δεδομένων, κάθε προϊόν θα πρέπει να παρουσιάζεται ως ένα σύστημα. Στη παρούσα μελέτη, τα όρια του συστήματος περιλαμβάνουν την απόκτηση πρώτων υλών, τη παραγωγή μίγματος σε μορφή σκόνης για τη παιδική κρέμα και τη παραγωγή μίγματος σε μορφή πολτού για το σιρόπι φράουλας και το στάδιο της συσκευασίας / τυποποίησης. Επίσης, στο διάγραμμα ροής δεν απεικονίζεται μόνο το κάθε στάδιο του συστήματος που μελετάται αλλά και οι εισροές και οι εκροές του συστήματος. Συγκεκριμένα, οι εισροές είναι η ηλεκτρική ενέργεια, η βιομηχανική χρήση του νερού και οι πρώτες ύλες ενώ οι εκροές περιλαμβάνουν τις αέριες εκπομπές, τα αέρια του θερμοκηπίου, που εκπέμπονται για τη παραγωγή της παιδικής κρέμας και του σιροπιού φράουλας, αντίστοιχα.



Σχήμα 2: Οριοθέτηση συστήματος-γενικό διάγραμμα ροής για τη παραγωγή παιδικής κρέμας



Σχήμα 3: Οριοθέτηση συστήματος-γενικό διάγραμμα ροής για τη παραγωγή σιροπιού φράουλας

### 5.2.2 Απογραφή δεδομένων (Inventory analysis)

Στη παρούσα μελέτη χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα από διάφορες πηγές, όπως θα αναφερθούν παρακάτω. Πρέπει, να τονιστεί ότι τα στοιχεία που συλλέχθηκαν αφορούν μετρήσεις για τον ρύπο που επιλέχθηκε να μελετηθεί, το διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) ενώ παράλληλα λήφθηκαν δεδομένα για τις τρεις συνιστώσες του υδατικού αποτυπώματος, τη μπλε, τη πράσινη και τη γκρι συνιστώσα. Συγκεκριμένα, οι τιμές του διοξειδίου του άνθρακα και των τριών συνιστωσών του υδατικού αποτυπώματος αφορούν τις πρώτες ύλες, την κατανάλωση ενέργειας και τη βιομηχανική χρήση του νερού, για τη παραγωγή της παιδικής κρέμας και του σιροπιού φράουλας. Έχοντας, ως σκοπό την εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, δηλαδή τον προσδιορισμό του ανθρακικού και του υδατικού αποτυπώματος για τη παιδική κρέμα και το σιρόπι φράουλας.

Στη συγκεκριμένη μελέτη χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα, για τις πρώτες ύλες και για τα υλικά συσκευασίας, για τη **παιδική κρέμα** από:

- Τιμές για το διοξείδιο του άνθρακα για τις πρώτες ύλες και για τα υλικά συσκευασίας
  - για το **αλεύρι** τα δεδομένα λήφθηκαν από τη μελέτη «*Carbon footprint analysis for energy improvement in flour milling production*».

*In Globalized Solutions for Sustainability in Manufacturing. Springer Berlin Heidelberg».*

- για τη **ζάχαρη** τα δεδομένα λήφθηκαν από τη μελέτη «*The product carbon footprint of EU beet sugar (part I). Sugar Industry-Zuckerindustrie*».
  - για τη **σκόνη γάλακτος** τα δεδομένα λήφθηκαν από τη μελέτη «*Greenhouse Gas Emissions from the Dairy Sector A Life Cycle Assessment. International Dairy Federation and Food and Agriculture Organization of the United Nations*».
  - για τη **τυπωμένη πλαστική ετικέτα** και για το **εύκαμπτο πλαστικό καπάκι** τα δεδομένα λήφθηκαν από τη μελέτη «*Plastics recycling: challenges and opportunities*».
  - για το **μεταλλικό κουτί** τα δεδομένα λήφθηκαν από τη μελέτη «*Environmental profile report for the European Aluminium Industry, April 2013-Data for the year 2010, Life Cycle Inventory data for aluminium production and transformation processes in Europe*».
- Τιμές για τις τρεις συνιστώσες του υδατικού αποτυπώματος για τις πρώτες ύλες και για τα υλικά συσκευασίας
- για το **αλεύρι** τα δεδομένα λήφθηκαν από τη μελέτη «*The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop products, Value of Water Research Report Series. No. 47, UNESCO-IHE, Institute of Water Education, volume 2: Appendices*».
  - για τη **ζάχαρη** τα δεδομένα λήφθηκαν από τη μελέτη «*Calculating the process Waterfootprint of growing a crop: An example for sugar beet in Valladolid (Spain)*»
  - για τη **σκόνη γάλακτος** τα δεδομένα λήφθηκαν από τη μελέτη «*The green, blue and grey water footprint of farm animals and animal products*».
  - για τα υλικά συσκευασίας, τη **τυπωμένη πλαστική ετικέτα**, το **εύκαμπτο πλαστικό καπάκι** και το **μεταλλικό κουτί**, τα δεδομένα λήφθηκαν από τη μελέτη «*Investigating the water footprint of Tetra Pak Carton Economy's beverage portfolio*»

Στη συγκεκριμένη μελέτη χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα, για τις πρώτες ύλες και για τα υλικά συσκευασίας, για το **σιρόπι φράουλας** από:

- ❖ Τιμές για το διοξειδίο του άνθρακα για τις πρώτες ύλες και τα υλικά συσκευασίας
  - για τη **ζάχαρη** τα δεδομένα λήφθηκαν από τη μελέτη «*The product carbon footprint of EU beet sugar (part I). Sugar Industry-Zuckerindustrie*».

- για το **αμυλοσιρόπιο** τα δεδομένα λήφθηκαν από τη μελέτη «*Life Cycle Assessment study of starch products for the European starch industry association (AAF): sector study*»
  - για τη **πούλπα φράουλας** τα δεδομένα λήφθηκαν από τη μελέτη «*Carbon and Water Footprint of Oranges and Strawberries, A literature review*»
  - για τη τυπωμένη **πλαστική ετικέτα**, το **πλαστικό καπάκι** και το **πλαστικό μπουκάλι**, τα δεδομένα λήφθηκαν από τη μελέτη «*Plastics recycling: challenges and opportunities*».
- ❖ Τιμές για τις τρεις συνιστώσες του υδατικού αποτυπώματος για τις πρώτες ύλες και τα υλικά συσκευασίας
- για τη **ζάχαρη** τα δεδομένα λήφθηκαν από τη μελέτη «*Calculating the process Waterfootprint of growing a crop: An example for sugar beet in Valladolid (Spain)*»
  - για το **αμυλοσιρόπιο** τα δεδομένα λήφθηκαν από τη μελέτη «*The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop products, Value of Water Research Report Series. No. 47, UNESCO-IHE, Institute of Water Education, volume 2: Appendices*».
  - για τη πούλπα φράουλας τα δεδομένα λήφθηκαν από τη μελέτη «*The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop products, Value of Water Research Report Series. No. 47, UNESCO-IHE, Institute of Water Education, volume 2: Appendixes*».
  - για τα υλικά συσκευασίας, τη **τυπωμένη πλαστική ετικέτα**, το **πλαστικό καπάκι** και το **πλαστικό μπουκάλι**, τα δεδομένα λήφθηκαν από τη μελέτη «*Investigating the water footprint of Tetra Pak Carton Economy's beverage portofolio*»



Πίνακας 12: Απογραφή δεδομένων για τα διάφορα στάδια κύκλου ζωής των βασικών συστατικών για τη παραγωγή παιδικής κρέμας

Απογραφή δεδομένων για τα διάφορα στάδια κύκλου ζωής των βασικών συστατικών για τη παραγωγή παιδικής κρέμας				
Αλεύρι	CO <sub>2</sub> -eq (kg CO <sub>2</sub> -eq/ton)	Green Water (m <sup>3</sup> /ton)	Blue Water (m <sup>3</sup> /ton)	Grey Water (m <sup>3</sup> /ton)
Καλλιέργεια σιταριού	289,39	1.202,00	16,00	189,00
Συγκομιδή & Μεταφορά για επεξεργασία	21,67			
Παραγωγή & Συσκευασία προϊόντος	183,62			
Διανομή	0,42			
<b>Σύνολο</b>	<b>495,10</b>	<b>1.202,00</b>	<b>16,00</b>	<b>189,00</b>
Ζάχαρη	CO <sub>2</sub> -eq (kg CO <sub>2</sub> -eq/ton)	Green Water (m <sup>3</sup> /ton)	Blue Water (m <sup>3</sup> /ton)	Grey Water (m <sup>3</sup> /ton)
Καλλιέργεια ζαχαρότευτλων	279,80	107,00	570,00	152,00
Συγκομιδή & Μεταφορά για επεξεργασία	31,70			
Παραγωγή & Συσκευασία προϊόντος	573,20			
<b>Σύνολο</b>	<b>884,70</b>			
Σκόνη γάλακτος	CO <sub>2</sub> -eq (kg CO <sub>2</sub> -eq/ton)	Green Water (m <sup>3</sup> /ton)	Blue Water (m <sup>3</sup> /ton)	Grey Water (m <sup>3</sup> /ton)
Βουστάσιο	913,00	2147,00	191,00	114,00
Μεταφορά από φάρμα σε γαλακτοβιομηχανία	16,00			
Επεξεργασία & παραγωγή προϊόντων γάλακτος	86,00			

Συσκευασία	38,00			
Διανομή	14,00			
<b>Σύνολο</b>	<b>1.067,00</b>	<b>2.147,00</b>	<b>191,00</b>	<b>114,00</b>
<b>Νερό</b>	<b>CO<sub>2</sub>-eq</b> (kg CO <sub>2</sub> -eq/ton)	<b>Green Water</b> (m <sup>3</sup> /ton)	<b>Blue Water</b> (m <sup>3</sup> /ton)	<b>Grey Water</b> (m <sup>3</sup> /ton)
	0,30	0,00	0,00	0,00
<b>Απογραφή δεδομένων για τα διάφορα στάδια κύκλου ζωής των υλικών συσκευασίας για τη παραγωγή παιδικής κρέμας</b>				
<b>Τυπωμένη πλαστική ετικέτα υψηλής ευκρίνειας με τη μέθοδο της φλεξογραφίας (Polyvinyl Chloride, PVC)</b>	<b>CO<sub>2</sub>-eq</b> (kg CO <sub>2</sub> -eq/ton)	<b>Green Water</b> (m <sup>3</sup> /ton)	<b>Blue Water</b> (m <sup>3</sup> /ton)	<b>Grey Water</b> (m <sup>3</sup> /ton)
Παραγωγή	1.900,00	0,00	13,70	0,00
<b>Σύνολο</b>	<b>1.900,00</b>	<b>0,00</b>	<b>13,70</b>	<b>0,00</b>
<b>Εύκαμπτο πλαστικό καπάκι (Low Density Polyethylene, LDPE)</b>	<b>CO<sub>2</sub>-eq</b> (kg CO <sub>2</sub> -eq/ton)	<b>Green Water</b> (m <sup>3</sup> /ton)	<b>Blue Water</b> (m <sup>3</sup> /ton)	<b>Grey Water</b> (m <sup>3</sup> /ton)
Παραγωγή	2.100,00	0,00	13,70	0,00
<b>Σύνολο</b>	<b>2.100,00</b>	<b>0,00</b>	<b>13,70</b>	<b>0,00</b>
<b>Μεταλλικό κουτί (aluminium sheet, aluminium rolling ingot)</b>	<b>CO<sub>2</sub>-eq</b> (kg CO <sub>2</sub> -eq/ton)	<b>Green Water</b> (m <sup>3</sup> /ton)	<b>Blue Water</b> (m <sup>3</sup> /ton)	<b>Grey Water</b> (m <sup>3</sup> /ton)
Παραγωγή	568,00	0,00	33,15	24,28

<b>Σύνολο</b>	<b>568,00</b>	<b>0,00</b>	<b>33,15</b>	<b>24,28</b>
---------------	---------------	-------------	--------------	--------------

<b>Παραγωγή</b>	
Ενέργεια για τη παραγωγή	0,99 ton CO <sub>2</sub> /MWh ή 0,99 kg CO <sub>2</sub> /kWh

Πίνακας 13: Απογραφή δεδομένων για τα διάφορα στάδια του κύκλου ζωής των βασικών συστατικών για τη παραγωγή σιροπιού φράουλας

<b>Απογραφή δεδομένων για τα διάφορα στάδια κύκλου ζωής των βασικών συστατικών για τη παραγωγή σιροπιού φράουλας</b>				
<b>Πούλπα φράουλας</b>	<b>CO<sub>2</sub>-eq (kg CO<sub>2</sub>-eq/ton)</b>	<b>Green Water (m<sup>3</sup>/ton)</b>	<b>Blue Water (m<sup>3</sup>/ton)</b>	<b>Grey Water (m<sup>3</sup>/ton)</b>
Στάδια παραγωγής	880,00	97,00	167,00	47,00
Διανομή-Πρώθηση				
<b>Σύνολο</b>	<b>880,00</b>	<b>97,00</b>	<b>167,00</b>	<b>47,00</b>
<b>Ζάχαρη</b>	<b>CO<sub>2</sub>-eq (kg CO<sub>2</sub>-eq/ton)</b>	<b>Green Water (m<sup>3</sup>/ton)</b>	<b>Blue Water (m<sup>3</sup>/ton)</b>	<b>Grey Water (m<sup>3</sup>/ton)</b>
Καλλιέργεια ζαχαρότευτλων	279,80	107,00	570,00	152,00
Συγκομιδή & Μεταφορά για επεξεργασία	31,70			
Παραγωγή & Συσκευασία προϊόντος	573,20			
<b>Σύνολο</b>	<b>884,70</b>	<b>107,00</b>	<b>570,00</b>	<b>152,00</b>
<b>Αμυλοσιρόπιο</b>	<b>CO<sub>2</sub>-eq (kg CO<sub>2</sub>-eq/ton)</b>	<b>Green Water (m<sup>3</sup>/ton)</b>	<b>Blue Water (m<sup>3</sup>/ton)</b>	<b>Grey Water (m<sup>3</sup>/ton)</b>

Καλλιέργεια πρώτων υλών (καλαμπόκι, σιτάρι ή πατάτα)	617,00	517,00	734,00	0,00
Βιομηχανική επεξεργασία	332,00			
<b>Σύνολο</b>	<b>949,00</b>	<b>517,00</b>	<b>734,00</b>	<b>0,00</b>
<b>Νερό</b>	<b>CO<sub>2</sub>-eq</b> (kg CO <sub>2</sub> -eq/ton)	<b>Green Water</b> (m <sup>3</sup> /ton)	<b>Blue Water</b> (m <sup>3</sup> /ton)	<b>Grey Water</b> (m <sup>3</sup> /ton)
	0,30	0,00	0,00	0,00
<b>Απογραφή δεδομένων για τα διάφορα στάδια κύκλου ζωής των υλικών συσκευασίας για τη παραγωγή σιροπιού φράουλας</b>				
<b>Τυπωμένη πλαστική ετικέτα υψηλής ευκρίνειας με τη μέθοδο της φλεξογραφίας (Polyvinyl Chloride, PVC)</b>	<b>CO<sub>2</sub>-eq</b> (kg CO <sub>2</sub> -eq/ton)	<b>Green Water</b> (m <sup>3</sup> /ton)	<b>Blue Water</b> (m <sup>3</sup> /ton)	<b>Grey Water</b> (m <sup>3</sup> /ton)
Παραγωγή	1.900,00	0,00	13,70	0,00
<b>Σύνολο</b>	<b>1.900,00</b>	<b>0,00</b>	<b>13,70</b>	<b>0,00</b>
<b>Πλαστικό καπάκι (Polypropylene, PP)</b>	<b>CO<sub>2</sub>-eq</b> (kg CO <sub>2</sub> -eq/ton)	<b>Green Water</b> (m <sup>3</sup> /ton)	<b>Blue Water</b> (m <sup>3</sup> /ton)	<b>Grey Water</b> (m <sup>3</sup> /ton)
Παραγωγή	2.000,00	0,00	13,70	0,00
<b>Σύνολο</b>	<b>2.000,00</b>	<b>0,00</b>	<b>13,70</b>	<b>0,00</b>
<b>Πλαστικό μπουκάλι (Polypropylene, PP)</b>	<b>CO<sub>2</sub>-eq</b> (kg CO <sub>2</sub> -eq/ton)	<b>Green Water</b> (m <sup>3</sup> /ton)	<b>Blue Water</b> (m <sup>3</sup> /ton)	<b>Grey Water</b> (m <sup>3</sup> /ton)
Παραγωγή	2.000,00	0,00	13,70	0,00

<b>Σύνολο</b>	<b>2.000,00</b>	<b>0,00</b>	<b>13,70</b>	<b>0,00</b>
---------------	-----------------	-------------	--------------	-------------

<b>Παραγωγή</b>	
Ενέργεια για τη παραγωγή	0,99 ton CO <sub>2</sub> /MWh ή 0,99 kg CO <sub>2</sub> /kWh

Ισοζύγια μάζας και ενέργειας για τη παιδική κρέμα και το σιρόπι φράουλας

Τα ισοζύγια μάζας και ενέργειας για τη παιδική κρέμα και το σιρόπι φράουλας φαίνονται και στους ακόλουθους πίνακες.

Πίνακας 14: Ισοζύγιο Μάζας και Ενέργειας για τη παραγωγή Σιροπιού Φράουλας

<b>Ισοζύγιο Μάζας &amp; Ενέργειας Παραγωγής Σιροπιού Φράουλας</b>			
<b>Συστατικά</b>	<b>1 πλαστικό μπουκάλι (350gr + 66,003gr)</b>	<b>%</b>	<b>1 τόνος (1000kg + 188,58kg)</b>
Πούλπα φράουλας	48,04	11,55%	137,26
Αμυλοσιρόπιο	137,25	32,99%	392,14
Ζάχαρη	113,24	27,22%	323,54
Νερό	51,47	12,37%	147,06
<b>Καθαρό βάρος συστατικών</b>	<b>350,00</b>		<b>1000,00</b>
<b>Συσκευασία</b>			
Πλαστικό Μπουκάλι	60,00	14,42%	171,43
Πλαστικό καπάκι	6,00	1,44%	17,14
Τυπωμένη πλαστική ετικέτα	0,003	0,001%	0,01
<b>Καθαρό βάρος υλικών συσκευασίας</b>	<b>66,003</b>		<b>188,58</b>
<b>Μικτό βάρος</b>	<b>416,00</b>	<b>100,00%</b>	<b>1188,58</b>
<b>Παραγωγή</b>			
Ενέργεια για τη παραγωγή (kWh/tn)	<b>154,86</b>		
Νερό για τη παραγωγή (m <sup>3</sup> /tn)	<b>208,00</b>		

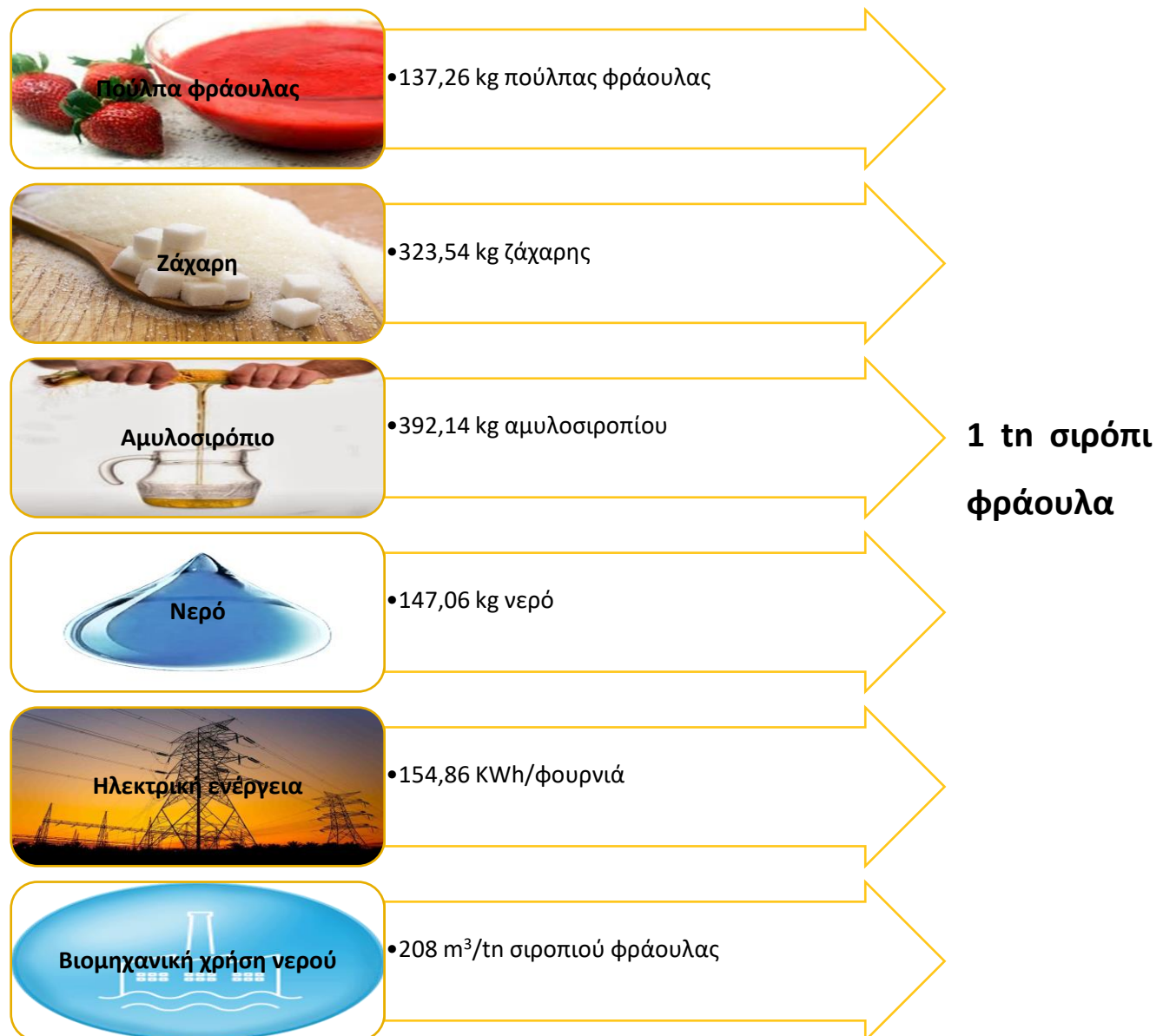


Πίνακας 15: Ισοζύγιο Μάζας και Ενέργειας για τη παραγωγή Παιδικής Κρέμας

<b>Ισοζύγιο Μάζας &amp; Ενέργειας Παραγωγής Παιδικής Κρέμας</b>			
<b>Συστατικά</b>	<b>1 μεταλλικό κουτί (300gr + 90gr)</b>	<b>%</b>	<b>1 τόνος (1000kg + 300kg)</b>
Σκόνη γάλακτος	45,61	11,70%	152,04
Αλεύρι	43,86	11,25%	146,20
Ζάχαρη	17,54	4,50%	58,47
Νερό	192,98	49,48%	643,29
<b>Καθαρό βάρος συστατικών</b>	<b>300,0</b>		<b>1000,00</b>
<b>Συσκευασία</b>			
Εύκαμπτο πλαστικό καπάκι	6,00	1,54%	20,00
Μεταλλικό κουτί	84,00	21,54%	280,01
Τυπωμένη πλαστική ετικέτα	0,003	0,001%	0,01
<b>Καθαρό βάρος υλικών συσκευασίας</b>	<b>90,00</b>		<b>300,0</b>
<b>Μικτό βάρος</b>	<b>390,0</b>	<b>100,00%</b>	<b>1300,0</b>
<b>Παραγωγή</b>			
Ενέργεια για τη παραγωγή (kWh/tn)	<b>462,67</b>		
Νερό για τη παραγωγή (m <sup>3</sup> /tn)	<b>195,00</b>		



Σχήμα 4: Σχηματική απεικόνιση του ισοζυγίου μάζας και ενέργειας για τη παραγωγή της παιδικής κρέμας



Σχήμα 5: Σχηματική απεικόνιση του ισοζυγίου μάζας και ενέργειας για τη παραγωγή του σιροπιού φράουλας

### 5.2.3 Εκτίμηση επιπτώσεων (Impact assessment) και Ερμηνεία των αποτελεσμάτων (Interpretation)

Στους πίνακες που παραθέτονται παρακάτω, παρουσιάζονται το ανθρακικό και το υδατικό αποτύπωμα των βασικών συστατικών της παιδικής κρέμας και του σιροπιού φράουλας. Επίσης, πρέπει να αναφερθεί ότι ο υπολογισμός των αέριων ρύπων που εξετάζονται και συγκεκριμένα του διοξειδίου του άνθρακα, έγινε ύστερα από την απογραφή των στοιχείων για το διοξείδιο του άνθρακα για τα επιμέρους συστατικά των υπό εξέταση προϊόντων, κάνοντας τα αναγωγή στο τόνο προϊόντος.

Πίνακας 16: Ανθρακικό και Υδατικό Αποτύπωμα των βασικών συστατικών παιδικής κρέμας ανά τόνο προϊόντος

Ανθρακικό και Υδατικό Αποτύπωμα των βασικών συστατικών παιδικής κρέμας ανά τόνο προϊόντος				
Αλεύρι	CO <sub>2</sub> -eq (kg CO <sub>2</sub> -eq/ton παιδικής κρέμας)	Green Water (m <sup>3</sup> /ton παιδικής κρέμας)	Blue Water (m <sup>3</sup> /ton παιδικής κρέμας)	Grey Water (m <sup>3</sup> /ton παιδικής κρέμας)
Καλλιέργεια σιταριού	42,31	175,73	2,34	27,63
Συγκομιδή & Μεταφορά για επεξεργασία	3,17			
Παραγωγή & Συσκευασία προϊόντος	26,85			
Διανομή	0,06			
<b>Σύνολο</b>	<b>72,38</b>	<b>175,73</b>	<b>2,34</b>	<b>27,63</b>
Ζάχαρη	CO <sub>2</sub> -eq (kg CO <sub>2</sub> -eq/ton παιδικής κρέμας)	Green Water (m <sup>3</sup> /ton παιδικής κρέμας)	Blue Water (m <sup>3</sup> /ton παιδικής κρέμας)	Grey Water (m <sup>3</sup> /ton παιδικής κρέμας)
Καλλιέργεια ζαχαρότευτλων	16,37	6,26	33,35	8,89
Συγκομιδή & Μεταφορά για επεξεργασία	1,85			
Παραγωγή & Συσκευασία προϊόντος	33,53			
<b>Σύνολο</b>	<b>51,75</b>			
Σκόνη γάλακτος	CO <sub>2</sub> -eq (kg CO <sub>2</sub> -eq/ton παιδικής κρέμας)	Green Water (m <sup>3</sup> /ton παιδικής κρέμας)	Blue Water (m <sup>3</sup> /ton παιδικής κρέμας)	Grey Water (m <sup>3</sup> /ton παιδικής κρέμας)
Βουστάσιο	138,78	326,34	29,03	17,33
Μεταφορά από φάρμα σε γαλακτοβιομηχανία	2,43			
Επεξεργασία & παραγωγή προϊόντων γάλακτος	13,07			

Συσκευασία	5,78			
Διανομή	2,13			
<b>Σύνολο</b>	<b>162,18</b>	<b>326,34</b>	<b>29,03</b>	<b>17,33</b>
<b>Νερό</b>	<b>CO<sub>2</sub>-eq</b> (kg CO <sub>2</sub> -eq/ton παιδικής κρέμας)	<b>Green Water</b> (m <sup>3</sup> /ton παιδικής κρέμας)	<b>Blue Water</b> (m <sup>3</sup> /ton παιδικής κρέμας)	<b>Grey Water</b> (m <sup>3</sup> /ton παιδικής κρέμας)
	<b>0,19</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
<b>Ανθρακικό και Υδατικό Αποτύπωμα των υλικών συσκευασίας παιδικής κρέμας ανά τόνο προϊόντος</b>				
<b>Τυπωμένη πλαστική ετικέτα υψηλής ευκρίνειας με τη μέθοδο της φλεξογραφίας (Polyvinyl Chloride, PVC)</b>	<b>CO<sub>2</sub>-eq</b> (kg CO <sub>2</sub> -eq/ton παιδικής κρέμας)	<b>Green Water</b> (m <sup>3</sup> /ton παιδικής κρέμας)	<b>Blue Water</b> (m <sup>3</sup> /ton παιδικής κρέμας)	<b>Grey Water</b> (m <sup>3</sup> /ton παιδικής κρέμας)
Παραγωγή	0,02	0,00	0,00014	0,00
<b>Σύνολο</b>	<b>0,02</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00014</b>	<b>0,00</b>
<b>Εύκαμπτο πλαστικό καπάκι (Low Density Polyethylene, LDPE)</b>	<b>CO<sub>2</sub>-eq</b> (kg CO <sub>2</sub> -eq/ton παιδικής κρέμας)	<b>Green Water</b> (m <sup>3</sup> /ton παιδικής κρέμας)	<b>Blue Water</b> (m <sup>3</sup> /ton παιδικής κρέμας)	<b>Grey Water</b> (m <sup>3</sup> /ton παιδικής κρέμας)
Παραγωγή	42,00	0,00	0,27	0,00
<b>Σύνολο</b>	<b>42,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,27</b>	<b>0,00</b>
<b>Μεταλλικό κουτί (aluminium sheet, aluminium rolling ingot)</b>	<b>CO<sub>2</sub>-eq</b> (kg CO <sub>2</sub> -eq/ton παιδικής κρέμας)	<b>Green Water</b> (m <sup>3</sup> /ton παιδικής κρέμας)	<b>Blue Water</b> (m <sup>3</sup> /ton παιδικής κρέμας)	<b>Grey Water</b> (m <sup>3</sup> /ton παιδικής κρέμας)
Παραγωγή	159,04	0,00	9,28	6,80

<b>Σύνολο</b>	<b>159,04</b>	<b>0,00</b>	<b>9,28</b>	<b>6,80</b>
---------------	---------------	-------------	-------------	-------------

**Στοιχεία παραγωγής ανά τόνο προϊόντος**

Ενέργεια για τη παραγωγή (kg CO <sub>2</sub> /tn προϊόντος)	<b>458,04</b>
---	---------------

**Πίνακας 17: Ανθρακικό και Υδατικό Αποτύπωμα των βασικών συστατικών σιροπιού φράουλας ανά τόνο προϊόντος**

**Ανθρακικό και Υδατικό Αποτύπωμα των βασικών συστατικών σιροπιού φράουλας ανά τόνο προϊόντος**

<b>Πούλπα φράουλας</b>	<b>CO<sub>2</sub>-eq (kg CO<sub>2</sub>-eq/ton σιροπιού φράουλας)</b>	<b>Green Water (m<sup>3</sup>/ton σιροπιού φράουλας)</b>	<b>Blue Water (m<sup>3</sup>/ton σιροπιού φράουλας)</b>	<b>Grey Water (m<sup>3</sup>/ton σιροπιού φράουλας)</b>
Στάδια παραγωγής	120,82	13,32	22,93	6,45
Διανομή-Πρώθηση				
<b>Σύνολο</b>	<b>120,82</b>	<b>13,32</b>	<b>22,93</b>	<b>6,45</b>
<b>Ζάχαρη</b>	<b>CO<sub>2</sub>-eq (kg CO<sub>2</sub>-eq/ton σιροπιού φράουλας)</b>	<b>Green Water (m<sup>3</sup>/ton σιροπιού φράουλας)</b>	<b>Blue Water (m<sup>3</sup>/ton σιροπιού φράουλας)</b>	<b>Grey Water (m<sup>3</sup>/ton σιροπιού φράουλας)</b>
Καλλιέργεια ζαχαρότευτλων	90,52	34,61	184,40	49,17
Συγκομιδή & Μεταφορά για επεξεργασία	10,25			
Παραγωγή & Συσκευασία προϊόντος	185,43			
<b>Σύνολο</b>	<b>286,20</b>	<b>34,61</b>	<b>184,40</b>	<b>49,17</b>
<b>Αμυλοσιρόπιο</b>	<b>CO<sub>2</sub>-eq (kg CO<sub>2</sub>-eq/ton σιροπιού φράουλας)</b>	<b>Green Water (m<sup>3</sup>/ton σιροπιού φράουλας)</b>	<b>Blue Water (m<sup>3</sup>/ton σιροπιού φράουλας)</b>	<b>Grey Water (m<sup>3</sup>/ton σιροπιού φράουλας)</b>

Καλλιέργεια πρώτων υλών (καλαμπόκι, σιτάρι ή πατάτα)	241,99	202,77	287,87	0,00
Βιομηχανική επεξεργασία	130,21			
<b>Σύνολο</b>	<b>372,20</b>	<b>202,77</b>	<b>287,87</b>	<b>0,00</b>
<b>Νερό</b>	<b>CO<sub>2</sub>-eq</b> (kg CO <sub>2</sub> -eq/ton σιροπιού φράουλας)	<b>Green Water</b> (m <sup>3</sup> /ton σιροπιού φράουλας)	<b>Blue Water</b> (m <sup>3</sup> /ton σιροπιού φράουλας)	<b>Grey Water</b> (m <sup>3</sup> /ton σιροπιού φράουλας)
	<b>0,04</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
<b>Ανθρακικό και Υδατικό Αποτύπωμα των υλικών συσκευασίας σιροπιού φράουλας ανά τόνο προϊόντος</b>				
Τυπωμένη πλαστική ετικέτα υψηλής ευκρίνειας με τη μέθοδο της φλεξογραφίας (Polyvinyl Chloride, PVC)	CO <sub>2</sub> -eq (kg CO <sub>2</sub> -eq/ton σιροπιού φράουλας)	Green Water (m <sup>3</sup> /ton σιροπιού φράουλας)	Blue Water (m <sup>3</sup> /ton σιροπιού φράουλας)	Grey Water (m <sup>3</sup> /ton σιροπιού φράουλας)
Παραγωγή	0,02	0,00	0,00014	0,00
<b>Σύνολο</b>	<b>0,02</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00014</b>	<b>0,00</b>
Πλαστικό καπάκι (Polypropylene, PP)	CO <sub>2</sub> -eq (kg CO <sub>2</sub> -eq/ton σιροπιού φράουλας)	Green Water (m <sup>3</sup> /ton σιροπιού φράουλας)	Blue Water (m <sup>3</sup> /ton σιροπιού φράουλας)	Grey Water (m <sup>3</sup> /ton σιροπιού φράουλας)
Παραγωγή	34,20	0,00	0,23	0,00
<b>Σύνολο</b>	<b>34,20</b>	<b>0,00</b>	<b>0,23</b>	<b>0,00</b>
Πλαστικό μπουκάλι (Polypropylene, PP)	CO <sub>2</sub> -eq (kg CO <sub>2</sub> -eq/ton σιροπιού φράουλας)	Green Water (m <sup>3</sup> /ton σιροπιού φράουλας)	Blue Water (m <sup>3</sup> /ton σιροπιού φράουλας)	Grey Water (m <sup>3</sup> /ton σιροπιού φράουλας)



Παραγωγή	342,80	0,00	2,35	0,00
<b>Σύνολο</b>	<b>342,80</b>	<b>0,00</b>	<b>2,35</b>	<b>0,00</b>

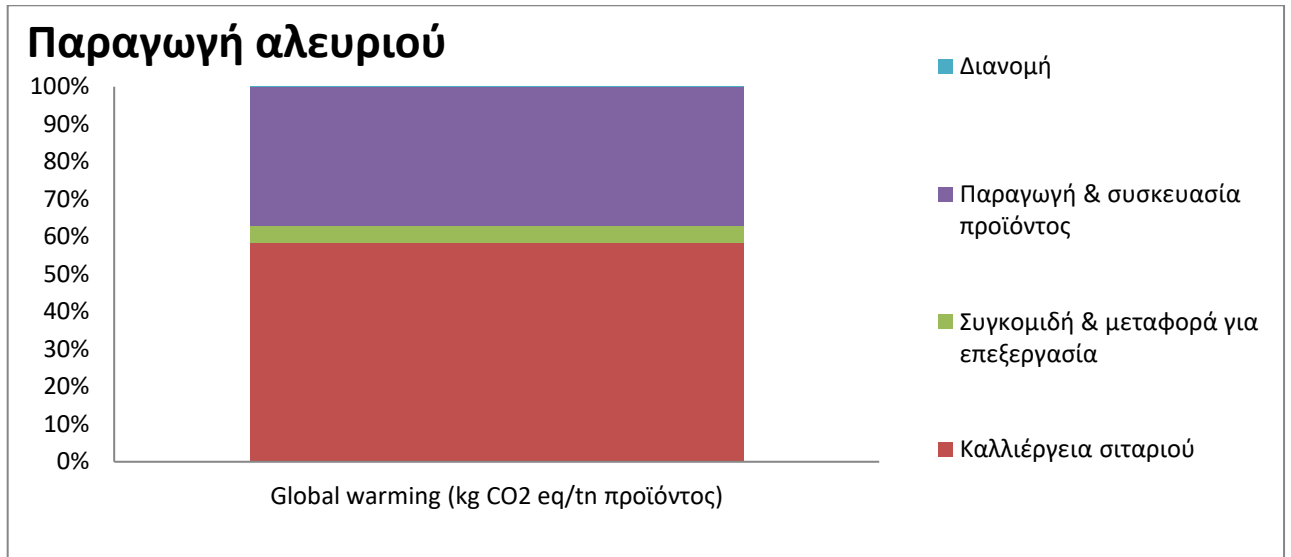
Στοιχεία παραγωγής ανά τόνο προϊόντος	
Ενέργεια για τη παραγωγή (kg CO <sub>2</sub> /tn προϊόντος)	153,31

Πίνακας 18: Συνολικό ανθρακικό και υδατικό αποτύπωμα

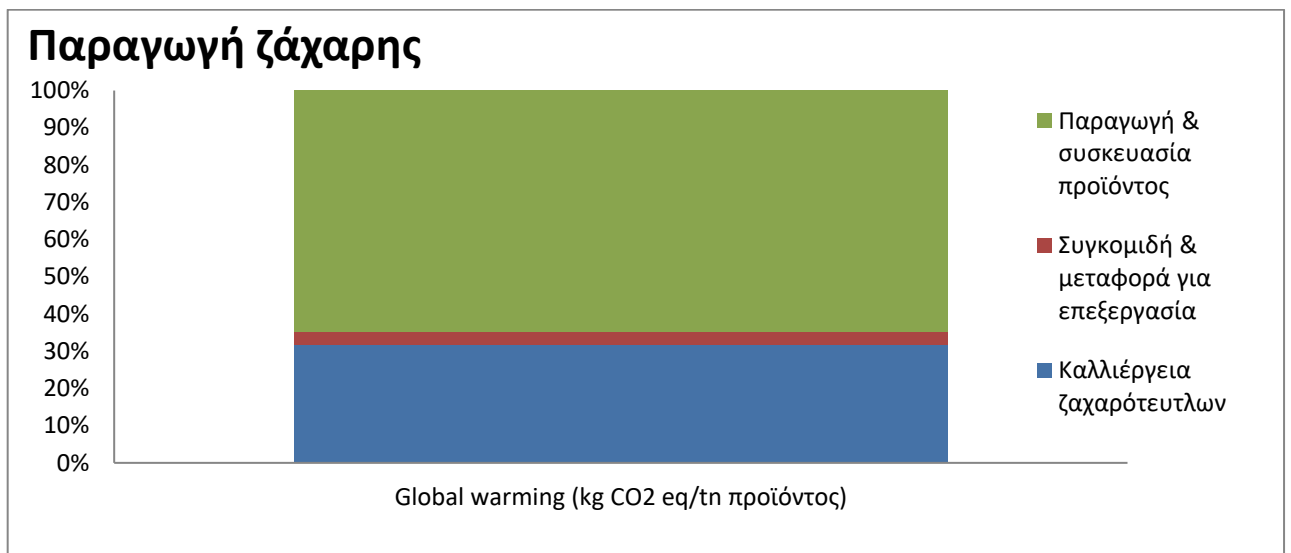
Συνολικό ανθρακικό και υδατικό αποτύπωμα ανά τόνο των υπό εξέταση προϊόντων			
Προϊόν	Συστατικά & Συσκευασία	Συνολικό Ανθρακικό Αποτύπωμα (Total Carbon Footprint) kg CO <sub>2eq</sub> /tn παιδικής κρέμας	Συνολικό Υδατικό Αποτύπωμα (Total Water Footprint) m <sup>3</sup> /tn παιδικής κρέμας
Παιδική κρέμα	Αλεύρι	72,38	205,70
	Ζάχαρη	51,75	48,50
	Σκόνη γάλακτος	162,18	372,70
	Νερό	0,19	0,00
	Τυπωμένη πλαστική ετικέτα	0,02	0,00014
	Εύκαμπτο πλαστικό καπάκι	42,00	0,27
	Μεταλλικό κουτί	159,04	16,08
<b>Συνολικά</b>		<b>487,56</b>	<b>643,25</b>
Προϊόν	Συστατικά & Συσκευασία	Συνολικό Ανθρακικό Αποτύπωμα (Total Carbon Footprint) kg CO <sub>2eq</sub> /tn σιροπιού φράουλας	Συνολικό Υδατικό Αποτύπωμα (Total Water Footprint) m <sup>3</sup> /tn σιροπιού φράουλας
Σιρόπι φράουλας	Πούλπα φράουλας	120,82	42,70
	Ζάχαρη	286,20	268,18
	Αμυλοσιρόπιο	372,20	490,64
	Νερό	0,04	0,00
	Τυπωμένη πλαστική ετικέτα	0,02	0,00014
	Πλαστικό καπάκι	34,20	0,23
	Πλαστικό μπουκάλι	342,80	2,35
<b>Συνολικά</b>		<b>1.156,28</b>	<b>804,10</b>

Τα δεδομένα των παραπάνω πινάκων παρουσιάζονται με τη μορφή γραφημάτων. Αναλυτικότερα, παρουσιάζονται τα επιμέρους στάδια των βασικών συστατικών της παιδικής κρέμας και του σιροπιού φράουλας, εξετάζοντας το ανθρακικό αποτύπωμα και το υδατικό αποτύπωμα.

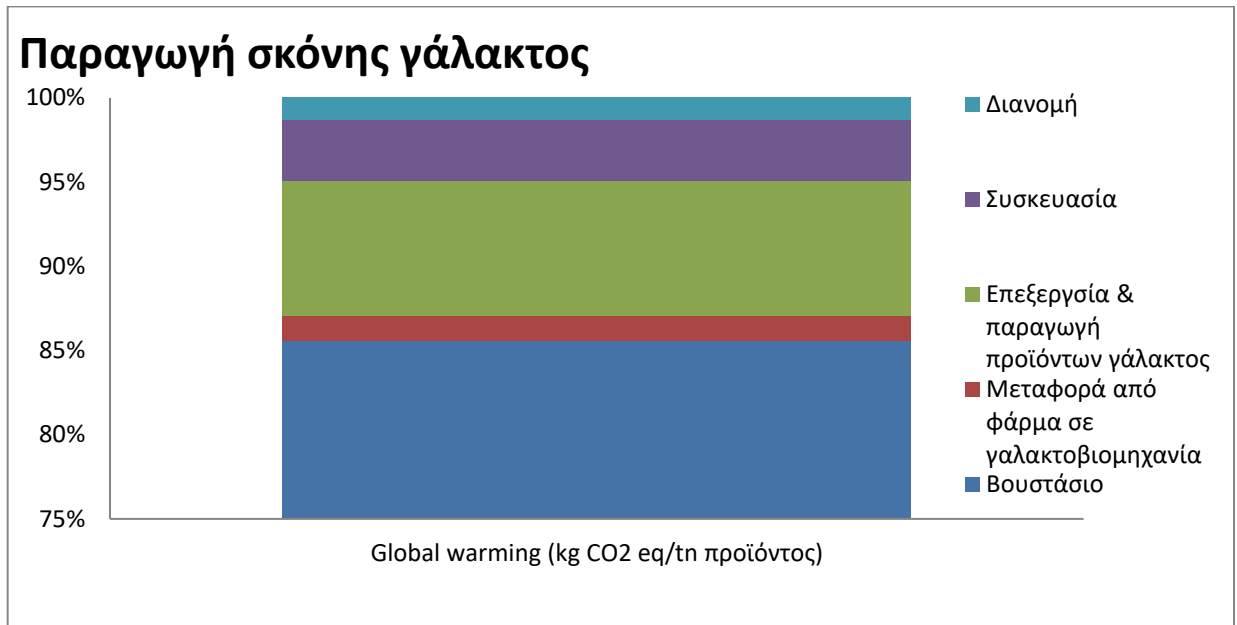
## Παιδική κρέμα



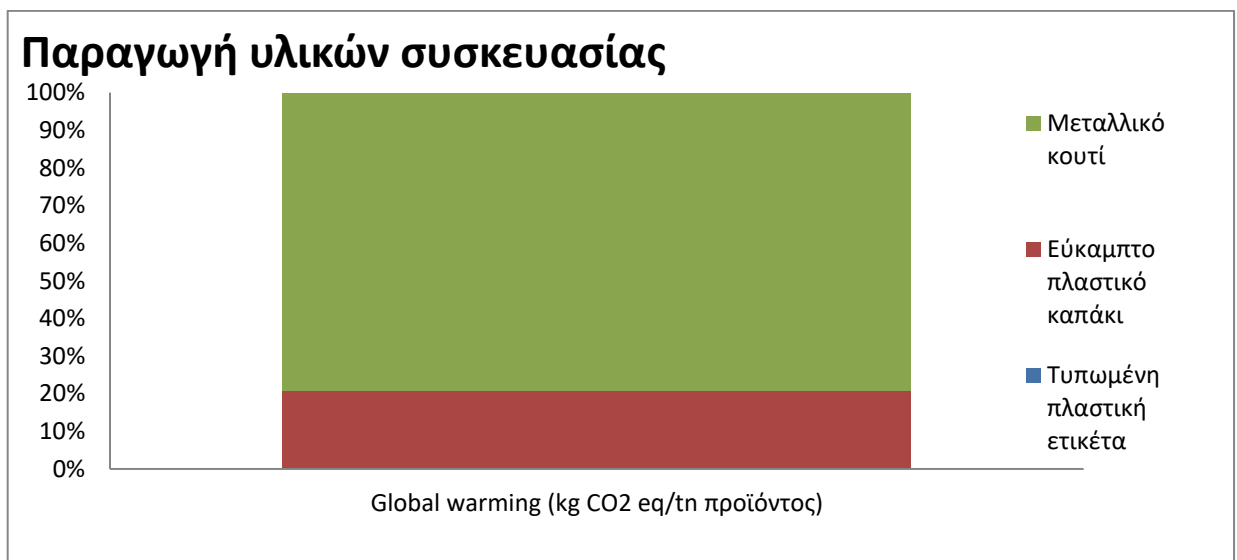
Σχήμα 6: Ποσοστό συμμετοχής κάθε σταδίου στο Global warming



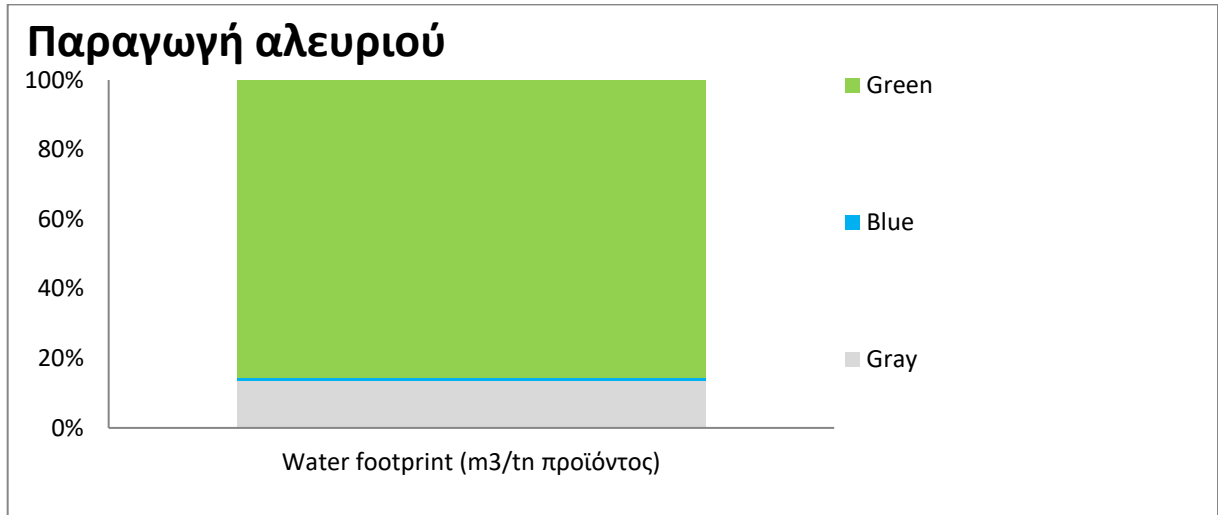
Σχήμα 7: Ποσοστό συμμετοχής κάθε σταδίου στο Global warming



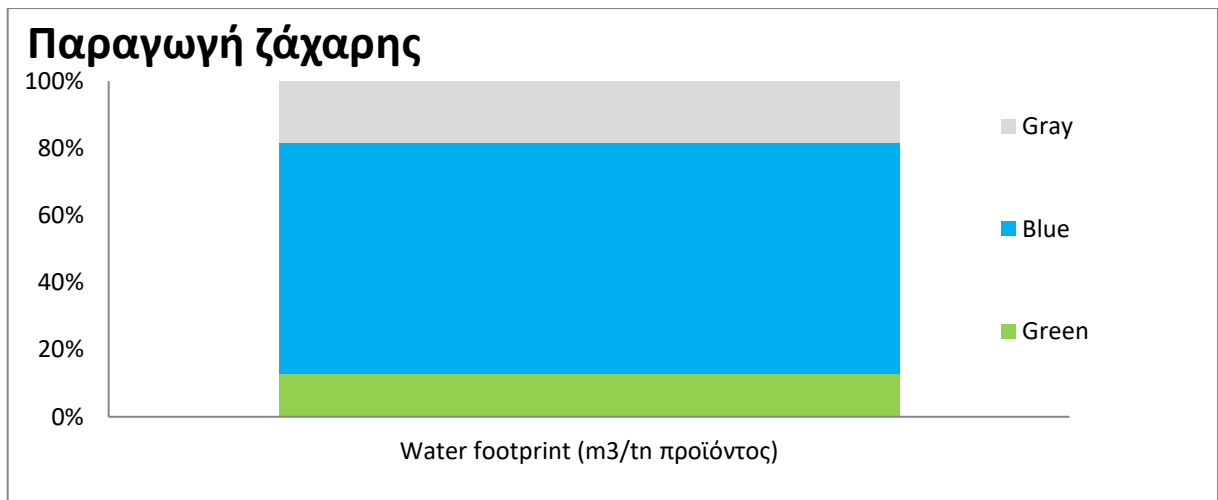
Σχήμα 8: Ποσοστό συμμετοχής κάθε σταδίου στο Global warming



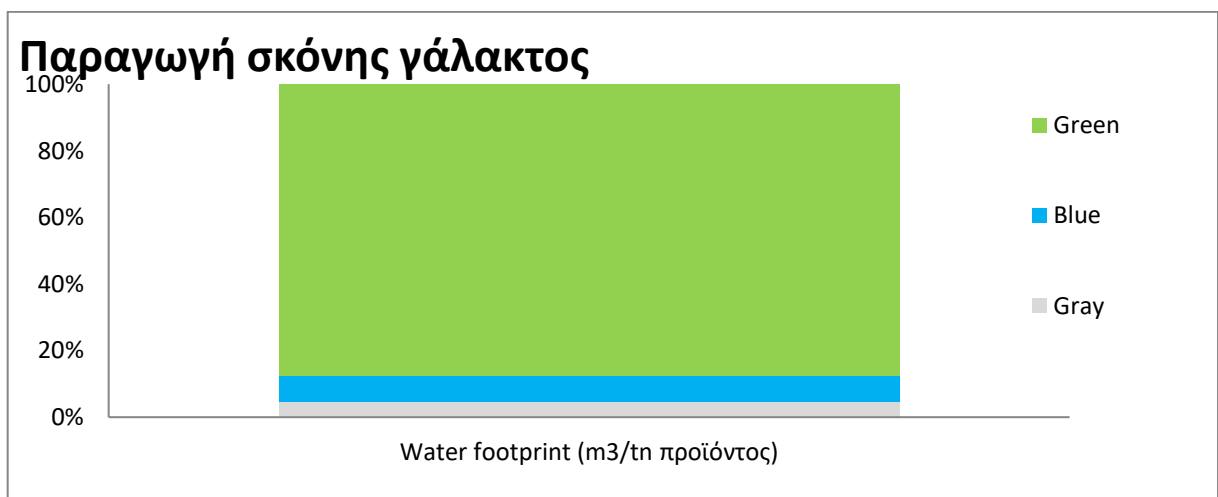
Σχήμα 9: Ποσοστό συμμετοχής κάθε σταδίου στο Global warming



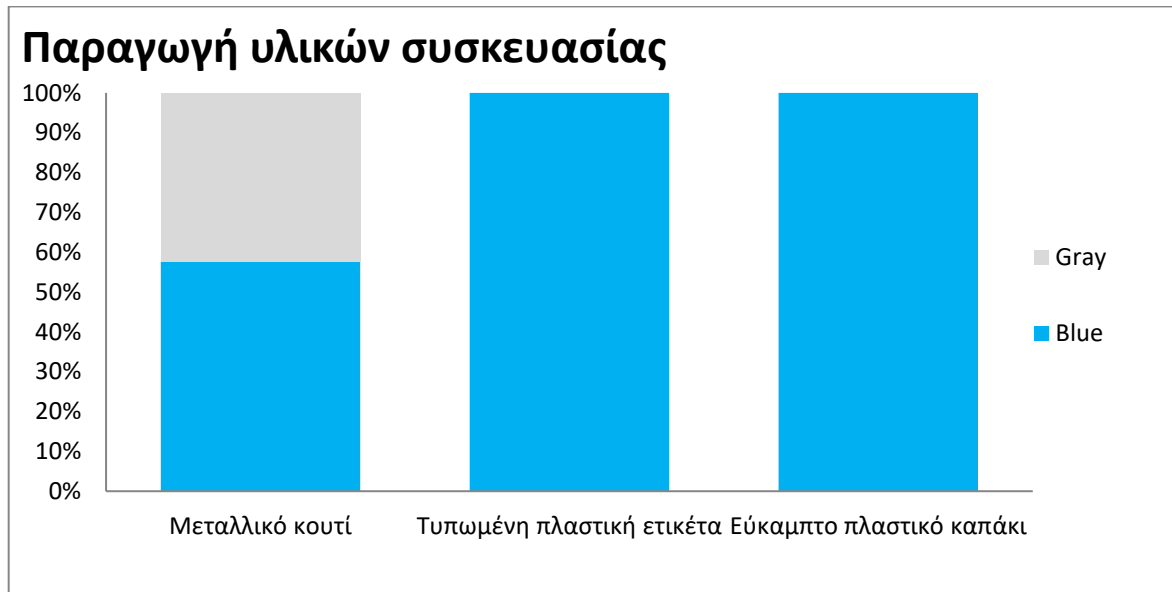
Σχήμα 10: Ποσοστό συμμετοχής των συνιστωσών του υδατικού αποτυπώματος στη παραγωγή αλευριού



Σχήμα 11: Ποσοστό συμμετοχής των συνιστωσών του υδατικού αποτυπώματος στη παραγωγή ζάχαρης

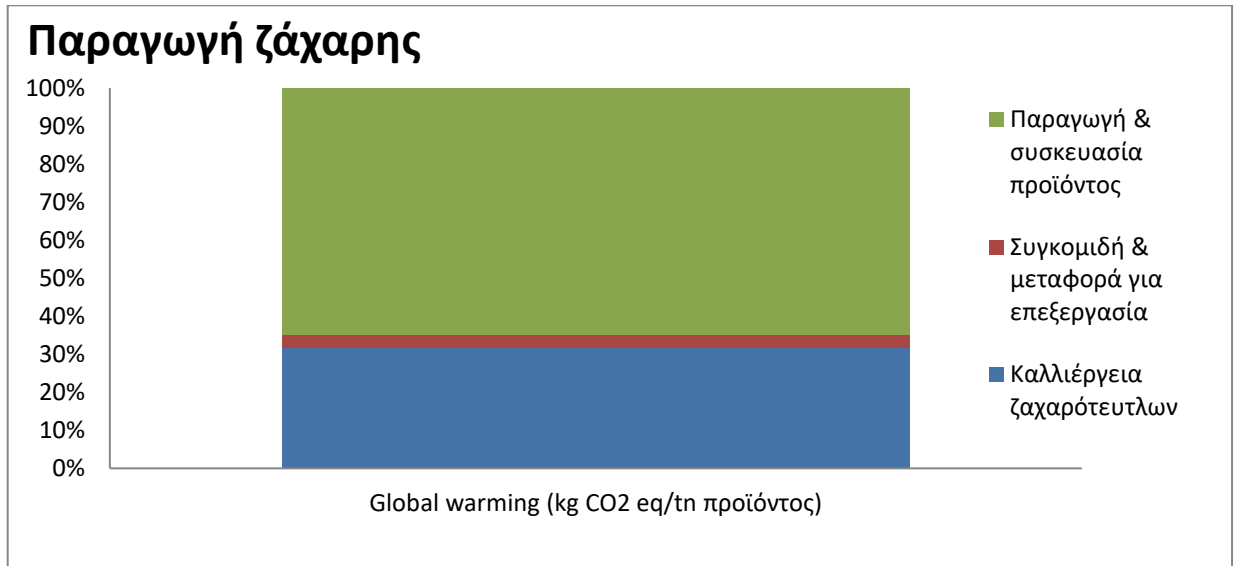


Σχήμα 12: Ποσοστό συμμετοχής συνιστωσών του υδατικού αποτυπώματος στη παραγωγή σκόνη γάλακτος

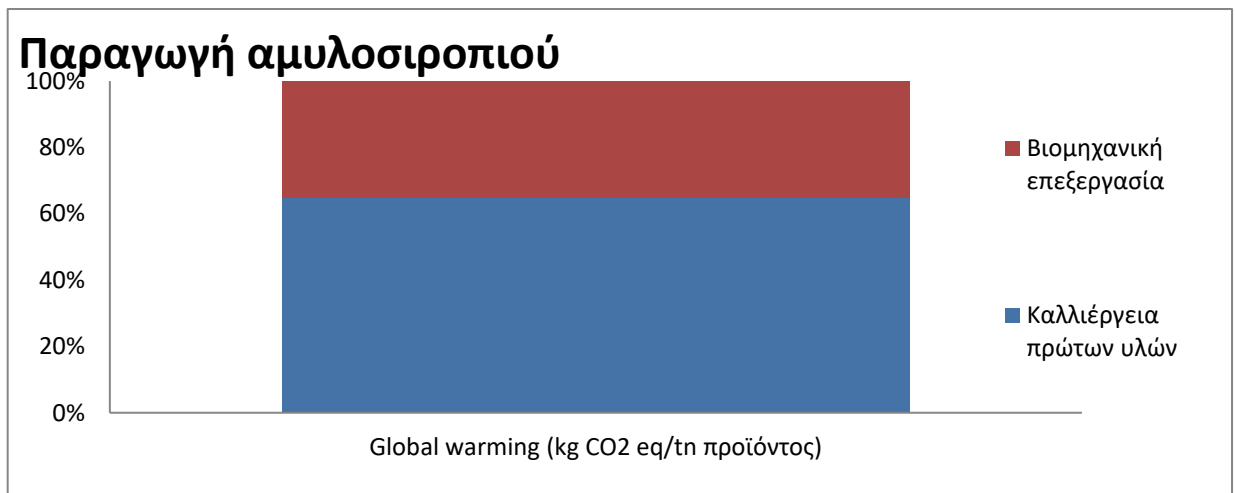


Σχήμα 13: Ποσοστό συμμετοχής συνιστωσών του υδατικού αποτυπώματος στη παραγωγή υλικών συσκευασίας

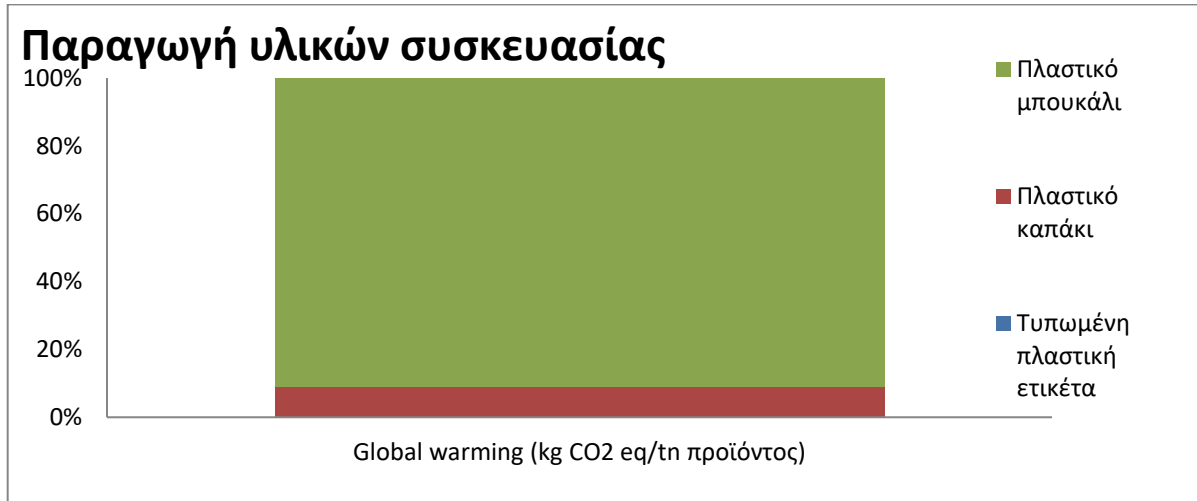
### Σιρόπι φράουλας



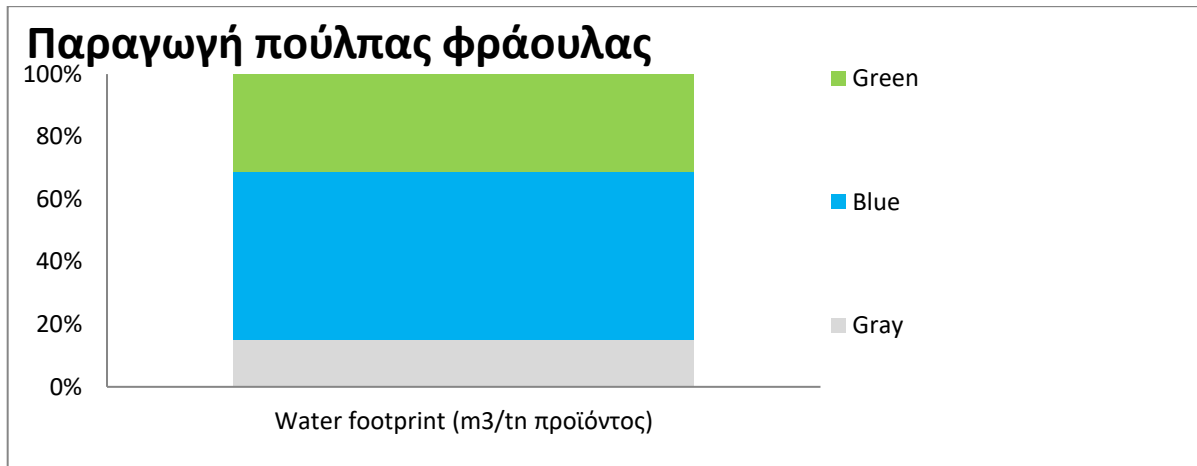
Σχήμα 14: Ποσοστό συμμετοχής κάθε σταδίου στο Global warming



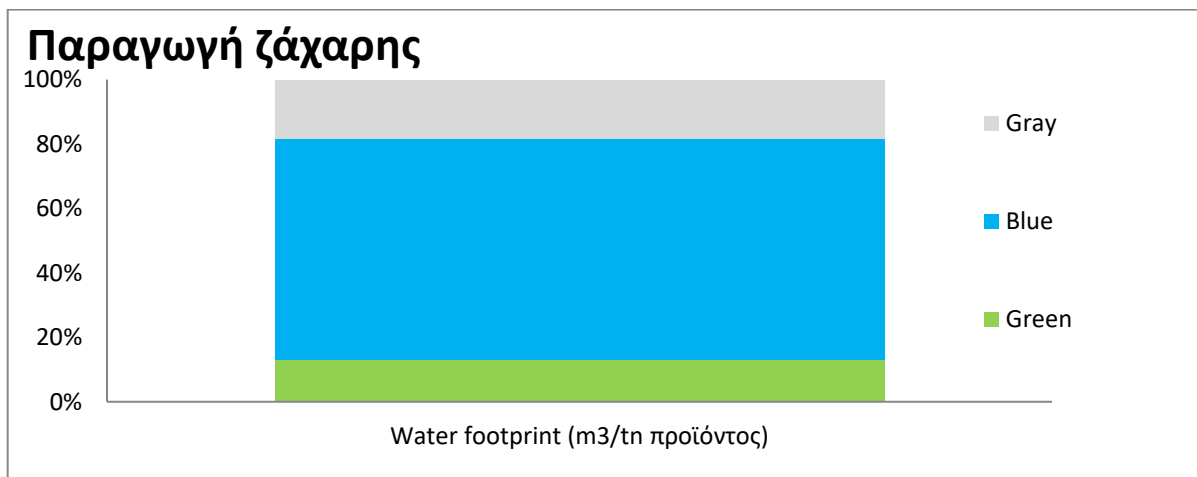
Σχήμα 15: Ποσοστό συμμετοχής κάθε σταδίου στο Global warming



Σχήμα 16: Ποσοστό συμμετοχής κάθε σταδίου στο Global warming

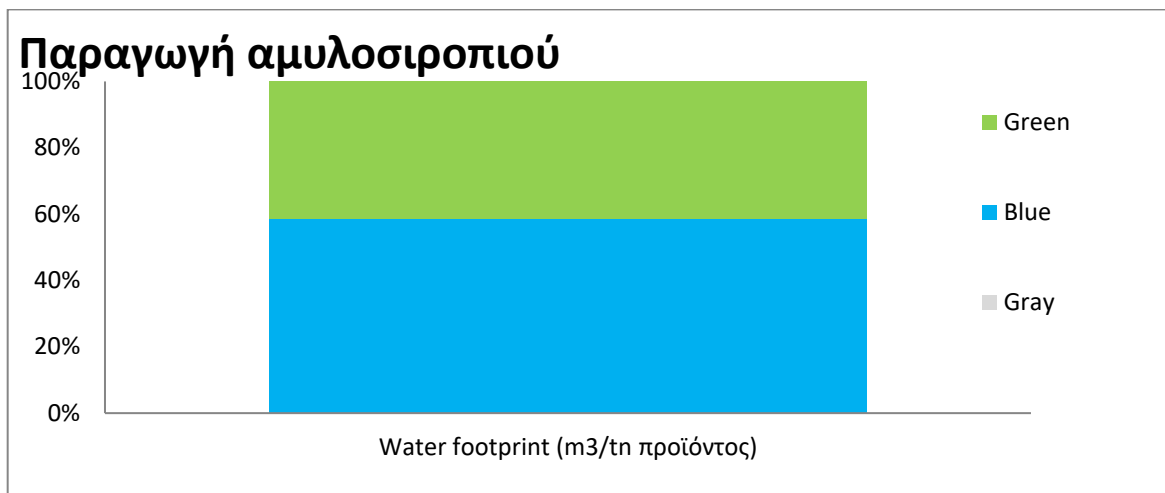


Σχήμα 17: Ποσοστό συμμετοχής των συνιστωσών του υδατικού αποτυπώματος στη παραγωγή πούλπας φράουλας



Σχήμα 18: Ποσοστό συμμετοχής των συνιστωσών του υδατικού αποτυπώματος στη παραγωγή ζάχαρης





Σχήμα 19: Ποσοστό συμμετοχής των συνιστωσών του υδατικού αποτυπώματος στη παραγωγή αμυλοσιροπιού



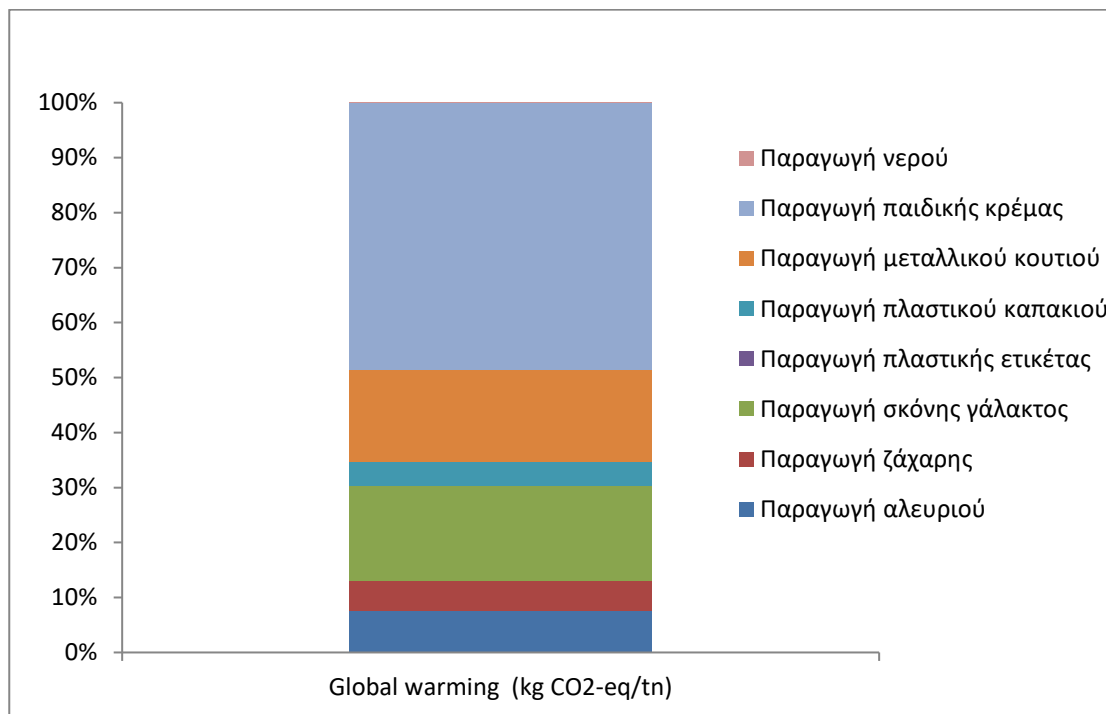
Σχήμα 20: Ποσοστό συμμετοχής των συνιστωσών του υδατικού αποτυπώματος στη παραγωγή υλικών συσκευασίας

Στη συνέχεια παρουσιάζονται συγκεντρωτικά τα στοιχεία που αφορούν τη κατηγορία επιπτώσεων global warming και το υδατικό αποτύπωμα, για τη παιδική κρέμα και το σιρόπι φράουλας.

Πίνακας 19: Συγκεντρωτικός πίνακας ανθρακικού αποτυπώματος για τη παιδική κρέμα

Συγκεντρωτικός πίνακας ανθρακικού αποτυπώματος	
	Global warming (kg CO <sub>2</sub> -eq/tn)
Παραγωγή αλευριού	72,38
Παραγωγή ζάχαρης	51,75
Παραγωγή σκόνης γάλακτος	162,18
Παραγωγή νερού	0,19
Παραγωγή πλαστικής ετικέτας	0,02
Παραγωγή πλαστικού καπακιού	42,00
Παραγωγή μεταλλικού κουτιού	159,04
Παραγωγή παιδικής κρέμας	458,04
Άθροισμα	945,60

Παρατηρείται ότι στο υπό εξέταση προϊόν, τη παιδική κρέμα, τις μεγαλύτερες αέριες εκπομπές συγκεντρώνει όσον αφορά τα βασικά συστατικά και τα υλικά της συσκευασίας, η παραγωγή της σκόνης γάλακτος με 162,18 kg CO<sub>2</sub> eq/tn ακολουθεί η παραγωγή του μεταλλικού κουτιού με 159,04 kg CO<sub>2</sub> eq/tn. Τέλος, τις μεγαλύτερες εκπομπές σε σύγκριση με τα βασικά συστατικά και τα υλικά συσκευασίας, συγκεντρώνει η παραγωγή παιδικής κρέμας με 458,04 kg CO<sub>2</sub> eq/tn.

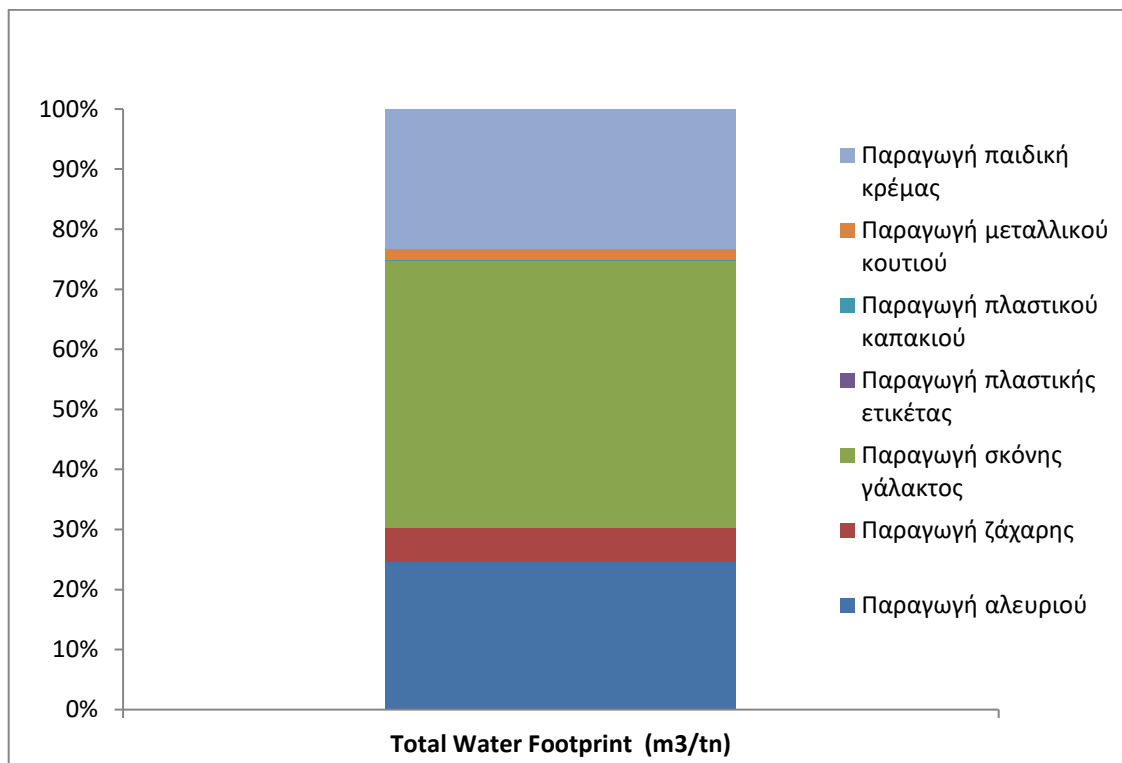


Σχήμα 21: Ποσοστό συμμετοχής στη κατηγορία επιπτώσεων Global warming για το κάθε στοιχείο

Πίνακας 20: Συγκεντρωτικός πίνακας υδατικού αποτυπώματος για τη παιδική κρέμα

Συγκεντρωτικός πίνακας υδατικού αποτυπώματος	
	Total Water Footprint (m <sup>3</sup> /tn)
Παραγωγή αλευριού	205,70
Παραγωγή ζάχαρης	48,50
Παραγωγή σκόνης γάλακτος	372,70
Παραγωγή πλαστικής ετικέτας	0,00014
Παραγωγή πλαστικού καπακιού	0,27
Παραγωγή μεταλλικού κουτιού	16,08
Παραγωγή παιδικής κρέμας	195,00
<b>Άθροισμα</b>	<b>838,25</b>

Παρατηρείται ότι στη παιδική κρέμα, το μεγαλύτερο υδατικό αποτύπωμα παρουσιάζεται κατά τη παραγωγή της σκόνης γάλακτος με 372,70 m<sup>3</sup>/tn ενώ αμέσως μετά ακολουθεί η παραγωγή αλευριού με 205,70 m<sup>3</sup>/tn και η παραγωγή της παιδικής κρέμας με 195,00 m<sup>3</sup>/tn.

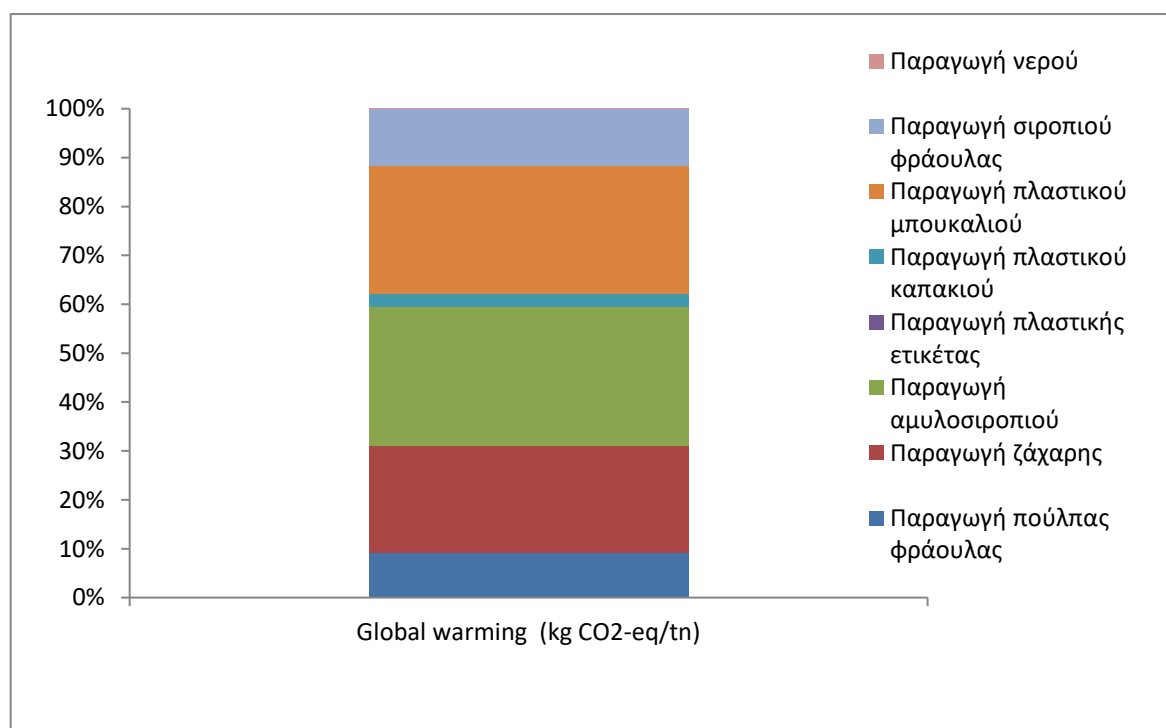


Σχήμα 22: Ποσοστό συμμετοχής στο συνολικό υδατικό αποτύπωμα για τη παιδική κρέμα για το κάθε στοιχείο

Πίνακας 21: Συγκεντρωτικός πίνακας ανθρακικού αποτυπώματος για το σιρόπι φράουλας

Συγκεντρωτικός πίνακας ανθρακικού αποτυπώματος	
	Global warming (kg CO <sub>2</sub> -eq/tn)
Παραγωγή πούλπας φράουλας	120,82
Παραγωγή ζάχαρης	286,20
Παραγωγή αμυλοσιροπιού	372,20
Παραγωγή νερού	0,04
Παραγωγή πλαστικής ετικέτας	0,02
Παραγωγή πλαστικού καπακιού	34,20
Παραγωγή πλαστικού μπουκαλιού	342,80
Παραγωγή σιροπιού φράουλας	153,31
<b>Άθροισμα</b>	<b>1309,59</b>

Παρατηρείται ότι για το υπό εξέταση προϊόν το σιρόπι φράουλας, τις μεγαλύτερες αέριες εκπομπές συγκεντρώνει η παραγωγή του αμυλοσιροπιού με 372,20 kg CO<sub>2</sub>-eq/tn και αμέσως μετά ακολουθεί η παραγωγή πλαστικού μπουκαλιού με 342,80 kg CO<sub>2</sub>-eq/tn.

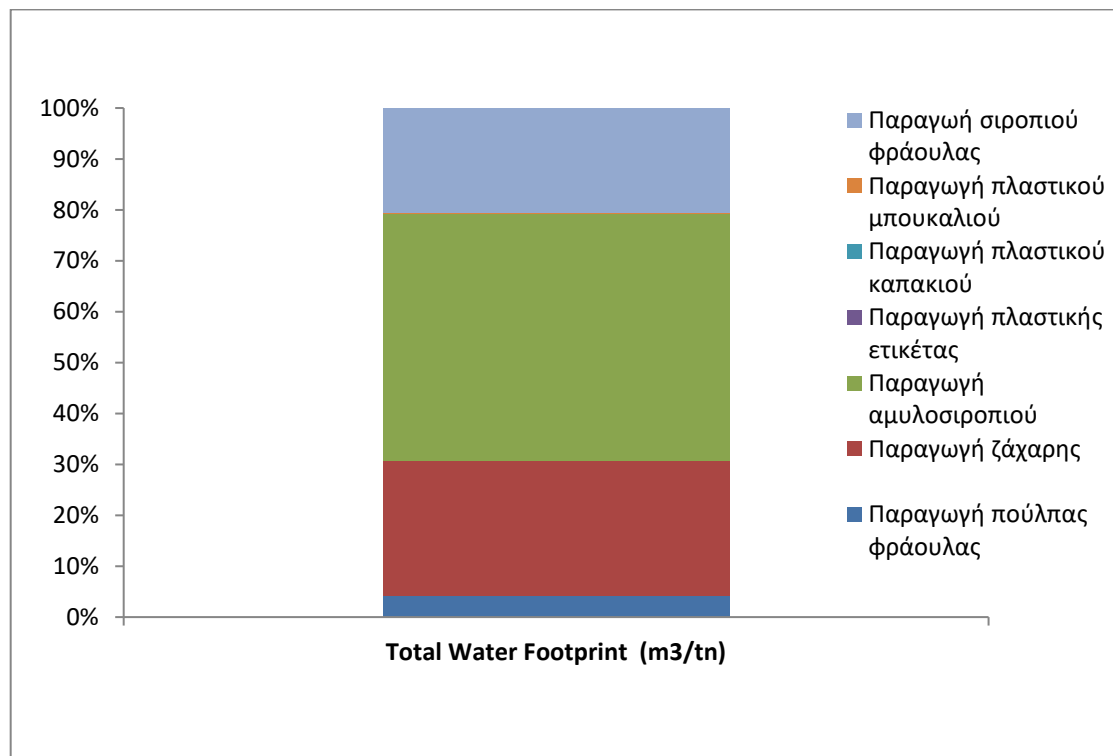


Σχήμα 23: Ποσοστό συμμετοχής στη κατηγορία επιπτώσεων Global warming για το κάθε στοιχείο

Πίνακας 22: Συγκεντρωτικός πίνακας υδατικού αποτυπώματος για το σιρόπι φράουλας

Συγκεντρωτικός πίνακας υδατικού αποτυπώματος	
	Total Water Footprint (m <sup>3</sup> /tn)
Παραγωγή πούλπας φράουλας	42,70
Παραγωγή ζάχαρης	268,18
Παραγωγή αμυλοσιροπιού	490,64
Παραγωγή πλαστικής ετικέτας	0,00014
Παραγωγή πλαστικού καπακιού	0,23
Παραγωγή πλαστικού μπουκαλιού	2,35
Παραγωγή σιροπιού φράουλας	208,00
<b>Άθροισμα</b>	<b>1012,10</b>

Παρατηρείται ότι το μεγαλύτερο υδατικό αποτύπωμα το παρουσιάζει η παραγωγή του αμυλοσιροπιού με 490,64 m<sup>3</sup>/tn και ακολουθούν η παραγωγή ζάχαρης με 268,18 m<sup>3</sup>/tn και η παραγωγή σιροπιού φράουλας με 208,00 m<sup>3</sup>/tn.



Σχήμα 24: Ποσοστό συμμετοχής στο συνολικό υδατικό αποτύπωμα για τη παιδική κρέμα για το κάθε στοιχείο

## 6 ΤΕΛΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Από τα παραπάνω γίνεται αντιληπτό ότι στα προϊόντα που εξετάζονται, η παιδική κρέμα και το σιρόπι φράουλας, παρουσιάζουν διαφορετικό ανθρακικό και υδατικό αποτύπωμα. Όπως, έχει αναφερθεί και παραπάνω τα επιμέρους βασικά συστατικά και τα υλικά συσκευασίας που συνθέτουν τα υπό εξέταση προϊόντα, τη παιδική κρέμα και το σιρόπι φράουλας, παρουσιάζουν σημαντικές διαφοροποιήσεις. Αναλυτικότερα, όσον αφορά τα υλικά συσκευασίας για τις εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα, όπως είναι το πλαστικό μπουκάλι και το μεταλλικό κουτί, οι τιμές θα μπορούσαν να μειωθούν ανάλογα με τη χρήση του υλικού, δηλαδή αν χρησιμοποιείται ανακυκλώσιμο ή μη υλικό για τη παραγωγή τους. Όσον αφορά, το υδατικό αποτύπωμα κάποια από τα βασικά συστατικά για τη παιδική κρέμα και το σιρόπι φράουλας, παρουσιάζουν υψηλές σχετικά τιμές, όπως το αμυλοσιρόπιο και η σκόνη γάλακτος. Οι τιμές αυτές θα μπορούσαν να διαφοροποιηθούν ακόμα και να μειωθούν, αν ληφθούν υπόψη οι ποσότητες εισαγωγής και εξαγωγής του νερού από τη χώρα προέλευσης για τα διάφορα συστατικά που εξετάζονται κάθε φορά.

Κάνοντας, μια σύγκριση των προϊόντων που εξετάζονται, παρατηρείται ότι για το σιρόπι φράουλας το ανθρακικό αποτύπωμα είναι 153,31 kg CO<sub>2-eq</sub>/tn ενώ για τη παιδική κρέμα είναι 458,04 kg CO<sub>2-eq</sub>/tn. Ενώ το υδατικό αποτύπωμα, για το σιρόπι φράουλας είναι 208 m<sup>3</sup>/tn και για τη παιδική κρέμα ανέρχεται στα 195 m<sup>3</sup>/tn. Προσπαθώντας, να κατανοηθούν καλύτερα τα αποτελέσματα που προέκυψαν συγκρίνονται τα προϊόντα που εξετάζονται και με άλλα προϊόντα παρεμφερή όπως είναι το μέλι όπου το ανθρακικό αποτύπωμα κυμαίνεται από 77-160 kg CO<sub>2-eq</sub>/tn (η σύγκριση του μελιού γίνεται με το σιρόπι φράουλας), όπως και με μια μπάρα σοκολάτας γάλακτος με ανθρακικό αποτύπωμα 1,47 kg CO<sub>2-eq</sub>/bar of chocolate milk.

Ωστόσο, θα πρέπει να ληφθούν υπόψη και άλλοι παράγοντες, οι οποίοι με τη σειρά τους θα επηρεάζουν τα στάδια παραγωγής των συγκεκριμένων στοιχείων που αναφέρθηκαν και παραπάνω.

Η Ανάλυση Κύκλου Ζωής, αποτελεί ένα πολύ χρήσιμο μεθοδολογικό εργαλείο καθώς παρέχει τη δυνατότητα ευελιξίας στο μελετητή ενώ παράλληλα συγκεντρώνει, απογράφει, αναλύει και αποδίδει χρήσιμα συμπεράσματα φιλικά προσκείμενα προς το περιβάλλον, κάνοντας τα προϊόντα ακόμα καλύτερα.



Εικόνα 22: Η Ανάλυση Κύκλου Ζωής (πηγή: <http://www.techne05.it/en/services/life-cycle-assessment/> ανάκτηση στις 11/06/2017)