



Σχολή Επιστημών Τροφίμων  
Τμήμα Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων

Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών  
**ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ, ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ**

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ  
**«Βιώσιμη Συσκευασία Τροφίμων»**

MSc Thesis  
**" Sustainable Food Packaging "**



ΟΝΟΜΑ ΦΟΙΤΗΤΗ/NAME OF STUDENT

Αντιγόνη Κοζιώρη  
Antigoni Koziori

ΟΝΟΜΑ ΕΙΣΗΓΗΤΗ/NAME OF THE SUPERVISOR

Σπυρίδων Παπαδάκης  
Spyridon Papadakis

ΑΙΓΑΛΕΩ/EGALEO 2022



Faculty of Food Sciences  
Department of Food Science and Technology

Master of Science

## **FOOD INNOVATION, QUALITY AND SAFETY**

MSc Thesis  
**" Sustainable Food Packaging "**

Antigoni Koziori  
2013

[antigoni.koziori@gmail.com](mailto:antigoni.koziori@gmail.com)

[akozi40@gmail.com](mailto:akozi40@gmail.com)

[fiqs2013@uniwa.gr](mailto:fiqs2013@uniwa.gr)

SUPERVISOR

S.E. Papadakis

[sepapad@uniwa.gr](mailto:sepapad@uniwa.gr)

EGALEO 2022

Έγινε δεκτή

Ο Διευθυντής του ΠΜΣ:

Οι υπογράφοντες δηλώνουμε ότι έχουμε εξετάσει τη μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία (Master Thesis) με τίτλο «Βιώσιμη Συσκευασία Τροφίμων» που παρουσιάστηκε από την **ΑΝΤΙΓΟΝΗ ΚΟΖΙΩΡΗ**, υποψηφία για τον μεταπτυχιακό τίτλο σπουδών στην **ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ, ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ** και βεβαιώνουμε ότι γίνεται δεκτή.

Ημερομηνία

Όνομα επιβλέποντος

Ημερομηνία

Όνομα μέλους επιτροπής

Ημερομηνία

Όνομα μέλους επιτροπής

### ***Δήλωση περί λογοκλοπής/Copyright***

Με πλήρη επίγνωση των συνεπειών του νόμου περί πνευματικών δικαιωμάτων, δηλώνω ενυπογράφως ότι είμαι αποκλειστικός συγγραφέας της παρούσας διπλωματικής εργασίας, για την ολοκλήρωση της οποίας κάθε βοήθεια είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται λεπτομερώς στην εργασία αυτή. Έχω αναφέρει πλήρως και με σαφείς αναφορές, όλες τις πηγές χρήσης δεδομένων, απόψεων, θέσεων και προτάσεων, ιδεών και λεκτικών αναφορών, είτε κατά κυριολεξία είτε βάσει επιστημονικής παράφρασης. Αναλαμβάνω την προσωπική και ατομική ευθύνη ότι σε περίπτωση αποτυχίας στην υλοποίηση των ανωτέρω δηλωθέντων στοιχείων, είμαι υπόλογος έναντι λογοκλοπής, γεγονός που σημαίνει αποτυχία στην διπλωματική μου εργασία και κατά συνέπεια αποτυχία απόκτησης Τίτλου Σπουδών, πέραν των λοιπών συνεπειών του νόμου περί πνευματικών δικαιωμάτων. Δηλώνω, συνεπώς, ότι αυτή η διπλωματική εργασία προετοιμάστηκε και ολοκληρώθηκε από εμένα προσωπικά και αποκλειστικά και ότι, αναλαμβάνω πλήρως όλες τις συνέπειες του νόμου στην περίπτωση κατά την οποία αποδειχθεί, διαχρονικά, ότι η εργασία αυτή ή τμήμα της δεν μου ανήκει διότι είναι προϊόν λογοκλοπής άλλης πνευματικής ιδιοκτησίας.

***Αντιγόνη Κοζιώρη***



## *Ευχαριστίες*

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου, κύριο Παπαδάκη Σπυρίδωνα για την ανάθεση της εν λόγω διπλωματικής εργασίας και για την καθοδήγηση και τη βοήθειά του καθ' όλη τη διάρκεια της προσπάθειάς μου.

Επίσης θέλω να ευχαριστήσω την εταιρία KOTRONIS PACKAGING στην οποία εργάζομαι ως Quality Control Analyst και ως μέλος της ομάδας Sustainability, και η οποία με εμπλούτισε με γνώσεις και τεχνογνωσία στο κομμάτι της βιώσιμης ανάπτυξης. Ευχαριστώ όλους τους συνεργάτες μου που με βοήθησαν συμβουλευτικά για την ολοκλήρωση της διπλωματικής μου εργασίας.

Τέλος δε θα μπορούσα να μην ευχαριστήσω τους γονείς μου, Βασίλειο Κοζιώρη και Κωνσταντίνα Παπασταθάτου, που είναι πάντα δίπλα μου και με στηρίζουν με την απεριόριστη αγάπη τους, αλλά και τους αγαπημένους μου φίλους και συγγενείς που αποτελούν και αυτοί σημαντικό στήριγμα σε κάθε μου βήμα.



# ΒΙΩΣΙΜΗ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ

## ΤΡΟΦΙΜΩΝ

*Διπλωματική εργασία*

*Αιγάλεω 2022*

*Recycling,  
packaging,  
businesses are  
changing all of those  
things because that's  
what consumers  
want. (Jerry  
Greenfield)*

## *Πίνακας περιεχομένων*

Πίνακας Σχημάτων.....	9
Πίνακας Διαγραμμάτων .....	10
Περίληψη.....	11
Abstract .....	12
1. Βιωσιμότητα και Κυκλική οικονομία .....	13
1.1 Βιωσιμότητα.....	13
1.2 Κυκλική Οικονομία.....	14
1.3 Στόχοι Βιώσιμης Ανάπτυξης – Ηνωμένα Έθνη .....	15
2. Προβλήματα βιωσιμότητας οφειλόμενα στη συσκευασία τροφίμων .....	26
2.1 Σπατάλη τροφίμων .....	27
2.1.1 Γενικά στοιχεία .....	27
2.1.2 Αιτίες απώλειας τροφίμων και σπατάλη τροφίμων που σχετίζονται με τη συσκευασία .....	30
2.1.3 Αύξηση διάρκειας ζωής συσκευασμένου τροφίμου .....	34
2.1.4 Συμπεράσματα .....	35
2.2 Περιβαλλοντικό αποτύπωμα συσκευασίας .....	38
2.2.1 Χρήση υλικών στη συσκευασία τροφίμων .....	39
2.2.2 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις συσκευασίας τροφίμων .....	39
2.3 Πρώτες ύλες .....	43
2.4 Εταιρική, ατομική και κρατική ευθύνη.....	45
2.4.1 Εταιρική ευθύνη .....	45
2.4.2 Ατομική ευθύνη καταναλωτών .....	48
2.4.3 Κρατική ευθύνη.....	49
3. Βιώσιμες λύσεις για τη συσκευασία τροφίμων.....	50
3.1 3R (Reduce, Reuse, Recycle).....	50

3.1.1 Μείωση της πρώτης ύλης στις συσκευασίες.....	51
3.1.2 Επαναχρησιμοποίηση συσκευασίας.....	57
3.1.3 Ανακύκλωση συσκευασιών .....	57
3.2 Χρήση εναλλακτικών υλικών συσκευασίας τροφίμων.....	63
3.2.1 Φιλικά προς το περιβάλλον υλικά για συσκευασία τροφίμων.....	64
3.2.2 Βιολογικής βάσης υλικά για συσκευασία τροφίμων.....	67
3.2.3 Βρώσιμα υλικά συσκευασίας.....	74
3.2.4 Νανοπολυμερή υλικά για συσκευασία τροφίμων .....	76
3.3 Παγκόσμιο ρυθμιστικό πλαίσιο .....	76
4. Προκλήσεις βιώσιμης συσκευασίας τροφίμων.....	82
4.1 Προκλήσεις από μείωση της πρώτης ύλης στη συσκευασία τροφίμων.....	82
4.2 Προκλήσεις από την επαναχρησιμοποίηση συσκευασιών τροφίμων.....	83
4.3 Προκλήσεις από την ανακύκλωση των συσκευασιών τροφίμων.....	84
4.4 Προκλήσεις από τη χρήση εναλλακτικών πρώτων υλών για τη συσκευασία τροφίμων .....	85
5. Εργαλεία αξιολόγησης βιωσιμότητας συσκευασιών τροφίμων.....	88
5.1 Life Cycle Assessment (Ανάλυση Κύκλου Ζωής).....	88
5.2 Product Environmental Footprint (Περιβαλλοντικό Αποτύπωμα Προϊόντων).....	90
5.3 Environmental Product Declaration(Περιβαλλοντική Δήλωση Προϊόντος).....	92
6. Συμπεράσματα .....	93
Αναφορές .....	95



## *Πίνακας Σχημάτων*

Σχήμα 1:Οι τρεις τομείς της βιώσιμης ανάπτυξης .....	14
Σχήμα 2: Διαφορές ανάμεσα στην γραμμική και την κυκλική οικονομία .....	15
Σχήμα 3: Οι 17 στόχοι βιώσιμης ανάπτυξης .....	16
Σχήμα 4:: Πολλαπλός ρόλος συσκευασίας (Singh, P., et al., 2017) .....	28
Σχήμα 5:: Παράδειγμα συσκευασίας που τηρεί την έννοια "εύκολη πρόσβαση" - easy grip.....	33
Σχήμα 6:: Αιτίες αυξημένης σπατάλης τροφίμων σε όλη την εφοδιαστική αλυσίδα .....	36
Σχήμα 7: Εμπλεκόμενα μέρη για τη βιωσιμότητα της συσκευασίας τροφίμων (Bassi SA, et al., 2020).....	45
Σχήμα 8: Πιθανότητες ανακύκλωσης πλαστικών συσκευασιών τροφίμων (Food Packaging Forum, 2021).....	62
Σχήμα 9:: Πηγές βιοπολυμερών (Cutter C.N. , 2006).....	70
Σχήμα 10:: Χαρακτηριστικά παραδείγματα συσκευασιών που έχουν κατασκευαστεί από βιοπολυμερή (Saurabh S., et al., 2021). .....	70
Σχήμα 11:: Αύξηση σπατάλης τροφίμων λόγω ακατάλληλης συσκευασίας .....	83
Σχήμα 12: Διαδικασία ανάλυσης κύκλου ζωής για τη συσκευασία τροφίμων .....	88

## *Πίνακας Διαγραμμάτων*

Διάγραμμα 1: Σημεία σπατάλης τροφίμων .....	37
Διάγραμμα 2: Χρονική διάρκεια αποικοδόμησης υλικών συσκευασίας τροφίμων.....	42
Διάγραμμα 3: Επιπτώσεις της πανδημίας Covid-19 στις εφοδιαστικές αλυσίδες τροφίμων (Consultancy.eu, 2021) .....	44
Διάγραμμα 4: Ποσοστά ανακύκλωσης συσκευασιών τροφίμων στις χώρες της ΕΕ για το έτος 2019 (European Commission, 2021).....	59
Διάγραμμα 5: Η κυκλική οικονομία ως προοπτική για το μέλλον της συσκευασίας (World Economic Forum, Ellen MacArthur Foundation and McKinsey, 2016).....	64

## *Περίληψη*

Οι συσκευασίες διαδραματίζουν ολοένα και πιο σημαντικό ρόλο στη διατήρηση της αξίας των προϊόντων. Τα υλικά συσκευασίας που έρχονται σε επαφή με τρόφιμα απευθύνονται σε όλους τους καταναλωτές, και στόχος με τα χρόνια είναι να παράγονται και να προσφέρονται χρησιμοποιώντας λιγότερες ροές ενέργειας και υλικών και στοχεύοντας σε λιγότερες κοινωνικές, οικονομικές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Οι λύσεις για μία πιο αειφόρο συσκευασία είναι το *lightweighting* (ελάφρυνση συσκευασίας), η ανακύκλωση των υλικών ως πρώτων υλών, η επαναχρησιμοποίηση της συσκευασίας, ο βελτιωμένος σχεδιασμός της συσκευασίας, η βελτιωμένη παραγωγική διαδικασία, και η χρήση υλικών που είναι φιλικά προς το περιβάλλον (υλικά βιολογικής προέλευσης, νανοϋλικά, βιοδιασπώμενα υλικά και νέα υλικά που συνεχώς αναπτύσσονται). Όλα τα παραπάνω εξετάζονται κριτικά από τη βιομηχανία συσκευασιών για να καθοριστεί εάν η ενέργεια και οι πόροι που υπάρχουν είναι αρκετοί σε ποσότητα, εάν οι λύσεις είναι αποτελεσματικές και η ρύπανση μειώνεται πραγματικά χωρίς να μεταφέρεται, δημιουργώντας οικολογικά οφέλη, κοινωνικές και οικονομικές αυξήσεις.

Στην παρούσα Διπλωματική Εργασία γίνεται η απαραίτητη εισαγωγή στις έννοιες της Βιώσιμης Ανάπτυξης και στο ρόλο της συσκευασίας τροφίμων στους στόχους της βιώσιμης ανάπτυξης, όπως έχουν οριστεί από τα κράτη – μέλη των Ηνωμένων Εθνών. Στο πλαίσιο αυτό αναλύονται όλα τα προβλήματα που έχουν προκύψει έως τώρα και έχουν συμβάλει στην ανάγκη να βρεθούν βιώσιμες λύσεις για τη συσκευασία τροφίμων, ώστε ο ρόλος της στη διασφάλιση της ποιότητας των τροφίμων να συμβαδίζει με την εξασφάλιση της προστασίας του περιβάλλοντος. Επομένως, στα κεφάλαια της παρούσας διπλωματικής εργασίας δίνονται πιθανές λύσεις και δίνονται σαφείς επιλογές και καθοδηγήσεις για τη μετάβαση μίας συσκευασίας τροφίμων σε μία **βιώσιμη** συσκευασία τροφίμων.

## *Abstract*

Packaging plays an increasingly important role in maintaining the value of products. Food packaging concerns all consumers, and the goal over the years is to be produced and offered using fewer energy and material flows and aiming for smaller social, economic and environmental impacts. The solutions for more sustainable packaging are lightweighting, recycled materials as raw materials, reusable packaging materials, recyclable products, improved designs, improved production process, and materials that are environmentally friendly (materials of biological origin, nanoscale, biodegradable materials and new material solutions that are developed). All of the above are critically reviewed by the packaging industry to determine if the energy and resources available are sufficient in quantity, if the solutions are effective, and if pollution is actually reduced without being transferred, creating ecological, social and economic increases.

This Thesis introduces the concepts of sustainable development and the role of food packaging in the goals of sustainable development, as defined by the member states of the United Nations. In this context, all the problems that have arisen so far are analyzed and have contributed to the need to find sustainable solutions for food packaging, so that its role in ensuring the quality of food goes hand in hand with ensuring the protection of the environment. Therefore, in the chapters of this thesis, possible solutions are given and clear options and guidance are given for the transition of a food packaging to a *sustainable* food packaging.

## *1. Βιωσιμότητα και Κυκλική οικονομία*

Στις ενότητες αυτού του κεφαλαίου θα αναφερθούμε στην βιωσιμότητα, στην κυκλική οικονομία και στους στόχους βιώσιμης ανάπτυξης που έχουν τεθεί από τα Ηνωμένα Έθνη. Οι ενότητες αυτές παρουσιάζουν το θεωρητικό υπόβαθρο πάνω στο οποίο στηρίζεται η μελέτη της βιώσιμης συσκευασίας τροφίμων, που είναι και το θέμα αυτής της εργασίας. Όπως κάθε κλάδος, έτσι και ο κλάδος της συσκευασίας τροφίμων πρέπει να λάβει τα δικά του μέτρα ως προς τη βιωσιμότητα και την κυκλική οικονομία ώστε να επιτευχθούν οι στόχοι βιώσιμης ανάπτυξης των Ηνωμένων Εθνών.

### **1.1 Βιωσιμότητα**

Ο όρος βιωσιμότητα έχει πάρει το όνομά του από το γαλλικό ρήμα **sutenir**, που σημαίνει «υποστηρίζω» (Brown B.J., et al., 1987). Εξ' αρχής εμφανίστηκε σαν όρος για την ανάπτυξη της δασοκομίας, για να περιγράψει την ανάγκη η ποσότητα του ξύλου που κόβεται για συλλογή να μην είναι μεγαλύτερη από την ποσότητα ξύλου που αναπτύσσεται. Αργότερα, ο όρος της βιωσιμότητας χρησιμοποιήθηκε για τις ανάγκες της οικολογίας, περιγράφοντας την ανάγκη για την ικανότητα της φύσης να αναγεννηθεί, από όπου ο τωρινός ορισμός αναπτύχθηκε.

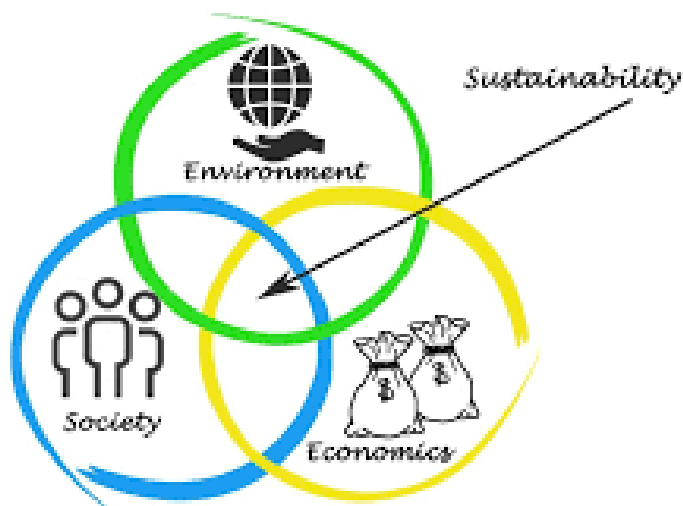
Έρευνα των (Johnston et al., 2007) κατέδειξε ότι υπάρχουν στη βιβλιογραφία περίπου 300 ορισμοί της βιωσιμότητας. Σύμφωνα με τον επίσημο ορισμό, που χρησιμοποιείται και στα συστήματα (ISO 15392, 2008), η βιωσιμότητα ορίζεται ως:

*«μια κατάσταση στην οποία η ανθρώπινη δραστηριότητα δεν υπομονεύει τις λειτουργίες των οικοσυστημάτων του πλανήτη»*

Ο όρος αυτός έπειτα χρησιμοποιήθηκε για να περιγράψει την ανάγκη για περιορισμό των ανθρώπινων δράσεων που επέφεραν καταστροφές στα περιβαλλοντικά και οικονομικά συστήματα. Έτσι, η πρώτη αναφορά υπό αυτό το πλαίσιο έγινε στη διάσκεψη της Στοκχόλμης το 1972, όπου έγινε η πρώτη αναφορά στην ανάγκη για βιώσιμη ανάπτυξη όπου η ανάπτυξη και το περιβάλλον δεν θα λειτουργούν ανταγωνιστικά ( Sachs J., 2015). Όμως η πλήρης κατανόηση της βιώσιμης ανάπτυξης έγινε στην Έκθεση Brundtland το 1987, όπου έπειτα από συγκρούσεις συμφωνήθηκε ότι, λόγω της παρούσας κατάστασης της τεχνολογίας και της κοινωνικής οργάνωσης, πρέπει να τεθούν κάποια όρια, ως περιορισμοί που επιβάλλονται, στη χρησιμοποίηση των περιβαλλοντικών πόρων ώστε να βοηθηθεί η ικανότητα της βιόσφαιρας να απορροφά τις επιπτώσεις των ανθρώπινων δραστηριοτήτων (Brundtland G.H. , 1987).

Σύμφωνα με την Παγκόσμια Σύνοδο Κορυφής το 2002 (UN General Assembly, 2005), η βιωσιμότητα ορίζεται από την τομή τριών σφαιρών. Κάθε σφαίρα αφορά την ικανοποίηση των αναγκών ενός τομέα.

Οι τρεις τομείς είναι το περιβάλλον, η κοινωνία και η οικονομία (βλ. Σχήμα 1). Πρέπει να ικανοποιούνται οι ανάγκες και των τριών τομέων ώστε να έχουμε βιώσιμη ανάπτυξη.

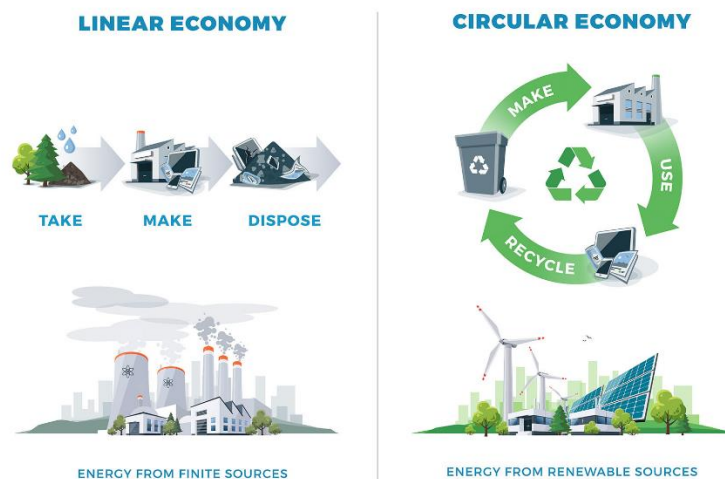


Σχήμα 1: Οι τρεις τομείς της βιώσιμης ανάπτυξης

## 1.2 Κυκλική Οικονομία

Η ιδέα της Κυκλικής Οικονομίας αναπτύσσεται από τα τέλη της δεκαετίας του 1970. Από τότε, αρκετοί ήταν εκείνοι που μελέτησαν την ιδέα της κυκλικής οικονομίας αλλά η έννοια αυτή αποδίδεται κυρίως στους (Pearce D. , Turner R., 1989), οι οποίοι ανέπτυξαν την αντίληψη ότι οι φυσικοί πόροι επηρεάζουν την οικονομία μέσω εισροών για παραγωγή και κατανάλωση καθώς και μέσω εκροών που καταλήγουν ως απόβλητα. Αναλογιζόμενοι, όμως το έργο του Boulding (1966), στο οποίο η γη περιγράφεται ως ένα κλειστό και κυκλικό σύστημα, κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι για να είναι το περιβάλλον και οικονομία σε ισορροπία, θα πρέπει να δημιουργηθεί μεταξύ των εισροών και των εκροών ένα κυκλικό σύστημα.

Στο Σχήμα 2 φαίνεται η διαφορά ανάμεσα στη γραμμική και την κυκλική οικονομία. Στην γραμμική οικονομία οι πόροι παράγουν προϊόν ή υπηρεσία, και μετά αυτά καταλήγουν σε καταστροφή χρησιμοποιώντας ενέργεια που δε μπορεί να αναγεννηθεί. Αντίθετα στην κυκλική οικονομία οι πόροι χρησιμοποιούνται για να παράξουν προϊόν ή υπηρεσία, τα οποία με τη σειρά τους θα δημιουργήσουν πόρους για άλλα προϊόντα και υπηρεσίες μέσω της διαδικασίας της ανακύκλωσης, χρησιμοποιώντας ενέργεια που ανανεώνεται.



Σχήμα 2: Διαφορές ανάμεσα στην γραμμική και την κυκλική οικονομία<sup>1</sup>

Με βάση διάφορους ορισμούς που έχουν αναπτυχθεί από το 1989 και μετά, ένας επίσημος ορισμός που μπορεί να δοθεί για την Κυκλική Οικονομία είναι (Webster K. , 2015):

*Η κυκλική οικονομία είναι αναγεννητικό σύστημα στο οποίο η εισροή πόρων, τα απόβλητα και οι εκπομπές ενέργειας ελαχιστοποιούνται. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με μακροχρόνιο σχεδιασμό, συντήρηση, επισκευή, επαναχρησιμοποίηση, ανακατασκευή, ανακαίνιση και ανακύκλωση.*

### 1.3 Στόχοι Βιώσιμης Ανάπτυξης – Ηνωμένα Έθνη

Το 2015, έγινε συμφωνία ανάμεσα σε 195 έθνη και στα Ηνωμένα Έθνη για να γίνει αλλαγή του πλανήτη μας προς το καλύτερο. Για να επιτευχθεί αυτό όλες οι κυβερνήσεις ήρθαν σε επαφή με επιχειρήσεις, ιδιωτικά ιδρύματα, μη κυβερνητικές οργανώσεις, μέσα ενημέρωσης και άλλους φορείς και αποφάσισαν τη σύνταξη 17 στόχων, οι οποίοι θα βελτιώσουν την ποιότητα ζωής των ανθρώπων σε κάθε χώρα. Το χρονοδιάγραμμα για αυτούς τους στόχους ήταν να έχουν επιτευχθεί έως το 2030. Οι στόχοι αυτοί ονομάστηκαν «Στόχοι Βιώσιμης Ανάπτυξης<sup>2</sup>» και παρουσιάζονται στο Σχήμα 3.

<sup>1</sup> <https://viomes.gr/en/sustainability/circular-economy-recycling>

<sup>2</sup> Sustainable Development Goals (SDG)



Σχήμα 3: Οι 17 στόχοι βιώσιμης ανάπτυξης<sup>3</sup>

Οι στόχοι είναι<sup>4</sup>:

1. Εξάλειψη της φτώχειας
2. Εξάλειψη της πείνας
3. Διασφάλιση καλής υγείας και ευεξίας για τους πολίτες
4. Παροχή ποιοτικής εκπαίδευσης
5. Επιβολή της ισότητας των φύλων
6. Βελτίωση καθαριότητας νερού
7. Ανάπτυξη καθαρής και προσιτής σε όλους ενέργειας
8. Δημιουργία αξιοπρεπούς εργασίας και οικονομικής ανάπτυξης
9. Αύξηση της βιομηχανίας, της καινοτομίας και της υποδομής
10. Μείωση της ανισότητας
11. Ανάπτυξη βιώσιμων πόλεων και κοινοτήτων
12. Προώθηση της υπεύθυνης κατανάλωσης και παραγωγής προϊόντων
13. Οργάνωση δράσεων για την κλιματική αλλαγή
14. Ανάπτυξη της υποθαλάσσιας ζωής
15. Βελτίωση της ζωής στη στεριά
16. Εγγύηση της ειρήνης, της δικαιοσύνης και των ισχυρών θεσμών

<sup>3</sup>[https://worldtop20.org/global-movement?gclid=Cj0KCQjw8amWBhCYARIsADqZJoVzGo7kD4jTy1Kv2P1TqkF9C4kPBjXPeaOM\\_cacwI4ikFsxswX6M-UaAv7uEALw\\_wcB](https://worldtop20.org/global-movement?gclid=Cj0KCQjw8amWBhCYARIsADqZJoVzGo7kD4jTy1Kv2P1TqkF9C4kPBjXPeaOM_cacwI4ikFsxswX6M-UaAv7uEALw_wcB)

<sup>4</sup>[https://worldtop20.org/global-movement?gclid=Cj0KCQjw8amWBhCYARIsADqZJoVzGo7kD4jTy1Kv2P1TqkF9C4kPBjXPeaOM\\_cacwI4ikFsxswX6M-UaAv7uEALw\\_wcB](https://worldtop20.org/global-movement?gclid=Cj0KCQjw8amWBhCYARIsADqZJoVzGo7kD4jTy1Kv2P1TqkF9C4kPBjXPeaOM_cacwI4ikFsxswX6M-UaAv7uEALw_wcB)



## 17. Δημιουργία συνεργασιών για την επίτευξη των στόχων

Στον Πίνακα 1 παρουσιάζονται οι πολιτικές που αποφασίστηκαν να ακολουθηθούν για την επίτευξη αυτών των στόχων.

Πίνακας 1: Πρακτικές υλοποίησης των 17 στόχων βιώσιμης ανάπτυξης<sup>5</sup>

Στόχος	Πολιτικές έως το 2030
Όχι φτώχεια	<ul style="list-style-type: none"> <li>✚ Μείωση κατά το 50% των ατόμων (ανδρών, γυναικών και παιδιών) που ζουν κάτω από συνθήκες φτώχειας, όπως αυτές ορίζονται από παγκόσμιους φορείς.</li> <li>✚ Νομοθετική εφαρμογή μέτρων και εθνικών συστημάτων κοινωνικής πρόνοιας για τη στήριξη φτωχών και ευάλωτων ατόμων</li> <li>✚ Εξασφάλιση ίσων δικαιωμάτων και πρόσβασης κυρίως των φτωχών και ευάλωτων ατόμων σε βασικές υπηρεσίες και χρηματοδοτήσεις</li> <li>✚ Μείωση των ατόμων που εκτίθενται σε ακραία φαινόμενα σχετικά με το κλίμα και άλλους οικονομικούς, κοινωνικούς και περιβαλλοντικούς παράγοντες</li> <li>✚ Εξασφάλιση πόρων και κινητοποίησης για την εφαρμογή προγραμμάτων και πολιτικών για τον τερματισμό της φτώχειας στις αναπτυσσόμενες χώρες</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>✚ Τερματισμός απώλειας παιδιών κάτω από 5 ετών λόγω υποσιτισμού και εξασφάλιση των ελάχιστων διατροφικών αναγκών των εφήβων κοριτσιών, των εγκύων και των θηλαζόντων και των ηλικιωμένων έως το 2030</li> <li>✚ Διπλασιασμός της γεωργικής παραγωγικότητας έως το 2030</li> <li>✚ Εξασφάλιση βιώσιμων συστημάτων παραγωγής τροφίμων με ανθεκτικές γεωργικές πρακτικές έναντι σε ακραίες καιρικές συνθήκες προς αύξηση της παραγωγικότητας τροφίμων</li> <li>✚ Αύξηση των επενδύσεων και των τεχνογνωσιών προς αύξηση παραγωγικότητας τροφίμων στις αναπτυσσόμενες περιοχές</li> <li>✚ Αποτροπή εμπορικών περιορισμών στις παγκόσμιες γεωργικές αγορές</li> <li>✚ Λήψη μέτρων για την εξάλειψη στην ακρίβεια κατά την αγορά τροφίμων</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>✚ Μείωση της παγκόσμιας αναλογίας στη μητρική θνησιμότητα σε λιγότερο από 70 ανά 100.000 γεννήσεις ζωντανών</li> <li>✚ Μείωση της θνησιμότητας νεογνών σε 12 ανά 1.000 γεννήσεις και της θνησιμότητας παιδιών κάτω των 5 ετών σε 25 ανά 1.000 ζωές</li> <li>✚ Εξάλειψη επιδημιών του AIDS, της φυματίωσης, της ελονοσίας και των τροπικών ασθενειών και καταπολέμηση της ηπατίτιδας, των ασθενειών που μεταδίδονται από το νερό και άλλων μεταδοτικών ασθενειών</li> <li>✚ Μείωση στο 1/3 της πρόωρης θνησιμότητας από μη μεταδοτικές ασθένειες μέσω πρόληψης και θεραπείας</li> <li>✚ Ενίσχυση της πρόληψης και της θεραπείας όλων των ειδών κατάχρησης ουσιών</li> <li>✚ Ενσωμάτωση της εκπαίδευσης για την αναπαραγωγική υγεία σε εθνικές στρατηγικές και προγράμματα ως προς καταπολέμηση σεξουαλικών νοσημάτων</li> <li>✚ Ισότητα στη πρόσβαση σε ασφαλή, αποτελεσματικά, ποιοτικά και οικονομικά βασικά φάρμακα και εμβόλια για όλους</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>✚ Τερματισμός απώλειας παιδιών κάτω από 5 ετών λόγω υποσιτισμού και εξασφάλιση των ελάχιστων διατροφικών αναγκών των εφήβων κοριτσιών, των εγκύων και των θηλαζόντων και των ηλικιωμένων έως το 2030</li> <li>✚ Διπλασιασμός της γεωργικής παραγωγικότητας έως το 2030</li> <li>✚ Εξασφάλιση βιώσιμων συστημάτων παραγωγής τροφίμων με ανθεκτικές γεωργικές πρακτικές έναντι σε ακραίες καιρικές συνθήκες προς αύξηση της παραγωγικότητας τροφίμων</li> <li>✚ Αύξηση των επενδύσεων και των τεχνογνωσιών προς αύξηση παραγωγικότητας τροφίμων στις αναπτυσσόμενες περιοχές</li> <li>✚ Αποτροπή εμπορικών περιορισμών στις παγκόσμιες γεωργικές αγορές</li> <li>✚ Λήψη μέτρων για την εξάλειψη στην ακρίβεια κατά την αγορά τροφίμων</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>✚ Μείωση της παγκόσμιας αναλογίας στη μητρική θνησιμότητα σε λιγότερο από 70 ανά 100.000 γεννήσεις ζωντανών</li> <li>✚ Μείωση της θνησιμότητας νεογνών σε 12 ανά 1.000 γεννήσεις και της θνησιμότητας παιδιών κάτω των 5 ετών σε 25 ανά 1.000 ζωές</li> <li>✚ Εξάλειψη επιδημιών του AIDS, της φυματίωσης, της ελονοσίας και των τροπικών ασθενειών και καταπολέμηση της ηπατίτιδας, των ασθενειών που μεταδίδονται από το νερό και άλλων μεταδοτικών ασθενειών</li> <li>✚ Μείωση στο 1/3 της πρόωρης θνησιμότητας από μη μεταδοτικές ασθένειες μέσω πρόληψης και θεραπείας</li> <li>✚ Ενίσχυση της πρόληψης και της θεραπείας όλων των ειδών κατάχρησης ουσιών</li> <li>✚ Ενσωμάτωση της εκπαίδευσης για την αναπαραγωγική υγεία σε εθνικές στρατηγικές και προγράμματα ως προς καταπολέμηση σεξουαλικών νοσημάτων</li> <li>✚ Ισότητα στη πρόσβαση σε ασφαλή, αποτελεσματικά, ποιοτικά και οικονομικά βασικά φάρμακα και εμβόλια για όλους</li> </ul>

<sup>5</sup> <https://www.undp.org/sustainable-development-goals#partnerships-for-the-goals>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>✚ Ουσιαστική μείωση στον αριθμό των θανάτων και ασθενειών από επικίνδυνες χημικές ουσίες και τη ρύπανση και τη μόλυνση του αέρα, των υδάτων και του εδάφους</li> <li>✚ Υποστήριξη της έρευνας και της ανάπτυξης εμβολίων και φαρμάκων για τις μεταδοτικές και μη μεταδοτικές ασθένειες</li> <li>✚ Έγκαιρη προειδοποίηση, μείωση κινδύνου και διαχείριση εθνικών και παγκόσμιων κινδύνων για την υγεία στις αναπτυσσόμενες χώρες</li> </ul>
<b>Ισότητα στην εκπαίδευση</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✚ Δωρεάν, δίκαιη και ποιοτική πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια εκπαίδευση σε όλα τα αγόρια και κορίτσια</li> <li>✚ Διασφάλιση πρόσβασης σε ποιοτική πρώιμη παιδική ανάπτυξη, φροντίδα και προσχολική εκπαίδευση για όλα τα αγόρια και κορίτσια ώστε να είναι έτοιμα για την εισαγωγή τους στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση</li> <li>✚ Εξασφάλιση ίσης πρόσβασης για τα δύο φύλα σε οικονομικά προσιτή και ποιοτική τεχνική, επαγγελματική και τριτοβάθμια εκπαίδευση</li> <li>✚ Αύξηση στον αριθμό των ενηλίκων με δεξιότητες για απασχόληση σε αξιοπρεπείς θέσεις εργασίας και ανάπτυξη της επιχειρηματικότητας</li> <li>✚ Ίση πρόσβαση στην εκπαίδευση για άτομα με αναπηρίες</li> <li>✚ Εξάλειψη αναλφαβητισμού σε όλους τους ανήλικους και σε ένα ποσοστό των ενηλίκων</li> <li>✚ Αύξηση προσφοράς καταρτισμένων εκπαιδευτών στις αναπτυσσόμενες χώρες</li> </ul>
<b>Ισότητα φύλων</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✚ Τερματισμός κάθε μορφής διακρίσεων κατά όλων των γυναικών και των κοριτσιών σε παγκόσμιο επίπεδο</li> <li>✚ Εξάλειψη κάθε μορφής βίας κατά όλων των γυναικών και κοριτσιών</li> <li>✚ Αποτροπή επιβλαβών πρακτικών, όπως ο παιδικός, πρόωρος και αναγκαστικός γάμος και ο ακρωτηριασμός των γυναικείων γεννητικών οργάνων</li> <li>✚ Αναγνώριση της μη αμειβόμενης φροντίδας και της οικιακής εργασίας μέσω της παροχής δημόσιων υπηρεσιών</li> <li>✚ Εξασφάλιση της συμμετοχής γυναικών και των ίσων ευκαιριών για τις γυναίκες σε ηγετικές θέσεις</li> <li>✚ Ανάπτυξη νομοθετικού πλαισίου για ίσες ευκαιρίες των δύο φύλων σε όλα τα επίπεδα της οικονομικής, κοινωνικής και πολιτικής ζωής</li> </ul>
<b>Καθαριότητα νερού</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✚ Επίτευξης καθολικής και δίκαιης πρόσβασης σε ασφαλές και οικονομικά προσιτό πόσιμο νερό για όλους</li> <li>✚ Βελτίωση της ποιότητας του νερού μέσω μείωσης της ρύπανσης και ελαχιστοποίησης της έκλυσης επικίνδυνων χημικών ουσιών και υλικών στο νερό, μειώνοντας κατά 50% το ποσοστό των ακατέργαστων λυμάτων στο νερό και αυξάνοντας σε μεγάλο ποσοστό την ανακύκλωση και την ασφαλή επαναχρησιμοποίηση παγκοσμίως</li> <li>✚ Αντιμετώπιση της λειψυδρίας και μείωση σε μεγάλο ποσοστό του αριθμού των ανθρώπων που υποφέρουν από λειψυδρία</li> <li>✚ Εφαρμογή ολοκληρωμένης διαχείρισης υδατικών πόρων σε όλα τα επίπεδα</li> <li>✚ Προώθηση προγραμμάτων που σχετίζονται με το νερό και την αποχέτευση, συμπεριλαμβανομένων τεχνολογιών συλλογής νερού, αφαλάτωσης, αποδοτικότητας νερού, επεξεργασίας λυμάτων, ανακύκλωσης και επαναχρησιμοποίησης</li> </ul>

<b>Καθαρή και προσιτή ενέργεια</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li># Εξασφάλιση καθολικής πρόσβασης σε προσιτές, αξιόπιστες και σύγχρονες ενεργειακές υπηρεσίες</li> <li># Αύξηση σε μεγάλο ποσοστό για το μερίδιο των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο παγκόσμιο ενεργειακό μείγμα</li> <li># Διπλασιασμός του παγκόσμιου ρυθμού βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης</li> <li># Διεθνής συνεργασία για τη διευκόλυνση της πρόσβασης στην έρευνα και τεχνολογία καθαρής ενέργειας, συμπεριλαμβανομένης της ανανεώσιμης ενέργειας, της ενεργειακής απόδοσης και της προηγμένης και καθαρότερης τεχνολογίας ορυκτών καυσίμων, και προώθηση των επενδύσεων σε ενεργειακές υποδομές και τεχνολογία καθαρής ενέργειας</li> <li># Παροχή σύγχρονων και βιώσιμων ενεργειακών υπηρεσιών για πολίτες στις αναπτυσσόμενες χώρες και στα αναπτυσσόμενα μικρά νησιωτικά κράτη</li> </ul>
<b>Αξιοπρεπής εργασία και οικονομική ανάπτυξη</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li># Διατήρηση της κατά κεφαλήν οικονομικής ανάπτυξης σύμφωνα με τις εθνικές συνθήκες και, ειδικότερα, τουλάχιστον 7 τοις εκατό αύξηση του ακαθάριστου εγχώριου προϊόντος ετησίως στις λιγότερο ανεπτυγμένες χώρες</li> <li># Επίτευξη υψηλότερων επιπέδων οικονομικής παραγωγικότητας</li> <li># Προώθηση πολιτικών για ανάπτυξη πολύ μικρών, μικρών και μεσαίων επιχειρήσεων, μεταξύ άλλων μέσω της πρόσβασης σε χρηματοοικονομικές υπηρεσίες</li> <li># Βελτίωση της παγκόσμιας αποδοτικότητας των πόρων στην κατανάλωση και την παραγωγή</li> <li># Επίτευξη πλήρους και παραγωγικής απασχόλησης και αξιοπρεπούς εργασίας για όλες τις γυναίκες και τους άνδρες, συμπεριλαμβανομένων των νέων και των ατόμων με αναπηρίες, και ίση αμοιβή για εργασία ίσης αξίας</li> <li># Τερματισμός της σύγχρονης δουλείας και της εμπορίας ανθρώπων και διασφάλιση της απαγόρευσης των χειρότερων μορφών παιδικής εργασίας, συμπεριλαμβανομένης της στρατολόγησης και χρήσης παιδιών ως στρατιώτες</li> <li># Προστασία των εργασιακών δικαιωμάτων και προώθηση ασφαλών εργασιακών περιβαλλόντων για όλους τους εργαζόμενους, συμπεριλαμβανομένων των μεταναστών εργαζομένων</li> <li># Προώθηση του βιώσιμου τουρισμού που δημιουργεί θέσεις εργασίας και προωθεί τον τοπικό πολιτισμό και τα προϊόντα</li> <li># Αύξηση της βοήθειας για το εμπόριο προς τις αναπτυσσόμενες χώρες</li> </ul>
<b>Βιομηχανία, καινοτομία και υποδομές</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li># Ανάπτυξη ποιοτικών, αξιόπιστων, βιώσιμων και ανθεκτικών υποδομών, συμπεριλαμβανομένων περιφερειακών και διασυνοριακών υποδομών, για τη στήριξη της οικονομικής ανάπτυξης και της ανθρώπινης ευημερίας</li> <li># Αύξηση του μεριδίου της βιομηχανίας στην απασχόληση και το ακαθάριστο εγχώριο προϊόν και διπλασιασμός αυτού του μεριδίου στις λιγότερο αναπτυσσόμενες χώρες</li> <li># Αύξηση πρόσβασης μικρών και μεσαίων επιχειρήσεων, ειδικά στις αναπτυσσόμενες χώρες, σε χρηματοοικονομικές πιστώσεις</li> <li># Αναβάθμιση στις υποδομές και στις βιομηχανίες μετασκευής</li> <li># Αύξηση κατά 1 εκατομμύριο άτομα που εργάζονται στην έρευνα και αύξηση των δημόσιων και ιδιωτικών δαπανών έρευνας και ανάπτυξης</li> <li># Έμφαση για ανάπτυξη υποδομών στις αναπτυσσόμενες χώρες και στα αναπτυσσόμενα μικρά νησιωτικά κράτη</li> </ul>

<b>Μείωση ανισότητας</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li># Σταδιακή αύξηση εισοδήματος του κατώτερου 40% του πληθυσμού με ρυθμό υψηλότερο από τον εθνικό μέσο όρο</li> <li># Κοινωνική, οικονομική και πολιτική ένταξη όλων, ανεξαρτήτως ηλικίας, φύλου, αναπηρίας, φυλής, εθνικότητας, καταγωγής, θρησκείας ή οικονομικής ή άλλης κατάστασης</li> <li># Διασφάλιση ίσων ευκαιριών και μείωση των ανισοτήτων μέσω νομοθετικών πλαισίων</li> <li># Υιοθέτηση πολιτικών, ιδιαίτερα δημοσιονομικών, μισθολογικών και πολιτικών κοινωνικής προστασίας, για σταδιακή επίτευξη μεγαλύτερης ισότητας</li> <li># Εξασφάλιση ενισχυμένης εκπροσώπησης των αναπτυσσόμενων χωρών στη λήψη αποφάσεων</li> <li># Διευκόλυνση της ομαλής, ασφαλούς, τακτικής και υπεύθυνης μετανάστευσης και κινητικότητας των ανθρώπων</li> <li># Ενθάρρυνση της επίσημης αναπτυξιακής βοήθειας και των χρηματοοικονομικών ροών σε λιγότερο αναπτυσσόμενες χώρες</li> </ul>
<b>Βιώσιμες πόλεις και κοινότητες</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li># Εξασφάλιση πρόσβασης για όλους σε επαρκή, ασφαλή και οικονομικά προσιτή στέγαση</li> <li># Πρόσβαση σε ασφαλή, οικονομικά προσιτά, προσβάσιμα και βιώσιμα συστήματα μεταφορών για όλους με έμφαση σε άτομα που βρίσκονται σε ευάλωτες καταστάσεις, των γυναικών, των παιδιών, των ατόμων με αναπηρίες και των ηλικιωμένων</li> <li># Ενίσχυση της προστασίας και της διαφύλαξης της παγκόσμιας πολιτιστικής και φυσικής κληρονομιάς</li> <li># Μείωση των δυσμενών κατά κεφαλήν περιβαλλοντικών επιπτώσεων των πόλεων, μεταξύ άλλων δίνοντας ιδιαίτερη προσοχή στην ποιότητα του αέρα και στη διαχείριση αστικών και άλλων απορριμμάτων</li> <li># Υποστήριξη των λιγότερο ανεπτυγμένων χωρών, μέσω οικονομικής και τεχνικής βοήθειας, για την κατασκευή βιώσιμων και ανθεκτικών κτιρίων</li> </ul>
<b>Υπεύθυνη κατανάλωση και παραγωγή</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li># Επίτευξη της αειφόρου διαχείρισης και της αποτελεσματικής χρήσης των φυσικών πόρων</li> <li># Μείωση στο 50% της παγκόσμιας σπατάλης τροφίμων και μείωση των απωλειών τροφίμων κατά μήκος των αλυσίδων παραγωγής και εφοδιασμού, συμπεριλαμβανομένων των απωλειών μετά τη συγκομιδή</li> <li># Μείωση παραγωγής αποβλήτων μέσω της πρόληψης, της μείωσης, της ανακύκλωσης και της επαναχρησιμοποίησης</li> <li># Υιοθέτηση βιώσιμων πρακτικών και ενσωμάτωση πληροφοριών αειφορίας για τα προϊόντα και τις υπηρεσίες που παράγουν οι επιχειρήσεις</li> <li># Διασφάλιση ενημέρωσης και ευαισθητοποίησης όλων των πολιτών σε παγκόσμιο επίπεδο για τη βιώσιμη ανάπτυξη και τον τρόπο ζωής σε αρμονία με τη φύση</li> <li># Υποστήριξη αναπτυσσόμενων χωρών με διάφορα μέσα για να κινηθούν προς πιο βιώσιμα πρότυπα κατανάλωσης και παραγωγής</li> <li># Ανάπτυξη και εφαρμογή εργαλείων για την παρακολούθηση της βιώσιμης ανάπτυξης</li> </ul>

Κλιματική Δράση	<ul style="list-style-type: none"> <li>✚ Ενσωμάτωση μέτρων για την κλιματική αλλαγή στις εθνικές πολιτικές στρατηγικές</li> <li>✚ Βελτίωση της εκπαίδευσης και της ευαισθητοποίησης ως προς την κλιματική αλλαγή ειδικά στις αναπτυσσόμενες χώρες</li> </ul>
Ζωή κάτω από το νερό	<ul style="list-style-type: none"> <li>✚ Μείωση της θαλάσσιας ρύπανσης ιδίως από χερσαίες δραστηριότητες, συμπεριλαμβανομένων των θαλάσσιων απορριμμάτων και της ρύπανσης από θρεπτικά συστατικά έως το 2025</li> <li>✚ Βιώσιμη χρήση των θαλάσσιων πόρων, μεταξύ άλλων μέσω της αειφόρου διαχείρισης της αλιείας, της υδατοκαλλιέργειας και του τουρισμού</li> <li>✚ Αύξηση της έρευνας για τη βελτίωση της υγείας των ωκεανών και της ανάπτυξης της βιοποικιλότητας</li> <li>✚ Ενίσχυση της διατήρησης και της αειφόρου χρήσης των ωκεανών και των πόρων τους με την εφαρμογή του διεθνούς δικαίου όπως αντικατοπτρίζεται στην UNCLOS, η οποία παρέχει το νομικό πλαίσιο για τη διατήρηση και την αειφόρο χρήση των ωκεανών και των πόρων τους</li> </ul>
Ζωή στη στεριά	<ul style="list-style-type: none"> <li>✚ Καταπολέμηση της ερημοποίησης, αποκατάσταση της υποβαθμισμένης γης και του εδάφους, συμπεριλαμβανομένης της γης που έχει πληγεί από την ερημοποίηση, την ξηρασία και τις πλημμύρες</li> <li>✚ Λήψη επείγουσας δράσης για τον τερματισμό της λαθροθηρίας και της εμπορίας προστατευόμενων ειδών χλωρίδας και πανίδας και αντιμετώπιση τόσο της ζήτησης όσο και της προσφοράς παράνομων προϊόντων άγριας ζωής</li> <li>✚ Βιώσιμη διαχείριση δασών ειδικά στις αναπτυσσόμενες χώρες</li> </ul>
Ειρήνη, δικαιοσύνη και ισχυροί θεσμοί	<ul style="list-style-type: none"> <li>✚ Εξάλειψη όλων των μορφών βίας και τα σχετικά ποσοστά θανάτων παντού</li> <li>✚ Εξάλειψη κακοποίησης, εκμετάλλευσης, εμπορίας και κάθε μορφή βίας κατά των παιδιών</li> <li>✚ Εξάλειψη παράνομων ροών οικονομικών και όπλων, και ενίσχυση της ανάκτησης και την επιστροφής κλεμμένων περιουσιακών στοιχείων</li> <li>✚ Μείωση διαφθοράς και η δωροδοκίας σε όλες τις μορφές τους</li> <li>✚ Διεύρυνση και ενίσχυση της συμμετοχής των αναπτυσσόμενων χωρών στους θεσμούς της παγκόσμιας διακυβέρνησης</li> <li>✚ Καταπολέμηση της τρομοκρατίας, της βίας και του εγκλήματος, ειδικά στις αναπτυσσόμενες χώρες</li> <li>✚ Προώθηση και επιβολή νόμων και πολιτικών για ανάπτυξη της αειφόρου ανάπτυξης</li> </ul>
Διεθνής συνεργασία για επίτευξη	<ul style="list-style-type: none"> <li>✚ Οι ανεπτυγμένες χώρες να εφαρμόσουν πλήρως τις επίσημες δεσμεύσεις τους για αναπτυξιακή βοήθεια στις αναπτυσσόμενες χώρες και στις λιγότερο ανεπτυγμένες χώρες</li> <li>✚ Ελάφρυνση χρεών για τις αναπτυσσόμενες χώρες και υποστήριξη για εξάλειψη των χρεών αυτών</li> </ul>

Η βιώσιμη συσκευασία τροφίμων, για την οποία δεν υπάρχει ακριβής ορισμός, αναφέρεται στον σχεδιασμό και την παραγωγή προϊόντων συσκευασίας τροφίμων που βελτιώνουν τη βιωσιμότητα και συνεισφέρουν στην επίτευξη των 17 στόχων βιώσιμης ανάπτυξης, τόσο σε επίπεδο επιχείρησης όσο και σε επίπεδο προϊόντος.

Σε επίπεδο προϊόντος αναφερόμαστε κατά κύριο λόγο σε μία συσκευασία η οποία μειώνει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις και το οικολογικό αποτύπωμά της.

Στον Πίνακα 2 γίνεται μία προσπάθεια για σύνδεση της συσκευασίας τροφίμων με την επίτευξη των 17 στόχων βιώσιμης ανάπτυξης.

Πίνακας 2: Βιώσιμη συσκευασία τροφίμων και στόχοι βιώσιμης ανάπτυξης

Στόχος	Συνεισφορά συσκευασίας
<b>Όχι φτώχεια</b>	✚ Οι εταιρίες που σχεδιάζουν και παράγουν συσκευασίες για τρόφιμα οφείλουν να εργάζονται με γνώμονα την εξασφάλιση ποιοτική ζωής στους εργαζομένους τους, μειώνοντας τη φτώχεια στην περιοχή δραστηριοποίησής τους.
<b>Τερματισμός πείνας</b>	✚ Μία βιώσιμη συσκευασία τροφίμων βελτιώνει τη μεγάλη σπατάλη τροφίμων και αυξάνει τη διάρκεια ζωής αλλά και την ποιότητα των τροφίμων, ενώ εξασφαλίζει την ποιοτική διανομή τροφίμων σε όλο τον κόσμο μέσω της ανθεκτικότητας της συσκευασίας.
<b>Καλή υγεία και ποιότητα ζωής</b>	✚ Μία βιώσιμη συσκευασία τροφίμων βελτιώνει τη μεγάλη σπατάλη τροφίμων και αυξάνει τη διάρκεια ζωής αλλά και την ποιότητα των τροφίμων, ενώ εξασφαλίζει την ποιοτική διανομή τροφίμων σε όλο τον κόσμο μέσω της ανθεκτικότητας της συσκευασίας. ✚ Μία βιώσιμη συσκευασία τροφίμων έχει σχεδιαστεί έτσι ώστε να ελαχιστοποιεί την ρύπανση του περιβάλλοντος κατά την παραγωγή της με αποτέλεσμα να βελτιώνει την υγεία και την ποιότητα ζωής της ανθρωπότητας.
<b>Ισότητα στην εκπαίδευση</b>	✚ Οι εταιρίες που σχεδιάζουν και παράγουν συσκευασίες για τρόφιμα οφείλουν να προσφέρουν στους εργαζομένους τους επαρκή εφόδια για να συντηρήσουν τις οικογένειες τους και να μπορούν να εξασφαλίσουν ίσες ευκαιρίες εκπαίδευσης για τα παιδιά των εργαζομένων τους
<b>Ισότητα φύλων</b>	✚ Οι εταιρίες που σχεδιάζουν και παράγουν συσκευασίες για τρόφιμα οφείλουν να εργάζονται με γνώμονα την εξασφάλιση ισότητας των φύλων στην εργασία ✚ Πλέον οι εταιρίες δεσμεύονται να αυξήσουν το ποσοστό εργασίας γυναικών, και εξασφάλιση ίσως αμοιβών για ίση αξία εργασίας. Στόχος είναι να υπάρχει ίσος αριθμός των δύο φύλων στα διάφορα τμήματα μίας εταιρίας ενώ δεσμεύονται για αύξηση των γυναικών σε ηγετικές θέσεις εντός της εταιρίας.
<b>Καθαριότητα νερού</b>	✚ Μία βιώσιμη συσκευασία τροφίμων έχει σχεδιαστεί έτσι ώστε να ελαχιστοποιεί την ρύπανση του περιβάλλοντος άρα και του νερού κατά την παραγωγή της με αποτέλεσμα να βελτιώνει την υγεία και την ποιότητα ζωής της ανθρωπότητας.
<b>Καθαρή και προσιτή ενέργεια</b>	✚ Μία εταιρία παραγωγής βιώσιμων συσκευασιών τροφίμων οφείλει να προσπαθεί για χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και για βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης της παραγωγικής της διαδικασίας για την κατασκευή της συσκευασίας.

	<ul style="list-style-type: none"> <li>✚ Μία εταιρία παραγωγής βιώσιμων συσκευασιών τροφίμων οφείλει να προσπαθεί για χρήση εναλλακτικών πρώτων και δευτερευόντων υλών που είτε χρησιμοποιούν ανανεώσιμες πηγές ενέργειας για να παραχθούν είτε έχουν βελτιστοποιημένη ενεργειακή απόδοση.</li> <li>✚ Μία εταιρία παραγωγής βιώσιμων συσκευασιών τροφίμων οφείλει να προσπαθεί να προωθή την ανακύκλωση των συσκευασιών της και την κατασκευή επαναχρησιμοποιημένων συσκευασιών.</li> </ul>
<b>Αξιοπρεπής εργασία και οικονομική ανάπτυξη</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✚ Μία εταιρία παραγωγής βιώσιμων συσκευασιών τροφίμων διασφαλίζει ένα αξιοπρεπές περιβάλλον εργασίας για τους υπαλλήλους της και αποτρέπει την παιδική εργασία.</li> <li>✚ Μία εταιρία παραγωγής βιώσιμων συσκευασιών τροφίμων προσφέρει ίσες ευκαιρίες σε ευάλωτες ομάδες πολιτών, όπως τα άτομα με αναπηρία, οι μητέρες και οι μετανάστες</li> </ul>
<b>Βιομηχανία, καινοτομία και υποδομές</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✚ Μία εταιρία παραγωγής βιώσιμων συσκευασιών τροφίμων παρέχει υποδομές για ασφαλή εργασία, για έρευνα και ανάπτυξη πάνω στον τομέα δραστηριοποίησης της, ενώ παράλληλα οφείλει να εξασφαλίζει διεθνής συμφωνίες που θα προσφέρουν οικονομική ανάπτυξη στην εταιρία.</li> </ul>
<b>Μείωση ανισότητας</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✚ Μία εταιρία παραγωγής βιώσιμων συσκευασιών τροφίμων οφείλει να προσπαθεί για σταδιακή αύξηση των αμοιβών των υπαλλήλων της με κριτήρια που θέτει η ίδια σεβόμενη πάντα τις εθνικές και διεθνείς οδηγίες.</li> <li>✚ Μία εταιρία παραγωγής βιώσιμων συσκευασιών τροφίμων οφείλει να προσπαθεί για εξάλειψη της ανισότητας εντός του εργασιακού χώρου με επίσημες στρατηγικές και σεβόμενη πάντα τις εθνικές και διεθνείς οδηγίες.</li> </ul>
<b>Βιώσιμες πόλεις και κοινότητες</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✚ Μία εταιρία παραγωγής βιώσιμων συσκευασιών τροφίμων σεβόμενη τις εθνικές και διεθνείς οδηγίες αλλά και προσαρμόζοντας το χαρακτήρα της για να μπορεί να συνεισφέρει στους στόχους βιώσιμης ανάπτυξης, προσφέρει συσκευασίες που είναι ανακυκλώσιμες είτε βιοδιασπώμενες είτε από εναλλακτικά υλικά που έχουν μικρό περιβαλλοντικό αποτύπωμα είτε προσφέρει επαναχρησιμοποιήσιμες συσκευασίες. Με αυτόν τον τρόπο μειώνονται τα απορρίμματα στις πόλεις, μειώνονται οι ρύποι σε ατμόσφαιρα, υδάτινα και στερεά οικοσυστήματα, ενώ μειώνεται και η χρήση πρώτης ύλης.</li> <li>✚ Επιπλέον οι εταιρίες παραγωγής βιώσιμων συσκευασιών τροφίμων φροντίζουν να ενημερώνουν τους πολίτες για τις βιώσιμες λύσεις συσκευασίας τους, και να τους εκπαιδεύουν με δράσεις για τις δυνατότητες ανακύκλωσης ή επαναχρησιμοποίησης των συσκευασιών τους, ώστε σταδιακά να μειωθούν τα περιττά απορρίμματα στις πόλεις που οφείλονται σε άγνοια των πολιτών για τη διαχείριση της συσκευασίας εφόσον καταναλωθεί το τρόφιμο που περιέχει.</li> </ul>

<b>Υπεύθυνη κατανάλωση και παραγωγή</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✚ Επίτευξη της αειφόρου διαχείρισης και της αποτελεσματικής χρήσης των φυσικών πόρων. Σε αυτό συμβάλει η βιώσιμη συσκευασία τροφίμων μέσω μείωσης της πρώτης ύλης στις συσκευασίες, χρήσης εναλλακτικών πρώτων υλών και μέσω βελτιστοποίησης της ενεργειακής απόδοσης κατά την παραγωγική διαδικασία.</li> <li>✚ Μείωση στο 50% της παγκόσμιας σπατάλης τροφίμων και μείωση των απωλειών τροφίμων κατά μήκος των αλυσίδων παραγωγής και εφοδιασμού, συμπεριλαμβανομένων των απωλειών μετά τη συγκομιδή. Σε αυτό συμβάλει η βιώσιμη συσκευασία τροφίμων μέσω σχεδιασμού κατάλληλης συσκευασίας που προστατεύει το τρόφιμο σε όλο το μήκος της εφοδιαστικής αλυσίδας, αυξάνει τη διάρκεια ζωής του τροφίμου και περιέχει στην ετικέτα χρήσιμες πληροφορίες για να μη σπαταληθεί άσκοπα το τρόφιμο που περιέχεται στη συσκευασία.</li> <li>✚ Μείωση παραγωγής αποβλήτων μέσω της πρόληψης, της μείωσης, της ανακύκλωσης και της επαναχρησιμοποίησης. Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως η βιώσιμη συσκευασία τροφίμων είναι ο κύριος φορέας συνεισφοράς σε αυτό το πεδίο.</li> <li>✚ Υιοθέτηση βιώσιμων πρακτικών και ενσωμάτωση πληροφοριών αειφορίας για τα προϊόντα και τις υπηρεσίες που παράγουν οι επιχειρήσεις. Σε αυτό συμβάλουν οι εταιρίες που παράγουν βιώσιμες συσκευασίες τροφίμων, μέσω ενημέρωσης και εκπαίδευσης των καταναλωτών για την βιώσιμη διαχείριση της συσκευασίας έπειτα από την κατανάλωση του τροφίμου.</li> <li>✚ Ανάπτυξη και εφαρμογή εργαλείων για την παρακολούθηση της βιώσιμης ανάπτυξης. Κάθε εταιρία που παράγει βιώσιμες συσκευασίες τροφίμων οφείλει να παρακολουθεί συγκεκριμένους δείκτες για να παρακολουθεί την πορεία της ως προς τη βιωσιμότητα. Συνήθως αυτοί οι δείκτες προωθούνται από συγκεκριμένα πρότυπα που ακολουθούν οι εταιρίες.</li> </ul>
<b>Κλιματική Δράση</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✚ Ενσωμάτωση μέτρων για την κλιματική αλλαγή στις εθνικές πολιτικές στρατηγικές. Πλέον όλες οι εταιρίες εμπίπτουν στον εθνικό κλιματικό νόμο.</li> </ul>
<b>Ζωή κάτω από το νερό</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✚ Μείωση της θαλάσσιας ρύπανσης ιδίως από χερσαίες δραστηριότητες, και αυτό γίνεται μέσω παραγωγής βιώσιμων συσκευασιών που βιοδιασπώνται είτε ανακυκλώνονται πριν καταλήξουν στους ωκεανούς.</li> <li>✚ Αύξηση της έρευνας για τη βελτίωση της υγείας των ωκεανών και της ανάπτυξης της βιοποικιλότητας, μέσω μελέτης για βέλτιστη διαχείριση προϊόντος συσκευασίας και πρώτης ύλης συσκευασίας ώστε να μην καταλήγουν στον ωκεανό ως απόβλητα.</li> </ul>
<b>Ζωή στη στεριά</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✚ Μία εταιρία παραγωγής βιώσιμων συσκευασιών τροφίμων σεβόμενη τις εθνικές και διεθνείς οδηγίες αλλά και προσαρμόζοντας το χαρακτήρα της για να μπορεί να συνεισφέρει στους στόχους βιώσιμης ανάπτυξης, προσφέρει συσκευασίες που είναι ανακυκλώσιμες είτε βιοδιασπώμενες είτε από εναλλακτικά υλικά που έχουν μικρό περιβαλλοντικό αποτύπωμα είτε προσφέρει επαναχρησιμοποιήσιμες συσκευασίες. Με αυτόν τον τρόπο μειώνονται τα απορρίμματα στη στεριά.</li> </ul>



---

**Ειρήνη,  
δικαιοσύνη  
και ισχυροί  
θεσμοί**

✚ Μία εταιρία παραγωγής βιώσιμων συσκευασιών τροφίμων πορεύεται με αυτά τα ιδανικά και τα υπηρετεί και μέσα στον εργασιακό της χώρο, προσφέροντας ένα σωστό και ποιοτικό εργασιακό περιβάλλον στους υπαλλήλους της.

---

**Διεθνής  
συνεργασία  
για επίτευξη  
των στόχων**

✚ Μία εταιρία παραγωγής βιώσιμων συσκευασιών τροφίμων συμμετέχει σε διεθνή προγράμματα που συνεισφέρουν σε εύρεση βιώσιμων λύσεων στην εφοδιαστική τους αλυσίδα, ώστε να συνεισφέρουν στην επίτευξη των στόχων βιώσιμης ανάπτυξης.

---

## **2. Προβλήματα βιωσιμότητας οφειλόμενα στη συσκευασία τροφίμων**

Τα προβλήματα της κυκλικής οικονομίας και της βιωσιμότητας που σχετίζονται με τη συσκευασία είναι πολύπλευρα. Εξειδικεύονται δε σε:

- **Περιβαλλοντικά προβλήματα**, που αναφέρονται στο περιβαλλοντικό αποτύπωμα αυτής καθαυτής της συσκευασίας και τη σπατάλη τροφίμων. Το πρώτο αφορά την ίδια τη συσκευασία, από την παραγωγή των πρώτων υλών έως και την απόρριψη ή ανακύκλωσή της έπειτα από την κατανάλωση του τροφίμου που αυτή περιέχει. Το δεύτερο είναι η σπατάλη τροφίμων και οι τρόποι με τους οποίους συμβάλλει σε αυτή τη σπατάλη η συσκευασία.
- **Οικονομικά προβλήματα**, που οφείλονται στην εξάντληση των παραδοσιακών πρώτων υλών για την παραγωγή της κατάλληλης συσκευασίας, αλλά και στο υψηλό ενεργειακό κόστος που χρειάζεται για να παραχθεί η συσκευασία. Επίσης η σπατάλη των τροφίμων αποτελεί σημαντικό οικονομικό πρόβλημα με τεράστιο κόστος για τις κοινωνίες και τις επιχειρήσεις.
- **Κοινωνικά και ηθικά προβλήματα**, που προκύπτουν απ' όλα τα προαναφερθέντα. Σε αυτό τον τομέα συμπεριλαμβάνεται η εταιρική, κοινωνική και ατομική ευθύνη.

Στα επόμενα κεφάλαια έχει γίνει μία προσπάθεια παρουσίασης των προβλημάτων που προκύπτουν στη βιωσιμότητα της συσκευασίας σύμφωνα με τις τρεις κατηγορίες που προαναφέρθηκαν. Από τη βιβλιογραφική μελέτη που έγινε βγήκε το αποτέλεσμα ότι οι παράγοντες συσκευασίας που προβληματίζουν την κοινότητα που ασχολείται με τη βιωσιμότητα και επιφέρουν τα παραπάνω προβλήματα είναι με σειρά σημαντικότητας:

1. Η σπατάλη τροφίμων που σχετίζεται με τη συσκευασία και οι τρόποι με τους οποίους η κατάλληλη συσκευασία μπορεί να βοηθήσει σε αυτό το ζήτημα
2. Το περιβαλλοντικό αποτύπωμα της συσκευασίας και τα σημεία της εφοδιαστικής αλυσίδας της συσκευασίας που συμβάλλουν περισσότερο στο αυξημένο περιβαλλοντικό αποτύπωμα
3. Η έλλειψη στις πρώτες ύλες που αφορούν τις συμβατικές συσκευασίες τροφίμων και η ανάγκη για εύρεση νέων πρώτων υλών που θα λύσουν το πρόβλημα των ελλείψεων.
4. Η εταιρική, κοινωνική και ατομική ευθύνη για το ζήτημα του μεγάλου ποσοστού αποβλήτων τροφίμων και συσκευασίας. Παράλληλα, σε αυτό το πεδίο έγκειται και η εταιρική ευθύνη για τη μείωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος που προκύπτει από την εφοδιαστική αλυσίδα.

Επομένως, σε αυτό το κεφάλαιο θα αναλυθούν οι παραπάνω παράγοντες σε τρεις διαφορετικές θεματικές ενότητες.

## 2.1 Σπατάλη τροφίμων

### 2.1.1 Γενικά στοιχεία

Η σπατάλη τροφίμων κατατάσσεται ως σημαντικό ζήτημα βιωσιμότητας από διεθνείς οργανισμούς, ΜΚΟ και βιομηχανικά έθνη. Σύμφωνα με έρευνες, φαίνεται ότι το 40% των παραγόμενων τροφίμων στην παγκόσμια αγορά καταστρέφεται ή απορρίπτεται με αποτέλεσμα μεγάλες οικονομικές απώλειες για αναπτυσσόμενες και ανεπτυγμένες χώρες<sup>6</sup>.

Στον Πίνακα 3 παρουσιάζονται τα θέματα στην Ατζέντα του 2030 ως προς τους στόχους βιώσιμης ανάπτυξης σχετικά με τη συσκευασία τροφίμων και τη συνεισφορά της στο μεγάλο ποσοστό σπατάλης τροφίμων.

Πίνακας 3: Θέματα που αφορούν τη συσκευασία τροφίμων στην Ατζέντα 2030 για την μείωση σπατάλης τροφίμων (Wikström F., et al., 2018).

<b>Λειτουργίες και δεδομένα συσκευασίας</b>	Να εντοπιστούν και συγκεντρωθούν συγκεκριμένα δεδομένα για τις λειτουργίες της συσκευασίας που επηρεάζουν τα απορρίμματα τροφίμων για διαφορετικά προϊόντα
<b>Αλλαγές στη συσκευασία</b>	Κατανόηση της συνολικής περιβαλλοντικής επιβάρυνσης του προϊόντος και της συσκευασίας
<b>Ανάπτυξη LCA</b>	Ανάπτυξη ενός κατανοητού τρόπου με τον οποίο οι λειτουργίες συσκευασίας πρέπει να αντιμετωπίζονται σε μία LCA
<b>Διαδικασία σχεδιασμού συσκευασίας</b>	Ανάπτυξη χρησιμοποιήσιμων μεθόδων σχεδιασμού για τη βελτίωση της συσκευασίας σε σχέση με τη σπατάλη τροφίμων
<b>Κίνητρα ενδιαφερομένων</b>	Εξερεύνηση σε επιχειρηματικά μοντέλα που καθιστούν κερδοφόρο για τους ενδιαφερόμενους να μειώσουν τη σπατάλη τροφίμων

Μεταξύ των Στόχων Βιώσιμης Ανάπτυξης (SDG) που τέθηκαν από τα Ηνωμένα Έθνη (UN. General Assembly. , 2017) συμπεριλαμβάνεται και ο στόχος 12.30 που καθορίζει ότι έως το 2030 θα πρέπει τα απορρίμματα τροφίμων να έχουν μειωθεί κατά 50%. Η Ευρωπαϊκή Ένωση επικαιροποίησε τον στόχο αυτόν μέσω της τροποποίησης της οδηγίας για τα απόβλητα, η οποία εγκρίθηκε το 2018 (Directive (EU) 2018/851 of the European Parliament and of the Council , 2018).

Όταν γίνεται αναφορά στα απόβλητα τροφίμων, πρέπει να τονιστεί ότι δεν υπάρχει επί του παρόντος τυποποιημένος ορισμός αυτού του όρου (Chaboud, G.; Daviron, B., 2017). Συχνά, γίνεται διάκριση μεταξύ της σπατάλης και της απώλειας τροφής, καθώς και μεταξύ των απορριμμάτων, τα οποία είναι

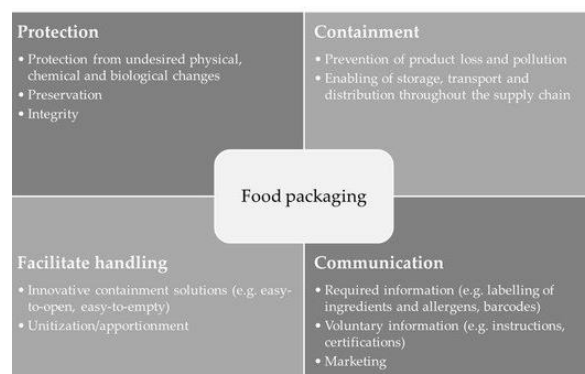
<sup>6</sup> <https://www.fao.org/state-of-food-agriculture/2019/en/>

βρώσιμα ή μη βρώσιμα, ή/και μπορούν να αποφευχθούν ολικώς ή μερικώς. Σύμφωνα με τους Parfitt et al. (2010) ως **σπατάλη τροφίμων** ορίζεται η μείωση της ποσότητας κατά μάζα των βρώσιμων τροφών, σε όλη την εφοδιαστική αλυσίδα, που προορίζονται για ανθρώπινη κατανάλωση αλλά απορρίπτονται, χάνονται, υποβαθμίζονται ή καταναλώνονται από έντομα και τρωκτικά (Parfitt, J., et al., 2010).

Μια σύγκριση διαφορετικών περιοχών δείχνει ότι οι αιτίες για αυξημένη σπατάλη τροφίμων κατά μήκος της αλυσίδας εφοδιασμού ποικίλλουν έντονα. Η σπατάλη τροφίμων διαφέρει από περιοχή σε περιοχή. Όπως είναι λογικό και όπως έχει αποδειχθεί από μελέτες η απώλεια τροφίμων στις αναπτυσσόμενες χώρες είναι σημαντικά υψηλότερη από ότι στις ανεπτυγμένες χώρες, και αναφέρεται κυρίως στα στάδια μεταξύ της πρωτογενούς παραγωγής και της λιανικής πώλησης (Gustavsson, J., et al., 2011).

Αναφορικά με τη συσκευασία τροφίμων, ο FAO επισημαίνει ότι η χρήση κατάλληλης συσκευασίας μπορεί να μειώσει σε μεγάλο ποσοστό αυτή τη μεγάλη σπατάλη τροφίμων (Manalili, N.M., et al., 2014).

Όπως είναι γνωστό και από τον ορισμό της συσκευασίας τροφίμων, ο ρόλος της συσκευασίας είναι πολλαπλός. Πιο συγκεκριμένα, δεν αναφέρεται μόνο στην αποθήκευση και μεταφορά του τροφίμου, αλλά και σε λειτουργίες όπως η προστασία του τροφίμου, η διευκόλυνση ως προς το χειρισμό του τροφίμου από τον καταναλωτή αλλά και σε παροχή οδηγιών και πληροφοριών που είναι σχετικές με το τρόφιμο και τη χρήση του. Όλες αυτές οι λειτουργίες, που παρουσιάζονται στο Σχήμα 4, παίζουν πολύ σημαντικό ρόλο για την αποφυγή στη σπατάλη του τροφίμου (Lindh, H., et al., 2016). Για παράδειγμα, στη συσκευασία ενός τροφίμου αναγράφονται συχνά πληροφορίες και οδηγίες για το πώς μπορεί ο καταναλωτής να παρατείνει τη διάρκεια ζωής ενός συσκευασμένου τροφίμου που έχει αγοράσει, ώστε αν δε το έχει καταναλώσει άμεσα να μη το απορρίψει αλλά να το χρησιμοποιήσει με κάποιον εναλλακτικό τρόπο (Saman Attiq, et al., 2021).



Σχήμα 4:: Πολλαπλός ρόλος συσκευασίας (Singh, P., et al., 2017)

Σε αυτό το σημείο αξίζει να αναφερθεί μία πρόσφατη έρευνα που πραγματοποιήθηκε στη Νορβηγία σχετικά με τη σπατάλη των τροφίμων και των συσκευασιών και το αποτέλεσμα της έδειξε ότι οι πολίτες που απέρριπταν σε μεγαλύτερα ποσοστά τρόφιμα και τις συσκευασίες τους, ήταν αυτοί με τη μικρότερη ενημέρωση σχετικά με περιβαλλοντικά ζητήματα. Παρόλα αυτά οι πολίτες αυτοί ήταν πρόθυμοι να αγοράζουν τρόφιμα συσκευασμένα σε φιλικά προς το περιβάλλον υλικά απλά δεν γνώριζαν πώς να αναγνωρίσουν τις πιο φιλικές προς το περιβάλλον συσκευασίες. Το ίδιο πρόθυμοι θα ήταν όπως ανέφεραν να προβούν σε ενέργειες για μείωση της σπατάλης του ίδιου του τροφίμου χρησιμοποιώντας το παραπάνω ή με κάποιο άλλο τρόπο αν ήταν δυνατόν ή/και να ανακυκλώσουν σωστά τη συσκευασία όταν δε θα τη χρειαζόνταν περαιτέρω, όμως δεν γνώριζαν τον τρόπο. Από αυτή την έρευνα μπορούμε να συμπεράνουμε ότι είναι χρήσιμο να αναγράφονται πάνω στη συσκευασία οδηγίες ανακύκλωσής της ή σημάνσεις που βοηθούν τον καταναλωτή να γνωρίζει από τι υλικό έχει παραχθεί η συσκευασία αλλά και οδηγίες για παράταση της διάρκειας ζωής του τροφίμου και έτσι θα δίνεται η δυνατότητα στον καταναλωτή να δράσει σωστά, αποφεύγοντας περιττές σπατάλες (Østergaard, S.; Hanssen, O.J., 2018).

Αρκετές περιβαλλοντικές μη κυβερνητικές οργανώσεις (ΜΚΟ) στην έκθεσή τους «Unwrapped» (Schweitzer, J.-P., et al., 2018) επιρρίπτουν ευθύνες στη βιομηχανία συσκευασίας, αναφέροντας ότι από το 2005, η ποσότητα των απορριμμάτων τροφίμων στα ευρωπαϊκά νοικοκυριά έχει αυξηθεί καθώς και η ποσότητα υλικών συσκευασίας που χρησιμοποιείται. Εάν και αυτό είναι σωστό δεν μπορούμε να παραβλέψουμε το γεγονός ότι η συμβολή της συσκευασίας στα συνολικά απορρίμματα τροφίμων είναι μόνο το ένα τρίτο, ένα ποσοστό το οποίο μπορεί να μειωθεί ακόμα περισσότερο με τη χρήση κατάλληλων συσκευασιών. Παράλληλα οι κατάλληλες συσκευασίες δύνανται να μειώσουν και τη σπατάλη των τροφίμων (Wikström, F., et al., 2019). Έτσι, οι καινοτόμες συσκευασίες και συγκεκριμένα οι συσκευασίες οικολογικού σχεδιασμού, είναι στο προσκήνιο για τον περιορισμό της σπατάλης τροφίμων από τους καταναλωτές (Royatos-Racionero, E., et al., 2018).

Ωστόσο, οι καταναλωτές δεν γνωρίζουν ότι η κατάλληλη συσκευασία μπορεί να μειώσει τη σπατάλη τροφίμων, επιφέροντας έτσι μια σύγκρουση στόχων μεταξύ λιγότερης συσκευασίας και μικρότερης σπατάλης τροφίμων, αλλά και μία πρόκληση για όλα τα ενδιαφερόμενα μέρη στη διαδικασία σχεδιασμού συσκευασίας. Για την αντιμετώπιση αυτών των ζητημάτων, πρέπει να αναπτυχθεί ένα θεωρητικό πλαίσιο που να αποσαφηνίζει τους μηχανισμούς που συνδέουν τις συσκευασίες οικολογικού σχεδιασμού και τη συμπεριφορά των καταναλωτών σχετικά με τα απορρίμματα τροφίμων (Shepherd, D. A., & Sutcliffe, K. M., 2011). Το 2021 πραγματοποιήθηκε εκδήλωση για την

Παγκόσμια Ημέρα Τροφίμων από τον FAO<sup>7</sup> με θέμα την ευαισθητοποίηση για τα απόβλητα τροφίμων, όπου έκανε μεγάλη εντύπωση η άποψη της ειδικού Claire Sand, η οποία τόνισε ότι πρέπει να σεβαστούμε ότι οι περισσότεροι άνθρωποι έχουν άλλα πράγματα στο μυαλό τους για να ανησυχούν, όπως να ταΐζουν τα παιδιά τους θρεπτικά και όχι για τις πιο βιώσιμες συσκευασίες. Το κλειδί είναι να τους παρέχουμε καλές επιλογές συσκευασιών που τους επιτρέπουν να φροντίζουν τις άλλες ανάγκες τους σε θρεπτικά συστατικά και να μην σκέφτονται πραγματικά εάν η συσκευασία είναι η πιο βιώσιμη ή όχι. Απλώς θα είναι βιώσιμη και με αυτόν τον τρόπο η συσκευασία θα κερδίσει ξανά την εμπιστοσύνη των καταναλωτών<sup>8</sup>.

### **2.1.2 Αιτίες απώλειας τροφίμων και σπατάλη τροφίμων που σχετίζονται με τη συσκευασία**

Για τον προσδιορισμό της απώλειας ή της σπατάλης τροφίμων που σχετίζεται με τη συσκευασία απαιτείται αρχικά ο εντοπισμός των σταδίων σε μια αλυσίδα εφοδιασμού τροφίμων στα οποία τα τρόφιμα βρίσκονται μέσα σε μια συσκευασία. Σημαντικό είναι κατά το σχεδιασμό μίας συσκευασίας να ληφθεί υπόψη ότι οποιαδήποτε συσκευασία μπορεί να οδηγήσει σε απώλεια του περιεχομένου της.

Εξετάζοντας την αλυσίδα εφοδιασμού τροφίμων από την αρχή έως το τέλος, η πιθανότητα σπατάλης τροφίμων βρίσκεται σε πολλά σημεία της αλυσίδας, όπως συνοψίζονται στον Πίνακα 4. Καθώς η συσκευασία εισάγεται για πρώτη φορά, αμέσως μετά τη συγκομιδή, τα στάδια της αλυσίδας εφοδιασμού τροφίμων όπου μπορεί να εμφανιστεί σπατάλη ξεκινούν από μετά τη συγκομιδή και τελειώνουν με την κατανάλωση του τροφίμου.

Απόρριψη ενός τροφίμου λόγω μηχανικής βλάβης του τροφίμου ή/και της συσκευασίας του δύναται να συμβεί σε οποιοδήποτε σημείο της μεταφοράς του (Manalili, N.M., et al., 2014). Το ίδιο μπορεί να συμβεί και στο στάδιο της επεξεργασίας, όπου οι βλάβες οφείλονται κυρίως σε προβλήματα πλήρωσης. Όταν η διαδικασία πλήρωσης γίνεται χειροκίνητα, η σπατάλη μπορεί να μπορεί να οφείλεται σε κακό χειρισμό από τον χειριστή ή/και λόγω κακών συνθηκών εργασίας (HLPE, , 2014). Όταν η διαδικασία πλήρωσης γίνεται αυτόματα, η σπατάλη μπορεί να οφείλεται στο γεγονός ότι οι μηχανές συσκευασίας και πλήρωσης δεν έχουν συνδεθεί σωστά ή ότι κάποιο μηχάνημα δεν λειτουργεί σωστά (Simões, M., et al., 2018). Ένας άλλος λόγος είναι ότι οι εταιρείες τροφίμων τείνουν να υπεργεμίζουν τις συσκευασίες με το τρόφιμο για να αποφεύγουν τυχόν παρεκκλίσεις από τα αναγραφόμενα γραμμάρια καθαρού βάρους που φαίνονται πάνω στην ετικέτα, καθώς κάτι τέτοιο θα έχει νομικές συνέπειες. Αυτό όμως ενέχει ένα μεγάλο κίνδυνο για τη σωστή σφράγιση του προϊόντος και επομένως για την αυξανόμενη πιθανότητα σπατάλης του τροφίμου (Ridgway, J.S., et al.). Ένα

<sup>7</sup> Οργανισμός Τροφίμων και Γεωργίας

<sup>8</sup><https://www.ift.org/news-and-publications/food-technology-magazine/issues/2021/december/columns/peer-to-peer-issues-insights-sustainability>

γεγονός που επίσης συμβάλλει στη σπατάλη τροφίμων είναι οι συχνές αλλαγές που έχουν να κάνουν με θέματα marketing. Για παράδειγμα, πολλές εταιρείες αλλάζουν συχνά την ετικέτα του προϊόντος για λόγους marketing, με αποτέλεσμα πολλά συσκευασμένα τρόφιμα με την παλαιότερη έκδοση της ετικέτας να απορρίπτονται. (Mena, C., et al., 2011).

Στον Πίνακα 4 γίνεται μία σύνοψη των προβλημάτων που μπορούν να συμβούν στη συσκευασία του τροφίμου, σε όλο το μήκος της εφοδιαστικής αλυσίδας, και ενδέχεται να συντελέσουν στην απόρριψη ολόκληρου του τροφίμου.

Πίνακας 4: Απόλεια και απορρίμματα τροφίμων που σχετίζονται με τη συσκευασία κατά μήκος της αλυσίδας εφοδιασμού τροφίμων.

<b>Στάδιο εφοδιαστικής αλυσίδας</b>	<b>Είδος σπατάλης συσκευασμένου τροφίμου</b>
<b>Μετασυλλεκτικός χειρισμός και αποθήκευση</b>	Ζημιές προϊόντων λόγω ρύπων, αιχμηρών άκρων ή θραυσμάτων δοχείων <sup>9</sup>
<b>Επεξεργασία και συσκευασία</b>	Προβλήματα στη διαδικασία πλήρωσης (Simões, M., et al., 2018)
	Αστοχίες συσκευασίας κατά τη σφράγιση (Whitehead, P., et al., 2011)
	Αλλαγές συσκευασίας για λόγους μάρκετινγκ (Mena, C., et al., 2011)
<b>Διανομή και λιανική πώληση</b>	Βλάβη στους γραμμωτούς κώδικες στη συσκευασία (Simões, M., et al., 2018)
	Η συσκευασία δεν παρέχει αρκετή μηχανική προστασία (ακατάλληλο υλικό συσκευασίας, κακή στοίβαξη, καθόλου συσκευασία) (Mena, C., et al., 2011)
<b>Τρόφιμα στα νοικοκυριά</b>	Δύσκολο άνοιγμα της συσκευασίας (Rowson, J.; Yoxall, A., 2011)
	Δύσκολο να αδειάσει η συσκευασία (Meurer, I.R., et al., 2017)
	Ακατάλληλο μέγεθος συσκευασίας (Gustavo, J.U., et al., 2018)

Ένα άλλο στάδιο κατά το οποίο μπορεί να προκληθούν απώλειες τροφίμων είναι η διανομή του συσκευασμένου τροφίμου. Σε αυτό το στάδιο η σπατάλη μπορεί να οφείλεται σε βλάβη της συσκευασίας, υπέρβασης των ημερομηνιών λήξης ή κακής διαχείρισης αποθεμάτων (Priefer, C., et al., 2016). Η απροσεξία κατά την φόρτωση και η κακή κατάσταση των δρόμων φαίνεται να είναι οι κυριότεροι λόγοι για την καταστροφή των τροφίμων κατά τη μεταφορά, και σε αυτό διαδραματίζει πολύ σημαντικό ρόλο η συσκευασία από άποψη αντοχής (HLPE., 2014). Εάν τα κιβώτια δεν μπορούν να στοιβαχτούν καλά, οι ζημιές μπορεί να οδηγήσουν σε κατάρρευση των χαμηλότερων επιπέδων λόγω της πίεσης από υψηλά φορτία. Σε μελέτη που έγινε για συσκευασμένα εσπεριδοειδή φαίνεται ότι η έλλειψη αντοχής ήταν ο λόγος για το 30% της απώλειας τροφίμων, κατά μήκος της εφοδιαστικής

<sup>9</sup> <https://www.fao.org/3/x5016e/x5016e00.htm>

αλυσίδας της συγκεκριμένης εταιρείας. Σε αυτό το σημείο αξίζει να αναφερθεί ότι ο στόχος για χρήση μικρότερων ποσοτήτων υλικού συσκευασίας μπορεί να εμπεριέχει και τον κίνδυνο απώλειας αντοχής της συσκευασίας άρα και αυξημένης πιθανότητας για σπατάλη τροφίμων.

Το επόμενο στάδιο στην εφοδιαστική αλυσίδα είναι η αποθήκευση των συσκευασμένων τροφίμων στα σημεία λιανικής πώλησης. Το στάδιο αυτό έχει αντίκτυπο περίπου 5% στην σπατάλη τροφίμων, σύμφωνα με έρευνα που έγινε από τους (Stenmarck, Å., et al., 2016). Σε αυτό το στάδιο η σύντομη διάρκεια ζωής των συσκευασμένων τροφίμων είναι η κύρια αιτία για τη σπατάλη τροφίμων όπως επισημαίνουν οι (Kliaugaite, D.; Kruoriene, J., 2018), είτε λόγω καθυστερήσεων στη διανομή των παραγόμενων συσκευασμένων τροφίμων είτε λόγω ακατάλληλης συσκευασίας. Μία ακόμη αιτία μπορεί να είναι και ο ακατάλληλος χειρισμός κατά την αποθήκευση των συσκευασμένων τροφίμων στα ράφια των σημείων πώλησης ή στις αντίστοιχες αποθήκες (Hanssen, O.J., et al., 2012). Όσο για την ευθύνη της συσκευασίας σε αυτό το στάδιο, το ποσοστό είναι χαμηλό και συνήθως αναφέρεται σε γραμμικούς κώδικες (barcodes) που δε μπορούν να αναγνωστούν στα ταμεία των μεγάλων καταστημάτων και αναγκαστικά επιστρέφονται. (HLPE. , 2014).

Σε αυτό το στάδιο της εφοδιαστικής αλυσίδας, παρατηρείται επίσης μία άλλη προβληματική αντιμετώπιση, συνήθως των μεγάλων καταστημάτων, στα οποία δεν γίνεται διαλογή όλης της ποσότητας των συσκευασμένων τροφίμων, καθώς δεν προβλέπεται χρόνος και προσωπικό για αυτό, με αποτέλεσμα αν βρεθούν κάποια αλλοιωμένα συσκευασμένα τρόφιμα σε μία παρτίδα, να θεωρείται ακατάλληλη ολόκληρη η παρτίδα. Στη συνέχεια, τα τρόφιμα αυτά είτε καταστρέφονται απευθείας είτε επιστρέφονται στον προμηθευτή. Στην πρώτη περίπτωση υπάρχει μεγάλη σπατάλη τροφίμων και προβλήματα στην ανακύκλωση, καθώς η απόρριψη γίνεται ως υπολειμματικά απόβλητα εφόσον δε γίνεται διαχωρισμός σε οργανικά απόβλητα (τρόφιμα) και πλαστικά ή αστικά απόβλητα (συσκευασία). Στη δεύτερη περίπτωση, είτε ο προμηθευτής των συσκευασμένων τροφίμων αναλαμβάνει τη διαλογή της παρτίδας, οπότε και δεν υπάρχει αδικαιολόγητη σπατάλη είτε χρησιμοποιεί σε άλλη επεξεργασία το οργανικό μέρος της παρτίδας οπότε και η σπατάλη αναφέρεται μόνο στην συσκευασία. Σε αυτό το κομμάτι βέβαια εμπλέκεται και η ευθύνη του τελικού πωλητή, που οφείλει να αναπτύξει πρόγραμμα διαχωρισμού των αποβλήτων και διαλογής των παρτίδων που παραλαμβάνει, διασφαλίζοντας τις βέλτιστες λύσεις για μείωση σπατάλης τροφίμων και απορριμμάτων συσκευασίας.

#### *Επιδράσεις του Σχεδιασμού Συσκευασίας*

Εκτός από την κύρια λειτουργία της προστασίας του περιεχομένου της, μία συσκευασία τροφίμου πρέπει επίσης να μπορεί να διευκολύνει τη χρήση του τροφίμου από τον καταναλωτή και αυτό αποτελεί ευθύνη που αναλογεί στο σχεδιαστή της συσκευασίας (Lindh, H., et al., 2016). Εδώ μπορούν



να αναφερθούν οι έννοιες «εύκολη πρόσβαση» και «εύκολο άδειασμα». Το πρώτο αναφέρεται κυρίως στην ευκολία πρόσβασης των καταναλωτών στο συσκευασμένο τρόφιμο. Για παράδειγμα, να μπορεί μία συσκευασία να ανοίγει εύκολα ή να διευκολύνει τον καταναλωτή στο χειρισμό της όπως οι συσκευασίες easy grip (Σχήμα 5), οι οποίες είναι σχεδιασμένες ώστε να μπορεί ο καταναλωτής να τις μεταφέρει χρησιμοποιώντας το ένα του χέρι, όπως φαίνεται και στην παρακάτω εικόνα.

Η δεύτερη έννοια, αναφέρεται στο άδειασμα της συσκευασίας, όπου ο κατασκευαστής θα πρέπει να έχει σχεδιάσει τη συσκευασία με έναν έξυπνο τρόπο ώστε το άδειασμά της από το τρόφιμο να είναι εύκολο. Με αυτό τον τρόπο αποφεύγεται σπατάλη τροφίμων που θα μπορούσε να συμβεί λόγω δυσκολίας χειρισμού της συσκευασίας, αλλά αποφεύγονται και προβλήματα ανακυκλωσιμότητας μίας συσκευασίας λόγω της μεγάλης ποσότητας υπολειμμάτων τροφίμου σε αυτή (Maris, J., et al., 2018).



Σχήμα 5.: Παράδειγμα συσκευασίας που τηρεί την έννοια "εύκολη πρόσβαση" - easy grip<sup>10</sup>

Τα υπολείμματα τροφίμων που παραμένουν στη συσκευασία εξετάστηκαν σε μια μελέτη στα νοικοκυριά της Σουηδίας από τους (Williams, H., et al., 2012), οι οποίοι κατέληξαν ότι η χάρτινη συσκευασία συνέβαλε κατά 75% στα απόβλητα λόγω του «δύσκολου αδειάσματος της συσκευασίας», ενώ αντίστοιχα η πλαστική, γυάλινη και η μεταλλική συσκευασία συνέβαλαν κατά 25%. Συνολικά, το δύσκολο άδειασμα των συσκευασιών από το τρόφιμο που εμπεριέχει οδηγεί στο 4% της συνολικής ποσότητας σπαταλημένων τροφίμων σύμφωνα με την ίδια μελέτη..

#### *Επιπτώσεις του μεγέθους της συσκευασίας*

Υπάρχουν στοιχεία που σχετίζουν το ανεπαρκές μέγεθος μίας συσκευασίας με τη δημιουργία απορριμμάτων (Mena, C., et al., 2011). Κατά κύριο λόγο τα απορρίμματα σε αυτή την περίπτωση

<sup>10</sup> <https://www.amazon.com/1jdeals-Plastic-Storage-Containers-Approved/dp/B07RK5BQQ6>

αναφέρονται στις συσκευασίες. Για παράδειγμα, ένα προϊόν συσκευασμένο σε δύο μικρές συσκευασίες των 75 g που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν συντελεί σε διπλάσιο όγκο απορριμμάτων συσκευασίας μετά τη χρήση τους, σε σχέση με ένα προϊόν σε μία συσκευασία των 150 g (Gustavo, J.U., et al., 2018). Πολύ ενδιαφέρουσα είναι η μελέτη των (Lanfranchi, M., et al., 2016), στην οποία αναφέρεται ότι μόνο το 17% των ερωτηθέντων καταναλωτών είναι ευχαριστημένο από τις συσκευασμένες μερίδες τροφίμων. Πιο συγκεκριμένα, στην ερώτηση για το ποιες ενέργειες ή παρεμβάσεις θα είχαν αποτέλεσμα μείωσης του σπαταλημένου τροφίμου στις οικείες τους, οι περισσότεροι αναφέρουν την ανάγκη για διαφορετικές επιλογές συσκευασίας στη λιανική (Parizeau, K., et al., 2015). Συνολικά, το 75% αναφέρει ότι θα υπήρχε μικρότερη ποσότητα σπαταλημένων τροφίμων στα νοικοκυριά τους, εάν οι συσκευασίες των τροφίμων που αγοράζουν είχαν μέγεθος με μεγαλύτερη προσαρμογή στις ανάγκες τους (Lanfranchi, M., et al., 2016).

### **2.1.3 Αύξηση διάρκειας ζωής συσκευασμένου τροφίμου**

Τόσο ο σχεδιασμός της συσκευασίας όσο και η ανάπτυξη της τεχνολογίας των υλικών συσκευασίας μπορούν να ελαχιστοποιήσουν την ποσότητα των σπαταλημένων τροφίμων (Kowalska, A. , 2017). Στο τεχνολογικό πλαίσιο, η συσκευασία μπορεί, επιπλέον, να παρατείνει τη διάρκεια ζωής του τροφίμου, και αυτομάτως να μειωθεί με αυτόν τον τρόπο και η σπατάλη τροφίμων.

Μεγάλη ανάπτυξη σε αυτό το θέμα έχουν οι συσκευασίες που χρησιμοποιούν ως βάση τους τα πολυμερή. Τα υλικά αυτά βοηθούν όχι μόνο στην επιμήκυνση της διάρκειας ζωής του τροφίμου αλλά και στη μείωση του βάρους της συσκευασίας, το οποίο είναι πολύ θετικό σενάριο τόσο από οικολογικής άποψης όσο και από πρακτικής άποψης. (Oki, Y.; Sasaki, H. , 2000).

Μεταξύ των καινοτόμων λύσεων συσκευασίας για την αύξηση της διάρκειας ζωής του συσκευασμένου τροφίμου, είναι η χρήση συσκευασίας σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα (MAP) και ιδιαίτερα το ενεργό MAP που περιορίζουν σε μεγάλο βαθμό τη μικροβιακή αλλοίωση και έτσι αποτελούν μία καλή εναλλακτική λύση οικολογικής συσκευασίας (Otoni CG, et al., 2016). Ωστόσο, αυτές οι λύσεις δεν είναι κατάλληλες για όλα τα είδη τροφίμων και για όλες τις τεχνολογίες παραγωγής τροφίμων και για το λόγο αυτό δε χρησιμοποιούνται πάρα πολύ συχνά (Charles F, et al., 2003). Είναι σίγουρο ότι πριν χρησιμοποιηθεί τροποποιημένη ατμόσφαιρα θα πρέπει να γίνει μελέτη. Για παράδειγμα, με χρήση εμπειρικής προσέγγισης, μέσω της διαδικασίας δοκιμής και λάθους, υπάρχει αποδεδειγμένα ο κίνδυνος για ακατάλληλη ρύθμιση της διαπερατότητας του φιλμ, της σύνθεσης της αέριας ατμόσφαιρας ή της ποσότητας της δραστικής ουσίας, με αποτέλεσμα να αλλοιωθεί η ποιότητα και η ασφάλεια των τροφίμων (Sousa-Gallagher MJ, Mahajan P V. , 2013). Επιπλέον, υπάρχουν οικονομικοί παράγοντες που δε βοηθούν στη χρήση αυτού του είδους συσκευασίας, καθώς οι

ρυθμιστικοί περιορισμοί σχετικά με μετανάστευση διαλυμένων ουσιών ή πτητικών, ειδικά στη χρήση τροποποιημένης ατμόσφαιρας, επιφέρουν μεγάλο κόστος που σπάνια μπορεί να απορροφηθεί από την αγορά.

Στο αντικείμενο συσκευασιών με θετικά αποτελέσματα στη διάρκεια ζωής του τροφίμου εντάσσονται και οι ενεργές και έξυπνες συσκευασίες. Η ενεργή συσκευασία περιέχει «σκόπιμα ενσωματωμένα συστατικά που προορίζονται να απελευθερώσουν ή να απορροφήσουν ουσίες από τα συσκευασμένα τρόφιμα ή από το περιβάλλον που περιβάλλει τα τρόφιμα» ( European Parliament , 2004) και, ως εκ τούτου, έχει ως σκοπό να παρατείνει τη διάρκεια ζωής των τροφίμων (Zhang, H., et al., 2015). Η έξυπνη συσκευασία αποτελείται από «υλικά και αντικείμενα που παρακολουθούν την κατάσταση των συσκευασμένων τροφίμων ή το περιβάλλον γύρω από τα τρόφιμα» και μπορεί να είναι σε θέση να μειώσει τη σπατάλη τροφίμων παρέχοντας δυναμικές πληροφορίες σχετικά με την πραγματική κατάσταση των τροφίμων και τη διάρκεια ζωής τους (Poyatos-Racionero, E., et al., 2018).

#### **2.1.4 Συμπεράσματα**

Το 40 τοις εκατό όλων των παραγόμενων τροφίμων γίνονται απόβλητα και οι αιτίες για αυτό το ποσοστό συνοψίζονται στο Σχήμα 6. Το ποσοστό αυτό μπορεί να μειωθεί με χρήση κατάλληλων συσκευασιών. Το επιχείρημα αυτό μπορεί να επιβεβαιωθεί και από τον FAO, ο οποίος αναφέρει ότι στις αναπτυσσόμενες χώρες όπου τα τρόφιμα δε διατίθενται συσκευασμένα, το ποσοστό της σπατάλης τροφίμων είναι αυξημένο και η έλλειψη συσκευασίας είναι ο μεγαλύτερος παράγοντας που συμβάλλει στα απόβλητα τροφίμων (Manalili, N.M., et al., 2014).

Η συσκευασία μπορεί να συμβάλλει στη μείωση της σπατάλης των τροφίμων με δύο τρόπους: (Oki, Y.; Sasaki, H. , 2000)

- Με χρήση κατάλληλης συσκευασίας ώστε να προστατεύεται το τρόφιμα από εξωγενείς παράγοντες και να μην αλλοιώνεται, το οποίο είναι και ο κύριος ρόλος της συσκευασίας.
- Με χρήση νέας τεχνολογίας στη συσκευασία τροφίμων για αύξηση της διάρκειας ζωής του τροφίμου



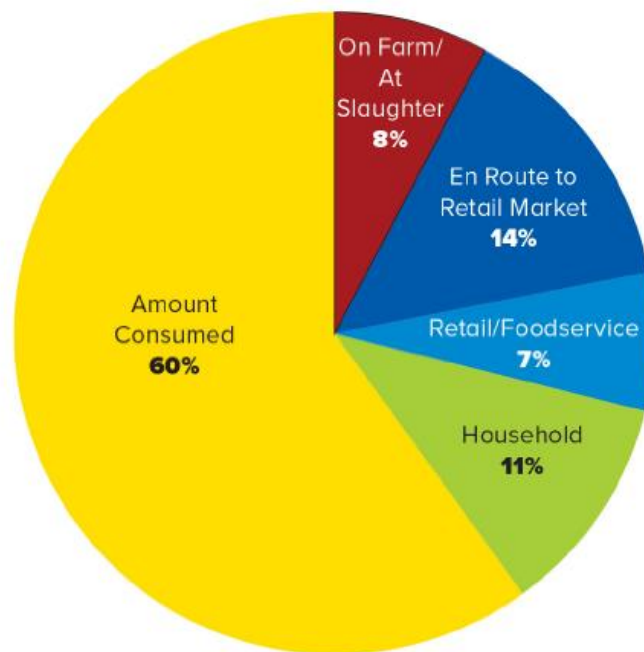
Σχήμα 6.: Αιτίες αυξημένης σπατάλης τροφίμων σε όλη την εφοδιαστική αλυσίδα<sup>11</sup>

Όπως γίνεται αντιληπτό από το Διάγραμμα 1, το μεγαλύτερο ποσοστό για τη σπατάλη τροφίμων έγκειται στα σημεία της εφοδιαστικής αλυσίδας πριν την πώληση του τροφίμου (14%), ενώ το δεύτερο μεγαλύτερο ποσοστό αποδίδεται στη διαχείριση του τροφίμου από τους καταναλωτές. Η διαχείριση του τροφίμου από τους καταναλωτές αναφέρεται στους παρακάτω παράγοντες, σύμφωνα με πρόσφατη έρευνα:

<sup>11</sup><https://www.ift.org/news-and-publications/food-technology-magazine/issues/2021/december/features/facing-the-food-waste-crisis>

- Στην αλλοίωση τροφίμων πριν προλάβουν να καταναλωθούν. Σε αυτό η συσκευασία θα μπορούσε να δώσει λύση μέσω της τεχνολογίας που θα επιμηκύνει τη διάρκεια ζωής των τροφίμων.
- Στην αλλοίωση τροφίμων από λάθος αποθήκευσής τους. Σε αυτό η συσκευασία θα μπορούσε να δώσει άμεσα λύση, με προσθήκη συγκεκριμένων πληροφοριών πάνω στη συσκευασία, με αποτέλεσμα να γνωρίζουν οι καταναλωτές τις συνθήκες στις οποίες οφείλουν να αποθηκεύσουν το τρόφιμο (Saman Attiq, et al., 2021).

Η κύρια αιτία για το ποσοστό σπατάλης στα σημεία της εφοδιαστικής αλυσίδας πριν την πώληση του τροφίμου είναι η αλλοίωση τροφίμων λόγω κακής συσκευασίας. Σε αυτό η συσκευασία ήδη δίνει λύσεις καθώς ο κύριος ρόλος της είναι η προστασία των τροφίμων, αλλά και διευρύνει την τεχνολογία στο σχεδιασμό της συσκευασίας ώστε να δημιουργούνται νέοι σχεδιασμοί που διευκολύνουν όλους τους καταναλωτές και ταυτόχρονα αυξάνουν την προστασία του τροφίμου στο μέγιστο.



Sources: FAO, UNEP, WWF

Διάγραμμα 1: Σημεία σπατάλης τροφίμων <sup>12</sup>

Αν και η σπατάλη τροφίμων που σχετίζεται με τη συσκευασία έχει τραβήξει το ενδιαφέρον των επιστημόνων, το θέμα αυτό είναι σε μεγάλο βαθμό ανεξερεύνητο, είτε γιατί οι μελέτες που έχουν γίνει δεν είχαν το κατάλληλο δείγμα για να θεωρηθούν αξιόπιστες είτε γιατί οι έρευνες σε νοικοκυριά είναι μία δύσκολη διαδικασία (Williams, H., et al., 2012). Επομένως, απαιτούνται άμεσα μοντέλα έρευνας

<sup>12</sup><https://www.ift.org/news-and-publications/food-technology-magazine/issues/2021/december/features/facing-the-food-waste-crisis>

που θα βοηθήσουν στη διαδικασία της μελέτης σχετικά με τα πεδία της σπατάλης τροφίμων και της συσκευασίας.

Οι μελλοντικές μελέτες που σχετίζονται με τη συσκευασία θα πρέπει να επικεντρωθούν στην περαιτέρω ανάπτυξη της τεχνολογίας της συσκευασίας, αλλά δεν θα πρέπει να παραμελούν τη σημασία των έμμεσων επιπτώσεων της συσκευασίας. Τα ενδιαφερόμενα μέρη στον σχεδιασμό της συσκευασίας θα πρέπει να κατανοήσουν τις απαιτήσεις της συσκευασίας σε ολόκληρη την αλυσίδα εφοδιασμού για να βελτιστοποιήσουν το προϊόν τους για τη μείωση των απωλειών και των απορριμμάτων τροφίμων. Αυτό θα πρέπει να γίνει με τη διεξαγωγή μελετών σχετικά με τη συμπεριφορά των καταναλωτών, καθώς και με την παροχή εκπαίδευσης και τη συνεργασία μεταξύ παραγωγών, κατασκευαστών και εμπόρων λιανικής (Verghese, K., et al., 2013).

Σύμφωνα με τους στόχους που τέθηκαν το 2015 από τα Ηνωμένα Έθνη, ο στόχος 12.3 αναφέρει ότι η σπατάλη τροφίμων σε επίπεδο λιανικής και καταναλωτή οφείλει να μειωθεί κατά 50% έως το 2030 και σε αυτό το στόχο συμπεριλαμβάνεται η μείωση των απωλειών τροφίμων σε όλες τις αλυσίδες εφοδιασμού. Οι δύο δείκτες που ορίζουν αυτό το στόχο είναι<sup>13</sup>:

1. Ο Δείκτης Απώλειας Τροφίμων, που ελέγχεται από τον Οργανισμό Τροφίμων και Γεωργίας του ΟΗΕ (FAO) για τα 10 κορυφαία προϊόντα ,ανά οικονομική αξία, για κάθε χώρα.
2. Ο Δείκτης Απορριμμάτων Τροφίμων, που ελέγχεται από το Περιβαλλοντικό Πρόγραμμα των Ηνωμένων Εθνών (UNEP) ως προς τη συνολική σπατάλη τροφίμων κατά βάρος σε εθνικό επίπεδο.

## 2.2 Περιβαλλοντικό αποτύπωμα συσκευασίας

Ο βασικός ρόλος της συσκευασίας είναι να προστατεύει τα τρόφιμα προδίδοντάς τους ασφάλεια, σταθερότητα και καθαριότητα σ' όλη την πορεία τους από τον παραγωγό στον καταναλωτή. Επιπλέον προσφέρει λύσεις επικοινωνίας των παραγωγών του τρόφιμου με τους καταναλωτές του, μέσω της ετικέτας. Δυστυχώς, όμως, οι περισσότερες συσκευασίες τροφίμων έχουν σχεδιαστεί να χρησιμοποιούνται μόνο μία φορά και έπειτα να οδηγούνται στους κάδους απορριμμάτων. Τα τελευταία χρόνια οι περισσότερες συσκευασίες μπορούν να οδηγηθούν στους κάδους ανακύκλωσης, και αυτό είναι θετικό, αλλά για να ανακυκλωθούν πρέπει να τηρηθεί μία σχετικά δύσκολη διαδικασία

---

<sup>13</sup><https://www.ift.org/news-and-publications/food-technology-magazine/issues/2021/december/features/facing-the-food-waste-crisis>

από τους καταναλωτές, λόγω της πολυπλοκότητας του συστήματος ανακύκλωσης σε πολλές χώρες<sup>14</sup>. Έτσι, μεγάλο μέρος των συσκευασιών τροφίμων απλά καταλήγουν στις υδάτινες οδούς. Το φαινόμενο αυτό έδωσε την αφορμή στα Ηνωμένα Έθνη να κηρύξουν την πλαστική ρύπανση των ωκεανών ως «πλανητική κρίση». Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τη συσκευασία τροφίμων δε σταματάει στη μόλυνση των υδάτων, αλλά συνεχίζει με επιπτώσεις στον αέρα και το έδαφος. Επομένως, η συσκευασία τροφίμων έχει ένα σημαντικό περιβαλλοντικό αποτύπωμα.

### **2.2.1 Χρήση υλικών στη συσκευασία τροφίμων**

Πριν γίνει αναφορά στα διάφορα είδη περιβαλλοντικών επιπτώσεων της συσκευασίας τροφίμων, είναι σημαντικό να γνωστοποιηθούν κάποια, ίσως γνωστά, στοιχεία για τα υλικά συσκευασίας που χρησιμοποιούνται στη βιομηχανία συσκευασίας των τροφίμων.

Πλέον, σχεδόν ότι αγοράζουμε ως τρόφιμο βρίσκεται μέσα σε μία συσκευασία. Τα υλικά που χρησιμοποιούνται για τις συσκευασίες έχουν μια μεγάλη ποικιλία συνθετικών και μη υλικών. Τα πιο συνηθισμένα υλικά είναι:

- κεραμικά
- γυαλί
- μέταλλο
- χαρτί και χαρτόνι
- όλο και περισσότερα, πλαστικά.

Οι περισσότερες συσκευασίες τροφίμων είναι κατασκευασμένες από χαρτί και χαρτόνι, άκαμπτο πλαστικό και γυαλί. Κάποιες εταιρίες συσκευασίας πλαστικών χρησιμοποιούν ως πρώτες ύλες καλαμπόκι και άλλες φυτικές ύλες, όμως αποτελούν μικρό ποσοστό μπροστά στα πλαστικά που παρασκευάζονται από πετρέλαιο. Επιπλέον, πολλές συσκευασίες περιέχουν επικαλύψεις και σχεδόν όλες οι συσκευασίες περιέχουν μελάνια εκτύπωσης για την ετικέτα. Ένα σημαντικό στοιχείο είναι ότι, οι περισσότερες χάρτινες συσκευασίες τροφίμων, περιέχουν στρώματα πλαστικού, που δεν είναι ορατά, για να αναβαθμίσουν τις ιδιότητές τους δημιουργώντας μεγάλη δυσκολία στην ανακύκλωσή τους (Παπαδάκης Σ., 2010).

### **2.2.2 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις συσκευασίας τροφίμων**

Οι περισσότερες συσκευασίες έχουν σχεδιαστεί να χρησιμοποιούνται μία φορά αντί να επαναχρησιμοποιούνται και δύσκολα ανακυκλώνονται. Στις ΗΠΑ, σύμφωνα με την Υπηρεσία

---

<sup>14</sup><https://www.epa.gov/facts-and-figures-about-materials-waste-and-recycling/national-overview-facts-and-figures-materials>

Προστασίας του Περιβάλλοντος των ΗΠΑ (EPA), περίπου το 50% των αστικών στερεών απορριμμάτων αναφέρονται σε συσκευασίες τροφίμων (US Environmental Protection Agency, 2019). Ειδικότερα, το 2014, από τους 258 εκατομμύρια τόνους αστικών στερεών αποβλήτων που παρήχθησαν στις ΗΠΑ, το 63% αφορούσαν υλικά και από αυτά μόνο το 35% ανακυκλώθηκε ή κομποστοποιήθηκε<sup>15</sup>.

### *Παρασκευή συσκευασιών τροφίμων*

Το περιβαλλοντικό αποτύπωμα της συσκευασίας τροφίμων ξεκινάει από την κατασκευή τους, όπου χρησιμοποιούνται μεγάλες ποσότητες πόρων, όπως ενέργεια, νερό, χημικά, πετρέλαιο, άλλα ορυκτά καθώς και ξύλο. Αυτές οι διεργασίες δημιουργούν εκπομπές στην ατμόσφαιρα, συμπεριλαμβανομένων αερίων θερμοκηπίου, βαρέων μετάλλων και σωματιδίων, καθώς και λύματα που περιέχουν τοξικούς ρύπους.

Ανάλογα με το υλικό που χρησιμοποιείται ως πρώτη ύλη, το περιβαλλοντικό αποτύπωμα από την κατασκευή της συσκευασίας συνοψίζεται στον Πίνακα 5.

*Πίνακας 5: Περιβαλλοντικό αποτύπωμα παρασκευής συσκευασίας τροφίμων ανάλογα με την πρώτη ύλη*

<b>Πρώτη ύλη συσκευασίας</b>	<b>Περιβαλλοντικές επιπτώσεις</b>
<b>Γυαλί</b>	Στην κατασκευή γυάλινης συσκευασίας, η πρώτη ύλη τήκεται με την καύση ορυκτών καυσίμων, όπως το φυσικό αέριο, το μαζούτ ή το υγροποιημένο φυσικό αέριο. Οι ατμοσφαιρικές εκπομπές που υπάρχουν από τις καύσεις εμπεριέχουν αέρια θερμοκηπίου, οξείδια του θείου και οξείδια του αζώτου. Επιπλέον, προκύπτουν εκπομπές που περιέχουν λεπτά σωματίδια που δύναται να περιέχουν βαρέα μέταλλα όπως αρσενικό και μόλυβδο (World Bank Group, 1998) .
<b>Αλουμίνιο</b>	Για την παραγωγή συσκευασίας από αλουμίνιο προηγείται εξόρυξη βωξίτη και έπειτα η τήξη του σε αλουμίνα. Αυτή η διαδικασία είναι χρησιμοποιεί πολύ νερό και ενέργεια, ενώ παράλληλα δημιουργεί τοξικά λύματα που είναι καυστικά και μπορεί να περιέχουν ραδιενεργά στοιχεία ή βαρέα μέταλλα, καθιστώντας τη διαχείρισή της περίπλοκη. Από τη διαδικασία αυτή εκπέμπονται, παράλληλα, αέρια θερμοκηπίου, διοξείδιο του θείου, σκόνη και πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες <sup>16</sup>

<sup>15</sup><https://www.epa.gov/facts-and-figures-about-materials-waste-and-recycling/national-overview-facts-and-figures-materials>

<sup>16</sup> <https://www.cancentral.com/content/environmental-impact-aluminum-beverage-can>



Χαρτί	<p>Για την κατασκευή χάρτινης συσκευασίας χρησιμοποιείται ξύλο και γίνεται η άλεσή του σε πολτό είτε με μηχανικές είτε ε χημικές διεργασίες. Χρησιμοποιούνται επίσης φυτικές ίνες όπως βαμβάκι, λινό και κάνναβη, καθώς και άχυρο, σιτάρι και κενάφ<sup>14</sup>. Μπορεί να υπάρξουν εκπομπές νερού και αερίων κατά τη διάρκεια αυτής της διεργασίας<sup>15</sup>. Παράλληλα, οι μύλοι χρησιμοποιούν πολλή ενέργεια και νερό. Οι σύγχρονες μονάδες λόγω ανακύκλωσης νερού δεν παράγουν μεγάλες ποσότητες υγρών αποβλήτων, όπως συνέβαινε στο παρελθόν<sup>16</sup>. Οι πρωτογενείς εκπομπές αερίων περιλαμβάνουν μονοξείδιο του άνθρακα, διοξείδιο του θείου, οξείδια του αζώτου, πτητικές οργανικές ενώσεις και σωματίδια (National Academics of Sciences Engineering Medicine, 1999).</p>
Πλαστικό	<p>Στις ΗΠΑ και σε άλλες χώρες, η πρώτη ύλη για την παραγωγή πλαστικού που χρησιμοποιείται για παρασκευή πλαστικών συσκευασιών τροφίμων είναι το φυσικό αέριο, προερχόμενο είτε από την επεξεργασία φυσικού αερίου είτε από τη διύλιση αργού πετρελαίου. Υπάρχουν επτά τύποι πλαστικών πολυμερών για τη συσκευασία τροφίμων που αποτελούν το 70% της συνολικής παραγωγής πλαστικών, και είναι τα εξής: πολυπροπυλένιο, πολυστυρένιο, πολυβινυλοχλωρίδιο, τερεφθαλικό πολυαιθυλένιο και πολυαιθυλένιο. Όλα τα παραπάνω προέρχονται από ορυκτά καύσιμα. Η κατασκευή πλαστικών αποτελεί σημαντικό παράγοντα εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου — έως και 1% (Posen Daniel et al., 2017). Πέρα από τις πρωτογενείς εκπομπές υπάρχουν και αυτές που περιλαμβάνουν οξείδια του αζώτου, υδροφθοράνθρακες, υπερφθοράνθρακες και εξαφθοριούχο θείο.</p>

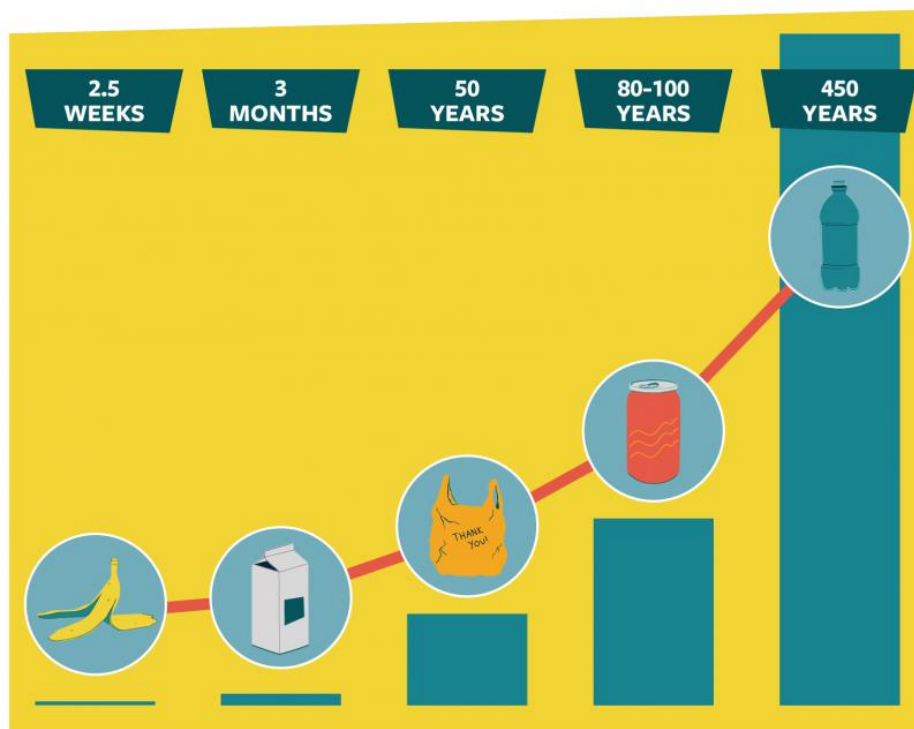
#### *Υδάτινες επιμολύνσεις και επιμολύνσεις του εδάφους*

Εκτός από την κατασκευή των συσκευασιών τροφίμων, και τα υπόλοιπα στάδια στη διάρκεια ζωής τους εμπεριέχουν περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Σε αυτή την υποενότητα θα μελετηθούν οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις στο νερό και στο έδαφος.

Οι περισσότερες συσκευασίες τροφίμων, στο τέλος της ζωής τους απορρίπτονται και είτε αποτίθενται σε χώρους υγειονομικής ταφής είτε μετατρέπονται σε απορρίμματα μεταφερόμενα από τα υδάτινα ή/και αέρια ρεύματα στο περιβάλλον. Οι συσκευασίες που καταλήγουν στους χώρους υγειονομικής ταφής, ειδικά όταν αναφερόμαστε στις πλαστικές συσκευασίες, έχουν μικρή ταχύτητα αποικοδόμησης ή, σε ορισμένες περιπτώσεις, δεν μπορούν να αποικοδομηθούν με αποτέλεσμα τα χημικά από τα υλικά συσκευασίας, συμπεριλαμβανομένων των μελανιών και των χρωστικών της ετικέτας, να ενέχουν τον κίνδυνο διαρροής τους στα υπόγεια ύδατα και το έδαφος, όπου δε δύναται να γίνει η διαχείρισή τους ώστε να μην είναι επιβλαβή για το περιβάλλον (US Environmental Protection Agency, 2015).

Με τα σημερινά δεδομένα, υπάρχουν μεγάλες ποσότητες πλαστικού συσσωρευμένες στα χερσαία και υδάτινα οικοσυστήματα. Ειδικότερα, η τελευταία εκτίμηση αναφέρει 8300 εκατομμύρια μετρικούς τόνους πλαστικού που έχουν παραχθεί από το 1950 και μετά (Geyer Roland et al, 2017).

Τα απορρίμματα —ειδικά τα απορρίμματα των πλαστικών συσκευασιών— καταλήγουν ακόμα και στα πιο απομακρυσμένα σημεία του πλανήτη, απειλώντας την ανθρώπινη ζωή, τα πτηνά και τη θαλάσσια ζωή. Ειδικά στους ωκεανούς, το πρόβλημα είναι τόσο μεγάλο που έχει χαρακτηριστεί ως «πλανητική κρίση»<sup>17</sup>. Ωστόσο, οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις του πλαστικού δεν περιορίζονται μόνο στη ρύπανση των ωκεανών. Σύμφωνα με τις τελευταίες μελέτες, υπολογίζεται ότι το 75% όλων των πλαστικών που απορρίπτονται καταλήγει είτε στο έδαφος είτε στο γλυκό νερό (Machado Anderson , 2017). Ορισμένοι επιστήμονες πιστεύουν ότι η ρύπανση από μικροπλαστικά (πλαστικά μικρότερα από πέντε χιλιοστά) στο έδαφος και στα γλυκά νερά είναι ακόμα πιο επιβλαβής και από αυτή των ωκεανών, καθώς απειλούν σε μεγαλύτερο ποσοστό την ανθρώπινη ζωή. Επιπλέον, τα μικροπλαστικά στο έδαφος έχουν μεγάλο αντίκτυπο στη συμπεριφορά της πανίδας του εδάφους, που είναι πολλές φορές φορείς ασθενειών. Επιπλέον, η διάσπαση των πλαστικών στο έδαφος και το νερό απελευθερώνει τοξικές ουσίες όπως οι φθαλικές ενώσεις και η δισφαινόλη Α (BPA)<sup>18</sup>.



Διάγραμμα 2: Χρονική διάρκεια αποικοδόμησης υλικών συσκευασίας τροφίμων<sup>19</sup>

Στο Διάγραμμα 2, γίνεται μία σύγκριση της διάρκειας αποικοδόμησης που χρειάζονται διάφορες συσκευασίες τροφίμων για να αποικοδομηθούν μετά το τέλος ζωής τους. Η εκτίμηση των χρόνων

<sup>17</sup> <https://www.bbc.com/news/science-environment-42225915>

<sup>18</sup> <https://www.unep.org/news-and-stories/story/plastic-planet-how-tiny-plastic-particles-are-polluting-our-soil>

<sup>19</sup> <https://foodprint.org/issues/the-environmental-impact-of-food-packaging/#easy-footnote-bottom-16-1295>

υποβάθμισης επιλεγμένων υλικών συσκευασίας τροφίμων έχει γίνει από την Υπηρεσία «National Park Service» των ΗΠΑ.

#### *Επιπτώσεις σε πτηνά και θαλάσσια είδη*

Πέρα από αυτά που αναφέρθηκαν προηγουμένως, τα απορρίμματα από τις συσκευασίες τροφίμων είναι πλέον απειλή για τη θαλάσσια ζωή και τα πτηνά. Όταν οι συσκευασίες τροφίμων δεν ανακυκλώνονται και καταλήγουν σε συστήματα τροφής των πτηνών και των θαλάσσιων ειδών, όπως είναι το έδαφος και το νερό, τότε τα ζώα μπερδεύουν τα απορρίμματα με τροφή ή μπλέκονται μέσα σε αυτά και δεν μπορούν να απελευθερωθούν

Σύμφωνα με μία μελέτη του Ocean Conservancy, στο 59% των θαλάσσιων πτηνών έχουν βρεθεί πλαστικές ουσίες πιθανότατα προερχόμενες από απορρίμματα πλαστικών συσκευασιών, και ειδικότερα στο 100% των ειδών θαλάσσιας χελώνας και σε περισσότερο από το 25% των ψαριών που ελήφθησαν ως δείγματα από αγορές θαλασσινών σε όλο τον κόσμο βρέθηκαν πλαστικές ουσίες<sup>20</sup>.

#### *Επιπτώσεις στην ατμόσφαιρα*

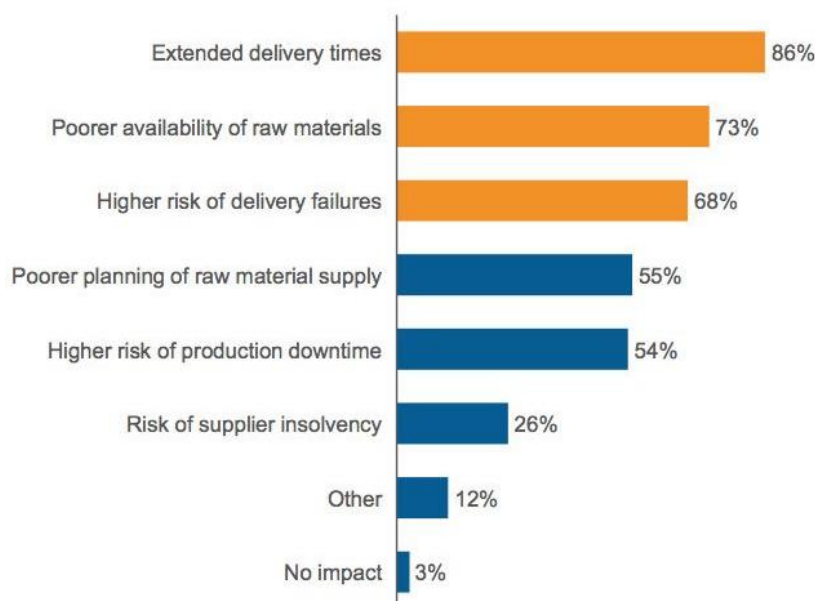
Τα απορρίμματα συσκευασίας τροφίμων που δεν ανακυκλώνονται ή δεν κομποστοποιούνται καταλήγουν, κατά κύριο λόγο, σε χώρους υγειονομικής ταφής ή αποτεφρώνονται. Όσα οφέλη και να περιέχουν οι δύο αυτές τακτικές στη διαχείριση των απορριμμάτων, παράγουν εκπομπές αερίων, συμπεριλαμβανομένων των αερίων του θερμοκηπίου (Marsh K. and Bugusu B., 2007). Πιο συγκεκριμένα, οι χώροι των ΧΥΤΑ εκπέμπουν αμμωνία και υδρόθειο και από τις αποτεφρώσεις υπάρχει η δυνατότητα εκπομπής υδραργύρου, μόλυβδου, υδροχλωρίου, διοξειδίων του θείου, οξειδίων του αζώτου και άλλων σωματιδίων<sup>21</sup>.

## **2.3 Πρώτες ύλες**

Όπως είναι γνωστό τα τελευταία χρόνια οι πρώτες ύλες, ειδικά όσες παράγονται από πετρέλαιο, είναι σε έλλειψη. Ειδικά, ο κορωνοϊός έκανε ακόμα μεγαλύτερο αυτό το πρόβλημα (βλ. Διάγραμμα 3) καθώς πολλά εργοστάσια – προμηθευτές πρώτων υλών για τη συσκευασία τροφίμων είτε έκλεισαν, είτε υπολειπόμενα και σε συνδυασμό με την ενεργειακή κρίση που βιώνει η παγκόσμια βιομηχανία, το αποτέλεσμα ήταν η κατακόρυφη αύξηση της τιμής των πρώτων υλών, ιδιαίτερα των πλαστικών, και η δυσκολία εύρεσης τους με μεγάλες καθυστερήσεις και ακυρώσεις.

<sup>20</sup><https://theworld.org/stories/2016-01-13/5-countries-dump-more-plastic-oceans-rest-world-combined>

<sup>21</sup><https://archive.epa.gov/epawaste/nonhaz/municipal/web/html/>



Διάγραμμα 3: Επιπτώσεις της πανδημίας Covid-19 στις εφοδιαστικές αλυσίδες τροφίμων (Consultancy.eu, 2021)

Αν και φαίνεται αυτό το γεγονός να μη συμβαδίζει με το θέμα της βιώσιμης συσκευασίας, είναι παρ' όλα αυτά αλληλένδετο. Οι βιώσιμες λύσεις που προτείνονται για τη βιομηχανία συσκευασίας τροφίμων, εμπεριέχουν την αντικατάσταση ή τη μείωση της πρώτης ύλης από παρθένα υλικά. Η ανακύκλωση και η χρήση εναλλακτικών πρώτων υλών από βιώσιμες πρώτες ύλες, είναι ίσως η λύση στο πρόβλημα του μεγάλου κόστους και της μεγάλης καθυστέρησης στην παράδοση των συμβατικών πρώτων υλών.

Για παράδειγμα, θα γίνει αναφορά στο αλουμίνιο και το πολυαιθυλένιο, δύο συνήθεις πρώτες ύλες για εύκαμπτες συσκευασίες τροφίμων. Το αλουμίνιο σαν συσκευασία από μέταλλο χρησιμοποιείται σε τόσες πολλές εφαρμογές που η ζήτησή του είναι πλέον υψηλότερη από την προσφορά. Πιο συγκεκριμένα, τα κουτάκια αλουμινίου που μπορεί να χρησιμοποιηθούν σε οτιδήποτε, από κονσέρβες λαχανικών μέχρι και σε μπύρα, είναι σε έλλειψη. Μάλιστα, ορισμένες ζυθοποιίες έχουν επιβραδύνει τις γραμμές παραγωγής τους ώστε να μην χρειαστεί να τις κλείσουν 100% λόγω της έλλειψης σε κουτάκια αλουμινίου. Ένα άλλο παράδειγμα είναι οι παραγωγοί ρητίνης πολυαιθυλενίου που εξακολουθούν να έχουν προβλήματα λόγω των καταστροφικών χειμερινών καταιγίδων του περασμένου χειμώνα.

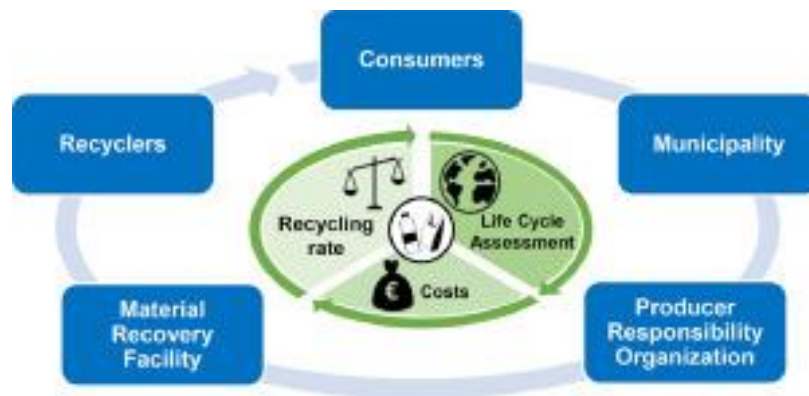
Επομένως, οι βιώσιμες λύσεις που περιγράφονται στα επόμενα κεφάλαια έρχονται να δώσουν μία λύση στο πρόβλημα της προσφοράς των πρώτων υλών ως εξής:

- Νέα υλικά βιώσιμα που δεν έχουν ως πρώτη ύλη το πετρέλαιο το οποίο είναι σε έλλειψη, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη συσκευασία τροφίμων.

- Η ανακύκλωση των συσκευασιών μπορεί να δημιουργήσει μία νέα πρώτη ύλη που μπορεί να χρησιμοποιηθεί στη συσκευασία τροφίμων.

## 2.4 Εταιρική, ατομική και κρατική ευθύνη

Για να μπορέσει μία ολόκληρη εφοδιαστική αλυσίδα να αλλάξει τον τρόπο λειτουργίας της με γνώμονα το συμφέρον του περιβάλλοντος, μαζί με το κέρδος, πρέπει να γίνει μία συλλογική προσπάθεια από όλους τους εμπλεκόμενους, τις εταιρίες τροφίμων, τις εταιρίες συσκευασίας, τους δημόσιους και ιδιωτικούς φορείς αλλά και τους ίδιους τους καταναλωτές. Έτσι, λοιπόν, γίνεται αντιληπτό ότι στο θέμα της βιωσιμότητας της συσκευασίας τροφίμων υπάρχει τόσο εταιρική όσο και κοινωνική αλλά και ατομική ευθύνη και κάθε εμπλεκόμενος θα πρέπει να αναλάβει τις υποχρεώσεις του αλλά και τις συνέπειες (βλ. Σχήμα 7).



Σχήμα 7: Εμπλεκόμενα μέρη για τη βιωσιμότητα της συσκευασίας τροφίμων (Bassi SA, et al., 2020)

### 2.4.1 Εταιρική ευθύνη

Η εκτεταμένη ευθύνη παραγωγού (EPR) θεωρείται κύρια προϋπόθεση για την αντιμετώπιση ζητημάτων βιωσιμότητας στον κλάδο της συσκευασίας τροφίμων, όπως είναι τα απορρίμματα τροφίμων και συσκευασιών το υψηλό περιβαλλοντικό αποτύπωμα αλλά και οι αυξημένες απαιτήσεις σε δυσεύρετες πρώτες ύλες.

Πράγματι, οι εταιρίες ενθαρρύνονται να αναπτύσσουν καινοτόμες βιώσιμες συσκευασίες λόγω απαίτησης των καταναλωτών αλλά και των νέων ευρωπαϊκών κανονισμών που έχουν τεθεί μέσω κανονισμών και φορολογίας, αλλά και μέσω των απαιτήσεων των επενδυτών και των τραπεζών. (Guirong Zhang, Zongjian Zhao , 2012).

Πιο συγκεκριμένα, σε αυτό το πλαίσιο θα αναφερθούν τα ESG<sup>22</sup> κριτήρια. Τα περιβαλλοντικά, κοινωνικά και διακυβερνητικά κριτήρια (ESG) είναι μία μορφή αρχέτυπων που αναφέρεται στη συμπεριφορά που οφείλει μία εταιρία να κατέχει, όταν ενδιαφέρεται για κοινωνικά συνειδητοποιημένους επενδυτές. Τα περιβαλλοντικά κριτήρια αξιολογούν τις ενέργειες της εταιρίας για τη διασφάλιση της προστασίας του περιβάλλοντος. Τα κοινωνικά κριτήρια αξιολογούν τις σχέσεις που έχει η εταιρία με όλους τους εμπλεκόμενους στην εφοδιαστική αλυσίδα. Τα διοικητικά κριτήρια αξιολογούν την αποτελεσματικότητα της διεύθυνσης σε μία εταιρία, κρίνοντας από τις αμοιβές στελεχών, τους εσωτερικούς ελέγχους, και τα δικαιώματα των μετόχων<sup>23</sup>.

### ***Περιβαλλοντικά κριτήρια***

- ✓ Δημοσίευση έκθεσης βιωσιμότητας
- ✓ Περιορισμός επιβλαβών ρύπων
- ✓ Ενέργειες για μείωση του ανθρακικού αποτυπώματος
- ✓ Χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας

### ***Κοινωνικά κριτήρια***

- ✓ Λειτουργία με ηθικό γνώμονα
- ✓ Υποστήριξη δικαιωμάτων LGBTQ ως προς τη διαφορετικότητα
- ✓ Πολιτικές προστασίας από κακές συμπεριφορές
- ✓ Δίκαιους μισθούς ανάμεσα στα δύο φύλα

### ***Διακυβερνητικά κριτήρια***

- ✓ Υποστήριξη της διαφορετικότητας εντός διοικητικού συμβουλίου
- ✓ Υποστήριξη της εταιρικής διαφάνειας
- ✓ Ο Διευθύνοντας σύμβουλος και ο πρόεδρος του διοικητικού συμβουλίου να είναι διαφορετικά άτομα

Όπως γίνεται κατανοητό, οποιαδήποτε εταιρία οφείλει να ακολουθεί αυτά τα πρότυπα, και να αξιολογεί την πορεία της με βάση αυτά τα κριτήρια. Συγκεκριμένα όμως για τη βιωσιμότητα της συσκευασίας τροφίμων (για το προϊόν) είναι σημαντικό να ακολουθούνται τα περιβαλλοντικά κριτήρια και πρότυπα. Πάνω σε αυτό, οι περισσότερες εταιρίες συσκευασίας τροφίμων και οι εταιρίες

---

<sup>22</sup> Environmental, social, and governance (ESG) criteria

<sup>23</sup> <https://www.investopedia.com/terms/e/environmental-social-and-governance-esg-criteria.asp>

τροφίμων ακολουθούν κάποια κοινά στοιχεία στην εφοδιαστική τους αλυσίδα, ανεξάρτητα με το νομοθετικό πλαίσιο που υπάρχει γύρω από αυτά.

Ήδη οι παραγωγοί συσκευασιών, έχουν αναγκαστεί με οδηγία της ΕΕ να επιφέρουν 30% μείωση στο περιβαλλοντικό τους αποτύπωμα έως το έτος 2030 (κλιματικός νόμος), είτε μέσω μείωσης του εταιρικού τους αποτυπώματος είτε μέσω άλλων ενεργειών που επιφέρουν αρνητικό περιβαλλοντικό αποτύπωμα, για να αντισταθμιστούν τα αυξημένα επίπεδα αποτυπώματος άνθρακα. Όμως πέρα από όσα είναι υποχρεωμένες οι εταιρίες να κάνουν, βάσει νομοθεσίας υπάρχουν και άλλες ενέργειες που οφείλουν να κάνουν αν θέλουν να σταθούν ανταγωνιστικές στον κλάδο των επενδύσεων. Κάποιες χώρες μάλιστα τις έχουν θεσπίσει και νομοθετικά αυτές τις ενέργειες, ωστόσο στην Ελλάδα είναι ακόμα εθελοντικές ενέργειες, οι οποίες βοηθούν την εταιρία να δείξει ένα καλύτερο πρόσωπο και να είναι πιο ανταγωνιστική. Κάποιες από αυτές τις ενέργειες είναι οι παρακάτω (European Commission – DG Environment, 2014):

- Εύρεση φιλικών λύσεων για το τέλος ζωής της συσκευασίας, παρέχοντας έτσι κίνητρα την ανακύκλωση συσκευασιών και τη χρήση πρώτων υλών, φιλικών προς το περιβάλλον.

- Περιβαλλοντικό τέλος που πληρώνουν οι εισαγωγείς προϊόντων μίας χρήσης, όπως τα πλαστικά μίας χρήσης αλλά και οι καταναλωτές. Το τέλος αυτό υπάρχει σαν φόρος, λόγω της δυσκολίας διαχείρισης κάποιων συσκευασιών. Να διευκρινιστεί ότι τον φόρο αυτόν τον πληρώνουν όσοι χρησιμοποιούν αυτές τις συσκευασίες, όμως αυτό έχει οικονομικό αντίκτυπο στην εταιρία που το παράγει, η οποία χάνει είτε πελάτες λόγω αυξημένης τιμής της συσκευασίας, είτε κέρδη αν αποφασίσει να ενσωματώσει το φόρο αυτό στην τιμή του προϊόντος. Γενικότερα, όλες οι εταιρίες αναγκάζονται να πληρώνουν περιβαλλοντικό τέλος για οτιδήποτε εισάγουν και δεν μπορούν να το ανακυκλώσουν ή να το διαχειριστούν χωρίς να καταλήξει σαν απόβλητο στο περιβάλλον (da Cruz N.F, et al., 2014).

- Υποχρέωση για μείωση του ποσοστού απορριμμάτων τροφίμων, μέσω εύρεσης νέων λύσεων συσκευασίας που θα προσφέρουν παράταση της διάρκειας ζωής του τροφίμου και αυξημένη αντοχή του συσκευασμένου τροφίμου κατά τη μεταφορά.

- Σωστή και πρακτική ενημέρωση του καταναλωτή μέσω της συσκευασίας, για τη χρήση και απόρριψη του προϊόντος και της συσκευασίας μετά την τελική χρήση του ή την ημερομηνία λήξης του, αλλά και για το υλικό από το οποίο αποτελείται η συσκευασία.

- Επιλογή προμηθευτών με βάση τη βιωσιμότητα και τη φιλικότητα προς το περιβάλλον. Έχουν οριστεί πολλοί δείκτες που βοηθούν έναν πελάτη να αναγνωρίσει το βαθμό βιωσιμότητας και

οικολογικότητας ενός προμηθευτή. Αυτό είναι σημαντικό καθώς επιλέγοντας έναν προμηθευτή με χαμηλό περιβαλλοντικό αποτύπωμα, τότε και το συνολικό περιβαλλοντικό αποτύπωμα της εταιρίας βελτιώνεται. Αντίστοιχα, και οι εταιρίες τροφίμων οφείλουν να εξετάζουν τη βιωσιμότητα και το περιβαλλοντικό αποτύπωμα της συσκευασίας που θα επιλέξουν για να μεταφέρει και να προστατεύσει το προϊόν τους.

□ Ενθάρρυνση καταναλωτών για χρήση οικολογικών και βιώσιμων συσκευασιών μέσω λογικών τιμών των παραγόμενων προϊόντων και μέσω επικοινωνίας, ώστε οι καταναλωτές να είναι ενήμεροι για τον τρόπο λειτουργίας της εταιρίας. Πάνω σε αυτό το πλαίσιο πολλές εταιρίες δημοσιεύουν ετήσιες αναφορές βιωσιμότητας, αναφέροντας όλες τις ενέργειες που κάνουν για να συμβάλλουν στους στόχους της βιωσιμότητας που τέθηκαν από τα Ηνωμένα Έθνη, και παρουσιάζουν συγκεκριμένους δείκτες βιωσιμότητας. Αυτές οι αναφορές είναι δημοσιευμένες στον διαδικτυακό ιστότοπο κάθε εταιρίας και είναι διαθέσιμες για όλους τους ενδιαφερόμενους. Παράλληλα, πολλές εταιρίες επικοινωνούν το αποτύπωμα άνθρακα των συσκευασιών τους, σε μία προσπάθεια για καλύτερη σύγκριση των εταιριών αλλά και ποσοτικοποίησης του όρου «αποτύπωμα συσκευασίας».

Στο πλαίσιο της εταιρικής ευθύνης για τη βιωσιμότητα των συσκευασιών τροφίμων συμπεριλαμβάνεται και η παραγωγή εναλλακτικών πρώτων υλών και διάθεσή τους στην αγορά για πώληση στους κατασκευαστές συσκευασιών. Ως προς αυτό το ζήτημα δεν υπάρχει κάποια οδηγία, αλλά έχει παρατηρηθεί ότι οι παραγωγοί εναλλακτικών πρώτων υλών είναι λίγοι και παράγουν κατά παραγγελία, με αποτέλεσμα να μην υπάρχει μεγάλο απόθεμα και το απόθεμα που υπάρχει να είναι σε υψηλό κόστος για μεγαλύτερη κερδοφορία, αφήνοντας πολλές φορές μικρές επιχειρήσεις εκτός ανταγωνισμού. Οπότε, απαιτείται ένα όριο τιμής να μπει σαν οδηγία για να μην αποκλείονται εταιρίες λόγω μεγέθους.

#### **2.4.2 Ατομική ευθύνη καταναλωτών**

Η μία όψη της ευθύνης των καταναλωτών από την άποψη της πράσινης συσκευασίας, περιλαμβάνει την αλλαγή των ιδεών και αποφάσεων των καταναλωτών για την αγορά και χρήση βιώσιμων συσκευασιών, πληρώνοντας κάποιες φορές το οικονομικό αντίτιμο. Η άλλη πλευρά για την ευθύνη των καταναλωτών, είναι η συμπεριφορά τους απέναντι στην ανακύκλωση μετά το τέλος ζωής της συσκευασίας των τροφίμων.

Οι καταναλωτές οφείλουν να είναι ενημερωμένοι για αυτό που αγοράζουν, και να οι αγορές τους να γίνονται με γνώμονα την επιβράβευση εταιριών που κάνουν μεγάλες προσπάθειες για να ενταχθούν στην κυκλική οικονομία, με τις ενέργειες περί συσκευασίας, όπως αυτές που αναφέρονται παραπάνω.



Υπάρχει, όμως, και το οικονομικό εμπόδιο πολλών καταναλωτών, για το οποίο οι εταιρίες αλλά και δημόσιοι φορείς πρέπει να πάρουν άμεσα μέτρα.

Παράλληλα οι καταναλωτές έχουν τη δική τους ευθύνη για την αυξημένη παραγωγή αποβλήτων σε τρόφιμα και συσκευασίες, καθώς πολλές φορές αγοράζουν προϊόντα και δεν τα καταναλώνουν πριν την ημερομηνία λήξης τους, δημιουργώντας άσκοπα μεγάλο όγκο απορριμμάτων τροφής αλλά και συσκευασίας. Για να βελτιωθεί αυτό το πρόβλημα χρειάζεται κοινή προσπάθεια από εταιρίες και καταναλωτές για πιο έγκυρη ενημέρωση αλλά και για αύξηση της ευαισθητοποίησης των καταναλωτών για τα απορρίμματα. Τέλος, καλό θα ήταν εταιρίες να ενθαρρύνουν τους καταναλωτές, μέσω των συσκευασιών τους, για χρήση περισσότερων οικογενειακών μερίδων ώστε να αποφευχθεί το φαινόμενο μόλυνσης του περιβάλλοντος από συσκευασίες μικρές, που συμβαίνει όταν ένα τρόφιμο καταναλώνεται αμέσως μετά την αγορά και λόγω κακής συμπεριφοράς καταναλωτή δεν καταλήγει στον σωστό κάδο για να ανακυκλωθεί.

### **2.4.3 Κρατική ευθύνη**

Στο πλαίσιο της κοινωνικής ευθύνης για τη βιωσιμότητα των συσκευασιών τροφίμων, έχουν μερίδιο ευθύνης και οι δημόσιοι φορείς. Πιο συγκεκριμένα, οι δημόσιοι φορείς οφείλουν να βρίσκουν τις βέλτιστες λύσεις για:

- Ανακύκλωση συσκευασιών
- Ενημέρωση πολιτών
- Μόλυνση περιβάλλοντος

Για παράδειγμα, στην Ελλάδα το 90% των συσκευασιών οδηγείται σε εδαφική διάθεση, εκ των οποίων το 60% μόνο καταλήγει σε Χ.Υ.Τ.Α και το ποσοστό των συσκευασιών που ανακυκλώνονται φτάνει το 8-10%, συγκριτικά με την υπόλοιπη Ε.Ε. όπου το 49% των συσκευασιών καταλήγει σε Χ.Υ.Τ.Α. και το 33% ανακυκλώνεται ενώ το 18% των συσκευασιών αποτεφρώνεται ( Καμζόλα ΕΛ, 2014).

Για να αλλάξουν αυτά τα ποσοστά, οφείλουν οι κρατικοί φορείς που είναι υπεύθυνοι για την ανακύκλωση να λάβουν πιο βιώσιμα μέτρα και να αναπτύξουν τεχνολογικά τους τρόπους ανακύκλωσης. Στο Κεφάλαιο 3 γίνεται αναφορά σε μία μελέτη που ασχολείται με τις βέλτιστες μεθόδους ανακύκλωσης. Παράλληλα, οφείλουν να ενημερώνουν τους πολίτες για τη διαχείριση των προϊόντων που αγοράζουν, είτε να βγάλουν συγκεκριμένες οδηγίες με αντίστοιχες κυρώσεις για όποιους δεν τις ακολουθούν.

### 3. Βιώσιμες λύσεις για τη συσκευασία τροφίμων

Τα προβλήματα βιωσιμότητας που προκύπτουν από τη συσκευασία, και ειδικότερα από τη συσκευασία τροφίμων, ορίζουν ένα γενικότερο πρόβλημα που πολλοί έχουν αποκαλέσει «πανδημία συσκευασίας». Υπάρχουν πολλές διαφορετικές επιλογές λύσεων για να αυξηθεί η βιωσιμότητα της συσκευασίας και πάνω σε αυτές εργάζεται και η Ευρωπαϊκή Επιτροπή. Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει εισάγει, στην ατζέντα της με τους 17 στόχους βιωσιμότητας, πολλά μέτρα για την καταπολέμηση αυτού του ζητήματος. Ενδεικτικά οι λύσεις που έχουν προταθεί ως κυριότερες είναι:

- 3R (Reduce, Reuse, Recycle). Η ΕΕ αλλά και τα Ηνωμένα Έθνη πιστεύουν ότι οι λύσεις που προσφέρονται από τα 3R θα δώσουν σε μεγάλο ποσοστό ικανοποιητικά αποτελέσματα.
- Χρήση εναλλακτικών υλικών συσκευασίας. Σε αυτά τα υλικά συμπεριλαμβάνονται κατά κύριο λόγο τρεις περιπτώσεις υλικών. Η πρώτη περίπτωση είναι τα φιλικά προς το περιβάλλον υλικά, δηλαδή τα βιοαποικοδομήσιμα και τα κομποστοποιήσιμα υλικά συσκευασίας. Η δεύτερη περίπτωση είναι τα υλικά βιολογικής βάσης και τα βρώσιμα υλικά της ίδιας κατηγορίας. Τέλος, η τρίτη περίπτωση περιλαμβάνει τα νανοπολυμερή.
- Κατάργηση πλαστικών μίας χρήσης. Ήδη τα πλαστικά μίας χρήσης με κανονισμό της ΕΕ έχουν απαγορευτεί. Μένει να αποδειχθεί αν αυτή η λύση που ήδη εφαρμόζεται θα είναι αποτελεσματική για ένα πιο βιώσιμο μέλλον.

#### 3.1 3R (Reduce, Reuse, Recycle)

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, η συσκευασία, από οποιοδήποτε υλικό και αν κατασκευάζεται, διαδραματίζει ένα πολύ μεγάλο ρόλο στην ασφάλεια των τροφίμων, καθώς και στην παράταση της διάρκειας ζωής τους ώστε να υπάρξει μείωση στην σπατάλη και την απόρριψη τροφίμων, που όπως εξηγήθηκε αποτελεί πολύ μεγάλο ζήτημα της παγκόσμιας κοινωνίας.

Στην πρωτογενή συσκευασία, της οποίας η επαφή με το τρόφιμο είναι άμεση, τα υλικά που είναι ελαφριά, εύκαμπτα και με χαμηλό κόστος έχουν μεγάλη ζήτηση. Κάποια από αυτά τα υλικά της συσκευασίας ανακυκλώνονται ή επαναχρησιμοποιούνται, κάποια άλλα όμως όχι, προκαλώντας μεγάλο περιβαλλοντικό αποτύπωμα.

Υπάρχουν λύσεις για την αντιμετώπιση ή τη μείωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος της συσκευασίας, κάποιες από τις οποίες είναι άμεσες:

- Η μείωση της πρώτης ύλης στις συσκευασίες. Πλέον οι εταιρίες συσκευασίας σχεδιάζουν με γνώμονα τη χρήση της ελάχιστης ποσότητας της πρώτης ύλης αλλά και του βελτιστοποιημένου

σχεδίου, ώστε μία συσκευασία να μην έχει παραπάνω βάρος από αυτό που πραγματικά χρειάζεται για την προστασία και την ασφαλή μεταφορά του τροφίμου που περιέχει.

- Η επαναχρησιμοποίηση των συσκευασιών. Πλέον οι εταιρίες συμβάλλουν στην προσπάθεια της μείωσης των απορριμμάτων των συσκευασιών, σχεδιάζοντας συσκευασίες με αυξημένη διάρκεια ζωής, οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν από τους καταναλωτές πολλές φορές για τον ίδιο ή διαφορετικό σκοπό.
- Η ανακύκλωση των συσκευασιών. Πλέον σε αυτό το κομμάτι επικεντρώνονται οι περισσότερες εταιρίες. Το πιο γρήγορο σύστημα για να στηθεί και να διατηρηθεί η κυρίαρχη προτεραιότητα της συσκευασίας που είναι η προστασία του τροφίμου, είναι η συσκευασία να μπορεί να ανακυκλώνεται στο μεγαλύτερο ποσοστό της.

### 3.1.1 Μείωση της πρώτης ύλης στις συσκευασίες

Μειώνοντας τις πρώτες ύλες σε μία συσκευασία ουσιαστικά γίνεται και μείωση των αποβλήτων της συσκευασίας. Ουσιαστικά, με αυτόν τον τρόπο επέρχεται μείωση λόγω της βελτιστοποίησης του σχεδιασμού, της κατασκευής ή της αγοράς των πρώτων υλών από τον κατασκευαστή της συσκευασίας και των προϊόντων από τον καταναλωτή του συσκευασμένου τρόφιμου. Σύμφωνα με μία μελέτη της (Environmental Protection Agency (U.S.), 2002) η μείωση των πρώτων υλών για την κατασκευή των συσκευασιών είναι η πιο βιώσιμη επιλογή αυτή τη στιγμή, επειδή αποφεύγει εξ' ολοκλήρου την δημιουργία αποβλήτων.

Για τη συσκευασία τροφίμων, οι λύσεις για μειωμένη χρήση πρώτης ύλης αναφέρονται κατά κύριο λόγο στο βάρος και το πάχος της συσκευασίας. Το μειωμένο βάρος των καινοτόμων συσκευασιών τροφίμων έχει και επιμέρους οφέλη για το περιβαλλοντικό αποτύπωμα των συσκευασιών, πέρα από τη χρήση μικρότερης ποσότητας πρώτης ύλης. Τα επιμέρους οφέλη είναι οι μειωμένες πηγές για την παραγωγή της πρώτης ύλης της συσκευασίας, είναι η μείωση στις εκπομπές από τις μεταφορές των πρώτων υλών αλλά και των τελικών προϊόντων συσκευασίας. Επιπλέον, για τους κατασκευαστές της συσκευασίας, το κόστος από τη μείωση της πρώτης ύλης είναι και αυτό μειωμένο. Παρ' όλα αυτά σε πολλές περιπτώσεις, η μείωση της πρώτης ύλης στις συσκευασίες αποτελεί μεγάλη πρόκληση για τον κύριο ρόλο της συσκευασίας που είναι η προστασία και η ασφαλής μεταφορά του τροφίμου στο τέλος της εφοδιαστικής αλυσίδας<sup>24</sup>.

Αυτή η βιώσιμη λύση μείωσης βάρους, πάχους και όγκου για τις συσκευασίες έχει λάβει διάφορα ονόματα από διαφορετικούς οργανισμούς. Για παράδειγμα, στον οργανισμό Preventpack<sup>25</sup> αυτή η

<sup>24</sup> <https://www.confectionerynews.com/Article/2010/05/03/Investment-in-sustainable-packaging-essential-says-study>

<sup>25</sup> [www.preventpack.be/files/pdf/nl/0810%20fiche%20prevention.pdf](http://www.preventpack.be/files/pdf/nl/0810%20fiche%20prevention.pdf)

λύση ονομάζεται «ποσοτική πρόληψη», στον οργανισμό CEN<sup>26</sup> χρησιμοποιείται ο όρος «μείωση πηγής», ενώ στον οργανισμό ISO χρησιμοποιείται ο όρος «βελτιστοποίηση συσκευασίας (ISO/CD 18602, 2010).

#### *Αφαίρεση υλικού από τη συσκευασία*

Οι επικρατέστερες λύσεις που οδηγούν σε μειωμένη χρήση πρώτης ύλης είναι δύο. Η πρώτη είναι η αφαίρεση από τη συσκευασία περιττού υλικού, αν και ο ορισμός για το τι θεωρείται περιττό σε μία συσκευασία τροφίμων εμπεριέχει πολλές προκλήσεις. Παρ' όλα αυτά, το κύριο πρόβλημα εμφανίζεται όταν οι εταιρίες, στη διάρκεια του χρόνου, δεν κάνουν καμία προσπάθεια για να βελτιώσουν σχεδιαστικά τη συσκευασία τους, ως προς το κομμάτι της μειωμένης πρώτης ύλης. Σε αυτή την κατεύθυνση υπάρχουν οι παρακάτω κατηγορίες:

- Αφαίρεση υπερβολικής συσκευασίας, χωρίς να υποβιβάζονται η κύρια λειτουργία της προστασίας των τροφίμων και της μηχανικής αντοχής του συσκευασμένου τροφίμου κατά τη μεταφορά, ούτε η αισθητική του τελικού προϊόντος.
- Σχεδιασμός και κατασκευή καινοτόμων συσκευασιών, οι οποίες μειώνουν τον κενό χώρο κατά την πλήρωση της συσκευασίας με το τρόφιμο.
- Μεγαλύτερες συσκευασίες για πλήρωση με χύμα προϊόντα. Οι οικογενειακές συσκευασίες είναι μία λύση στη μείωση της χρήσης πρώτης ύλης αλλά και γενικότερα στη μείωση των αποβλήτων συσκευασίας, όσον αφορά την κατανάλωση ανά μονάδα. Βέβαια αυτή η λύση δεν είναι πάντα εφικτή. Πολλά τρόφιμα δεν έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής, οπότε μία μικρή οικογένεια ίσως δε θα καταφέρει να καταναλώσει το περιεχόμενο της συσκευασίας έως τη λήξη του, αυξάνοντας τα απόβλητα τροφίμων που όπως εξηγήθηκε σε προηγούμενη ενότητα αποτελούν μεγάλο πρόβλημα. Επομένως αυτή η κατηγορία θέλει μεγάλη προσοχή και από τις εταιρίες τροφίμων που την προωθούν, αλλά και από τους καταναλωτές (Lewis et al., 2001).
- Χρήση εύκαμπτων συσκευασιών. Οι εύκαμπτες συσκευασίες είναι μία λύση που μειώνει στο μεγαλύτερο δυνατό ποσοστό τον όγκο της συσκευασίας, καθώς έχει τη δυνατότητα μέσω του κενού να εφαρμόσει απευθείας στο τρόφιμο. Παρ' όλα αυτά η ανακύκλωση αυτών των συσκευασιών είναι πολλές φορές προβληματική, λόγω των υπολειμμάτων τροφίμων που δύσκολα αφαιρούνται από αυτές τις συσκευασίες.
- Ελάφρυνση συσκευασιών. Ένας τρόπος για τη μείωση της χρήσης πρώτης ύλης είναι η μείωση της έκτασης της συσκευασίας, κρατώντας σταθερές τις εσωτερικές διαστάσεις της, ώστε να μην υποβιβάζεται η προστασία του τροφίμου, και παράλληλα μειώνοντας τις εξωτερικές

<sup>26</sup><http://www.cen.eu/cen/Sectors/Sectors/TransportAndPackaging/Packaging/Pages/PPW.aspx>

διαστάσεις της συσκευασίας, με πρόκληση ως προς την αντοχή της συσκευασίας. Για να συμβεί αυτό οι εταιρίες επιλέγουν κάποιες συγκεκριμένες διαδικασίες όπως: μείωση του μέσου πάχους της ύλης που χρησιμοποιείται για την κατασκευή της συσκευασίας ή αντικατάσταση πρώτων υλών που έχουν αυξημένο βάρος, όπως το γυαλί και το αλουμίνιο, με πρώτες ύλες μικρότερου βάρους, όπως είναι τα πολυμερή. Μία τρίτη επιλογή είναι η χρήση συνδυασμού υλικών που θα επιφέρουν μείωση βάρους σχετικά με την αρχική πρώτη ύλη, διατηρώντας την ποιότητα και την αντοχή της συσκευασίας. Όμως η τελευταία επιλογή σπάνια προτιμάται λόγω προβλημάτων που δημιουργούνται κατά την ανακύκλωση αυτών των συσκευασιών (Ten Klooster et al., 2008).

Έως σήμερα, η χρήση εναλλακτικών υλικών που ήταν πιο ελαφριά, ήταν η κατεύθυνση που χρησιμοποιούσαν οι περισσότερες εταιρίες. Μέσα σε 10 χρόνια, από το 1992 έως το 2002, το ποσοστό κατασκευής γυάλινων συσκευασιών για τρόφιμα μειώθηκε κατά 50%. Εφόσον η απαίτηση για μείωση της πρώτης ύλης στις συσκευασίες τροφίμων, συνεχίζει να υπάρχει, οι εταιρίες χρησιμοποιούν την ελάφρυνση των συσκευασιών τους, με τα ήδη μειωμένα σε βάρος υλικά. Έτσι σύμφωνα με την EPA, τα μεταλλικά δοχεία για τα τρόφιμα παράγονται με 40% μειωμένο βάρος συγκριτικά με την παραγωγή τους το έτος 1970. Ομοίως και για τις πλαστικές συσκευασίες, αν και νέα υλικά σχετικά με τα υπόλοιπα, και όντας εξ' αρχής ελαφριά υλικά, τα τελευταία 20 χρόνια το βάρος των πλαστικών συσκευασιών τροφίμων έχει μειωθεί κατά 20% (Environmental Protection Agency (U.S.), 2002).

Στον Πίνακα 6 αναφέρονται οι παραπάνω κατηγορίες με τα ποσοστά εφαρμογής τους, σύμφωνα με μία βιβλιογραφική ανασκόπηση που έγινε για τις ανάγκες της εργασίας. Παράλληλα, αναφέρεται το ποσοστό μείωσης πρώτης ύλης που έχουν επιφέρει αυτές οι εφαρμογές μειωμένης πρώτης ύλης ( Varžinskas Visvaldas, Markevičiūtė Zita , 2020).

*Πίνακας 6: Δυνατότητα μείωσης της πρώτης ύλης στις συσκευασίες τροφίμων*

<b>Λύση μείωσης πρώτης ύλης</b>	<b>Ποσοστό εφαρμογής των λύσεων</b>	<b>Ποσοστό μείωσης πρώτης ύλης που έχουν επιφέρει αυτές οι εφαρμογές</b>
Αφαίρεση υπερβολικής συσκευασίας	9%	58%
Βελτιστοποιημένη σχεδίαση συσκευασίας για μείωση όγκου	11%	44%
Οικογενειακές συσκευασίες	3%	29%
Εύκαμπτες συσκευασίες	8%	85%
Ελάφρυνση συσκευασιών	33%	83%

Η δυνατότητα μείωσης της πρώτης ύλης μέσω των παραπάνω επιλογών, εξαρτάται από διάφορα κριτήρια που πρέπει να ληφθούν υπόψη, ώστε να μην υποβιβαστεί ο κύριος ρόλος της συσκευασίας.

#### *Χρήση ανακυκλωμένου υλικού στις συσκευασίες*

Τα τελευταία χρόνια έχουν πραγματοποιηθεί αρκετές μελέτες στην κατεύθυνση της χρήσης ανακυκλωμένου υλικού. Οι εταιρίες, μέχρι πριν λίγα χρόνια, δεν είχαν την νομική δυνατότητα να χρησιμοποιούν ανακυκλωμένο υλικό ως πρώτη ύλη, λόγω εμποδίων που αφορούσαν την μετανάστευση επικίνδυνων ουσιών στο συσκευασμένο τρόφιμο. Πλέον, μετά από πολλές μελέτες των μεγάλων οργανισμών ασφάλειας τροφίμων, κρίθηκε νόμιμη και απαραίτητη η χρήση ανακυκλωμένου περιεχομένου στις συσκευασίες τροφίμων, για πολλά υλικά. Με αυτόν τον τρόπο, μειώνεται η χρήση πρώτης ύλης στις συσκευασίες τροφίμων ενώ παράλληλα ελαχιστοποιείται και το ποσοστό αποβλήτων.

Υπάρχουν τρεις κατηγορίες στις οποίες υπάρχει δυνατότητα χρήσης ανακυκλωμένου υλικού για τη συσκευασία:

- ✓ Χρήση ανακυκλωμένου υλικού στην πρωτογενή συσκευασία τροφίμων
- ✓ Χρήση ανακυκλωμένου υλικού στη δευτερογενή συσκευασία τροφίμων
- ✓ Χρήση ανακυκλωμένου υλικού στην τριτογενή συσκευασία τροφίμων για την ευκολία της χρήσης από τον καταναλωτή

Οι παραπάνω δυνατότητες συνοψίζονται στους Πίνακες 7-9.

*Πίνακας 7: Δυνατότητες χρήσης ανακυκλωμένου υλικού στην πρωτογενή συσκευασία*

<b>Συσκευασία</b>	<b>Εφαρμογή</b>
Δοχεία αλκοολούχων ποτών	Συχνά κατασκευάζονται είτε από αλουμίνιο είτε από γυαλί, καθένα από τα οποία έχει λίγους περιορισμούς στη χρήση ανακυκλωμένων υλικών. Το ανακυκλωμένο γυαλί και τα μέταλλα έχουν και τα δύο πλεονεκτήματα βιωσιμότητας έναντι των εναλλακτικών παρθένων υλικών τους.
Φιάλες νερού και χυμού	Υπάρχουν κάποιες εφαρμογές χρήσης φιαλών από ανακυκλωμένο πλαστικό, ωστόσο υπάρχουν πολλά περιθώρια επέκτασης. Για περαιτέρω επέκταση της χρήσης ανακυκλωμένου PET ή PE θα πρέπει να επιλυθούν προβλήματα σχετικά με τη διαύγεια του πλαστικού.

*Πίνακας 8: Δυνατότητες χρήσης ανακυκλωμένου υλικού στην δευτερογενή συσκευασία*

<b>Συσκευασία</b>	<b>Εφαρμογή</b>
Πλαστικές ετικέτες	Υπάρχει δυνατότητα ανακύκλωσης ετικετών με συρρίκνωση ή/και πλαστικό περιτύλιγμα και ενσωμάτωση εκ νέου σε αυτά τα υλικά.
Χάρτινες ετικέτες	Το ανακυκλωμένο περιεχόμενο θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί σε περισσότερες ετικέτες χαρτιού, με ορισμένους περιορισμούς λόγω της ποιότητας εκτύπωσης.

Πίνακας 9: Δυνατότητες χρήσης ανακυκλωμένου υλικού στην τριτογενή συσκευασία

Συσκευασία	Εφαρμογή
Χαρτόνια και χαρτοκιβώτια	Αυτή είναι ίσως η μεγαλύτερη ευκαιρία για την ενσωμάτωση ανακυκλωμένου περιεχομένου, καθώς η δομική ακεραιότητα του ανακυκλωμένου χαρτονιού είναι συνήθως επαρκής για φυσική προστασία κατά την αποθήκευση, τη μεταφορά και το χειρισμό.
Μεμβράνες ελαστικής περιτύλιξης	Σημαντικές ποσότητες από αυτές τις μεμβράνες χρησιμοποιούνται κατά τη διάρκεια της περιτύλιξης παλετών. Αυτό το υλικό θα μπορούσε να συλλεχθεί και να ανακυκλωθεί για χρήση σε παλέτες ή ταινία.
Παλέτες	Πρόσθετο ανακυκλωμένο περιεχόμενο θα μπορούσε να ενσωματωθεί σε πλαστικές παλέτες. Οι παλέτες από ανακυκλωμένο χαρτόνι μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν σε ορισμένες περιπτώσεις.

### Πρότυπα και κατευθύνσεις

Υπάρχουν αρκετοί κανονισμοί που αναφέρονται στις υποχρεώσεις της βιομηχανίας τροφίμων σχετικά με τη συσκευασία και πλέον σ' αυτούς αναφέρεται και η χρήση ανακυκλωμένου υλικού στην συσκευασία που θα έρθει σε επαφή με τα τρόφιμα. Ο κύριος κανονισμός, τον οποίο όλες οι εταιρίες τροφίμων οφείλουν να ακολουθούν είναι ο ΕΚ 1935/2004. Ο κανονισμός θεσπίζει 17 ομάδες υλικών και αντικειμένων που μπορούν να καλύπτονται από ειδικά μέτρα. Τα ειδικά μέτρα μπορεί επίσης να καλύπτουν συνδυασμούς διαφορετικών υλικών ή ανακυκλωμένων υλικών.

Επιπλέον, όλες οι εταιρίες υποχρεούνται να συμμορφώνονται με τον κανονισμό ΕΚ 2023/2006, που αναφέρεται στην ορθή πρακτική κατασκευής υλικών και αντικειμένων που προορίζονται να έρθουν σε επαφή με τρόφιμα, συμπεριλαμβανομένου του ανακυκλωμένου υλικού. Στο κομμάτι του ανακυκλωμένου υλικού για επαφή με τα τρόφιμα, ο τελευταίος κανονισμός αναφέρεται στην τυπωμένη επιφάνεια της συσκευασίας, η οποία δεν μπορεί να έρχεται σε επαφή με τα τρόφιμα. Αυτός είναι και ο λόγος που πολλές πλαστικές συσκευασίες, στις οποίες η ετικέτα δεν αφαιρείται κατά την ανακύκλωσή τους, δεν μπορούν να ξαναχρησιμοποιηθούν ως ανακυκλωμένο υλικό σε συσκευασία τροφίμων. Παρ' όλα αυτά υπάρχει ανοικτή μελέτη για αυτό το ζήτημα και προβλέψεις ειδικών αναφέρουν τροποποίηση του κανονισμού για αυτό το ζήτημα, θέτοντας ειδικές οριακές τιμές ως προς τη μετανάστευση των ουσιών της ετικέτας, όταν χρησιμοποιούνται ως πρώτη ύλη σε ανακυκλωμένες συσκευασίες με ετικέτα.

Στον Πίνακα 10 συνοψίζονται οδηγίες για τη χρήση ανακυκλωμένου περιεχομένου σε διάφορες κατηγορίες υλικών.

Πίνακας 10: Οδηγίες χρήσης ανακυκλωμένου υλικού σε συσκευασίες τροφίμων (Food and Drug Administration, 2021)

Υλικό	Οδηγίες
Πλαστικό	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Ο κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 282/2008 <sup>27</sup> της Επιτροπής απαιτεί τα ανακυκλωμένα πλαστικά που χρησιμοποιούνται για τη συσκευασία τροφίμων να προέρχονται από εγκεκριμένη ανακυκλωμένη διαδικασία και προσδιορίζει πέντε κριτήρια για να θεωρηθεί εγκεκριμένη η διαδικασία. Αναφέρεται επίσης στη χρήση ανακυκλωμένων πλαστικών με εκτυπωμένη επιφάνεια για τη συσκευασία τροφίμων και τις υποχρεώσεις που απορρέουν από τη διάθεση αυτών των υλικών.</li> <li>○ Η Υπηρεσία Τροφίμων και Φαρμάκων των ΗΠΑ <sup>28</sup> εξέδωσε οδηγίες για τη βιομηχανία τροφίμων ως προς τη χρήση ανακυκλωμένων πλαστικών στη συσκευασία τους. Επισημαίνει τα χημικά στοιχεία που πρέπει ο κατασκευαστής του ανακυκλωμένου πλαστικού να λάβει υπόψη, περιλαμβάνει μία προσέγγιση ως προς τη μέγιστη τιμή αυτών των χημικών στοιχείων και μια εκτιμώμενη ημερήσια πρόσληψη αυτών που δεν πρέπει να υπερβαίνει το επίπεδο στο οποίο η FDA θεωρεί ότι ενέχει αμελητέο κίνδυνο</li> <li>○ Η Sustainable Packaging Coalition (SPC) είναι επίσης ένας οργανισμός που έχει εκδώσει οδηγίες για το ανακυκλωμένο περιεχόμενο στις πλαστικές συσκευασίες. Οι οδηγίες περιλαμβάνουν πληροφορίες σχετικά με την απόδοση, αλλά και τις τεχνικές και αισθητικές απαιτήσεις του ανακυκλωμένου περιεχομένου, ώστε να βοηθηθούν οι παραγωγοί του ανακυκλωμένου πλαστικού. <sup>29</sup></li> <li>○ Η Ευρωπαϊκή Αρχή για την Ασφάλεια των Τροφίμων δημοσίευσε κατευθυντήριες οδηγίες <sup>30</sup> σχετικά με την διαδικασία ανακύκλωσης για την παραγωγή ανακυκλωμένων πλαστικών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη συσκευασία τροφίμων.</li> </ul>
Χαρτί και χαρτόνι	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Η Sustainable Packaging Coalition (SPC) έχει εκδώσει οδηγίες <sup>31</sup> για τη χρήση ανακυκλωμένων ινών χαρτιού σε συσκευασίες τροφίμων, και ειδικότερα στις 20 επικρατέστερες συσκευασίες λιανικής.</li> <li>○ Το Fraunhofer Institute for Process Engineering and Packaging <sup>32</sup> δημοσίευσε μια μελέτη που αφορά τη δυνατότητα μετανάστευσης μελανιών εκτύπωσης που υπάρχουν σε συσκευασίες οι οποίες αποτελούνται από χαρτόνι με στρώσεις πλαστικών, καθώς αυτή είναι η κύρια ανησυχία ως προς τη χρήση ανακυκλωμένων ινών χαρτιού.</li> </ul>
Γυαλί και μέταλλο	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Δεν φαίνεται να υπάρχουν συγκεκριμένες οδηγίες για τη χρήση ανακυκλωμένου περιεχομένου από γυαλί και μέταλλο στις συσκευασίες τροφίμων. Λόγω υψηλών θερμοκρασιών που κατά την ανακύκλωσή τους (680°C για το αλουμίνιο και 1500°C για το παρθένο γυαλί) έχει βρεθεί ότι δεν υπάρχουν ρύποι που επηρεάζουν τα υλικά αυτά, με μία επιφύλαξη για τις επικαλύψεις και τα φινιρίσματα που ανακυκλώνονται σε μικρότερη θερμοκρασία.</li> <li>○ Παρ' όλα αυτά για τη χρήση των ανακυκλωμένων αυτών υλικών στη συσκευασία τροφίμων πρέπει να διασφαλιστεί η συμφωνία της διαδικασίας ανακύκλωσης με τα πρότυπα GMP <sup>33</sup> για περιβαλλοντικές συνθήκες ποιότητας τροφίμων.</li> </ul>

<sup>27</sup> <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:086:0009:0018:EN:PDF>

<sup>28</sup> <http://www.fda.gov/Food/GuidanceRegulation/GuidanceDocumentsRegulatoryInformation/IngredientsAdditivesGRASPackaging/ucm120762.htm>

<sup>29</sup> <https://www.sustainablepackaging.org/resources/default.aspx> (2010)

<sup>30</sup> <http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/doc/2184.pdf> (2008)

<sup>31</sup> <https://www.sustainablepackaging.org/resources/default.aspx> (2012)

<sup>32</sup> [http://www.ivv.fraunhofer.com/no\\_html/gf3\\_34.pdf](http://www.ivv.fraunhofer.com/no_html/gf3_34.pdf)

<sup>33</sup> <http://www.fda.gov/Food/GuidanceRegulation/CGMP/ucm207458.htm>



### 3.1.2 Επαναχρησιμοποίηση συσκευασίας

Η επαναχρησιμοποίηση των συσκευασιών είναι ένας τρόπος που οδηγεί σε μείωση του ανθρακικού αποτυπώματος των συσκευασιών. Αυτό συμβαίνει καθώς η λύση της επαναχρησιμοποιημένης συσκευασίας μειώνει τη χρήση πρώτων υλών για την κατασκευή πολλών συσκευασιών, ελαχιστοποιεί την ποσότητα των απορριμμάτων και εξοικονομεί ουσιαστικά ενέργεια που θα ήταν αναγκαία για την κατασκευή και την ανακύκλωση πολλών συσκευασιών. Έτσι, πολλές εταιρίες έχουν οδηγηθεί στην κατεύθυνση της επαναχρησιμοποιημένης συσκευασίας μέσω των παρακάτω επιλογών.

- ❖ Άμεση επαναχρησιμοποίηση συσκευασιών. Αυτή η λύση αναφέρεται τη συλλογή και μεταφορά (με επιπλέον διαδικασίες καθαρισμού, επιθεώρησης και τροποποίησης για τις εμπορικές συσκευασίες επαναχρησιμοποίησης) της συσκευασίας για να μπορέσει να χρησιμοποιηθεί ξανά. Για να συμβεί αυτό ίσως απαιτείται επανασχεδιασμός του προϊόντος (EnviroWise, 2008).
- ❖ Σχεδιασμός συσκευασίας για αυξημένη διάρκεια ζωής. Αυτή η λύση αναφέρεται ουσιαστικά στην ανθεκτικότητας μίας συσκευασίας, που είναι αυτή που καθορίζει τη διάρκεια ζωής μίας συσκευασίας. Αυτό εξαρτάται από διάφορα νομικά πλαίσια ως προς τη μετανάστευση των τροφίμων, εξαρτάται επίσης από την πληροφορία που έχει ο καταναλωτής αλλά και από τη διάθεση του καταναλωτή να χρησιμοποιεί μία συσκευασία περισσότερες φορές.

Στον Πίνακα 11 αναφέρονται οι παραπάνω κατηγορίες επαναχρησιμοποίησης με τα ποσοστά εφαρμογής τους, σύμφωνα με μία βιβλιογραφική ανασκόπηση που έγινε για τις ανάγκες της εργασίας (Varžinskas Visvaldas, Markevičiūtė Zita, 2020).

Πίνακας 11: Εφαρμογή λύσεων επαναχρησιμοποιημένων συσκευασιών

Λύση επαναχρησιμοποίησης συσκευασίας	Ποσοστό εφαρμογής των λύσεων
Άμεση επαναχρησιμοποίηση συσκευασιών	2%
Σχεδιασμός συσκευασίας για αυξημένη διάρκεια ζωής	4%

### 3.1.3 Ανακύκλωση συσκευασιών

Η ανακύκλωση συσκευασιών είναι μία διαδικασία η οποία αλλάζει τον κλασικό κύκλο ζωής μίας συσκευασίας στο τελικό στάδιο ζωής της, όπου την εκτρέπει από το στάδιο της απόρριψης, στο στάδιο της επανάκτησης υλικών. Η διαφορά με την επαναχρησιμοποίηση της συσκευασίας είναι ότι γίνεται επανεπεξεργασία της συσκευασίας αλλάζοντας τη μορφή της. Ένα τυπικό διάγραμμα ροής της ανακύκλωσης είναι (Campbell A. J., 1994, pp. 210-220):

1. Συλλογή συσκευασιών

2. Ταξινόμηση συσκευασιών
3. Επεξεργασία συσκευασιών
4. Κατασκευή νέου ανακυκλωμένου υλικού
5. Πώληση υλικού

Σχεδόν όλα τα υλικά που χρησιμοποιούνται για τη συσκευασία τροφίμων έχουν τη δυνατότητα να ανακυκλωθούν. Για να αξιολογηθεί το κόστος μίας διεργασίας ανακύκλωσης είναι πολλοί παράγοντες που πρέπει να ληφθούν υπόψη. Αυτοί οι παράγοντες είναι οι εξής (Campbell A. J. , 1994, pp. 210-220):

- Κόστος συλλογής
- Κόστος διαχωρισμού
- Κόστος καθαρισμού
- Κόστος επανεπεξεργασίας (ενέργεια)
- Κόστος μεταφοράς

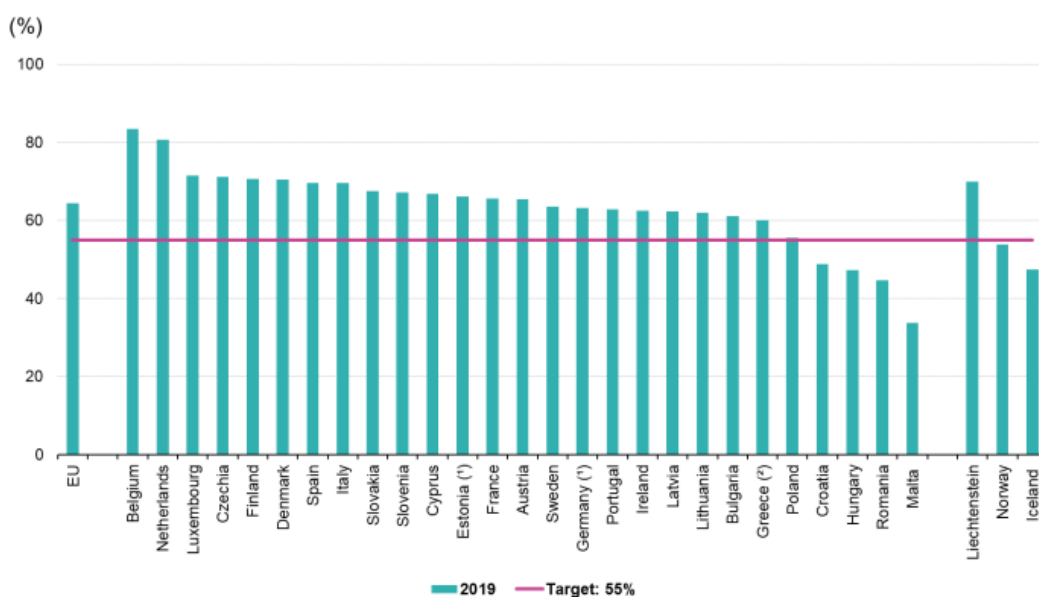
Επίσης μία βασική προϋπόθεση είναι τα υλικά αυτά που θα ανακτηθούν να έχουν αγοραστική δύναμη και να είναι ανταγωνιστικά από πλευράς ιδιοτήτων συγκριτικά με τα παρθένα τους υλικά. Στη σημερινή εποχή γίνονται πολλές τεχνολογικές μελέτες και έχουν υπάρξει βελτιώσεις σε αυτό το κομμάτι. Επίσης, όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, κάποια από τα υλικά συσκευασίας τροφίμων όταν ανακυκλωθούν δεν είναι ικανά να έρθουν σε επαφή με τα τρόφιμα, μπορούν όμως να χρησιμοποιηθούν σε άλλες εφαρμογές συσκευασίας.

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή έχει θέσει ως βασική προτεραιότητα την ανακύκλωση ως λύση στο ζήτημα της μόλυνσης του περιβάλλοντος από τα απορρίμματα της συσκευασίας τροφίμων, και αυτό είναι φανερό στην τελευταία της οδηγία για τις συσκευασίες και τα απορρίμματά τους, όπου προωθούνται η επαναχρησιμοποίηση και η ανακύκλωση των συσκευασιών. Μάλιστα μέσα στους στόχους που θέτει βρίσκονται τα εξής στοιχεία (European Commission, 2021):

- 5% ανακύκλωση όλων των πλαστικών συσκευασιών τροφίμων έως το 2050
- 75% ανακύκλωση όλων των χάρτινων συσκευασιών τροφίμων έως το 2050
- 50% ανακύκλωση στο σύνολο των συσκευασιών τροφίμων έως το 2050

Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Στατιστική Αρχή, στην ΕΕ ανακυκλώθηκε το 41% των πλαστικών συσκευασιών τροφίμων το έτος 2019, ενώ το αντίστοιχο ποσοστό στις ΗΠΑ ήταν 14%. Το αντίστοιχο ποσοστό για τις χάρτινες συσκευασίες τροφίμων το 2019 ήταν 51% για την ΕΕ και 81% για τις ΗΠΑ. Ωστόσο, το πραγματικό ποσοστό επανεπεξεργασίας των προϊόντων στο στάδιο της χωριστής

συλλογής, είναι στην πραγματικότητα χαμηλότερο. Στην έκθεση της (Eunomia, 2020), το πραγματικό ποσοστό επανεπεξεργασίας υπολογίστηκε ότι ανέρχεται σε περίπου 40-60 % των τόνων που ανακυκλώθηκαν στην πηγή. Η χωριστή συλλογή δεν διασφαλίζει ότι τα υλικά που συλλέγονται ανακυκλώνονται όλα 100%. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι μέσα στο ρεύμα των συλλεγόμενων υλικών από την ανακύκλωση βρίσκονται ταξινομημένες με λανθασμένο τρόπο συσκευασίες ή συσκευασίες ακατάλληλες για τη διαδικασία ανακύκλωσης λόγω ακατάλληλου ποσοστού καθαριότητας<sup>34</sup>. Στο Διάγραμμα 4 παρουσιάζεται το ποσοστό ανακύκλωσης συσκευασιών τροφίμων ανά χώρα της ΕΕ συγκριτικά με το στόχο που τέθηκε για το 2050.



Διάγραμμα 4: Ποσοστά ανακύκλωσης συσκευασιών τροφίμων στις χώρες της ΕΕ για το έτος 2019 (European Commission, 2021)

Υπάρχουν πολλές μέθοδοι ανακύκλωσης και επεξεργασίας των απορριμμάτων συσκευασιών, με πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. Στον Πίνακα 12 παρακάτω γίνεται μία σύνοψη των κλασικών μεθόδων ανακύκλωσης και επεξεργασίας απορριμμάτων από τις συσκευασίες τροφίμων.

Πίνακας 12: Μέθοδοι διαχείρισης αποβλήτων συσκευασίας τροφίμων

Όνομα μεθόδου	Περιγραφή
Μηχανική ανακύκλωση	Οι πλαστικές συσκευασίες που συλλέχθηκαν για ανακύκλωση καθαρίζονται από ξένα σώματα, γίνεται άλεσή τους, πλύσιμο, στέγνωμα και μετατρέπονται εκ νέου σε νιφάδες υλικού. Για να γίνουν σφαιρίδια ακολουθεί τήξη των νιφάδων υλικού και έπειτα εξώθησή τους. Κατά τη διαδικασία της άλεσης ή τήξης υπάρχει δυνατότητα ανάμιξης με παρθένο υλικό ή με άλλα πρόσθετα για βελτίωση ιδιοτήτων. Είναι η λιγότερο δαπανηρή διαδικασία ανακύκλωσης (Dodbiba G, et al., 2005).

<sup>34</sup> <https://www.bkv-gmbh.de/studien/studie-stoffstrombild-kunststoffe-in-deutschland-2019-conversio.html>

<b>Χημική ανακύκλωση</b>	Γίνεται ανάλυση του υλικού συσκευασίας που συλλέχθηκε για ανακύκλωση στα επιμέρους υλικά του, και τα επιμέρους αυτά υλικά γίνονται ξανά πρώτη ύλη. Αναφέρεται κυρίως στα πολυμερή και περιλαμβάνει: αποπολυμερισμό, αεριοποίηση, μερική οξειδωση, θερμική αποικοδόμηση, καταλυτική πυρόλυση, αναμόρφωση και υδρογόνωση (Santos ASF, et al., 2005). Αυτή η μέθοδος ανακύκλωσης απαιτεί μεγάλη τεχνογνωσία και χρησιμοποιεί πολλή ενέργεια, άρα είναι κοστοβόρα και δεν προτιμάται.
<b>Πυρόλυση πλάσματος (PPT)</b>	Αναφέρεται στα πλαστικά. Οι πλαστικές συσκευασίες που έχουν συλλεχθεί για ανακύκλωση περνούν από ένα θάλαμο στους 850 °C μέσω ενός τροφοδότη, γίνεται διάσπασή τους με μονοξείδιο του άνθρακα, υδρογόνο, μεθάνιο, υψηλότερους υδρογονάνθρακες κ.λπ. Τα αέρια και τα υλικά έπειτα περνούν στον επόμενο θάλαμο στους 1050 °C όπου γίνεται καύση των αερίων προς ασφαλές διοξείδιο του άνθρακα και νερό. Οι συνθήκες είναι τέτοιες ώστε να μην υπάρχει πιθανότητα για σχηματισμό τοξικών μορίων διοξινών και φουρανίων. Η μετατροπή των οργανικών αποβλήτων σε μη τοξικά αέρια (CO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> O) είναι μεγαλύτερη από 99 % (Kaminsky W , 1995).
<b>ΧΥΤΑ</b>	Η υγειονομική ταφή γίνεται με διάθεση, συμπίεση και ταφή των απορριμμάτων συσκευασίας σε μία κατάλληλη τοποθεσία (Αναερόβια υποβάθμιση). Είναι εύκολη και χωρίς μεγάλο κόστος μέθοδος διαχείρισης αποβλήτων συσκευασίας. Το σημαντικότερο είναι να οριστεί η σωστή επιλογή σημείου. Σε αυτή τη μέθοδο οι μικροοργανισμοί διασπούν πολύ αργά τα στερεά απόβλητα συσκευασίας κυρίως σε διοξείδιο του άνθρακα, μεθάνιο και αμμωνία (Read AD, 1999).
<b>Αποτέφρωση</b>	Γίνεται καύση για τη μετατροπή των αποβλήτων σε CO <sub>2</sub> και νερό. Έχει επιτευχθεί μείωση όγκου έως 90% μέσω της αποτέφρωσης αποβλήτων συσκευασίας. Όμως αυτή η διαδικασία παράγει τοξικά αέρια (Kumar G. Mahesh , et al., 2016).
<b>Κομποστοποίηση</b>	Γίνεται αυτοθέρμανση, μία αερόβια διαδικασία οργανικών αποβλήτων με σκοπό τη μετατροπή τους σε λίπασμα για φυτά. Το προϊόν που δημιουργείται μετά την κομποστοποίηση είναι πλούσιο σε οργανική ουσία. Ο χρόνος που χρειάζεται για να ολοκληρωθεί η κομποστοποίηση είναι 3 μήνες σε βέλτιστες συνθήκες αποικοδόμησης και 1-2 χρόνια για μη βέλτιστες συνθήκες (Kumar G. Mahesh , et al., 2016).
<b>Ανάκτηση Ενέργειας</b>	Έχει αναπτυχθεί τεχνολογία για μετατροπή των πλαστικών συσκευασιών σε καύσιμα. Η διαδικασία που ακολουθείται από ένα εργοστάσιο στο Nagpur περιλαμβάνει τυχαίο αποπολυμερισμό απορριμμάτων πλαστικών συσκευασιών σε υγρό καύσιμο με την παρουσία καταλύτη. Όλη η διεργασία γίνεται σε κλειστό δοχείο αντιδραστήρα με χρήση συμπύκνωσης, εάν απαιτείται. Τα απορρίμματα πλαστικών όταν θερμανθούν στους 2700–3000 °C μετατρέπονται σε ατμό, ο οποίος συλλέγεται στον θάλαμο συμπύκνωσης σαν υγρό καύσιμο που χρησιμοποιείται για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (Kumar G. Mahesh , et al., 2016).

Η ανακύκλωση συσκευασιών οφείλει να γίνεται με στόχο τη βελτίωση της αποτελεσματικότητας της διαδικασίας και της εξοικονόμησης ενέργειας. Για τα πλαστικά, η ανακύκλωσή τους έχει ιστορικά χωριστεί σε τέσσερις γενικούς τύπους: πρωτογενείς, δευτερογενείς, τριτογενείς και τεταρτοταγείς (Kumar G. Mahesh , et al., 2016):

- Η πρωτογενής ανακύκλωση. Επεξεργασία απορριμμάτων/σκραπ σε τελικό προϊόν με ιδιότητες παρόμοιες με εκείνες του αρχικού προϊόντος.
- Η δευτερογενής ανακύκλωση. Επεξεργασία απορριμμάτων/σκραπ σε υλικά που έχουν διαφορετικές ιδιότητες από το αρχικό πλαστικό προϊόν.
- Η τριτογενής ανακύκλωση. Παραγωγή βασικών χημικών ουσιών και καυσίμων από πλαστικά απόβλητα/σκραπ.
- Η τεταρτογενής ανακύκλωση. Ανάκτηση του ενεργειακού περιεχομένου των απορριμμάτων/σκραπ πλαστικών με χρήση καύσης και αποτέφρωσης.

Δεν είναι όλες οι παραπάνω διεργασίες διαχείρισης απορριμμάτων συσκευασιών κατάλληλες για όλες τις συσκευασίες. Για αυτό στον Πίνακα 13 γίνεται αναφορά των μεθόδων ανακύκλωσης συσκευασιών που χρησιμοποιούνται συνήθως, ανάλογα με το είδος του υλικού της συσκευασίας.

Πίνακας 13: Μέθοδοι ανακύκλωσης συσκευασιών ανά υλικό συσκευασίας (Geueke B., et al., 2018)

Υλικό συσκευασίας	Μέθοδος ανακύκλωσης
<b>Πλαστικό</b>	Μηχανική και Χημική ανακύκλωση
<b>Χαρτί και χαρτόνι</b>	Μηχανική ανακύκλωση με επιπλέον διαδικασίες πολτοποίησης, αφαίρεσης μη ινωδών μερών, καθαρισμού και, προαιρετικά στη συνέχεια, διαδικασία λεύκανσης και απομελάνωσης. Γίνεται πάντα ανάμιξη με παρθένες ίνες για διατήρηση της ποιότητας πριν το στάδιο της πολτοποίησης.
<b>Αλουμίνιο</b>	Μηχανική ανακύκλωση κονσερβών με τήξη στους 750°C και παραγωγή φύλλων αλουμινίου για σχηματισμό νέων δοχείων
<b>Ατσάλι</b>	Μηχανική ανακύκλωση κονσερβών με τήξη στους 2000°C και παραγωγή συμπαγών πλακών για σχηματισμό νέων δοχείων
<b>Γυαλί</b>	Μηχανική ανακύκλωση με τήξη στους 1500°C και προσθήκη ποσότητας παρθένου γυαλιού ανάλογα με το χρώμα της συσκευασίας. Το πράσινο, το καφέ και το λευκό γυαλί μπορούν να ανακυκλωθούν από έως και 100%, 70% και 60% υαλοπίνακες του αντίστοιχου χρώματος. Αν και ενεργοβόρα διαδικασία εκτιμάται εξοικονόμηση ενέργεια έως και 25%.

Εκτός από τα κλασσικά υλικά συσκευασίας, σημαντικές είναι και οι πολυστρωματικές συσκευασίες, των οποίων η ανακύκλωση και η διαχείριση μετά το τέλος ζωής τους είναι διαφορετική διαδικασία συγκριτικά με τα υπόλοιπα υλικά. Για την ανακύκλωση, πολυστρωματικών συσκευασιών οι διαδικασίες είναι (Geueke B., et al., 2018):

- ❖ Για τα χαρτονένια κουτιά ποτών: Κατά την ανακύκλωσή τους, οι ίνες διαχωρίζονται σε στρώματα πλαστικού και αλουμινίου με εμπότιση του υλικού στο νερό. Έπειτα, γίνεται χρήση αυτών των ινών σε διάφορα ανακυκλωμένα προϊόντα χαρτιού, αλλά απαγορεύεται η χρήση

τους για συσκευασίες με άμεση επαφή με τα τρόφιμα. Τα υπόλοιπα στρώματα πλαστικού και αλουμινίου εξάγονται ως σύνθετα υλικά για χρήση τους σε προϊόντα χαμηλότερης ποιότητας, όπως πλαστικές παλέτες και κιβώτια.

- ❖ Για τις πλαστικοποιημένες μεμβράνες: Η ανακύκλωση πολυστρωματικών μεμβρανών από πλαστικά και στρώματα αλουμινίου δεν είναι ακόμη ευρέως διαθέσιμη. Ακόμα κι αν τέτοιες διαδικασίες εφαρμόζονταν στο μέλλον, φαίνεται να είναι απίθανη η χρήση τους για συσκευασίες σε άμεση επαφή με τα τρόφιμα.

Στο Σχήμα 8 φαίνεται η ευκολία ανακύκλωσης για κάθε πλαστική συσκευασία ανάλογα με το υλικό από το οποίο έχει κατασκευαστεί.



Σχήμα 8: Πιθανότητες ανακύκλωσης πλαστικών συσκευασιών τροφίμων<sup>35</sup> (Food Packaging Forum, 2021)

Όπως γίνεται αντιληπτό υπάρχουν διάφορες βαθμίδες ανακύκλωσης των πλαστικών συσκευασιών ανάλογα με το είδος εφαρμογής τους. Οι πλαστικές μεμβράνες που χρησιμοποιούνται για επικάλυψη τροφίμων δεν ανακυκλώνονται. Οι εύκαμπτες πλαστικές συσκευασίες ανακυκλώνονται με μικρή αποτελεσματικότητα καθώς οι ιδιότητες του υλικού ή/και οι διαδικασίες που υπάρχουν δεν επιτρέπουν την χρήση τους ως ανακυκλωμένο υλικό σε νέες συσκευασίες τροφίμων. Οι πλαστικές φιάλες και τα πλαστικά δοχεία ανακυκλώνονται με μέτρια απόδοση, καθώς απαιτείται προσθήκη παρθένου υλικού για βελτίωση ιδιοτήτων και ειδικά μέτρα για την επαφή τους με τρόφιμα.

Υφίστανται διάφορες βαθμίδες ανακύκλωσης των χάρτινων συσκευασιών ανάλογα με το είδος εφαρμογής τους. Τα χάρτινα κύπελλα που χρησιμοποιούνται για ροφήματα ανακυκλώνονται με χαμηλή αποτελεσματικότητα καθώς οι ιδιότητες του υλικού ή/και οι διαδικασίες που υπάρχουν δεν επιτρέπουν την χρήση τους ως ανακυκλωμένο υλικό σε νέες συσκευασίες τροφίμων. Οι χάρτινες συσκευασίες μεταφοράς και αποθήκευσης τροφίμων ανακυκλώνονται με μέτρια απόδοση, καθώς

<sup>35</sup> <https://www.foodpackagingforum.org/packaging-fact-sheets>

απαιτείται προσθήκη παρθένου υλικού για βελτίωση ιδιοτήτων και ειδικά μέτρα για την επαφή τους με τρόφιμα.

Οι μεταλλικές συσκευασίες τροφίμων και οι γυάλινες συσκευασίες τροφίμων ανακυκλώνονται με βέλτιστη απόδοση, καθώς οι ιδιότητες των υλικών και η χημική ασφάλεια των ανακυκλωμένων συσκευασιών τροφίμων παραμένουν υψηλής ποιότητας μετά από επαναλαμβανόμενους κύκλους ανακύκλωσης.

Οι πολυστρωματικές συσκευασίες τροφίμων ανακυκλώνονται με χαμηλή αποτελεσματικότητα καθώς οι ιδιότητες του υλικού ή/και οι διαδικασίες που υπάρχουν δεν επιτρέπουν την χρήση τους ως ανακυκλωμένο υλικό σε νέες συσκευασίες τροφίμων.

### **3.2 Χρήση εναλλακτικών υλικών συσκευασίας τροφίμων**

Στον πολύ δυναμικό παγκόσμιο τομέα συσκευασίας τροφίμων, οι καινοτομίες που διατίθενται στην αγορά επικεντρώνονται ουσιαστικά σε πρακτικές και εύχρηστες πτυχές καθώς και στη φιλικότητα και την αισθητική για την ελκυστικότητα των καταναλωτών. Η βιωσιμότητα πολλών καινοτόμων λύσεων συσκευασίας οφείλονται είτε στους πόρους που χρησιμοποιούνται (βιοαποικοδομήσιμες συσκευασίες) είτε στην αποσύνθεσή τους κατά το τέλος της ζωής τους (βιοδιασπώμενες).

Τα περισσότερα υλικά συσκευασίας είναι πλαστικά, τα οποία κατασκευάζονται στο μεγαλύτερο ποσοστό τους από ορυκτά καύσιμα σε μια παραγωγική διαδικασία που επιφέρει αύξηση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου κατά μήκος της εφοδιαστικής αλυσίδας. Σε προηγούμενο κεφάλαιο αναλύθηκε το πρόβλημα που δημιουργείται από την κακή διαχείριση των πλαστικών συσκευασιών, λόγω της ρύπανσης, της ακατάλληλης διαχείρισης των απορριμμάτων και της φθοράς των προϊόντων. Τα βιοαποικοδομήσιμα, κομποστοποιήσιμα και βιολογικά πλαστικά προωθούνται όλο και περισσότερο ως λύση σε ορισμένες από αυτές τις προκλήσεις. (EEA, 2020)

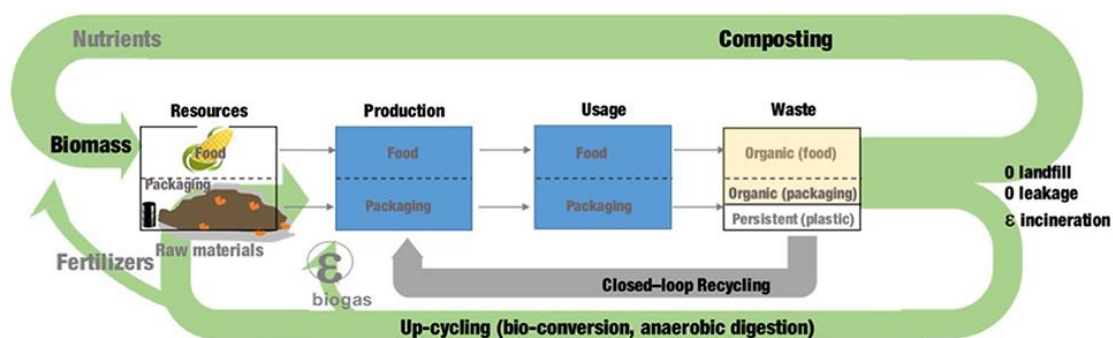
Τα εναλλακτικά υλικά συσκευασίας έχουν μια σειρά από πλεονεκτήματα έναντι των συνθετικών πλαστικών, συμπεριλαμβανομένης της βιοαποδομησιμότητας και της κομποστοποίησης, καθώς και της χρήσης ανανεώσιμων πρώτων υλών (Yunvaraj D., et al., 2021). Παρά την εξαιρετικά δυναμική έρευνα και ανάπτυξη στα υλικά βιολογικής προέλευσης ή/και βιοαποδομήσιμα (περισσότερες από 1.400 επιστημονικές δημοσιεύσεις/έτος τα τελευταία 10 χρόνια), οι εμπορικά διαθέσιμες συσκευασίες από αυτά τα εναλλακτικά υλικά δεν ανταποκρίνονται ακόμη στις απαιτήσεις της βιομηχανίας και των καταναλωτών.

Όλο και περισσότερα πλαστικά προϊόντα χαρακτηρίζονται ως «κομποστοποιήσιμα», «βιοαποικοδομήσιμα», «οξοδιασπώμενα» ή «βιολογικής βάσης». Ωστόσο, τα πλαστικά που κατασκευάζονται από υλικά βιολογικής βάσης δεν είναι απαραίτητα κομποστοποιήσιμα ή βιοαποδομήσιμα. Επιπλέον, τα πλαστικά που βιοδιασπώνται μπορούν να κατασκευαστούν από υλικά που βασίζονται σε ορυκτές πρώτες ύλες. (EEA, 2020)

### 3.2.1 Φιλικά προς το περιβάλλον υλικά για συσκευασία τροφίμων

Σύμφωνα με τις αρχές της κυκλικής οικονομίας, η μετατροπή μέρους των οργανικών αποβλήτων εκ νέου σε υλικά 2<sup>ης</sup> γενιάς, δημιουργεί την επόμενη γενιά υλικών για να είναι πιο καινοτόμα, πιο ανθεκτική και παραγωγική οικονομικά για τη χρήση της στη συσκευασία τροφίμων. Παράλληλα, γίνεται αποσύνδεση της βιομηχανίας συσκευασίας τροφίμων από τις συμβατικές ορυκτές πρώτες ύλες, που όπως αναλύσαμε σε προηγούμενο κεφάλαιο αποτελεί μεγάλο πρόβλημα στη βιομηχανία της συσκευασίας λόγω μεγάλης έλλειψης. Τέλος, με αυτό τον τρόπο επιτρέπεται στα θρεπτικά συστατικά να επιστρέψουν στο έδαφος.

Όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 5, οι αρχές της κυκλικής οικονομίας επισημαίνουν ότι η μετατροπή μέρους των οργανικών απορριμμάτων σε νέα εναλλακτικά υλικά (όπως για παράδειγμα τα 100% βιοαποδομήσιμα βιοπλαστικά), θα δημιουργήσει μία επόμενη γενιά υλικών από τα βιοαπόβλητα ικανή για την παρασκευή καινοτόμων, πιο ανθεκτικών και παραγωγικών οικονομικά συσκευασιών τροφίμων, αποσυνδέοντας τη βιομηχανία συσκευασίας τροφίμων από τις συμβατικές ορυκτές πρώτες ύλες και επιτρέποντας στα θρεπτικά συστατικά να επιστρέψουν πάλι στο έδαφος. Οπότε είναι ένας κύκλος, στην πορεία του οποίου δεν υπάρχουν μεγάλες απώλειες.



Διάγραμμα 5: Η κυκλική οικονομία ως προοπτική για το μέλλον της συσκευασίας (World Economic Forum, Ellen MacArthur Foundation and McKinsey, 2016)

Οι αρχές της κυκλικής οικονομίας στρέφουν την προσοχή των επιχειρήσεων σε υλικά βιοδιασπώμενα και κομποστοποιήσιμα για τη χρήση τους στη συσκευασία τροφίμων. Τα βιοαποδομήσιμα υλικά συσκευασίας έχουν μια σειρά από πλεονεκτήματα έναντι των συνθετικών πλαστικών,



συμπεριλαμβανομένης της βιοαποδομησιμότητας και της κομποστοποίησης, καθώς και της χρήσης ανανεώσιμων πρώτων υλών ( Yuvaraj D., et al., 2021).

### *Αποικοδομησιμότητα των υλικών*

Αποικοδομήσιμο είναι το υλικό που σε κατάλληλες περιβαλλοντικές συνθήκες μπορεί να υποστεί σημαντικές μεταβολές στη χημική δομή του ώστε να απωλέσει τη δομική του ακεραιότητα και άλλες ιδιότητές του. Η αποικοδόμηση των πλαστικών επιτυγχάνεται κυρίως με δυο μηχανισμούς: φωτοαποικοδόμηση και βιοαποικοδόμηση.

### *Φωτοαποικοδόμηση*

Κατά την φωτοαποικοδόμηση το ηλιακό φως (κυρίως η υπεριώδης ακτινοβολία) με φωτοξείδωση και απ' ευθείας σπάσιμο δεσμών προκαλεί τη μείωση του μοριακού βάρους του πολυμερούς με αποτέλεσμα το πλαστικό να γίνεται εύθρυπτο και να κατακερματίζεται. Τα φωτοαποικοδομήσιμα πλαστικά είναι δυο ειδών: (Κοντομηνάς, Μ.Γ., 1996)

- α. αυτά στα οποία μια ευαίσθητη στην υπεριώδη ακτινοβολία ένωση (π.χ. CO) ενσωματώνεται με συμπολυμερισμό στην αλυσίδα του πολυμερούς PE ή PP και οι σχηματισθέντες ασθενείς δεσμοί σπάζουν μόλις το πλαστικό εκτεθεί στην επίδραση του φωτός και
- β. εκείνα στα οποία στη μάζα του πολυμερούς ενσωματώνονται διάφορα πρόσθετα (π.χ. μέταλλα μεταπτώσεως, διθειοκαρβαμιδικά παράγωγα, καρβονυλικές και πολυαρωματικές ενώσεις), τα οποία με την επίδραση του φωτός σχηματίζουν ελεύθερες ρίζες, οι οποίες αντιδρούν με την υδρογονανθρακική μακρομοριακή αλυσίδα και την τεμαχίζουν με μικρότερες αλυσίδες.

### *Βιοαποικοδόμηση*

Κατά τη βιοαποικοδόμηση μικροοργανισμοί όπως βακτήρια, μύκητες και φύκη καταναλώνουν το πλαστικό χρησιμοποιώντας το ως πηγή τροφής και το μετατρέπουν σε νερό, διοξείδιο του άνθρακα και βιομάζα (αερόβια διάσπαση). Στην περίπτωση της αναερόβιας διάσπασης παράγονται υδρογονάνθρακες, κυρίως μεθάνιο, και βιομάζα. (Μοσχοπούλου, Ε., 2011)

Ο επίσημος ορισμός για τα βιοαποικοδομήσιμα πλαστικά δίδεται στο (ISO , 2013) και στο (ASTM D883-20b, 2020):

*«Βιοαποικοδομήσιμο είναι το πλαστικό στο οποίο γίνεται διάσπαση σε κομμάτια με μικρότερο μοριακό βάρος λόγω της δράσης φυσικών μικροοργανισμών όπως βακτήρια, μύκητες και φύκη».*

Υπό τις κατάλληλες συνθήκες υγρασίας, θερμοκρασίας και διαθεσιμότητας οξυγόνου, η βιοαποικοδόμηση είναι μια σχετικά ταχεία διεργασία. Όμως στους χώρους υγειονομικής ταφής η αποικοδόμηση ακόμα και των πιο βιοαποικοδομήσιμων υλικών είναι πολύ αργή.

### *Κομποστοποίηση υλικών*

Η κομποστοποίηση ή βιοσταθεροποίηση ή λιπασματοποίηση (composting) είναι επιταχυνόμενη αποικοδόμηση ετερογενούς οργανικής ύλης από ένα σύνολο διαφορετικών μικροοργανισμών σε αερόβιο, υγρό και θερμό περιβάλλον και υπό ελεγχόμενες συνθήκες. Τυπικές θερμοκρασίες στα συστήματα κομποστοποίησης κυμαίνονται μεταξύ 40 και 70°C. (Robertson, G.L., 2013)

Τα κομποστοποιήσιμα πλαστικά κατά την κομποστοποίησή τους παράγουν διοξείδιο του άνθρακα, νερό, ανόργανα υλικά και βιομάζα με ρυθμό συγκρίσιμο με άλλα γνωστά κομποστοποιήσιμα υλικά και αφήνουν υπόλειμμα οπτικά ομοιογενές και μη τοξικό. ***Επομένως όλα τα κομποστοποιήσιμα πλαστικά είναι βιοαποικοδομήσιμα, ενώ το αντίστροφο δεν ισχύει.*** (Κοντομηνάς, Μ.Γ., 1996)

Είναι σημαντικό σε αυτό το στάδιο να γίνει κατανόηση των δύο αυτών εννοιών, δεδομένου ότι δεν είναι ισοδύναμες και δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται εναλλακτικά. Το Ευρωπαϊκό Πρότυπο EN 13432 ορίζει κριτήρια για το τι μπορεί ή δεν μπορεί να περιγραφεί ως κομποστοποιήσιμο και τι μπορεί να ονομαστεί βιοαποδομήσιμο. Το πρότυπο US ASTM D6400-99 ορίζει παρόμοια πρότυπα.

Βασικά χαρακτηριστικά κομποστοποιήσιμων υλικών:<sup>36</sup>

- Βιοδιασπασιμότητα: Η χημική διάσπαση υλικών σε διοξείδιο άνθρακα, νερό, ορυκτά άλατα και νέα βιομάζα (τουλάχιστον το 90% των υλικών πρέπει να διασπαστεί με βιολογική δράση σε χρονικό διάστημα έξι μηνών). (De Wilde, B., et al., 2013)
- Δυνατότητα αποσύνθεσης: Η φυσική αποσύνθεση ενός προϊόντος σε κομμάτια μεγέθους χιλιοστών. Μετά από διάστημα τριών μηνών, τουλάχιστον το 90% της συσκευασίας πρέπει να έχει τη δυνατότητα διαπερατότητας από πλέγμα 2x2 mm.
- Χημική σύνθεση: Χαμηλά επίπεδα βαρέων μετάλλων
- Ποιότητα τελικού κομποστοποιημένου προϊόντος και τοξικότητα: Απουσία αρνητικών επιπτώσεων στο τελικό κομποστοποιημένο προϊόν σχετικά με χημικές/φυσικές παραμέτρους που δεν πρέπει να διαφέρουν από αυτές του ελέγχου μετά την αποικοδόμηση.

Καθένα από αυτά τα σημεία χρειάζεται για να πληροί τον ορισμό της κομποστοποίησης, αλλά κάθε σημείο από μόνο του δεν αρκεί. Για παράδειγμα, ένα βιοαποικοδομήσιμο υλικό δεν είναι απαραίτητα

<sup>36</sup> (<https://www.eea.europa.eu/publications/biodegradable-and-compostable-plastics>)

κομποστοποιήσιμο γιατί πρέπει επίσης να διασπαστεί κατά τη διάρκεια ενός κύκλου κομποστοποίησης. Από την άλλη πλευρά, ένα υλικό που διασπάται, σε έναν κύκλο κομποστοποίησης, σε μικροσκοπικά κομμάτια που δεν είναι πλήρως βιοαποδομήσιμα, δεν είναι κομποστοποιήσιμο. Διαφορετικοί τύποι βιοαποδομήσιμων και κομποστοποιήσιμων πλαστικών έχουν σχεδιαστεί για να βιοδιασπαστούν κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες. Σε διαφορετικές συνθήκες, υπάρχει περίπτωση να βιοδιασπαστούν αργά ή καθόλου ή να μετατραπούν σε μικροπλαστικά. (van den Oever, M., et al., 2019)

Στον Πίνακα 14 παρουσιάζεται η διαδικασία βιοαποικοδόμησης ανά τύπο πλαστικού.

Πίνακας 14: Βιοαποικοδομήσιμα και κομποστοποιήσιμα πλαστικά

Τύπος πλαστικού	Διαδικασία βιοαποικοδόμησης
<b>Βιοαποικοδομήσιμα πλαστικά</b>	Βιοαποικοδόμηση σε ένα συγκεκριμένο μέσο (νερό, έδαφος, κομπόστ) υπό συγκεκριμένες συνθήκες και σε ποικίλες χρονικές περιόδους.
<b>Βιομηχανικά κομποστοποιήσιμα πλαστικά</b>	Βιοαποικοδόμηση στις συνθήκες μιας βιομηχανικής μονάδας κομποστοποίησης ή μιας βιομηχανικής μονάδας αναερόβιας χώνευσης με ένα επόμενο στάδιο κομποστοποίησης.
<b>Οικιακά κομποστοποιήσιμα πλαστικά</b>	Βιοαποικοδόμηση υπό τις συνθήκες ενός καλά διαχειριζόμενου οικιακού κομποστοποιητή σε χαμηλότερες θερμοκρασίες από ό,τι στις βιομηχανικές μονάδες κομποστοποίησης. Τα περισσότερα από αυτά βιοδιασπώνται επίσης σε βιομηχανικές μονάδες κομποστοποίησης.

Από τα παραπάνω, σημαντικό είναι να αποσαφηνιστούν δύο σημαντικά στοιχεία:

1. Ένα βιοαποικοδομήσιμο υλικό δεν είναι απαραίτητα κομποστοποιήσιμο, αλλά ένα κομποστοποιήσιμο υλικό είναι πάντα βιοαποικοδομήσιμο.
2. Υπάρχουν συγκεκριμένες συνθήκες για την βιοαποικοδόμηση ενός υλικού και όταν αυτές αλλάζουν, τότε επέρχονται αλλαγές στους χρόνους βιοαποικοδόμησης ή/και πιθανότητα για μη βιοαποικοδόμηση.

### 3.2.2 Βιολογικής βάσης υλικά για συσκευασία τροφίμων

Ως υλικά συσκευασίας βιολογικής βάσης (biobased materials) ορίζονται (Robertson, G.L., 2013) τα υλικά τα οποία παράγονται από πρώτες ύλες που ανανεώνονται ετησίως. Ο ορισμός αυτός αποκλείει τα υλικά από χαρτί, δεδομένου ότι ο χρόνος ανανέωσης των δέντρων ποικίλλει από 25 έως 65 χρόνια. Ο όρος πλαστικά βιολογικής βάσης (biobased plastics) αναφέρεται στα πλαστικά που παράγονται από βιολογικής βάσης υλικά και είναι κυρίως άμυλο, κυτταρίνη και μονομερή από ζύμωση οργανικής ύλης.

Ο όρος «πολυμερή βιολογικής βάσης», μια εναλλακτική οικογένεια υλικού, επινοήθηκε για πρώτη φορά από την European Bioplastics<sup>37</sup>, μια ευρωπαϊκή εταιρία που εργάζεται ως προμηθευτής βιοπλαστικών. Ο όρος αυτός αναφέρεται σε πλαστικά που είναι είτε βιολογικά, είτε βιοαποικοδομήσιμα είτε και τα δύο. Επειδή μεταξύ τους υπάρχουν διαφορές, πολλοί καταναλωτές παρεξηγούν τον όρο βιοπλαστικά. Για να ξεκαθαριστεί ο όρος αυτός, παρουσιάζονται οι χαρακτηριστικές κατηγορίες των βιοπλαστικών (Παπαδάκης Σ., 2010):

- **Μερικώς βιολογικής βάσης**, βιοαποικοδομήσιμα και μη βιοαποδομήσιμα πλαστικά, όπως βιοπροπυλένιο (Bio-PP), πολυαιθυλένιο βιολογικής βάσης (Bio-PE), βιολογικής βάσης τερεφθαλικό πολυαιθυλένιο (Bio-PET)
- **Βιοπλαστικά με βάση βιοαποικοδομήσιμα υλικά**, όπως πολυυδροξυαλκανοϊκά (PHA), πολυγαλακτικά οξέα (PLA) ή ηλεκτρικό πολυβουτυλένιο (PBS) και
- **Πλαστικά παραγόμενα από πετροχημικές πρώτες ύλες** που είναι βιοαποικοδομήσιμα, όπως η πολυκαπρολακτόνη (PCL) ή το τερεφθαλικό αδιπικό πολυβουτυρικό (PBAT).

Στον Πίνακα 15 παρουσιάζονται πλαστικά που χρησιμοποιούνται στη συσκευασία τροφίμων και ταξινομούνται ανάλογα με την πρώτη ύλη τους και τη βιοδιασπασιμότητά τους, ώστε να γίνει πιο κατανοητό ποια υλικά βιοδιασπώνται και ποια όχι.

Πίνακας 15: Ταξινόμηση των πλαστικών με βάση την προέλευση της πρώτης ύλης και τη βιοδιασπασιμότητα (Nejad B. F., et al., 2021).

	Πλαστικά βιολογικής προέλευσης	Πλαστικά πετροχημικής προέλευσης
<b>Βιοδιασπώμενα πλαστικά</b>	Πολυγαλακτικό οξύ (PLA)	Πολυ καπρολακτόνη (PCL)
	Πολυυδροξυαλκανοϊκό (PHA)	Ηλεκτρικό/αδιπικό πολυβουτυλένιο (PBS/A)
	Παράγωγα πολυσακχαριτών	Αδιπικό πολυβουτυλένιο-συντερεφθαλικό (PBAT)
	Ηλεκτρικό πολυβουτυλένιο (bio-PBS)	
<b>Μη βιοδιασπώμενα πλαστικά</b>	Πολυόλη-πολυουρεθάνη	Τερεφθαλικό πολυαιθυλένιο (PET)
	Πολυαιθυλένιο βιολογικής βάσης (bio-PE)	Πολυαιθυλένιο (PE)
	Τερεφθαλικό πολυαιθυλένιο βιολογικής βάσης (bio-PET)	Πολυβινυλοχλωρίδιο (PVC)
		Πολυπροπυλένιο (PP)
		Πολυστυρένιο (PS)
	Πολυανθρακικό (PC)	

<sup>37</sup> <https://www.european-bioplastics.org/bioplastics/>

Τα πολυμερή βιολογικής βάσης και τα βιοαποικοδομήσιμα πολυμερή δεν συμπίπτουν σαν όροι. Για να θεωρηθεί μία συσκευασία ότι είναι από πολυμερή βιολογικής βάσης, πρέπει τα πολυμερή που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή της συσκευασίας να προέρχονται από 100% ανανεώσιμες οργανικές ουσίες. Αυτές οι συσκευασίες θα πρέπει, επιπλέον, να είναι βιοαποικοδομήσιμες στο τέλος του κύκλου ζωής τους, επιτρέποντας τη διάθεση των συσκευασιών στο έδαφος, ώστε να διασπαστούν εκεί ως λιπάσματα ελαχιστοποιώντας τη μόλυνση του εδάφους. Για το λόγο αυτό, οι δομές αυτών των υλικών είναι πολύπλοκες και κατά συνέπεια οι μέθοδοι επεξεργασίας τους στα πλαίσια της βιώσιμης ανάπτυξης είναι ακόμα σε πρώιμο στάδιο, δημιουργώντας προκλήσεις στη χρήση τους. Παρ' όλα αυτά είναι μία λύση που στο μέλλον, λόγω καλύτερης τεχνογνωσίας, θα επικρατήσει από άποψη βιωσιμότητας, καθώς αυτή η δυνατότητα που έχουν αυτά τα υλικά στο τέλος του κύκλου ζωής τους είναι ενεργειακά και περιβαλλοντικά αποδοτικότερη και από την ανακύκλωση. (Ferreira A. , et al., 2016)

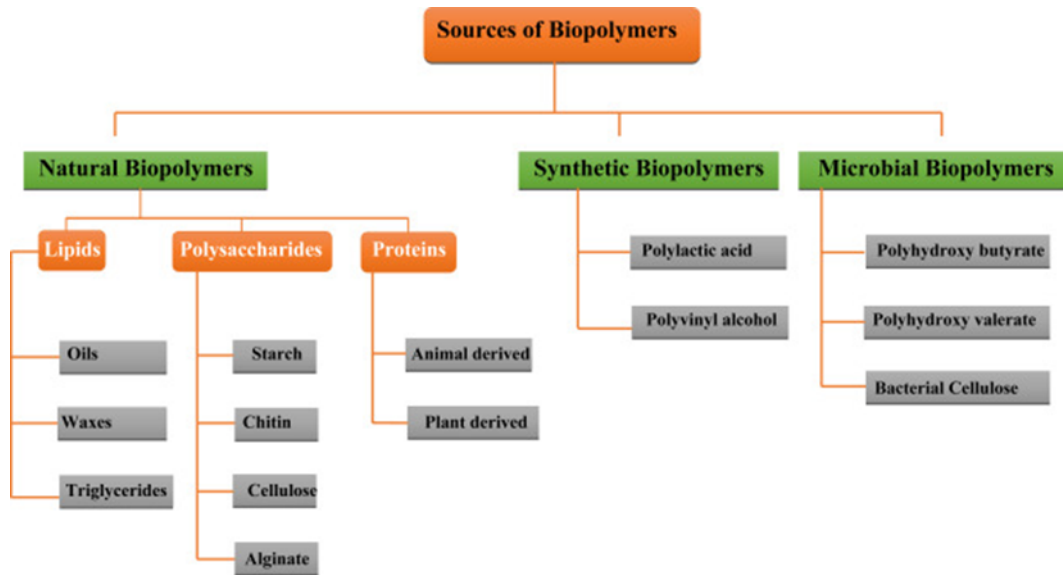
Σε σχέση με τη βιολογική προέλευση, υπάρχουν κάποια όρια ως προς το πόσο ανανεώσιμο είναι το περιεχόμενο ώστε να χαρακτηριστεί ένα υλικό ως βιο-υλικό. Αν και οι οριακές αυτές τιμές δεν είναι 100% συμφωνημένες, υπάρχουν κάποιες ενδεικτικές τιμές στους εθνικούς κανονισμούς. (European Bioplastics, 2020). Για παράδειγμα, το φάσμα που εφαρμόστηκε από το Πρόγραμμα BioPreferred του USDA καθορίστηκε σε 7–95% ανανεώσιμο περιεχόμενο, ανάλογα με τους παράγοντες κατηγορίας προϊόντων<sup>38</sup>. Ωστόσο, υπάρχουν τυποποιημένες ετικέτες που υποδεικνύουν την περιεκτικότητα σε βιομάζα υλικών με βάση ένα ισοζύγιο μάζας και πιστοποιούνται από τρίτα μέρη, όπως η DIN CERTCO και η TÜV AUSTRIA Belgium (European Bioplastics, 2020).

Οι συσκευασίες που χαρακτηρίζονται ως τρίτης γενιάς είναι κατασκευασμένες σε ποσοστό 100% από υλικά βιολογικής βάσης και μπορούν να χωριστούν σε τρεις ομάδες με κριτήριο την προέλευσή τους όπως απεικονίζονται στο Σχήμα 9 και την τεχνική παραγωγής τους: (Rahman R., et al., 2019)

- Πολυμερή που προέρχονται άμεσα από βιομάζα.
- Πολυμερή που παράγονται με κλασσική χημική σύνθεση από μονομερή παραγόμενα από ετησίως ανανεωνόμενες πρώτες ύλες,
- Πολυμερή που προέρχονται απευθείας από φυσικούς ή γενετικά τροποποιημένους μικροοργανισμούς.

---

<sup>38</sup><https://www.cortecvci.com/usda-certified-biobased-products/#:~:text=VOLUNTARY%20LABELING%20INITIATIVE&text=By%20choosing%20a%20biobased%20product,as%20stated%20on%20the%20label.>



Σχήμα 9:: Πηγές βιοπολυμερών (Cutter C.N. , 2006)

Αν και δεν είναι ευρέως χρησιμοποιημένα τα βιοπολυμερή ως υλικό κατασκευής συσκευασιών τροφίμων, υπάρχουν εταιρίες που το εφαρμόζουν ως βιώσιμη λύση. Στο Σχήμα 10 παρουσιάζονται κάποια παραδείγματα συσκευασιών, οι οποίες προέρχονται από βιοπολυμερή.



Σχήμα 10:: Χαρακτηριστικά παραδείγματα συσκευασιών που έχουν κατασκευαστεί από βιοπολυμερή (Saurabh S., et al., 2021).

Η δυνατότητα βιοαποικοδόμησης των πολυμερών εξαρτάται από τις συνθήκες του περιβάλλοντος (θερμοκρασία, υγρασία, pH, κ.λπ.) και άλλους παράγοντες, όπως η χημική δομή της ένωσης, τα

μικρόβια και άλλους. Επίσης, ο χρόνος βιοαποικοδόμησης ποικίλει από μερικές ημέρες έως ένα χρόνο ή και περισσότερο. Τα υλικά συσκευασίας που είναι βιολογικής βάσης δεν είναι αναγκαία βιοαποικοδομήσιμα σε κανονικές συνθήκες, όπως αναφέρθηκε στο κεφάλαιο αυτό. Για παράδειγμα, το άμυλο βιοδιασπάται στο έδαφος και το νερό καθώς και έχει τη δυνατότητα και της βιομηχανικής κομποστοποίησης (Karan H. , et al., 2019). Πιο συγκεκριμένα, σε αερόβιο μέσο βιοαποικοδόμησης, το άμυλο εμφανίζει περίπου 60% ρυθμό αποδόμησης σε χρονική διάρκεια 10 ημερών, ενώ όταν υποβάλλεται σε φυσική κομποστοποίηση, η αποικοδόμηση συμβαίνει σε χρονική διάρκεια 6-12 ημερών. Η ικανότητα διόγκωσης αυτού του μείγματος είναι 1,6 σε όξινες συνθήκες επεξεργασίας και περίπου 1,9–2,2 σε αλκαλικές ( Chisenga S.M., et al., 2020). Οπότε, από το παράδειγμα αυτό γίνεται κατανοητό, ότι η βιοαποικοδόμηση που αναφέρθηκε αρκετές φορές ως λύση στο περιβαλλοντικό πρόβλημα που προκαλείται από τις συσκευασίες, δεν είναι μία εύκολη διαδικασία και χρειάζεται μελέτη για κάθε υλικό συσκευασίας ξεχωριστά. Η μελέτη αυτή μπορεί να χρειαστεί πολλά χρόνια για να ολοκληρωθεί, όμως ο πλανήτης μας δε φαίνεται να αντέχει για πολλά ακόμα χρόνια τη διαχείριση των απορριμμάτων, όπως αυτή συμβαίνει σήμερα.

Τα πλαστικά που είναι βιολογικής βάσης αλλά μη βιοαποικοδομήσιμα δεν έχουν καμία διαφορά στη διαχείρισή τους στο τέλος ζωής τους από τα αντίστοιχα που προέρχονται από πετρέλαιο και είναι μη βιοαποδομήσιμα στο νερό, το έδαφος ακόμα και στο περιβάλλον βιομηχανικής κομποστοποίησης<sup>39</sup>. Πιο συγκεκριμένα, τα βιοπολυμερή μπορούν να εισαχθούν στη διαδικασία της ανακύκλωσης στο ίδιο ρεύμα όπως τα συμβατικά πολυμερή και να επιφέρουν μείωση στο αποτύπωμα του άνθρακα. Για παράδειγμα, το Bio-PET ανακυκλώνεται κανονικά με χρήση γλυκόλυσης αλλά ταυτόχρονα παράγει ένα συστατικό προστιθέμενης αξίας, μειώνοντας έτσι το συνολικό αποτύπωμα άνθρακα της ανακύκλωσης (Lamberti F.M., et al., 2020). Έτσι, τα προϊόντα που δημιουργούνται με συνδυασμό ανακυκλωμένων ινών βαμβακιού και Bio-PET μπορούν να αποτελέσουν μια αειφόρα και οικονομικά αποδοτική εναλλακτική λύση για τη βιομηχανία άκαμπτων συσκευασιών με μικρότερο αποτύπωμα άνθρακα και σε προσιτό κόστος ( Montava-Jordà S., et al., 2019). Ανάλογα συμβαίνει και με τα υπόλοιπα βιοπολυμερή. Μόλις τα βιοπολυμερή αποικοδομηθούν σε σημείο που δεν μπορούν να ανακυκλωθούν, τα μονομερή μπορούν να ανακτηθούν χημικά και να επαναπολυμεριστούν, με αποτέλεσμα μια κυκλική οικονομία παραγωγής (Lamberti F.M., et al., 2020).

---

<sup>39</sup> <https://fiberjournal.com/student-spotlight-sustainable-porous-carbon-nanofiber-alternatives-to-oil-based-materials/>

Μια επισκόπηση πολυμερών βιολογικής βάσης αντί των συμβατικών πολυμερικών συσκευασιών που δύναται να χρησιμοποιηθούν στις βιομηχανίες τροφίμων με τις γενικές τους ιδιότητες παρουσιάζεται στον Πίνακα 16.

Πίνακας 16: Επισκόπηση πλαστικών βιολογικής προέλευσης: Εναλλακτικές λύσεις στις συμβατικές συσκευασίες τροφίμων.

Χημικές δομές	Πιθανά υποκατάστατα	Πρώτες ύλες	Γενικές ιδιότητες	Τρέχουσα κατάσταση
<b>Φυσικά βιοπολυμερή - Πολυμερή με βάση το άμυλο</b>				
Μόρια αμύλου	PS	Πατάτα, ρύζι, καλαμπόκι, μανιόκα, ταπίοκα, άμυλο από πατάτες, σιτάρι, κριθάρι, βρώμη και σόγια	Καλή θερμοπλαστική συμπεριφορά Ακαμπτο Ελαστικός χαρακτήρας Καλός φραγμός αερίων Βιοσυμβατό	Το 2020, το άμυλο και τα πολυμερή με βάση μείγματά του με άλλα πολυμερή αυξήθηκαν στο 18,70% του παγκόσμιου όγκου παραγωγής πλαστικών βιολογικής προέλευσης από 10% που ήταν το 2014
<b>Φυσικά βιοπολυμερή - Πολυμερή με βάση την κυτταρίνη</b>				
Μόρια κυτταρίνης	LDPE, HDPE, PS και PP	Ίνες, ποώδεις καλλιέργειες, βαμβάκι ή πολτός ξύλου και ροκανίδια	Καλή θερμική σταθερότητα Βιοσυμβατό Ακαμπτο	Περιορισμένο μερίδιο αγοράς στη συσκευασία λόγω των ανεπιθύμητων χαρακτηριστικών της διαλυτότητας, της κακής επεξεργασίας, των φτωχών ιδιοτήτων φραγμού υγρασίας, της ευθραυστότητας, των κακών μηχανικών ιδιοτήτων και του υψηλού κόστους παραγωγής.
<b>Πολυεστέρες βιολογικής βάσης - πολυμερή PLA</b>				
Μόρια πολυγαλακτικού εστέρα	PS, LDPE, PET και HDPE	Αραβόσιτος, σιτάρι, μανιόκα, άμυλο καλαμποκιού, καλλιέργειες ζάχαρης όπως ζαχαροκάλαμο, άχυρο, σιτάρι, καλαμπόκι, ροκανίδια, καθώς και ζύμωση μεθανίου από απόβλητα PLA	Καλή θερμοπλαστική συμπεριφορά Ανθεκτικό στην υπεριώδη ακτινοβολία Καλός φραγμός αερίων Βιοσυμβατό Ακαμπτο Ελαστικός χαρακτήρας	Όσον αφορά τον όγκο κατανάλωσης, το PLA ήταν στη δεύτερη θέση μεταξύ όλων των σημαντικών πλαστικών βιολογικής προέλευσης το 2010. Το 2014, η παραγωγική ικανότητα PLA ήταν 0,2 εκατομμύρια τόνοι, αντιπροσωπεύοντας το 10% της παγκόσμιας παραγωγικής ικανότητας εκείνη την εποχή. Επίσης, το 2019 το πολυμερές PLA ήταν το 13,90% του παγκόσμιου όγκου παραγωγής πλαστικών βιολογικής προέλευσης, το οποίο αυξήθηκε περαιτέρω στο 18,70% το 2020.
<b>Πολυεστέρες βιολογικής βάσης - Πολυμερή PHA</b>				
Διάφορα είδη	PE και PP	Υπολείμματα ηλιάνθου, ελιάς, σόγιας,	Καλή θερμοπλαστική συμπεριφορά Ανθεκτικό στην υπεριώδη ακτινοβολία	Το 2019, τα πολυμερή PHA ήταν μόνο 0,025 εκατομμύρια τόνοι που



Πολυ(υδροξυ αλκανοϊκών) εστέρων		ελαιοκράμβης, ζαχαροκάλαμου και φοινικέλαιου	Καλός φραγμός υγρασίας και αερίων Βιοσυμβατό Ελαστικός χαρακτήρας Βιοαποικοδομήσιμο	αντιπροσώπευαν το 1,20% του παγκόσμιου όγκου παραγωγής πλαστικών βιολογικής προέλευσης. Ωστόσο, έχει γνωρίσει το δεύτερο πιο αναδυόμενο μερίδιο αγοράς και άγγιξε περίπου το 1,70% της παραγωγικής ικανότητας μέχρι στο τέλος του 2020.
<b>Βιολογικά κλασσικά πλαστικά - Πολυμερή Bio-PET</b>				
Μόρια Πολυτερεφθαλικού αιθυλενίου	PET	Ζαχαροκάλαμο, ζαχαρότευτλα, μελάσα και σανό	Ίδιες ιδιότητες με το κλασσικό PET	Το 2020, η παραγωγή Bio-PET ήταν περίπου το 7,80% της συνολικής παγκόσμιας ικανότητας παραγωγής πλαστικών βιολογικής προέλευσης.
<b>Βιολογικά κλασσικά πλαστικά - Πολυμερή Bio -PE</b>				
Μόρια πολυαιθυλενίου	PE	Ζαχαροκάλαμο και ζαχαρότευτλα	Ίδιες ιδιότητες με το κλασσικό PE	Το 2020, η παραγωγή Bio-PE ήταν περίπου το 10,50% του παγκόσμιου όγκου παραγωγής πλαστικών βιολογικής προέλευσης.

Τα υλικά βιολογικής βάσης δεν είναι κάτι νέο, είναι μία εναλλακτική λύση που είχε προταθεί και πριν 30 χρόνια αλλά το αυξημένο κόστος του κύκλου ζωής αυτών των υλικών δεν επέτρεψε την ανάπτυξη τους. Όμως, οι αυξημένες τιμές του πετρελαίου και η έλλειψη πόρων έφερε τα υλικά αυτά και πάλι στο προσκήνιο. ( Storz H., Vorlop K.-D., 2013)

Τα περισσότερα ακατέργαστα υλικά για την κατασκευή τέτοιων βιοπλαστικών εξακολουθούν να είναι υλικά πρώτης γενιάς, όπως καλαμπόκι, σιτάρι, πατάτα, ζαχαροκάλαμο κ.λπ. Καθώς ο πληθυσμός αυξάνεται καθημερινά και ταυτόχρονα, η ζήτηση για τρόφιμα αυξάνεται, υπάρχουν ηθικοί προβληματισμοί σχετικά με τη χρήση υλικών πρώτης γενιάς για δημιουργία υλικών συσκευασίας έναντι της σίτισης των πολιτών του κόσμου. Κάποιοι ερευνητές επικεντρώθηκαν στην κατασκευή υλικών συσκευασίας βιολογικής βάσης από υπολείμματα της γεωργίας, της βιομηχανίας τροφίμων και της βιομάζας λιγνοκυτταρίνης (Briassoulis D., et al., 2020). Τα υλικά αυτά ονομάζονται δεύτερης γενιάς. Οι πρώτες ύλες δεύτερης γενιάς είναι μια εναλλακτική λύση, αλλά υπάρχουν και εκεί ορισμένα κρίσιμα ζητήματα που πρέπει να αντιμετωπιστούν, κυρίως θέματα τεχνογνωσίας (Djukic-Vukonic A., et al., 2019).

Τα πολυμερή βιολογικής βάσης είναι τα πιο γνωστά υλικά βιολογικής βάσης τα οποία χρησιμοποιούνται στη βιομηχανία συσκευασίας τροφίμων. Όπως όλα τα υλικά, έτσι και αυτά τα πολυμερή έχουν πολλές ιδιότητες που είναι κατάλληλες για μία βιώσιμη συσκευασία τροφίμου αλλά παράλληλα παρουσιάζουν και ορισμένα μειονεκτήματα, τα οποία πολλές φορές δημιουργούν

προβλήματα στους παραγωγούς. Στον Πίνακα 17 συνοψίζονται τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα των πολυμερών βιολογικής βάσης, όπως έχουν καταλήξει να είναι από τις έως τώρα εφαρμογές τους στη συσκευασία τροφίμων.

Πίνακας 17: Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των πολυμερών βιολογικής βάσης (Yuvaraj D., et al., 2021).

<b>Πλεονεκτήματα</b>	<b>Μειονεκτήματα</b>
Τα επίπεδα διοξειδίου του άνθρακα και οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου μπορούν να μειωθούν από τη χρήση πολυμερών βιολογικής βάσης	Η διαδικασία διάθεσης πρέπει να γίνεται με ακρίβεια από άποψη χώρου και χρόνου, με βάση την ανάλυση που έχει γίνει για τη διάρκεια ζωής τους
Η διάσπασή τους γίνεται από βακτήρια που εμφανίζονται φυσικά στο έδαφος, κάνοντας αυτή τη διεργασία ενεργειακά και οικονομικά αποδοτικότερη ακόμα και από την πλήρη ανακύκλωση των υλικών	Τα βιοπολυμερή εμπεριέχουν σε μικρό ποσοστό μεταλλικά σωματίδια που ίσως δυσκολέψει τη συνύπαρξή τους με τα υπόλοιπα υλικά κατά την ανακύκλωσή τους
Μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως λιπάσματα στο έδαφος, εφόσον διασπώνται φυσικά, προσφέροντας περιβαλλοντικά οφέλη	Απαιτείται προσοχή γιατί μπορεί να περιέχουν τοξίνες
Η ποσότητα των απορριμμάτων δύναται να μειωθεί λόγω της φυσικής διάσπασης των υλικών	Η διάρκεια ζωής τους είναι περιορισμένη συγκριτικά με τα πολυμερή που προέρχονται από πετροχημικά
Μπορούν να συνυπάρξουν μαζί με τα υλικά που ακολουθούν τις παλιές τεχνικές ανακύκλωσης καθώς τα βιοπολυμερή διασπώνται φυσικά και δε δημιουργούν πρόβλημα στην ανακύκλωση	Είναι πιο ακριβά στη διάθεσή τους συγκριτικά με τα πολυμερή που προέρχονται από πετροχημικά
Δεν εμπλέκονται χημικά στη διαδικασία αποικοδόμησής τους οπότε υπάρχει όφελος και για την ανθρώπινη υγεία	Η αποσύνθεσή τους θέλει πολύ χρόνο και λόγω έλλειψης τεχνογνωσίας υπάρχει πιθανότητα να υπάρξουν προβλήματα στο χώρο όπου θα διατίθενται για αποσύνθεση
Κατά την αποσύνθεση δεν παράγονται επικίνδυνα αντικείμενα	Η ρύπανση στον ωκεανό και τη θάλασσα δεν μπορεί να επιλυθεί από αυτά τα βιοπολυμερή, καθώς εκεί δεν υπάρχουν φυσικά τα βακτήρια που εμπλέκονται με την αποσύνθεσή τους
Έχουν καλές χημικές, φυσικές και μηχανικές ιδιότητες	Μεγάλη έλλειψη τεχνογνωσίας που θα δημιουργήσει μεγάλα προβλήματα από την παραγωγή τους έως και την χρήση τους, στο τέλος της ζωής τους, από τους καταναλωτές

### 3.2.3 Βρώσιμα υλικά συσκευασίας

Μεμβράνες και επικαλύψεις που θεωρούνται βρώσιμες περιέχουν υλικά που καταναλώνονται άμεσα έχοντας το πλεονέκτημα του μικρού αποτυπώματός τους στο περιβάλλον. Αυτά τα υλικά μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως μέρος συσκευασίας, όπως για παράδειγμα το διαχωρισμό δύο τροφίμων μέσα στην ίδια συσκευασία. Δεν είναι δυνατή η συσκευασία των τροφίμου αποκλειστικά από βρώσιμα

υλικά, λόγω του κινδύνου επιμόλυνσης της συσκευασίας. (Falguera V., et al., 2011) Ανάλογα με τις ουσίες που χρησιμοποιούνται για τη σύνθεσή τους, οι βρώσιμες μεμβράνες και επικαλύψεις κατηγοριοποιούνται σε τέσσερις κύριες κατηγορίες:

- υδροκολλοειδή
- πρωτεΐνες
- λιπίδια και
- σύνθετες μεμβράνες

Οι βρώσιμες μεμβράνες και επικαλύψεις βελτιώνουν την ποιότητα, τη διάρκεια ζωής, την ασφάλεια και τη χρησιμότητα των τροφίμων (Falguera V., et al., 2011). Θεωρείται ότι είναι λιγότερο ακριβά και απλούστερα σαν υλικά.

Ένα παράδειγμα είναι οι επικαλύψεις, τα οποία φαίνεται ότι βοηθούν στην αύξηση της διάρκειας αποθήκευσης, όπως στην έρευνα των (Umaraw Pramila, et al., 2021) για τη συσκευασία μιας ποικιλίας φρέσκων και επεξεργασμένων φρούτων, λαχανικών, τυριών και άλλων προϊόντων διατροφής που εξέτασαν. Επιπλέον, έχουν εξεταστεί διάφορες πρωτεΐνες και φαίνεται ότι λειτουργούν ως φραγμοί έναντι του οξυγόνου και του διοξειδίου του άνθρακα σε υδρόφιλες επιφάνειες, αυξάνοντας τη διάρκεια ζωής των τροφίμων. Ένα άλλο παράδειγμα είναι η ζελατίνη που έχει την ιδιότητα να αποτρέπει τη διαφυγή υγρασίας, οξυγόνου και λαδιού. Το καφεϊκό οξύ, το ταννικό οξύ και το φερουλικό οξύ είναι φαινολικές χημικές ουσίες που όταν χρησιμοποιούνται έχουν τη δυνατότητα να βελτιώσουν τη μηχανική σταθερότητα των μεμβρανών προκαλώντας κροκκίδωση των πρωτεϊνών. Το άμυλο, το αλγινικό, η κυτταρίνη, οι αιθέρες, η χιτοζάνη, η καραγενάνη και η πηκτίνη είναι παραδείγματα πολυσακχαριτών που βελτιώνουν τις μεμβράνες δίνοντάς τους επιπλέον ιδιότητες πάχυνσης, ιξώδους, πρόσφυσης και σχηματισμού γέλης. Οι μεμβράνες τότε αποκτούν εξαιρετική αδιαπερατότητα αερίων που προκύπτει από την παρουσία πολυμερών αλυσίδων, και έχει ως αποτέλεσμα την παράταση στη διάρκεια ζωής του προϊόντος (Dhanapal A., et al., 2012).

Λόγω της περιβαλλοντικής φιλικότητάς τους, του χαμηλού κόστους, της ευελιξίας που προσδίδουν και των λοιπών χαρακτηριστικών τους, οι μεμβράνες με βάση το άμυλο φαίνεται να είναι η καλύτερη, έως τώρα, επιλογή για τη συσκευασία τροφίμων. Πέρα από αυτά που αναφέρθηκαν, οι βρώσιμες μεμβράνες με βάση το άμυλο έχουν επιπλέον χαρακτηριστικά ελκυστικά, επειδή είναι άγευστες και άοσμες, οπότε δεν επηρεάζουν το τελικό τρόφιμο. Επιπλέον, έχουν ισχυρά χαρακτηριστικά φραγμού στο οξυγόνο και το διοξείδιο του άνθρακα. Το αδύνατο σημείο τους είναι οι μικρές δυνατότητες για φραγμό στο νερό λόγω της υψηλής υδροφιλικότητάς τους (Suput D. Z., et al., 2015).

Μία άλλη χρήσιμη ουσία που χρησιμοποιείται στις βρώσιμες συσκευασίες είναι η χιτοζάνη. Οι επικαλύψεις και οι μεμβράνες με βάση τη χιτοζάνη έχουν πολλές επιθυμητές ιδιότητες όπως η ικανότητα σχηματισμού ενός λεπτού φιλμ στην επιφάνεια του καρπού, η ικανότητα αποτροπής απώλειας υγρασίας, η ικανότητα αποφυγής της διείσδυσης οξυγόνου στον φυτικό ιστό ή την ανάπτυξη μικροβίων προσδίδοντας ασφάλεια χρήσης του φιλμ. Βέβαια αυτές οι μελέτες αναφέρονται κατά κύριο λόγο σε μεμβράνες και επικαλύψεις χιτοζάνης στις οποίες είχαν προστεθεί και ουσίες με αντιμικροβιακή δράση. Αντιμικροβιακές ουσίες όπως αιθέρια έλαια, όξινες ενώσεις και νανοσωματίδια έχουν τοποθετηθεί σε μεμβράνες και επικαλύψεις χιτοζάνης και το αποτέλεσμα ήταν η αναστολή στην ανάπτυξη βακτηρίων, ζυμομυκήτων και μούχλας σε υψηλό ποσοστό (Xing Y. , et al., 2016).

### **3.2.4 Νανοπολυμερή υλικά για συσκευασία τροφίμων**

Με την ανάπτυξη της επιστήμης των νανοπροϊόντων, η χρήση της νανοτεχνολογίας στη συσκευασία τροφίμων έχει επεκταθεί τα τελευταία χρόνια. Η νανοτεχνολογία χρησιμοποιεί υλικά νανοδομής για τη βελτίωση της συσκευασίας των τροφίμων, προσδίδοντας ασφάλεια στο προϊόν. Σύμφωνα με όσα έχουν μελετηθεί, φαίνεται ότι νανοπληρωτικά όταν χρησιμοποιούνται σε συσκευασίες, μπορούν να προσδώσουν αντιβακτηριδιακές ιδιότητες, με αποτέλεσμα την παράταση της διάρκειας ζωής του προϊόντος ( Ates B., et al., 2020). Επομένως η συσκευασία εμπεριέχει νανოსύνθετα υλικά, εννοώντας ότι υπάρχουν νανοδομές στη μάζα του υλικού συσκευασίας. Ως συνθετικές ουσίες στη συσκευασία χρησιμοποιούνται ανόργανες νανοδομές. Τα νανοςύνθετα πολυφασικά υλικά συνήθως παρασκευάζονται από ανανεώσιμες πηγές, δίνοντας στη συσκευασία ακόμα περισσότερες ιδιότητες φιλικότητας προς το περιβάλλον. Τα νανοςύνθετα με αντιβακτηριδιακή δράση, που προέρχονται από υλικά βιολογικής βάσης είναι συνήθη στη συσκευασία τροφίμων τα τελευταία χρόνια, καθώς έχουν διπλή λειτουργία, αυτή της προστασίας των τροφίμων, και αυτή της αύξησης στη διάρκεια ζωής των τροφίμων. ( Nejatian Mohammad, et al., 2022).

### **3.3 Παγκόσμιο ρυθμιστικό πλαίσιο**

Η βιωσιμότητα στη βιομηχανία της συσκευασίας είναι πλέον μία υποχρέωση, με τους καταναλωτές να έχουν όλο και μεγαλύτερη ανησυχία για το περιβάλλον και τις επιπτώσεις από τα απορρίμματα συσκευασιών που δεν ανακυκλώνονται. Για αυτό το λόγο, δημιουργήθηκαν νέα αυστηρότερα ρυθμιστικά πλαίσια περί βιωσιμότητας, τα οποία αναπτύσσονται και εξελίσσονται με αυξανόμενη συχνότητα. Ωστόσο, η εστίαση των ρυθμίσεων και οι προσεγγίσεις ποικίλλουν σημαντικά ανά περιοχή και αποκλίνουν ακόμη περισσότερο όταν εξεταστούν σε επίπεδο χώρας ή πολιτείας. Οι διαφορές ανά χώρα είναι πολλές. Για να γίνει πιο κατανοητό έγινε μελέτη του ρυθμιστικού πλαισίου για τις συσκευασίες σε 30 χώρες, ενώ έγινε και σύγκρισή τους από την οποία μπορεί κάποιος να καταλήξει

σε πολλά κοινά πρότυπα τα οποία μπορούν να ομαδοποιηθούν σε τέσσερα αρχέτυπα πρότυπα. Οι εταιρίες συσκευασίας και τροφίμων, ανεξάρτητα σε ποιο ρυθμιστικό πλαίσιο ανήκουν, θα πρέπει να συμμορφώνονται με τις περισσότερες από αυτές τις απαιτήσεις, ειδικά αν οι πελάτες τους δεν περιορίζονται μόνο στη χώρα δραστηριότητάς τους.

Η αυξημένη μόλυνση των ωκεανών από συσκευασίες που κατέληξαν εκεί, έχουν δημιουργήσει μεγάλη ανησυχία και έτσι οι ρυθμιστικές αρχές προσπαθούν να δώσουν λύσεις μέσω οδηγιών. Για αυτό το λόγο, τα τελευταία χρόνια, το ρυθμιστικό πλαίσιο σχετικά με τη διαχείριση των συσκευασιών συνεχώς αλλάζει και δεν περιορίζεται μόνο στις σακούλες super market, με τη μη συμμόρφωση να οδηγεί στην επιβολή φόρων και άλλων κυρώσεων. Ωστόσο, επικρατεί μία σύγχυση σχετικά με τις οδηγίες για τη διαχείριση των απορριμμάτων συσκευασιών, και αυτή η σύγχυση οφείλεται στους παρακάτω παράγοντες:

- Το ρυθμιστικό πλαίσιο μεταξύ των διάφορων χωρών είναι εξαιρετικά ετερογενές.
- Δεν υπάρχει μία παγκόσμια συμφωνημένη ορολογία — για παράδειγμα, ο όρος ανακύκλωση μπορεί να έχει διαφορετικές σημασίες ανάμεσα σε διαφορετικές χώρες.
- Υπάρχει επικάλυψη μεταξύ κανονισμών. Για παράδειγμα, δεν υπάρχει μόνο ένας κανονισμός που να περιέχει οδηγίες για όλα τα υλικά συσκευασίας.
- Το ρυθμιστικό πλαίσιο βρίσκεται ακόμη σε δοκιμαστικό στάδιο ανάπτυξης, με αποτέλεσμα να προκαλείται αβεβαιότητα σχετικά με απροσδιόριστα πεδία, σχέδια δράσης ή στόχους.
- Από γεωγραφική άποψη, το ρυθμιστικό πλαίσιο είναι περίπλοκο καθώς πολλές φορές έγκειται στους δήμους ή στις κοινότητες, χωρίς να υπάρχει μία οριζόντια οδηγία που να ισχύει για όλους.

Στην ΕΕ τα μέτρα που δημοσιεύτηκαν τον Μάιο του 2019 («Νέα Οδηγία της ΕΕ για τα Πλαστικά Μίας Χρήσης»), έχουν ως στόχο την ελάττωση της διαρροής των δέκα κορυφαίων μη επαναχρησιμοποιήσιμων πλαστικών προϊόντων που εμφανίζονται συχνότερα στις ευρωπαϊκές παραλίες. Επιπλέον, ορισμένες χώρες, όπως η Γαλλία, η Γερμανία και το Ηνωμένο Βασίλειο, έχουν θεσπίσει τους αυστηρότερους κανονισμούς σε όλη την ΕΕ δημοσιεύοντας οδηγίες για τις Εκτεταμένες Ευθύνες Παραγωγού (EPRs). Είναι χώρες με αυστηρά φορολογικά τέλη ως προς την εισαγωγή μη ανακυκλώσιμων συσκευασιών.

Όπως είναι φυσικό, αυτοί οι κανονισμοί που λήφθηκαν στοχεύουν στη μείωση των αρνητικών επιδράσεων της συσκευασίας στο περιβάλλον και στην ανθρώπινη υγεία. Στις 30 χώρες που ερευνήθηκαν, οι κανονισμοί αναφέρονται στα εξής στοιχεία των συσκευασιών:

- προδιαγραφές συσκευασίας (όπως πάχος, όγκος και βάρος)
- ανακυκλωσιμότητα και βιοαποδομησιμότητα των συσκευασιών
- επισήμανση και ενημέρωση των πελατών μέσα από τη συσκευασία
- ανάλυση κύκλου ζωής, από την προμήθεια πρώτων υλών έως την απόρριψη της συσκευασίας

Οι περισσότερες χώρες έχουν εναρμονιστεί σε αυτά τα ρυθμιστικά πλαίσια, ξεκινώντας από τις πρώτες ύλες και το τέλος ζωής της συσκευασίας. Με άλλα λόγια, έχουν περιορίσει τη χρήση ορισμένων πρώτων υλών και διαχειρίζονται τα απορρίμματά τους λαμβάνοντας υπόψη την εκτεταμένη ευθύνη του παραγωγού (EPR). Στις πιο αναπτυγμένες χώρες έχουν αναπτυχθεί υποδομές, οι οποίες υποστηρίζουν μόνιμες αλλαγές στις δυνατότητες ανακύκλωσης και στη χρήση ανακυκλωμένου περιεχομένου. Στον Πίνακα 18 εμφανίζονται τα διάφορα θέματα που διαπραγματεύονται οι κανονισμοί, καθώς και το πλήθος τους στις 30 χώρες μελέτης.

Πίνακας 18: Επικράτηση κανονισμών και οδηγιών, ανά θέμα διαπραγμάτευσης

	Αριθμός χωρών (από τις 30) που μελετήθηκαν	Αριθμός κανονισμών	Χώρες με τους περισσότερους κανονισμούς
Μείωση, περιορισμός πρώτης ύλης	24	81	Αργεντινή και Ινδία (8)
Σχεδιασμός βιώσιμης συσκευασίας και ασφάλεια	22	72	Γαλλία (8)
Επισήμανση ετικέτας και ιχνηλασιμότητα	19	46	Αίγυπτος και Αμερική (5)
Συλλογή, διαλογή και συστήματα EPR	28	91	Βραζιλία (10)
Ανακύκλωση και επαναχρησιμοποίηση	18	54	Βέλγιο (15)

Όπως φαίνεται από τον Πίνακα 18, με το ζήτημα της διαχείρισης απορριμμάτων συσκευασίας ασχολείται ο μεγαλύτερος αριθμός ρυθμιστικών πλαισίων παγκοσμίως (91 στο σύνολο). Πιο συγκεκριμένα, στα ρυθμιστικά αυτά πλαίσια, υπάρχουν κάποιες συσκευασίες, για τις οποίες γίνεται ειδική αναφορά, όπως:

- ❖ **Πλαστική συσκευασία.** Οι οδηγίες περί βιωσιμότητας συσκευασιών εστιάζουν στις πλαστικές συσκευασίες, σε ποσοστό 83% με συνολικά 147 μέτρα να έχουν ληφθεί. Η Ευρωπαϊκή Ένωση και η Ασία έχουν τον μεγαλύτερο αριθμό οδηγιών με εστίαση στα πλαστικά, ενώ η Γαλλία και η Ινδία είναι οι χώρες που έχουν ασχοληθεί νομοθετικά περισσότερο με αυτό το ζήτημα.
- ❖ **Συσκευασία ποτών.** Οι παγκόσμιες οδηγίες εστιάζουν σε μεγάλο ποσοστό στη συσκευασία για ποτά, με πολλές διαφοροποιήσεις ανά χώρα. Αναλυτικότερα, οι κανονισμοί περί

συσκευασίας στην Ευρωπαϊκή Ένωση και τη Βόρεια Αμερική εστιάζουν στις συσκευασίες ποτών σε ένα εύρος ποσοστού 50 – 60%, ενώ η Νότια Αμερική εστιάζει περισσότερο στις συσκευασίες τροφίμων.

- ❖ **Πρωτογενής και δευτερεύουσα συσκευασία.** Οι οδηγίες εστιάζουν στην πρωτογενή συσκευασία παγκοσμίως, αλλά στην Ασία η δευτερογενής και τριτογενής συσκευασία αναφέρεται συχνότερα στους κανονισμούς. Αναλυτικότερα, σχεδόν το 90 % των νομοθετικών πλαισίων παγκοσμίως εστιάζουν στη πρωτογενή συσκευασία αποκλειστικά ή μαζί με τους άλλους τύπους συσκευασίας. Αντίθετα, η Κίνα, η Ινδία, το Βιετνάμ και οι Φιλιππίνες εστιάζουν τα ρυθμιστικά τους μέτρα στη δευτερογενή και τριτογενή συσκευασία,
- ❖ **Ρυθμιστικό μέτρο για επίτευξη των αλλαγών.** Μελέτες αποδεικνύουν ότι η χρήση οικονομικών κυρώσεων είναι το αποτελεσματικότερο ρυθμιστικό μέσο για την αλλαγή προς τη βιώσιμη συσκευασία τροφίμων. Αναλυτικότερα, περίπου το 45% των νομοθετικών κανονισμών προκαλούν προκαθορισμένες οικονομικές κυρώσεις μέσω φορολογικών κυρώσεων και προστίμων. Η Γαλλία είναι η κορυφαία σε αυτό το τομέα ρυθμιστικού πλαισίου.

Αν και εντοπίστηκαν διαφορές στα ρυθμιστικά μέτρα, οι κανονισμοί μπορούν να ομαδοποιηθούν σε 4 βασικά πρότυπα:

**Πρότυπο 1<sup>ο</sup>.** Στρατηγικές χωρίς συγκεκριμένους στόχους και όρια για η βιώσιμη συσκευασία. Αυτό το πρότυπο ακολουθείται από τις 7 χώρες, οι οποίες έχουν θέσει τη βιώσιμη συσκευασία ως δευτερεύον ζήτημα. Σε αυτές τις χώρες έχουν εμφανιστεί κάποιες πρώιμες οδηγίες, αλλά εστιάζουν κυρίως στη διαχείριση των απορριμμάτων της συσκευασίας.

**Πρότυπο 2<sup>ο</sup>.** Στρατηγικές με σαφείς στόχους αλλά ασαφή όρια και υποδομές για στήριξης της ανάπτυξης της βιώσιμης συσκευασίας. Αυτή η ομάδα αντιπροσωπεύει κυρίως χώρες της Αμερικής, όπου η βιώσιμη συσκευασία έχει αρχίσει τον τελευταίο καιρό να είναι θέμα ενδιαφέροντος. Σε αυτές τις χώρες, οι οδηγίες είναι πολύ ανώριμες, με πολλές νομοθετικές πρωτοβουλίες να είναι ακόμη υπό συζήτηση ή να χρειάζονται διευκρίνιση και μετάφραση για πλήρη κατανόηση.

**Πρότυπο 3<sup>ο</sup>.** Σαφής στρατηγικές με γενικούς στόχους, όρια και κυρώσεις. Αυτό το πρότυπο περιλαμβάνει χώρες που εντάχθηκαν πρόσφατα στην προσπάθεια για την ανάπτυξη βιώσιμων συσκευασιών. Λόγω των ανησυχιών των εταιριών και των καταναλωτών, αυτές οι χώρες αρχίζουν να χτίζουν υποδομές για την υποστήριξη των ρυθμιστικών μέτρων. Αυτό το πρότυπο ακολουθείται από 8 ευρωπαϊκές και ασιατικές χώρες.

**Πρότυπο 4<sup>ο</sup>.** Λεπτομερής, οριζόντια στρατηγική για τους περισσότερους τύπους συσκευασίας, με σαφή όρια, στόχους μηχανισμούς υποστήριξης. Αυτή η ομάδα αντιπροσωπεύεται από χώρες

οικονομικά αναπτυγμένες και με πολύ υψηλή κατανάλωση συσκευασιών. Σε αυτές τις χώρες, προϋπήρχε ήδη ένα ρυθμιστικό περιβαλλοντικό πλαίσιο που κάλυπτε εν μέρει και τη συσκευασία και τώρα εξελίχθηκε σε πιο εξειδικευμένες οδηγίες ως προς τη συσκευασία. Επτά από τις 30 χώρες που ερευνήθηκαν ανήκουν σε αυτό το πρότυπο, και αφορούν χώρες της ΕΕ.

Το 40% των χωρών που μελετήθηκαν έχουν δεσμευτεί να καλύψουν τους στόχους τους για τη βιώσιμη συσκευασία έως το 2030. Οι υπόλοιπες χώρες έχουν βάλει μεγαλύτερα χρονοδιαγράμματα και έχουν λάβει λιγότερο αυστηρές πρωτοβουλίες.

Σύμφωνα με το ρυθμιστικό πλαίσιο οι εταιρίες συσκευασιών και τροφίμων δεσμεύονται ως προς κάποια χαρακτηριστικά της συσκευασίας ώστε να είναι βιώσιμη στο μέλλον. Τα χαρακτηριστικά αυτά συνοψίζονται στον Πίνακα 19.

*Πίνακας 19: Χαρακτηριστικά συσκευασίας που διασφαλίζει την ανακυκλωσιμότητά της*

Εξάλειψη μη πρακτικών ή προβληματικών συσκευασιών.
Μείωση πλαστικών επικαλύψεων σε δευτερογενή και τριτογενή συσκευασία.
Χρήση ανακυκλώσιμων παλετών για μεταφορά συσκευασμένων τροφίμων ή/και συσκευασιών.
Χρήση υλικών συσκευασίας που ανακυκλώνονται στα τωρινά και στα μελλοντικά συστήματα ανακύκλωσης.
Χρήση όσο το δυνατόν μεγαλύτερου ποσοστού ανακυκλωμένου περιεχομένου, όπου επιτρέπεται για επαφή με τρόφιμα και είναι ασφαλές ως προς την αντοχή κατά τη μεταφορά.
Συμμόρφωση με βιομηχανικά πρότυπα σχεδιασμού για ανακύκλωση ανάλογα με το υλικό της συσκευασίας και τη χώρα πώλησης. Πρέπει να λαμβάνεται υπόψη το σύστημα ανακύκλωσης της κάθε χώρας πώλησης.
Δέσμευση και βελτίωση της επικοινωνιακής της στρατηγικής ως προς τους καταναλωτές σχετικά με τον υπεύθυνο τρόπο απόρριψης της συσκευασίας.

### **Πλαστικά**

Ως προς τα πλαστικά, ο Πίνακας 20 αναφέρεται στις δεσμεύσεις των εταιριών για τη βιώσιμη πλαστική συσκευασία, σύμφωνα με τις ευρωπαϊκές οδηγίες.

*Πίνακας 20: Χαρακτηριστικά βιώσιμης πλαστικής συσκευασίας (Vevey, 2021)*

Χρήση συσκευασίας από ένα μόνον υλικό ώστε να είναι αποτελεσματική η ανακύκλωσή της.
Απαγόρευση χρήσης οξοδιασπώμενων πλαστικών με πρόσθετα που βελτιώνουν την αποδόμηση για τη συσκευασία τροφίμων.
Δεν προτείνεται η χρήση PVC, PVDC, πολυστυρενίου ή διογκωμένου πολυστυρενίου.
Χρήση πλαστικών βιολογικής βάσης όταν είναι τεχνικά εφικτό, με υπεύθυνη πηγή και συμβατό προμηθευτή.
Χρήση βιοδιασπώμενων και κομποστοποιήσιμων υλικών όταν είναι τεχνικά εφικτό, με υπεύθυνη πηγή και συμβατό προμηθευτή.



Προτείνεται η μείωση χρωματισμένων υλικών ως προς βελτιστοποίηση του ρεύματος ανακύκλωσης.
Σχεδιασμός συσκευασίας με γνώμονα την ευκολία στη διαλογή και την ανίχνευσή της κατά το ρεύμα της ανακύκλωσης.
Από όλα τα πλαστικά, προτείνεται η μεγιστοποίηση ποσοτήτων από PET και PP.

## Χαρτί

Ως προς τα χάρτινα υλικά, ο Πίνακας 21 αναφέρεται στις δεσμεύσεις των εταιριών για τη βιώσιμη χάρτινη συσκευασία, σύμφωνα με τις ευρωπαϊκές οδηγίες.

Πίνακας 21: Χαρακτηριστικά βιώσιμης χάρτινης συσκευασίας (Vevey, 2021)

Επιβεβαίωση δυνατότητας ανακύκλωσης χάρτινης συσκευασίας στην χώρα πώλησης.
Ευκολία στην απόρριψη υπολειμμάτων τροφής από τη συσκευασία, και ενημέρωση καταναλωτή ως προς αυτό. Δεκτά είναι μόνο ο ελαφρύς λεκές και τα ίχνη ξηρών τροφών.
Απαγόρευση χρήσης ενώσεων με φθόριο για τη συσκευασία τροφίμων.
Ελάττωση στο μέγιστο δυνατό επιστρώσεων που περιέχουν χλώριο.
Ελάττωση στο μέγιστο δυνατό των επιστρώσεων από πλαστικό και άλλα υλικά που δυσκολεύουν την ανακύκλωση του χαρτιού.
Περιορισμός στρώσεων αλουμινίου στο 30% προς αποφυγή προβλημάτων διαλογής ή ανακύκλωσης.

## Σχεδιασμός

Ως προς το σχεδιασμό, ο Πίνακας 22 αναφέρεται στις δεσμεύσεις των εταιριών για το βιώσιμο σχεδιασμό συσκευασιών, σύμφωνα με τις ευρωπαϊκές οδηγίες.

Πίνακας 22: Χαρακτηριστικά βιώσιμου σχεδιασμού συσκευασιών (Vevey, 2021)

Αξιολόγηση τέλους ζωής συμπεριλαμβανομένων των ετικετών. Οι κόλλες/μελάνια που διακοσμούν τη συσκευασία αξιολογούνται και πρέπει είτε να διαχωρίζονται εύκολα είτε να είναι πλήρως συμβατά με το υλικό συσκευασίας στο ρεύμα της ανακύκλωσης.
Απαγόρευση χρήσης PVC ή φιλμ PET-G για την ετικέτα.
Εκτύπωση ετικέτας μαζί με τη συσκευασία, εξαιρουμένων των μπουκαλιών PET, ώστε να γίνεται καλύτερη διαλογή και ανίχνευση στο ρεύμα ανακύκλωσης.
Σταδιακή κατάργηση χάρτινης ετικέτας σε πλαστικά δοχεία, εκτός αν αποδειχθεί ότι δεν επηρεάζεται η ανακυκλωσιμότητα.
Στα δοχεία από PET η αυτοκόλλητη ταινία ή η ετικέτα που χρησιμοποιείται να είναι κατασκευασμένα από υλικό με πυκνότητα $<1\text{g/cm}^3$ . Σταδιακή κατάργηση χάρτινης ετικέτας, εκτός αν αποδειχθεί ότι δεν επηρεάζεται η ανακυκλωσιμότητα.
Η πλήρης κάλυψη με ετικέτα να περιορίζεται μόνο για συσκευασίες όπου υπάρχει πρακτικός λόγος, όπως για τη φραγή σε φως και οξυγόνο, και εκτός αν αποδειχθεί ότι δεν επηρεάζεται η ανακυκλωσιμότητα.

## **4. Προκλήσεις βιώσιμης συσκευασίας τροφίμων**

Η πλήρης εφαρμογή των λύσεων που αναφέρθηκαν στο Κεφάλαιο 3 δεν είναι απλή. Υπάρχουν πολλές προκλήσεις, τις οποίες η παγκόσμια κοινότητα οφείλει να λάβει υπόψη και να τις μετατρέψει σε ευκαιρίες. Παρακάτω γίνεται αναφορά στις προκλήσεις που αντιμετωπίζουν εταιρίες και καταναλωτές σχετικά με τη βιώσιμη συσκευασία τροφίμων.

### **4.1 Προκλήσεις από μείωση της πρώτης ύλης στη συσκευασία τροφίμων**

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, η μείωση βάρους των συσκευασιών είναι μία λύση που θα βοηθήσει πολύ στη μείωση χρήσης άσκοπης πρώτης ύλης και στη μείωση των απορριμμάτων κατά βάρος. Παρ' όλα αυτά είναι σημαντικό η συσκευασία του τροφίμου να μη χάσει την πρωταρχική της ιδιότητα που είναι η ασφαλής μεταφορά και η προστασία του τροφίμου σε όλα τα στάδια της εφοδιαστικής αλυσίδας.

Η αλήθεια είναι ότι αυτό αποτελεί πρόκληση για πολλές εταιρίες, καθώς πολλές φορές η μείωση του πάχους της συσκευασίας ώστε να χρησιμοποιείται μικρή ποσότητα πρώτης ύλης, μπορεί να προκαλέσει προβλήματα στην αντοχή των υλικών με αποτέλεσμα την αύξηση της σπατάλης τροφίμων, όπως φαίνεται στο Σχήμα 11.

Για να δημιουργηθεί μία βιώσιμη συσκευασία τροφίμων στην οποία η μείωση βάρους λόγω μειωμένης χρήσης πρώτης ύλης δεν θα επηρεάσει την καταλληλότητα της συσκευασίας για προστασία και ασφαλή μεταφορά του τροφίμου, πρέπει οι παραγωγοί της συσκευασίας να έχουν την εμπειρία και την τεχνογνωσία να προβλέψουν τυχόν προβλήματα. Τέτοια προβλήματα είναι:

- Μειωμένη αντοχή συσκευασίας κατά τη μεταφορά του τροφίμου
- Αυξημένη ευαισθησία της συσκευασίας κατά τις συνθήκες πλήρωσης με το τρόφιμο
- Αυξημένη ευαισθησία της συσκευασίας κατά τις συνθήκες αποθήκευσης και χρήσης από τους καταναλωτές

Οι παραπάνω προκλήσεις μπορούν να αντιμετωπιστούν με τη σωστή μελέτη κατά τον σχεδιασμό της συσκευασίας και με δοκιμαστικές παραγωγές σε συνεργασία και με τους παραγωγούς τροφίμων, ώστε όταν η συσκευασία προωθηθεί στην αγορά να μην προκύψουν προβλήματα σπατάλης τροφίμων.



Σχήμα 11.: Αύξηση σπατάλης τροφίμων λόγω ακατάλληλης συσκευασίας<sup>40</sup>

## 4.2 Προκλήσεις από την επαναχρησιμοποίηση συσκευασιών τροφίμων

Η λύση της υιοθέτησης επαναχρησιμοποιήσιμων συσκευασιών τροφίμων είναι μία λύση που φαίνεται να ευδοκιμεί, αλλά υπάρχουν και πολλές ανησυχίες γύρω από αυτήν. Πρώτα απ' όλα δεν έχει θεσπιστεί ακόμα νομικό πλαίσιο που να αναφέρει τι σημαίνει επαναχρησιμοποιήσιμη συσκευασία και ποια χαρακτηριστικά πρέπει να έχει, και εφόσον γίνεται αναφορά για συσκευασία τροφίμων, οφείλει κάθε εταιρία να είναι προσεκτική και στο σχεδιασμό μίας επαναχρησιμοποιήσιμης συσκευασίας αλλά και στις οδηγίες προς τους καταναλωτές.

Πιο συγκεκριμένα, οι εταιρίες οφείλουν να αναρωτηθούν για την επίδραση που έχει το πέρασμα του χρόνου στις ιδιότητες της συσκευασίας αλλά και πώς αυτό επιδρά στο τρόφιμο. Οι αναλύσεις μετανάστευσης για όλη τη διάρκεια ζωής του προϊόντος είναι απαραίτητες να γίνουν σε μεγάλη κλίμακα για να θεωρηθεί μία συσκευασία επαναχρησιμοποιήσιμη και αυτό οφείλει να νομοθετηθεί.

Επιπλέον για να μην υπάρξουν παρεξηγήσεις με τους καταναλωτές, οι εταιρίες οφείλουν να έχουν οδηγίες ως προς:

- Διάρκεια ζωής επαναχρησιμοποιούμενης συσκευασίας
- Τρόφιμα που επιτρέπεται ή απαγορεύεται να έρθουν σε επαφή με τη συσκευασία
- Διαχείριση κατά το τέλος της ζωής της συσκευασίας

Μία άλλη πρόκληση είναι η κατανόηση της αγοράς και των καταναλωτών. Μπορεί η παραγωγή επαναχρησιμοποιήσιμων συσκευασιών για τρόφιμα να αναπτυχθεί με την αρμόζουσα προσοχή, αλλά

<sup>40</sup> <https://www.fao.org/fao-stories/article/en/c/1441299/>

το ερώτημα είναι αν οι καταναλωτές και εταιρίες πώλησης τροφίμων, σε λιανικό και χονδρικό επίπεδο, είναι έτοιμες να δεχτούν αυτή την αλλαγή. Αν δεν υπάρχει μία κοινή γραμμή ανάμεσα σε όλους τους ενδιαφερόμενους το μόνο που θα συμβεί θα είναι μία σύγχυση.

Είναι επίσης σημαντικό να ληφθούν υπόψη και οι εταιρίες παραγωγής συσκευασιών τροφίμων που ανήκουν στις μικρομεσαίες επιχειρήσεις και συνήθως δε διαθέτουν τμήματα Έρευνας και Ανάπτυξης, για την ετοιμότητά τους να ανταποκριθούν σε αυτή την αλλαγή, καθώς θα έρθουν αντιμέτωπες με:

- ✓ Νέα τεχνολογία τη οποία θα πρέπει να έχουν μελετήσει προσεκτικά
- ✓ Αλλαγές στα κόστη μεταφοράς καθώς οι επαναχρησιμοποιήσιμες συσκευασίες είναι πιο ακριβές και συνήθως μεγαλύτερες από τις συμβατικές, και αυτό επιδρά άμεσα στα μεταφορικά κόστη
- ✓ Αλλαγές στις τιμές των πρώτων υλών και στις ποσότητες παραγωγής. Θα πρέπει να είναι έτοιμες οι εταιρίες να κάνουν σωστές προβλέψεις για τις νέες ποσότητες παραγωγής και τις πρώτες ύλες που θα χρειάζονται, οι οποίες ενδεχομένως να είναι και διαφορετικές από αυτές που ήδη χρησιμοποιούσαν σε υλικό και τιμή
- ✓ Αλλαγές στις τιμές των προϊόντων τους. Θα πρέπει να επαναπροσδιορίσουν τις τιμές τους καθώς πλέον παράγουν νέα προϊόντα και θα πρέπει να εισάγουν στις νέες τους τιμές τα αυξημένα μεταφορικά κόστη.

Οι ειδικοί στον κλάδο πιστεύουν ότι εταιρίες που δεν έχουν τμήματα Έρευνας και Ανάπτυξης, θα δυσκολευτούν πολύ στη μετάβαση σε επαναχρησιμοποιήσιμες συσκευασίες τροφίμων<sup>41</sup>.

### 4.3 Προκλήσεις από την ανακύκλωση των συσκευασιών τροφίμων

Το πιο κρίσιμο στοιχείο για την ανακύκλωση των συσκευασιών τροφίμων είναι η επιθυμία εταιριών να αναλάβουν την ανακύκλωση των συσκευασιών. Για να συμβεί αυτό πρέπει τα οικονομικά της βιομηχανίας ανακύκλωσης να είναι θετικά. Στο συνέδριο ChangeNow έγινε αναφορά πάνω σε αυτό. Συγκεκριμένα ο Tom Szaky, ιδρυτής της εταιρίας TerraCycle, μίας ιδιωτικής εταιρίας με έδρα τις ΗΠΑ που αναλαμβάνει τη μετατροπή μη ανακυκλώσιμων και ανακυκλώσιμων συσκευασιών σε πρώτη ύλη, αναφέρει ότι:

*«αυτό που κάνει κάτι ανακυκλώσιμο είναι βασικά αν μια εταιρεία διαχείρισης απορριμμάτων μπορεί να έχει κέρδος από αυτό»*

<sup>41</sup> <https://paleofoundation.com/problems-with-recycling/>

Αυτό σημαίνει ότι το κόστος της μεταφοράς και της επεξεργασίας των απορριμμάτων πρέπει να είναι μικρότερα από την αξία του υλικού που πάει προς ανακύκλωση, ώστε να συμφέρει μία εταιρία να αναλάβει την ανακύκλωση αυτού του υλικού. Παράλληλα, όλες οι εταιρίες παραγωγής συσκευασιών τροφίμων που χρησιμοποιούν ανακυκλώσιμο περιεχόμενο, αναζητούν ανακυκλώσιμη πρώτη ύλη με τις ίδιες ιδιότητες ώστε να μπορούν να κατασκευάσουν νέες συσκευασίες χωρίς απώλεια αντοχής. Αυτό, όμως, το φαινόμενο οδηγεί στη ζήτηση μίας συγκεκριμένης κατηγορίας ανακυκλωμένων υλικών, οπότε ούτε επαρκής διάθεση για τους πελάτες ούτε συνολικό κέρδος για τις εταιρίες ανακύκλωσης υπάρχει, καθώς παραμένουν μεγάλες ποσότητες αποθεμάτων ανακυκλωμένων υλικών που δεν έχουν ζήτηση, για τις οποίες παρ' όλα αυτά έχουν καταναλώσει πόρους για να τις παράξουν.

Όμως δεν είναι πλέον πολλές οι εταιρίες που αναλαμβάνουν αυτή τη διαδικασία και μάλιστα η μεγαλύτερη χώρα του πλανήτη, που πάνω από 25 χρόνια δεχόταν απορρίμματα για να τα ανακυκλώσει, και η αναφορά είναι για την Κίνα, έχει απαγορεύσει πλέον εισαγωγή πλαστικών απορριμμάτων για διαχείρισή τους. Ο λόγος για αυτή την απαγόρευση ήταν ότι οι εγκαταστάσεις της χώρας είχαν γεμίσει με απορρίμματα για επεξεργασία, για τα οποία αναγκάστηκε να πληρώσει μεγάλο ποσό φόρων χωρίς καν να προέρχονται από πηγές της χώρας.

Εφόσον, μέχρι στιγμής, οι συνθήκες ανακύκλωσης δεν είναι κατάλληλες σε τοπικό επίπεδο, οι ποσότητες που ανακυκλώνονται δεν εξαρτώνται σε μεγάλο ποσοστό από το αν τα προϊόντα είναι ανακυκλώσιμα ή όχι αλλά από το αν υπάρχει η δυνατότητα να τα διαχειριστούν οι εταιρίες με κέρδος σε τοπικό επίπεδο χωρίς να καταλήξουν στις χωματερές.

Τέλος, όπως θα αναφερθεί και παρακάτω, οι εναλλακτικές λύσεις πρώτων υλών για τις συσκευασίες τροφίμων και οι συσκευασίες με μειωμένο πλαστικό πολλές φορές δημιουργούν προβλήματα στη διαδικασία ανακύκλωσης και αυτό είναι κάτι που πρέπει να επιλυθεί άμεσα, αν πρόκειται να χρησιμοποιούνται ως βιώσιμες λύσεις για τη συσκευασία τροφίμων<sup>42</sup>.

#### **4.4 Προκλήσεις από τη χρήση εναλλακτικών πρώτων υλών για τη συσκευασία τροφίμων**

Οι μελέτες δείχνουν ότι η χρήση εναλλακτικών πρώτων υλών δεν είναι τόσο απλή όσο φαντάζει και εμπεριέχει πολλές προκλήσεις, οι οποίες πρέπει να ληφθούν υπόψη από τις εταιρίες πριν καταλήξουν σε αυτή τη λύση. Συνοψίζονται οι προκλήσεις αυτές παρακάτω.

---

<sup>42</sup> <https://paleofoundation.com/problems-with-recycling/>

Πολλές εναλλακτικές πρώτες ύλες παράγονται από φυτικά προϊόντα όπως καλαμπόκι, ζαχαροκάλαμο και άλλα. Όμως η παραγωγή αυτών των φυτικών προϊόντων εμπεριέχει επίσης ένα περιβαλλοντικό αποτύπωμα, το οποίο πολλές φορές μπορεί να ξεπεράσει αυτό της παραγωγής μίας συμβατικής συσκευασίας τροφίμων. Αυτό συμβαίνει καθώς γίνεται χρήση μεγάλης ποσότητας πόρων όπως έκταση γης, νερό, λιπάσματα, φυτοφάρμακα και ενέργεια για την παραγωγή υλικών βιολογικής προέλευσης και σε όλα αυτά προστίθεται και η χρήση νερού και ενέργειας για την μετατροπή τους σε προϊόν (Gironi F. , Piemonte V., 2011). Μία μελέτη που έγινε για το έτος 2018 αναφέρει ότι η χρήση γης που συνδέεται με την παραγωγή πλαστικών βιολογικής βάσης έφτασε τα 0,81 εκατομμύρια εκτάρια και η πρόβλεψη για το 2023 θέτει μία αύξηση σε ποσοστό 25%<sup>43</sup>. Με βάση αυτά τα στοιχεία, η παγκόσμια αντικατάσταση των συμβατικών πλαστικών με βιολογικής βάσης θα μπορούσε να επιφέρει μια αύξηση της χρήσης γης έως 219 εκατομμυρίων εκταρίων, δηλαδή περίπου εννέα φορές την έκταση του Ηνωμένου Βασιλείου (Putri R.E. , 2018). Αυτό μπορεί επιφέρει αλλαγή στο φυσικό τοπίο και στις καλλιεργήσιμες εκτάσεις και αυτό σημαίνει δυσμενείς περιβαλλοντικές επιπτώσεις, που μπορούν να επηρεάσουν το κλίμα μέσω αλλαγών των φυσικών ιδιοτήτων της επιφάνειας της γης, ενώ μπορούν να συμβάλουν στην απώλεια βιοποικιλότητας και να προκαλέσουν διάβρωση του εδάφους, ευτροφισμό των υπόγειων και επιφανειακών υδάτων και αυξήσεις στις εκπομπές άνθρακα ( Rafiaani P., et al., 2018).

Όσον αφορά τις εκπομπές άνθρακα, ο ( Escobar N., et al., 2018) στη μελέτη του αναφέρει ότι η αντικατάσταση του 5% της παγκόσμιας χρήσης συμβατικού πλαστικού με πλαστικά βιολογικής βάσης θα μπορούσε να οδηγήσει σε τέτοια αύξηση της χρήσης γης που ίσως χρειαστούν 22 χρόνια για να αντισταθμιστούν οι εκπομπές άνθρακα που απελευθερώνονται. Μια άλλη μελέτη κατέληξε σε συμπέρασμα ότι η αντικατάσταση των συμβατικών πλαστικών με εναλλακτικά υλικά βιολογικής βάσης δύναται να οδηγήσει σε έως 9,5 m<sup>3</sup>/kg χρήσης νερού, που αντιστοιχεί σε έως 1652 δισεκατομμύρια m<sup>3</sup> παγκόσμια ζήτηση νερού ετησίως (Putri R.E. , 2018). Αυτό συνεισφέρει στο 60% περίπου της συνολικής παγκόσμιας ζήτησης νερού για το γεωργικό νερό. Συνεπώς, πριν θεωρηθούν τα πλαστικά βιολογικής βάσης ως βιώσιμη λύση, πρέπει να γίνει μεγάλη μελέτη και να συγκριθεί ο περιβαλλοντικός αντίκτυπος που έχει μία συσκευασία τροφίμων αν παραχθεί από βιολογικής βάσης υλικά σχετικά με το αν παραχθεί από συμβατικά υλικά. Αν το αποτέλεσμα για τη χρήση υλικών βιολογικής βάσης είναι αρνητικό, τότε θα πρέπει να γίνουν μελέτες για αλλαγή στην τεχνολογία ως προς την παραγωγή των υλικών βιολογικής βάσης.

---

<sup>43</sup><https://www.european-bioplastics.org/bioplastics/feedstock/#:~:text=Renewable%20feedstock,crops%20or%20first%20generation%20feedstock.>

Ένα άλλο δίλλημα είναι η διαχείριση των αποβλήτων βιολογικής βάσης, όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως. Η απόρριψη πλαστικών συσκευασιών βιολογικής βάσης απαιτεί πλήρη κατανόηση της διάκρισης μεταξύ βιοαποδομήσιμων και μη βιοαποδομήσιμων συσκευασιών βιολογικής βάσης. Επί του παρόντος δεν υπάρχει χωριστή συλλογή συσκευασιών βιολογικής βάσης (βιοαποικοδομήσιμα ή μη) και αυτό είναι λογικό, καθώς το κόστος χωριστής συλλογής συσκευασιών βιολογικής βάσης ποικίλλει από περιοχή σε περιοχή, ενώ μπορεί επίσης να είναι πολύ υψηλό, επομένως είναι βιώσιμο μόνο όταν υπάρχουν αρκετά μεγάλες ποσότητες συσκευασιών βιολογικής βάσης, που διατίθενται στην αγορά και απορρίπτονται, που μέχρι στιγμής δεν συμβαίνει (Soroudi A. , Jakubowicz I., 2013). Ωστόσο, ορισμένοι τύποι συσκευασιών βιολογικής βάσης μπορούν να συλλεχθούν και να διαχειριστούν στις ήδη υπάρχουσες εγκαταστάσεις συλλογής και διαχείρισης, αν και η σύγχυση και η έλλειψη καθοδήγησης δημιουργεί αρκετούς προβληματισμούς στη βιομηχανία διαχείρισης απορριμμάτων. Αυτό οφείλεται κυρίως στην εσφαλμένη αντίληψη του κοινού ότι όλα τα πλαστικά με βιολογική βάση είναι βιοδιασπώμενα, καθώς μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα τα απόβλητα πλαστικών βιολογικής βάσης να καταλήγουν και να μολύνουν τα οργανικά απόβλητα.

Επίσης, η βιοαποικοδόμηση αυτών των υλικών δεν είναι μία τυπική διαδικασία, καθώς παρουσιάζει μεγάλες διακυμάνσεις στις συνθήκες αποικοδόμησης ανάλογα με το πώς έχουν δημιουργηθεί. Ο χρόνος και οι συνθήκες περιβάλλοντος για να συμβεί η αποικοδόμηση είναι συχνά πολύ διαφορετικά από υλικό σε υλικό.

Παράλληλα, τα υλικά αυτά δεν είναι επαρκώς διαθέσιμα για όλες τις εταιρίες που παράγουν συσκευασία για τρόφιμα και έτσι δημιουργούνται δύο μεγάλα ηθικά διλήμματα:

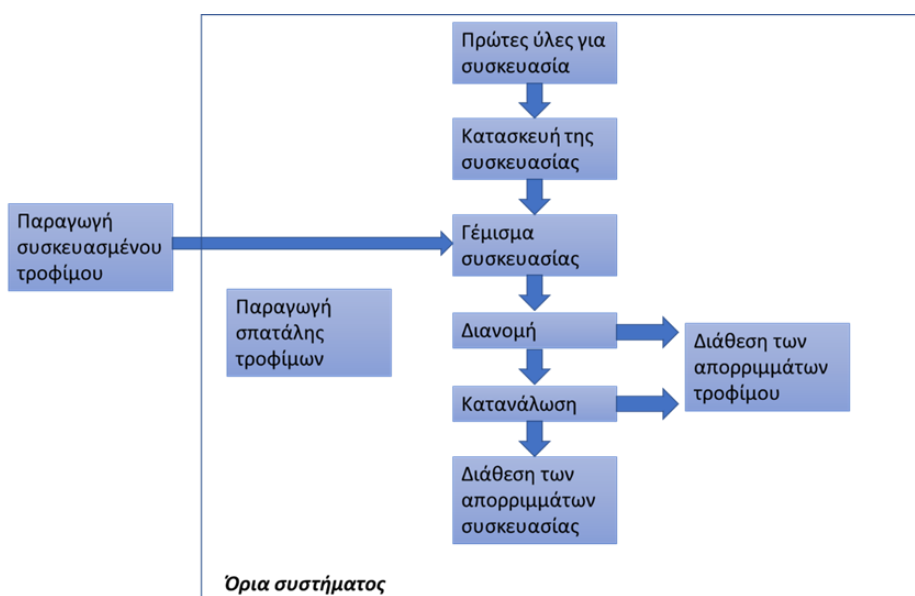
1. Το πρώτο ηθικό ερώτημα που τίθεται σαν δίλλημα είναι σε ποιες εταιρίες θα δοθεί προτεραιότητα για χρήση των υλικών βιολογικής βάσης για τις συσκευασίες τους. Αν δεν υπάρξει σαφής νομοθετική οδηγία θα αναπτυχθεί μεγάλος ανταγωνισμός ανάμεσα σε πολλές ιδιωτικές επιχειρήσεις ενώ πολλές εταιρίες διάθεσης υλικών βιολογικής βάσης ίσως εκμεταλλευτούν αυτόν τον ανταγωνισμό για αύξηση των κερδών τους.
2. Το δεύτερο ηθικό ερώτημα είναι αν είναι ηθικά πρόπον να παράγονται αυτές οι ποσότητες φυτικών προϊόντων με στόχο τη χρήση τους στην παραγωγή συσκευασιών, την ίδια στιγμή που ο δεύτερος στόχος βιώσιμης ανάπτυξης είναι η εξάλειψη της πείνας. Αυτές οι ποσότητες είναι ίσως προτιμότερο να παραχθούν για κατανάλωσή τους από το πλήθος των πολιτών που υποφέρουν από την πείνα.

## 5. Εργαλεία αξιολόγησης βιωσιμότητας συσκευασιών τροφίμων

Τα τελευταία χρόνια, η μελέτη υλικών και στρατηγικών σχεδιασμού για πράσινες συσκευασίες έχει αυξηθεί και έχει γίνει πραγματική απαίτηση. Ο σχεδιασμός και η αξιολόγηση οικολογικών και βιώσιμων συσκευασιών είναι δύσκολο να επιτευχθούν. Έχουν αναπτυχθεί διάφορα εργαλεία που προσφέρουν στις εταιρίες, που το επιθυμούν, τη δυνατότητα να αξιολογούν την επίδραση των διαδικασιών τους στο περιβαλλοντικό αποτύπωμα του προϊόντος. Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζονται κάποια από αυτά τα εργαλεία.

### 5.1 Life Cycle Assessment (Ανάλυση Κύκλου Ζωής)

Μια διαδικασία ανάλυσης κύκλου ζωής (ΑΚΖ – LCA)<sup>44</sup> έχει ως στόχο τον προσδιορισμό, την ποσοτικοποίηση και την αξιολόγηση των πηγών που προκαλούν περιβαλλοντικές επιπτώσεις σε όλο τον κύκλο ζωής ενός προϊόντος. Για να γίνει αυτό, εξετάζονται όλες οι δραστηριότητες που λαμβάνουν χώρα για την κατασκευή, τη χρήση και την απόρριψη ενός προϊόντος, από την προμήθεια των πρώτων υλών έως την απόρριψη της συσκευασίας αφού έχει καταναλωθεί το τρόφιμο που υπήρχε εντός, όπως παρουσιάζεται στο Σχήμα 12.



Σχήμα 12: Διαδικασία ανάλυσης κύκλου ζωής για τη συσκευασία τροφίμων<sup>45</sup>

Αυτό το εργαλείο είναι πολύ χρήσιμο για τις παρακάτω περιπτώσεις:

<sup>44</sup> Life Cycle Assessment (Ανάλυση Κύκλου Ζωής)

<sup>45</sup> <https://www.billerudkorsnas.com/managed-packaging/knowledge-center/articles/how-to-perform-a-life-cycle-assessment-of-packaging>



- ❖ Σύγκριση περιβαλλοντικών επιπτώσεων διαφορετικών λύσεων συσκευασίας, ώστε να ληφθεί μία λογική επιλογή της βιωσιμότερης λύσης
- ❖ Ανάδειξη σταδίων εφοδιαστικής αλυσίδας, τα οποία παράγουν μεγαλύτερο περιβαλλοντικό αποτύπωμα, ώστε να γίνουν στοχευμένα οι απαραίτητες αλλαγές για τη βελτίωση της βιωσιμότητας μίας συσκευασίας

Για μία μελέτη ανάλυσης κύκλου ζωής υπάρχουν τέσσερα στάδια που πρέπει ληφθούν υπόψη:

1. Στόχοι και πεδίο εφαρμογής: Πρέπει να δοθεί με σαφή τρόπο ο σκοπός πίσω από την ανάλυση LCA αλλά και ο τρόπος με τον οποίο τα αποτελέσματα θα χρησιμοποιηθούν. Οπότε σε αυτό το στάδιο πρέπει να οριστούν τα εξής:
  - Οι διαδικασίες που θα συμπεριληφθούν στην ανάλυση
  - Οι περιβαλλοντικές ανησυχίες για τις οποίες θα γίνει η ανάλυση
  - Το αγαθό που περιέχεται εντός της συσκευασίας
  - Τεχνικά ζητήματα που ίσως να προκύψουν και η πρόβλεψη αντιμετώπισής τους
  - Τα ενδιαφερόμενα μέρη της ανάλυσης
2. Καταγραφή κύκλου ζωής: Σε αυτό το στάδιο συλλέγονται πληροφορίες για όλες τις περιβαλλοντικές εκροές και εισροές στα όρια του συστήματος, όπως αυτά έχουν τεθεί. Οπότε σε αυτό το στάδιο πρέπει να οριστούν οι ποσότητες που χρησιμοποιούνται σε:
  - Υλικά
  - Ενέργεια
  - Χημικά
  - Αέριες εκπομπές
  - Εκπομπές νερού
  - Στερεά απόβλητα
3. Εκτίμηση επιπτώσεων κύκλου ζωής: Σε αυτό το στάδιο χρησιμοποιούνται οι κατάλληλες βάσεις δεδομένων με συντελεστές μετατροπής των ποσοτήτων του 2<sup>ου</sup> σταδίου σε περιβαλλοντικούς δείκτες. Οι κατηγορίες της εκτίμησης επιπτώσεων του κύκλου ζωής συνήθως περιλαμβάνουν τα εξής:
  - Παγκόσμια υπερθέρμανση
  - Καταστροφή του όζοντος
  - Ρύπανση
  - Οξύνιση
  - Ευτροφισμός

- Χρήση φυσικών πόρων και επιπτώσεις σε νερό, ορυκτά καύσιμα, βιολογικούς πόρους και άλλα στοιχεία
  - Ανθρώπινη τοξικότητα
  - Οικοτοξικότητα
4. Ερμηνεία αποτελεσμάτων: Αυτό το στάδιο περιλαμβάνει μια σύνοψη των αποτελεσμάτων, έναν προσδιορισμό του τρόπου με τον οποίο θα κοινοποιηθούν τα αποτελέσματα και την τελική παρουσίαση των αποτελεσμάτων για τα ενδιαφερόμενα μέρη.

Οι αναλύσεις LCA είναι πολύ σημαντικές για να μπορούν οι ίδιες οι εταιρίες να συγκρίνουν την επίδραση που έχουν διάφορες λύσεις της εφοδιαστικής τους αλυσίδα στο περιβάλλον, αλλά και για να είναι δυνατή η σύγκριση και η αξιολόγηση από τους πελάτες μεταξύ εταιριών που παράγουν συσκευασίες με την ίδια τεχνολογία.

Όμως, αυτές οι αναλύσεις παρουσιάζουν και πολλές προκλήσεις. Η μεγαλύτερη πρόκληση είναι η ασάφεια των δεδομένων που πολλές φορές υπάρχει. Αυτό αποτελεί πρόκληση ιδιαίτερα όταν η ανάλυση γίνεται με σκοπό να αξιολογηθεί κάτι που δεν κυκλοφορεί στην αγορά ακόμα και να συγκριθεί με μία άλλη πιθανή λύση, καθώς θα πρέπει να γίνουν πολλές υποθέσεις για το σωστό σύνολο δεδομένων.

Μια άλλη πρόκληση για τις αναλύσεις LCA είναι η πρόσβαση στις βάσεις δεδομένων. Για παράδειγμα αν μία εταιρία συσκευασίας επιθυμεί να συγκρίνει τη δική της συσκευασία με την αντίστοιχη ενός ανταγωνιστή τότε ίσως τα δεδομένα για την ανταγωνιστική εταιρία να μην είναι διαθέσιμα δημοσίως. Σε αυτή την περίπτωση συνήθως οι εταιρίες συμβουλευονται ένα περιβαλλοντικό ινστιτούτο, που έχει πρόσβαση σε αυτά τα δεδομένα (Erik Pauer, et al., 2019).

## 5.2 Product Environmental Footprint (Περιβαλλοντικό Αποτύπωμα

### Προϊόντων)

Το Περιβαλλοντικό Αποτύπωμα Προϊόντων (PEF)<sup>46</sup> είναι μία πρωτοβουλία της ΕΕ που έχει ως στόχο να παρέχονται στους καταναλωτές επαληθευμένες πληροφορίες, μέσω περιβαλλοντικών δηλώσεων, σχετικά με το περιβαλλοντικό αντίκτυπο που έχουν τα προϊόντα που αγοράζουν<sup>47</sup>.

Για να μπορέσει να λάβει μία εταιρία την ετικέτα PEF, πρέπει πρώτα να έχει διενεργήσει μία μελέτη LCA σε επίπεδο προϊόντος, σύμφωνα με τα στοιχεία που αναφέρονται στο Σχήμα 6. Στόχος της ΕΕ

<sup>46</sup> Product Environmental Footprint

<sup>47</sup><https://ec.europa.eu/environment/eussd/pdf/Draft%20Product%20Environmental%20Footprint%20Guide%20for%20invited%20stakeholder%20meeting.pdf>

είναι η ετικέτα PEF να υπάρχει σε κάθε προϊόν που παράγει μία εταιρία και να δηλώνεται σε ειδική πλατφόρμα ώστε να στηθεί μία ακριβής βάση δεδομένων.

Απώτερος σκοπός είναι η αντιμετώπιση του «greenwashing» που συμβαίνει σε μεγάλη κλίμακα τα τελευταία χρόνια, με τις εταιρίες παραγωγής προϊόντων να αποδίδουν περιβαλλοντικούς ισχυρισμούς στα προϊόντα τους, χωρίς να ελέγχονται, για αύξηση της εμπιστοσύνης των καταναλωτών και των κερδών τους. Μέσω της δημιουργίας μίας παγκόσμιας βάσης δεδομένων υπάρχει βελτίωση καταστάσεων:

- ✓ Τα δεδομένα που χρησιμοποιούνται στις μελέτες LCA είναι πιο ακριβή καθώς δεν είναι θεωρητικά. Για παράδειγμα, αν μία εταιρία τροφίμων κάνει μία μελέτη LCA για ένα προϊόν της που συσκευάζεται σε μία συσκευασία από τον προμηθευτή Α, τότε θα χρησιμοποιήσει τα πραγματικά δεδομένα από τη βάση δεδομένων καθώς ο προμηθευτής συσκευασίας της οφείλει να έχει δηλώσει το αποτέλεσμα PEF για τη συσκευασία που έχει παράγει
- ✓ Ο έλεγχος περιβαλλοντικών ισχυρισμών γίνεται εύκολα μέσω της βάσης δεδομένων, και από επίσημους φορείς αλλά και από πελάτες που ίσως επιθυμούν να συγκρίνουν τα αποτελέσματα περιβαλλοντικών αποτυπωμάτων μεταξύ δύο συσκευασιών πριν καταλήξουν ποια θα επιλέξουν.

Στόχος επίσης της ΕΕ είναι να εναρμονιστούν οι δηλώσεις PEF με τα πρότυπα ISO 14024 που χρησιμοποιούν πολλές εταιρίες (Erik Pauw, et al., 2019).

Ωστόσο υπάρχουν μερικές ανησυχίες γύρω από την υιοθέτηση των δηλώσεων PEF οι οποίες συνοψίζονται ως εξής (Zamponi L, Pant R, 2019):

- Οι μελέτες LCA σε επίπεδο προϊόντος έχουν ένα υψηλό κόστος, το οποίο δεν ήταν αναγκασμένες οι εταιρίες να συμπεριλάβουν στα έξοδά τους εκτός αν οι ίδιες το επιθυμούσαν για να κατακτήσουν την εμπιστοσύνη των πελατών τους. Ωστόσο αν αυτό γίνει υποχρεωτικό μέσω της οδηγίας της ΕΕ για τα PEF, όπως προβλέπεται, τότε το κόστος θα πρέπει να θεσπιστεί με νομοθετική οδηγία και να μειωθεί για να είναι πρακτική μία τέτοια ανάλυση σε επίπεδο προϊόντος από τις εταιρίες κάθε κλίμακας.
- Κάθε προϊόν εμπίπτει σε μία κατηγορία Περιβαλλοντικού Αποτυπώματος Προϊόντων (PEFCR), η οποία είναι χρήσιμη όταν γίνεται μία ανάλυση LCA καθώς μέσω αυτών των προτύπων καθορίζονται τα όρια του συστήματος. Ωστόσο αυτά τα πρότυπα είναι ανεπαρκή για πολλά προϊόντα και πρέπει να γίνει εκ νέου ανανέωση και βελτίωση αυτών πριν οι εταιρίες ξεκινήσουν να δεσμεύονται με τις δηλώσεις PEF, αλλιώς θα δημιουργηθεί μεγάλη σύγχυση και μία άνιση σύγκριση.

- ο Τέλος έως σήμερα δεν υπάρχει ένα κοινό πλαίσιο με βάση το οποίο κοινοποιούνται τα αποτελέσματα από την ανάλυση LCA και τη δήλωση ετικέτας PEF, με αποτέλεσμα πολλές φορές εταιρίες με σχεδιαστικό τμήμα εντός του οργανισμού να κερδίζουν σε θέματα εμφάνισης των αποτελεσμάτων.

### 5.3 Environmental Product Declaration (Περιβαλλοντική Δήλωση Προϊόντος)

Η Περιβαλλοντική Δήλωση Προϊόντος, ή EPD<sup>48</sup>, είναι ένα έγγραφο που δίνει στη δημοσιότητα με διαφάνεια τον περιβαλλοντικό αντίκτυπο οποιουδήποτε προϊόντος ή υλικού κατά τη διάρκεια ζωής του. Ουσιαστικά είναι ένα έγγραφο παρόμοιο με το Περιβαλλοντικό Αποτύπωμα Προϊόντων (PEF) που αναλύθηκε προηγουμένως.

Τα EPDs χρησιμοποιούνταν κατά κύριο λόγο στον κατασκευαστικό τομέα, όπου μηχανικοί και αρχιτέκτονες επιθυμούσαν να συγκρίνουν τις επιπτώσεις διαφορετικών υλικών και προϊόντων προκειμένου να επιλέξουν τη πιο βιώσιμη επιλογή. Ένα EPD έχει διάρκεια συνήθως πέντε έτη και κατασκευάζεται σύμφωνα με τα πρότυπα ISO 14040/14044, ISO 14025, EN 15804 ή ISO 21930.

Η διαδικασία για τη συγγραφή ενός EPD περιλαμβάνει τα εξής στάδια<sup>49</sup>:

1. Συλλογή δεδομένων: Στα στοιχεία που συλλέγονται περιλαμβάνονται οι πρώτες ύλες, η κατανάλωση πόρων και τα δεδομένα απορριμμάτων για την παραγωγή ενός προϊόντος
2. Ανάλυση LCA: Τα δεδομένα αξιολογούνται ανάλογα με την κατηγορία στην οποία ανήκει το προϊόν
3. Σύνταξη αναφοράς: Σε αυτή την αναφορά αναγράφεται ο τρόπος με τον οποίο συλλέχθηκαν τα δεδομένα και έγινε η ανάλυση LCA
4. Επαλήθευση τρίτου μέρους: Για κάθε EPD πρέπει να γίνει επαλήθευση από ένα τρίτο μέρος πριν δημοσιευτεί, ώστε να εξακριβωθεί η ακρίβεια και η ορθότητα των δεδομένων και της διαδικασίας με βάση τα σχετικά πρότυπα
5. Δημοσίευση: Αφού επαληθευτεί το έγγραφο, δημοσιεύεται σε έναν δημόσιο φορέα<sup>50</sup> όπου είναι εμφανές σε όλη την κοινότητα του φορέα.

---

<sup>48</sup> Environmental Product Declaration

<sup>49</sup> <https://www.oneclicklca.com/>

<sup>50</sup> <https://www.environdec.com/home>

## 6. Συμπεράσματα

Η βιομηχανία συσκευασιών τροφίμων έχει ως κύριο μέλημα τη δημιουργία έξυπνων και κατάλληλων λύσεων για την ασφαλή μεταφορά του τροφίμου και την συντήρησή του στις συνθήκες στις οποίες εκτίθεται. Πλέον, όμως, ο ρόλος της συσκευασίας για το τρόφιμο δεν περιορίζεται μόνο έως εκεί, καθώς όπως και κάθε άλλο αγαθό που δημιουργείται από τον άνθρωπο έτσι και η συσκευασία συμβάλλει σε σημαντικό ποσοστό στη ρύπανση του περιβάλλοντος. Έπειτα από πολλά συνέδρια και συμβουλές ειδικών επιστημόνων, δημιουργήθηκε από τα κράτη – μέλη των Ηνωμένων Εθνών, μία λίστα με στόχους που αν επιτευχθούν θα μπορέσει ο πλανήτης μας να είναι κατοικήσιμος στο μέλλον. Η βιομηχανία συσκευασίας τροφίμων μπορεί να συμβάλει στην επίτευξη αυτών των στόχων, οι οποίοι ονομάζονται «Στόχοι Βιώσιμης Ανάπτυξης».

Το γεγονός ότι η βιομηχανία συσκευασίας τροφίμων αναγκάζεται να ερευνήσει λύσεις που θα κάνουν τα προϊόντα της πιο βιώσιμα, σύμφωνα με τους παραπάνω στόχους, έγκειται στο γεγονός ότι κάποια προβλήματα βιωσιμότητας προέρχονται ή μπορούν να αποφευχθούν μέσω της συσκευασίας τροφίμων. Όπως παρουσιάστηκε στην εργασία, ένα από τα μεγαλύτερα προβλήματα βιωσιμότητας είναι η σπατάλη των τροφίμων, που πλέον αγγίζει το 30% σε ποσοστό, και για το οποίο είναι υπεύθυνος και ο παραγωγός της συσκευασίας, καθώς θα μπορούσε μέσω σωστού σχεδιασμού αλλά και εύρεσης καινοτόμων λύσεων να μειώσει το ποσοστό αυτό δίνοντας χαρακτηριστικά στο συσκευασμένο τρόφιμο για αύξηση της διάρκειας ζωής του, ασφαλέστερη μεταφορά του και καλύτερη πληροφόρηση των καταναλωτών ώστε να αποτρέπεται η άσκοπη σπατάλη του τροφίμου που εμπεριέχεται στη συσκευασία. Επιπλέον, η συσκευασία έχει από μόνη της ένα περιβαλλοντικό αποτύπωμα το οποίο οφείλεται τόσο στα υλικά που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή της αλλά και στους πόρους που χρειάζεται για να ολοκληρωθεί η διαδικασία παραγωγής και μεταφοράς της συσκευασίας. Τέλος, πολλές εταιρίες που παράγουν συσκευασίες τροφίμων δεν είναι ευαισθητοποιημένες ως προς το αποτύπωμα που έχει η παραγωγική τους διαδικασία και το τελικό προϊόν τους στο περιβάλλον, με αποτέλεσμα χωρίς νομοθετικούς περιορισμούς να μην ψάχνουν οι ίδιοι λύσεις συσκευασίας που να επιβαρύνουν λιγότερο το περιβάλλον.

Για όλα τα παραπάνω, είναι πλέον απαραίτητο να τεθούν κάποια όρια και να δοθούν βιώσιμες λύσεις και εναλλακτικές στις βιομηχανίες που παράγουν και χρησιμοποιούν συσκευασίες τροφίμων, είτε μέσω συμβουλευτικών οδηγιών από διάφορους φορείς, είτε μέσω φορολογικών απαιτήσεων και νομοθετικών πλαισίων. Στο κεφάλαιο 3 αναδείχθηκαν όλες οι πιθανές βιώσιμες λύσεις οι οποίες αφορούν την εύρεση εναλλακτικών υλικών που παρέχουν φιλικότερη προς το περιβάλλον παραγωγή και αποικοδόμηση της συσκευασίας είτε αφορούν τεχνικές για ανακύκλωση ή και

επαναχρησιμοποίηση των ήδη παραγόμενων συσκευασιών τροφίμων. Όμως, χωρίς ένα σωστό ρυθμιστικό πλαίσιο δύσκολα οι παραπάνω λύσεις θα γίνουν πράξεις. Όπως αναφέρθηκε η βάση ως προς τα νομοθετικά πλαίσια υπάρχουν αλλά είναι σε πολύ πρώιμο στάδιο και η αναφορά τους σε συγκεκριμένα όρια ως προς υλικά και διαδικασίες παραγωγής δεν υπάρχουν. Παρ' όλα αυτά φαίνεται ότι υπάρχει μεγάλη κινητοποίηση πάνω σε αυτό το πλαίσιο.

Όμως οι βιώσιμες λύσεις στη συσκευασία τροφίμων, όπως και κάθε αλλαγή στο βιομηχανικό τομέα, περικλείει πολλές προκλήσεις τόσο για τους παραγωγούς όσο για τους καταναλωτές και το γενικότερο σύστημα. Οι έρευνες γύρω από το πόσο βιώσιμες και πρακτικές είναι αυτές οι λύσεις είναι λίγες και δεν βοηθούν τους παραγωγούς ώστε να επιλέξουν την κατάλληλη εναλλακτική λύση για τη μετατροπή της συσκευασίας τους σε ένα βιώσιμο προϊόν που συσκευάζει τρόφιμο, χωρίς όμως να υποβαθμίζεται ο πρωταρχικός ρόλος της συσκευασίας που είναι η ασφαλής μεταφορά και η συντήρηση του τροφίμου.

Για αυτό το λόγο γίνονται προσπάθειες να δημιουργηθούν εργαλεία αξιολόγησης της βιωσιμότητας μίας συσκευασίας. Στην παρούσα φάση υπάρχουν κάποια εργαλεία, τα οποία μπορούν να θεωρηθούν έμπιστα αλλά δεν έχουν αναπτυχθεί πλήρως για να έχουν τα αποτελέσματα που χρειάζεται η βιομηχανία συσκευασίας τροφίμων. Το θετικό είναι ότι και ως προς τα εργαλεία αυτά υπάρχει μεγάλη κινητοποίηση και έως το 2030 φαίνεται να έχουν ομαλοποιηθεί ως προς τη χρήση τους και να έχουν ενταχθεί σε παγκόσμια πρότυπα είτε ακόμα και σε νομοθετικές οδηγίες.

Τέλος, θα μπορούσαμε να καταλήξουμε ότι συσκευασία τροφίμων δεν είναι αυτή που δημιουργεί τόσο μεγάλο αποτύπωμα στο περιβάλλον συγκριτικά με αυτό που θα δημιουργούσε η απουσία της, η οποία θα είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση της σπατάλης τροφίμων, που όπως καταλήγουμε είναι ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα βιωσιμότητας το έτος 2022. Το σημαντικό είναι να δημιουργηθούν τα κατάλληλα εργαλεία και να αναπτυχθούν λύσεις συσκευασίας, οι οποίες όταν εφαρμόζονται θα έχουν το χαμηλότερο δυνατό περιβαλλοντικό αποτύπωμα και ταυτόχρονα θα ενισχύουν το τρόφιμο ως προς την ασφάλειά του και ως προς την αυξημένη διάρκεια ζωής του.

## *Αναφορές*

- Ates B., et al. (2020). *Chemistry, structures, and advanced applications of nanocomposites from biorenewable resources*. Chem. Rev.
- Beaucamp A., et al. (2019). *Carbon fibres from renewable resources: The role of the lignin molecular structure in its blendability with biobased poly(ethylene terephthalate)*. Green Chemistry.
- Chisenga S.M., et al. (2020). *Biodegradable food packaging materials and prospects of the fourth industrial revolution for tomato fruit and product handling*. International Journal of Food Science.
- Escobar N., et al. (2018). *Land use mediated GHG emissions and spillovers from increased consumption of bioplastics*.
- European Parliament . (2004). *Regulation (EC) No 1935/2004 of the European Parliament and of the Council of 27 October 2004 on Materials and Articles Intended to Come into Contact with Food and Repealing Directives 80/590/EEC and 89/109/EEC: 1935/2004*. 2004.
- FitzPatrick M., et al. (2010). *A biorefinery processing perspective: Treatment of lignocellulosic materials for the production of value-added products*. Bioresource Technology.
- Jimenez A. (2018). *Food hydrocolloids as matrices for edible packaging applications*. Role Mater. Sci. Food Bioeng.
- Lacroix M., Vu K. (2014). *Edible coating and film materials*. Innov. Food Pack. .
- Montava-Jordà S., et al. (2019). *Development of sustainable and cost-competitive injection-molded pieces of partially bio-based polyethylene terephthalate through the valorization of cotton textile waste*. International Journal of Molecular Sciences.
- Nejatian Mohammad, et al. (2022). *Practical application of nanoencapsulated nutraceuticals in real food products; a systematic review*. Advances in Colloid and Interface Science Volume 305, July 2022, 102690.
- Rafiaani P., et al. (2018). *Social Sustainability Assessments in the Biobased Economy: towards a Systemic Approach*. Renewable and Sustainable Energy Reviews.
- Sachs J. (2015). *The Age of Sustainable Development*.
- Storz H., Vorlop K.-D. (2013). *Bio-based plastics: Status, challenges and trends*. Landbauforschung.

- Suput D. Z., et al. (2015). *Edible films and coatings – sources, properties and application*. Food Feed Res.
- Umaraw Pramila, et al. (2021). *Edible films/coating with tailored properties for active packaging of meat, fish and derived products*. Trends in Food Science & Technology Volume 98, April 2020, Pages 10-24.
- Varžinskas Visvaldas, Markevičiūtė Zita . (2020). *Sustainable Food Packaging: Materials and Waste Management Solutions*.
- Xu E., et al. (2020). *Advances in conversion of natural biopolymers: a reactive extrusion (REX)–enzyme-combined strategy for starch/protein-based food processing*. Trends Food Sci. Technol.
- Yuvaraj D., et al. (2021). *Advances in bio food packaging – An overview*.
- Zubair M., Ullah A. (2020). *Recent advances in protein derived bionanocomposites for food packaging applications*. Crit. Rev. Food Sci. Nutr.
- Καμζόλα ΕΛ. (2014). *Εναλλακτική διαχείριση συσκευασιών: ανακύκλωση στην Ελλάδα μέσα από την ΕΕΑΑ*.
- ASTM D883-20b. (2020). *Standard Terminology Relating to Plastics*.
- Bassi SA, et al. (2020). Extended producer responsibility: How to unlock the environmental and economic potential of plastic packaging waste? *Resources, Conservation and Recycling*.
- Berthet MA., et al. (2016). *Vegetal fiber-based biocomposites: which stakes for food packaging applications?* . J Appl Polym Sci. 133:42528. doi: 10.1002/app.42528.
- Bodamer D. (2019). 14 Charts from the EPA’s Latest MSW Estimates.
- Briassoulis D., et al. (2020). *Recirculation potential of post-consumer/industrial bio-based plastics through mechanical recycling - techno-economic sustainability criteria and indicators*. Polymer Degradation and Stability.
- Brown B.J., et al. (1987). Global sustainability: Toward definition.
- Brundtland G.H. . (1987). Our common future: report of the world commission on environment and development.



- Bucci D.Z, et al. (2007). Sustainable packaging design model. *Complex Systems Concurrent Engineering*.
- Campbell A. J. . (1994). *The recycling, reuse and disposal of food packaging*. M. Mathlouthi (ed.), Food Packaging and Preservation.
- Chaboud, G.; Daviron, B. (2017). *Food losses and waste: Navigating the inconsistencies*. . Glob. Food Secur. .
- Charles F, et al. (2003). *Active modified atmosphere packaging of fresh fruits and vegetables: modeling with tomatoes and oxygen absorber*. J Food Sci.
- COMMISSION REGULATION (EC) No 282/2008. (2008). Recycled plastic materials and articles intended to come into contact with foods and amending.
- Consultancy.eu. (2021). *Raw material prices and supply shortages skyrocket*.
- Conversio . (2020). *Stoffstrombild Kunststoffe in Deutschland 2019*.
- Cutter C.N. . (2006). *Opportunities for bio-based packaging technologies to improve the quality and safety of fresh and further processed muscle foods* . Meat Sci.
- da Cruz N.F, et al. (2014). *Packaging waste recycling in Europe: Is the industry paying for it?*
- Da Cruz N.F., et al. (2014). Packaging waste recycling in Europe: Is the industry paying for it? . *Waste Manag.* ,.
- De Wilde, B., et al. (2013). *Report on current relevant biodegradation and ecotoxicity standards*.
- Dhanapal A., et al. (2012). *Edible films from polysaccharides*. Food Sci. Qual. Manag.
- Directive (EU) 2018/851 of the European Parliament and of the Council . (2018).
- Djukić-Vuković A. , et al. (2019). *Towards sustainability of lactic acid and poly-lactic acid polymers production*. Renewable and Sustainable Energy Reviews.
- Dodbiba G, et al. (2005). *The use of air tabling and triboelectric separation for separating a mixture of three plastics*.
- Duden. (2015). Deutsches Universalwörterbuch.
- EEA. (2020). *Bio-waste in Europe — turning challenges into opportunities*.

- EFSA. (2011). *Scientific Opinion on the criteria to be used for safety evaluation of a mechanical recycling process to produce recycled PET intended to be used for manufacture of materials and articles in contact with food*. Wiley Online Library.
- Elizabeth Brewster. (2021). *Sustainability's Fourth Wave*. Food Technology | Dec. 2021 / Jan. 2022.
- Environmental Protection Agency (U.S.). (2002). *Solid waste management: a local challenge with global impacts*. EPA530-F-02-026.
- EnviroWise. (2008). *Packaging design for the environment: reducing costs and quantities*.
- Erik Pauer, et al. (2019). Assessing the Environmental Sustainability of Food Packaging: An Extended Life Cycle Assessment including Packaging-Related Food Losses and Waste and Circularity Assessment. *Sustainability* .
- Esfanjani A.F. , Jafari S.M. . (2016). *Biopolymer nano-particles and natural nano- carriers for nano-encapsulation of phenolic compounds*. Colloids Surf. B.
- Eunomia. (2020). *Recycling of multilayer composite packaging: the beverage carton. A report on the recycling rates of beverage cartons in Germany, Spain, Sweden and the UK. December 2020*.
- European Bioplastics . (χ.χ.). What are bioplastics?
- European Bioplastics. (2019). *Renewable feedstock*.
- European Bioplastics. (2020). *Frequently asked questions on bioplastics*.
- European Commission – DG Environment. (2014). *Development of Guidance on Extended*.
- European Commission. (2021). *Packaging waste*.
- European Parliament. (2008). *Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council Amending Directive 2008/98/EC on Waste* . .
- Falguera V., et al. (2011). *Edible films and coatings: Structures, active functions and trends in their use*. Trends in Food Science & Technology Volume 22, Issue 6, June 2011, Pages 292-303.
- FDA. (2005). *Food Current Good Manufacturing Practice Modernization Report*. U. S. Food and Drug Administration.
- Ferreira A. , et al. (2016). *Polysaccharide-based membranes in food packaging applications*.
- Food & Agriculture Organization. (2019).

- Food and Drug Administration. (2021). *Use of Recycled Plastics in Food Packaging (Chemistry Considerations): Guidance for Industry*. Center for Food Safety and Applied Nutrition.
- Food Packaging Forum. (2021). *Food packaging materials and recycling*.
- Geueke B., et al. (2018). *Food packaging in the circular economy: Overview of chemical safety aspects for commonly used materials*.
- Geyer Roland et al. (2017). Production, use, and fate of all plastics ever made.
- Gironi F. , Piemonte V. (2011). *Life Cycle Assessment of Polylactic Acid and Polyethylene Terephthalate Bottles for Drinking Water*. *Environmental Progress & Sustainable Energy*.
- Guirong Zhang, Zongjian Zhao . (2012). Green Packaging Management of Logistics Enterprises. *Physics Procedia*.
- Gustavo, J.U., et al. (2018). *Drivers, opportunities and barriers for a retailer in the pursuit of more sustainable packaging redesign*. . *J. Clean. Prod.* .
- Gustavsson, J., et al. (2011). *Global Food Losses and Food Waste: Extent, Causes and Prevention Study Conducted for the International Food and Agriculture Organization* . [16–17 May], Düsseldorf, Germany.
- Hanssen, O.J., et al. (2012). *Life Cycle Assessment as a Tool in Food Waste Reduction and Packaging Optimization: Packaging Innovation and Optimization in a Life Cycle Perspective*.
- Harrabin Roger. (2017). Ocean plastic a ‘planetary crisis’ – UN.
- Harrington R. . (2010). *Investment in sustainable packaging essential*. Food Production Daily.
- Hellström, D.; Olsson, A. (2016). *A Packaging Design Compass for Sustainable Development*. Managing Packaging Design for Sustainable Development: A Compass for Strategic Directions.
- HLPE. . (2014). *Food Losses and Waste in the Context of Sustainable Food Systems: A Report by The High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition of the Committee on World Food Security*. HLPE: Rome, Italy.
- <https://www.eea.europa.eu/publications/biodegradable-and-compostable-plastics>. (χ.χ.).
- <https://www.eea.europa.eu/publications/biodegradable-and-compostable-plastics>. (χ.χ.).
- ISO . (2013). *ISO 472:2013 Plastics — Vocabulary*.

- ISO 15392. (2008). Sustainability in Building Construction. General Principles.
- ISO/CD 18602. (2010). *Packaging and the environment – optimization of the packaging system*. Dutch Packaging Centre.
- Johnston et al. (2007). Reclaiming the definition of sustainability.
- Kaminsky W . (1995). *Pyrolysis with respect to recycling of polymer*. .
- Karan H. , et al. (2019). *Green bioplastics as part of a circular bioeconomy*. Trends in Plant Science.
- Kelly Hensel. (2022). *Facing the Food Waste Crisis*. FOOD TECHNOLOGY MAGAZINE.
- Kenneth S. Marsh, Betty Bugusu. (2007). *Food Packaging?Roles, Materials, and Environmental Issues*.
- Kliaugaite, D.; Kruopiene, J. (2018). *Food waste generation and prevention measures in retail sector - A comparative study*. EREM .
- Kowalska, A. . (2017). *The issue of food losses and waste and its determinants*.
- Kumar G. Mahesh , et al. (2016). *Waste Management in Food Packaging Industry*.
- Lamberti F.M., et al. (2020). *Recycling of bioplastics: Routes and benefits*. Journal of Polymers and the Environment.
- Lanfranchi, M., et al. (2016). *Household food waste and eating behavior: Empirical survey*. . Br. Food J. .
- Lewis et al. (2001). *Environment + design: a global guide to designing greener goods*.
- Lindh, H., et al. (2016). *Elucidating the Indirect Contributions of Packaging to Sustainable Development: A Terminology of Packaging Functions and Features*. Packag. Technol. Sci.
- Lindh, H., et al. (2016). *Elucidating the Indirect Contributions of Packaging to Sustainable Development: A Terminology of Packaging Functions and Features*. Packag. Technol. Sci. .
- Lipski, J.; Sadlowsky, B. (2014). *Ei-Care, Optimierung der klassischen Eierverpackung*. .
- Machado Anderson . (2017). Microplastics as an emerging threat to terrestrial ecosystems.
- Manalili, N.M., et al. (2014). *Appropriate Food Packaging Solutions for Developing Countries*; . Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

- Maris, J., et al. (2018). *Mechanical recycling: Compatibilization of mixed thermoplastic wastes*. . Polym. Degrad. Stab.
- Marsh K. and Bugusu B. (2007). Food Packaging and Its Environmental Impact.
- Mena, C., et al. (2011). *The causes of food waste in the supplier–retailer interface: Evidences from the UK and Spain*. . Resour. Conserv. Recycl.
- Meurer, I.R, et al. (2017). *Quantification of whole ultra high temperature UHT milk waste as a function of packages type and design*. . J. Clean. Prod. .
- Monier V., et al. (2014). Development of guidance on Extended Producer Responsibility (EPR).
- Muncke J. (2012). Food Packaging Materials.
- National Academics of Sciences Engineering Medicine. (1999). Industrial Environmental Performance Metrics.
- National Park Service. (2016). Lesson Plan: Things Stick Around.
- Natural Resources Canada. . (2018). Greenhouse Gas Emissions from the Plastics Processing Industry.
- Naturvårdsverket. (2014). *Food Waste Volumes in Sweden*. Swedish Environmental Protection Agency: Stockholm.
- Nejad B. F., et al. (2021). *Carbon and energy footprints of high-value food trays and lidding films made of common bio-based and conventional packaging materials*. Elsevier.
- Oki, Y.; Sasaki, H. . (2000). *Social and environmental impacts of packaging (LCA and assessment of packaging functions)*. . Packag. Technol. Sci. .
- Østergaard, S.; Hanssen, O.J. (2018). *Wasting of Fresh-Packed Bread by Consumers—Influence of Shopping Behavior, Storing, Handling, and Consumer Preferences*. . Sustainability .
- Otoni CG, et al. (2016). *Trends in antimicrobial food packaging systems: Emitting sachets and absorbent pads*. . Food Res Int.
- Parfitt, J., et al. (2010). *Food waste within food supply chains: Quantification and potential for change to 2050*. . Philos. Trans. R. Soc. .
- Parizeau, K., et al. (2015). *Household-level dynamics of food waste production and related beliefs, attitudes, and behaviours in Guelph, Ontario*. Waste Manag. .

- Pearce D. , Turner R. (1989). *Economics of Natural Resources and the Environment*.
- Poppenheimer L. (2014). *Aluminum Beverage Cans – Environmental Impact*.
- Posen Daniel et al. (2017). *Greenhouse gas mitigation for U.S. plastics production: energy first, feedstocks later*.
- Poyatos-Racionero, E., et al. (2018). *Recent advances on intelligent packaging as tools to reduce food waste*. . *Journal of Cleaner Production*, 172, 3398–3409.
- Poyatos-Racionero, E., et al. (2018). *Recent advances on intelligent packaging as tools to reduce food waste*. *J. Clean. Prod.* .
- Priefer, C., et al. (2016). *Food waste prevention in Europe—A cause-driven approach to identify the most relevant leverage points for action*. . *Resour. Conserv. Recycl.* .
- Putri R.E. . (2018). *The Water and Land Footprint of Bioplastics*.
- Rahman R., et al. (2019). *Bioplastics for food packaging: a review*. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci.*
- Read AD. (1999). *Making waste work: making UK national solid waste strategy work at the local scale*.
- Ridgway, J.S., et al. (1999). *Controlling of overfilling in food processing*. *J. Mater. Process. Technol.*
- Ridgway, J.S., et al. (χ.χ.). *Controlling of overfilling in food processing*. *J. Mater. Process. Technol.* 1999.
- Robertson, G.L. (2013). *Food Packaging: Principles and Practice*. 3rd edition, pp. 58-90, CRC Press, Taylor & Francis, Boca Raton, FL.
- Rowson, J.; Yoxall, A. (2011). *Hold, grasp, clutch or grab: Consumer grip choices during food container opening*. *Appl. Ergon.* .
- Saman Attiq, et al. (2021). *Drivers of food waste reduction behaviour in the household context*. *Food Quality and Preference*.
- Santos ASF, et al. (2005). *Characterization of effluents through a typical plastic recycling process: an evaluation of cleaning performance and environmental pollution*.
- Saurabh S., et al. (2021). *Bio-sourced polymers as alternatives to conventional food packaging materials: A review*. Elsevier.

- Schuur, C.C.M. (1988). *Packaging for Fruits, Vegetables and Root Crops; Food and Agriculture Organization of the United Nations* . Bridgetown, Barbados.
- Schweitzer, J.-P., et al. (2018). *Unwrapped: How Throwaway Plastic Is Failing to Solve Europe's Food Waste Problem (and What We Need to Do Instead)* .
- Shepherd, D. A., & Sutcliffe, K. M. (2011). *Inductive top-down theorizing: A source of new theories of organization*. *Academy of Management Review*, 36(2), 361–380.
- Simões, M., et al. (2018). *Failure analysis of a filling valve from a Brewery's beer filler*. . Eng. Fail. Anal. .
- Singh, P., et al. (2017). *Food Packaging Materials: Testing & Quality Assurance* . CRC Press Taylor & Francis Group.
- Soroudi A. , Jakubowicz I. (2013). *Recycling of bioplastics, their blends and biocomposites: a review*.
- Sousa-Gallagher MJ, Mahajan P V. . (2013). *Integrative mathematical modelling for MAP design of fresh-produce: theoretical analysis and experimental validation*. . *Food Control* .
- Stenmarck, Å., et al. (2016). *Estimates of European Food Waste Levels*. IVL Swedish Environmental Research Institute.
- Ten Klooster et al. (2008). *Zakboek Verpakkingen*.
- THOMAS BROCK. (2022). *Environmental, Social, and Governance (ESG) Criteria*.
- Trinetta V. . (2016). *Definition and function of food packaging*. Ref. Mod. Food Sci.
- UN General Assembly. (2005). *Resolution Adopted by the General Assembly. 60/1. 2005 World Summit Outcome*, New York.
- UN. General Assembly. . (2017). *Work of the Statistical Commission Pertaining to the 2030 Agenda for Sustainable Development*. . United Nations: New York, NY, USA.
- United Nations Environment Programme. (2019). *Plastic planet: How tiny plastic particles are polluting our soil*.
- US Environmental Protection Agency. (2015). *Getting Up to Speed: Ground Water Contamination*.
- US Environmental Protection Agency. (2016). *Wastes-Non-Hazardous Waste-Municipal Solid Waste*.

- US Environmental Protection Agency. (2019). *Advancing Sustainable Materials Management: Facts and Figures*.
- US Environmental Protection Agency. (2019). *Reducing Wasted Food & Packaging: A Guide for Food Services and Restaurants*.
- USDA. (2011). *Voluntary Labeling Program for Biobased Products*.
- van den Oever, M., et al. (2019). *Bio-based and biodegradable plastics: facts and figures — focus on food packaging in the Netherlands*.
- Verghese, K., et al. (2013). *The Role of Packaging in Minimising Food Waste in the Supply Chain of the Future: Final Report, 3rd ed.* RMIT University: Melbourne, Australia.
- Vevey. (2021). *The Rules of Sustainable Packaging*.
- Wansink, B. (2018). *Household Food Waste Solutions for Behavioral Economists and Marketers*. J. Food Prod. Mark. .
- Webster K. . (2015). *The Circular Economy: a Wealth of Flows*. *Ellen MacArthur Foundation, Isle of Wight*.
- Whitehead, P., et al. (2011). *Resource Maps for Fresh Meat across Retail and Wholesale Supply Chains: Mapping out Resource Use in the Retail and Wholesale Supply Chain of Fresh Meat*. WRAP: Barbury, UK.
- Wikström F., et al. (2018). *Packaging Strategies That Save Food: A Research Agenda for 2030*. Wiley Online Library.
- Wikström, F., et al. (2019). *The importance of packaging functions for food waste of different products in households*. . Sustainability, 11(9), 2641. .
- Williams, H., et al. (2012). *Reasons for household food waste with special attention to packaging*. . J. Clean. Prod. .
- Winn Patrick. . (2016). *5 countries dump more plastic into the oceans than the rest of the world combined*.
- World Bank Group. (1998). *Pollution Prevention and Abatement Handbook 1998: Glass Manufacturing*.



- World Economic Forum, Ellen MacArthur Foundation and McKinsey. (2016). *The New Plastics Economy: Rethinking the Future of Plastics*.
- World Economic Forum, Ellen MacArthur Foundation and McKinsey Company. (2016). *The New Plastics Economy: Rethinking the Future of Plastics*.
- Xing Y. , et al. (2016). *Chitosan-based coating with antimicrobial agents: preparation, property, mechanism, and application effectiveness on fruits and vegetables*. *Int. J. Polym. Sci.*
- Yuvaraj D., et al. (2021). *Advances in bio food packaging – An overview*. *Heliyon*.
- Zampori L, Pant R. (2019). Suggestions for updating the. *EU Science Hub*.
- Zhang, H., et al. (2015). *The Effect of Active Packaging on Minimizing Food Losses: Life Cycle Assessment (LCA) of Essential Oil Component-enabled Packaging for Fresh Beef*. *Packag. Technol. Sci.* .
- Κοντομηνάς, Μ.Γ. (1996). *Τα βιοαποικοδομήσιμα πολυμερή στη συσκευασία, σελ. 162-174, στο PLANT management/ΜΕΘΟΔΟΙ '96, Συσκευασία, Ο στρατηγικός της ρόλος στη σύγχρονη βιομηχανία*. Infopublica A.E., Αθήνα.
- Μοσχοπούλου, Ε. (2011). *Μελέτη Μειγμάτων Αλειφατικών/Αρωματικών Πολυεστέρων*. σελ. 1-11, Διατριβή Ειδίκευσης, Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών στην Επιστήμη και Τεχνολογία Πολυμερών, Πανεπιστήμιο Πατρών, Πάτρα. .
- Παπαδάκης Σ. (2010). *Συσκευασία τροφίμων (2η έκδοση)*. *Τζιόλας*.