

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ



# ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ, ΑΚΖ, ΣΤΗ  
ΠΡΩΤΟΓΕΝΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ»



ΓΛΥΝΟΥ ΑΛΕΞΑΝΔΡΑ  
ΑΜ 12153

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΔΡ. ΣΑΛΑΧΑΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

ΑΜΑΛΙΑΔΑ 2022



## Περίληψη

Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις των γεωργικών συστημάτων και των εκροών τους είναι τεράστιου κοινωνικού ενδιαφέροντος και επεκτείνονται. Η πιο ευρέως χρησιμοποιούμενη μέθοδος για την ανάλυση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των γεωργικών προϊόντων είναι η αξιολόγηση του κύκλου ζωής (AKZ). Οι τρέχουσες μέθοδοι και μελέτες AKZ τείνουν να ευνοούν τα μεγαλύτερα εντατικά γεωργικά συστήματα, ενώ παραπλανούν τα λιγότερο απαιτητικά αγροοικολογικά συστήματα όπως η βιολογική γεωργία. Αυτό οφείλεται εν μέρει στην προσέγγιση που βασίζεται σε προϊόντα της AKZ, η οποία επικεντρώνεται στην παραγωγή βιομάζας, ενώ αγνοεί άλλες υπηρεσίες οικοσυστήματος που παρέχονται από γεωργικά συστήματα, και εν μέρει επειδή η AKZ σπάνια αντιμετωπίζει χαρακτηριστικά που η αγροοικολογία προσπαθεί να βελτιώσει. Η τρέχουσα προσέγγιση περιορισμού των έμμεσων επιπτώσεων στις μελέτες AKZ στην έμμεση αλλαγή χρήσης γης, χρησιμοποιώντας οικονομικά μοντέλα που παραβλέπουν τους παράγοντες της κοινωνικής αλλαγής και τις επιπτώσεις των μέσων πολιτικής, ευνοεί ακόμη περισσότερο τα εντατικά γεωργικά συστήματα. Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να εξετάσει τα περιβαλλοντικά προβλήματα που προκύπτουν από την γεωργία και στην συνέχεια να παρουσιάσει την σημασία της AKZ σε αυτόν τον κλάδο.

## Abstract

The environmental impact of agricultural systems and their outputs is of enormous societal interest, and it is expanding. The most extensively used method for analyzing the environmental implications of agricultural products is life cycle assessment (LCA). Current LCA methods and studies tend to favor greater intensive agricultural systems while misrepresenting less demanding agroecological systems such as organic farming. This is due in part to LCA's product-based approach, which concentrates on biomass production while ignoring other ecosystem services provided by agricultural systems, and in part because LCA rarely addresses characteristics that agroecology tries to improve. The current approach of limiting indirect effects in LCA studies to indirect land use change, employing economic models that overlook drivers

of societal change and the effects of policy instruments, favors intensive agricultural systems even more. The purpose of this paper is to examine the environmental problems arising from agriculture and then to present the importance of LCA in this sector.

## Πίνακας Περιεχομένων

Πίνακας Περιεχομένων .....	5
1. Εισαγωγή .....	7
2. Κλιματική κρίση .....	9
2.1. Κλιματική αλλαγή .....	9
2.2. Πηγές εκπομπών αερίων θερμοκηπίου .....	12
2.3. Γεωργία και κλιματική αλλαγή .....	14
2.4. Πως η κλιματική αλλαγή επηρεάζει τη γεωργία .....	15
2.5. Πως η γεωργία συμβάλει στην κλιματική αλλαγή .....	18
2.5.1. Καλλιέργεια ρυζιού .....	21
2.5.2. Η εκτροφή ζωικού κεφαλαίου .....	22
2.5.3. Εκπομπές αερίων θερμοκηπίου κατά την πεπτική διαδικασία .....	22
2.5.4. Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου από ζωική κοπριά .....	23
2.5.5. Εκπομπές αερίων θερμοκηπίου από γεωργικά εδάφη .....	24
2.5.6. Εκπομπές αερίων θερμοκηπίου κατά την καύση υπολειμμάτων καλλιεργειών σε χωράφι .....	25
2.5.7. Αλλαγές στις χρήσεις γης και στη δασοκομία .....	25
2.6. Γεωργικές εισροές .....	26
3. Πράσινη εφοδιαστική αλυσίδα (GrSCM) .....	29
3.1. Λόγοι που οδήγησαν στην Πράσινη Εφοδιαστική Αλυσίδα .....	30
3.2. Οι πρακτικές της Πράσινης Εφοδιαστικής Αλυσίδας .....	31
3.2.1. Πράσινο προϊόν (Green Product) .....	31
3.2.2. Πράσινη Μεταφορά και διανομή (Green Transportation and Green Distribution) .....	34
3.2.3. Πράσινη αποθήκευση (Green Warehousing) .....	37
3.3. Εφοδιαστική Αλυσίδα Αγροδιατροφικών Προϊόντων .....	38
3.3.1. Δομή .....	38
3.3.2. Ιδιαίτερα Χαρακτηριστικά .....	40
3.3.3. Επισιτιστική Ασφάλεια .....	41
3.4. Διαθεσιμότητα .....	42
3.5. Φυσική και Οικονομική Προσβασιμότητα .....	43
3.6. Σταθερότητα .....	43
3.7. Κατανάλωση .....	43
4. Ιστορική Ανασκόπηση της ΑΚΖ .....	43
4.1. Ανάλυση Κύκλου Ζωής .....	46
4.2. Η πολιτική της Ευρωπαϊκής Ένωσης .....	48
4.2.1. Οικολογικό σήμα της ΕΕ .....	50
4.2.2. PEF, PCR & EPD .....	51
4.2.3. Πράσινη Πιστοποίηση και Ανάλυση Κύκλου Ζωής (Life Cycle Assessment) .....	54
4.3. Ανασκόπηση της ΑΚΖ .....	55
4.4. ΑΚΖ και Τρόφιμα .....	56
4.5. Πρότυπα ISO 14040 & ΑΚΖ .....	60
4.6. Μεθοδολογία της ΑΚΖ .....	62
4.7. Σκοπός και Στόχος της ΑΚΖ .....	63
4.8. Χρησιμότητα της ΑΚΖ .....	63
4.9. Απογραφή του Κύκλου Ζωής .....	65
4.10. Ποιότητα Δεδομένων και Απογραφικός Κατάλογος .....	65
4.11. Αξιολόγηση της Επίπτωσης του Κύκλου Ζωής (LCIA) .....	68
4.12. Ερμηνεία των Αποτελεσμάτων .....	70
4.13. Μεθοδολογίες Αξιολόγησης Επιπτώσεων .....	72
5. Συνέπειες περιορισμού της εκπροσώπησης του αγροτικού συστήματος .....	76
5.1. Στενή προοπτική για τις λειτουργίες της γεωργίας .....	77

5.2. Προσέγγιση με βάση το προϊόν .....	78
5.3. Παραμελημένα περιβαλλοντικά θέματα .....	79
5.3.1. Υποβάθμιση της γης .....	79
5.3.2. Απώλειες βιοποικιλότητας .....	81
5.3.3. Επιδράσεις φυτοφαρμάκων .....	82
6. Συμπεράσματα .....	83
Βιβλιογραφία .....	85

## 1. Εισαγωγή

Το ενδιαφέρον της κοινωνίας για την αειφόρο γεωργία και τα τρόφιμα είναι μεγάλο και αυξανόμενο οδηγώντας σε ζήτηση για πληροφορίες σχετικά με τις περιβαλλοντικές επιδόσεις των γεωργικών συστημάτων, των προϊόντων διατροφής και των συνολικών τροφικών αλυσίδων σχεδόν από όλα τα μέρη της κοινωνίας: υπεύθυνοι χάραξης πολιτικής, αγρότες, αγροτικές επιχειρήσεις, δημόσιοι προμηθευτές, τα μέσα ενημέρωσης και τους καταναλωτές. Από αυτήν την ποικιλόμορφη ομάδα ενδιαφερομένων, προκύπτουν διαφορετικά ερωτήματα, όπως: «Είναι το προϊόν Α καλύτερο ή χειρότερο για το περιβάλλον από το προϊόν Β; Η μετατροπή σε αυτό το σύστημα παραγωγής μειώνει πραγματικά τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις; Θα πρέπει αυτή η καινοτόμος τεχνολογία διαχείρισης να ενθαρρυνθεί από περιβαλλοντική άποψη;».

Η μέθοδος που χρησιμοποιείται ευρέως για την απάντηση τέτοιων ερωτημάτων είναι η Αξιολόγηση του Κύκλου Ζωής (ΑΚΖ) (Life Cycle Assessment, LCA), της οποίας η χρήση είναι πλέον καθιερωμένη για την αξιολόγηση των θεμάτων εξάντλησης των πόρων και των επιπτώσεων στο περιβάλλον και στην υγεία που προκαλούνται από την παραγωγή γεωργικών προϊόντων. Η βασική αρχή της ΑΚΖ είναι να παρακολουθεί ένα προϊόν κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής του, ορίζοντας ένα όριο μεταξύ του «συστήματος προϊόντων» του (η «τεχνόσφαιρα») και του περιβάλλοντος. Οι ροές ενέργειας και υλικών που διασχίζουν αυτό το όριο σχετίζονται με τις εισροές (π.χ. πόρους) και τις εκροές του συστήματος (π.χ. εκπομπές σε νερό και αέρα). Στη συνέχεια, η κατανάλωση πόρων και οι εκπομπές ρύπων συγκεντρώνονται σε δείκτες επιπτώσεων. Η ΑΚΖ επομένως εστιάζει στις αρνητικές επιπτώσεις και πως αυτές μπορεί να βελτιωθούν, αντί να περιλαμβάνει θετικές επιπτώσεις. Οι πρώτες ΑΚΖ πραγματοποιήθηκαν τη δεκαετία του 1970 από την Coca-Cola® όταν διερεύνησε τις συνέπειες της αλλαγής από γυάλινα μπουκάλια σε πλαστικά μπουκάλια. Στη δεκαετία του 1990 άρχισε η εφαρμογή της ΑΚΖ σε γεωργικά συστήματα. Από το 1992 έως το 2018, ο αριθμός των άρθρων στην αγγλική γλώσσα με αξιολόγηση από ερευνητές που χρησιμοποιούν ΑΚΖ για την αξιολόγηση

των συστημάτων αγροδιατροφής αυξήθηκε από 1 σε 1040 ετησίως. Σήμερα, η ΑΚΖ είναι η βασική μέθοδος στην ανάπτυξη από την Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ) μιας εναρμονισμένης μεθοδολογίας για τον υπολογισμό των περιβαλλοντικών αποτυπωμάτων των προϊόντων (PEF), συμπεριλαμβανομένων πολλών ομάδων τροφίμων.

Οι ΑΚΖ των γεωργικών προϊόντων πολύ συχνά λαμβάνουν υπόψη μόνο μία λειτουργία ενός γεωργικού συστήματος: την παροχή και την επεξεργασία βιομάζας για την παραγωγή τροφίμων, ινών ή βιοενέργειας. Αντιπροσωπεύοντας τα αγροτικά συστήματα με περιορισμένο τρόπο, αυτή η προσέγγιση που βασίζεται σε προϊόντα έρχεται σε έντονη αντίθεση με τα εννοιολογικά πλαίσια που εστιάζουν στην πολυλειτουργικότητα της γεωργίας και στην παροχή ενός ευρέος φάσματος υπηρεσιών οικοσυστήματος (συμβολή των οικοσυστημάτων στην ανθρώπινη ευημερία).

Η έννοια των υπηρεσιών οικοσυστήματος έχει αποκτήσει αυξανόμενη παγκόσμια αναγνώριση στη χάραξη πολιτικής την τελευταία δεκαετία και σήμερα αποτελεί σημαντικό ερευνητικό θέμα με ποικίλες προσεγγίσεις μοντελοποίησης και χαρτογράφησης σε πολλαπλές χωρικές και χρονικές κλίμακες. Ένα άλλο παράδειγμα μιας ευρύτερης άποψης της γεωργίας είναι η έννοια της αγροοικολογίας, η οποία αναγνωρίζεται από τους θεσμούς των Ηνωμένων Εθνών (ΟΗΕ) ως επιστημονικό και κοινωνικό κίνημα στη μετάβαση σε βιώσιμα συστήματα διατροφής και ως μονοπάτι για την επίτευξη των Στόχων Βιώσιμης Ανάπτυξης (SDGs) του ΟΗΕ. Η βιολογική γεωργία περιλαμβάνει πολλές αγροοικολογικές πρακτικές. Ο οργανισμός-ομπρέλα του, IFOAM - Organics International, το ορίζει ως «σύστημα παραγωγής που υποστηρίζει την υγεία των εδαφών, των οικοσυστημάτων και των ανθρώπων» και «στηρίζεται σε οικολογικές διαδικασίες, βιοποικιλότητα και κύκλους προσαρμοσμένους στις τοπικές συνθήκες», βασίζοντάς το τελικά σε τέσσερις αρχές: υγεία, οικολογία, δικαιοσύνη και φροντίδα.

Οι Willet, υπογραμμίζουν τον επείγοντα χαρακτήρα του μετασχηματισμού των παγκόσμιων συστημάτων τροφίμων ώστε να ανταποκρίνονται στους SDG και τη συμφωνία του ΟΗΕ για το κλίμα του Παρισιού. Προτείνουν πλανητικά όρια για έξι βασικές διαδικασίες του γήινου συστήματος (κλιματική αλλαγή, αλλαγή του συστήματος γης, χρήση γλυκού νερού, ανακύκλωση αζώτου και φωσφόρου και απώλειες βιοποικιλότητας) στις οποίες η παραγωγή και η κατανάλωση τροφίμων έχουν μεγάλο αντίκτυπο.



## 2. Κλιματική κρίση

Η Γη αντιμετωπίζει τεράστιες και άνευ προηγουμένου δυσκολίες καθώς εισέρχεται στην Ανθρωπόκαινη εποχή. Οι άνθρωποι μπόρεσαν να επέμβουν και να διαταράξουν τα φυσικά οικοσυστήματα λόγω της ανόδου της βιομηχανίας και της προόδου της τεχνολογίας, μεταξύ άλλων (Φλογαίτη, 2011). Ταυτόχρονα, η ταχεία αύξηση του παγκόσμιου πληθυσμού από 1 δισεκατομμύριο στις αρχές του 19ου αιώνα σε 7,6 δισεκατομμύρια στα μέσα του 2017 (ΟΗΕ 2017), η μαζική αστικοποίηση, οι αυξημένες απαιτήσεις σε τρόφιμα και ενέργεια και η υπερκατανάλωση αγαθών είναι όλοι παράγοντες που προκαλούν αλλαγές στο φυσικό περιβάλλον τέτοιου μεγέθους και εμβέλειας που συχνά περιγράφονται ως μη αναστρέψιμες. Αυτές οι αλλαγές έχουν άμεση επίδραση σε κάθε πτυχή της ανθρώπινης ζωής (οικονομική, κοινωνική και περιβαλλοντική) (Πολλάκη & Τσαμπούκου-Σκαναβή, 2016) και αποτελούν απειλή όχι μόνο για τις μελλοντικές γενιές, αλλά και για τις σημερινές. Η κλιματική αλλαγή είναι η πιο καθοριστική και κρίσιμη συνέπεια αυτού του δρόμου προς την περιβαλλοντική υποβάθμιση (Dow & Dowing, 2007).

### 2.1. Κλιματική αλλαγή

Η κλιματική αλλαγή είναι το αποτέλεσμα μιας ποικιλίας αιτιών που προκύπτουν από τη συνεχή εξέλιξη του πλανήτη Γη σε πολλές γεωλογικές ηλικίες. Ωστόσο, υπάρχει αυξανόμενη ανησυχία σε σχέση με τις ανθρωπογενείς εξελίξεις που συμβάλλουν στις συνέπειες της κλιματικής αλλαγής, αν και ασημαντες. Η διαδικασία της κλιματικής αλλαγής επιταχύνθηκε, λόγω της εκβιομηχάνισης- που άρχισε προς το τέλος του 17ου αιώνα- και, ως αποτέλεσμα, των αυξημένων εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα. Τα μετρούμενα επίπεδα αερίων του θερμοκηπίου έχουν σχεδόν υπερβεί τα όρια ανοχής, θέτοντας σε κίνδυνο την επιβίωση όλων των ζωντανών ειδών, ενώ οι απαιτήσεις ανθρώπινης ανάπτυξης προστίθενται σε ζητήματα όπως η αποψίλωση των δασών, η αστικοποίηση και άλλες μεταβλητές που επιταχύνουν την κλιματική αλλαγή (Appannagari, 2017).

Η κλιματική αλλαγή είναι ένα φαινόμενο που υπάρχει από την ίδρυση του πλανήτη και προκαλεί αλλαγές στα καιρικά πρότυπα. Το σύστημα του κλίματος αποτελείται από κλιματικά στοιχεία (την βιόσφαιρα, την ποδόσφαιρα, την κρυόσφαιρα, την υδρόσφαιρα και την ατμόσφαιρα), τα οποία συνδέονται όλα με πολύπλοκες συνδέσεις. Ως αποτέλεσμα, οποιαδήποτε διακοπή σε ένα στοιχείο του συστήματος κλίματος έχει άμεσο ή έμμεσο αντίκτυπο σε ολόκληρο το σύστημα. Ως αποτέλεσμα, εάν αυτές οι διαταραχές συμβαίνουν σε παγκόσμια κλίμακα, συνδέονται με αλλαγές ή διαταραχές του κλίματος του πλανήτη (Mellieres and Marechal, 2015; Jug et al., 2018). Η κλιματική αλλαγή θεωρείται ως ένα από τα πιο σημαντικά ζητήματα, καθώς και ένας από τους πιο επικίνδυνους και σοβαρούς κινδύνους, με αρνητικές συνέπειες σε όλους τους τομείς (τον περιβαλλοντικό, τον κοινωνικό και τον οικονομικό) (Jug et al., 2018)

Η κλιματική αλλαγή έχει τη μεγαλύτερη και πιο καταστροφική επίδραση στη γεωργία, ιδιαίτερα στην παραγωγή τροφίμων, η οποία απαιτείται για να ικανοποιήσει τις απαιτήσεις μιας υδρογείου με διαρκώς αυξανόμενο πληθυσμό. Αναμένεται ότι η αγροτική παραγωγή θα πρέπει να επεκταθεί κατά 70% έως το 2050 για να συμβαδίσει με την πληθυσμιακή αύξηση και τις διατροφικές αυξανόμενες απαιτήσεις (Aune, 2012). Μέχρι το 2050, η γη πρέπει να μπορεί να παρέχει τροφή, σε οικονομικά προσιτή τιμή, και την ανάλογη πρόσβαση στην ενέργεια και τους πόρους σε εννέα δισεκατομμύρια ανθρώπους, ενώ συγχρόνως να επεκταθεί η στέγαση και οι υπηρεσίες σε δύο δισεκατομμύρια ακόμη κατοίκους πόλεων, μειώνοντας παράλληλα τις εκπομπές και βελτιώνοντας την ανθεκτικότητα (World Bank, 2016). Τις δύο προηγούμενες δεκαετίες, η ανθρωπότητα έχει υποστεί ακραίες καιρικές και -κατ'επέκταση- κλιματικές συνθήκες, οι οποίες είχαν ποικίλους βαθμούς επιρροής στην οικονομία, το περιβάλλον και άλλους παράγοντες. Εκατομμύρια άνθρωποι έχουν ήδη επηρεαστεί από τα ακραία καιρικά φαινόμενα και θέτουν σε κίνδυνο την ασφάλεια τροφίμων και του νερού τους, καθώς και τις γραμμές τροφοδοσίας της υπαίθρου και τη βιωσιμότητα αρκετών παράκτιων κοινοτήτων (World Bank, 2016).

Οι παγκόσμιες θερμοκρασίες του αέρα αυξήθηκαν κατά 0,6 βαθμούς Κελσίου τον εικοστό αιώνα, σύμφωνα με μελέτη της Διεθνούς Επιτροπής για την Κλιματική Αλλαγή (IPCC) (2014), λόγω κυρίως της ανθρώπινης δραστηριότητας. Σύμφωνα με τις κλιματικές προβλέψεις, από τώρα έως το τέλος του εικοστού πρώτου αιώνα, η θερμοκρασία της ατμόσφαιρας του εδάφους θα αυξηθεί κατά 1,4-5,8 βαθμούς Κελσίου, ενώ οι βροχοπτώσεις παγκοσμίως θα αυξηθούν κατά 5% έως 25% (Jug et

al., 2018). Τα κύματα καύσωνα και οι έντονες βροχοπτώσεις αναμένεται να γίνουν πιο συχνές, έντονες και μακροχρόνιες σε πολλές περιοχές του κόσμου. Ταυτόχρονα, η μέσος όρος στάθμης της θάλασσας θα συνεχίσει να ανεβαίνει με ανησυχητικό ρυθμό και η οξύτητα και η θερμοκρασία των ωκεανών θα φτάσουν σε μη ασφαλή επίπεδα για όλες τις μορφές ζωής (IPCC, 2014). Η κλιματική αλλαγή είναι, χωρίς αμφιβολία, η πιο πιεστική ανησυχία του εικοστού πρώτου αιώνα. Οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>), μεθανίου (CH<sub>4</sub>) και υποξειδίου του αζώτου (NO<sub>x</sub>) αυξήθηκαν ως αποτέλεσμα των βιομηχανικών και γεωργικών επαναστάσεων (NO). Το «αυξημένο φαινόμενο του θερμοκηπίου» έχει δημιουργηθεί ως αποτέλεσμα των υψηλότερων επιπέδων αυτών των αερίων, το οποίο έχει εντείνει τις μεταβολές στην θερμοκρασία και το κλίμα του πλανήτη (Singh and Singh, 2017). Τα αέρια του θερμοκηπίου δεν είναι απαραίτητα επιζήμια επειδή κρατούν τη Γη αρκετά ζεστή ώστε τα ζωντανά είδη να ζουν στην επιφάνειά της. Οι ανεξέλεγκτες -και σε υπερβολικό βαθμό- εκπομπές από ανθρώπινες δραστηριότητες είναι η πηγή του προβλήματος (CCAFS, 2016). Έχει σημειωθεί αύξηση 75 τοις εκατό στις εκπομπές θερμοκηπίου παγκοσμίως από το 1970. Το CO<sub>2</sub> αντιπροσωπεύει πλέον το 76% των συνολικών εκπομπών, ακολουθούμενο από CH<sub>4</sub> (16%), N<sub>2</sub>O (6%) και διάφορα αέρια (2%). Η κλιματική αλλαγή έχει αναγνωριστεί από το 1960, όταν μια ομάδα ατόμων διαμαρτυρήθηκε για ένα ρυπογόνο εργοστάσιο στο Ηνωμένο Βασίλειο. Έκτοτε, οι επιστήμονες έχουν εντοπίσει τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής και μια εκστρατεία για την προστασία της Γης και των κατοίκων της έχει ενδυναμωθεί. Η πρώτη παγκόσμια δήλωση και συνειδητοποίηση της σημασίας της αντιμετώπισης της κλιματικής αλλαγής έγινε το 1972 στη Διάσκεψη της Στοκχόλμης. Ταυτόχρονα, αναγνωρίζεται ότι, ενώ η κλιματική αλλαγή επηρεάζει τόσο τις εύπορες όσο και τις φτωχές χώρες, ο βαθμός επιρροής ποικίλλει. Μετά τις προσπάθειες από τα Ηνωμένα Έθνη, ιδιαίτερα μετά τη Διάσκεψη της Στοκχόλμης, οι άνθρωποι συνειδητοποίησαν περισσότερο την υποβάθμιση του περιβάλλοντος και την επιρροή της στο κλίμα και τους φυσικούς πόρους. Στην Διάσκεψη της Στοκχόλμης αναγνωρίστηκε η «Ανάπτυξη» καθώς και η επίδραση της ανάπτυξης και της εκβιομηχάνισης ποιοτικά στο περιβάλλον. Αυτή η συνάντηση οδήγησε στη δημιουργία του Προγράμματος των Ηνωμένων Εθνών για το Περιβάλλον (UNEP) (Appannagari, 2017). Η κλιματική αλλαγή είναι επίσης μία από τις προτεραιότητες της Στατιστικής Διεύθυνσης των Ηνωμένων Εθνών (UNSD) για τις περιβαλλοντικές στατιστικές. Διάφορα έθνη υποχρεούνται από τη Σύμβαση Πλαίσιο του ΟΗΕ για την Κλιματική Αλλαγή (UNFCCC) να αναφέρουν τις εκπομπές

αερίων του θερμοκηπίου προκειμένου να καταπολεμήσουν την υπερθέρμανση του πλανήτη (GHG). Η Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή (IPCC) ιδρύθηκε ως μέρος της Σύμβασης Πλαισίου των Ηνωμένων Εθνών για την Κλιματική Αλλαγή (UNFCCC) (IPCC). Το «Πλαίσιο για την Ανάπτυξη των Περιβαλλοντικών Στατιστικών» αναπτύχθηκε από τη Στατιστική Υπηρεσία των Ηνωμένων Εθνών το 1984, με χρηματοδότηση από το Περιβαλλοντικό Πρόγραμμα των Ηνωμένων Εθνών, για τη συλλογή περιβαλλοντικών στατιστικών και συναφών μεταβλητών (UFDES). Το FDES προσδιορίζει το εύρος των στατιστικών για το περιβάλλον συσχετίζοντας περιβαλλοντικά στοιχεία με κατηγορίες πληροφοριών με βάση την κατανόηση ότι τα περιβαλλοντικά ζητήματα είναι αποτέλεσμα ανθρώπινων ενεργειών και φυσικών φαινομένων που αντικατοπτρίζουν μια αλυσίδα δράσης, επίδρασης και απόκρισης.

Μια δεκαετία αργότερα, το 1995, η Υπηρεσία Στατιστικών Δεδομένων των Ηνωμένων Εθνών δημοσίευσε έναν κατάλογο με περιβαλλοντικούς δείκτες με βάση την έρευνα που διεξήχθη στα συμμετέχοντα κράτη και τη συνεργασία με τη Διακυβερνητική Ομάδα για τις Περιβαλλοντικές Στατιστικές. Σύμφωνα με το FDES, η συντριπτική πλειοψηφία των περιβαλλοντικών δεικτών που σχετίζονται με την κλιματική αλλαγή μπορεί να βρεθεί. Η κλιματική αλλαγή είναι ιδιαίτερα δύσκολο να αντιμετωπιστεί ως ξεχωριστό ζήτημα από τα περιβαλλοντικά δεδομένα. Έτος είναι το 2017 (Αππαναγγάρη, 2017). CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, HFCs, NO<sub>x</sub>, εξαθροϊούχο θείο και υπερφθοράνθρακες είναι από τα πιο σημαντικά αέρια θερμοκηπίου που αντιμετωπίζονται ως μέρος της Σύμβασης Πλαισίου των Ηνωμένων Εθνών για την Κλιματική Αλλαγή (UNFCCC, 2008). Από τη Βιομηχανική Επανάσταση, η ανθρώπινη δραστηριότητα έχει αυξήσει τις συγκεντρώσεις CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> και N<sub>2</sub>O κατά 30%, 145% και 15%, αντίστοιχα, σύμφωνα με μετρήσεις (Lenka et al., 2015).

## 2.2. Πηγές εκπομπών αερίων θερμοκηπίου

Οι ανθρωπογενείς εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου έχουν αυξηθεί παράλληλα με την οικονομική και πληθυσμιακή αύξηση από την προβιομηχανική εποχή (IPCC, 2014). Οι συγκεντρώσεις CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> και N<sub>2</sub>O στην ατμόσφαιρα είναι ασύγκριτες εδώ και τουλάχιστον 800.000 χρόνια. Η αύξηση της θερμοκρασίας της γης που έχει παρατηρηθεί από τα μέσα του εικοστού αιώνα είναι το αποτέλεσμα

αυτής της αύξησης (Singh and Singh, 2017). Ως αποτέλεσμα, οι ακόλουθες είναι οι κύριες πηγές αυξημένων συγκεντρώσεων αερίων θερμοκηπίου:

- Παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού: Ο άνθρακας, το φυσικό αέριο και η καύση πετρελαίου για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και τη θέρμανση των σπιτιών είναι οι κύριες αιτίες των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου που προκαλούν την υπερθέρμανση του πλανήτη. Το 2010 αντιπροσώπευε το ένα τέταρτο των παγκόσμιων εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.
- Βιομηχανία: Η καύση ορυκτών καυσίμων για την παραγωγή ενέργειας ευθύνεται για την πλειονότητα των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου από τη βιομηχανία. Οι εκπομπές μεταλλικών, μεταλλουργικών και χημικών ενώσεων οι οποίες δεν συνδέονται με την ενέργεια που καταναλώνεται, καθώς και οι εκπομπές από εργασίες διαχείρισης αποβλήτων περιλαμβάνονται σε αυτόν τον τομέα. Δεν υπάρχουν εκπομπές από τη βιομηχανική χρήση ενέργειας στη βιομηχανία παραγωγής ενέργειας και θερμότητας. Οι εκπομπές αποτελούσαν το 21% των παγκόσμιων εκπομπών το 2010.
- Γεωργική δραστηριότητα, δασοκομία και διάφορες χρήσεις γης: Οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου από τον τομέα αυτό προέρχονται κυρίως από τη γεωργία (τις αγροτικές καλλιέργειες και την εκτροφή ζώων) και την αποψίλωση των δασών. Η συγκεκριμένη εκτίμηση δεν περιλαμβάνει την ποσότητα του CO<sub>2</sub> που απομακρύνεται από τα οικοσυστήματα με τη δέσμευση του στο έδαφος, στη βιομάζα, και στα νεκρά οργανικά υλικά, τα οποία αντισταθμίζουν περίπου το 20% των εκπομπών από αυτόν τον τομέα. Για το 2010 ήταν περίπου 21%.
- Μεταφορές: Οι εκπομπές από τον κλάδο των μεταφορών σχετίζονται κυρίως με αεροπορικά, θαλάσσια, οδικά και σιδηροδρομικά ταξίδια. Τα καύσιμα με βάση το πετρέλαιο αντιπροσωπεύουν σχεδόν το σύνολο της ενέργειας των μεταφορών παγκοσμίως (βενζίνη και ντίζελ). Οι εκπομπές αερίων θερμοκηπίου αυτής της βιομηχανίας προκαλούνται εν μέρει από την παραγωγή ενέργειας και την άμεση καύση καυσίμων για τη θέρμανση των σπιτιών. Επειδή περιλαμβάνονται και εκτιμώνται στον προαναφερθέντα τομέα παραγωγής ενέργειας και θερμότητας, οι εκπομπές από την ηλεκτρική κατανάλωση των κτιρίων δεν περιλαμβάνονται σε αυτόν τον υπολογισμό. Το έτος 2010, οι εκπομπές ανήλθαν στο 6% των συνολικών παγκόσμιων εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.
- Άλλη ενέργεια: Η εξόρυξη, η διύλιση, η επεξεργασία και η μεταφορά ορυκτών καυσίμων, καθώς και άλλες εκπομπές από την ενεργειακή βιομηχανία,

περιλαμβάνονται εδώ. Το 2010, εξέπεμψε το 10% των συνολικών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στον κόσμο. (USEPA, 2018).

Λόγω της σημασίας της κλιματικής αλλαγής για την αγροτική παραγωγικότητα και των τεράστιων ποσοτήτων αερίων του θερμοκηπίου που εκπέμπονται στην ατμόσφαιρα από βιολογικές δραστηριότητες και διεργασίες, είναι σαφές ότι η γεωργία παίζει σημαντικό ρόλο στην κλιματική αλλαγή (Singh and Singh, 2017). Ενώ είναι γνωστό ότι τα αέρια του θερμοκηπίου δημιουργούνται από τη χρήση ορυκτών καυσίμων και βιομηχανικών δραστηριοτήτων, ο ρόλος του γεωργικού τομέα συχνά παραβλέπεται (CCAFS, 2016). Η κλιματική αλλαγή δημιουργεί τεράστιες δυσκολίες και δυνατότητες προόδου, απαιτώντας τη δημιουργία συντονισμένων στρατηγικών για την αντιμετώπισή τους (The World Bank, 2016).

### 2.3. Γεωργία και κλιματική αλλαγή

Η κλιματική αλλαγή στον κόσμο, όπως περιγράφηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο, επιδεινώνεται από ανθρωπογενείς δραστηριότητες, η επίδραση των οποίων την καθιστά μοναδική και άνευ προηγουμένου, ενώ αποτελεί επίσης σοβαρό κίνδυνο για την παραγωγή τροφίμων, μεταξύ άλλων. Οι διακυμάνσεις της θερμοκρασίας που είναι έως και 30 φορές πιο γρήγορες από ό,τι στο παρελθόν έχουν σημαντικό αντίκτυπο στη συχνότητα και την ισχύ των ανέμων, των νεφών και ως εκ τούτου στην ποιότητα και την ένταση του ηλιακού φωτός που φτάνει στην επιφάνεια της Γης. Ταυτόχρονα, οι αλλαγές στα καιρικά πρότυπα και ο αντίκτυπός τους στις τοπικές βροχοπτώσεις έχουν σημαντικό αντίκτυπο στη γεωργική βιομηχανία. Αυτό συμβαίνει επειδή η κλιματική αλλαγή έχει αντίκτυπο στην παροχή νερού, τη βιοποικιλότητα, τη δασοκομία, την υγεία των ζώων και των φυτών και την επιβίωση (Jug et al., 2018). Περιλαμβάνεται μεταξύ των σημαντικότερων τομέων-παραγωγών αερίων θερμοκηπίου-ως κλάδος, όπως περιγράφηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο. Η γεωργία, για παράδειγμα, είναι η τέταρτη πιο σημαντική πηγή εκπομπών θερμοκηπίου στην Ευρωπαϊκή Ένωση, πίσω από την παραγωγή ενέργειας, τη βιομηχανία και τις μεταφορές (Jug et al., 2018). Ταυτόχρονα, οι αλλαγές στα καιρικά πρότυπα και ο αντίκτυπός τους στις τοπικές βροχοπτώσεις έχουν σημαντική επίδραση στη γεωργική βιομηχανία.

## 2.4. Πως η κλιματική αλλαγή επηρεάζει τη γεωργία

Ο αγροτικός τομέας ασχολείται με την εκτεταμένη καλλιέργεια φυτικών ειδών και την εκτροφή ζωικών ειδών με σκοπό την παραγωγή τροφίμων, καθώς και αγαθών για άλλους σκοπούς (Encyclopedia, 2008). Ως αποτέλεσμα, η άνοδος της θερμοκρασίας, οι βροχοπτώσεις και η σοβαρότητα και η συχνότητα των ακραίων καιρικών φαινομένων επιβαρύνουν το παγκόσμιο γεωργικό σύστημα, το οποίο ήδη προσπαθεί να καλύψει τις αυξανόμενες ανάγκες για τρόφιμα και ανανεώσιμες πηγές ενέργειας σε έναν κόσμο του οποίου ο πληθυσμός αυξάνεται με εκθετικό ρυθμό. Ταυτόχρονα, το μεταβαλλόμενο κλίμα επιδεινώνει τις δυσκολίες με τα αποθέματα φυσικών πόρων, όπως η έλλειψη νερού και η υποβάθμιση του εδάφους, περιπλέκοντας περαιτέρω τις ανησυχίες του αγροτικού τομέα. Η κλιματική αλλαγή έχει διαφορετικές συνέπειες σε διαφορετικά μέρη, ανάλογα με την ισχύ των αλλαγών στη θερμοκρασία και τα επίπεδα βροχόπτωσης, καθώς και με τον τρόπο αλληλεπίδρασης αυτών των στοιχείων. Αυτό σημαίνει ότι ορισμένα μέρη του κόσμου επωφελούνται από τις μεταβαλλόμενες συνθήκες, όπως η Νορβηγία, όπου η επέκταση της καλλιεργητικής περιόδου λόγω αυξημένων θερμοκρασιών μπορεί να προσφέρει νέες γεωργικές προοπτικές (Zeshan and Ko, 2017). Ωστόσο, τα επίπεδα παραγωγικότητας συνεχίζουν να πέφτουν και αυτή η τάση προβλέπεται να συνεχιστεί λόγω των αλλαγών στις θερμοκρασίες, των απαιτήσεων σε νερό των καλλιεργειών και της διαθεσιμότητας και ποιότητας νερού (ΟΟΣΑ, 2015). Η κλιματική αλλαγή πιστεύεται ότι είναι υπεύθυνη για το 32-39 τοις εκατό της μεταβλητότητας της γεωργικής παραγωγής, ειδικά όταν πρόκειται για την επίδραση άμεσων και έμμεσων αιτιών. Με άλλα λόγια, η κλιματική αλλαγή επηρεάζει τη γεωργία τόσο σε τοπικό όσο και σε παγκόσμιο επίπεδο, τόσο άμεσα (προκαλώντας φυσική, χημική και βιολογική φθορά) όσο και έμμεσα (δημιουργώντας οικονομικές, κοινωνικές, τεχνολογικές, τεχνικές και πολιτικές προκλήσεις) (Jug et al., 2018).

Η θερμότητα, μαζί με το φως του ήλιου, το νερό και το έδαφος, είναι οι παράγοντες που απαιτούνται για την ανάπτυξη των ειδών φυτών, σύμφωνα με έρευνα που διεξήχθη από τον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Περιβάλλοντος. Οι υψηλότερες θερμοκρασίες στην ατμόσφαιρα έχουν ήδη επηρεάσει τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου σε πολλά μέρη του κόσμου. Οι ημερομηνίες ανθοφορίας και συγκομιδής είναι συχνά νωρίτερα στην καλλιεργητική περίοδο, δημιουργώντας προβλήματα στον

αγροτικό κύκλο ζωής (ESA, 2015). Ο αντίκτυπος της παγκόσμιας κλιματικής αλλαγής στον αγροτικό τομέα, σύμφωνα με τον Διεθνή Οργανισμό Τροφίμων και Γεωργίας (FAO) (2007), εκδηλώνεται κυρίως σε αλλαγές στην κατανομή και την ένταση των βροχοπτώσεων, στην αύξηση της θερμοκρασίας του αέρα, στην υποβάθμιση του εδάφους (φυσικά, βιολογική και χημική συστατικά), συντόμευση ή επιμήκυνση της καλλιεργητικής περιόδου, αλλαγές στην υγρασία του αέρα και αυξημένη ανάπτυξη παρασίτων, ασθενειών και ζιζανίων. Οι κύριες επιπτώσεις των προαναφερθέντων επιπτώσεων στη γεωργία παγκοσμίως σχετίζονται κυρίως με μειωμένες αποδόσεις των καλλιεργειών, χαμηλότερο μερίδιο της γεωργίας στο ΑΕΠ, διακυμάνσεις των τιμών των γεωργικών προϊόντων (κυρίως τροφίμων) στην παγκόσμια αγορά, αύξηση της παγκόσμιας πείνας, αυξημένη μεταναστευτική ροή και αυξημένες συγκρούσεις (Jug et al., 2018). Η κλιματική αλλαγή έχει αποδειχθεί επιστημονικά ότι δεν επηρεάζει ολόκληρο τον κόσμο με τον ίδιο τρόπο ή με την ίδια σοβαρότητα. Ως αποτέλεσμα, ορισμένα μέρη του κόσμου κερδίζουν από την κλιματική αλλαγή (π.χ. ψυχρές περιοχές με μεγαλύτερες περιόδους ανάπτυξης κ.λπ.), ενώ άλλα υποφέρουν (π.χ. θερμότερες περιοχές με χαμηλότερες γεωργικές αποδόσεις, υποβάθμιση του εδάφους κ.λπ.) (Aronino et al., 2019). Η παραγωγικότητα των καλλιεργειών έχει αυξηθεί στη Βόρεια Ευρώπη καθώς η καλλιεργητική περίοδος και η περίοδος χωρίς παγετό έχουν παραταθεί και οι δύο. Τα ακραία κύματα καύσωνα και η περιορισμένη βροχόπτωση, από την άλλη πλευρά, υποδηλώνουν λιγότερη διαθεσιμότητα νερού στη νότια Ευρώπη, με αποτέλεσμα χαμηλότερη γεωργική παραγωγή. Επιπλέον, λόγω ισχυρών πιέσεων νερού ή θερμότητας σε συγκεκριμένες μεσογειακές τοποθεσίες, αρκετές καλλιέργειες που συνήθως καλλιεργούνται κατά τους καλοκαιρινούς μήνες είναι πιθανό να αρχίσουν να αναπτύσσονται κατά τους χειμερινούς μήνες. Ωστόσο, λόγω των υπερβολικά ζεστών και ξηρών καλοκαιριών σε τμήματα της νοτιοανατολικής Ευρώπης και της δυτικής Γαλλίας, ορισμένες γεωργικές αποδόσεις μειώνονται, με ελάχιστη δυνατότητα μεταφοράς της συγκομιδής στους χειμερινούς μήνες (EEA, 2015). Σε πολλές περιπτώσεις, πολλά είδη επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής συνδυάζονται σε συγκεκριμένες περιοχές. Αυτό μπορεί να κάνει μια περιοχή πολύ πιο ευάλωτη στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής. Το αν η επιρροή στη γεωργική βιομηχανία θα είναι ευεργετική ή αρνητική καθορίζεται σε μεγάλο βαθμό από τα χαρακτηριστικά μιας χώρας. Η ενίσχυση της βροχόπτωσης, για παράδειγμα, μπορεί να βοηθήσει τα ημίξηρα μέρη αυξάνοντας την υγρασία του εδάφους, αλλά μπορεί να επιδεινώσει τις δυσκολίες σε τοποθεσίες όπου



υπάρχει ήδη πάρα πολύ νερό, όταν η μείωση της βροχόπτωσης θα ήταν χρήσιμη. Λόγω της διαθεσιμότητας νερού άρδευσης στις αρδευόμενες περιοχές, οι αρνητικές επιπτώσεις των κυμαινόμενων βροχοπτώσεων και της αύξησης της θερμοκρασίας μετριάζονται, καθιστώντας τις καλλιέργειες πιο προσαρμοστικές στην κλιματική αλλαγή.

Τα αποθέματα υπόγειων και επιφανειακών υδάτων συμβάλλουν στην αντιστάθμιση των συνεπειών της κλιματικής αλλαγής σε αυτό το περιβάλλον, αλλά οι γεωργικές αποδόσεις εξακολουθούν να επηρεάζονται αρνητικά. εξαρτώνται τόσο από τη μηχανική σύνθεση του εδάφους όσο και από το είδος της καλλιέργειας (Agonino et al., 2019). Οι αποδόσεις των καλλιεργειών προβλέπεται επίσης να μειώνονται χρόνο με το χρόνο ως αποτέλεσμα των δυσμενών καιρικών συνθηκών και άλλων ζητημάτων όπως παράσιτα και ασθένειες. Η άνοδος της θερμοκρασίας και οι μεγαλύτερες εποχές διαταράσσουν τους βιολογικούς κύκλους ορισμένων ειδών, όπως τα χοροκατακτητικά ζιζάνια, τα έντομα και οι ασθένειες, μειώνοντας την παραγωγή τροφής. Η κλιματική αλλαγή επηρεάζει επίσης την αποθήκευση υγρασίας του εδάφους, την επιφανειακή απορροή και την πρόσληψη νερού από τα φυτά, αλλάζοντας το πρότυπο και την έκταση των βροχοπτώσεων, καθώς και τη διαδικασία εξάτμισης. Οι διάφορες φάσεις της φυτικής παραγωγής επηρεάζονται τόσο από την έλλειψη νερού όσο και από την αφθονία. Οι περισσότερες καλλιέργειες βλάπτονται από την καταπόνηση λόγω υγρασίας κατά την ανθοφορία, την επικονίαση και την καρποφορία. Το στρες λόγω υγρασίας προκαλείται από την αυξημένη εξάτμιση του νερού από το έδαφος, καθώς και από την επιτάχυνση της αναπνοής των φυτών. Αυξημένη απορρόφηση CO<sub>2</sub> από τα φυτά μέσω του στόματος κατά τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης, η οποία παράγει υδατάνθρακες για την ανάπτυξη των φυτών, έχει διαπιστωθεί σε έρευνα. Τα φυτικά είδη ανταποκρίνονται στο CO<sub>2</sub> διαφορετικά ανάλογα με το αν ανήκουν στην κατηγορία φωτοσύνθεσης C3 (χειμερινά δημητριακά, για παράδειγμα) ή C4 (καλαμπόκι, βαμβάκι, για παράδειγμα) (Singh and Singh, 2017). Δεδομένου ότι οι συνέπειες της κλιματικής αλλαγής κατανέμονται δυσανάλογα μεταξύ των ατόμων και μεταξύ των καλλιεργειών, ήταν πιο προφανές ότι ο γεωργικός τομέας αντιμετωπίζει ποικίλα ζητήματα ως αποτέλεσμα της κλιματικής αλλαγής, τα οποία είναι διαφορετικά και μοναδικά για κάθε μέρος της γης. Τα ακραία καιρικά φαινόμενα (ισχυροί άνεμοι, χαλάζι, έντονες βροχοπτώσεις κ.λπ.) προκαλούν σημαντικές ζημιές στις καλλιέργειες και, ως αποτέλεσμα, τεράστιες απώλειες στα γεωργικά έσοδα σε πολλές περιοχές του κόσμου. Μικρές διακυμάνσεις στις

βροχοπτώσεις και τις θερμοκρασίες, από την άλλη πλευρά, μπορούν να έχουν σημαντικό αντίκτυπο στις αποδόσεις των καλλιεργειών και στην ποιότητα των καρπών, και ως εκ τούτου στην τιμολόγηση των γεωργικών προϊόντων (Kolaž et al., 2018).

Συνοψίζοντας, οι αλλαγές στους πόρους γης και νερού είναι μια συνεχής και άμεση ένδειξη ότι η κλιματική αλλαγή επηρεάζει τη γεωργία. Αναμένονται μακροχρόνιες ελλείψεις νερού, κακή ποιότητα εδάφους, ξηρασίες και ερημοποίηση, πλημμύρες, ασθένειες των καλλιεργειών και των ζώων, η αύξηση της στάθμης της θάλασσας και άλλες επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής. Η γεωργική παραγωγή προβλέπεται να μειωθεί σε ευάλωτες περιοχές, λόγω της μειωμένης απόδοσης και της καταστροφής των καλλιεργειών που προκαλούνται από ακραία καιρικά φαινόμενα. Η κλιματική αλλαγή, από την άλλη πλευρά, προβλέπεται να έχει καλές συνέπειες στις εύκρατες ζώνες, όπως η επέκταση των περιόδων φύτευσης και ο εμπλουτισμός του εδάφους με άνθρακα (Kurukulasuriya and Rosenthal, 2003).

## 2.5. Πως η γεωργία συμβάλει στην κλιματική αλλαγή

Η κλιματική αλλαγή επιδεινώνεται από την παραγωγή και κατανάλωση τροφίμων και γεωργικών προϊόντων. Ο αγροτικός τομέας συμβάλλει στο φαινόμενο του θερμοκηπίου κατά 17% άμεσα μέσω γεωργικών δραστηριοτήτων και άλλο 7% έως 14% έμμεσα μέσω των αλλαγών στις χρήσεις γης. Η γεωργική βιομηχανία είναι μια σημαντική πηγή εκπομπών τόσο οξειδίου του αζώτου (NO<sub>x</sub>) όσο και μεθανίου (CH<sub>4</sub>), αντιπροσωπεύοντας το 58 τοις εκατό όλων των ανθρωπογενών NO<sub>x</sub> και το 47 τοις εκατό όλων των ανθρωπογενών εκπομπών CH<sub>4</sub> σε αποθέματα υπόγειων και επιφανειακών υδάτων, αν και ο αντίκτυπος στη γεωργική παραγωγή είναι ακόμη σημαντικός. Αυτή η τάση είναι ιδιαίτερα εμφανής στο σημαντικά αυξημένο δυναμικό θέρμανσης του N<sub>2</sub>O και του μεθανίου σε σύγκριση με το CO<sub>2</sub> (OECD, 2015; Chiriaco et al., 2017). Μετά από δεκαετίες επιστημονικής έρευνας, ο ρόλος της γεωργίας στην κλιματική αλλαγή μέσω των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου (GHG) έχει γίνει ευρέως αποδεκτός. Οι παγκόσμιες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου επιδεινώνονται από τις γεωργικές επιχειρήσεις με τους ακόλουθους τρόπους:

A) Άμεσα, μέσω των εκπομπών οξειδίων του αζώτου του εδάφους, της εφαρμογής λιπασμάτων, της διάθεσης των ζώων που βόσκουν, της παραγωγής μεθανίου από

μηρυκαστικά (εντερική ζύμωση), της καύσης υπολειμμάτων καλλιεργειών και της καλλιέργειας ρυζιού.

Β) Έμμεσα, ως αποτέλεσμα μετατοπίσεων στη χρήση γης, όπως η αποψίλωση των δασών και η αποψίλωση των δασών Send (Agonino et al., 2019). Η καλλιέργεια του εδάφους για τις απαιτήσεις διαφορετικών ειδών φυτών μπορεί να οδηγήσει σε ταχύτερη διάσπαση της οργανικής ύλης του εδάφους, η οποία απελευθερώνει CO<sub>2</sub> και άλλα αέρια θερμοκηπίου στο περιβάλλον. Η αποψίλωση των δασών για γεωργικούς σκοπούς παρέχει επίσης παρόμοιο αριθμό ισοδυνάμων CO<sub>2</sub> επομένως η γεωργία στο σύνολό της ευθύνεται για το 17-30% των συνολικών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου (Hillier et al., 2011). Όταν η οργανική ύλη αποσυντίθεται απουσία οξυγόνου, όπως από εκτρεφόμενα ζώα, αποθηκευμένη κοπριά και ρύζι που καλλιεργείται σε συνθήκες πλημμύρας, το μεθάνιο (CH<sub>4</sub>) απελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα. Η εφαρμογή συνθετικών λιπασμάτων N και κοπριάς, καθώς και τα γεωργικά υπολείμματα που αφήνονται στο χωράφι, είναι ανθρωπογενείς πηγές εκπομπών N<sub>2</sub>O (Tongwane et al., 2016). Ο μικροβιακός μετασχηματισμός του αζώτου στα εδάφη και στην κοπριά μέσω διαδικασιών νιτροποίησης και απονιτροποίησης παράγει μονοξείδιο του αζώτου (NO), το οποίο συνήθως ενισχύεται όταν το διαθέσιμο άζωτο υπερβαίνει τις ανάγκες των φυτών, ιδιαίτερα σε υγρές συνθήκες. Καθώς η τεχνολογία και οι μέθοδοι παραγωγής βελτιώνονται, βελτιώνονται και οι εκπομπές λιπασμάτων, οι οποίες διαφέρουν από περιοχή σε περιοχή. Οι εκπομπές ηλεκτρικής ενέργειας από τη γεωργική παραγωγή ποικίλλουν ανά περιοχή και προβλέπεται ότι θα κυμαίνονται με την πάροδο του χρόνου καθώς χρησιμοποιούνται περισσότερα ορυκτά καύσιμα σε διάφορες περιοχές του κόσμου (Hillier et al., 2011a). Η χρήση της γεωργικής γης ήταν υπεύθυνη για το 15% περίπου των συνολικών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου τη δεκαετία του 1990. Το CH<sub>4</sub> και το NO, τα οποία είναι 23 και 296 φορές ισχυρότερα και πιο καταστροφικά αέρια θερμοκηπίου από το CO<sub>2</sub> μπορούν να βρεθούν σε εξαιρετικά μέτριες ποσότητες στο περιβάλλον. Οι αυξήσεις στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου είναι αναπόφευκτες όταν η γεωργία γίνεται πιο εντατική με τη χρήση τεράστιων ποσοτήτων ορυκτών καυσίμων και χημικών λιπασμάτων. Τα προηγούμενα σαράντα χρόνια, οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου έχουν σχεδόν τετραπλασιαστεί λόγω της αύξησης της χρήσης αζωτούχων και φωσφορικών λιπασμάτων σε εντατικά αρδευόμενες καλλιέργειες. Η γεωργία, κυρίως από αζωτούχα λιπάσματα, παρέχει το 65-80% του συνολικού οξειδίου του αζώτου παγκοσμίως. (Singh and Singh, 2017).

Οι εκπομπές CO<sub>2</sub> θεωρούνται ουδέτερες στη γεωργία επειδή συνδέονται με τον ετήσιο κύκλο σταθεροποίησης και οξείδωσης του άνθρακα μέσω της φωτοσύνθεσης. Η αναπνοή του εδάφους σχεδόν συνδυάζεται με την απορρόφηση CO<sub>2</sub> μέσω της φωτοσύνθεσης. Η ποσότητα, η ποιότητα και η κατανομή της πρωτογενούς παραγωγής καθορίζουν την ποσότητα του άνθρακα που εισάγεται στο έδαφος. Τα φυσικοχημικά και βιολογικά χαρακτηριστικά του εδάφους, τα οποία επηρεάζουν τη δραστηριότητα των μικροβίων και της πανίδας του εδάφους, επηρεάζουν τη διάσπαση της οργανικής ύλης και τη μικροβιακή αναπνοή. Υπάρχει επίσης μια αυξανόμενη συμφωνία για την αναπνοή του εδάφους, πράγμα που σημαίνει ότι όταν προστίθεται οργανική ύλη στο έδαφος, η ποσότητα CO<sub>2</sub> που εκπέμπεται είναι μεγαλύτερη. Με τον ίδιο τρόπο, τα εδάφη με μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε οργανικό άνθρακα απελευθερώνουν περισσότερο CO<sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα από τα εδάφη με χαμηλότερη περιεκτικότητα σε οργανικό άνθρακα. Τα υψηλότερα επίπεδα CO<sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα, από την άλλη πλευρά, προάγουν την ανάπτυξη των περισσότερων φυτών, ιδιαίτερα των γεωργικών καλλιεργειών C. Η αυξημένη παραγωγικότητα έχει ως αποτέλεσμα περισσότερα υπολείμματα φυτών στο έδαφος, γεγονός που μπορεί να αυξήσει την αποθήκευση οργανικής ύλης στο έδαφος. Ωστόσο, μια μεγαλύτερη ποσότητα CO<sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα συνδέεται με αύξηση της θερμοκρασίας, η οποία έχει καλές και αρνητικές επιπτώσεις στη φυτική παραγωγή. Εάν η παραγωγή πέσει, η αποθήκευση άνθρακα στο έδαφος υποφέρει. (Lenka et al., 2015). Τα εδάφη που χρησιμοποιούνται από αυτόν τον τομέα καλύπτουν σημαντικό μέρος της επιφάνειας του πλανήτη. Για παράδειγμα, το 2007, τα ζώα βοσκής και οι γεωργικές καλλιέργειες καταλάμβαναν το 40-50 τοις εκατό της επιφάνειας της γης, αυξημένο κατά 10% από το 1961. (Encyclopedia, 2008). Χωρίς αμφιβολία, ο γεωργικός τομέας, εκτός από τη συμβολή στην παραγωγή άμεσων και έμμεσων εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου (που αναλύονται παρακάτω), συμβάλλει επίσης στη μείωση των εκπομπών δεσμεύοντας άνθρακα στην υπέργεια βιομάζα ή ενσωματώνοντάς τον στο έδαφος αυξάνοντας την ποσότητα του. Η κατεύθυνση αυτών των ευεργετικών ή αρνητικών επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής καθορίζεται από το είδος των γεωργικών τεχνικών που χρησιμοποιούνται (Agonino et al., 2019).

### 2.5.1. Καλλιέργεια ρυζιού

Η καλλιέργεια ρυζιού προβλέπεται να καλύψει περίπου 1.515.400.000 εκατομμύρια στρέμματα στον κόσμο, με την πλειονότητα της γης να καλλιεργείται σε τοποθεσίες με μουσώνες ή συστήματα άρδευσης με κατάκλιση. Αυτές οι περιοχές καλλιέργειας ρυζιού αποτελούν σημαντική πηγή εκπομπών CH και N<sub>2</sub>O. Με περίπου το 94 τοις εκατό των εκπομπών μεθανίου να προέρχονται από αναπτυσσόμενες χώρες, είναι οι κύριοι παραγωγοί ρυζιού και ως εκ τούτου οι κορυφαίοι παραγωγοί εκπομπών μεθανίου. Οξειδωτικά βακτήρια CH, ή μεθανότροφα, καταναλώνουν μέρος του CH<sub>4</sub> που παράγεται από πλημμυρισμένα περιβάλλοντα. Η ποσότητα του CH<sub>4</sub> που απελευθερώνεται ελέγχεται από τη μικροβιακή οξείδωση του CH, ιδιαίτερα το αερόβιο CH<sub>4</sub>, που εμφανίζεται παντού στο έδαφος και στο υδάτινο περιβάλλον (Lenka et al., 2015).

### 2.5.2 Καλλιέργεια ανθοκομικών φυτών

Η καλλιέργεια ανθοκομικών φυτών και δρεπτόν άνθων εντάσσεται στις εντατικές για την γεωργία καλλιέργειες καθώς διατελούν παγκόσμιο οικονομικό ενδιαφέρον. Η παραγωγή άνθων σχετίζεται με διάφορες περιβαλλοντικές επιπτώσεις διότι οι καλλιεργητικές απαιτήσεις σε ενέργεια, άρδευση και γεωργικά σκευάσματα είναι υψηλές. Σε έρευνα που έλαβε χώρα σε θερμοκηπιακές εγκαταστάσεις στην Ελλάδα με καλλιέργεια γαρύφαλλων τα αποτελέσματα έδειξαν ότι κατά την συντήρηση των κομμένων άνθων στο ψυγείο αυξάνονται σημαντικά οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις της καλλιέργειας από τη χρήση τη ηλεκτρικής ενέργειας.

Αντίστοιχη έρευνα διεξήχθη από τον ερευνητή Russo και την ομάδα του (2008) σε δρεπτά άνθη και γλαστρικά φυτά. Από τα αποτελέσματα της έρευνας προκύπτει ότι η περιβαλλοντική επιβάρυνση διαφοροποιείται ανάλογα το είδος κάλυψης των θερμοκηπιακών εγκαταστάσεων και τις τεχνικές καλλιεργητικής διαχείρισης. Η εν λόγω έρευνα διεξήχθη σε θερμοκήπια της Ιταλίας όπου μελετήθηκαν 22 αγροκτήματα.

Με σχόλια [ΓΑ1]: /

### 2.5.3 Η εκτροφή ζωικού κεφαλαίου

Η κτηνοτροφική παραγωγή συμβάλλει στην κλιματική αλλαγή παράγοντας CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> και N<sub>2</sub>O, τα οποία μαζί αντιπροσωπεύουν το 18% των παγκόσμιων εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Αν και οι εκπομπές CO<sub>2</sub> αντιπροσωπεύουν μόλις το 9% των συνολικών εκπομπών, η εκτροφή βοοειδών αντιπροσωπεύει το 65 τοις εκατό των εκπομπών N<sub>2</sub>O και το 35 τοις εκατό των εκπομπών CH<sub>4</sub>, συμβάλλοντας 310 φορές και 23 φορές, αντίστοιχα, στην υπερθέρμανση του πλανήτη. Το μεθάνιο (CH<sub>4</sub>) είναι ένα αέριο θερμοκηπίου (GHG) που συμβάλλει 32 φορές περισσότερο στο φαινόμενο του θερμοκηπίου από το διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>). Η κτηνοτροφική παραγωγή συμβάλλει στο 14,5 τοις εκατό των ανθρωπογενών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, με τις εκπομπές CH<sub>4</sub> του εντέρου των μηρυκαστικών να αντιπροσωπεύουν το 5,8%. Επιπλέον, μέχρι το 2050, οι εκπομπές CH<sub>4</sub> από τα ζώα αναμένεται να αυξηθούν δραματικά λόγω της αυξανόμενης παγκόσμιας ζήτησης για γάλα και κρέας (Difford, et al., 2018). Η κτηνοτροφία παράγει αέρια θερμοκηπίου με δύο τρόπους:

- α) κατά τη διαδικασία της πέψης και
- β) μέσω εκπομπών από ζωικά απόβλητα (κοπριά) (Lenka et al., 2015).

### 2.5.4 Εκπομπές αερίων θερμοκηπίου κατά την πεπτική διαδικασία

Εντερική ζύμωση, μια πεπτική διαδικασία ενζυματικής αποδόμησης κατά την οποία αναερόβιοι οργανισμοί του πεπτικού συστήματος των ζώων, όπως η *Escherichia coli* (*E. coli*), προκαλούν ζύμωση της τροφής που λαμβάνεται από το ζώο, παράγει CH<sub>4</sub> ως υποπροϊόν. Το CH<sub>4</sub> που δημιουργείται στη συνέχεια εκπνέεται και χωνεύεται από τα ζώα και απελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα (Difford et al., 2018). Τα μηρυκαστικά (βοοειδή, βουβάλια, πρόβατα και κατσίκες) συμβάλλουν τα μέγιστα στην παραγωγή αερίων του θερμοκηπίου μεταξύ των εκτρεφόμενων ειδών. Οι χοίροι και τα άλογα, για παράδειγμα, είναι λιγότερο σημαντικά σε όλα σχεδόν τα έθνη. Οι βασικοί παράγοντες που επηρεάζουν τις εκπομπές είναι ο αριθμός των ζώων και το είδος και η ποσότητα της τροφής που καταναλώνεται. Μέσω των ερυγών και της εκπνοής, μια μεσαίου μεγέθους αγελάδα εκτιμάται ότι παράγει 542-600 λίτρα μεθανίου κάθε μέρα. Ως αποτέλεσμα, οι αγελάδες ευθύνονται για την πλειονότητα

των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Η συντριπτική πλειονότητα των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου προκαλείται από την άρδευση (Lenka et al., 2015).

### 2.5.5 Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου από ζωική κοπριά

Μετά το εντερικό CH<sub>4</sub>, η κοπριά είναι η δεύτερη σημαντική πηγή εκπομπών αερίων θερμοκηπίου από τα ζώα, αντιπροσωπεύοντας το 7% των γεωργικών εκπομπών CH<sub>4</sub> και NO. Οι εκπομπές πτητικής αμμωνίας (NH<sub>3</sub>) της κοπριάς, που μπορεί να αντιπροσωπεύουν έως και το 70% του εκπεμπόμενου αζώτου (N), μπορούν να μεταφερθούν σε μεγάλες αποστάσεις και να εναποτεθούν σε υδάτινα και χερσαία οικοσυστήματα ή να μετατραπούν σε εκπομπές NO (Aguire- Villegas And Larson, 2017). Ως αποτέλεσμα, οι εκπομπές N<sub>2</sub>O περιλαμβάνουν τόσο άμεσες όσο και έμμεσες εκπομπές αμμωνίας και νιτρικών αλάτων από αγροκτήματα, τα οποία τελικά μετατρέπονται σε NO σε άλλα οικοσυστήματα. Παρά το γεγονός ότι συχνά θεωρούνται ξεχωριστές πηγές, συμβαίνουν αλληλεπιδράσεις, οι οποίες επηρεάζουν τη συνολική εκπομπή (Rotz, 2018). Τα βακτήρια διασπούν φυσικά πολύπλοκες χημικές ουσίες στην κοπριά των ζώων, όπως οι υδατάνθρακες και οι πρωτεΐνες. Τα αερόβια βακτήρια μετατρέπουν τον άνθρακα σε μονοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) παρουσία οξυγόνου. Η αερόβια αποσύνθεση συμβαίνει συνήθως όταν τα ζώα βρίσκονται σε χωράφια και η κοπριά τους εναποτίθεται ή διασκορπίζεται στο έδαφος. Τα αναερόβια βακτήρια σε ανοξικό περιβάλλον μετατρέπουν το C σε CH<sub>4</sub> κατά τη διάσπαση των περιττωμάτων των ζώων σε υγρά. Το N μπορεί επίσης να βρεθεί στα περιττώματα των ζώων με τη μορφή πολύπλοκων μορίων. Η ζωική κοπριά υφίσταται μικροβιακή νιτροποίηση και απονιτροποίηση, με αποτέλεσμα να σχηματίζεται N<sub>2</sub>O, το οποίο απελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα (Lenka et al., 2015). Τα ζώα πλέον εκτρέφονται ως επί το πλείστον σε περιορισμένους χώρους, όπου τα περιττώματά τους (κοπριά) συλλέγονται και τοποθετούνται συχνά σε δεξαμενές, όπου επικρατούν αναερόβιες συνθήκες και δημιουργούνται τεράστιοι όγκοι CH<sub>4</sub>. Οι εκπομπές μεθανίου από την κοπριά καθορίζονται από

(1) την ποσότητα της παραγόμενης κοπριάς, η οποία εξαρτάται σαφώς από τον αριθμό των ζώων, την πρόσληψη τροφής και την πεπτικότητα του ζώου,

(2) το δυναμικό παραγωγής μεθανίου, το οποίο ποικίλλει ανάλογα με τον τύπο ζώο και την ποιότητα της τροφής που καταναλώνεται, διαχείριση κοπριάς (π.χ. εάν

αποθηκεύεται ως υγρό ή διασκορπισμένο ως στερεό) και κλιματικές συνθήκες στο χώρο εκμετάλλευσης (όσο πιο ζεστό είναι το κλίμα, τόσο μεγαλύτερη η βιολογική δραστηριότητα και

(3) η μακρά - διαρκής αποθήκευση σε υψηλές θερμοκρασίες παράγει περισσότερο μεθάνιο. Όταν η κοπριά διατηρείται ή επεξεργάζεται ως υγρό (π.χ. σε δεξαμενές ή λάκκους), αποσυντίθεται αναερόβια και παράγει σημαντική ποσότητα μεθανίου. Όταν η κοπριά διαχειρίζεται ως στερεό (π.χ. σε σωρούς) ή τοποθετείται σε βοσκότοπους και χορτονομές, αποσυντίθεται αερόβια και δημιουργεί λίγο ή καθόλου μεθάνιο, αν και υπάρχουν απώλειες πτητικότητας NH και NO. (Lenka et al., 2015).

### 2.5.6 Εκπομπές αερίων θερμοκηπίου από γεωργικά εδάφη

Η μικροβιακή δραστηριότητα, η αναπνοή των ριζών, οι διαδικασίες χημικής διάσπασης και η ετερότροφη αναπνοή της πανίδας και των μυκήτων του εδάφους συμβάλλουν στην παραγωγή αερίων θερμοκηπίου του εδάφους. Η ποσότητα των αερίων που παράγονται και απελευθερώνονται καθορίζεται από τη θερμοκρασία του εδάφους, την περιεκτικότητα σε υγρασία, τη διαθεσιμότητα θρεπτικών ουσιών και την τιμή του pH, γεγονός που υποδηλώνει ότι οι τοπικές κλιματικές συνθήκες και η διαχείριση της χρήσης γης είναι κρίσιμες. Ως αποτέλεσμα, καθώς αυξάνεται το ποσοστό υγρασίας του εδάφους, αυξάνεται και η ποσότητα N<sub>2</sub>O και CH που απελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα. Επιπλέον, όταν η θερμοκρασία αυξάνεται και το οξυγόνο στους πόρους του εδάφους μειώνεται, οι ποσότητες N<sub>2</sub>O και CH που παράγονται μειώνονται (Oertel et al., 2016). Η παραγωγή καλλιεργειών, η καλλιεργούμενη έκταση και το ποσοστό εφαρμογής οργανικών και ανόργανων λιπασμάτων επηρεάζουν όλες τις έμμεσες και άμεσες εκπομπές από το γεωργικό έδαφος. Τα υπολείμματα των καλλιεργειών, η ανοργανοποίηση του εδάφους και η εφαρμογή αζωτούχων λιπασμάτων είναι παραδείγματα έμμεσων πηγών, όπως η έκπλυση, η απορροή και η ατμοσφαιρική εναπόθεση. Η ποσότητα N<sub>2</sub>O που εκπέμπεται από το έδαφος αντιπροσωπεύει περίπου το ήμισυ των συνολικών εκπομπών του γεωργικού τομέα. Το NO είναι ένα υποπροϊόν της μικροβιακής δραστηριότητας που μετατρέπει το αμμώνιο σε νιτρικά (νιτροποίηση) ή τα νιτρικά σε αέριο N (απονιτροποίηση). Οι περιβαλλοντικές μεταβλητές έχουν αντίκτυπο και στις



δύο διαδικασίες και τις ελέγχουν. Ακόμη και όταν δεν καλλιεργείται, το έδαφος εκπέμπει αέρια θερμοκηπίου (Lenka et al., 2015).

### **2.5.7 Εκπομπές αερίων θερμοκηπίου κατά την καύση υπολειμμάτων καλλιεργειών σε χωράφι**

Μεταξύ των πολυάριθμων πηγών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στον αγροτικό τομέα, η αποτέφρωση σκουπιδιών συμβάλλει στο 0,5 τοις εκατό των συνολικών γεωργικών εκπομπών. Τα αγροτικά υπολείμματα καίγονται στο χωράφι στις αναπτυσσόμενες χώρες λίγο μετά τη συγκομιδή για να καθαρίσουν το χωράφι από άχυρα και καλάμια και να προετοιμάσουν τη γη για τον επόμενο κύκλο καλλιέργειας. Οι αγρότες επιλέγουν την καύση ως μια γρήγορη και εξοικονομούμενη εργασία μέθοδο αφαίρεσης υπολειμμάτων από ρύζι, δημητριακά, καλαμπόκι και άλλες καλλιέργειες (Lenka et al., 2015). Κατά την καύση των γεωργικών αποβλήτων, εκπέμπονται κυρίως  $N_2O$  και  $CH_4$  (Encyclopedia, 2008). Οι εκπομπές  $CO_2$  θεωρούνται ουδέτερες καθώς απορροφούνται κατά την επόμενη αναπτυξιακή περίοδο. Ωστόσο, η καύση βιομάζας είναι ένας σημαντικός παράγοντας αερομεταφερόμενων αερολυμάτων και σωματιδίων, τα οποία έχουν σοβαρές συνέπειες για την ανθρώπινη υγεία. Εκτός από τα σωματίδια, η καύση βιομάζας από δασικές πυρκαγιές και υπολείμματα καλλιεργειών είναι σημαντική πηγή  $CO_2$ ,  $CH_4$ , πτητικών οργανικών ενώσεων (VOCs), οξειδίων του αζώτου και ενώσεων αλογόνου. Το μονοξείδιο του άνθρακα είναι ένα χημικά ενεργό αέριο στην τροπόσφαιρα που επηρεάζει τη συγκέντρωση του  $O_3$  και την οξειδωτική ικανότητα της τροπόσφαιρας ( $OH$ ). Ως αποτέλεσμα, η αύξηση των συγκεντρώσεων  $CO_2$ , VOC και  $NO_x$  στην ατμόσφαιρα αυξάνει επίσης τις συγκεντρώσεις των αερίων του θερμοκηπίου (Lenka et al., 2015).

### **2.5.8 Αλλαγές στις χρήσεις γης και στη δασοκομία**

Αυτό περιλαμβάνει εκπομπές από δασικές πυρκαγιές, αποψίλωση δασών, βιολογική καλλιέργεια εδάφους, αποστράγγιση τύρφης για τη γεωργία κ.λπ. Οι εκπομπές από τη βιολογική γεωργία του εδάφους έχουν γίνει σημαντικές επειδή υπάρχει μια μετατόπιση στα αποθέματα άνθρακα όταν η τύρφη στραγγίζεται και

υποβαθμίζεται. Η συνεχιζόμενη ανάπτυξη της γεωργικής γης έχει τεράστιο περιβαλλοντικό αντίκτυπο, μειώνοντας τη βιοποικιλότητα καταστρέφοντας φυσικούς οικοτόπους με οικολογική αξία, όπως δάση και φυσικά λιβάδια. Επιπλέον, η αποψίλωση των δασών και η εξάντληση του χούμου απελευθερώνουν έμμεσα τεράστιες ποσότητες CO<sub>2</sub> από τον αποθηκευμένο άνθρακα στα δέντρα και την οργανική ύλη του εδάφους (SOM), ενώ επηρεάζουν άμεσα τον κύκλο του νερού, αυξάνοντας την πιθανότητα πλημμύρας και ξηρασίας στις γύρω περιοχές όπου έχουν συμβεί. Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, ο γεωργικός τομέας είναι υπεύθυνος για το 24 τοις εκατό των παγκόσμιων εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, με την αλλαγή χρήσης γης λόγω της ανάπτυξης της γεωργικής γης να αντιπροσωπεύει περίπου το 12 τοις εκατό αυτού του αριθμού. Αυτός ο ρυθμός θα αυξηθεί περαιτέρω όταν οι αλλαγές στη χρήση γης μειώνουν την ικανότητα των οικοσυστημάτων να διαχωρίζουν τον άνθρακα από την ατμόσφαιρα. Τα δάση σε εύκρατες ζώνες, για παράδειγμα, έχουν αντικατασταθεί με καλλιέργειες με πολύ χαμηλότερη ικανότητα απορρόφησης C (Lenka et al., 2015). Η τροπική αποψίλωση των δασών συμβάλλει σημαντικά στην υπερθέρμανση του πλανήτη, αντιπροσωπεύοντας σχεδόν το ένα τρίτο όλων των εκπομπών CO<sub>2</sub>. Αυτό περιλαμβάνει την αποψίλωση των δασών στον Αμαζόνιο για εκτροφή βοοειδών, εκτροφή σιτηρών και συγκομιδή ξύλου, μεταξύ άλλων χρήσεων. Μεταξύ 1990 και 2015, η ζούγκλα του Αμαζονίου έχασε 358.000 χιλιόμετρα βλάστησης (de Andrade Vasconcelos et al., 2017).

**Με σχόλια [N2]:** Να μπει δείκτης σε όλη την εργασία

## 2.6 Γεωργικές εισροές

- Καύσιμα και ηλεκτρική ενέργεια

Η χρήση ορυκτών καυσίμων στη γεωργία έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία CO<sub>2</sub>, και τα πλοία θεωρούνται επιπλέον εκπομπές που σχετίζονται με τη γεωργία στο αγρόκτημα. Τα ελαστικά και η βιομάζα είναι δύο μη παραδοσιακά καύσιμα που χρησιμοποιούνται περιστασιακά για την παραγωγή γεωργικών αγαθών. Η κατανάλωση ενέργειας έχει αντίκτυπο στις εκπομπές CO<sub>2</sub> λόγω των τύπων των καυσίμων που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή της. (Lenka et al., 2015).

### Λιπάσματα

Επειδή απαιτούνται τεράστιες ποσότητες ενέργειας, η παραγωγή συνθετικών λιπασμάτων από τις βιομηχανίες λιπασμάτων εκπέμπει σημαντικές ποσότητες αερίων

θερμοκηπίου (περίπου 1,2 τοις εκατό των συνολικών εκπομπών αερίων θερμοκηπίου-περίπου 1,2 τοις εκατό της παγκόσμιας ενέργειας). Παρά το γεγονός ότι τα συνθετικά λιπάσματα χρησιμοποιούνται από τον αγροτικό τομέα για την ικανοποίηση των απαιτήσεων των καλλιεργειών σε 13 κύρια συστατικά, η επιχείρηση λιπασμάτων επικεντρώνεται κυρίως στην παραγωγή εδαφοβελτιωτικών συμπεριλαμβανομένων των N, P και K. Οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου συνδέονται κυρίως με το CO<sub>2</sub> και το αποτέλεσμα από την κατανάλωση ενέργειας κατά τη διαδικασία παραγωγής, καθώς και την ενέργεια που απαιτείται για τη μεταφορά και την εφαρμογή. Επιπλέον, οι εκπομπές άνθρακα από τα ορυκτά καύσιμα που χρησιμοποιούνται στην παραγωγή λιπασμάτων περιλαμβάνουν εκπομπές από την εξόρυξη ορυκτών που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή λιπασμάτων (Chojnacka et al., 2019, Lenka et al., 2015).

- Φυτοφάρμακα

Τα σύγχρονα εντομοκτόνα προέρχονται ουσιαστικά εξ ολοκλήρου από πηγές αργού πετρελαίου ή αερίου. Οι εκπομπές CO<sub>2</sub> αφορούν κυρίως εκπομπές από τη συνολική κατανάλωση ενέργειας για την εξόρυξη πρώτων υλών, αλλά και από την κατανάλωση ενέργειας σε όλη τη διαδικασία παραγωγής, μεταφοράς και εφαρμογής (Audsley et al., 2009).

- Άρδευση

Όσον αφορά την άρδευση, οι σημαντικότεροι παραγωγοί αερίων του θερμοκηπίου είναι οι γεωτρήσεις και οι επιφανειακές δεξαμενές τόσο εντός όσο και εκτός του αγρού. Η χρήση ορυκτών καυσίμων σε αντλίες που αντλούν και διανέμουν το νερό άρδευσης επιδεινώνει τις επιπτώσεις του θερμοκηπίου.

- Αλώνισμα και συγκομιδή

Οι εκπομπές κατά τη συγκομιδή είναι κρίσιμες, ειδικά όταν πρόκειται για συλλεκτικά μηχανήματα. Όσο μεγαλύτερη είναι η παραγωγή, τόσο περισσότερη ενέργεια καταναλώνεται και τόσο περισσότερα αέρια θερμοκηπίου απορρίπτονται στο περιβάλλον.

- Γεωργικά μηχανήματα

Οι εκπομπές από τη χρήση γεωργικών μηχανημάτων συνδέονται με τις γεωργικές μεθόδους που χρησιμοποιούνται, τα καύσιμα που χρειάζονται τα μηχανήματα για την εκτέλεση μιας εργασίας και την ενέργεια που καταναλώνεται για την παραγωγή, τη μεταφορά και την επισκευή τους. Οι εκπομπές από τη χρήση

γεωργικών μηχανημάτων δεν περιλαμβάνουν εκείνες από τη χρήση λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων (Lenka et al., 2015).

Η κλιματική αλλαγή είναι αναμφίβολα το μεγαλύτερο πρόβλημα της εποχής μας, καθώς οι επιπτώσεις της επηρεάζουν την ανθρώπινη επιβίωση, την οικολογική βιωσιμότητα και την παγκόσμια οικονομία. Οι αναπτυσσόμενες χώρες, η πλειονότητα των οποίων είναι ήδη φτωχές και αντιμετωπίζουν επισιτιστική κρίση, αντιμετωπίζουν τα πιο δύσκολα ζητήματα, αφού βασίζονται αποκλειστικά στη γεωργία. Οι μειώσεις της φυτικής παραγωγής λόγω αλλαγών στις τοπικές κλιματικές συνθήκες, ζημιές στις καλλιέργειες και θνησιμότητα ζώων λόγω ακραίων καιρικών φαινομένων, έλλειψη νερού και άλλους παράγοντες περιλαμβάνονται όλες στις συνέπειες της κλιματικής αλλαγής στα γεωργικά έσοδα. (Singh and Singh, 2017). Η επιστημονική κοινότητα και οι πολιτικοί ηγέτες συμμετέχουν σε ένα ευρύ φάσμα συζητήσεων για τη μείωση των εκπομπών, ενώ λαμβάνουν αποφάσεις και αναλαμβάνουν δράση για την καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής. Ο μετριασμός της παγκόσμιας κλιματικής αλλαγής και η μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου είναι οι στόχοι της Σύμβασης Πλαισίου των Ηνωμένων Εθνών για την Κλιματική Αλλαγή (UNFCCC). Προκειμένου να ανταποκριθούμε στις παγκόσμιες δεσμεύσεις για το κλίμα, πρέπει να μειώσουμε δραματικά τις γεωργικές εκπομπές. (Chiriacio et al., 2017). Τα 140 κράτη μέλη υποσχέθηκαν να εκτελέσουν τις Εθνικές Συντονισμένες Συνεισφορές τους (NDC) ως μέρος μιας συμφωνίας για την υπερθέρμανση του πλανήτη στη Διάσκεψη των Ηνωμένων Εθνών (COP21) στο Παρίσι. Η υπερθέρμανση του πλανήτη θα πρέπει να διατηρηθεί πολύ κάτω από τους 2 βαθμούς Κελσίου έως το 2100, με περαιτέρω προσπάθειες να διατηρηθεί ακόμη χαμηλότερα στους μόλις 1,5 βαθμούς Κελσίου, σύμφωνα με τον κεντρικό στόχο της Συμφωνίας του Παρισιού. (Παγκόσμια Τράπεζα, 2016). Για την επίτευξη των στόχων, το ατμοσφαιρικό απόθεμα αερίων του θερμοκηπίου πρέπει να μειωθεί σε λιγότερο από 550 ppm (ισοδύναμα CO<sub>2</sub>). Δεδομένου ότι η κλιματική αλλαγή έχει γίνει πιο ορατή στην πολιτική και εταιρική ατζέντα, τα άτομα γενικά, ειδικά όσοι ζουν σε ανεπτυγμένες χώρες, έχουν αρχίσει να αναγνωρίζουν την ευθύνη τους να αναλάβουν δράση για την αντιμετώπιση της υπερθέρμανσης του πλανήτη (Goodall, 2007). Τα αποτυπώματα άνθρακα, τα οποία χρησιμοποιούνται συνήθως για τη μέτρηση του αντίκτυπου διαφόρων δραστηριοτήτων στην υπερθέρμανση του πλανήτη, έχουν δοθεί μεγάλη προσοχή από τα μέσα ενημέρωσης.

### 3 Πράσινη εφοδιαστική αλυσίδα (GrSCM)

Μια εντελώς νέα βιομηχανία, η Πράσινη Εφοδιαστική Αλυσίδα (GrSCM), έχει εμφανιστεί. Αυτή η αλλαγή στην περιβαλλοντική συνείδηση μπορεί να ανιχνευθεί πίσω στην «επανάσταση της ποιότητας στα τέλη του 1980 και στις αρχές της δεκαετίας του 1990 στην επανάσταση της εφοδιαστικής αλυσίδας» (Srivastava, 2007). Μεταξύ ακαδημαϊκών και επαγγελματιών, η πράσινη εφοδιαστική αλυσίδα γίνεται ολοένα και πιο δημοφιλής ως μέθοδος εξάλειψης των απορριμμάτων και διασφάλισης ποιότητας σε όλο τον κύκλο ζωής του προϊόντος καθώς και χρήσης πόρων. Ως συνέπεια των απαιτήσεων της παγκόσμιας αγοράς και των πολιτικών περιορισμών, οι εταιρείες αναγκάζονται να γίνουν πιο βιώσιμες (Guide & Srivastava, 1998; Gungor & Gupta, 1999). Οι αυξημένοι νόμοι και κανονισμοί για την αυξημένη περιβαλλοντική ευθύνη έχουν φέρει αυτά τα προβλήματα για συζήτηση σε εξειδικευμένα επίπεδα και ο στρατηγικός σχεδιασμός έχει προστεθεί στην ατζέντα», γράφουν οι Walton, Handfield και Melynyk (1998). Φιλικά προς το περιβάλλον προϊόντα και υπηρεσίες μπορούν να παραχθούν χρησιμοποιώντας ένα μέθοδος γνωστή ως διαχείριση αλυσίδας εφοδιασμού (SCM). Ο Fortes (2009) εξηγεί ότι αυτός ο όρος περιλαμβάνει κάθε στάδιο στον κύκλο ζωής ενός προϊόντος από την εξόρυξη πρώτων υλών έως την κατασκευή, τη διανομή και, τέλος, τη χρήση και την απόρριψη από τον τελικό χρήστη, υιοθετώντας μια προσέγγιση πράσινης αλυσίδας εφοδιασμού, μπορείτε να μειώσετε τα απόβλητα και να αυξήσετε την παραγωγικότητα (Porter & Van Der Linde, 1995) Όταν επιβάλλονται περιβαλλοντικές απαιτήσεις, αναπτύσσονται νέες τεχνολογίες για να μεγιστοποιήσουν τη χρήση και την επαναχρησιμοποίηση εισροών όπως η ενέργεια, η εργασία και οι πρώτες ύλες. Αυτή είναι η βασική αρχή αυτής της στρατηγικής

### 3.5 Λόγοι που οδήγησαν στην Πράσινη Εφοδιαστική

#### Αλυσίδα

Έχουν διεξαχθεί πολλές μελέτες για τη διερεύνηση των στοιχείων που παρακινούν τις επιχειρήσεις να ξαναχτίσουν τις αλυσίδες εφοδιασμού τους με φιλικό προς το περιβάλλον τρόπο. Από χώρα σε χώρα και από βιομηχανία σε βιομηχανία, η ένταση αυτών των δυνάμεων ποικίλλει πολύ. Ως αποτέλεσμα των περιβαλλοντικών κανονισμών, πολλές επιχειρήσεις αναγκάστηκαν να γίνουν πράσινες (Khiewnavawongsa & Schmidt, 2008). Όπως σημείωσε ο Cordano (1993), οι εταιρείες ένισαν πιέσεις για την επιβολή περιβαλλοντικών κανονισμών λόγω του υψηλού κόστους των κυρώσεων μη συμμόρφωσης. Οι ρύποι, τα χημικά απόβλητα και τα υλικά που δημιουργούνται από επιχειρήσεις εμπίπτουν στη δικαιοδοσία μιας μεγάλης ποικιλίας κυβερνητικών αρχών. Εάν μια εταιρεία χρησιμοποιεί διαφορετικούς πόρους και βρίσκεται σε διαφορετικό κλάδο, η διοικητική της ομάδα θα είναι επίσης διαφορετική. Ένα παράδειγμα κρατικής υπηρεσίας είναι η Υπηρεσία Προστασίας του Περιβάλλοντος (EPA), η οποία ιδρύθηκε για την προστασία της ανθρώπινης υγείας και του περιβάλλοντος. Αποστολή του είναι να δημιουργεί και να επιβάλλει κανόνες για την εφαρμογή της περιβαλλοντικής νομοθεσίας που έχει θεσπίσει το Κογκρέσο. (U.S. Environmental Protection Agency, 2007). Οι κατασκευαστές και οι διανομείς υπόκεινται επίσης σε νέους κανονισμούς, όπως ο νόμος περί επικίνδυνων ουσιών (RoHS), ο οποίος επηρεάζει όλα τα μέρη που εμπλέκονται στην αλυσίδα εφοδιασμού, ακόμη και τους πελάτες (Khiewnavawongsa & Schmidt, 2008). Ένα άλλο κίνητρο για τις επιχειρήσεις να ανταποκριθούν με οικολογικά υπεύθυνο τρόπο είναι ο τεράστιος ανταγωνισμός που υπάρχει στον σημερινό επιχειρηματικό τομέα. Για να ξεχωρίσει από το πλήθος, η επιχείρηση πρέπει πρώτα να κερδίσει την εμπιστοσύνη των πελατών της. Η εφαρμογή μιας πράσινης εφοδιαστικής αλυσίδας, ανεξάρτητα από το αν οι ανταγωνιστές της το έχουν κάνει ή όχι, είναι μια μέθοδος για να διαφοροποιηθεί μια επιχείρηση. Οι εταιρείες πρέπει να γνωρίζουν ότι οι καταναλωτές τους, όχι μόνο οι αντίπαλοι, επηρεάζουν τις αποφάσεις τους σχετικά με το εάν θα εφαρμόσουν ή όχι μια πράσινη αλυσίδα εφοδιασμού. Για την καλύτερη εξυπηρέτηση των πελατών της, η εταιρεία θα πρέπει να κάνει τις απαιτούμενες αλλαγές, όπως προσφορά διαφόρων προϊόντων. (Khiewnavawongsa & Schmidt, 2008). Μια πράσινη αλυσίδα εφοδιασμού μπορεί να

αναπτυχθεί μόνο από μια εταιρεία που έχει δεσμευτεί να κάνει τα προϊόντα της φιλικά προς το περιβάλλον. Σύμφωνα με τους Bansal και Roth (2000), είναι πιθανό μια επιχείρηση να παρακινείται από οικονομικούς ή ακόμη και ηθικούς λόγους. Μειώστε τα έξοδα, αυξήστε την αποδοτικότητα, αναπτύξτε μια θετική φήμη για την εταιρεία σας και μειώστε τα απόβλητα και τη ρύπανση με τη χρήση του (Cordano, 1993). Το ηθικό των εργαζομένων τονώνεται με την εφαρμογή πράσινων προγραμμάτων, όπως η δημιουργία ενός εργονομικού περιβάλλοντος εργασίας (Khiewnavongsa & Schmitt, 2008).

### 3.6 Οι πρακτικές της Πράσινης Εφοδιαστικής Αλυσίδας

Προκειμένου να αναπτυχθούν υψηλής ποιότητας φιλικά προς το περιβάλλον προϊόντα, υπηρεσίες και εναλλακτικές λύσεις που μειώνουν τη χρήση επικίνδυνων χημικών ουσιών, εξοικονομούν φυσικούς πόρους και ενέργεια και επιτρέπουν την επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωση υλικών, οι επιχειρήσεις και οι οργανισμοί πρέπει να επενδύσουν σε πράσινες πρακτικές και να επανασχεδιάσουν εφοδιαστική αλυσίδα. Οι ακόλουθες πράσινες πρακτικές βρίσκονται στην πράσινη εφοδιαστική αλυσίδα και κατηγοριοποιούνται σε τέσσερις μεγάλες κατηγορίες:

- 1) Πράσινο προϊόν (Green Product)
- 2) Πράσινη μεταφορά και διανομή (Green Transportation and Green Distribution)
- 3) Πράσινη αποθήκευση (Green Warehousing)
- 4) Αντίστροφα Logistics (Reverse Logistics) ( Vlachos & Mallidis, 2010).

#### 3.6.3 Πράσινο προϊόν (Green Product)

Η αειφόρος ανάπτυξη είναι μία ισχυρή ώθηση για την επίτευξη του συντονισμού μεταξύ οικονομικής προόδου και προστασίας του περιβάλλοντος. Ως εκ τούτου το ενδιαφέρον των ερευνητών στρέφεται ολοένα και περισσότερο στην παραγωγή προϊόντων τα οποία παράγονται με φιλικό προς το περιβάλλον τρόπο.

Πράσινα προϊόντα είναι τα προϊόντα που μπορούν να ανακυκλωθούν μετά την χρήση τους ή χρησιμοποιούνται ανανεώσιμες πηγές ενέργειας κατά την παραγωγή τους. Η

πράσινη παραγωγή και κατανάλωση έχει γίνει σταδιακά καταναλωτική τάση και η έρευνα βελτίωσης της πράσινης παραγωγής προσελκύει ολοένα και περισσότερο το ενδιαφέρον τόσο των ερευνητών όσο και των καταναλωτών. (Leibao Zhang, Yanli Fan, Wenyu Zhang, Shuai Zhang, 5 August 2019)0

Το Πράσινο Προϊόν σχετίζεται με ζητήματα που αφορούν:

Με σχόλια [N3]: Μπορείς να προσθέσεις ορισμό

- Την Πράσινη Προμήθεια
- Τον Πράσινο Σχεδιασμό του Προϊόντος (Green Product Design) ( Green Purchasing)
- Την Πράσινη Παραγωγή (Green Manufacturing) (Vlachos & Mallidis, 2010) .

- Πράσινη προμήθεια

Οι πράσινες προμήθειες περιλαμβάνουν ό,τι παρέχεται από προμηθευτές, συμμετέχοντες εταίρους ( τρίτα μέρη), παρόχους υπηρεσιών και όλους τους άλλους εταίρους στην πράσινη αλυσίδα εφοδιασμού που βασίζεται σε περιβαλλοντικά κριτήρια και περιλαμβάνει την οικολογική σήμανση. Αυτό επιχειρεί να αυξήσει τη γνώση των καταναλωτών για τα πράσινα προϊόντα, αυξάνοντας τη ζήτηση για αυτά και, ως εκ τούτου, πιέζοντας τις εταιρείες να αναδιαρθρώσουν τις δραστηριότητές τους σύμφωνα με τους περιβαλλοντικούς κανόνες. Η Ιαπωνία είναι ίσως η πιο προνοητική χώρα όσον αφορά τις πράσινες προμήθειες. (BearingPoint Inc., 2008). Αρκετοί βασικοί εταίροι της εφοδιαστικής αλυσίδας έχουν εφαρμόσει συστήματα περιβαλλοντικής διαχείρισης ISO 14000 με δική τους πρωτοβουλία ως αποτέλεσμα της ζήτησης των πελατών για φιλικά προς το περιβάλλον προϊόντα. Οι τρεις μεγαλύτεροι κατασκευαστές των ΗΠΑ, η General Motors, η Ford και οι προμηθευτές της Chrysler, δεν έχουν αποδεχθεί οικειοθελώς το περιβαλλοντικό πρότυπο ISO 14001.

- Πράσινος Σχεδιασμός του Προϊόντος (Green Product Design)

Η αρχιτεκτονική προϊόντων έχει αναγνωριστεί ως μια κρίσιμη σύνδεση μεταξύ του σχεδιασμού του προϊόντος και άλλων δραστηριοτήτων της εφοδιαστικής αλυσίδας στη λήψη περιβαλλοντικών αποφάσεων. Περιβαλλοντικές εκτιμήσεις θα πρέπει να λαμβάνονται νωρίς στη διαδικασία σχεδιασμού του προϊόντος για να επιτευχθεί η μέγιστη δυνατή μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων της παραγωγής ενός προϊόντος. Αξίζει επίσης να σημειωθεί ότι η χρήση του οικολογικού σχεδιασμού συνεπάγεται πρόσθετες δαπάνες και περιορισμούς σχεδιασμού ( Vlachos & Mallidis, 2010).



Το Green Product Design περιλαμβάνει προϊόντα που:

- 1) κατασκευάζονται από ανακυκλώσιμα ή ανακυκλωμένα υλικά
- 2) είναι φιλικά προς το περιβάλλον
- 3) μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί και να ανασκευαστεί
- 4) που χρησιμοποιούν οικολογικά υπεύθυνες συσκευασίες
- 5) είναι κατασκευασμένα από βιολογικά υλικά
- 6) όταν αναπτυχθούν, προσδιορίζουν την ιδανική σειρά συναρμολόγησης τους.

Ως αποτέλεσμα, πολλές εταιρείες παγκοσμίως έχουν τροποποιήσει τις σειρές προϊόντων τους για να συμπεριλάβουν πράσινα χαρακτηριστικά. Σύμφωνα με τα McDonald's, η εταιρεία χρησιμοποιεί φιλικά προς το περιβάλλον υλικά για την κατασκευή καλαμιών για τα ποτά της και εξοικονομεί 1.000.000 λίβρες σε στερεά απόβλητα ετησίως. (Grove et al., 1996). Για να μειώσει περαιτέρω την ποσότητα των φρέσκων πόρων που απαιτούνται, η Sony έχει κατασκευάσει τηλεοράσεις από πλαστικό χρησιμοποιώντας ανακυκλωμένα στοιχεία που βρίσκονται στην εξωτερική συσκευασία ή στις εσωτερικές μερίδες των προϊόντων της. (Βλάχος και Μαλλίδης, 2010).

- Πράσινη παραγωγή (Green Manufacturing)

Προκειμένου να δημιουργήσει φιλικά προς το περιβάλλον αγαθά με τη μικρότερη ποσότητα ενέργειας και αποβλήτων, η «Πράσινη Παραγωγή» χρησιμοποιεί τεχνολογία και λογισμικό αιχμής. (BearingPoint Inc., 2008) Χρησιμοποιεί δύο μεθόδους:

- Βελτιωμένη χρήση: λιγότερες επιβλαβείς εκπομπές, λιγότερη κατανάλωση επικίνδυνων υλικών και λιγότερη παραγωγή απορριμμάτων.

- Χαμηλότερη κατανάλωση: χαμηλότερη κατανάλωση ενέργειας, πρώτων υλών και σκουπιδιών. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι οι δύο μεθοδολογίες που περιλαμβάνονται στην πράσινη παραγωγή είναι άρρηκτα συνδεδεμένες με την Lean παραγωγή (Lean Manufacturing). Η Sony χρησιμοποιεί λογισμικό διαχείρισης προϊόντων, το οποίο περιλαμβάνει πράσινο σχεδιασμό προϊόντος ως επιλογή για την αφαίρεση ανεπιθύμητων τυπικών αποκλίσεων προϊόντος που προκαλούνται από τη λανθασμένη διάταξη των εξαρτημάτων. Αυτό σημαίνει ότι παράγονται λιγότερα

ελαττωματικά προϊόντα και παράγονται λιγότερα απόβλητα σε όλη τη διαδικασία παραγωγής ως αποτέλεσμα. (Vlachos & Mallidis, 2010).

### 3.6.4 Πράσινη Μεταφορά και διανομή (Green Transportation and Green Distribution)

Η αεροδυναμική των οχημάτων, η υψηλότερη χρήση οχημάτων και η μείωση των διπλών διαδρομών συγκαταλέγονται στις πράσινες τεχνικές μεταφοράς και διανομής που περιλαμβάνουν τη χρήση μηχανημάτων από τον στόλο και τον εξοπλισμό καυσίμων υψηλής απόδοσης. (Βλάχος & Μαλλίδης, 2010).

- Σχεδιασμός ενός πράσινου δικτύου

Ο σχεδιασμός του Πράσινου Δικτύου διερευνά τις επιπτώσεις του εντοπισμού κόμβων διανομής και εγκαταστάσεων παραγωγής σε σχέση με την απόδοση του συστήματος μεταφοράς. Πιο συγκεκριμένα, με τη λειτουργία ενός κέντρου διανομής κοντά σε κάθε σημείο ζήτησης, η διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας μειώνει τις αποστάσεις που πρέπει να διανύσει ένα φιλικό προς το περιβάλλον όχημα. Ως αποτέλεσμα, οι εκπομπές καυσαερίων περιορίζονται στο ελάχιστο σε όλη την αλυσίδα εφοδιασμού. Αντί να επιτρέπει στις εκπομπές να ταξιδεύουν σε μεγάλες αποστάσεις για να φτάσουν σε απομακρυσμένες αγορές, αυτή η μέθοδος διατηρεί τις βιομηχανικές διεργασίες κοντά στις αγορές όπου χρειάζονται περισσότερο, μειώνοντας έτσι τον συνολικό όγκο των εκπομπών (Vlachos & Mallidis, 2010).

- Στόλος μεταφορών και εξοπλισμού που καταναλώνει λιγότερη ενέργεια

Η χρήση της σύγχρονης τεχνολογίας σε βαρέα υβριδικά φορτηγά μειώνει σημαντικά τις εκπομπές σωματιδίων, υδρογονανθράκων και οξειδίων του αζώτου μέσω τεχνολογικά βελτιωμένης καύσης και εξοικονόμησης ενέργειας. Για εξοικονόμηση κόστους ψύξης, η Walmart προσέφερε οικονομικά φορτηγά-ψυγεία και υβριδικά βενζινοηλεκτρικά αυτοκίνητα. Αυτή η προσαρμογή εξοικονομεί 75 εκατομμύρια δολάρια από την Walmart και μειώνει τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα κατά 400.000 τόνους ετησίως (Wallmart (2008), Αειφορία: κλιματική αλλαγή και ενέργεια). Επιπλέον, ο αεροδυναμικός σχεδιασμός των αυτοκινήτων μπορεί να οδηγήσει σε μείωση της κατανάλωσης καυσίμου. Σύμφωνα με έρευνα που

δημοσιεύτηκε από τον Διεθνή Οργανισμό Ενέργειας το 2007, τα υβριδικά αυτοκίνητα έχουν 10-20% μείωση στην απόδοση καυσίμου σε σύγκριση με τα συμβατικά αυτοκίνητα (Βλάχος & Μαλλίδης, 2010).

- Αύξηση της χρήσης οχημάτων και μείωση των κενών επιστροφών

Μπορεί να εφαρμοστεί μια ποικιλία στρατηγικών για τη μεγιστοποίηση της χρήσης του οχήματος και την εξάλειψη των επικαλύψεων. Μπορεί να επιτευχθεί από

- α) προμηθευτές που εφαρμόζουν ένα συγκεκριμένο σύστημα παράδοσης
- β) συμμετοχή των χρηστών στη μεταφορά
- γ) αποτελεσματικές στρατηγικές συσκευασίας και
- δ) μεταφορά για την αντίστροφη ροή της αλυσίδας εφοδιασμού.

Υπάρχουν διάφοροι τρόποι με τους οποίους οι καταναλωτές μπορούν να επωφεληθούν από το καθορισμένο σύστημα παράδοσης. Για παράδειγμα, οι πελάτες μπορούν να μάθουν πότε το επόμενο φορτηγό παράδοσης θα είναι στη γειτονιά τους. Αν θέλουν να παραλάβουν οτιδήποτε εκείνη την ημέρα, πρέπει να έχουν κάνει μια παραγγελία λίγο πριν από εκείνη την ημέρα. Για να μεγιστοποιήσουν τη χρήση φορτηγών, οι προμηθευτές μπορούν να συλλέξουν πολλές παραγγελίες από συγκεκριμένες τοποθεσίες και ημέρες (Βλάχος & Μαλλίδης, 2010). Επιπλέον, πολλά καταστήματα λιανικής στην ίδια περιοχή ενδέχεται να συνεργαστούν για να συγκεντρώσουν φορτίο που θα μεταφερθεί σε ένα κεντρικό μέρος, όπως μια αποθήκη, και στη συνέχεια να το διανείμουν με φορτηγό σε άλλες τοποθεσίες λιανικής. Η Exel LTD, μια εταιρεία που διαχειρίζεται μια περιοχή λιανικής για εμπόρους λιανικής στο αεροδρόμιο Heathrow, είναι ένα παράδειγμα της αποτελεσματικότητας αυτής της στρατηγικής. Σύμφωνα με τις προβλέψεις της εταιρείας, η μέθοδος αυτή μείωσε τον αριθμό των οχημάτων στο αεροδρόμιο κατά 75%, ενώ ανέβασε το ποσοστό φόρτωσης στο 90%. Πρόγραμμα βέλτιστων πρακτικών για την ενεργειακή απόδοση, 1998. Η συνεργασία μεταξύ των επιχειρήσεων μπορεί επίσης να συμβάλει στην αύξηση της χρήσης των οχημάτων. Επιπλέον, πολλά καταστήματα λιανικής στην ίδια περιοχή ενδέχεται να συνεργαστούν για να συγκεντρώσουν φορτίο που θα μεταφερθεί σε ένα κεντρικό μέρος, όπως μια αποθήκη, και στη συνέχεια να το διανείμουν με φορτηγό σε άλλες τοποθεσίες λιανικής. Η Exel LTD, μια εταιρεία που διαχειρίζεται μια περιοχή λιανικής για εμπόρους λιανικής στο αεροδρόμιο Heathrow, είναι ένα παράδειγμα της αποτελεσματικότητας αυτής της στρατηγικής. Σύμφωνα με τις προβλέψεις της εταιρείας, η μέθοδος αυτή μείωσε τον αριθμό των οχημάτων στο

αεροδρόμιο κατά 75%, ενώ ανέβασε το ποσοστό φόρτωσης στο 90%. Best Practices in Energy Conservation, 1998) Η συνεργασία μεταξύ των επιχειρήσεων μπορεί επίσης να συμβάλει στην αύξηση της χρήσης των οχημάτων. Τα οδικά οχήματα διαχειρίζονται ένα σημαντικό μέρος της παράδοσης των προϊόντων. Η πρόκληση της δρομολόγησης και του προγραμματισμού των αυτοκινήτων αναφέρεται στο πρόβλημα της διευθέτησης και της δρομολόγησης ενός στόλου οχημάτων με τρόπο που μειώνει τα έξοδα μεταφοράς βελτιώνοντας παράλληλα την ποιότητα των παρεχόμενων υπηρεσιών. Υπάρχει μια ποικιλία προγραμμάτων λογισμικού διαθέσιμα που παρέχουν διαδρομές και δρομολόγια με εξοικονόμηση κόστους που κυμαίνεται από 5 έως 20% των συνολικών μεταφορικών δαπανών (Βλάχος & Μαλλίδης, 2010). Αποφεύγοντας τις περιττές διαδρομές, οι οδηγοί μπορούν να εξοικονομήσουν χρήματα και να μειώσουν τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, με αποτέλεσμα τη μειωμένη χρήση καυσίμου. Προορίζεται επίσης να κάνετε δύσκολα ταξίδια κατά τη διάρκεια της ημέρας, προκειμένου να ελαχιστοποιηθούν οι επιπτώσεις στο περιβάλλον. Προκειμένου να ενισχύσουν τα «πράσινα διαπιστευτήριά» τους, πολλές εταιρείες προσπαθούν να μειώσουν το «αποτύπωμα άνθρακα» τους μειώνοντας τις εκπομπές από τα επαγγελματικά αυτοκίνητα. Με τη χρήση του λογισμικού δρομολόγησης οχημάτων, η Tesco και η Sainsbury ελπίζουν να μειώσουν τις εκπομπές τους στο μισό τα επόμενα πέντε χρόνια, ενώ η WalMart ελπίζει να βελτιώσει την απόδοση των οχημάτων της κατά 5% σε τρία χρόνια και κατά 50% σε πέντε (Βλάχος & Μαλλίδης, 2010). Οδήγηση οχήματος με οικονομία καυσίμου (Eco-Driving). Μια μείωση 8-10 τοις εκατό στη χρήση καυσίμου θεωρείται συνήθως αποτέλεσμα πρωτοβουλιών που διδάσκουν τους οδηγούς μιας εταιρείας για οδήγηση φιλική προς το περιβάλλον. Για να αξιοποιήσουν στο έπακρο την οικολογική οδήγηση, οι οργανισμοί που απασχολούν οδηγούς πρέπει να παρακολουθούν την πορεία τους και να τους έχουν κίνητρο για να συνεχίσουν την καλή δουλειά. Αυτή η μέθοδος, για παράδειγμα, βοήθησε σιδηροδρομικές εταιρείες όπως η Deutsche Bahn να βελτιώσουν την απόδοση των καυσίμων τους. (Mc Kinnon, 2007). Εκτός από την οδήγηση, μπορεί να επιτευχθεί πρόσθετη εξοικονόμηση καυσίμου με το σβήσιμο του κινητήρα σε σύντομες παύσεις, τον έλεγχο της πίεσης των ελαστικών και την αναφορά και διόρθωση μηχανικών βλαβών και διαρροών.

### 3.6.5 Πράσινη αποθήκευση (Green Warehousing)

Προκειμένου να μειωθεί η περιβαλλοντική τους επίδραση, οι αποθήκες χρησιμοποιούν σημαντική ποσότητα ενέργειας, επομένως θα πρέπει να υιοθετηθούν λύσεις πράσινης αποθήκευσης. Σε κάθε αποθήκη, η ποσότητα ενέργειας που απαιτείται για τη διατήρηση των επιθυμητών συνθηκών για τα αποθηκευμένα αντικείμενα και για τη διατήρηση της άνεσης και της ασφάλειας των εργαζομένων κατά την εκτέλεση των καθηκόντων τους καθορίζει την ποσότητα της ενέργειας που καταναλώνεται. Η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας όπως ο ήλιος και ο άνεμος μπορεί να εξοικονομήσει πολύ ενέργεια. Όσον αφορά το κόστος και την κατανάλωση ενέργειας και τις εκπομπές, καθώς και τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις ότι ένας λαμπτήρας 400 W που λειτουργεί συνεχώς για ένα χρόνο εκτιμάται ότι παράγει 1,69 τόνους CO<sub>2</sub>, η διαχείριση του φωτισμού σε μια αποθήκη είναι ζωτικής σημασίας. Ο καθαρισμός και η αντικατάσταση των λαμπτήρων πυρακτώσεως στα φώτα οροφής πρέπει να είναι συχνή πρακτική για εμπορικές εγκαταστάσεις. Μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν κλειδαριές θυρών, φράγματα θυρών και πόρτες που ανοίγουν γρήγορα για εξοικονόμηση ενέργειας, ειδικά σε εισόδους και εξόδους που χρησιμοποιούνται τακτικά. Η εγκατάσταση θερμοστατών που μπορούν να ρυθμιστούν για μείωση ή αύξηση της θερμοκρασίας μπορεί επίσης να εξοικονομήσει ηλεκτρική ενέργεια. Ο μηχανολογικός εξοπλισμός που χρησιμοποιούν οι επιχειρήσεις θα πρέπει επίσης να επαναπροσδιοριστεί ώστε να μειωθεί η αρνητική του επίδραση στο περιβάλλον.

Υπάρχει αρκετός εξοπλισμός σε κάθε αποθήκη για να βοηθήσει στην αποτελεσματικότητα του χειρισμού των προϊόντων.

α) Τα περονοφόρα ανυψωτικά οχήματα χρησιμοποιούνται για την αφαίρεση κουτιών από κινούμενα οχήματα.

β) Σε διάφορα επίπεδα σε όλο τον κόμβο διανομής για τη μεταφορά βαρέων εμπορευμάτων.

Αυτό αυξάνει σημαντικά όχι μόνο τις ενεργειακές απαιτήσεις για τη βενζίνη και το υγραέριο (για περονοφόρα ανυψωτικά), αλλά και τις ηλεκτρικές απαιτήσεις (για τροφοδοσία μπαταριών για ανυψωτικά μηχανήματα). Έτσι, η χρήση εσωτερικών ή υβριδικών κινητήρων καύσης καυσίμου σε συνδυασμό με τεχνολογίες κυψελών καυσίμου υδρογόνου για περονοφόρα ανυψωτικά, καθώς και η χρήση τριφασικών συστημάτων υψηλής τάσης, συστημάτων γρήγορης φόρτισης και μπαταριών

διακοπτόμενης φόρτισης, μπορεί να συμβάλει στη μείωση της ενέργειας που καταναλώνεται από τον εξοπλισμό των αποθηκών. Για την επαναφόρτιση των μπαταριών, η αστραπιαία φόρτιση μπορεί να γίνει κατά τη διάρκεια μεσημεριανού διαλείμματος και σύντομων διαλειμμάτων ή απευθείας φόρτιση από κινητήρες συνδεδεμένους με τρόπο ώστε η ενέργεια που παράγεται από το φρενάρισμα ή τη χρήση περονοφόρων ανυψωτικών οχημάτων να μεταφέρεται στην μπαταρία μέσω ενός υδραυλικού συστήματος που είναι συνδεδεμένο στο το ίδιο το υδραυλικό σύστημα.

### 3.7 Εφοδιαστική Αλυσίδα Αγροδιατροφικών Προϊόντων

Η ζήτηση για γεωργικά προϊόντα υψηλής ποιότητας με προστιθέμενη αξία αυξάνεται ως αποτέλεσμα ποικίλων παραγόντων, όπως η αύξηση του πληθυσμού, η αλλαγή των προτιμήσεων των καταναλωτών και οι νέοι νόμοι και κανονισμοί. Σε αυτό το περιβάλλον, ο σχεδιασμός, η ανάπτυξη και η λειτουργία αποτελεσματικών και βιώσιμων αλυσίδων εφοδιασμού αγροδιατροφικών προϊόντων έχει συγκεντρώσει μεγάλη προσοχή στη σύγχρονη επιστήμη διαχείρισης και εμπορική πρακτική. Είναι επίσης σημαντικό να σημειωθεί ότι η καιρική αστάθεια, η κλιματική αλλαγή, η φυσική υποβάθμιση των γεωργικών προϊόντων, το ρυθμιστικό περιβάλλον για την ασφάλεια των τροφίμων, οι μεταβαλλόμενες τάσεις στον τρόπο ζωής των καταναλωτών, οι περιβαλλοντικές ανησυχίες και μια πληθώρα παραγόντων που εμπλέκονται στην αλυσίδα εφοδιασμού τροφίμων αποτελούν σημαντικές προκλήσεις για την ανάπτυξη ισχυρών αλυσίδων εφοδιασμού. Στη συνέχεια θα συζητηθεί η δομή μιας αλυσίδας εφοδιασμού αγροδιατροφικών προϊόντων, μαζί με τις μοναδικές ιδιότητες που την κάνουν να ξεχωρίζει από τα τυπικά δίκτυα εφοδιασμού (Τσολάκης, 2015).

#### 3.7.3 Δομή

Οι αλυσίδες εφοδιασμού έχουν γίνει όλο και πιο σημαντικές για τη βιομηχανία αγροδιατροφής την τελευταία δεκαετία, γι' αυτό και άρχισε να χρησιμοποιεί τις έννοιες της διαχείρισης logistics. Εκτός από την ταχεία

εκβιομηχάνιση της γεωργικής παραγωγής, το ολιγοπώλιο στη διανομή τροφίμων, η προώθηση των τεχνολογιών πληροφοριών και επικοινωνιών στα logistics, η εισαγωγή εξειδικευμένων απαιτήσεων ποιοτικού ελέγχου και η προώθηση των τροφίμων, η κάθετη ολοκλήρωση και οι οριζόντιες εταιρικές σχέσεις έχουν γίνει όλο και πιο σημαντικές, καθώς και η εμφάνιση πολυάριθμων πολυεθνικών εταιρειών. (Chen, 2006). Γενικά, μια αλυσίδα εφοδιασμού γεωργικών προϊόντων διατροφής αποτελείται από μια σειρά λειτουργιών «από το αγρόκτημα στο πιρούνι», οι οποίες περιλαμβάνουν καλλιέργεια (δηλαδή καλλιέργεια γης και καλλιέργεια), επεξεργασία / παραγωγή / μεταποίηση, έλεγχος, συσκευασία, αποθήκευση, μεταφορά, διανομή και μάρκετινγκ (Τσολάκης, 2015).

Πέντε κύριοι τύποι ροής υποστηρίζονται από χρηματοοικονομικές, τεχνικές και άλλες υλικοτεχνικές υπηρεσίες σε διάφορες επιχειρηματικές αλυσίδες ή τμήματα της αλυσίδας:

- τη ροή για τα φυσικά υλικά και προϊόντα,
- τη ροή των χρηματοοικονομικών στοιχείων,
- τη ροή των πληροφοριών,
- τη ροή των διαδικασιών, και
- τη ροή της ενέργειας και φυσικών πόρων.

Ερευνητικά ιδρύματα, βιομηχανίες, παραγωγοί/αγρότες, αγροτικοί συνεταιρισμοί, μεσάζοντες, κατασκευαστές/μεταποιητές, μεταφορείς και εισαγωγείς παίζουν ρόλο σε αυτό το δυναμικό σύνολο κύκλων παραγωγής-προσφοράς-κατανάλωσης. Ένα ολοκληρωμένο μοντέλο για τις αλυσίδες εφοδιασμού γεωργικών προϊόντων διατροφής είναι απαραίτητο λόγω των εξελίξεων της αγοράς σε ολόκληρο τον κόσμο, οι οποίες έχουν προκαλέσει την εξέλιξη και την περιπλοκή των αλυσίδων εφοδιασμού γεωργικών προϊόντων διατροφής. Οι στρατηγικές συνεργασίες και συνεργασίες μεταξύ επιχειρήσεων παίζουν σημαντικό ρόλο σε αυτή τη δομή, καθώς θεωρούνται σημαντικές για την ανανωσιμότητα και τη διατήρηση της οικονομικής τους ταυτότητας και αυτονομίας (Τσολάκης, 2015). Γενικά, οι εταίροι σε ένα σύστημα εφοδιαστικής αλυσίδας γεωργικών τροφίμων μπορούν να ταξινομηθούν ως δημόσιες ή ιδιωτικές εταιρείες. Η πρώτη κατηγορία περιλαμβάνει τις εθνικές κυβερνήσεις και τα συνδεδεμένα με αυτά υπουργεία, καθώς και περιφερειακές/προαστιακές/αστικές/κοινοτικές ρυθμιστικές και διοικητικές οντότητες (FAO και τα Ηνωμένα Έθνη, για παράδειγμα). Στη δεύτερη ομάδα επιχειρήσεων περιλαμβάνονται οι αγρότες και οι παραγωγοί, καθώς και τα χημικά και ερευνητικά

ιδρύματα καθώς και οι αγροτικές επιχειρήσεις καθώς και τα καταστήματα μεταφορών και παντοπωλείων και τα σούπερ μάρκετ. Οι ρυθμιστικές αρχές και οι ρυθμιστικές αρχές του δημόσιου τομέα έχουν αναδειχθεί πρόσφατα ως βασικοί παράγοντες στην αγορά γεωργικών προϊόντων διατροφής, ενώ οι μεγάλοι βιομηχανικοί έμποροι και οι έμποροι λιανικής έχουν γίνει πρόσφατα σημαντικοί συμμετέχοντες στον κλάδο. (Τσολάκης, 2015).

### 3.7.4 Ιδιαίτερα Χαρακτηριστικά

Τα δίκτυα προμήθειας γεωργικών προϊόντων διατροφής διακρίνονται από μια ποικιλία χαρακτηριστικών που τα ξεχωρίζουν από τις κανονικές αλυσίδες εφοδιασμού. Συγκεκριμένα, υποστηρίζεται ότι οι αλυσίδες εφοδιασμού στον αγροδιατροφικό τομέα ορίζονται ως εξής:

1. μοναδικά προϊόντα, τα οποία χρησιμοποιούνται συχνά με περιορισμένη διάρκεια ζωής
2. σημαντικός βαθμός διάκρισης μεταξύ προϊόντων,
3. η συγκομιδή και η παραγωγή είναι εποχιακές.
4. ασυνέπεια στην ποιότητα και την ποσότητα των γεωργικών παραγωγικών πόρων, καθώς και στην αποτελεσματικότητα της επεξεργασίας,
5. ειδικά κριτήρια για τη μεταφορά, την αποθήκευση, την ασφάλεια και την ανακύκλωση υλικών,
6. υποχρέωση συμμόρφωσης με τους ισχύοντες εθνικούς και διεθνείς νόμους, κανόνες και οδηγίες που διέπουν την ασφάλεια των τροφίμων, τη δημόσια υγεία και το περιβάλλον (π.χ. γεωργικά απόβλητα, αποτύπωμα άνθρακα και αποτύπωμα νερού)
7. ανάγκη για εξειδικευμένα χαρακτηριστικά της εφοδιαστικής, όπως η ιχνηλασιμότητα (traceability) και η ορατότητα (visibility)
8. η απαίτηση για μεγάλη απόδοση και παραγωγή από τεχνολογικό εξοπλισμό, παρά τους παρατεταμένους χρόνους παραγωγής
9. επιδείνωση της πολυπλοκότητας των υλικοτεχνικών λειτουργιών και
10. σημαντικοί περιορισμοί στην παραγωγική ικανότητα.

Τέλος, οι αλυσίδες εφοδιασμού αγροδιατροφικών προϊόντων αλλάζουν δυναμικά διαχρονικά προκειμένου να προσαρμοστούν στο διαρκώς μεταβαλλόμενο περιβάλλον των αγροδιατροφικών προϊόντων. Η αυξανόμενη αστικοποίηση, η



επέκταση και η απελευθέρωση των εγχώριων και παγκόσμιων αγορών, η μείωση της στήριξης του δημόσιου τομέα, η δημιουργία παγκόσμιων αλυσίδων εφοδιασμού και οι ανησυχίες για την ποιότητα και την ασφάλεια των τροφίμων θα αποτελέσουν όλα σημαντικά εμπόδια για τις νέες αλυσίδες τροφίμων όπως θα διαμορφωθούν τα επόμενα χρόνια. οι αγροτικές κοινότητες δεν είναι σε θέση να ανταποκριθούν στις απαιτήσεις που επιβάλλει η κυρίαρχη εταιρεία λόγω των εξελίξεων στην τεχνολογία και τη γεωργία (π.χ. γεωργία ακριβείας, ρομποτικά συστήματα και αυτοματοποιημένα συστήματα) (Τσολάκης, 2015). Κατά τη διαχείριση πολυεπίπεδων, περίπλοκων αλυσίδων εφοδιασμού, είναι σημαντικό να εντοπιστούν τα σημαντικά ζητήματα που πρέπει να αντιμετωπιστούν από όλα τα μέρη που εμπλέκονται στην αλυσίδα εφοδιασμού τροφίμων, προκειμένου να διασφαλιστεί ότι υπάρχει μια ολοκληρωμένη διαδικασία λήψης αποφάσεων. Σύνθετη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας.

### 3.7.5 Επισιτιστική Ασφάλεια

Από τον Οκτώβριο του 2011, υπήρχαν περισσότερα από επτά δισεκατομμύρια άνθρωποι στη Γη. Όταν πρόκειται για κοινωνικά ζητήματα, η αύξηση του πληθυσμού και οι περιβαλλοντικές πιέσεις βρίσκονται σε αντίθεση. Στο πρώτο μισό του εικοστού πρώτου αιώνα, ο παγκόσμιος πληθυσμός αναμένεται να φτάσει τα 9,1 δισεκατομμύρια, με αποτέλεσμα σχεδόν τετραπλασιασμό της παγκόσμιας ανάγκης για τρόφιμα, ζωοτροφές και διαιτητικές ίνες. Ταυτόχρονα, αναπτύσσονται εναλλακτικές καλλιέργειες για παραγωγή βιοενέργειας και άλλους βιομηχανικούς λόγους. Ως αποτέλεσμα, η ζήτηση για γεωργικά προϊόντα θα αυξηθεί, επιβαρύνοντας ακόμη περισσότερο τους ήδη σπάνιους πόρους της γεωργικής παραγωγής. Όταν ληφθούν όλα υπόψη τα φαινόμενα της αστυφιλίας, η ανάπτυξη των αστικών οικισμών και το φαινόμενο της κλιματικής αλλαγής, ο αγροτικός πληθυσμός προβλέπεται να μειωθεί, με αποτέλεσμα ακόμη λιγότεροι αγρότες να χρειάζονται νέα τεχνολογία και πόρους για την ενίσχυση της παραγωγικότητας. Ως αποτέλεσμα, η λέξη «ασφάλεια τροφίμων» χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά στη βιβλιογραφία σε όλο τον κόσμο. Αναφέρεται ότι περισσότεροι από 200 σχετικοί ορισμοί έχουν θεσπιστεί κατά την τελευταία δεκαετία στη διαδικασία ορισμού της λέξης «επισιτιστική ασφάλεια» (Τσολάκης, 2015). Η φράση «επισιτιστική ασφάλεια» χρησιμοποιείται συχνά σε εθνικό (και παγκόσμιο) επίπεδο για να αναφερθεί στις

δυσκολίες εφοδιασμού τροφίμων, δηλαδή στην ικανότητα μιας χώρας να παράγει αρκετά τρόφιμα για να ικανοποιήσει τις ανάγκες και τις απαιτήσεις του λαού της μέσω της τοπικής παραγωγής και εισαγωγών. Οι σύγχρονες τεχνικές, από την άλλη, ενσωματώνουν υγιεινά και θρεπτικά γεύματα σε λέξεις και διαστάσεις. Η επισιτιστική ασφάλεια υπάρχει όταν «όλοι οι άνθρωποι, ανά πάσα στιγμή, έχουν φυσική και οικονομική πρόσβαση σε επαρκή, ασφαλή και θρεπτική τροφή, ώστε να μπορούν να ικανοποιούν τις διατροφικές τους ανάγκες και προτιμήσεις για μια δραστήρια και υγιεινή ζωή», σύμφωνα με το World Food and Agriculture.

Σύμφωνα με τον παραπάνω ορισμό, υπάρχουν τέσσερα (τέσσερα) ζητήματα επισιτιστικής ασφάλειας που πρέπει να αντιμετωπιστούν:

- (i) Διαθεσιμότητα
- (ii) Φυσική και οικονομική προσβασιμότητα,
- (iii) Σταθερότητα και
- (iv) Κατανάλωση.

Η αποδόμηση του όρου επιτρέπει μια πιο ολοκληρωμένη εξέταση της επισιτιστικής ασφάλειας. Ένα σημαντικό μειονέκτημα είναι ότι αυτές οι παράμετροι επισιτιστικής ασφάλειας δεν έχουν ακόμη καθοριστεί παγκοσμίως σε ένα διεθνές περιβάλλον (Τσολάκης, 2015).

### 3.8 Διαθεσιμότητα

Η διαθεσιμότητα τροφίμων αναφέρεται στην επαρκή παροχή, προμήθεια και διαθεσιμότητα τροφίμων ως αποτέλεσμα των διαδικασιών παραγωγής, διανομής και ανταλλαγής. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι υπάρχουν πολλές μεταβλητές που αφορούν την παραγωγή τροφίμων, όπως ο τύπος της γης ή του νερού που θα χρησιμοποιηθεί και η πηγή ενέργειας. Λόγω της έλλειψης φυσικών πόρων και των ποικίλων προτιμήσεων των πελατών, τα τρόφιμα πρέπει να μεταφέρονται σε διάφορες τοποθεσίες. Εξαιτίας αυτού, είναι ζωτικής σημασίας να διασφαλιστεί ότι τα τρόφιμα επεξεργάζονται και αποθηκεύονται σωστά, καθώς και μεταφέρονται, συσκευάζονται και πωλούνται, προκειμένου να ελαχιστοποιηθούν τα απόβλητα και οι διακυμάνσεις στις τιμές των τροφίμων. (Τσολάκης, 2015). Επειδή ορισμένες κοινότητες είναι αυτόνομες, απαιτείται ένα σύστημα ανταλλαγής ή εμπορίου για την παροχή διαθεσιμότητας τροφίμων από όλο τον κόσμο.

### 3.9 Φυσική και Οικονομική Προσβασιμότητα

Η φυσική και οικονομική προσβασιμότητα στα τρόφιμα αναφέρεται στην άμεση χωρική και οικονομική πρόσβαση των οικογενειών στα τρόφιμα, πράγμα που σημαίνει ότι έχουν την ικανότητα είτε να δημιουργήσουν τα δικά τους τρόφιμα είτε να τα παρέχουν / αποκτήσουν από άλλους (Τσολάκης, 2015). Επιπλέον, η πρόσβαση σε κατάλληλα και θρεπτικά τρόφιμα είναι ανεπαρκής για να εξασφαλιστεί η προσβασιμότητα, καθώς η διανομή τροφής εντός μιας οικογένειας δεν καλύπτει αποτελεσματικά τις ιδιαίτερες διατροφικές ανάγκες κάθε μέλους.

### 3.10 Σταθερότητα

Είναι η ικανότητα διατήρησης μιας κατάστασης επισιτιστικής ασφάλειας μακροπρόθεσμα χωρίς καμία αστάθεια ή ελλείψεις στον εφοδιασμό τροφίμων που θεωρείται σταθερή. Υπάρχουν διάφοροι παράγοντες που μπορούν να οδηγήσουν σε επισιτιστική ανασφάλεια, όπως οι φυσικές καταστροφές, οι ξηρασίες, οι εμφύλιες συγκρούσεις και η αβεβαιότητα της αγοράς.

### 3.11 Κατανάλωση

Οι διατροφικές ανάγκες των ατόμων μπορούν να καλυφθούν με την κατανάλωση τροφής με τρόπο που είναι τόσο υγιεινό όσο και διατροφικά επαρκές, καθώς και ασφαλές. Η γνώση της προετοιμασίας των τροφίμων και η πρόσβαση στην υγειονομική περίθαλψη αποτελούν επίσης μέρος της επισιτιστικής ασφάλειας επειδή η υγεία ενός ατόμου αντανακλά, μεταξύ άλλων, την ποιότητα της διατροφής του.

## 4 Ιστορική Ανασκόπηση της AKZ

Όσον αφορά τη διατήρηση του περιβάλλοντος, υπάρχει μια αυξανόμενη ανάγκη εξεύρεσης τρόπων για να γίνουν τα αγαθά και οι διαδικασίες πιο φιλικά προς

το περιβάλλον καθ' όλη τη διάρκεια του κύκλου τους. Ως αποτέλεσμα, καθιερώθηκε μια έννοια του κύκλου ζωής (από τη γέννηση έως το θάνατο) για τον συντονισμό στρατηγικών και επιχειρηματικών αποφάσεων (Cordella et al. 2007). Οι περιβαλλοντικοί σύμβουλοι ήταν οι πρώτοι που υιοθέτησαν την έννοια της εκτίμησης του περιβαλλοντικού κύκλου ζωής, η οποία γεννήθηκε από την απαίτηση αξιολόγησης της περιβαλλοντικής επίδρασης. Η Coke χρηματοδότησε την πρώτη έρευνα Αξιολόγησης Κύκλου Ζωής (AKZ) το 1969, αξιολογώντας τη χρήση φυσικών πόρων σε δοχεία ποτών. Η ενεργειακή κρίση της δεκαετίας του 1960 ήταν προπομπός σε αυτό.

Περιβαλλοντική ισορροπία είναι το όνομα που δόθηκε σε μια μέθοδο απογραφής που καθιερώθηκε ταυτόχρονα στην Ευρώπη. Ο Ian Boustead αξιολόγησε τη συνολική ποσότητα ενέργειας που απαιτείται για την παραγωγή πολλών μορφών φιαλών ποτών, συμπεριλαμβανομένων γάλυβα, γυαλιού, πλαστικών και αλουμινίου, στο Ηνωμένο Βασίλειο το 1972. Αν και η χρήση ενέργειας θεωρήθηκε αρχικά πιο σημαντική από τα απόβλητα και τα λύματα, η τεχνική Boustead βελτιώθηκε με την πάροδο του χρόνου και κυκλοφόρησε στο Energy Industrial Development Manual το 1979. (Jensen, Allan Astrup et al. 2006). Σύμφωνα με την EPA, τα ακόλουθα είναι τα πιο σημαντικά ορόσημα στη δημιουργία του AKZ (Environmental Protection Agency. 2006. Life Cycle Assessment: Principles and Practice EPA/600/R-06/060 Office of Research and Development. Cincinnati, Ohio USA): □

- Στις αρχές της δεκαετίας του 1960, η επιστημονική κοινότητα άρχισε να ενδιαφέρεται να ανακαλύψει τεχνικές για την ποσοτικοποίηση και την πρόβλεψη της ποσότητας ενέργειας και φυσικών πόρων που απαιτούνται. □
- Σε ένα παγκόσμιο ενεργειακό συνέδριο το 1963, ο Harold Smith κυκλοφόρησε την πρώτη έρευνα AKZ σχετικά με τις ενεργειακές ανάγκες των χημικών ενδιάμεσων προϊόντων. □
- Η μελέτη των περιορισμών ανάπτυξης γέννησε προβλέψεις σχετικά με το πεπερασμένο των φυσικών πόρων παγκοσμίως αργότερα την ίδια δεκαετία. □
- Η μελέτη των δοχείων αναψυκτικών έγινε για πρώτη φορά το 1969 από την Coca-Cola και ξανά το 1975 από την Υπηρεσία Προστασίας του Περιβάλλοντος των ΗΠΑ.
- Οι ανησυχίες στα τέλη της δεκαετίας του 1970 για τοξικά υλικά οδήγησαν σε μεθοδολογίες για ανάλυση κινδύνου και ανάλυση περιβαλλοντικών

προβλημάτων (REPA στη Βόρεια Αμερική για την ανάπτυξη νέων υλικών φιαλών που θα είχαν μειωμένη απώλεια ισχύος και ως αποτέλεσμα)

- Στις αρχές της δεκαετίας του 1980, η Ευρωπαϊκή Οικονομική Κοινότητα (ΕΟΚ) ξεκίνησε έρευνα για την προβληματική συσκευασία υγρών τροφίμων με στόχο την εξισορρόπηση των οικολογικών αναγκών της Ευρώπης.
- Προς τα τέλη της δεκαετίας του 1980, η τεχνική ΑΚΖ αναπτύχθηκε και επεκτάθηκε από συμβούλους, ερευνητές και ακαδημαϊκούς.□
- Τα αντικρουόμενα ευρήματα των ερευνητών πυροδότησαν προσπάθειες για τη συμφιλίωση των τεχνικών. Πολλές από αυτές τις πρωτοβουλίες έχουν οδηγήσει σε μεθοδολογικές συστάσεις που είναι συγκεκριμένες για μια συγκεκριμένη γεωγραφική περιοχή ή τύπο προϊόντος (Rebitzer et. Al., 2004). Ήδη από το 1990, η SETAC (Society for Environmental Toxicology and Chemistry), η οποία ήταν ο πρώτος Διεθνής Οργανισμός που αγκάλιασε και προώθησε μια προσέγγιση ΑΚΖ, ήταν σε λειτουργία. Προκειμένου να βοηθήσει την ΑΚΖ να εξελιχθεί ως εργαλείο που βασίζεται σε ισχυρά επιστημονικά στοιχεία, έχει ιδρύσει έναν επιστημονικό οργανισμό με ρίζες στον ακαδημαϊκό χώρο, τις επιχειρήσεις και την κυβέρνηση. Όπως υποδηλώνει το όνομα, η αποστολή της SETAC είναι να προωθήσει την επιστήμη σε εξειδικευμένους τομείς μελέτης και να χρησιμοποιήσει αυτή τη γνώση στην περιβαλλοντική διαχείριση. Κατά τη διάρκεια του 1989, το εργαστήριο Smugglers Notch στο Βερμόντ και το εργαστήριο Leuven στο Βέλγιο συμμετείχαν και τα δύο σε αυτό το έργο. Υπήρξαν δύο ξεχωριστά σχολεία ανάπτυξης ΑΚΖ στις Ηνωμένες Πολιτείες και την Ευρώπη από τότε που πραγματοποιήθηκαν αυτά τα εργαστήρια.
- Τα χάρτινα κύπελλα από πολυστερένιο αποδείχθηκαν πιο φιλικά προς το περιβάλλον σε μια έρευνα που κυκλοφόρησε το 1991. (Hocking, 1991)
- Αυτή η δέσμευση έγινε το 1992, στη Σύμβαση του Ρίο ντε Τζανέιρο για την ανάπτυξη και το περιβάλλον, όταν τα Ηνωμένα Έθνη εξέτασαν τη βιώσιμη ανάπτυξη.
- Εξαιτίας αυτού, μια τελευταία καινοτόμος επιτροπή προστασίας του περιβάλλοντος ιδρύθηκε το 1993 από τον Διεθνή Οργανισμό Τυποποίησης (ISO). Τα πρότυπα ΑΚΖ δημιουργήθηκαν από τον ISO μεταξύ 1997 και 2006 ως αποτέλεσμα αυτής της προσπάθειας.
- Ένας τεράστιος αριθμός μελετών σε περιοδικά όπως το Journal of Cleaner Production και επίσης το International Journal of Life Cycle Assessment

αναφέρουν την αδυναμία του ISO να εναρμονίσει και να τυποποιήσει προσεγγίσεις.

- Γίνεται προσπάθεια από την Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ) να συμμορφωθεί με τα κριτήρια AKZ υιοθετώντας το περιβαλλοντικό αποτύπωμα προϊόντων και οργανισμών (PEF Product Environmental Footprint και OEF Organization Environmental Footprint 2013/179). Επιπλέον, συνεπάγεται:

ο Χρήση μεθοδολογιών από κυβερνήσεις και άλλους οργανισμούς. Ειδικές ρυθμίσεις πρόκειται να αναπτυχθούν εντός τριών ετών μέσω μιας πολυσυμμετοχικής διαδικασίας, σύμφωνα με την ανακοίνωση.

ο Η διαφάνεια, η αξιοπιστία, η πληρότητα και η συγκρισιμότητα είναι μερικές μόνο από τις αρετές που περιγράφονται σε αυτό το έγγραφο για τη μετάδοση περιβαλλοντικών επιδόσεων.

ο Ενθαρρύνει τον συντονισμό της επιστημονικής βελτίωσης και της διαθεσιμότητας δεδομένων σε ολόκληρο τον κόσμο.

- Οι Κανόνες Κατηγορίας Αποτυπώματος Περιβάλλοντος Προϊόντος (PEFCR) αλλά και ο Τομεακός Κανόνας Περιβαλλοντικού Αποτυπώματος Οργανισμού (OEF SR) χρησιμοποιούνται για την καθοδήγηση της ανάπτυξης του προαναφερθέντος έργου (OEF SR). Για να είναι έγκυρο το EPD, πρέπει να πληροί όλες τις απαιτήσεις των μελετών PEF και OEF. Αυτός είναι βασικά ο ορισμός αυτών των απαιτήσεων (Περιβαλλοντική Δήλωση Προϊόντος).
- Οι Κανόνες Κατηγορίας Προϊόντων (PCR) και οι Κανόνες Κατηγορίας Οργανισμού (OCR) υιοθετούνται από την ΕΕ προκειμένου να θεσπιστούν οι κανόνες και τα δεδομένα που χρησιμοποιούνται στην AKZ. Παρέχουν επίσης πληροφορίες σχετικά με τις Περιβαλλοντικές Δηλώσεις Προϊόντων (EPD).

Η σταθερή αύξηση του αριθμού των αναφορών για τη φράση "AKZ" δείχνει ότι οι επιστήμονες ενδιαφέρονται ολοένα και περισσότερο για αυτήν την τεχνική. Κατά την αναζήτηση για "AKZ FOOD", ο αριθμός των αποτελεσμάτων αυξάνεται.

## 4.5 Ανάλυση Κύκλου Ζωής

Η προσέγγιση της Ανάλυσης Κύκλου Ζωής (AKZ) είναι μια στρατηγική για την ανάλυση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων ενός προϊόντος, μιας διαδικασίας ή

μιας δραστηριότητας με τον εντοπισμό και τη μέτρηση της ενέργειας και των υλικών που χρησιμοποιούνται, καθώς και των απορριμμάτων που απορρίπτονται στο περιβάλλον και την αξιολόγηση των επιπτώσεών τους, κατανόηση και εκτίμηση των ευκαιριών για περιβαλλοντικές βελτιώσεις όσον αφορά την ενέργεια και τα υλικά, καθώς και τα απόβλητα (Αβρααμίδης Μ., Κυθραιώτου Ν., Φάττα Δ., 2005). Η μελέτη περιλαμβάνει ολόκληρο τον κύκλο ζωής του προϊόντος, της διαδικασίας ή της δραστηριότητας, συμπεριλαμβανομένης της εξόρυξης και επεξεργασίας πρώτων υλών, της κατασκευής, της μεταφοράς, της διανομής, της χρήσης, της συντήρησης και της διαχείρισης απορριμμάτων. Με άλλα λόγια, είναι ένα εργαλείο περιβαλλοντικής διαχείρισης και υποστήριξης αποφάσεων που στοχεύει στην αξιολόγηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων της χρήσης ενέργειας και της επεξεργασίας υλικών, συμπεριλαμβανομένης της διάθεσης απορριμμάτων, καθώς και των δυνατοτήτων επίτευξης περιβαλλοντικών βελτιώσεων μέσω της ορθολογικής χρήσης πρώτων υλών και ενέργειας κατά τη διάρκεια κάθε βήματος του κύκλου ζωής ενός προϊόντος.

Η προσέγγιση AKZ έχει τις ρίζες της στη δεκαετία του 1970, όταν ερευνητές στην Ελβετία, τη Γερμανία και τις Ηνωμένες Πολιτείες δημιούργησαν συστήματα για ενεργειακούς και περιβαλλοντικούς υπολογισμούς κατά τη διαδικασία σχεδιασμού του προϊόντος. Μέχρι τα τέλη της δεκαετίας του 1980, τα οφέλη της προσέγγισης έγιναν αισθητά στη βιομηχανία, και στις αρχές της δεκαετίας του 1990, ένα κύμα ερευνητικών πρωτοβουλιών παρείχε μια συγκεκριμένη ώθηση στην AKZ. Ωστόσο, θεωρείται ότι εισήχθη για πρώτη φορά ως περιβαλλοντικό εργαλείο στα τέλη της δεκαετίας του 1990 με τη δημοσίευση του συνόλου διεθνών προτύπων ISO 14040 - 14049. Η Ανάλυση Κύκλου Ζωής προσφέρει σε έναν μηχανικό περιβάλλοντος και σε έναν κατασκευαστή προϊόντων ένα επιστημονικό πλαίσιο για την αξιολόγηση και την ανάλυση των περιβαλλοντικών συνεπειών που μπορεί να αποδοθούν άμεσα ή έμμεσα στον κύκλο ζωής ενός προϊόντος.

Τα τελευταία χρόνια, το πεδίο εφαρμογής της AKZ έχει αυξηθεί γρήγορα. Το AKZ μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως διαγνωστικό εργαλείο για τον εντοπισμό διαδικασιών του κύκλου ζωής που πρέπει να βελτιωθούν για το περιβάλλον, για περιβαλλοντική σύγκριση προϊόντων με την ίδια λειτουργία ή χρήση, για περιβαλλοντική πιστοποίηση προϊόντων ή υπηρεσιών (οικολογική σήμανση), οικολογικός σχεδιασμός νέων προϊόντων (eco-design), καθώς και για την επιλογή κατάλληλων περιβαλλοντικών δεικτών (Αβρααμίδης Μ., Κυθραιώτου Ν., Φάττα Δ., 2007). Η μέθοδος λειτουργεί με την κατασκευή ενός μοντέλου που διαμορφώνεται

από την προσπάθεια του χρήστη να εξηγήσει ένα σύστημα όσο το δυνατόν πιο ρεαλιστικά. Το σύστημα μπορεί να θεωρηθεί ως ένα στατικό μοντέλο προσομοίωσης που αποτελείται από διεργασίες μονάδων, καθεμία από τις οποίες αντιπροσωπεύει μία ή περισσότερες δραστηριότητες.

## 4.6 Η πολιτική της Ευρωπαϊκής Ένωσης

Προς μια πιο αποτελεσματική οικονομία χαμηλών εκπομπών άνθρακα, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή προσφέρει τρεις αμοιβαία ενισχυόμενους στόχους για το οικονομικό μοντέλο της Ένωσης στην έκθεσή της το 2010 «Στρατηγική για έξυπνη, βιώσιμη και χωρίς αποκλεισμούς ανάπτυξη».

1ο. Έξυπνη ανάπτυξη: ανάπτυξη μίας οικονομίας βασισμένης στη γνώση και την καινοτομία.

2ο. Διατηρήσιμη ανάπτυξη: προώθηση μίας πιο αποδοτικής στη χρήση πόρων, πιο πράσινης και πιο ανταγωνιστικής οικονομίας.

3ο. Ανάπτυξη χωρίς αποκλεισμούς: μία οικονομία με υψηλή απασχόληση που θα επιτυγχάνει κοινωνική και εδαφική συνοχή.

Την αναγκαιότητα των πολιτικών αυτών της στηρίζει κυρίως στα εξής:

1. Είναι πυκνοκατοικημένη και εγκλωβισμένη σε ένα γραμμικό οικονομικό μοντέλο εντατικής χρήσης των πόρων.

2. Οι τιμές των πόρων της αυξάνονται διαρκώς και γίνονται πιο ασταθείς.

3. Εξαρτάται από τις εισαγωγές πόρων και ενέργειας.

4. Πιστεύει ότι οι νέες αγορές με εκατομμύρια πελάτες της μεσαίας τάξης θα οδηγήσουν σε βελτίωση της ανταγωνιστικότητας. Οι υπόλοιποι στόχοι είναι οι ακόλουθοι: Οι στόχοι για το κλίμα και την ενέργεια «20/20/20» πρέπει να επιτευχθούν με το 3% του ΑΕΠ της ΕΕ να δαπανάται σε E&A. (συμπεριλαμβανομένης της αύξησης στο 30 τοις εκατό του ποσοστού μείωσης των εκπομπών) Κατά την εφαρμογή πολιτικών όπως αυτές: □

● Η χρηματοδότηση της έρευνας και ανάπτυξης και οι συνθήκες πλαισίου πρέπει να βελτιωθούν για να διασφαλιστεί ότι νέες ιδέες μπορούν να αναπτυχθούν σε



αγαθά ή υπηρεσίες που θα οδηγήσουν σε οικονομική ανάπτυξη και δημιουργία θέσεων απασχόλησης.

- Η οικονομική ανάπτυξη θα πρέπει να αποσυνδεθεί από την κατανάλωση πόρων και μια «αποτελεσματική Ευρώπη» θα πρέπει να τονώσει τη χρήση εναλλακτικών πηγών ενέργειας και να αναβαθμίσει τον τομέα των μεταφορών.

Οι πολιτικές της ΕΕ για τα τρόφιμα και το περιβάλλον, καθώς και η αλληλεπίδρασή τους, ενσωματώνονται ως μέρος ενός ευρύτερου οράματος μιας κυκλικής οικονομίας προκειμένου να εκπληρωθούν οι στόχοι που αναφέρονται παραπάνω. Με άλλα λόγια, μια θεμελιώδης αλλαγή που απαιτεί επανεξέταση των μοντέλων προσφοράς, παραγωγής, κατανάλωσης και διάθεσης της οικονομίας προς όφελος ενός μοντέλου που δίνει έμφαση στην «επαναχρησιμοποίηση, επισκευή, αποκατάσταση και ανακύκλωση». Η πολιτική της Ευρωπαϊκής Ένωσης, όπως περιγράφεται στον ιστότοπο της Ευρωπαϊκής Ένωσης, απαιτεί μια σειρά δράσεων για να επιταχυνθεί η στροφή της Ευρώπης σε μια κυκλική οικονομία. Μεταξύ των στόχων αυτής της μεθόδου χάραξης πολιτικής είναι η αύξηση της αποδοτικότητας των πόρων και η μετατροπή των απορριμμάτων σε πόρο που έχει περιβαλλοντικά πλεονεκτήματα, μεταξύ άλλων. Ακολουθούν οι στόχοι της Επιτροπής για την έξοδο:

□

- Επένδυση του 3% του ΑΕΠ της ΕΕ σε έρευνα και ανάπτυξη
- Όσον αφορά το κλίμα και την ενέργεια, πρέπει να επιτευχθούν οι στόχοι «20-20-20» (συμπεριλαμβανομένης της αύξησης κατά 30 τοις εκατό στη μείωση των εκπομπών). □
- Δείκτες για την παρακολούθηση της αποδοτικότητας των πόρων. □
- Προγράμματα δημιουργίας πράσινων θέσεων εργασίας και υποστήριξης των επιχειρηματιών.
- Πολιτικές για την προώθηση της ανακύκλωσης και την ενίσχυση της βιωσιμότητας των κύκλων ζωής των προϊόντων.

Η οικονομία της ΕΕ χάνει σημαντική ποσότητα πιθανών υποπροϊόντων, παρά το γεγονός ότι η διαχείριση των αποβλήτων βελτιώνεται. Η ΕΕ παρήγαγε 2.520 εκατομμύρια τόνους σκουπιδιών το 2010. Μόνο το 36% αυτών των σκουπιδιών ανακυκλώθηκε, ενώ το υπόλοιπο είτε εναποτέθηκε σε χωματερές είτε αποτεφρώθηκε. Από τους 600 εκατομμύρια τόνους απορριμμάτων που θα μπορούσαν να είχαν ανακυκλωθεί ή επαναχρησιμοποιηθεί, περίπου 600 εκατομμύρια τόνοι θα μπορούσαν

να είχαν επαναχρησιμοποιηθεί ή ανακυκλωθεί (Ευρωπαϊκή Επιτροπή 2014). Ως αποτέλεσμα, η ΕΕ χάνει τεράστιες δυνατότητες να βελτιώσει την αποδοτικότητα των πόρων της, να αναπτύξει πιο κυκλικές οικονομίες, να δημιουργήσει θέσεις εργασίας, να εφαρμόσει οικονομικά αποδοτικά μέτρα για τη μείωση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου, καθώς και να μειώσει τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου με οικονομικά αποδοτικό τρόπο, αλλά και την εξάρτησή της από πρωτογενείς πόρους ξένης προέλευσης.

Σύμφωνα με τις συστάσεις της ΕΕ για τα απορρίματα, η στρατηγική της ΕΕ «2020», ιδίως η εμβληματική της προσπάθεια «Μια Ευρώπη με αποδοτική χρήση των πόρων», στοχεύει να προσθέσει στη στρατηγική 2020 της ΕΕ και να συνδέσει τον οδικό χάρτη πόρων της ΕΕ με τους πρώτους πόρους, ενισχύοντας την ανακύκλωση και τη διάρκεια ζωής του προϊόντος μέχρι την ολοκλήρωση του κύκλου (Ευρωπαϊκή Επιτροπή 2014). Με αυτόν τον τρόπο, αλλάζει επίσης νωρίς η παραγωγή, δημιουργούνται θέσεις εργασίας και καταναλώνονται λιγότεροι πόροι (π.χ. ανακυκλωμένα υφάσματα). Οι κοινές φιλοδοξίες της ΕΕ για τα απόβλητα καθώς και για το περιβάλλον οδήγησαν στις ακόλουθες προτεραιότητες στο 7ο Σχέδιο Δράσης για το Περιβάλλον:

- Την προστασία, διατήρηση και ανάπτυξη του φυσικού πλούτου. □
- Να μετατραπεί η ένωση σε μία αυτάρκη ενεργειακά οικονομία χαμηλών εκπομπών άνθρακα. □
- Να προστατεύσει την υγεία και την ευημερία των πολιτών. □
- Να μεγιστοποιηθούν τα οφέλη της νομοθεσίας της Ένωσης για το περιβάλλον βελτιώνοντας την εφαρμογή της. □
- Η βελτίωση των βάσεων πληροφοριών για το περιβάλλον. □
- Να εξασφαλιστούν επενδύσεις για τις αντίστοιχες πολιτικές. □
- Την ενίσχυση της βιωσιμότητας των πόλεων της Ένωσης. □
- Αποτελεσματικότερη αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών και κλιματικών προκλήσεων.

#### 4.6.3 Οικολογικό σήμα της ΕΕ

Λόγω της ευρέως διαδεδομένης πεποίθησης ότι η ανθρώπινη δραστηριότητα εξαντλεί τους φυσικούς πόρους και μολύνει το περιβάλλον, πολλοί καταναλωτές

δίνουν προτεραιότητα στην αγορά ειδών φιλικών προς το περιβάλλον (Γενική Διεύθυνση Περιβάλλοντος 2014). Ως αποτέλεσμα αυτού του πλαισίου, έχει καθιερωθεί το οικολογικό σήμα της ΕΕ, το οποίο υποδηλώνει προϊόντα και υπηρεσίες που έχουν μειωμένη περιβαλλοντική επίδραση καθ' όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής τους, από την εξόρυξη πρώτων υλών έως την κατασκευή και τη διάθεση. Προκειμένου να ενθαρρυνθεί η περιβαλλοντική αριστεία σύμφωνα με καθορισμένες απαιτήσεις, είναι μια προαιρετική ονομασία που αναγνωρίζεται σε όλη την Ευρώπη.

Τα συστήματα περιβαλλοντικής διαχείρισης (EMS) εφαρμόστηκαν από τις επιχειρήσεις προκειμένου να πληρούν τα πρότυπα. Περισσότερες από 1.300 επιχειρήσεις το έχουν αγκαλιάσει μέχρι το 2014 και ανεξάρτητοι ειδικοί ελέγχουν τους ισχυρισμούς για να αποτρέψουν τη σύγχυση των πελατών σχετικά με την ορθότητά τους. Το οικολογικό σήμα της ΕΕ συμμορφώνεται ιδιαίτερα με τα πρότυπα ISO Ecolabel Type 1 (ISO 14062). Σύμφωνα με τη μεθοδολογία Αξιολόγησης Κύκλου Ζωής (AKZ), αυτή η ετικέτα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να αντικατοπτρίζει τις συνολικές περιβαλλοντικές προτιμήσεις μιας κατηγορίας προϊόντων (AKZ).

#### 4.6.4 PEF, PCR & EPD

Η δοκιμαστική φάση ξεκίνησε τον Νοέμβριο του 2013 με το 14 Product Environmental Footprint (PEF) και το Organisation Environmental Footprint (OEF) «πιλότους» (1ο κύμα πιλότων). Αυτή τη στιγμή, καθένας από τους πιλότους βρίσκεται στο στάδιο διαλογής μιας έρευνας που θα χρησιμεύσει ως βάση για τη θέσπιση των κανονισμών για τη συγκεκριμένη κατηγορία προϊόντων που αντικατοπτρίζουν (PEFCR και OEFCR αντίστοιχα).

Σε αντίθεση με τις βιομηχανικές εφαρμογές, οι προσεγγίσεις AKZ τροφίμων δεν έχουν ακόμη επιτύχει τον ίδιο βαθμό ωριμότητας (Ellingsen & Aanandsen 2006). Η χρήση του εμβλήματος και του ακρωνύμιου EPD® επιτρέπεται μόνο εντός της ΕΕ με την εξουσιοδότηση αυτού του παγκόσμιου συστήματος, καθώς αποτελούν αναγνωρισμένα εμπορικά σήματα της ΕΕ. Η χρήση του περιορίζεται σε προϊόντα και υπηρεσίες που συμμορφώνονται με το ISO 14025.

Οι δηλώσεις περιβαλλοντικών προϊόντων που συμμορφώνονται με το ISO 14025, ή EPD, είναι ένας αξιόπιστος και διαφανής τρόπος επικοινωνίας των περιβαλλοντικών επιπτώσεων όλων των ειδών προϊόντων ή υπηρεσιών, ανεξάρτητα από τη φύση τους. Χρησιμοποιώντας το σύνολο προτύπων ISO 14040, το ISO 14025 καθορίζει τα αριθμητικά δεδομένα από το περιβάλλον για ένα προϊόν, αλλά δεν αποκλείει άλλες περιβαλλοντικές πληροφορίες. Τα EPD είναι επαληθεύσιμα έγγραφα που περιλαμβάνουν πληροφορίες σχετικά με τον κύκλο ζωής του προϊόντος που είναι τόσο διαφανείς όσο και συγκρίσιμες. Ενώ όλες οι εφαρμογές είναι καταγεγραμμένες στο Διεθνές Σύστημα EPD® και μπορούν να προβληθούν στο Διαδίκτυο, περισσότερες από 400 έχουν κατατεθεί από περισσότερες από 140 εταιρείες για μια μεγάλη ποικιλία κατηγοριών προϊόντων (EPD 2014) και έχουν γίνει δωρεάν. Ως αποτέλεσμα της ένταξής του στην πολιτική της ΕΕ για τη βιωσιμότητα προϊόντων και υπηρεσιών στην κυκλική οικονομία, το EPD χρησιμεύει ως σημαντικό εργαλείο για την έκθεση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των έργων υποδομής με τρόπο διαφανή και αξιόπιστο. Ως αποτέλεσμα αυτού, είναι εφικτό να εντοπιστούν περιβαλλοντικά ζητήματα που πρέπει να αντιμετωπιστούν.

Τα έγγραφα που καθορίζουν κανόνες και πρότυπα EPD για μια συγκεκριμένη κατηγορία προϊόντων (PCR) ονομάζονται Περιβαλλοντικοί Κανόνες Κατηγορίας Προϊόντος. Η χρήση τους είναι απαραίτητη για την έννοια των περιβαλλοντικών δηλώσεων που βασίζονται στο ISO 14025, καθώς επιτρέπουν τη διαφάνεια και τη συγκρισιμότητα των EPD που βασίζονται στις ίδιες ΛΔΚ. Όσον αφορά τα αποξηραμένα φρούτα και τις σταφίδες, δεν έχουν ακόμη καταγραφεί PCR. Απαιτούνται πρόσθετες περιβαλλοντικές πληροφορίες από τις PCR επιπλέον των πληροφοριών που περιλαμβάνονται στα EPD. Όλα όσα παρέχονται ως μέρος των δεδομένων, είτε απαιτούνται είτε είναι προαιρετικά, πρέπει να μπορούν να επαληθευτούν (EPD 2014). Έχουν επίσης εμπειρία σε μια σειρά από εξειδικευμένες ενότητες (gate to gate). Σύμφωνα με το Γραφείο Στατιστικής του ΟΗΕ - Κωδικοί ταξινόμησης μητρώου (CPC), καθορίζεται η δομή και το συνολικό επίπεδο των βασικών ενότητων. Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις που συνδέονται με καθένα από τα 3 στάδια του κύκλου ζωής που αναφέρονται παραπάνω αναφέρονται επίσης μεμονωμένα, σύμφωνα με τους κανόνες, χρησιμοποιώντας την τεχνική και τα δεδομένα για την πλήρη AKZ, MFF. Ως μέρος μιας συνεργατικής, ανοιχτής και συμμετοχικής προσέγγισης που θεωρείται ευρέως ως βέλτιστη πρακτική, θα πρέπει να ληφθούν υπόψη οι ακόλουθες επιλογές:

- εταιρείες και οργανισμούς, σε συνεργασία με άλλους φορείς.
- τα όργανα με τη συμμετοχή εμπειρογνομόνων της AKZ σε στενή συνεργασία με τις εταιρείες ή με υποκατάστημα και το ενδιαφέρον των οργανισμών.
- ή από μεμονωμένες εταιρείες ή οργανισμούς σε περίπτωση που έχουν την απαραίτητη ικανότητα ή να επιλέξουν να συμμετάσχουν εκτός AKZ/EPD εμπειρογνώμονες.

Ο διαχειριστής του προγράμματος επιβλέπει τη διαδικασία δημιουργίας PCR και διασφαλίζει ότι συμμορφώνεται με τα πρότυπα ISO 14025 και άλλα έργα εναρμόνισης PCR. Ένας διευθυντής PCR και ένας ειδικός που επιλέγεται από τον χειριστή προγραμματισμού είναι υπεύθυνοι για την προετοιμασία μιας συγκεκριμένης PCR. Ο συντονιστής είναι υπεύθυνος για την ενημέρωση του χειριστή ανάπτυξης PCR σχετικά με όλες τις σχετικές πληροφορίες, ώστε να είναι διαθέσιμες σε όλα τα ενδιαφερόμενα μέρη μέσω του ιστότοπου [www.environdec.com](http://www.environdec.com). Στην ανάπτυξή τους περνούν τα ακόλουθα στάδια:

- 1ο. Έναρξη φάσης
- 2ο. Προετοιμασία
- 3ο. Διαβούλευση
- 4ο. Έγκριση και δημοσίευση
- 5ο. Ενημέρωση

Υπάρχει μια περιγραφή των ευθυνών που πρέπει να ολοκληρωθούν από τον συντονιστή PCR και τον χειριστή του προγράμματος για κάθε φάση σε αυτό το τμήμα του ιστότοπου. Το Διεθνές Σύστημα EPD® παρέχει λεπτομερείς οδηγίες για το πώς να δημιουργήσετε ένα έγγραφο PCR στις γενικές οδηγίες του προγράμματος. Οι σύγχρονοι περιβαλλοντικοί κανονισμοί και η εμπορική βοήθεια για βιώσιμη παραγωγή και κατανάλωση καθοδηγούνται από επιστημονικές μεθοδολογίες όπως η αξιολόγηση του κύκλου ζωής (AKZ) και η υποκείμενη έννοια του Life Cycle Thinking (LCT). Σε αυτό το πλαίσιο, το Παγκόσμιο Σύστημα Αναφοράς Κύκλου Δεδομένων (ILCD) κινείται, προσφέροντας μια ενιαία βάση δεδομένων για δεδομένα κύκλου ζωής με συνεπείς, αυστηρές και εξασφαλισμένης ποιότητας μελέτες. Τα φιλικά προς το περιβάλλον προϊόντα και υπηρεσίες μπορεί να υποστηρίζονται από δεδομένα και έρευνες όπως αυτή (Wolf et al., 2012). Το Κοινό Κέντρο Ερευνών (ΚΚΕρ) που χρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή παρέχει ένα κοινό δίκτυο (Ευρωπαϊκή Πλατφόρμα για την AKZ) για ισχυρά και διασφαλισμένα για την

ποιότητα δεδομένα κύκλου ζωής και έρευνα. Το ILCD χρηματοδοτείται από το Ευρωπαϊκό ΚΚΕρ. Ο ιστότοπος του ΚΚΕρ παρέχει αναλυτικές οδηγίες σχετικά με τον τρόπο χρήσης αυτών των δεδομένων και της έρευνας για την υποστήριξη περιβαλλοντικών ισχυρισμών, όπως η οικολογική σήμανση.

#### 4.6.5 Πράσινη Πιστοποίηση και Ανάλυση Κύκλου Ζωής (Life Cycle Assessment)

Το ότι μια υπηρεσία ή ένα προϊόν έχει δημιουργηθεί σύμφωνα με τα πρότυπα και τις παραμέτρους που ορίζονται σε μια πιστοποίηση αποτελεί εγγύηση για την ποιότητά του. Το Ευρωπαϊκό Πρότυπο ΕΛΟΤ EN 45020: 1996 ορίζει την πιστοποίηση ως τη διαδικασία πιστοποίησης της συμφωνίας ή της συμμόρφωσης ενός προϊόντος με καθορισμένα κριτήρια. Ο προσδιορισμός εάν ένα προϊόν συμμορφώνεται με ένα πρότυπο είναι προαιρετικός ή απαιτείται σε διαφορετικές χώρες, ανάλογα με τη νομική τους θέση. Η ελληνική αρχή πιστοποίησης ΕΛΟΤ παρουσίασε πρόσφατα το έθνος μας στην ευρωπαϊκή προσπάθεια για την ενοποίηση των διαδικασιών πιστοποίησης και την αμοιβαία αναγνώριση των πιστοποιητικών που χορηγούνται από άλλες ευρωπαϊκές αρχές πιστοποίησης, που μόλις πραγματοποιήθηκε (Πίτσικα, 1996). Η περιβαλλοντική υποβάθμιση της Γης έχει γίνει ένα σημαντικό πρόβλημα για τον κόσμο τις τελευταίες δεκαετίες. Η συμμόρφωση με τους κανονισμούς, η συνεχής βελτίωση και η πρόληψη της ρύπανσης καθίστανται εφικτά από τα Συστήματα Περιβαλλοντικής Διαχείρισης (EMS), τα οποία χρησιμοποιούνται από τις επιχειρήσεις για την αξιολόγηση και τη διαχείριση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των λειτουργιών, των αγαθών και των υπηρεσιών τους.

- ΕΛΟΤ EN ISO 14001

Ένα αποτελεσματικό Σύστημα Περιβαλλοντικής Διαχείρισης ορίζεται από τα πρότυπα του προτύπου ΕΛΟΤ EN ISO 14001 που είναι το πιο ευρέως χρησιμοποιούμενο διεθνές πρότυπο περιβαλλοντικής διαχείρισης. Ακόμη και οι μικρότερες επιχειρήσεις μπορούν να χρησιμοποιήσουν το πρότυπο για να βελτιώσουν τις περιβαλλοντικές τους επιδόσεις (<http://www.elot.gr>). Πρόσθετα συστήματα περιβαλλοντικής πιστοποίησης όπως το Κοινοτικό Σύστημα Οικολογικής Διαχείρισης και Οικολογικού Ελέγχου (ELOT EN ISO 14001) ενδέχεται να βασίζονται σε αυτό το

πρότυπο (EMAS). Επιπλέον, έχει σχεδιαστεί για να είναι συμβατό με άλλα πρότυπα συστημάτων διαχείρισης, όπως το ΕΛΟΤ EN ISO 9001, έτσι ώστε πολλαπλά συστήματα διαχείρισης να μπορούν να συνδέονται σε ένα ενιαίο ολοκληρωμένο σύστημα.

Μεταξύ των πλεονεκτημάτων της εφαρμογής Συστήματος Περιβαλλοντικής Διαχείρισης σύμφωνα με το ΕΛΟΤ EN ISO 14001 είναι:

- Βελτιωμένη περιβαλλοντική απόδοση
- Επίτευξη υψηλότερου επιπέδου συμμόρφωσης με το νόμο και αποφυγή κυρώσεων
- Αποφυγή ρύπανσης
- Μέτρα εξοικονόμησης πόρων και μείωσης του κόστους
- Απόκτηση ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος, στρατολόγηση νέων πελατών και επέκταση σε νέες αγορές
- Βελτίωση της εικόνας της εταιρείας στα μάτια του ευρύτερου κοινού, των αρμόδιων αρχών, των δανειστών και των επενδυτών
- Βελτίωση της επικοινωνίας με τα ενδιαφερόμενα μέρη εκτός του οργανισμού
- Αύξηση της ευαισθητοποίησης των εργαζομένων για τις περιβαλλοντικές προκλήσεις και αύξηση της ετοιμότητάς τους να αναλάβουν την ευθύνη (<http://www.elot.gr>).

#### ● Σήμα Eco Label

Το ευρωπαϊκό σήμα Eco label είναι ένα εθελοντικό σήμα που αναπτύχθηκε το 1992 για να ενθαρρύνει τις επιχειρήσεις να υιοθετήσουν πιο φιλικά προς το περιβάλλον προϊόντα και υπηρεσίες. Το λουλουδάτο λογότυπο διακρίνει τα προϊόντα και τις υπηρεσίες που έχουν λάβει το οικολογικό σήμα και διευκολύνει τους καταναλωτές να τα αναγνωρίσουν. Το Ευρωπαϊκό Οικολογικό Σήμα καλύπτει πλέον ένα ευρύ φάσμα προϊόντων και υπηρεσιών, με όλο και περισσότερες ομάδες να συμμετέχουν σε τακτική βάση.

## 4.7 Ανασκόπηση της ΑΚΖ

Πληροφορίες διεργασίας, δεδομένα ροής, δεδομένα ιδιοκτησίας, δεδομένα πηγής, δεδομένα επαφής και τεχνική δεδομένων LCIA περιλαμβάνονται στον γενικό

όρο «Σύνολα δεδομένων AKZ». Η εν λόγω μέθοδος χρησιμοποιείται για την απάντηση σε θέματα όπως:

- Επισήμανση προϊόντων ή διαδικασιών ή περιβαλλοντικών ισχυρισμών (Γενική Διεύθυνση Περιβάλλοντος 2014)
- Συγκρίνονται οι τεχνικές και οι εναλλακτικές λύσεις της γεωργίας, όπως η συμβατική και η βιολογική γεωργία (Kavargiris et al. 2009) □
- Προώθηση φιλικών προς το περιβάλλον προϊόντων και υπηρεσιών στο κοινό (Ευρωπαϊκή Επιτροπή 2014).
- Σύγκριση της περιβαλλοντικής αποτελεσματικότητας των ίδιων αγαθών ή διαδικασιών μεταξύ εθνών με διαφορετικά φυσικά όρια και πόρους, όπως τριαντάφυλλα γαρύφαλλου που καλλιεργούνται στον Ισημερινό και την Ολλανδία \ (Torrellas et al. 2012).
- Αντίθεση μεταξύ παρόμοιων προϊόντων, όπως 1 κιλό ζάχαρης που παράγεται από ζαχαροκάλαμο ή από ζαχαρότευτλα (Chauhan et al., 2011).

Ως αποτέλεσμα, η AKZ έχει εξελιχθεί ως η επιστημονική βάση για την τρέχουσα περιβαλλοντική πολιτική και τη λήψη οικονομικών αποφάσεων στον τομέα της βιώσιμης κατανάλωσης και παραγωγής. Η Ανάλυση Κύκλου Ζωής έχει δει μια σειρά αλλαγών τα τελευταία χρόνια. Η σύγκριση διαφορετικών μεθοδολογιών είναι ο στόχος αυτής της ανασκόπησης, η οποία στοχεύει να ρίξει φως στις μεθοδολογικές αποκλίσεις και τα γενικά ελαττώματα. Υπάρχουν πολλοί παραλληλισμοί μεταξύ του SAKZ και άλλων μέσων αξιολόγησης, ωστόσο το επίκεντρο αυτής της ανάλυσης περιορίζεται στην αξιολόγηση της κοινωνικής επίδρασης της AKZ. Οι παραδοσιακές περιβαλλοντικές AKZ έχουν αρχίσει να εξελίσσονται σε μια πιο ολιστική αξιολόγηση της μακροπρόθεσμης βιωσιμότητας ως αποτέλεσμα της εισαγωγής των μοντέλων AKZ στη δεκαετία του 1980 και του 1990, καθώς και των ενσωματωμένων αξιολογήσεων των επιπτώσεων του κύκλου ζωής και της κοστολόγησης του κύκλου ζωής με μοντέλα από αυτές οι δεκαετίες και άλλες που έκτοτε κέρδισαν έλξη την πρώτη δεκαετία του εικοστού πρώτου αιώνα (LCSA) (Smith & Barling, 2014).

## 4.8 AKZ και Τρόφιμα

Οι κανόνες αειφορίας για τη γεωργική κατανάλωση και παραγωγή εφαρμόζονται σε όλο τον κόσμο και οι εταιρείες προσπαθούν να κατανοήσουν τους



κύκλους ζωής των προϊόντων προκειμένου να ικανοποιήσουν τις υποχρεώσεις υποβολής εκθέσεων. Ένα ευρύ φάσμα περιβαλλοντικών προκλήσεων μπορεί να εντοπίζεται στη γεωργία, συμπεριλαμβανομένης της κλιματικής αλλαγής και της υποβάθμισης του εδάφους. Σύμφωνα με τα ευρήματα της EIPRO European Food Sustainable Consuming and Producing (SCP), η παραγωγή τροφίμων είναι το πιο οικονομικό μέσο ρύπανσης του περιβάλλοντος στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Ως αποτέλεσμα αυτού, η συζήτηση για την αειφορία θα κυριαρχείται από την ανάγκη κάλυψης της αυξανόμενης ζήτησης τροφίμων, την αυξανόμενη δημοτικότητα των φιλικών προς το περιβάλλον μεθόδων παραγωγής και τον ολοένα αυξανόμενο πληθυσμό.

Διεξάγονται εκτεταμένες μελέτες για να καθοριστεί εάν οι περιβαλλοντικές ανησυχίες πρέπει να επηρεάζουν τις αποφάσεις αγοράς των καταναλωτών. Υπάρχει ακόμη πολλή δουλειά που πρέπει να γίνει όσον αφορά την έρευνα και τις πληροφορίες για τον υπολογισμό των ενεργειακών απαιτήσεων του τομέα των τροφίμων (Andersson, 2000). Οι μετρήσεις εκπομπών διαπιστώθηκε ότι ήταν λανθασμένες στην ίδια έρευνα. Η ανάλυση της γεωργικής παραγωγής έχει μοναδικές μεθοδολογικές προκλήσεις, αλλά η χρονοβόρα διαδικασία συλλογής και ανάλυσης περιβαλλοντικών δεδομένων μπορεί να εφαρμοστεί σε οποιαδήποτε δραστηριότητα.

Στον κύκλο ζωής των τροφίμων, η αγροτική παραγωγή είναι το σημείο σύγκρουσης, επομένως η ΑΚΖ μπορεί να βοηθήσει στη λήψη πιο βιώσιμων αποφάσεων και, παρά τις προόδους στη μεθοδολογία, η μεγαλύτερη παγκόσμια τυποποίηση θα διευρύνει τις πρακτικές εφαρμογές, θα αυξήσει την επισιτιστική ασφάλεια και θα μειώσει τον κίνδυνο για την ανθρώπινη υγεία. Roy et al. 2009). Επιπλέον, συνιστάται να διερευνηθούν σε βάθος οι στρατηγικές και οι διαδικασίες για την πρόβλεψη ή τη μέτρηση των εκπομπών και να εισαχθούν τρόποι γεωργικής χρήσης ή χρήσης γης και νερού για να παρέχονται στους καταναλωτές, στους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής και στους παραγωγούς πιο ακριβή και κατανοητά δεδομένα. Συνιστάται η διερεύνηση κατάλληλων γεωργικών τεχνικών προκειμένου να διασφαλιστεί η βιώσιμη γονιμότητα του εδάφους σύμφωνα με την PCR της δήλωσης EPD, για παράδειγμα, όταν η απουσία περιβαλλοντικής αβεβαιότητας μειώνεται καθώς απομακρύνεται από την παραγωγή (παραγωγή πετρελαίου, μεταφορά, διανομή). Η Νότια Ελλάδα (Κρήτη και Πελοπόννησος) ήταν το επίκεντρο αυτής της μελέτης, η οποία περιελάμβανε 487 ελληνικούς ελαιώνες από 68 ελαιοκαλλιεργητές (Union et al. 2011). Τα αποτελέσματα της μελέτης δεν πρέπει να

ληφθούν ως ακριβής αναπαράσταση της παραγωγής ελαιολάδου, αλλά μάλλον ως ένδειξη των περιβαλλοντικών επιδόσεων του κλάδου. Μόνο οι παραγωγοί που παρέχουν σωστά και έγκαιρα πρωτογενή δεδομένα, δηλαδή ακριβείς και έγκαιρες εγγραφές EPD θα επιτρέπεται να χρησιμοποιούν το EPD. Είναι απαραίτητο να μπορέσουμε να καταγράψουμε με ακρίβεια αυτή την εξέλιξη.

Μετά από συγκρίσιμα μεθοδολογικά τεκμήρια, η παραγωγή άνθρακα 9 διαφορετικών τεχνολογιών παραγωγής κρασιού σε τρεις ευρωπαϊκές χώρες, με βάση 9 διαφορετικά είδη βελτίωσης, παρασκευής, παλαίωσης, προστασίας των καλλιεργειών και διατροφής, αλλά και η ποιότητα των πληροφοριών και η διαθεσιμότητα αποδεικνύεται ότι διαφέρουν με βάση είδος κρασιού (Weidema et al., 2008). Στη μελέτη των Vázquez-Rowe και συν. οι βελτιώσεις στον κύκλο ζωής ενός προϊόντος ή μιας διαδικασίας εξαρτώνται από τις στρατηγικές επιλογές που γίνονται σε όλη την ΑΚΖ. Έτσι, σε σύγκριση των κύκλων ζωής των ποικιλιών φασολιών, οι «γίγαντες» βρέθηκαν πιο φιλικό προς το περιβάλλον από τον «επίπεδο» τύπο στην περιοχή της Πρέσπας Φλώρινας, με βάση τη λειτουργική μονάδα μάζας (Αμπελιώτης και συν. 2013). Οι μελέτες παραγωγής μελιού αποκαλύπτουν ότι η διαχείριση των κυψελών και η παραγωγή ζάχαρης για διατροφή είναι σημαντικές λειτουργίες και στη ζωική παραγωγή. Οι κυψέλες μετακινούνται μεταξύ εγκαταστάσεων ως μέρος αυτής της διαδικασίας. Αυτά τα ευρήματα είναι πολύτιμα για τους κατασκευαστές που θέλουν να βελτιώσουν τις αλυσίδες εφοδιασμού τους προκειμένου να μειώσουν τον αντίκτυπό τους στο περιβάλλον (Arena et al. 2014).

Η εφαρμογή μιας βιώσιμης αλυσίδας εφοδιασμού τροφίμων είναι επίσης απαραίτητη. Οι αγρότες, οι μεταποιητές, οι έμποροι και οι κρατικές υπηρεσίες πρέπει όλοι να συνεργαστούν για να επιτύχουν αυτόν τον στόχο. Διαπιστώθηκε ότι η ομάδα του A. Del Borghi κατάφερε να εντοπίσει τα πιο κρίσιμα σημεία στον κύκλο ζωής της παραγωγής τομάτας τόσο στη συσκευασία όσο και στην καλλιέργεια. Οι τοξικολογικοί δείκτες επιβαρύνονται από τη χρήση ορυκτών καυσίμων, ενώ οι εκπομπές βαρέων μετάλλων και φαινολών είναι οικοτοξικογόνες (Del Borghi et al., 2014) σε αυτόν τον τομέα.

Αν και οι επιλογές ΑΚΖ βασίζονται σε μετρήσιμες πληροφορίες και ενσωματωμένες κοινωνικές και συναισθηματικές αρχές, οι συγκριτικές αναλύσεις των βιώσιμων λύσεων για τη μεταφορά και τη συσκευασία φρούτων και λαχανικών είναι ελλιπείς (Albrecht et al., 2013). Σύμφωνα με μια έρευνα που εξέτασε τη συνολική περιβαλλοντική επίδραση από διάφορα σενάρια συστημάτων συσκευασίας,

καθορίστηκε ότι χρειάζονταν επειγόντως εμπειρικές έρευνες για το πώς αλλάζουν τα χαρακτηριστικά των συσκευασιών απορριμμάτων τροφίμων υπό διάφορες περιβαλλοντικές καταστάσεις (Wikström et al., 2014). Ερωτήσεις όπως:

- Ποια κριτήρια χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση του ποσοστού αποψίλωσης των δασών; □
- Με ποιους τρόπους το φαγητό και το ποτό εξυπηρετούν τον σκοπό τους;
- Με ποιον τρόπο θα μοιραστούν οι επιπτώσεις των παραπροϊόντων που εξυπηρετούν διαφορετικούς σκοπούς στις επόμενες διαδικασίες τροφίμων;
- Και τί γίνεται με την αμειψισπορά;
- Πώς πρέπει να αξιολογούμε τις εκπομπές των καλλιεργειών και των ζώων;
- Πού τελειώνει το αγροτικό σύστημα και πού αρχίζει το περιβάλλον; □
- Ποια δεδομένα και τεχνολογίες θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν για την αξιολόγηση του παγκόσμιου προβλήματος της λειψυδρίας;
- Πώς υπολογίζουμε το χρονισμό των διαφόρων τρόπων δέσμευσης και απελευθέρωσης άνθρακα και πώς προσδιορίζουμε το χρονοδιάγραμμα αυτών των διεργασιών;

Σημειώνεται πρόοδος και αναμένεται να βοηθήσει τους ερευνητές με τα παρακάτω:

- The European Food SCP Round Table ξεκίνησε το 2010 και ανέπτυξε τους κανόνες (PEFCR) για τα τρόφιμα και το αναψυκτικά
- The Food and Agricultural Organization του ΟΗΕ (FAO) ξεκίνησε παρόμοια δημιουργήσε το LEAP το οποίο επικεντρώνεται στο ζωικό κεφάλαιο
- η Γαλλία ανέπτυξε την Agribalyse database, η οποία αποτελεί βάση δεδομένων για τα τρόφιμα και τα ποτά
- Και η βάση δεδομένων World Food AKZ, που δημιουργήθηκε στην Ελβετία.

Χρησιμοποιώντας το ISO 14040: 2006 για την AKZ, οι κατασκευαστές μπορούν να κατανοήσουν τις μακροπρόθεσμες επιπτώσεις στην υγεία και στο περιβάλλον της παραγωγής και κατανάλωσης τροφίμων. Οι αρχές της AKZ και τα εργαλεία του κύκλου ζωής μπορούν να χρησιμοποιηθούν πιο αποτελεσματικά εάν αναπτυχθούν νέες και βελτιωμένες μεθοδολογίες και μοντέλα καθώς και υποστηρίζονται οι βασικές βάσεις δεδομένων, σύμφωνα με τους ερευνητές, λόγω των πολλών παραγόντων υγείας και διατροφής που υπάρχουν (Notarnicola et al. 2012). Η ουσία είναι ότι η αξιολόγηση του κύκλου ζωής (AKZ) είναι μια χρήσιμη τεχνική για

τον προσδιορισμό του τρόπου με τον οποίο οι αλλαγές σε έναν τομέα του κύκλου ζωής του προϊόντος θα μπορούσαν να οδηγήσουν σε αυξανόμενη ρύπανση αλλού (Αρβανιτογιάννης και συν., 2014).

#### 4.9 Πρότυπα ISO 14040 & AKZ

Τα μέλη του ISO (Διεθνής Οργανισμός Τυποποίησης) είναι κυβερνητικοί οργανισμοί τόσο από αναπτυγμένες όσο και από αναπτυσσόμενες χώρες που επιδιώκουν να τυποποιήσουν μια μεγάλη ποικιλία προϊόντων και διαδικασιών. Η ποιότητα και οι επιχειρηματικές πρακτικές αναβαθμίστηκαν με την ανάπτυξη της οικογένειας προτύπων 9000 (Guinée 2002).

Το πρότυπο 14001 του Συστήματος Περιβαλλοντικής Διαχείρισης είναι μέρος της σειράς 14000, όπως και τα πρότυπα αξιολόγησης κύκλου ζωής (AKZ) 14040. Τόσο οι τεχνικές όσο και οι οργανωτικές πτυχές μιας σχετικής έρευνας μπορούν να αντιμετωπιστούν χρησιμοποιώντας το πλαίσιο που παρέχεται από τα ISO 14040 και 14044 (Joint Research Center-Institute for Environment and Sustainability 2010). Όσον αφορά τα οργανωτικά στοιχεία, η εστίαση είναι κυρίως στον σχεδιασμό μηχανισμών κριτικής αξιολόγησης, με ιδιαίτερη προσοχή στους ισχυρισμούς που δημοσιοποιούνται. Αντιμετωπίζουν επίσης ανησυχίες, συμπεριλαμβανομένης της δέσμευσης των ενδιαφερομένων. Κατάλογος προτύπων και τεχνικών εκθέσεων (Αρβανιτογιάννης, Ευστρατιάδης & Μπουντουρόπουλος, 2000) από την οικογένεια 14040 που έχουν αφαιρεθεί ή αναθεωρηθεί:

ΣΕΙΡΑ ΠΡΟΤΥΠΩΝ ISO 14040 πηγή <a href="http://www.iso.org">www.iso.org</a>	
ISO 14040 : 2006	Περιβαλλοντική Διαχείριση-Αξιολόγηση Κύκλου Ζωής – Βασικές Αρχές και Οδηγίες
ISO 14041 : 1998	Περιβαλλοντική Διαχείριση-Αξιολόγηση Κύκλου Ζωής –Στόχοι και Διευκρινήσεις-Πλαίσιο και Ανάλυση

	Απογραφής
ISO 14042 : 2000	Περιβαλλοντική Διαχείριση-Αξιολόγηση Κύκλου Ζωής – Αξιολόγηση των Επιπτώσεων του Κύκλου Ζωής
ISO 14043 : 2000	Περιβαλλοντική Διαχείριση-Αξιολόγηση Κύκλου Ζωής – Ερμηνεία
ISO/DIS 14044	Περιβαλλοντική Διαχείριση-Αξιολόγηση Κύκλου Ζωής – Απαιτήσεις και Συμμορφώσεις
ISO/TR 14047: 2003	Περιβαλλοντική Διαχείριση-Αξιολόγηση Κύκλου Ζωής – Παραδείγματα εφαρμογής του ISO 14042
ISO/TR 14049: 2000	Περιβαλλοντική Διαχείριση-Αξιολόγηση Κύκλου Ζωής – Παραδείγματα της εφαρμογής του ISO 14041 στους στόχους και τις διευκρινήσεις- και στο πλαίσιο και της ανάλυση απογραφής

Η τεχνική έκθεση TR 14025 σχετικά με περιβαλλοντικούς ισχυρισμούς τύπου III, που απαιτούν επίσημη προσέγγιση του κύκλου ζωής, είναι μια άλλη δραστηριότητα ISO που συνδέεται με την AKZ. Στο σημείο αυτό προσδιορίζονται τα ακόλουθα:

- Η πληροφορία που απαιτείται για τη μελέτη.

- Πόσο ακριβή θέλουμε να είναι τα αποτελέσματα.
- Πως θα παρουσιαστούν και ερμηνευτούν τα αποτελέσματα ώστε να είναι χρήσιμα.

Είναι δυνατό να μετρηθεί η περιβαλλοντική επίδραση προϊόντων, διαδικασιών και υπηρεσιών χρησιμοποιώντας την Αξιολόγηση Κύκλου Ζωής (ΑΚΖ). Μόλις καθοριστούν οι στόχοι και οι στόχοι της μελέτης, διατίθεται χρόνος και πόροι από τον ερευνητή ή την ομάδα ερευνητών για την ολοκλήρωση του έργου. Ο στόχος μιας μελέτης, το σκεπτικό για την εκπόνησή της και το κοινό στο οποίο απευθύνεται περιγράφονται λεπτομερώς στο ISO 14041 (1998).

#### 4.10 Μεθοδολογία της ΑΚΖ

Τέσσερα στάδια της LCA ορίζονται από τη σειρά προτύπων DIN / ISO 14040-14044.

- 1ο. Τον ορισμό του στόχου (goal) και πλαισίου (scope) μελέτης
- 2ο. Την ανάλυση απογραφής του κύκλου ζωής (Life Cycle Inventory Analysis)
- 3ο. Την Ανάλυση των επιπτώσεων του κύκλου ζωής (Life Cycle Impact Assessment)
- 4ο. Την ερμηνεία της μελέτης (Interpretation)

Η περιβαλλοντική επίδραση του προϊόντος ή της υπηρεσίας σας μπορεί να αξιολογηθεί καθ' όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής του χρησιμοποιώντας τη μέθοδο LCA. Αυτή η λίστα πόρων περιλαμβάνει ενέργεια και ορυκτά, καθώς και τους πόρους που καταναλώνονται και τις εκπομπές που τεκμηριώνονται σε κάθε στάδιο του κύκλου ζωής του προϊόντος. Τα διάφορα δεδομένα απογραφής (πόροι και εκροές) ποσοτικοποιούνται πρώτα πριν συγκεντρωθούν και ταξινομηθούν σε διάφορες κατηγορίες περιβαλλοντικών επιπτώσεων (π.χ. κλιματική αλλαγή, τοξικότητα ευτροφισμού). Με την ενσωμάτωση των τιμών των δεικτών περιβαλλοντικής απόδοσης για κάθε κατηγορία επιδράσεων, είναι δυνατό να ληφθεί μια συνολική εικόνα της περιβαλλοντικής απόδοσης. Τα ευρήματα της έρευνας ή της διαδικασίας κοινοποιούνται χρησιμοποιώντας ενότητες (π.χ. ένα κιλό εμπορευμάτων ή ένα μπουκάλι κρασί) (Perrin et al., 2014).

## 4.11 Σκοπός και Στόχος της AKZ

Η Ανάλυση Κύκλου Ζωής (LCA) είναι ένα ζωτικής σημασίας στάδιο για τον προσδιορισμό του στόχου και του πεδίου εφαρμογής της AKZ ενός προϊόντος ή μιας διαδικασίας (Αμπελιώτης 2011). Οι ακόλουθες διαδικασίες πρέπει να ακολουθούνται κατά την έρευνα:

- i. Επιλογή της λειτουργικής μονάδας
- ii. Καθορισμός των ορίων του αρχικού συστήματος
- iii. Περιγραφή των απαιτούμενων κατηγοριών δεδομένων
- iv. Καθορισμός της απαιτούμενης ποιότητας των δεδομένων
- v. Διατύπωση των παραδοχών και των περιορισμών της μελέτης
- vi. Αν πρόκειται για AKZ που διενεργείται από το εσωτερικό της επιχείρησης ή του συστήματος που θα αξιολογήσει ή από εξωτερικό φορέα

Σύμφωνα με τους Baumann - Tillman, ο «έμπιστος» της μελέτης εφαρμόζει και ικανοποιεί τα πρότυπα ISO 14040 - 44, ενώ ο «εκτελεστής» της έρευνας υλοποιεί και αξιολογεί τη σκοπιμότητά της (Baumann & Tillman 2004). Οι περιορισμοί του συστήματος καθορίζονται από:

- από το σκοπό της AKZ
- από το είδος του προϊόντος και την καταλληλότητα για πλήρη AKZ
- και τη λειτουργική μονάδα

## 4.12 Χρησιμότητα της AKZ

Υποστήριξη για πιο ολοκληρωμένες περιβαλλοντικές αξιολογήσεις με βάση επιστημονικά στοιχεία. Τα ευρήματα της AKZ είναι χρήσιμα καθώς μας επιτρέπουν:

- Την συνειδητοποίηση και το μετριασμό των περιβαλλοντικών συνεπειών των μακροπρόθεσμων τροποποιήσεων σε ορισμένες διαδικασίες, αγαθά ή συσκευασία.

- Το περιβαλλοντικό κόστος που σχετίζεται με διαφορετικά προϊόντα ή υλικά που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή, τη διάδοση ή τη χρήση του ίδιου προϊόντος σε σύγκριση με άλλα αγαθά που εξυπηρετούν τον ίδιο σκοπό, καθορίζοντας έτσι το περιβαλλοντικό σημείο αναφοράς μιας διαδικασίας. Με βάση τις υπάρχουσες ή αναμενόμενες πρακτικές στην κατασκευή, τη χρήση και την απόρριψη ενός είδους ή μιας κατηγορίας προϊόντος, η AKZ μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ανάπτυξη ενός "σημείου αναφοράς" για την περιγραφή ενός ολόκληρου συστήματος. Σε ορισμένες περιπτώσεις, μια γραμμή αναφοράς μπορεί να αρκεί για τις μοναδικές λειτουργίες ενός προϊόντος ή συσκευασίας. Η κατανάλωση υλικού και ενέργειας και οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις της διαδικασίας ή του προϊόντος υπό αξιολόγηση υποδεικνύονται από αυτήν την ελάχιστη γραμμή αναφοράς.
- Την αναγνώριση ότι τα δεδομένα ενός συστήματος είναι ελλιπή. Τα δεδομένα που είτε λείπουν είτε είναι χαμηλής ποιότητας ανακαλύπτονται συχνά κατά την ανάλυση AKZ ενός συστήματος.
- Τα παραγωγικά στάδια ή διεργασίες κατηγοριοποιούνται με βάση τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις τους. Τα ευρήματα μιας αξιολόγησης του κύκλου ζωής (AKZ) αποκαλύπτουν πώς κάθε στάδιο της παραγωγικής διαδικασίας συνεισφέρει σε ολόκληρο το σύστημα. Είναι δυνατό να προσδιοριστεί ποια τμήματα του κύκλου ζωής ενός προϊόντος χρησιμοποιούν τη μεγαλύτερη ισχύ ή παράγουν τους περισσότερους ρύπους χρησιμοποιώντας ποσοτικές πληροφορίες από AKZ. Όταν πρόκειται για «εσωτερικές» έρευνες βιομηχανιών, η AKZ είναι εξαιρετικά επωφελής.
- Επιστημονικά στοιχεία για την υποστήριξη ενός ευρύτερου φάσματος στρατηγικών. Υπάρχουν διάφοροι τρόποι με τους οποίους οι εκτιμήσεις περιβαλλοντικών επιπτώσεων (ΕΠΕ) μπορούν να βοηθήσουν τα άτομα να λάβουν πολιτικές αποφάσεις. Έχουν γίνει μελέτες στη βιβλιογραφία σχετικά με ζητήματα πολιτικής όπως η χρήση βιοντίζελ έναντι συμβατικών καυσίμων ή η βιώσιμη διαχείριση των στερεών αποβλήτων.
- Υποστήριξη για την πιστοποίηση φιλικών προς το περιβάλλον προϊόντων. Δεδομένου ότι η AKZ λαμβάνει υπόψη τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις των αγαθών σε κάθε στάδιο της διάρκειας ζωής τους, είναι ένα απαραίτητο εργαλείο για την περιβαλλοντική πιστοποίηση προϊόντων. Ως μέρος του προγράμματος της για το οικολογικό σήμα, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή απαιτεί αξιολόγηση του κύκλου



ζωής (AKZ). Χρησιμοποιώντας την AKZ, οι βιομηχανίες μπορούν να αναπτύξουν νέα αγαθά και διαδικασίες που διατηρούν τους φυσικούς πόρους και ελαχιστοποιούν τη ρύπανση.

#### 4.13 Απογραφή του Κύκλου Ζωής

Το LCI είναι η διαδικασία προσδιορισμού του πόσο υλικό και ενέργεια απαιτείται για τη δημιουργία μιας συγκεκριμένης ερευνητικής μονάδας (Guinée et al., 2002). Ο ερευνητής πραγματοποίησε επιτόπιες συνεντεύξεις με ενδιαφερόμενους φορείς (παραγωγούς και ερευνητές στην περιοχή μελέτης) και συνέλεξε δεδομένα χρησιμοποιώντας ερωτηματολόγια κατά το στάδιο της καλλιέργειας. Για να διασφαλιστεί το ότι τα δεδομένα ήταν ακριβή, η συνέντευξη διήρκεσε περίπου 10-15 λεπτά, με τους παρουσιαστές και τους επιστήμονες να εξηγούν συνεχώς τις ερωτήσεις.

Ο επιτόπιος συντονισμός με τους φορείς εκμετάλλευσης του εργοστασίου είχε ως αποτέλεσμα τη συλλογή των σχετικών δεδομένων επεξεργασίας. Τα δεδομένα πρέπει να συλλέγονται μέσω ερωτηματολογίων και συνεντεύξεων πρόσωπο με πρόσωπο με εκπροσώπους της εταιρείας, ειδικούς στις καλλιέργειες και άλλο σχετικό προσωπικό όπου είναι δυνατόν. Κατά περίπτωση, χρησιμοποιούνται δευτερεύουσες πληροφορίες από τη βιομηχανία, τη γεωργία και τις επιστημονικές δημοσιεύσεις (Point, Tyedmers & Naugler, 2012). Τα γεωχωρικά δεδομένα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την απεικόνιση πραγματικών καταστάσεων, αλλά με τις ίδιες υποθέσεις και περιορισμούς όπως η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (Geyer et al. 2010). Εξαιτίας αυτού, είναι σημαντικό να ποσοτικοποιηθούν όλες οι ροές υλικών και ενέργειας που είναι απαραίτητες για την κατασκευή της ενότητας μελέτης.

#### 4.14 Ποιότητα Δεδομένων και Απογραφικός Κατάλογος

Χωρίς δεδομένα, το μοντέλο δεν μπορεί να ολοκληρωθεί. Τα δεδομένα αποτελούνται από τις εισόδους και τις εξόδους του συστήματος. Εξαιτίας αυτού, αναπτύσσονται ερωτηματολόγια (φόρμες συλλογής δεδομένων). Μόλις επιβεβαιωθούν, προστίθενται στην ενότητα. Η συλλογή δεδομένων είναι το πιο χρονοβόρο και εντατικό μέρος της AKZ. Ως αποτέλεσμα, οι προσβάσιμες και

ψηφιακές βάσεις δεδομένων περιέχουν πλέον διεργασίες παρασκευής. Οι μεταφορές, η παραγωγή σκουπιδιών, η παραγωγή ενέργειας και ούτω καθεξής είναι όλα παραδείγματα αυτών των διαδικασιών. Επειδή οι μέθοδοι μπορεί να μην αντιπροσωπεύουν το υπό διερεύνηση σύστημα ή να μην είναι προσβάσιμες, πρέπει να είναι προσαρμοσμένες για την έρευνα. Αυτές αναφέρονται ως “διεργασίες προσκενίου”. Ο Ciambrone (1997) αναφέρει τα ακόλουθα ως πιθανές πηγές:

- Οι κυβερνητικοί, ακαδημαϊκοί και μη κερδοσκοπικοί οργανισμοί έχουν όλοι τις δικές τους βάσεις δεδομένων.
- Από εργαστηριακές μετρήσεις
- Βιβλία
- Επιστημονικά άρθρα
- Συναφής μελέτες AKZ
- Νομοθετημένα όρια
- Συμβούλους και επιχειρησιακές οργανώσεις

Η δε τιμές των δεδομένων ενδέχεται να αναφερθούν σε:

- Μέσες τιμές
- Σταθερά ή κανονικοποιημένα δεδομένα
- Μικτά δεδομένα

Τα δεδομένα παράγονται με:

- Μοντέλα και υπολογισμούς
- Εκτιμήσεις και δείγματα
- Μετρήσεις πεδίου

Για να είναι επιτυχής η μελέτη, τα δεδομένα πρέπει να είναι υψηλής ποιότητας. Γι' αυτό είναι σημαντικό να συλλέγουμε δεδομένα σκόπιμα, δίνοντας προσοχή όχι μόνο στην ποιότητα και την αντιπροσωπευτικότητά τους αλλά και στην απαραίτητη στατιστική επάρκεια κατά τη διαδικασία συλλογής. Θα πρέπει να πραγματοποιηθεί ανάλυση ευαισθησίας δεδομένων για να ληφθούν υπόψη τυχόν αβεβαιότητες ή διακυμάνσεις στα δεδομένα. Επειδή η τοξικότητα (δηλαδή τα χαρακτηριστικά χαρακτηρισμού) των μεμονωμένων χημικών ουσιών ποικίλλει ευρέως, η συνολική ποσότητα του ΡΟ που χρησιμοποιείται και οι οικοτοξικές συνέπειες που παράγει έχουν μια περίπλοκη σύνδεση. Οι οικοτοξικές επιδράσεις

μπορούν να προβλεφθούν με ακρίβεια μόνο εάν χρησιμοποιηθούν ειδικές εφαρμογές (σε κιλά ανά FP / στρέμμα). Ωστόσο, η απόκτηση τέτοιων λεπτομερών πληροφοριών σχετικά με την εφαρμογή φυτοφαρμάκων δεν είναι πάντα δυνατή στον πραγματικό κόσμο. Το αγρο-αποτύπωμα (Finkbeiner et al. 2006) προτείνει ένα τέτοιο μοντέλο, ωστόσο προτιμώνται τα πρωτογενή δεδομένα.

Καταβάλλεται μεγάλη προσπάθεια για τη συλλογή ισχυρών, αντιπροσωπευτικών και ενημερωμένων δεδομένων σε εφαρμοστέες μελέτες που εξετάζουν τον κύκλο ζωής των τροφίμων, ιδίως όσον αφορά:

- Οι μηχανισμοί επιπτώσεων του κύκλου ζωής βασίζονται σε μεγάλο βαθμό σε αυτούς τους παράγοντες.
- Κάθε ένα από αυτά τα πράγματα είναι δυναμικό και συνεχώς μεταβαλλόμενο.
- Υπάρχει διαφορά στον καλλιεργητή, την έκταση και το οικόπεδο μεταξύ αυτών των ποικιλιών. Όταν οι ερευνητές (Gavankar & Suh 2014) μελέτησαν τη χρήση της ΚΙ, βρήκαν (μυκητοκτόνα, εντομοκτόνα, ζιζανιοκτόνα και ρυθμιστές ανάπτυξης).

Τα σχήματα δείχνουν τον μέσο όρο των τιμών που λαμβάνονται χρησιμοποιώντας τις ακόλουθες παραδοχές:

- χρησιμοποιείται εντός του εύρους των επιτρεπόμενων δόσεων
- εξοπλισμένο με τους απαραίτητους υλικοτεχνικούς πόρους
- όταν το χρειάζεσαι περισσότερο

Η στατιστική δειγματοληψία και οι μετρήσεις πεδίου έχουν προταθεί ως λύση (Ciroth & Srocka 2008) όπως και άλλα υπολογιστικά εργαλεία, όπως τα δίκτυα γεωγραφικών πληροφοριών (GIS) (Rodriguez, et al., 2014). Όταν πρόκειται για την καταγραφή των εισροών και των εκροών των καλλιεργειών, χρησιμοποιούνται ερωτηματολόγια για ζητήματα όπως:

- τη φυτοπροστασία
- τη θρέψη
- την καταναλώμενη
- την χρησιμοποιούμενη υλικοτεχνική υποδομή
- τις ανθρωποώρες

- υγιεινή της εκμετάλλευσης

Σε αυτά συχνή είναι η μεταβλητότητα των απαντήσεων που ενδεχομένως οφείλεται:

- στην πολυπλοκότητα των ερωτήσεων
- το χαμηλό επίπεδο της περιβαλλοντικής συνείδησης από τους παραγωγούς
- την απουσία εσωτερικής παρακολούθησης και καταγραφής σχετικά με την κατανάλωση ενέργειας και τη χρήση των υλικών
- αβεβαιότητα σχετικά με τα αποτελέσματα και την ανάγκη για στατιστικές μεθόδους για την επικύρωσή τους λόγω της απροθυμίας των παραγωγών να δώσουν πληροφορίες (πιθανότατα λόγω της δυσπιστίας τους) (Groen et al. 2014).

#### 4.15 Αξιολόγηση της Επίπτωσης του Κύκλου Ζωής (LCIA)

Το ISO 14042 (Αξιολόγηση Επιπτώσεων Κύκλου Ζωής) (ISO 1998), ένα πρότυπο για τη διενέργεια αξιολογήσεων περιβαλλοντικών επιπτώσεων, υποδεικνύει ότι οι τρεις πρώτες φάσεις είναι:

- επιλογής των επιπτώσεων
- ταξινόμηση
- και χαρακτηρισμός είναι υποχρεωτικά βήματα για μια LCIA (Maes et al., 2011).

Ανάλογα με τον στόχο και το εύρος της μελέτης, ενδέχεται να απαιτηθούν ή να μην απαιτηθούν περαιτέρω μέτρα. Η εκτίμηση περιβαλλοντικών επιπτώσεων (LCIA) είναι μια εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων ενός συστήματος σε όλο τον κύκλο ζωής του (Weidema et al., 2013). Είναι δυνατό να αναπτυχθεί μια μελέτη απογραφής κύκλου ζωής για ένα αποτέλεσμα, το οποίο είναι ένας ξεχωριστός περιβαλλοντικός κίνδυνος. Η μέτρηση της επίδρασης μιας μονάδας προϊόντος πραγματοποιείται χρησιμοποιώντας έναν δείκτη επιπτώσεων. Προκειμένου να ολοκληρωθεί η LCIA, ο ερευνητής πρέπει να λάβει μια απόφαση σχετικά με την περιβαλλοντική επίδραση της μελέτης και να αιτιολογήσει αυτήν την απόφαση (ISO 14040: 2006). Χρησιμοποιώντας αποδεκτούς δείκτες, οι περιβαλλοντικές συνέπειες μπορούν να μοντελοποιηθούν σε πολλά σημεία της αλυσίδας αιτίου-αποτελέσματος, από τις εκπομπές και την κατανάλωση πόρων έως τις επιπτώσεις σε πράγματα όπως το κλίμα, η άγρια ζωή και η ανθρώπινη υγεία.

Υπάρχουν πολλές κατηγορίες επιπτώσεων που μπορούν να συμπεριληφθούν, εφόσον είναι διαθέσιμα τα σχετικά δεδομένα και μοντέλα για την εκτίμηση των συνεπειών των ρευμάτων ροής. Τυπικά παραδείγματα αυτού του είδους περιλαμβάνουν:

- Εξάντληση της στιβάδας του όζοντος (ODP)
- Τοξικότητα στον άνθρωπο
- Τοξικότητα συστημάτων γλυκού νερού
- Τοξικότητα θαλάσσιων Συστημάτων
- Οικοτοξικότητα
- Φωτοχημική δημιουργία όζοντος (τροποσφαιρική)
- Κλιματική Αλλαγή-Υπερθέρμανση (GWP100)
- Οξίνιση
- Εξάντληση των φυσικών πόρων
- Ευτροφισμός

Η επιστημονική κοινότητα έχει κάνει πολύ δρόμο για να ανταποκριθεί στις ανησυχίες και τα ερωτήματα των ενδιαφερομένων. Ωστόσο, εξακολουθούν να υπάρχουν ανησυχίες όπως:

- Κοινωνικές επιπτώσεις (Gavankar & Suh 2014)
- Χρήση γης (Gavankar & Suh 2014)
- Ανθρώπινη εργασία (Rugani et al. 2012)

Η LCIA περιλαμβάνει τα ακόλουθα βήματα:

1ο. Διαδικασία επιλογής και καθορισμού των πολλών τύπων περιβαλλοντικών επιπτώσεων (π.χ. υπερθέρμανση του πλανήτη, οξίνιση, γήινη τοξικότητα).

2ο. Τα αποτελέσματα του LCI ταξινομούνται και συνδέονται με διάφορα αποτελέσματα (όπως η ταξινόμηση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα για την κλιματική αλλαγή).

3ο. Εκτίμηση των πιθανών επιπτώσεων του διοξειδίου του άνθρακα και του μεθανίου στην υπερθέρμανση του πλανήτη με την εφαρμογή παραγόντων επιστήμης και μετατροπής για τον προσδιορισμό και την αξιολόγηση του περιβαλλοντικού κόστους που προέρχεται από τη μέθοδο παράδοσης της υπηρεσίας ή του προϊόντος.

4ο. Συσχέτιση μεταξύ αυτών των χρεώσεων και των πιθανών επιπτώσεών τους σε ένα προϊόν ή μια διαδικασία. Ως αποτέλεσμα, είναι κρίσιμο να γίνει διάκριση μεταξύ των επιπτώσεων στο μέσο και στο τελικό σημείο, που χαρακτηρίζουν την επιρροή στο τελικό αποτέλεσμα (τελικό σημείο). Το τελευταίο χρησιμεύει ως οδηγός για την περιοχή που βρίσκεται υπό προστασία ή βρίσκεται σε κοντινή απόσταση από αυτήν.

Υπάρχουν τρεις κύριοι τομείς άμυνας:

- ανθρώπινη υγεία
- το φυσικό περιβάλλον
- και οι φυσικοί πόροι.

Σε μεθόδους αξιολόγησης που χρησιμοποιούν μέσες τιμές επίδρασης, εκφράζεται η σχετική ισχύς των στρεσογόνων παραγόντων σε ένα κοινό μέσο. Μειώνει την πολυπλοκότητα του LCIA μειώνοντας τον αριθμό των επιπτώσεων πρόβλεψης και μοντελοποίησης που είναι ενσωματωμένοι στο LCIA. Ένα άλλο πλεονέκτημα του μοντέλου κοινωνικής συναίνεσης για τις εκτιμήσεις παραμέτρων είναι ότι ελαχιστοποιεί τον αριθμό των υποθέσεων και των αποφάσεων που πρέπει να ληφθούν (Acero et al., 2014).

#### 4.16 Ερμηνεία των Αποτελεσμάτων

Ένας διερμηνέας LCI χρησιμοποιεί μια συστηματική προσέγγιση για την ανακάλυψη, τη μέτρηση και την παρακολούθηση δεδομένων από αποτελέσματα LCI

και LCIA προκειμένου να επικοινωνήσει με επιτυχία. Το τελευταίο βήμα στη διαδικασία αξιολόγησης του κύκλου ζωής ονομάζεται «ερμηνεία του κύκλου ζωής». Σύμφωνα με το ISO 14043, το στοιχείο Αξιολόγησης Κύκλου Ζωής (LCA) αντιπροσωπεύει αυτήν την ερμηνεία. Προσδιορίστε τα συμπεράσματα που μπορούν να εξαχθούν και πόσο καλά υποστηρίζονται σε αυτή τη φάση. Για χάρη της ερμηνείας του κύκλου ζωής, ο ISO (Guinée, 2002) έθεσε τους ακόλουθους δύο στόχους:

1. ανασκόπηση των ευρημάτων προηγούμενων φάσεων της AKZ, συμπεριλαμβανομένων συμπερασμάτων, ορίων και προτάσεων.
2. και παρουσίαση των ευρημάτων της ανάλυσης του κύκλου ζωής με ανοιχτό και ειλικρινή τρόπο. Η LCIA εμφανίζει τα ευρήματα της έρευνας AKZ με κατανοητό, εμπειριστατωμένο και συνεπή τρόπο, με βάση τον στόχο και το εύρος της έρευνας. Συνιστάται η χρήση της έκδοσης ISO 9810. Επιπλέον, αντιπαραβάλλει διαφορετικούς τρόπους διέλευσης του κύκλου ζωής. (Fedele et al. 2014).

Κάθε μία από αυτές τις κρίσεις πρέπει να συμπεριληφθεί και να μεταφερθεί με σαφήνεια και πληρότητα στα τελικά αποτελέσματα, έτσι ώστε ο καθένας να μπορεί να καταλάβει τι βρέθηκε. Λόγω της έλλειψης εμπιστοσύνης γύρω από το τελικό αποτέλεσμα, μπορεί να είναι αδύνατο να καθοριστεί εάν μια επιλογή είναι προτιμότερη από μια άλλη. Δεν ήταν όλες οι προσπάθειές σας μάταιες. Εάν εφαρμοστεί κάποια από τις εναλλακτικές λύσεις (τοπικά, περιφερειακά ή παγκόσμια), οι υπεύθυνοι λήψης αποφάσεων θα έχουν καλύτερη επίγνωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων και των επιπτώσεων στην ευεξία της καθεμιάς, χάρη στη διαδικασία AKZ, η οποία θα δείξει επίσης το σχετικό μέγεθος των διαφόρων επιπτώσεων καθεμιά από τις εναλλακτικές που εξετάστηκαν στη μελέτη. Τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα κάθε λύσης παρουσιάζονται πιο ξεκάθαρα σε αυτό το υλικό (SAIC & Cuiqan, 2006). Για να κατανοηθούν τα ευρήματα της AKZ, είναι σημαντικό να γνωρίζει κάποιος τα ακόλουθα:

- Να αναγνωρίσει τα σημαντικά θέματα.
- Να καταγράψει με τεχνικές ανάλυσης τις κατηγορίες επιπτώσεων.
- Οι μέθοδοι και οι παραδοχές που χρησιμοποιούνται στην ανάπτυξη ενός μοντέλου περιλαμβάνουν μεταξύ άλλων την επιλογή κριτηρίων κατανομής, ανάλυση, πράγματα που προσδιορίζονται κατά τη συλλογή και μοντελοποίηση

πληροφοριών αποθεμάτων, συστηματικές κρίσεις για γεωγραφικές τεχνολογίες και αντιπροσωπευτικότητα, μεταξύ άλλων.

- Να επικοινωνήσουν ο συντονιστής της AKZ με τα ενδιαφερόμενα μέρη.

Αυτή η ερμηνευτική φάση θα βοηθήσει το μοντέλο του κύκλου απογραφής του έργου να διαρκέσει περισσότερο και θα αντιμετωπίσει τυχόν άλλες απαιτήσεις που προκύπτουν ως αποτέλεσμα του στόχου της μελέτης (Joint Research Centre & Institute for Environment and Sustainability, 2014).

#### 4.17 Μεθοδολογίες Αξιολόγησης Επιπτώσεων

Οι κυριότερες μεθοδολογίες είναι οι παρακάτω:

Μεθοδολογία	Φορέας ανάπτυξης της εφαρμογής	Χώρα καταγωγής
CML2002	CML	Netherlands
Ecoindicator99	Pre	Netherlands
EDIP97 EDIP2003	DTU	Denmark
EPS 2000	IVL	Sweden
Impact 2002	EPFL	Switzerland
LIME	AIST	Japan
LUCAS	CIRAIG	Canada
ReCiPe	RUN+PRe+CML+RIVM	Netherlands
Swiss Ecoscarcity 07	E2+ESUservices	Switzerland
TRACI	US EPA	USA
MEEup	VhK	Netherlands

##### ICLD Handbook Environmental Impact Assessment methodologies

Πλεονεκτήματα και Περιορισμοί της AKZ Τα πλεονεκτήματα της AKZ (Lewandowska et al., 2011):



- Τα περιβαλλοντικά στοιχεία του κύκλου ζωής του προϊόντος μπορούν να αξιολογηθούν, επιτρέποντας τη χρήση των δεδομένων σε κύκλους ζωής άλλων αγαθών.
- Η ενσωμάτωση της άποψης του κύκλου ζωής μας δίνει τη δυνατότητα να υπερβούμε τις επιχειρήσεις και να συμπεριλάβουμε τόσο άμεσους όσο και έμμεσους περιβαλλοντικούς παράγοντες χρησιμοποιώντας μια ενιαία ποσοτική μεθοδολογία. Η AKZ είναι μια καθιερωμένη διαδικασία για την αξιολόγηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, καθιστώντας τα αποτελέσματα επιστημονικά και αξιόπιστα.
- Μια καθιερωμένη προσέγγιση για τον προσδιορισμό και την αξιολόγηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων.
- Έκφραση του αντίκτυπου σε αριθμό για τον ποσοτικό προσδιορισμό των μέτρων.
- Το λογισμικό ανάλυσης κρούσεων είναι άμεσα διαθέσιμο.
- Προσφέρεται μια μέθοδος επαλήθευσης της ακρίβειας των δεδομένων.
- Είναι δυνατό να αντιγραφούν τα ευρήματα.

Παρόλα αυτά υπάρχουν και ορισμένοι περιορισμοί όπως:

- η πολυπλοκότητα της διαδικασίας.
- η απαίτηση σε χρόνο (συλλογή δεδομένων, η αξιολόγηση).
- το υψηλό κόστος ιδιαίτερα για την πρώτη αξιολόγηση.
- δεν είναι δυνατό να εκτιμηθούν περιβαλλοντικές πτυχές με ποιοτικά χαρακτηριστικά ή καταστάσεις έκτακτης ανάγκης.
- περιορισμοί που σχετίζονται με την έλλειψη παραμέτρων των μεθόδων που χρησιμοποιούνται σήμερα (όπως αξιολόγηση κοινωνικών επιπτώσεων Social AKZ).

Επίπεδο	Εφαρμογή
Λήψη Αποφάσεων	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Σχεδιασμός και ανάπτυξη προϊόντων και διεργασιών</li> <li>● Πράσινες Προμήθειες</li> <li>● Υποστήρικτη διοικητικών μέτρων και</li> </ul>

	χάραξη πολιτικής
Κατανόηση	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Ανάλυση παραγωγικών συστημάτων</li> <li>● Διερεύνηση πιθανών βελτιώσεων</li> <li>● Επιλογή δεικτών περιβαλλοντικής επίδοσης</li> </ul>
Επικοινωνία	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Οικολογική σήμανση</li> <li>● Περιβαλλοντικές διακηρύξεις</li> <li>● Σύγκριση με πρότυπα προϊόντα</li> </ul>

Συμπερασματικά τα πρακτικά οφέλη που προκύπτουν από μια ΑΚΖ είναι τα εξής:

- Ο απώτερος στόχος της παραγωγής νέων αγαθών και βιομηχανικών μεθόδων με λιγότερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις είναι η παροχή μιας τυπικής βάσης για την αξιολόγηση διαφόρων υλικών, προϊόντων και δραστηριοτήτων με βάση τις περιβαλλοντικές τους επιδόσεις.
- Ο περιβαλλοντικός αντίκτυπος του κύκλου ζωής ενός προϊόντος επισημαίνεται έτσι ώστε οι προσπάθειες βελτίωσης της περιβαλλοντικής απόδοσης των προϊόντων μπορούν να συγκεντρωθούν σε ορισμένα στάδια του κύκλου ζωής.
- Οι περιβαλλοντικές πολιτικές και δραστηριότητες, όπως η εξοικονόμηση πρώτων υλών, η ανακύκλωση, οι εκπομπές ρύπων και η αποφυγή ή μείωση της ρύπανσης, μπορούν να αξιολογηθούν χρησιμοποιώντας αυτό το εργαλείο.

Τα δε αποτελέσματα μιας ΑΚΖ είναι πολύτιμα για:

- Κατανόηση του τρόπου με τον οποίο οι αλλαγές σε συγκεκριμένες διαδικασίες, αγαθά ή συσκευασίες επηρεάζουν το περιβάλλον.
- το περιβαλλοντικό κόστος πολλών ειδών ή υλικών που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή, τη διανομή και την κατανάλωση ενός μεμονωμένου προϊόντος.
- Μια παράπλευρη σύγκριση φιλικών προς το περιβάλλον επιλογών για τον ίδιο στόχο.
- Καθορισμός του περιβαλλοντικού σημείου αναφοράς μιας διαδικασίας. Με βάση τις υπάρχουσες ή αναμενόμενες πρακτικές στην κατασκευή, τη χρήση και την απόρριψη προϊόντων ή κατηγορίας προϊόντων, η ΑΚΖ μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ανάπτυξη ενός "σημείου αναφοράς" για την περιγραφή ενός ολόκληρου

συστήματος. Σε ορισμένες περιπτώσεις, μια γραμμή αναφοράς μπορεί να αρκεί για τις μοναδικές λειτουργίες ενός προϊόντος ή συσκευασίας. Η κατανάλωση υλικού και ενέργειας και οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις της διαδικασίας ή του προϊόντος υπό αξιολόγηση υποδεικνύονται από αυτήν την ελάχιστη γραμμή αναφοράς

- Αναγνώριση του ότι τα δεδομένα ενός συστήματος είναι ελλιπή. Τα δεδομένα που είτε λείπουν είτε είναι χαμηλής ποιότητας ανακαλύπτονται συχνά κατά την ανάλυση ΑΚΖ ενός συστήματος.
- Τα παραγωγικά στάδια ή διεργασίες κατηγοριοποιούνται με βάση τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις τους. Τα ευρήματα μιας αξιολόγησης του κύκλου ζωής (ΑΚΖ) αποκαλύπτουν πώς κάθε στάδιο της παραγωγικής διαδικασίας συνεισφέρει σε ολόκληρο το σύστημα. Είναι δυνατό να προσδιοριστεί ποια τμήματα του κύκλου ζωής ενός προϊόντος χρησιμοποιούν τη μεγαλύτερη ισχύ ή παράγουν τους περισσότερους ρύπους χρησιμοποιώντας ποσοτικές πληροφορίες από ΑΚΖ. Όταν πρόκειται για «εσωτερικές» έρευνες βιομηχανιών, η ΑΚΖ είναι εξαιρετικά επωφελής.
- Επιστημονικά στοιχεία για την υποστήριξη ενός ευρύτερου φάσματος στρατηγικών. Υπάρχουν διάφοροι τρόποι με τους οποίους οι εκτιμήσεις περιβαλλοντικών επιπτώσεων (ΕΠΕ) μπορούν να βοηθήσουν τα άτομα να λάβουν πολιτικές αποφάσεις. Έχουν γίνει μελέτες στη βιβλιογραφία σχετικά με ζητήματα πολιτικής όπως η χρήση βιοντίζελ έναντι των παραδοσιακών καυσίμων ή ο βιώσιμος χειρισμός στερεών αποβλήτων.
- Υποστήριξη για την πιστοποίηση φιλικών προς το περιβάλλον προϊόντων. Η χρήση ΑΚΖ ως τεχνικής για την περιβαλλοντική πιστοποίηση είναι ζωτικής σημασίας λόγω της ολιστικής πτυχής της, η οποία μπορεί να αυξήσει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις σε όλο τον κύκλο ζωής του προϊόντος. Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή επιβάλλει την αξιολόγηση του κύκλου ζωής (ΑΚΖ) προκειμένου ένα προϊόν ή μια διαδικασία να λάβει το οικολογικό σήμα του οικολογικού σήματος. Μια εκτίμηση περιβαλλοντικών επιπτώσεων (ΕΠΕ) μπορεί να βοηθήσει τις επιχειρήσεις να αναπτύξουν νέα αγαθά ή διαδικασίες που χρησιμοποιούν λιγότερους φυσικούς πόρους, αποτρέπουν τη ρύπανση και περιορίζουν τα απόβλητα.

Περιορισμοί

- Η «ολιστική» φύση του AKZ το τονίζει αυτό, αλλά του θέτει και περιορισμούς. Η ολοκληρωμένη μελέτη του κύκλου ζωής ενός προϊόντος είναι δυνατή μόνο εάν απλοποιηθούν άλλα μέρη του προϊόντος. Το AKZ έχει μια σειρά από μειονεκτήματα, συμπεριλαμβανομένων των εξής:
- Η AKZ δεν είναι σε θέση να αντιμετωπίσει τις επιπτώσεις που είναι συγκεκριμένες για μια συγκεκριμένη γεωγραφική περιοχή. Το πλαίσιο για μια ενδεδειγμένη τοπική έρευνα αξιολόγησης κινδύνου δεν παρέχεται, επομένως είναι δυνατό να περιοριστούν ορισμένα από τα αποτελέσματα. Ακόμα κι αν η τεχνολογία επιχειρήσει να αντιμετωπίσει αυτό το ζήτημα, η συνιστώσα του χρόνου παραμένει σταθερή και δεν αλλάζει.
- Εξετάζονται μόνο τα φυσικά χαρακτηριστικά και δεν λαμβάνονται υπόψη διαδικασίες της αγοράς ή αρνητικές επιπτώσεις.
- Δεν περιέχει κοινωνικές και οικονομικές συνιστώσες όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, αλλά εξακολουθούν να υπάρχουν πιθανές συνέπειες επειδή δεν εστιάζουν σε συγκεκριμένο χρόνο ή τόπο και είναι τυχαίες.
- Παρά τον διακηρυγμένο στόχο του να εξάγει συμπεράσματα βασισμένα σε επιστημονικά δεδομένα, υπάρχει μια σειρά από υποθέσεις και προκαταλήψεις.
- Αν και γίνονται σημαντικά βήματα, οι βάσεις δεδομένων συχνά δεν είναι διαθέσιμες και προσβάσιμες.
- Τέλος, η AKZ είναι ένα εργαλείο λήψης αποφάσεων αφού δεν δείχνει την ανάγκη ορισμένων δραστηριοτήτων, αλλά υποδεικνύει την κατεύθυνση τέτοιων ενεργειών.

Ωστόσο, παρά τα μειονεκτήματα των μελετών AKZ, παραμένουν η πιο αποτελεσματική μέθοδος για την αξιολόγηση του συνολικού αντίκτυπου του προϊόντος (Arvanitoyannis et al. 2014).

## 5. Συνέπειες περιορισμού της εκπροσώπησης του αγροτικού συστήματος

Η AKZ έχει μια στενή προοπτική για τις λειτουργίες της γεωργίας, που συνδέεται με την προσέγγιση που βασίζεται σε προϊόντα.

## 5.1. Στενή προοπτική για τις λειτουργίες της γεωργίας

Κατά την ανάλυση ενός γεωργικού συστήματος, η AKZ αξιολογεί τις περιβαλλοντικές του επιπτώσεις λαμβάνοντας υπόψη τη χρήση των πόρων, τις εκπομπές ρύπων και τη χρήση γης τόσο εντός όσο και εκτός του χώρου (που σχετίζεται με εισροές). Η AKZ μπορεί να συλλάβει τη χρήση πόρων και ορισμένες επιπτώσεις, αν και σπάνια περιλαμβάνονται οι απώλειες βιοποικιλότητας και οι επιπτώσεις στην τοξικότητα λόγω της χρήσης φυτοφαρμάκων, όπως θα συζητηθεί αργότερα. Οι επιπτώσεις ποσοτικοποιούνται χρησιμοποιώντας ένα σύνολο δεικτών και αναφέρονται ανά μονάδα προϊόντος (π.χ. kg γάλακτος ή σίτου). Κατά συνέπεια, αξιολογούν την οικολογική απόδοση. Αντίθετα, το πλαίσιο υπηρεσιών οικοσυστήματος μοντελοποιεί διαφορετικά ένα γεωργικό σύστημα, λαμβάνοντας υπόψη το τοπίο ολόκληρου του αγροκτήματος ή της αγροτικής περιοχής συμπεριλαμβανομένων των ημιφυσικών ενδιαιτημάτων του, όπως φράκτες, περιθώρια αγροτεμαχίων, υδάτινα σώματα και δάση. Οι υπηρεσίες οικοσυστήματος εκφράζονται γενικά ανά μονάδα επιφάνειας. Αυτό το πλαίσιο εξετάζει την παροχή ενός ευρέος φάσματος υπηρεσιών από το γεωργικό σύστημα: παροχή (π.χ. καλλιέργειες, ζώα, νερό), ρύθμιση και συντήρηση (π.χ. έλεγχος παρασίτων, επικονίαση, ρύθμιση του κλίματος) και πολιτιστική (π.χ. αναψυχή, εκπαίδευση), καθώς και ως υπηρεσίες ρύθμισης και συντήρησης που παρέχονται από άλλα οικοσυστήματα στο γεωργικό σύστημα. Ωστόσο, οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις που σχετίζονται με τις εισροές που χρησιμοποιούνται στο γεωργικό σύστημα δεν λαμβάνονται υπόψη (Huang et al., 2015).

Τα πλαίσια της αξιολόγησης AKZ και υπηρεσιών οικοσυστήματος διαφέρουν πολύ ως προς τον τρόπο με τον οποίο θεωρούν τη γη. Στην AKZ, η γη είναι μια στοιχειώδης ροή πόρων που διαμορφώνεται με τον ίδιο τρόπο όπως η ορυκτή ενέργεια και οι πόροι μεταλλεύματος, ενώ στην αξιολόγηση των υπηρεσιών οικοσυστήματος, αποτελεί μέρος του γεωργικού συστήματος, καθώς η γη είναι η βάση για βασικές λειτουργίες του οικοσυστήματος, πολλές από τις οποίες είναι αναπόσπαστα συνυφασμένη με το έδαφος και τις λειτουργίες του. Επιπλέον, η AKZ εξετάζει μόνο την παροχή βιομάζας (π.χ. καλλιέργειες, ζώα) από το γεωργικό σύστημα (I. L. C. D., 2010). Με αυτή τη στενή εστίαση, η AKZ αντιμετωπίζει προφανή προβλήματα κατά την αξιολόγηση πολυλειτουργικών γεωργικών

συστημάτων, όπως η βιολογική γεωργία, και άλλα συστήματα τροφίμων που αναπτύχθηκαν στο πλαίσιο της έννοιας της αγροοικολογίας. Στην επιστημονική βιβλιογραφία, έχουν γίνει πολλές προσπάθειες να τεθούν οι αρχές της αγροοικολογίας και μια ομάδα εμπειρογνομόνων του ΟΗΕ πρότεινε πρόσφατα ένα ολοκληρωμένο σύνολο 13 αγροοικολογικών αρχών. Αυτά οργανώνονται γύρω από τρεις λειτουργικές αρχές για βιώσιμα συστήματα τροφίμων: i) βελτίωση της αποδοτικότητας των πόρων (ανακύκλωση, μείωση εισροών). ii) ενίσχυση της ανθεκτικότητας (υγεία του εδάφους, υγεία και ευημερία των ζώων, βιοποικιλότητα, συνέργεια, οικονομική διαφοροποίηση) και iii) εξασφάλιση κοινωνικής ισότητας/ευθύνης (συνδημιουργία γνώσης, κοινωνικές αξίες, δικαιοσύνη, συνδεσιμότητα, διακυβέρνηση γης και φυσικών πόρων, συμμετοχή) (Agroecological, 2019). Οι τρέχουσες μέθοδοι ΑΚΖ αξιολογούν επαρκώς τις δύο αρχές αποδοτικότητας των πόρων, αλλά λαμβάνουν υπόψη ανεπαρκώς πολλές από τις αγροοικολογικές αρχές που έχουν σχεδιαστεί για την ενίσχυση της ανθεκτικότητας των συστημάτων τροφίμων. Αυτό δείχνει περαιτέρω την περιορισμένη προοπτική που παρέχει η ΑΚΖ στα συστήματα τροφίμων.

## 5.2. Προσέγγιση με βάση το προϊόν

Υπάρχει μεγάλη συναίνεση ότι η βιολογική γεωργία έχει χαμηλότερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις ανά μονάδα γης που καταλαμβάνεται από τη συμβατική γεωργία (Tuomisto et al., 2012). Εάν μια αγροτική περιοχή στραφεί στη βιολογική γεωργία, οι περιβαλλοντικές της επιπτώσεις θα μειωθούν (π.χ. θα αυξηθεί η βιοποικιλότητα) και η μόλυνση του εδάφους, του νερού, του αέρα και των τροφίμων από φυτοφάρμακα θα σταματήσει σε μεγάλο βαθμό (Eyhorn et al., 2019). Έτσι, οι κυβερνητικές πολιτικές συχνά ευνοούν τη μετάβαση από τη συμβατική στη βιολογική γεωργία. Από την άποψη της ΑΚΖ, ωστόσο, η βιολογική γεωργία δεν είναι μια προφανής απάντηση στα περιβαλλοντικά προβλήματα της συμβατικής γεωργίας, επειδή η ΑΚΖ ορίζει τη λειτουργία του υπό μελέτη συστήματος χρησιμοποιώντας μια «λειτουργική μονάδα», η οποία θα πρέπει να είναι ένα ακριβές μέτρο του τι προσφέρει το σύστημα. Επειδή οι ΑΚΖ εκφράζουν τις επιπτώσεις ανά μονάδα προϊόντος από προεπιλογή, συνήθως προσδιορίζουν τις λύσεις που μειώνουν τις εκπομπές ανά μονάδα προϊόντος ως τις καλύτερες για συστήματα παραγωγής. Αν και

η βιολογική γεωργία εκτέμπει γενικά λιγότερους ρύπους ανά μονάδα κατεχόμενης γης από τη συμβατική γεωργία (προσέγγιση με βάση την έκταση), μπορεί να έχει υψηλότερες επιπτώσεις ανά μονάδα προϊόντος (π.χ. κατοχή γης, ευτροφισμός, οξίνιση) λόγω των χαμηλότερων αποδόσεων ανά μονάδα επιφάνειας. Έτσι, η εστίαση αποκλειστικά στις επιπτώσεις ανά μονάδα προϊόντος μπορεί κάλλιστα να οδηγήσει σε αποφάσεις υπέρ της συμβατικής γεωργίας που ενδέχεται να αυξήσουν τις εκπομπές ρύπων στην αγροτική περιοχή. Επιπλέον, πολλοί καταναλωτές θεωρούν ότι τα βιολογικά τρόφιμα είναι υψηλότερης ποιότητας όσον αφορά τη διατροφική ποιότητα, τα υπολείμματα φυτοφαρμάκων και την ηθική, όπως η καλή διαβίωση των ζώων (Schleenbecker & Hamm, 2013). Μελέτες επιβεβαιώνουν την καλύτερη διατροφική ποιότητα των βιολογικών προϊόντων και τις θετικές επιδράσεις στην καλή διαβίωση των ζώων (Hyland et al., 2019). Εκφράζοντας τις επιπτώσεις ανά μονάδα προϊόντος, ωστόσο, οι μελέτες AKZ που συγκρίνουν βιολογικά και συμβατικά τρόφιμα σπάνια λαμβάνουν υπόψη την ποιότητα του προϊόντος, αγνοώντας βασικές ποιοτικές πτυχές που αναγνωρίζονται στις αρχές της βιολογικής γεωργίας.

### 5.3. Παραμελημένα περιβαλλοντικά θέματα

Παραδόξως, οι μελέτες AKZ για τη γεωργία και τα συστήματα τροφίμων σπάνια εξετάζουν σημαντικά ζητήματα όπως η υποβάθμιση της γης, οι απώλειες βιοποικιλότητας, οι επιπτώσεις των φυτοφαρμάκων και η καλή διαβίωση των ζώων. Το τελευταίο στοιχείο δεν είναι αυστηρά περιβαλλοντικό ζήτημα, αλλά πρόσφατα προτάθηκε ως τέταρτος πυλώνας της αξιολόγησης της βιωσιμότητας του κύκλου ζωής (Scherer et al., 2018). Αν και η καλή διαβίωση των ζώων είναι σημαντική και υπόκειται σε συμβιβασμούς με την περιβαλλοντική αποτελεσματικότητα, δεν θα το αντιμετωπίσουμε εδώ.

#### 5.3.1. Υποβάθμιση της γης

Η υποβάθμιση της γης είναι ένα σοβαρό και ευρέως διαδεδομένο πρόβλημα, συμπεριλαμβανομένων των διεργασιών που υποβαθμίζουν το έδαφος, όπως η διάβρωση, η συμπίεση, η αλάτωση και οι απώλειες οργανικού άνθρακα του εδάφους.

Η μη βιώσιμη διαχείριση της γης στη γεωργία είναι ο κυρίαρχος παράγοντας υποβάθμισης της γης (Mbow et al., 2017). Παρά τις προσπάθειες τα τελευταία 15 χρόνια για τη βελτίωση της αξιολόγησης των επιπτώσεων λόγω χρήσης γης, οι ιδιότητες και οι λειτουργίες του εδάφους παραμένουν ελάχιστα αντιπροσωπευόμενες στην AKZ, όπως συζητήθηκε από τον Vidal Legaz και τους συνεργάτες του κατά την αξιολόγηση μοντέλων που αξιολογούν τις επιπτώσεις στην ποιότητα του εδάφους (Legaz et al., 2017). Τα μοντέλα αξιολογήθηκαν με βάση κριτήρια όπως η επιστημονική ευρωστία, η αποδοχή από τα ενδιαφερόμενα μέρη, η αναπαραγωγικότητα και η εφαρμοσιμότητα του μοντέλου στην AKZ. Οι συγγραφείς συμπεραίνουν ότι κανένα από τα μοντέλα δεν πληρούσε όλα τα κριτήρια και ότι οι αντισταθμίσεις ήταν πιο συχνές μεταξύ της συνάφειας των διαδικασιών επιπτώσεων που μοντελοποιήθηκαν και της εφαρμοσιμότητας του μοντέλου. Από τα μοντέλα που αξιολογήθηκαν, το μοντέλο LANCA προτάθηκε για την αξιολόγηση του αντίκτυπου της χρήσης γης στο πλαίσιο PEF της ΕΕ, αλλά όταν δοκιμάστηκε πρόσφατα, διαπιστώθηκε ότι εξακολουθεί να έχει ορισμένους σημαντικούς περιορισμούς (De Laurentiis et al., 2019).

Ένα βασικό μειονέκτημα του LANCA είναι ότι παρέχει δείκτες επιπτώσεων στη χρήση γης σε χονδρική κλίμακα χώρας, ενώ οι ιδιότητες του εδάφους έχουν υψηλή χωρική μεταβλητότητα και οι πιθανές αρνητικές επιπτώσεις επηρεάζονται σε μεγάλο βαθμό από τις τοπικές συνθήκες. Για να ευνοηθεί η αξιολόγηση της ποιότητας του εδάφους στην AKZ, οι μέθοδοι χρειάζονται περαιτέρω ανάπτυξη για να επιτευχθεί καλύτερη ισορροπία μεταξύ της εξέτασης των τοπικών συνθηκών και της δυνατότητας εφαρμογής. Μια μετα-ανάλυση 56 μελετών που συγκρίνει ένα σύνολο δεικτών ποιότητας του εδάφους που μετρήθηκαν σε συμβατικά και βιολογικά συστήματα δείχνει ότι οι μέθοδοι βιολογικής καλλιέργειας έχουν ισχυρή θετική επίδραση στη συνολική μικροβιακή αφθονία και δραστηριότητα στα γεωργικά εδάφη (Logi et al., 2017). Σύμφωνα με τον ορισμό της, η βιολογική γεωργία πρέπει να διατηρεί και να ενισχύει τη γονιμότητα του εδάφους, η οποία θεωρείται σημαντική παραγωγή του γεωργικού συστήματος. Στις περισσότερες μελέτες AKZ αγροδιατροφής, οι πληροφορίες σχετικά με την ανθρώπινη πίεση στη γη εκφράζονται χρησιμοποιώντας τον απλό δείκτη «εμβαδόν χρήσης γης ανά λειτουργική μονάδα και έτος». Έτσι, οι επιπτώσεις στην ποιότητα του εδάφους των πρακτικών διαχείρισης της γης που είναι κεντρικές για τη βιολογική γεωργία, όπως η διαφοροποίηση των αμειψισπορών και η χρήση διακαλλιιεργειών και καλλιέργειες αλίσευσης αγνοούνται



σε μεγάλο βαθμό. Κατά συνέπεια, οι τρέχουσες μελέτες AKZ σπάνια καταγράφουν θετικά χαρακτηριστικά αυτών των πρακτικών που αποτελούν βασικά στοιχεία της βιολογικής γεωργίας.

Ο βαθμός στον οποίο η AKZ τείνει να αγνοεί τις επιπτώσεις στην ποιότητα του εδάφους μπορεί να απεικονιστεί από το γεγονός ότι το PestLCI, το μοντέλο προσομοίωσης τελευταίας τεχνολογίας που χρησιμοποιείται σε μελέτες AKZ για την εκτίμηση των εκπομπών φυτοφαρμάκων από ένα αγρόκτημα στον αέρα, τα επιφανειακά ύδατα και τα υπόγεια ύδατα, θεωρεί ότι το έδαφος είναι μέρος της τεχνόσφαιρας. Έτσι, σε αυτήν την αναγωγική άποψη, το έδαφος είναι ισοδύναμο με άλλα στοιχεία τεχνόσφαιρας όπως εργοστάσια, ηλεκτρικούς σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και κτίρια κτηνοτροφίας. Η συσσώρευση εδάφους στην τεχνόσφαιρα αποκλείει την αξιολόγηση της τοξικότητας των υπολειμμάτων φυτοφαρμάκων στη ζωή του εδάφους σε AKZ, κάτι που είναι προφανές έλλειμμα, καθώς η παρουσία υπολειμμάτων φυτοφαρμάκων σε συμβατικά γεωργικά εδάφη είναι ο κανόνας και όχι η εξαίρεση (Silva et al., 2019).

### 5.3.2. Απώλειες βιοποικιλότητας

Παρά τις επανειλημμένες προειδοποιήσεις για την ταχεία απώλεια της βιοποικιλότητας και τις αυξανόμενες ενδείξεις για τον βασικό ρόλο της βιοποικιλότητας στην επισιτιστική ασφάλεια και τη διατροφή, τα οικοσυστήματα, τα είδη και οι γενετικοί πόροι των γεωργικών συστημάτων παγκοσμίως γίνονται όλο και λιγότερο διαφορετικοί (Díaz et al., 2019). Δεδομένου ότι η γεωργία καταλαμβάνει περισσότερο από το ένα τρίτο της παγκόσμιας έκτασης, οι απώλειες βιοποικιλότητας στη γεωργική γη είναι ζωτικής σημασίας. Παρόλο που η εντατική γεωργία είναι ο κύριος μοχλός ορισμένων τάσεων στη βιοποικιλότητα (π.χ. μείωση των εντόμων), οι μελέτες AKZ για τα γεωργικά συστήματα τείνουν να αγνοούν τις επιπτώσεις στη βιοποικιλότητα. Πρόσφατες ανασκοπήσεις μελετών AKZ για κτηνοτροφικά συστήματα και βρώσιμα έλαια αποκαλύπτουν ότι λιγότερο από το 5% των μελετών εξέτασαν τις επιπτώσεις στη βιοποικιλότητα (Khatri & Jain, 2017). Ακόμη πιο εντυπωσιακό, μόνο το 12% των μελετών AKZ που συνέκριναν τη συμβατική και τη βιολογική γεωργία εξέτασαν τις επιπτώσεις στη βιοποικιλότητα (Meier et al., 2015). Η μετα-ανάλυση πολλών επιτόπιων παρατηρήσεων έδειξε ότι η βιολογική γεωργία

υποστηρίζει επίπεδα βιοποικιλότητας, μετρούμενα ως πλούτος ειδών, που είναι περίπου 30% υψηλότερα από αυτά της συμβατικής γεωργίας, αποτέλεσμα που παρέμεινε εύρωστο τα τελευταία 30 χρόνια (Tuck et al., 2014). Ακόμη και οι μελλοντικές μελέτες AKZ είναι απίθανο να καταγράψουν τόσο μεγάλες διαφορές λόγω γεωργικών πρακτικών, καθώς η μέθοδος που επιλέχθηκε από την κοινότητα AKZ για την αξιολόγηση των επιπτώσεων στη βιοποικιλότητα (πιθανή απώλεια ειδών από τη χρήση γης) συνιστάται μόνο για τον εντοπισμό hotspot εντός συστημάτων προϊόντων και όχι για σύγκριση προϊόντα ή συστήματα παραγωγής (Escobar et al., 2022). Αυτό το μοντέλο επομένως δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη διάκριση της συμβατικής και της βιολογικής γεωργίας. Η τελευταία έκδοση αυτού του μοντέλου διακρίνει τρία επίπεδα έντασης χρήσης γης (Chaudhary & Brooks, 2018). Μερικές μελέτες παρέχουν μετρήσεις για τη διαφοροποίηση των επιπτώσεων της βιολογικής και της συμβατικής γεωργίας στη βιοποικιλότητα. Ωστόσο, εξακολουθεί να λείπει μια μέθοδος συμβατή με την AKZ που να μπορεί να εξετάσει λεπτομερώς τις επιπτώσεις της ποικιλίας των γεωργικών πρακτικών στη βιοποικιλότητα τόσο στη συμβατική όσο και στη βιολογική γεωργία.

### 5.3.3. Επιδράσεις φυτοφαρμάκων

Παγκοσμίως, η χρήση φυτοφαρμάκων αυξήθηκε από 1,5 σε 2,6 kg δραστικού συστατικού ανά εκτάριο καλλιεργήσιμης γης από το 1990 έως το 2015 (Sánchez-Bayo & Wyckhuys, 2019). Τα φυτοφάρμακα αναγνωρίζονται πλέον ως κύριος μοχλός απώλειας βιοποικιλότητας στα χερσαία και υδάτινα οικοσυστήματα και μπορούν να επηρεάσουν την ανθρώπινη υγεία (π.χ. καρκίνος, νευρολογικές ασθένειες) (Sabarwal et al., 2018). Έχουν προκαλέσει θανάτους από οξεία δηλητηρίαση (World Health Organization, 2016), ιδιαίτερα στις αναπτυσσόμενες χώρες, και έχει παρατηρηθεί στην Αργεντινή υψηλή έκθεση σε φυτοφάρμακα αγροτικών πληθυσμών σε περιοχές εντατικής καλλιέργειας (Avila-Vazquez et al., 2018). Σε πολλές χώρες της ΕΕ, η μείωση και η βελτίωση της χρήσης φυτοφαρμάκων για τη βελτίωση της ποιότητας του νερού είναι σημαντικές ενέργειες πολιτικής, αλλά οι αναφορές για μόλυνση των επιφανειακών και υπόγειων υδάτων από αγροχημικά είναι πολυάριθμες (Casado et al., 2019). Παρά τις αρνητικές επιπτώσεις που μπορούν να έχουν τα φυτοφάρμακα στον άνθρωπο και στα οικοσυστήματα, οι μελέτες AKZ για τα

αγροδιατροφικά σπάνια τα λαμβάνουν υπόψη. Για παράδειγμα, η οικοτοξικότητα λήφθηκε υπόψη μόνο στο 14% από 173 μελέτες AKZ για κτηνοτροφικά συστήματα<sup>28</sup>, και οι επιπτώσεις που σχετίζονται με την τοξικότητα λήφθηκαν υπόψη μόνο στο 26% από τις 34 μελέτες που συνέκριναν τη βιολογική και τη συμβατική γεωργία (Meier et al., 2015).

Ο Tukker (2002) περιγράφει την υποκείμενη αξιολογική φιλοσοφία της AKZ ως πλαίσιο αξιολόγησης κινδύνου, με βάση την πεποίθηση ότι η γνώση σχετικά με τις εκπομπές και τις επιπτώσεις των ουσιών στον άνθρωπο και τα οικοσυστήματα είναι επαρκής, ότι ο έλεγχος των εκπομπών θα λειτουργήσει και ότι η φύση είναι ανθεκτική. Αντιπαραβάλλει το πλαίσιο αξιολόγησης κινδύνου με ένα προληπτικό πλαίσιο, το οποίο αντικατοπτρίζει τη χαμηλή εμπιστοσύνη στην επάρκεια της γνώσης και στα μέτρα ελέγχου των εκπομπών και την πεποίθηση ότι η φύση είναι εύθραυστη. Ο Tukker προτείνει μια προσέγγιση AKZ που βασίζεται στο προληπτικό πλαίσιο, που περιλαμβάνει δείκτες του πιθανού βαθμού άγνοιας και του επιπέδου μη αναστρέψιμης μόλυνσης και επιπτώσεων. Αυτοί οι δείκτες θα χρησιμοποιηθούν για να δώσουν μια βαθμολογία μπόνους/τιμωρίας στα στοιχεία εκπομπής και τύχης/επίδρασης που χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό των επιπτώσεων με τον παραδοσιακό τρόπο. Αυτή η προσέγγιση μπορεί να επιτρέψει την εφαρμογή της αρχής της προφύλαξης κατά την αξιολόγηση των επιπτώσεων των φυτοφαρμάκων, καθώς η γνώση σχετικά με τις εκπομπές φυτοφαρμάκων και την τύχη απέχει πολύ από το να είναι ολοκληρωμένη.

## 6. Συμπεράσματα

Η παραγωγή τροφίμων είναι ένας από τους μεγαλύτερους μοχλούς της παγκόσμιας περιβαλλοντικής αλλαγής και επομένως μια σημαντική αιτία υπέρβασης των πλανητικών ορίων. Απαιτείται επείγοντως ο μετασχηματιστικός επανασχεδιασμός των συστημάτων αγροδιατροφής με βάση αγροοικολογικές αρχές, αλλά απαιτεί κατάλληλα εργαλεία και μεθόδους αξιολόγησης για την εξέταση της περιβαλλοντικής απόδοσης αυτών των συστημάτων. Επί του παρόντος, η LCA παραποιεί αγροοικολογικά συστήματα όπως η βιολογική γεωργία, εν μέρει επειδή η βασισμένη στα προϊόντα προσέγγισή της εστιάζει εξ ορισμού στην παραγωγή

υπηρεσιών παροχής από γεωργικά συστήματα και εν μέρει επειδή βασικές πτυχές της αειφόρου γεωργίας (καλύτερη υγεία του εδάφους, χαμηλότερες επιπτώσεις στη βιοποικιλότητα, χαμηλότερα φυτοφάρμακα επιπτώσεις χρήσης) αγνοούνται σε μεγάλο βαθμό. Κατά συνέπεια, οι μελέτες AKZ τείνουν να ευνοούν τα εντατικά γεωργικά συστήματα υψηλών εισροών που παράγουν υψηλότερες αποδόσεις αλλά παρέχουν συνολικά λιγότερες υπηρεσίες οικοσυστήματος από τα λιγότερο εντατικά συστήματα. Η περιβαλλοντική αξιολόγηση των γεωργικών συστημάτων πρέπει να υιοθετεί μια ευρύτερη προοπτική, να εξετάζει τις αρνητικές επιπτώσεις των φυτοφαρμάκων και να εξετάζει τις επιπτώσεις των γεωργικών πρακτικών στην υγεία του εδάφους και τη βιοποικιλότητα.

## Βιβλιογραφία

Αβρααμιδης, Μ., Κυθραιώτου, Ν., & Φάττα, Δ. (2007). Ανάλυση Κύκλου Ζωής ως Υποστηρικτικό Εργαείο Λήψης Αποφάσεων για την Οικολογική Παραγωγή Ελαιολάδου. *Εργαστήριο Μηχανικής Περιβάλλοντος ΓΑΙΑ, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών και Μηχανικών Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Κύπρου, Λευκωσία.*

Αμπελιώτης, Κ. (2011). Περιβάλλον–Οικολογία.

Αρβανιτογιάννης, Ι. Σ., Ευστρατιάδης, Μ. Μ., & Μπουντουρόπουλος, Ι. Δ. (2000). ISO 9000 & ISO 14000, «. Παρουσίαση–ανάλυση προτύπων διασφάλισης ποιότητας και περιβαλλοντικής διαχείρισης», *Προσαρμογή στη βιομηχανία τροφίμων και ποτών.*

Πιτσικά, Μ. (1996). Πιστοποίηση συστημάτων διασφάλισης ποιότητας ISO 90001 EN 29000. *Τεχνικά Χρονικά, Ιανουάριος-Φεβρουάριος.*

Πολλάκη, Σ. Π., & Τσαμπούκου-Σκαναβή, Κ. (2016). Evaluating the implementation of WWF Hellas program for a " Better Life".

Φλογαίτη, Ε. (2011). Εκπαίδευση για το περιβάλλον και την αειφορία. *Αθήνα: Πεδίο.*

Abeliotis, K., Barla, S.-A., Detsis, V., Malindretos, G, Life cycle assessment of carnation production in Greece, *Journal of Cleaner Production*, volume 112, part 1, (20 January 2016), pages 32-38.

Aceró, A. P., Rodríguez, C., & Ciroth, A. (2014). LCIA methods Impact assessment methods in Life Cycle Assessment and their impact categories. *GreenDelta GmbH, Berlin, Germany, 23.*

Agroecological, H. L. P. E. (2019). Other Innovative Approaches for Sustainable Agriculture and Food Systems that Enhance Food Security and Nutrition. *High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition of the Committee on World Food Security: Rome, Italy.*

Arena, A. P., Barón, G. N., Piastrellini, R., Curadelli, S., & Civit, B. M. (2014). Environmental profile of the life cycle of honey production from small scale in Mendoza, Argentina. *LCAFood2014*.

Arvanitoyannis, I. S., Kotsanopoulos, K. V., & Veikou, A. (2014). Life Cycle Assessment (ISO 14040) implementation in foods of animal and plant origin. *Critical reviews in food science and nutrition*, 54(10), 1253-1282.

Avila-Vazquez, M., Difilippo, F. S., Mac Lean, B., Maturano, E., & Etchegoyen, A. (2018). Environmental exposure to glyphosate and reproductive health impacts in agricultural population of Argentina. *Journal of Environmental Protection*, 9(03), 241.

Baumann, H., & Tillman, A. M. (2004). The hitch hiker's guide to LCA (Life Cycle Assessment): an orientation in Life Cycle Assessment methodology and application.

Casado, J., Brigden, K., Santillo, D., & Johnston, P. (2019). Screening of pesticides and veterinary drugs in small streams in the European Union by liquid chromatography high resolution mass spectrometry. *Science of the total environment*, 670, 1204-1225.

Chaudhary, A., & Brooks, T. M. (2018). Land use intensity-specific global characterization factors to assess product biodiversity footprints. *Environmental Science & Technology*, 52(9), 5094-5104.

Chomkhamri, K., Wolf, M. A., & Pant, R. (2011). International reference life cycle data system (ILCD) handbook: Review schemes for life cycle assessment. *Towards life cycle sustainability management*, 107-117.

Ciambrone, D. F. (2018). *Environmental life cycle analysis*. CRC Press.

Ciroth, A., & Srocka, M. (2008). How to obtain a precise and representative estimate for parameters in LCA. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 13(3), 265-277.

De Laurentiis, V., Secchi, M., Bos, U., Horn, R., Laurent, A., & Sala, S. (2019). Soil quality index: Exploring options for a comprehensive assessment of land use impacts in LCA. *Journal of Cleaner Production*, 215, 63-74.

Del Borghi, A., Gallo, M., Strazza, C., & Del Borghi, M. (2014). An evaluation of environmental sustainability in the food industry through Life Cycle Assessment: the case study of tomato products supply chain. *Journal of Cleaner Production*, 78, 121-130.

Díaz, S., Settele, J., Brondízio, E. S., Ngo, H. T., Guèze, M., Agard, J., ... & Zayas, C. (2019). Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. *Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*.

Escobar, N., Bautista, I., Peña, N., Fenollosa, M. L., Osca, J. M., & Sanjuán, N. (2022). Life Cycle Thinking for the environmental and financial assessment of rice management systems in the Senegal River Valley. *Journal of Environmental Management*, 310, 114722.

Eyhorn, F., Muller, A., Reganold, J. P., Frison, E., Herren, H. R., Luttikholt, L., ... & Smith, P. (2019). Sustainability in global agriculture driven by organic farming. *Nature Sustainability*, 2(4), 253-255.

Fedele, A., Mazzi, A., Niero, M., Zuliani, F., & Scipioni, A. (2014). Can the Life Cycle Assessment methodology be adopted to support a single farm on its environmental impacts forecast evaluation between conventional and organic production? An Italian case study. *Journal of Cleaner Production*, 69, 49-59.

Finkbeiner, M., Inaba, A., Tan, R., Christiansen, K., & Klüppel, H. J. (2006). The new international standards for life cycle assessment: ISO 14040 and ISO 14044. *The international journal of life cycle assessment*, 11(2), 80-85.

Gavankar, S., Suh, S., & Keller, A. A. (2014). Life cycle assessment of engineered nanomaterials. In *Health and Environmental Safety of Nanomaterials* (pp. 112-129). Woodhead Publishing.

Geyer, R., Stoms, D. M., Lindner, J. P., Davis, F. W., & Wittstock, B. (2010). Coupling GIS and LCA for biodiversity assessments of land use. *The international journal of life cycle assessment*, *15*(5), 454-467.

Groen, E. A., Heijungs, R., Bokkers, E. A., & de Boer, I. J. (2014, October). Sensitivity analysis in life cycle assessment. In *Proceedings of the 9th international conference on life cycle assessment in the agri-food sector* (pp. 8-10). Vashon, WA, USA: ACLCA.

Guinée, J. B., & Lindeijer, E. (Eds.). (2002). *Handbook on life cycle assessment: operational guide to the ISO standards* (Vol. 7). Springer Science & Business Media.

Handbook, I. L. C. D. (2010). General guide for life cycle assessment-detailed guidance. *Luxembourg. doi*, *10*(38479), 0.

Huang, J., Tichit, M., Poulot, M., Darly, S., Li, S., Petit, C., & Aubry, C. (2015). Comparative review of multifunctionality and ecosystem services in sustainable agriculture. *Journal of environmental management*, *149*, 138-147.

Hyland, C., Bradman, A., Gerona, R., Patton, S., Zakharevich, I., Gunier, R. B., & Klein, K. (2019). Organic diet intervention significantly reduces urinary pesticide levels in US children and adults. *Environmental research*, *171*, 568-575.

Joint Research Centre & Institute for Environment and Sustainability, (2014). Why is the Handbook essential?

Kavargiris, S. E., Mamolos, A. P., Tsatsarelis, C. A., Nikolaidou, A. E., & Kalburtji, K. L. (2009). Energy resources' utilization in organic and conventional vineyards: Energy flow, greenhouse gas emissions and biofuel production. *Biomass and bioenergy*, *33*(9), 1239-1250.



Khatri, P., & Jain, S. (2017). Environmental life cycle assessment of edible oils: A review of current knowledge and future research challenges. *Journal of Cleaner Production*, 152, 63-76.

Legaz, B. V., De Souza, D. M., Teixeira, R. F. M., Antón, A., Putman, B., & Sala, S. (2017). Soil quality, properties, and functions in life cycle assessment: an evaluation of models. *Journal of cleaner production*, 140, 502-515.

Leibao Zhang, Yanli Fan, Wenyu Zhang, Shuai Zhang. ( 5 August 2019). Extending the Theory of Planned Behavior to Explain the Effects of Cognitive Factors across Different Kinds of Green Products.

Lewandowska, A., Matuszak-Flejszman, A., Joachimiak, K., & Ciroth, A. (2011). Environmental life cycle assessment (LCA) as a tool for identification and assessment of environmental aspects in environmental management systems (EMS). *The international journal of life cycle assessment*, 16(3), 247-257.

Lori, M., Symnaczik, S., Mäder, P., De Deyn, G., & Gattinger, A. (2017). Organic farming enhances soil microbial abundance and activity—A meta-analysis and meta-regression. *PLoS one*, 12(7), e0180442.

Maes, J., Paracchini, M. L., & Zulian, G. (2011). European assessment of the provision of ecosystem services: towards an atlas of ecosystem services. Luxembourg: Publications Office of the European Union. EUR 24654 EN—Joint Research Centre—Institute for Environment and Sustainability.

Mbow, H. O. P., Reisinger, A., Canadell, J., & O'Brien, P. (2017). Special Report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems (SR2). *Ginevra, IPCC*, 650.

Meier, M. S., Stoessel, F., Jungbluth, N., Juraske, R., Schader, C., & Stolze, M. (2015). Environmental impacts of organic and conventional agricultural products—Are

the differences captured by life cycle assessment?. *Journal of environmental management*, 149, 193-208.

Notarnicola, B., Hayashi, K., Curran, M. A., & Huisingh, D. (2012). Progress in working towards a more sustainable agri-food industry. *Journal of Cleaner Production*, 28, 1-8.

Perrin, A., Basset-Mens, C., & Gabrielle, B. (2014). Life cycle assessment of vegetable products: a review focusing on cropping systems diversity and the estimation of field emissions. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 19(6), 1247-1263.

Point, E., Tyedmers, P., & Naugler, C. (2012). Life cycle environmental impacts of wine production and consumption in Nova Scotia, Canada. *Journal of Cleaner Production*, 27, 11-20.

Rodríguez, C., Citroth, A., & Srocka, M. (2014, October). The importance of regionalized LCIA in agricultural LCA—new software implementation and case study. In *Proceedings of the 9th International Conference on Life Cycle Assessment in the Agri-Food Sector*. San Francisco, CA: ACLCA.

Roy, P., Nei, D., Orikasa, T., Xu, Q., Okadome, H., Nakamura, N., & Shiina, T. (2009). A review of life cycle assessment (LCA) on some food products. *Journal of food engineering*, 90(1), 1-10.

Rugani, B., & Benetto, E. (2012). Improvements to energy evaluations by using life cycle assessment. *Environmental science & technology*, 46(9), 4701-4712.

Russo, G., Scarascia Mugnozza, G., & De Lucia Zeller, B. (2008). Environmental Improvements of Greenhouse Flower Cultivation by Means of LCA Methodology, *ISHS Acta Horticulturae 801: International Symposium on High Technology for Greenhouse System Management: Greensys2007*, σελ. 301-308.

Sabarwal, A., Kumar, K., & Singh, R. P. (2018). Hazardous effects of chemical pesticides on human health—Cancer and other associated disorders. *Environmental toxicology and pharmacology*, *63*, 103-114.

Sánchez-Bayo, F., & Wyckhuys, K. A. (2019). Worldwide decline of the entomofauna: A review of its drivers. *Biological conservation*, *232*, 8-27.

Scherer, L., Tomasik, B., Rueda, O., & Pfister, S. (2018). Framework for integrating animal welfare into life cycle sustainability assessment. *The international journal of life cycle assessment*, *23*(7), 1476-1490.

Schleenbecker, R., & Hamm, U. (2013). Consumers' perception of organic product characteristics. A review. *Appetite*, *71*, 420-429.

Scientific Applications International Corporation (SAIC), & Curran, M. A. (2006). Life-cycle assessment: principles and practice.

Silva, V., Mol, H. G., Zomer, P., Tienstra, M., Ritsema, C. J., & Geissen, V. (2019). Pesticide residues in European agricultural soils—A hidden reality unfolded. *Science of the Total Environment*, *653*, 1532-1545.

Smith, J., & Barling, D. (2014). Social impacts and life cycle assessment: proposals for methodological development for SMEs in the European food and drink sector. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, *19*(4), 944-949.

Tuck, S. L., Winqvist, C., Mota, F., Ahnström, J., Turnbull, L. A., & Bengtsson, J. (2014). Land-use intensity and the effects of organic farming on biodiversity: a hierarchical meta-analysis. *Journal of applied ecology*, *51*(3), 746-755.

Tukker, A. (2002). Risk analysis, life cycle assessment—the common challenge of dealing with the precautionary frame (based on the toxicity controversy in Sweden and the Netherlands). *Risk Analysis: AN INTERNATIONAL JOURNAL*, *22*(5), 821-832.

Tuomisto, H. L., Hodge, I. D., Riordan, P., & Macdonald, D. W. (2012). Does organic farming reduce environmental impacts?—A meta-analysis of European research. *Journal of environmental management*, 112, 309-320.

Weidema, B. P., Bauer, C., Hischier, R., Mutel, C., Nemecek, T., Reinhard, J., ... & Wernet, G. (2013). Overview and methodology. *Data quality guidelines for the ecoinvent database version, 3*.

Wikström, F., Williams, H., Verghese, K., & Clune, S. (2014). The influence of packaging attributes on consumer behaviour in food-packaging life cycle assessment studies—a neglected topic. *Journal of Cleaner Production*, 73, 100-108.

Wolf, M. A., Pant, R., Chomkamsri, K., Sala, S., & Pennington, D. (2012). The international reference life cycle data system (ILCD) handbook. *European Commission, Luxembourg*.

World Health Organization. (2016). *The public health impact of chemicals: knowns and unknowns* (No. WHO/FWC/PHE/EPE/16.01). World Health Organization.