ΕΝΙΑΙΑ ΔΡΑΣΗ ΚΡΑΤΙΚΩΝ ΕΝΙΣΧΥΣΕΩΝ

ΕΡΕΥΝΑΣ, ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

& ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑΣ

ΕΡΕΥΝΩ – ΔΗΜΙΟΥΡΓΩ – ΚΑΙΝΟΤΟΜΩ

Κωδικός Έργου: Τ1ΕΔΚ-05442

Ανακύκλωση χρησιμοποιημένων πυρίμαχων από διαφόρους βιομηχανικούς κλάδους για την παραγωγή αργιλοπυριτικών πυριμάχων τούβλων και μαζών (REFRACT)

Ενότητα Εργασίας 8:

Σύστημα αποτίμησης περιβαλλοντικού αποτυπώματος

Παραδοτέο 8.2: Τεχνική έκθεση αποτύπωσης υφιστάμενων συστημάτων περιβαλλοντικού αποτυπώματος υλικών

ΑΘΗΝΑ, 2022

Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκά Διαρθρωτικά και Επενδυτικά Ταμεία
ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΚΑΙ ΕΠΕΝΔΥΣΕΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ ΕΤΠΑ, ΤΣ & ΕΚΤ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΕΠΑνΕΚ
ΕΠΑνΕΚ 2014-2020
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ
ΕΣΠΑ 2014-2020
ανάπτυξη - εργασία - αλληλεγγύη
Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

Περιεχόμενα

1. Εισαγωγή 5
2. Περιβαλλοντικό Αποτύπωμα – Ορισμοί Έννοιες 8
   2.1 Ορισμοί - Ονοματολογία 8
   2.2 Περιβαλλοντικό Αποτύπωμα 11
      Κλιματική Αλλαγή 12
   2.3 Τα Περιβαλλοντικά Όρια της Γης 15
   2.4 Μετρητές του Περιβαλλοντικού Αποτυπώματος 18
   2.4 Οικογένεια Δεικτών Περιβαλλοντικού Αποτυπώματος 20
   Αποτύπωμα Άνθρακα (Carbon Footprint) 20
   Αποτύπωμα στους Υδάτινους Πόρους 20
      Οι συνιστώσες του Υδατικού Αποτυπώματος 21
      Αξιολόγηση υδατικού αποτυπώματος 25
      Μεθοδολογίες υπολογισμού Υδατικού Αποτυπώματος 25
      Υπολογισμός κατά Hoekstra και Chapagain 26
      Υπολογισμός κατά Ridoutt και Pfister 27
      Το Υδατικό Αποτύπωμα παγκοσμίως 28
   Αποτύπωμα Εδάφους Land Footprint (Weinzettel et al, 2013) 28
   Αποτύπωμα Βιοποικιλότητας 28
3. Πρότυπα για το Περιβάλλον 31
4. Πολιτική της Ευρωπαϊκής Ένωσης για το Περιβάλλον 37
   4.1. Καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής 38
   4.2. Βιοποικιλότητα, χρήσεις γης και δασοκομία 38
   4.3. Προστασία και διαχείριση υδάτων 39
   4.4. Ατμοσφαιρική ρύπανση και ηχορύπανση 39
   4.5. Αποδοτικότητα των πόρων και κυκλική οικονομία 39
   4.6. Βιώσιμη παραγωγή και κατανάλωση 40
   4.7. Χημικά προϊόντα και φυτοφάρμακα 40
5. ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ – ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ (LIFE CYCLE ASSESSMENT) (LCA) 41
   5.1 Εκτίμηση Κύκλου Ζωής 41

5.1.1 Κατηγοριοποίηση Επιπτώσεων στο Περιβάλλον σύμφωνα με την Μεθοδολογική Προσέγγιση της Εκτίμησης του Κύκλου Ζωής 42
5.2 Φάσεις και Βήματα Υλοποίησης για την Εκτίμηση του κύκλου Ζωής 43
5.2.1 Σκοπός και Στόχοι της Εφαρμογής 44
5.2.2 Απογραφική Ανάλυση του Κύκλου Ζωής 45
5.2.3 Εκτίμηση Επιπτώσεων του Κύκλου Ζωής 46
5.2.4 Ερμηνεία των Αποτελεσμάτων της Ανάλυσης του Κύκλου Ζωής 48
5.2.5 Αναφορές 48
5.2.6 Κριτική Αναθεώρηση 50
6. Περιβαλλοντική Δήλωση Προϊόντος (Environmental Product Declaration - EPD) 52
Αξιολόγηση και σύγκριση 53
Ενσωμάτωση των EPDs με άλλα εργαλεία IPP (Integrated Product Policy) 55
Συστήματα περιβαλλοντικής διαχείρισης 55
Οικολογικός σχεδιασμός 56
Σήμανση τύπου I και II 56
Πράσινες δημόσιες συμβάσεις 58
Μελλοντικές κατευθύνσεις και συστάσεις 58
7. Μεθοδολογικό Πλαίσιο για το Περιβαλλοντικό Αποτύπωμα στην Ε.Ε. 62
7.1 Κανόνες Περιβαλλοντικού Αποτυπώματος Κατηγορίας Προϊόντων (PEFCRS). 64
7.2 Αρχές και Χαρακτηριστικά του Μεθοδολογικού πλαισίου PEF 67
Διαδικασίες για την Υλοποίηση της Αποτίμησης του Περιβαλλοντικού Αποτυπώματος Προϊόντος – Υπηρεσίας 67
7.3 Στάδια και Διαδικασίες για την Υλοποίηση έργων Περιβαλλοντικού Αποτυπώματος Προϊόντων 68
7.3.1 Προσδιορισμός των Στόχων 68
7.3.2 Προσδιορισμός του Σκοπού 68
7.3.3 Διεπαφές – Όρια (Περιγραφή) Συστήματος (System Boundaries) 68
7.3.4 Κατηγορίες Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων 69
7.4 Σύνταξη και Απογραφή της χρήσης πόρων και εκπομπών στο Κύκλο Ζωής 71
7.4.1 Απόκτηση των Δεδομένων και αρχική επεξεργασία 73
7.4.2 Ποιότητα των Δεδομένων 75
7.4.3 Εξειδικευμένη Συλλογή Δεδομένων 78
7.4.4 Συλλογή Δεδομένων Γενικής Φύσης 78
7.4.5 Διαχείριση των μη διαθέσιμων δεδομένων και των λοιπών μονάδων επεξεργασίας 79
7.4.6 Διαχείριση Πολύ Λειτουργικών Συστημάτων Επεξεργασίας 79

7.5 Εκτίμηση των περιβαλλοντικών Επιπτώσεων Αποτυπώματος 81
7.5.1 Κατηγοριοποίηση και Χαρακτηρισμός (Υποχρεωτικό) 81
7.5.2 Κανονικοποίηση και Στάθμιση (Συστήνονται /Προαιρετικοι) 83
7.6 Ερμηνεία του περιβαλλοντικού Αποτυπώματος 85
7.6.1 Εκτίμηση Αβεβαιότητας 86
7.6.2 Συμπεράσματα, Συστάσεις και Περιορισμοί 87
7.6.3 Αναφορές του Περιβαλλοντικού Αποτυπώματος 87
7.7 ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ – ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ 91
8. Ειδικό Λογισμικό και Βάσεις Δεδομένων για την Υποστήριξη της Εκτίμησης του Περιβαλλοντικού Αποτυπώματος 94
Βιβλιογραφία 96

1. Εισαγωγή

Η παρούσα Τεχνική Μελέτη πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο του έργου REFRACT και αποσκοπεί στην διερεύνηση των υπαρχόντων συστημάτων και μεθοδολογικών πλαισίων αποτίμησης των περιβαλλοντικών αποτυπωμάτων προϊόντων και υπηρεσιών. Το Περιβαλλοντικό Αποτύπωμα (ΠΑ) αναφέρεται στην ποσοτικοποίηση και μέτρηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεις της παραγωγής ενός προϊόντος, προσφοράς μιας υπηρεσίας η της λειτουργίας ενός οργανισμού, λαμβάνοντας υπόψη όλον το κύκλο ζωής (από την εξόρυξη της πρώτης ύλης μέχρι την εναπόθεση των απόβλητου μετά την ολοκλήρωση της χρήσης ή της ανακύκλωσης του για τα προϊόντα). Σκοπός της μελέτης είναι να υποστηρίξει την ανάπτυξη ενός οδηγού και μεθοδολογικού πλαισίου για την αποτίμηση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος των πυρίμαχων υλικών.

Στην έρευνα που πραγματοποιήθηκε αναφορικά με διεθνή πρακτική με το περιβαλλοντικό αποτύπωμα κατέδειξε τα παρακάτω βασικά χαρακτηριστικά:

Α) Η επιστημονική και εφαρμοσμένη έρευνα σε σχέση με το Περιβαλλοντικό Αποτύπωμα βρίσκεται σε εξέλιξη, καθώς συνεχώς διευρύνονται οι τομείς και η ποσοτικοποίηση των επιπτώσεων του ανθρώπου στο περιβάλλον είναι ένα πολυπαραγοντικό πρόβλημα με μεγάλους βαθμούς συσχέτισης μεταξύ των παραγόντων. Επίσης, είναι αξιοσημείωτο ότι υφίσταται υψηλή αβεβαιότητα στις εκτιμήσεις των παραμέτρων που σχετίζοντια με τις επιπτώσεις στο περιβάλλον. Δεν είναι τυχαίο ότι οι κατηγορίες των περιβαλλοντικών επιπτώσεων συνεχώς διευρύνονται και βρίσκεται σε μια συνεχή εξέλιξη τα μεθοδολογικά και υπολογιστικά εργαλεία που υποστηρίζουν την διαδικασία.

Β) Διεθνή Πρότυπα για την εκτίμηση του Περιβαλλοντικού Αποτυπώματος έχουν παρουσιασθεί ήδη από το 1999 τα οποία και κατά ΄καιρούς αναμορφώνονται και εμπλουτίζονται, προσαρμοζόμενα στις νέες απαιτήσεις, στις περιβαλλοντικές συνθήκες που επικρατούν στον Πλανήτη και στις Αποφάσεις των Παγκόσμιων Οργανισμών και των Ενώσεων Κρατών.

Γ) Εφαρμόζεται Διεθνώς σύστημα Σηματοδότησης και Πιστοποίησης για τα Προϊόντα και Υπηρεσίες αναφορικά με τις επιπτώσεις τους στο Περιβάλλον (Environmental Product Declaration – EPD) για την υποστήριξη στην μετάβαση σε μια παραγωγική δομή που θα έχει τις λιγότερες δυνατές αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον.

Δ) Έχει επικρατήσει διεθνώς η μέθοδος της Αποτίμησης του Κύκλου Ζωής (ΑΚΖ) (Life Cycle Assessment- LCA) ως ο πυρήνας των μεθοδολογικών πλαισίων για την εκτίμηση του Περιβαλλοντικού Αποτυπώματος και συνιστά τον πυρήνα όλων των Μεθόδων για την

εκτίμηση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος. Η ΑΚΖ συνιστά ένα γενικό πλαίσιο το οποίο απαιτείται να εξειδικεύεται ανά προϊόν, κατηγορία προϊόντων και κλάδο.

Ε) Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει προχωρήσει στην υιοθέτηση ενός μεθοδολογικού πλαισίου σύμφωνα με την οδηγία της L124 4-5-2013 και με ένα σύνολο δράσεων και χρηματοδοτικών εργαλείων προς τον σκοπό της εφαρμογής του ΠΑ. Το Joint Research Center της Ε.Ε. παρέχει συνεχή τεκμηρίωση και υποστηρικτικά εργαλεία για την υλοποίηση του προτεινόμενου από την Ε.Ε. μεθοδολογικού πλαισίου. Επιπροσθέτως, η Ε.Ε. έχει: α) καθιερώσει σύστημα σηματοδότησης και επιβράβευσης των καλών πρακτικών για τις Επιχειρήσεις και Οργανισμούς β) έχει χρηματοδοτήσει την ανάπτυξη συστημάτων κανόνων για την εκπόνηση των Περιβαλλοντικών Αποτυπωμάτων (Product Environmental FootPrint Category Rules PEFCR) σε ορισμένες κρίσιμες κατηγορίες προϊόντων και προγραμματίζονται νέες δράσεις και επεκτάσεις.

Το αντικείμενο των περιβαλλοντικών επιπτώσεων και της αποτίμησης των ανθρώπινων δραστηριοτήτων στο περιβάλλον είναι αντικείμενο που δεν μπορεί να εξαντληθεί σε μια τεχνική μελέτη. Στο πλαίσιο της εργασίας μας εστιαζόμαστε σε εκείνα τα σημεία που θα υποστηρίξουν τον σχεδιασμό ενός πλαισίου για την αποτίμηση του ΠΑ της παραγωγής πυρίμαχων υλικών.

Η μελέτη αποτελείται από την Εισαγωγή και 6 ακόμη Ενότητες.

Στην 2η ενότητα δίνονται οι ορισμοί, καθώς έχει επικρατήσεις διεθνώς συγκεκριμένη ορολογία για την περιοχή της εκτίμησης των περιβαλλοντικών αποτυπωμάτων, δίνεται και περιγράφεται ο ορισμός του περιβαλλοντικού αποτυπώματος και αναλύονται διεξοδικά οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις που σχετίζονται με την εκτίμηση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος με έμφαση σε αυτές τις κατηγορίες επιπτώσεων που σχετίζονται με το παρόν έργο.

Στην 3η Ενότητα περιγράφονται τα Πρότυπα ISO 14025, 14040, 14044 που σχετίζονται με την εφαρμογή της εκτίμησης του Περιβαλλοντικού Αποτυπώματος, στοιχεία των οποίων εξειδικεύονται στις επόμενες ενότητες.

Στη συνέχεια, στην 4η ενότητα παρουσιάζεται εν συντομία η πολιτική και οι δράσεις της Ε.Ε. για το περιβάλλον, στο πλαίσιο των οποίων εντάσσεται και η ανάγκη για την διευρυμένη εφαρμογή της εκτίμηση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος προϊόντων.

Στην 5η Ενότητα παρουσιάζονται τα βασικά χαρακτηριστικά του μεθοδολογικού πλαισίου της Αποτίμησης του Κύκλου Ζωής που αποτελεί τον πυρήνα για την εκτίμηση των περιβαλλοντικών αποτυπωμάτων. Ακολούθως στης 6η ενότητα παρουσιάζεται το διεθνώς αποδεκτό Πιστοποιητικό της Περιβαλλοντικής Δήλωσης Προϊόντων.

Στην 7η Ενότητα περιγράφεται διεξοδικά το μεθοδολογικό πλαίσιο και οι διαδικασίες που προτείνονται από την Ε.Ε. για την εκτίμηση των Περιβαλλοντικών Αποτυπωμάτων σύμφωνα με την Σύσταση L124 και αποτελεί το βασικό πλαίσιο που υιοθετείται στην Ε.Ε. για την εκτίμηση των ΠΑ.

Τέλος στην 8η Ενότητα παρουσιάζονται εν συντομία των λογισμικά που είναι διαθέσιμα για την υποστήριξη της εκτίμησης των περιβαλλοντικών αποτυπωμάτων.

2. Περιβαλλοντικό Αποτύπωμα – Ορισμοί Έννοιες

2.1 Ορισμοί - Ονοματολογία

Καταμερισμός (Allocation)

Καταμερισμός της ροής των εισροών και εκροών σε μια παραγωγική διαδικασία

Συγκριτική Απαίτηση (comparative assertion)

Απαίτηση για ένα προϊόν να υπερέχει σε σχέση με ανταγωνιστικό προϊόν

Στοιχειώδης Ροή (elementary flow)

- Υλικό ή ενέργεια που εισέρχεται σε ένα σύστημα χωρίς να έχει προηγηθεί διαχείριση από τον άνθρωπο
- Υλικό ή ενέργεια που φεύγει από το σύστημα στο περιβάλλον χωρίς να ακολουθεί διαχείριση από τον άνθρωπο

Περιβαλλοντικό Σημείο Θεώρησης (environmental aspect)

Στοιχεία των δραστηριοτήτων ενός οργανισμού, προϊόντα ή υπηρεσίες για τα οποία υπάρχει αλληλεπίδραση με το περιβάλλον

Λειτουργική Μονάδα (Functional unit)

Η ποσοτικοποιημένη απόδοση ενός συστήματος που χρησιμοποιείται σαν μονάδα αναφοράς στην Αποτίμηση του Κύκλου Ζωής

Εισροή (Input)

Υλικό ή Ενέργεια που εισέρχεται στην μονάδα επεξεργασίας

Ενδιαφερόμενοι (Interested party)

Άτομα ή Ομάδες Ατόμων τους οποίους αφορά η περιβαλλοντική απόδοση ενός συστήματος προϊόντος ‘η των αποτελεσμάτων του Κύκλου Ζωής

Κύκλος Ζωής (Life cycle)

Η διαδοχή και η διασύνδεση των σταδίων ενός συστήματος προϊόντων (από την απόκτηση των πρώτων υλών μέχρι την εναπόθεση των αποβλήτων)

Αποτίμηση Κύκλου Ζωής (life cycle assessment) LCA

Επεξεργασία και Αξιολόγηση (Αποτίμηση) των Εισροών, Εκροών και των δυνητικών επιπτώσεων ενός συστήματος προϊόντων σε όλη την διάρκεια των κύκλου ζωής.

Αποτίμηση των Επιπτώσεων του Κύκλου Ζωής (life cycle impact assessment)

Στάδιο της Αποτίμησης του Κύκλου Ζωής που στοχεύει στην κατανόηση και αξιολόγηση του μεγέθους και της σημαντικότητας των δυνητικών περιβαλλοντικών επιπτώσεων από ένα σύστημα προϊόντων.

Ερμηνεία του Κύκλου Ζωής (life cycle interpretation)

Στάδιο της Αποτίμησης του Κύκλου Ζωής στα οποίο από τα ευρήματα της απογραφικής ανάλυσης και της αποτίμησης των επιπτώσεων προκύπτουν συμπεράσματα και συστάσεις πάντα σε σχέση με τους σκοπούς και στόχους της ανάλυσης

Απογραφική Ανάλυση Κύκλου Ζωής (life cycle inventory analysis)

Στάδιο της Αποτίμησης του Κύκλου Ζωής που πραγματοποιείται η επεξεργασία και ποσοτικοποίηση των εισροών και εκροών ενός συστήματος προϊόντων σε όλον τον κύκλο ζωής.

Εκροή (output)

Υλικό ή Ενέργεια που εξέρχεται από μια μονάδα επεξεργασίας

Επαγγελματίας (practitioner)

Άτομο ή Ομάδα Ατόμων που εμπλέκονται στη Αποτίμηση του Κύκλου Ζωής

Σύστημα Προϊόντος (product system)

Συλλογή από φυσικά και ενεργειακά συνδεδεμένες μονάδες επεξεργασίας που υλοποιούν μία ή περισσότερες λειτουργίες. Αναφέρεται τόσο στην παραγωγή προϊόντων όσο και στην παροχή υπηρεσιών.

Πρώτες Ύλες (raw material)

Πρώτες ύλες ή ήδη επεξεργασμένα Υλικά τα οποία χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ενός προϊόντος.

Όριο Συστήματος (system boundary)

Τα στάδια ενός Συστήματος και οι διεπαφές του με το περιβάλλον ή άλλων συστημάτων προϊόντων

Διαφάνεια (transparency)

Ανοικτή, Περιεκτική και Κατανοητή παρουσίαση των Πληροφοριών

Μονάδα Επεξεργασίας (unit process)

Τα μικρότερα μέρη ενός συστήματος προϊόντος για το οποίο συλλέγονται δεδομένα στην Αποτίμηση του Κύκλου Ζωής

Απόβλητα (waste)

Οποιαδήποτε εκροή από σύστημα προϊόντος η οποία απορρίπτεται.

2.2 Περιβαλλοντικό Αποτύπωμα

Είναι κοινός τόπος ότι στην Γη υπάρχει μια νέα εποχή, όπου οι ανθρώπινες δραστηριότητες επηρεάζουν το σύστημα της Γης σε τέτοιο βαθμό που επιφέρουν δραστικές αλλαγές στη φύση. Οι αλλαγές είναι τόσο δραστικές που, εδώ και αρκετά έτη, έχουν κάνει επείγουσα την ανάγκη μιας νέας προσέγγισης για την ανάπτυξη των ανθρώπινων δραστηριοτήτων και της ζωής στον Πλανήτη.

Το περιβαλλοντικό (οικολογικό) αποτύπωμα αφορά στις επιπτώσεις των ανθρώπινων δραστηριοτήτων επί της γης, του νερού και της ατμόσφαιρας και προκύπτει από τους φυσικούς πόρους που απαιτούνται για την παραγωγή των προϊόντων που καταναλώνουμε και την παροχή υπηρεσιών και από τη διάθεση και διαχείριση των αποβλήτων που προκύπτουν από τις ανθρώπινες δραστηριότητες. Αποτελεί ένα μέσο για την μέτρηση των επιπτώσεων στο περιβάλλον από την ανθρώπινη δραστηριότητα.

Η μέτρηση του Περιβαλλοντικού Αποτυπώματος (Π.Α.) συνιστά ένα πολύπλοκο πρόβλημα καθώς: α) υπεισέρχονται σε αυτό πολλοί παράμετροι οι οποίες άμεσα ή έμμεσα συνεισφέρουν στην παραγωγή επιπτώσεων στο περιβάλλον β) υπάρχει αλληλεξάρτηση μεταξύ των επιμέρους παραμέτρων, γ) Υπάρχει μεγάλος βαθμός αβεβαιότητας στις εκτιμώμενες τιμές των παραμέτρων και δ) δεν είναι εύκολο να μετρηθούν οι επιπτώσεις με ακρίβεια.

Η διαδικασία αποτύπωσης του Περιβαλλοντικού Αποτυπώματος της ανθρώπινης δραστηριότητας έχει ξεκινήσει ήδη από την δεκαετία του 1970. Οι δείκτες που εφαρμόσθηκαν αρχικά για την μέτρηση του Π.Α. αφορούσαν στην μετατροπή όλων των αναγκών κατανάλωσης σε παραγωγική έκταση γης, όπως το δάσος, η γεωργική γη (για χρήση ξύλου και δέσμευση του διοξειδίου του άνθρακα), το διαβρωμένο ή δομημένο έδαφος, τα βοσκοτόπια, κ.α., τα οποία είναι απαραίτητα για την κάλυψη των αναγκών αυτών σε εκτάρια. Για να γίνει περισσότερο κατανοητό θα πρέπει να λάβουμε υπόψη ότι:

- Με βάση των πληθυσμό της Γης και την διαθέσιμη επιφάνεια της Γης σε κάθε άνθρωπο αντιστοιχούν 1,7 εκτάρια γης για να αξιοποιηθεί για ανθρώπινη χρήση. Με την αναμενόμενη αύξηση του πληθυσμού τα επόμενα 50 έτη η αντιστοίχιση αυτή θα έχει μειωθεί στο 1 εκτάριο ανά άτομο.
- Το περιβαλλοντικό αποτύπωμα με βάση τον παραπάνω ορισμό είναι διαφορετικό από Ήπειρο σε Ήπειρο και από χώρα σε χώρα. Στην Ευρώπη το περιβαλλοντικό αποτύπωμα εκτιμάται στα 4,97 εκτάρια, πολύ μεγαλύτερο από το μέσο διαθέσιμο, πράγμα που σημαίνει ότι με βάση τον τρόπο ζωής στην Ευρώπη και τις καταναλωτικές συνήθειες χρειάζεται περισσότερο από

δυο φορές την επιφάνεια της γης για να καλυφθούν οι καταναλωτικές ανάγκες της ανθρώπινης δραστηριότητας.

Πολλοί ερευνητές και μελετητές του περιβαλλοντικού αποτυπώματος έχουν διαπιστώσει ότι ο παραπάνω γενικός δείκτης για την μέτρηση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος είναι ελλιπής και μπορεί να δώσει μια απλή τάση των επιπτώσεων της ανθρώπινης δραστηριότητας στο περιβάλλον (Steffen at al, 2007). Οι επιπτώσεις της ανθρώπινης δραστηριότητας στο σύστημα της Γης είναι τόσο μεγάλες και πολυποίκιλες που καθιστούν δύσκολο να δοθεί ένας γενικός ορισμός για το τι είναι το περιβαλλοντικό αποτύπωμα και πως αυτό θα μετρείται. Οι επιπτώσεις στο περιβάλλον είναι τόσο μεγάλες που πιστεύεται ότι βρισκόμαστε στο δρόμο για την 6^{η} μαζική εξαφάνιση ειδών στο Πλανήτη (Ceballos et al, 2015). Όπως έχει ήδη αναφερθεί με το περιβαλλοντικό αποτύπωμα μετρούνται οι επιπτώσεις της ανθρώπινης δραστηριότητες στο σύστημα του Πλανήτη. Οι επιπτώσεις στο περιβάλλον, όπως έχει ήδη αναφερθεί είναι πολυποίκιλες και δεν μπορούν να περιορισθούν μόνο στην μέτρηση της έκτασης που απαιτείται για παραγωγή. Οι περιβαλλοντικός επιπτώσεις διακρίνονται στις παρακάτω βασικές κατηγορίες:

Κλιματική Αλλαγή

Θέρμανση του Πλανήτη

Το διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) είναι το σημαντικότερο αέριο του φαινομένου του θερμοκηπίου, το οποίο προκαλεί υπερθέρμανση του πλανήτη και επιφέρει κλιματική καταστροφή. Από τη βιομηχανική επανάσταση έχει αναφερθεί αύξηση κατά 75% περίπου η εκπομπή του διοξειδίου του άνθρακα (Burkart et al., 2019) στην ατμόσφαιρα. Οι τρεις κυριότερες κατηγορίες πηγών εκπομπής διοξειδίου του άνθρακα είναι οι εξής (Song, 2002): (α) σταθερές πηγές, (β) κινητές πηγές και (γ) φυσικές πηγές. Το 2019, η παγκόσμια μέση ετήσια συγκέντρωση CO_2 στην ατμόσφαιρα ήταν 409,8 ppm, αυξημένη κατά 2,5 ppm από το 2018 (Arndt et al., 2020). Κατά τη διάρκεια του έτους, 2018-2019, οι εκπομπές CO_2 που σχετίζονται με την ενέργεια αυξήθηκαν κατά περίπου 1,7%, ανερχόμενες σε μια υψηλή περίπου τιμή 33,1 Gt CO_2. Σχεδόν τα δύο τρίτα της αύξησης της ρύπανσης προέρχονται από όλα τα ορυκτά καύσιμα και από τον τομέα της ενέργειας. Μόνο η χρήση άνθρακα για τον τομέα της ενέργειας ξεπέρασε τους 10 Gigatonnes CO_2, κυρίως στην ασιατική ήπειρο. Ειδικότερα: Η αύξηση της κατανάλωσης των καυσίμων στην Ασία είναι ιδιαίτερα σημαντική,

Η Κίνα, η Ινδία και οι Ηνωμένες Πολιτείες ευθύνονται για την αύξηση των εκπομπών CO_2 κατά 85%, ενώ η Ιαπωνία, το Ηνωμένο Βασίλειο, το Μεξικό, η Γαλλία και η Γερμανία εμφανίζουν μείωση των εκπομπών (Zedalis, 2017). Η πρόκληση έγκειται στη μείωση του επιπέδου του CO_2 σε ένα ελάχιστο επίπεδο ισοδύναμο με αυτό της ατμόσφαιρας, το οποίο απαιτεί νέες ιδέες και τεχνολογίες. Ο πολλά υποσχόμενος τρόπος για τη μείωση της συγκέντρωσης του ατμοσφαιρικού CO_2 είναι η χρήση ανανεώσιμων καυσίμων αντί των

ορυκτών καυσίμων μετατρέποντας έτσι το εκπεμπόμενο CO_2 σε χρήσιμα προϊόντα μέσω χημικών μετασχηματισμών (Maia et al., 2017). Οι ολοκληρωμένες τεχνικές δέσμευσης του άνθρακα αποτελούν την πιο δυνητική λύση βραχυπρόθεσμα και μεσοπρόθεσμα για την αντιμετώπιση των αερίων του θερμοκηπίου. Το δεσμευμένο CO_2 από τις κύριες πηγές εκπομπών (όπως τα εργοστάσια ηλεκτροπαραγωγής, τα εργοστάσια τσιμέντου και οι βιομηχανίες πετρελαίου) επιτρέπει τη σύνθεση χρήσιμων προϊόντων με χαμηλότερο αποτύπωμα άνθρακα σε σχέση με τις συμβατικές τεχνικές που χρησιμοποιούν ορυκτά καύσιμα (Huang and Tan, 2014).

Ξηρασία και Λειψυδρία

Πολλές παράκτιες περιοχές της Μεσογείου υποφέρουν από ελλείψεις που προκαλούνται από την αυξημένη ζήτηση νερού και από τα συχνά και έντονα επεισόδια ξηρασίας (Alexakis and Tsakiris, 2010). Για να αντιμετωπιστούν τα προβλήματα λειψυδρίας ο προληπτικός σχεδιασμός ενσωματώνει μέτρα για τη μείωση της ζήτησης νερού, τη βελτίωση της απόδοσης, και τη χρήση νέων πηγών νερού (κυρίως υφάλμυρο ή ανακτημένο). Σύμφωνα με εκθέσεις διεθνών οργανισμών, η λεκάνη της Μεσογείου θα επηρεαστεί σημαντικά από την αναμενόμενη κλιματική αλλαγή, όπως η αύξηση της θερμοκρασίας του αέρα, η μείωση των βροχοπτώσεων και η άνοδος της στάθμης της θάλασσας. Μέχρι το έτος 2050, η επιφανειακή θερμοκρασία αναμένεται να αυξηθεί κατά 2,5°C και η βροχόπτωση θα μειωθεί κατά 10,5 % στη περιοχή της Μέσης Ανατολής και της Βόρειας Αφρικής (MENA) σύμφωνα με τον Al-Jamal (2009). Επιπλέον, ο ρυθμός αύξησης του πληθυσμού στην αυτές τις χώρες έχει μέσο όρο περίπου 2,5 % (Gaffour, 2009). Αυτές οι αλλαγές απειλούν το υδατικό ισοζύγιο στα υδατικά συστήματα αυτών των περιοχών, οι οποίες ήδη υποφέρουν από έλλειψη νερού.

Η ξηρασία είναι η έλλειψη βροχοπτώσεων για παρατεταμένο χρονικό διάστημα. Αποτελεί μέρος της φυσιολογικής κλιματικής μεταβλητότητας σε πολλές κλιματικές ζώνες. Η διάρκεια της ξηρασίας ποικίλλει ευρέως. Η ξηρασία μπορεί να αναπτυχθεί γρήγορα και να διαρκέσει μόνο μερικές εβδομάδες, επιδεινούμενη από ακραία ζέστη ή/και άνεμο, αλλά συνηθέστερα η ξηρασία μπορεί να επιμείνει για μήνες ή χρόνια. Οι ξηρές συνθήκες οδηγούν συχνά σε πυρκαγιές θάμνων ή πυρκαγιές (https://www.weather.gov/safety/drought).

Τύποι ξηρασίας

1. Η μετεωρολογική ξηρασία βασίζεται στο βαθμό ξηρασίας (έλλειμμα βροχόπτωσης) και στη διάρκεια της ξηρής περιόδου.
2. Η υδρολογική ξηρασία βασίζεται στις επιπτώσεις των ελλειμμάτων βροχόπτωσης στην παροχή νερού, όπως η ροή των ρευμάτων, η στάθμη των ταμιευτήρων και των λιμνών και η πτώση του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα.

3. Η γεωργική ξηρασία βασίζεται στις επιπτώσεις στη γεωργία από παράγοντες όπως τα ελλείμματα βροχόπτωσης, τα ελλείμματα εδαφικού νερού, η μείωση των υπόγειων υδάτων ή τα επίπεδα των ταμιευτήρων που απαιτούνται για την άρδευση.
4. Η κοινωνικοοικονομική ξηρασία βασίζεται στις επιπτώσεις των συνθηκών ξηρασίας (μετεωρολογική, γεωργική ή υδρολογική ξηρασία) στην προσφορά και τη ζήτηση ορισμένων οικονομικών αγαθών. Η κοινωνικοοικονομική ξηρασία εμφανίζεται όταν η ζήτηση για ένα οικονομικό αγαθό υπερβαίνει την προσφορά ως αποτέλεσμα ενός ελλείμματος στην παροχή νερού που σχετίζεται με τις καιρικές συνθήκες.

Ευτροφισμός

Ο ευτροφισμός, ή ο υπερεμπλουτισμός με θρεπτικά συστατικά, είναι ένα περιβαλλοντικό ζήτημα που σχετίζεται με τους υγροτόπους, τα ρέματα, τα ποτάμια, τις λίμνες και τους ταμιευτήρες σε όλο τον πλανήτη (Smith, 2009). Οι ρυθμοί παροχής δύο βασικών θρεπτικών συστατικών για τα φυτά - του αζώτου (N) και του φωσφόρου (P) - μπορούν να αυξηθούν σημαντικά από τις ανθρωπογενείς δραστηριότητες. Η προσθήκη θρεπτικών συστατικών που προέρχονται άμεσα ή έμμεσα από ανθρώπινες δραστηριότητες μπορούν να προκαλέσουν ευτροφισμό σε επιφανειακά υδατικά σώματα. Αυτή η επιτάχυνση των εισροών θρεπτικών ουσιών στα επιφανειακά ύδατα ονομάζεται ευτροφισμός. Ο ευτροφισμός μπορεί να προκαλέσει ένα ευρύ φάσμα επιπτώσεων, τόσο θετικών όσο και αρνητικών, στην ποιότητα των υδάτων. Έχουν πραγματοποιηθεί πολλές έρευνες που προσδιορίζουν τις κύριες πηγές θρεπτικών φορτίων στα ύδατα και μπορούν να προβλέψουν τις συγκεντρώσεις θρεπτικών καθώς και τις συνθήκες ποιότητας του νερού στα ύδατα από τις εισροές θρεπτικών και την υδρολογία της λεκάνης (Smith, 2009).

Σύμφωνα με το European Environmental Agency, ευτροφισμός είναι μια διαδικασία ρύπανσης που συμβαίνει όταν μια λίμνη ή ένα ρέμα γίνεται υπερβολικά πλούσιο σε θρεπτικά συστατικά (άζωτο, φωσφόρος)- κατά συνέπεια, υπερ-αναπτύσσονται φύκια και άλλα υδρόβια φυτά. Τα φυτά ολοκληρώνουν τον κύκλο ζωής τους και αποσυντίθενται. Κατά την αποσύνθεσή τους, τα φυτά στερούν από το νερό το οξυγόνο και η λίμνη, ο ποταμός ή το ρέμα γίνεται ανοξικό. Τα νιτρικά λιπάσματα που απορρέουν από τα χωράφια, τα θρεπτικά συστατικά από τα ζωικά απόβλητα και τα ανθρώπινα λύματα είναι οι κύριες αιτίες του ευτροφισμού (https://www.eea.europa.eu/archived/archived-content-water-topic/wise-help-centre/glossary-definitions/eutrophication).

Ρύπανση του Αέρα

Η ανθρωπογενής ατμοσφαιρική ρύπανση οφείλεται σε μεγάλο αριθμό χημικών ενώσεων. Τα αέρια του θερμοκηπίου απορροφούν και αντανακλούν ορισμένα μήκη κύματος από το

υπέρυθρο φάσμα της ηλιακής ακτινοβολίας που αντανακλάται από την επιφάνεια της γης με αποτέλεσμα η τροπόσφαιρα να είναι θερμότερη. Μεταξύ άλλων, οι ουσίες αυτές είναι το διοξείδιο του άνθρακα, οι υδρατμοί, τα οξείδια του υδρογόνου, τα οξείδια του αζώτου και το μεθάνιο. Πέρα από την αύξηση της θερμοκρασίας, τα περισσότερα από αυτά τα αέρια είναι δηλητηριώδη για τη βιόσφαιρα της Γης. Εκτός από τα αέρια του θερμοκηπίου, υπάρχουν μερικές ακόμη δηλητηριώδεις ουσίες που έχουν ανθρωπογενή προέλευση. Βαρέα μέταλλα, οι αρωματικοί υδρογονάνθρακες και η σκόνη είναι για παράδειγμα επιβλαβείς ατμοσφαιρικοί ρύποι. Οι ατμοσφαιρικοί ρύποι ρυπαίνουν επίσης το έδαφος, τα ύδατα και τις φυτικές επιφάνειες (Vanda Villanyi, 2010).

Η ατμοσφαιρική ρύπανση, καθώς και η υπερθέρμανση του πλανήτη, προκαλούν σημαντικές απώλειες βιομάζας τόσο στη φυσική βλάστηση όσο και στα καλλιεργούμενα φυτά. Εκτός αυτού, οι αλλαγές αυτές προκαλούν μείωση της ποιότητας των καλλιεργειών και αλλαγές στη βιοποικιλότητα και τη σύνθεση των ειδών της φυσικής βλάστησης (Vanda Villanyi, 2010).

Αν και το κλίμα της Γης μεταβάλλεται συνεχώς από την αρχή, οι ανθρωπογενείς επιδράσεις, η ρύπανση του αέρα από την καύση και τις βιομηχανικές δραστηριότητες το καθιστούν να αλλάζει τόσο γρήγορα που η προσαρμογή είναι πολύ δύσκολη για όλους τους ζωντανούς οργανισμούς. Ο ρόλος της επιστήμης είναι να διευκολύνει αυτή την προσαρμογή, να προετοιμάσει την ανθρωπότητα για τις νέες συνθήκες και να προκλήσεις, να εντοπίζει και να προβλέπει τις επιπτώσεις και, αν είναι δυνατόν, να μειώνει ακόμη και την βλαπτικότητα αυτών των αλλαγών (Vanda Villanyi, 2010).

2.3 Τα Περιβαλλοντικά Όρια της Γης

Σύμφωνα με τον Steffen et al, 2015 έχουν προσδιορισθεί τα όρια του Πλανήτη αναφορικά με τις επιπτώσεις στην ανθρώπινη δραστηριότητα με 15 συγκεκριμένους δείκτες κατανεμημένους σε 7 κατηγορίες ανάλογα με την κατηγορία περιβαλλοντικής επίπτωσης και παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

Α/Α	**Διαδικασία – Σημείο Θεώρησης**	**Μεταβλητές Ελέγχου**	**Περιβαλλοντικά Όρια (Εύρος Αβεβαιότητας)**	**Τρέχουσα Τιμή**
1	Κλιματική Αλλαγή (R2009)	Ατμοσφαιρικό CO_2	350ppm CO_2 (350-450 ppm)	398,5 ppm CO_2

2		Ενεργειακή Ανισορροπία στα υψηλά επίπεδα της Ατμόσφαιρας	+1,0 W/m^2 (+1,0 – 1,5 W/m^2) Ισχύς σε Watt που λαμβάνεται από τον ήλιο ανά τ.μ.	+2,3 W/m^2 (+1,1 – 3,3 W/m^2)
3	Μεταβολές στην Βιόσφαιρα (R2009)	Γενετική Ποικιλότητα-Δείκτης Εξαφάνισης	<10 E/MSY (Μονάδες που εξαφανίζονται ανά 1.000.000 βιοποικιλότητες ανά έτος)	100-1000 E/MSY
4		Λειτουργική Ποικιλότητα – BII-Μεταβολές στους Πληθυσμούς σε ευρείς περιοχές	>= 90%	85%
5	Όζον της Στρατόσφαιρας	Συγκέντρωση Όζοντος DU	<5% μείωση σε σχέση με τον προ-βιομηχανική εποχή 290 DU	
6	Οξίνιση των Ωκεανών	Συγκέντρωση Ιόντων άνθρακα, μέση παγκόσμια κατάσταση κορεσμού της επιφάνειας των ωκεανών σε σχέση με τον αραγωνίτη	>= 80%a σε σχέση με τον κορεσμό του αραγωνίτη στη μέση επιφάνεια των ωκεανών από την προ-βιομηχανική εποχή	Περίπου 84%
7	Βιοχημικές Ροές (K;ykloi Φωσφόρου και Αζώτου)	P Συνολικό-Ροές του φωσφόρου από	11 Tg P yr-1 (11-100 Tg P yr-1)	-περίπου 22 TgP yr-1

	Βιοχημικές Ροές (Παρέμβαση με Φωσφορο και Άζωτο)	συστήματα φρέσκου νερου στους ωκεανούς		
8		P Τοπικό – Ροές Φωσφόρου από λιπάσματα σε διαβρώσιμα εδάφη	6,2 Tg yr-1	Περίπου 14 Tg P yr-1
9		N Συνολικό: Βιομηχανικό και βιολογικές καθηλώσεις του Αζώτου	62 Tg N yr-1 (62-82 Tg N yr-1)	150 Tg N yr-1
10	Μεταβολές στο σύστημα της Γης	Συνολικό – Περιοχή των δασικών εκτάσεων σε σχέση με το αρχική δασική κάλυψη	75%	62%
11		Περιοχή των δασικών εκτάσεων ως ποσοστό του δυνητικών δασικών εκτάσεων	Τροπικές Περιοχές 85% Εύκρατες 50% Βοριες : 85%-60%)	
12	Χρήση Υδάτινων Πόρων	Συνολικά Μέγιστη Ποσότητα κατανάλωσης Μπλε Υδάτινων Πορων	4000 KM3 yr-1	2600 km3 ytr-1

13		Λεκάνης – Μπλε υδάτινες ποσότητες που χάνονται ως ποσοστό της μέσης μηνιαίας ροής του ποταμού	Χαμηλές Ροές 25% (25%-55%) Μέσες Ροές 30% (30%-60%) Υψηλές Ροές 55% (55%-80%)	
14	Φόρτιση Ατμοσφαιρικού αερολύματος	Σφαιρικό – Οπρικό Βαθος Αερολύματος (AOD)	Εξαρτάται από την Περιοχή	
15		Τοπικό – AOD ως εποχικός μέσος στην περιοχή	Εξαρτάται από την Περιοχή	

2.4 Μετρητές του Περιβαλλοντικού Αποτυπώματος

Ο πρώτος ορισμός που δόθηκε για το Οικολογικό Αποτύπωμα (Ress, 1992, Ress and Wackernagel, 1996) εστιάζεται στη μέτρηση της συνολική έκτασης γης και νερού σε μια περιοχή που το φυσικό περιβάλλον σε αυτήν παράγει όλους τους πόρους που καταναλώνονται από την ανθρώπινη δραστηριότητα και απορροφά όλα τα απόβλητά που παράγονται σε συνεχή βάση, με τη αξιοποίηση της τεχνολογίας. Αποτυπώνει το βαθμό που η σύγχρονη οικονομία αποτυγχάνει να αποτυπώσει τα όρια της ανθρώπινης ευημερίας στη Γη και βρίσκεται σε αντιπαραβολή και συμπληρώνει τον Δείκτη του Ακαθάριστου Εγχώριου Προϊόντος που χρησιμοποιείται για τη μέτρηση της ανάπτυξη της τοπικής Οικονομίας.

Είναι προφανές ότι η πίεση που ασκεί η ανθρώπινη δραστηριότητα στο περιβάλλον στις περισσότερες περιπτώσεις δεν μπορεί να μεταφραστεί σε εκτάρια γης και νερού. Αυτός είναι ο λόγος που οδήγησαν πολλούς ερευνητές να διευρύνουν τη διαδικασία μέτρησης του περιβαλλοντικού αποτυπώματος, με μονάδα μέτρησης τα εκτάρια (Lin et al, 2019) σε τομείς όπως:

- από την πλευρά παραγωγής η καλλιεργήσιμη γη, τα δάση για την παραγωγή ξυλείας, τα βοσκοτόπια, οι υδάτινοι πόροι για την παραγωγή αλιευμάτων,
- οι εκτάσεις για οικιστική χρήση,
- η δυνατότητα της απορρόφησης του διοξειδίου του άνθρακα και
- η απαιτήσεις για την διαχείριση των αποβλήτων. Ένας άλλος παράγοντας που μετρείται είναι η βιοχωρητικότητα και ο ρυθμός που η Γη μπορεί να διαχειριστεί τις συνέπειες της ανθρώπινης δραστηριότητας.

Οι δείκτες αυτοί είναι οι περισσότερο δημοφιλείς και χρησιμοποιούνται διεθνώς προκειμένου να αποτυπωθεί η τρέχουσα κατάσταση σχετικά με τις αντοχές του περιβάλλοντος στην ανθρώπινη δραστηριότητα.

Κρίσιμό αποτέλεσμα της διαδικασίας αυτής είναι ο προσδιορισμός της ημέρας υπέρβασης, δηλαδή της ημέρας στο έτος κατά την οποία το περιβαλλοντικό αποτύπωμα ξεπερνά την ετήσια βιοχωρητικότητα και ουσιαστικά αναφέρεται στην ημέρα εκείνη που η ζήτηση από τους ανθρώπους για πόρους ξεπερνά αυτούς που μπορεί να αναδημιουργήσει το σύστημα της γης.

Η προσέγγιση αυτή έχει δεχθεί κριτική (Van den Bergh and Verbruggen, 1999) και ορισμένες βελτιώσεις έχουν αποτυπωθεί το 2009 (Kitzes et al) καθώς αδυνατεί να υποστηρίξει την αποτίμηση κρίσιμων παραγόντων όπως παραδειγματικά είναι: α) η μείωση της βιοποικιλότητας, β) η κατανάλωση ορυκτών πόρων, γ) η υπερτροφία και δ) η εκπομπή τοξικών ουσιών. Η διαφοροποίηση ως προς την προηγούμενη προσέγγιση είναι ουσιαστική καθώς εστιάζεται στην μέτρηση της παραγωγής και δεν διακρίνει την αειφορία και την διαχείριση του περιβάλλοντος και των επιπτώσεων σε αυτό από την ανθρώπινη δραστηριότητα. Δεν είναι εύκολο να μετρηθούν οι επιπτώσεις από την εντατική καλλιέργεια της Γης στην υποβάθμιση του εδάφους, οι επιδράσεις στο περιβάλλον από την υπερ-εκτροφία και από τις πρακτικές που ακολουθούνται για την διαχείριση των δασών. Σε αυτό θα πρέπει να συμπεριληφθούν και άλλοι ακόμη παράγοντες που επηρεάζονται από την κλιματική αλλαγή και την υπερθέρμανση της Γης όπως είναι οι πλημύρες, η ξηρασία, η έλλειψή υδάτινων πόρων, οι δασικές πυρκαγιές και οι μεταβολές που υφίστανται τόσο στη αξιοποίηση της γης και των υδάτινων εκτάσεων.

2.4 Οικογένεια Δεικτών Περιβαλλοντικού Αποτυπώματος

Αποτύπωμα Άνθρακα (Carbon Footprint)

Με τον όρο αποτύπωμα άνθρακα (Alvarez et al, 2016) αναφερόμαστε στο σύνολο των εκπομπών αερίων που προκαλούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου που παράγονται από τις δραστηριότητες ενός ατόμου, ενός γεγονότος, ενός φορέα ή οργάνωσης, την παροχή μιας υπηρεσίας, ή την παραγωγή ενός προϊόντος, εκφρασμένο ως ισοδύναμο διοξειδίου του άνθρακα.

Μπορεί να γίνει εκπομπή αερίων του θερμοκηπίου, συμπεριλαμβανομένου του διοξείδιου του άνθρακα και του μεθάνιου, μέσω της καύσης των ορυκτών καυσίμων, την εκκαθάριση της γης και την παραγωγή και κατανάλωση τροφίμων, μεταποιημένων αγαθών, υλικών, ξύλου, δρόμων, κτιρίων, μεταφορών και άλλων υπηρεσιών. Στις περισσότερες περιπτώσεις, το συνολικό αποτύπωμα άνθρακα δεν μπορεί να υπολογιστεί ακριβώς λόγω της ανεπαρκούς γνώσης και των μη διαθέσιμων δεδομένων σχετικά με τις πολύπλοκες αλληλεπιδράσεις μεταξύ των διεργασιών που συμβάλλουν στην εκπομπή αερίων, συμπεριλαμβανομένης της επίδρασης φυσικών διεργασιών που αποθηκεύουν ή απελευθερώνουν διοξείδιο του άνθρακα. Για το λόγο αυτό έχει δοθεί ο παρακάτω ορισμός για το αποτύπωμα άνθρακα:

Μια μέτρηση της συνολικής ποσότητας του διοξειδίου του άνθρακα (CO_2) και του μεθάνιου (CH_4), του Οξειδίου του Αζότου (N_2O) και των αερίων που εκπέμπει ένα ορισμένο μέγεθος πληθυσμού, ένα σύστημα ή μια δραστηριότητα, εξετάζοντας όλες τις αξιόπιστες πηγές, δεξαμενές και χώρους αποθήκευσης εντός του χωρικού και χρονικού ορίου του πληθυσμού, συστήματος ή δραστηριότητας ενδιαφέροντος. Υπολογίζεται ως το ισοδύναμο με διοξείδιο του άνθρακα χρησιμοποιώντας το αξιόπιστο εκατονταετές δυναμικό παγκόσμιας υπερθέρμανσης.

Για τον υπολογισμό του Αποτυπώματος Άνθρακα χρησιμοποιούνται δυο μεθοδολογικές προσεγγίσεις. Η πρώτη βασίζεται στην Ανάλυση του Κύκλου Ζωής και δεύτερη στην Ανάλυση Εισόδου – Εξόδου. Οι προσεγγίσεις αυτές θα αναλυθούν στα επόμενα.

Αποτύπωμα στους Υδάτινους Πόρους

Ένας δημοφιλής περιβαλλοντικός δείκτης είναι το αποτύπωμα νερού (Water Footprint-WF). Εμπνευσμένο από την έννοια του εικονικού εμπορίου νερού (Allan, 1998) και από το οικολογικό αποτύπωμα (Rees and Wackernagel, 1996), εισήχθη το 2002 από τον Hoekstra (2003) ως "δείκτης χρήσης νερού που σχετίζεται με όλα τα αγαθά και τις υπηρεσίες που καταναλώνει ένα άτομο ή τα άτομα μιας χώρας" (Hoekstra, 2017). Το Υδατικό Αποτύπωμα (ΥΑ) ορίζεται ως ο συνολικός όγκος φρέσκου νερού (σε κυβικά μέτρα ανά τόνο, m^3/ton) που καταναλώνεται για να παραχθεί ένα προϊόν ή μία υπηρεσία.

Παρά τον αρχικό σκεπτικισμό, σύντομα απέκτησε ευρεία δημοτικότητα (για μια λεπτομερή επισκόπηση της ανάπτυξης της αξιολόγησης του υδατικού αποτυπώματος (Water Footprint Assessment - WFA) και ζητήματα μεθοδολογίας βλέπε (Hoekstra, 2017). Αν και, όπως το οικολογικό αποτύπωμα, αρχικά επικεντρώθηκε σε εθνικές αξιολογήσεις, στο έτος 2007 το πεδίο εφαρμογής διευρύνθηκε σε εταιρείες WF, WF προϊόντων κ.λπ. (Hoekstra, 2017). Μέσω της πρωτοβουλίας του Water Footprint Network (WFN) (waterfootprint.org), και σε συνεννόηση με τους ενδιαφερόμενους φορείς, αναπτύχθηκε ένα παγκόσμιο αποτύπωμα νερού (Hoekstra et al., 2011).

Τέσσερις είναι οι βασικοί παράγοντες που καθορίζουν το ύψος του υδατικού αποτυπώματος σύμφωνα με τον Hoekstra. Πρωταρχικός παράγοντας είναι το μέγεθος της κατανάλωσης και μετά η ποιότητα και η σύνθεση της κατανάλωσης. Για παράδειγμα, μία χώρα που διατρέφεται με πολύ κρέας ξοδεύει περισσότερο νερό. Ο τρίτος παράγοντας είναι η επίδραση των κλιματικών συνθηκών, αν απαιτείται π.χ. σε μεγάλο ποσοστό άρδευση για την ανάπτυξη των καλλιεργειών και ο τέταρτος σχετίζεται με τον τρόπο παραγωγής στον αγροτικό τομέα, δηλαδή το κατά πόσο είναι αποτελεσματικός.

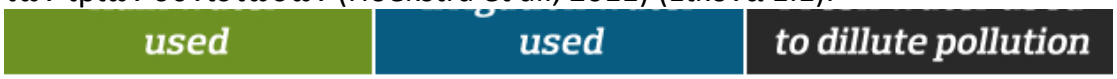
Αναφορές σχετικές με το Υ.Α. παρέχουν κατηγορηματικές πληροφορίες σχετικά με την καταλληλότητα του νερού για διάφορες ανθρώπινες δραστηριότητες. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν στον διάλογο για βιώσιμη και δίκαιη χρήση νερού και να αποτελέσουν καλή βάση για τοπική αξιολόγηση των περιβαλλοντικών, κοινωνικών και οικονομικών επιπτώσεων αυτών.

Το αποτύπωμα νερού προσφέρει μια καλύτερη και ευρύτερη εικόνα σχετικά με το πώς ο καταναλωτής ή ο παραγωγός σχετίζεται με τη χρήση των συστημάτων γλυκού νερού. Είναι ένα ογκομετρικό μέτρο της κατανάλωσης νερού και της ρύπανσης και όχι μέτρο της σοβαρότητας των επιπτώσεων αυτών στο τοπικό περιβάλουν. Οι επιπτώσεις αυτές εξαρτώνται από την ευπάθεια του τοπικού υδατικού συστήματος και του πλήθους των καταναλωτών νερού και ρυπαντών που κάνουν χρήση του ίδιου συστήματος.

Οι συνιστώσες του Υδατικού Αποτυπώματος

Με βάση την έννοια του Falkenmark (2000), το WFA από το 2008 (Hoekstra και Chapagain, 2008) περιλαμβάνει τρείς συνιστώσες: το "πράσινο υδατικό αποτύπωμα" μετρά το νερό της βροχής που εξατμίζεται ή ενσωματώνεται από τα φυτά- το "μπλε υδατικό αποτύπωμα" μετρά το επιφανειακό ή υπόγειο νερό που καταναλώνεται από ένα υδάτινο σώμα- το "γκρίζο υδατικό αποτύπωμα" μετρά μια υποθετική ποσότητα νερού που είναι απαραίτητη για την αφομοίωση της ρύπανσης (Hoekstra et al., 2011).

Για παράδειγμα το Υδατικό Αποτύπωμα μιας καλλιέργειας διακρίνεται σε τρεις συνιστώσες: τη μπλε, την πράσινη και τη γκρι. Η μπλε συνιστώσα αναφέρεται στην κατανάλωση μπλε νερού, δηλαδή του γλυκού νερού που δεσμεύεται από τους υδατικούς πόρους (επιφανειακούς και υπόγειους) μιας λεκάνης απορροής. Ως κατανάλωση ορίζεται η απώλεια νερού από το υδάτινο σώμα στην περιοχή της λεκάνης απορροής, η οποία συμβαίνει όταν το νερό εξατμίζεται, επιστρέφει σε μία άλλη λεκάνη ή στη θάλασσα ή όταν το νερό ενσωματώνεται σ' ένα προϊόν. Δεν περιλαμβάνει το μέρος της επιφανειακής απορροής το οποίο επιστρέφει στους υδατικούς αποδέκτες αμέσως μετά τη χρήση ή μέσω διαρροής προτού χρησιμοποιηθεί. Η πράσινη συνιστώσα αφορά στο βρόχινο νερό, τον πράσινο όγκο νερού, το οποίο δεν απορρέει επιφανειακά αλλά κατακρατείται από το έδαφος ως υγρασία και καταναλώνεται από τις καλλιέργειες μέσω της εξατμισοδιαπνοής. Η γκρι συνιστώσα αναφέρεται στη ρύπανση και ορίζεται ως όγκος του γλυκού νερού που απαιτείται για να επανέλθει η συγκέντρωση των ρυπαντών στα επιτρεπτά επίπεδα. Το συνολικό ΥΑ μιας καλλιέργειας, ενός προϊόντος ή υπηρεσίας προκύπτει ως το άθροισμα των τριών συνιστωσών (Hoekstra et al., 2011) (Εικόνα 1.1).



Εικόνα 2.1: Οι τρεις συνιστώσες του υδατικού αποτυπώματος (Hoekstra et al., 2011).

Το WF παρουσιάζεται ως δείκτης χρήσης νερού ένας όγκος νερού (συνήθως m^3) που απαιτείται για έναν συγκεκριμένο σκοπό και, επομένως, δεν είναι διαθέσιμος για άλλον σκοπό (Hoekstra, 2017)- και συχνά ονομάζεται "ογκομετρικό WF" (Vanham and Bidoglio, 2013). Ωστόσο, οι όγκοι του WF πρέπει να τίθενται σε ένα ευρύτερο πλαίσιο (Hoekstra, 2017), η ποσοτικοποίηση του ίδιου του αριθμού WF δεν είναι παρά μια φάση στο σύνολο της WFA έννοιας, όπως περιγράφεται στο πρότυπο WFN (Hoekstra et al., 2011). Μία πλήρης διερεύνηση αξιολόγησης του υδατικού αποτυπώματος θα πρέπει να περιλαμβάνει τέσσερα στάδια: (α) καθορισμό των στόχων και του πεδίου εφαρμογής της ανάλυσης, (β) λογιστική WF, (γ) βιωσιμότητα αξιολόγησης, και (δ) διατύπωση απαντήσεων.

Έτσι, η WFA αποσκοπεί στην παροχή χρήσιμων γνώσεων κυρίως από την προοπτική της διαχείρισης των υδάτινων πόρων. Παράλληλα με την ανάπτυξη της WFA, η κοινότητα της LCA (Life Cycle Assessment) αναγνώρισε την περιβαλλοντική σημασία της χρήσης του νερού και προσπάθησε να αναπτύξει μεθοδολογίες για την αξιολόγηση των επιπτώσεών της (Boulay et al., 2013).

Ενώ η γενική προσέγγιση βασίζεται στο πρότυπο ISO και το μεταγενέστερα αναπτυγμένο ISO 14046 (ISO, 2014) πρότυπο για το υδατικό αποτύπωμα, προτάθηκε μια πληθώρα από μεθοδολογίες εκτίμησης των επιπτώσεων στο μέσο και στο τελικό σημείο (Kounina et al., 2013).

Αναγνωρίζοντας ότι ο αντίκτυπος της χρήσης του νερού σχετίζεται σε μεγάλο βαθμό με την τοπική και χρονική διαθεσιμότητα του νερού, οι εν λόγω μεθοδολογίες συγκρίνουν συνήθως το ογκομετρικό αποτύπωμα νερού (αποτέλεσμα της ανάλυσης απογραφής του κύκλου ζωής) με τους τοπικούς παράγοντες έλλειψης.

Ως εκ τούτου, συχνά αποκαλείται "αποτύπωμα λειψυδρίας" (Boulay et al., 2018). Η ανάγκη για μια μεθοδολογία συναίνεσης προέκυψε από την ομάδα εργασίας WULCA (Water Use in Life Cycle Assessment) (Boulay et al., 2015), με αποτέλεσμα την ανάπτυξη της AWARE (Available WAater REmaining) μεθοδολογίας (Boulay et al., 2018).

Χρησιμοποιώντας την ίδια ονομασία - "αποτύπωμα νερού"- για να περιγράψει μία διαφορετική μεθοδολογία προκάλεσε μια συζήτηση μεταξύ των δύο κοινοτήτων σχετικά με τα σχετικά πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της κάθε μεθόδου: π.χ. οι Boulay et al. (2013) αναζητώντας συμπληρωματικότητα και ο Pfister και Ridoutt (2014) εντοπίζοντας κοινά ζητήματα. Ένα ζήτημα είναι η λογιστική του πράσινου νερού, μια πιο λεπτομερή επεξεργασία παρουσιάζεται από τους Quinteiro et al. (2018).

Ενώ η WFA υπολογίζει το συνολικό πράσινο νερό που χρησιμοποιείται προκειμένου να σχεδιάσει μια πλήρη εικόνα της ανάγκης χρήσης νερού, ορισμένοι επαγγελματίες της LCA (Life Cycle Assessment) υποστηρίζουν ότι μόνο το καθαρό πράσινο νερό θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη δηλ. η διαφορά μεταξύ π.χ. μιας καλλιεργούμενης έκτασης και της φυσικής βλάστησης (Quinteiro et al., 2015). Ωστόσο, το γεγονός ότι η εξατμισοδιαπνοή της φυσικής βλάστησης μπορεί να είναι μεγαλύτερη από εκείνη των καλλιεργούμενων εκτάσεων (Dias et al., 2015), θα οδηγούσαν συχνά σε καθαρό αρνητικό αποτύπωμα πράσινου νερού (Hoekstra, 2017). Ως εκ τούτου, η παραδοχή στην κοινότητα των LCA φαίνεται να είναι ότι το πράσινο υδατικό αποτύπωμα της χρήσης του πράσινου θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη με ξεχωριστό δείκτη που συνδέεται με τις επιπτώσεις της χρήσης γης, όπως διατυπώθηκε από τους Boulay et al. (2018) ή αργότερα από τους Pfister et al. (2017).

Αρκετά παρόμοιο ζήτημα είναι η λογιστική του γκρίζου WF, όπου οι περισσότεροι ενασχολούμενοι με την LCA υποστηρίζουν ότι η απόρριψη ρυπαντών στο νερό αντιμετωπίζεται καλύτερα από άλλους δείκτες, όπως ο ευτροφισμός, η οξίνιση ή το δυναμικό τοξικότητας (Yang et al., 2013).

Η συζήτηση σχετικά με το πράσινο και τα γκρίζο WF καθοδηγείται, ωστόσο, από την υποκείμενη γενική προσέγγιση: ενώ τα WFA οδηγούν συνήθως σε έναν αυτόνομο δείκτη, το WF στην LCA αναφέρεται τακτικά μεταξύ ενός συνόλου άλλων κατηγοριών επιπτώσεων (Pfister et al., 2017). Η διαφορά στις προοπτικές καθοδηγεί επίσης τη συζήτηση σχετικά με την κύρια αιτία της διαφωνίας: εάν ο δείκτης υδατικού αποτυπώματος θα πρέπει να είναι

ένας ογκομετρικός δείκτης της κατανάλωσης νερού (Hoekstra, 2016), ή ένας δείκτης περιβαλλοντικών επιπτώσεων (Pfister et al., 2017).

Ως εκ τούτου, ο αριθμός του υδατικού αποτυπώματος στο WFA καταδεικνύει τον όγκο του νερού "που έχει ιδιοποιηθεί για έναν συγκεκριμένο σκοπό, και επομένως δεν είναι διαθέσιμος για άλλο σκοπό" (Hoekstra, 2017). Οι αριθμοί αυτοί, ωστόσο, υποδηλώνουν τις επιπτώσεις στο περιβάλλον και τη βιωσιμότητα μόνο σε ένα πολύ περιορισμένο βαθμό. Πράγματι, ο Hoekstra (2017) αναγνωρίζει ότι τα WF θα πρέπει να μην αναφέρονται ως μεμονωμένοι αριθμοί, αλλά πρέπει να τοποθετούνται σε ένα ευρύτερο περιβαλλοντικό και κοινωνικοοικονομικό πλαίσιο μέσω της αξιολόγησης της αειφορίας.

Παρ' όλα αυτά, οι όγκοι των WF παρουσιάζονται συχνά μόνοι τους, χωρίς κανένα πλαίσιο - ιδίως στα Μέσα Μαζικής Ενημέρωσης, αλλά ακόμη και ο προσωπικός υπολογιστής WF που παρουσιάζεται στον ιστότοπο του WFN παρουσιάζει αποτελέσματα μόνο σε ένα μόνο νούμερο (footprintnetwork.org)- αυτό μπορεί να οδηγήσει σε παραπλανητικά συμπεράσματα, δεδομένου ότι ένα μεγαλύτερο ογκομετρικό αποτύπωμα δεν σημαίνει απαραίτητα μεγαλύτερο περιβαλλοντικό πρόβλημα.

Αυτό αποφεύγεται στην LCA WF, όπου ο αριθμός αποσκοπεί στην έκφραση της δυνητικής χρήσης νερού να προκαλέσει περιβαλλοντική ζημία. Υπάρχουν επίσης και άλλα ζητήματα που αμφισβητούνται μεταξύ των δύο κοινοτήτων, όπως το κατά πόσον το νερό είναι παγκόσμιος πόρος ή σχετικά με τις συγκεκριμένες μεθόδους υπολογισμού, όπως συζητείται μεταξύ των Hoekstra (2016) και Pfister et al. (2017). Αλλά η συζήτηση δεν επικεντρώνεται μόνο στις διαφορές αλλά και στις συμπληρωματικότητες και στις πιθανές πηγές αμοιβαίας έμπνευσης που εξυπηρετούν τον κοινό στόχο της αντιμετώπισης του προβλήματος της λειψυδρίας - μεταξύ άλλων δημοσιεύσεων, οι συμπληρωματικότητες εξετάστηκαν συγκεκριμένα από τους Boulay et al. (2013). Πράγματι, οι Lathuilliere et al. (2018) πρότειναν ακόμη και μια εναρμόνιση/συγχώνευση των δύο μεθοδολογικών προσεγγίσεων.

Για να γίνει αντιληπτή η κατάσταση ενός προϊόντος ή μιας υπηρεσίας, πρέπει να συγκριθεί το πράσινο και το μπλε ΥΑ του προϊόντος με την ποσότητα διαθέσιμου πράσινου και μπλε νερού αντίστοιχα, στη λεκάνη. Το γκρι ΥΑ ενός αγαθού πρέπει να μελετηθεί σε σχέση με το επίπεδο υδατικής ρύπανσης. Το μέγεθος και το χρώμα του ΥΑ πρέπει να συνδυάζεται με πληροφορίες για το πότε και που πραγματοποιείται η χρήση αυτού του όγκου νερού και σε ποιο περιβάλλον (έλλειψη νερού, επίπεδο ρύπανσης). Δεν είναι εύκολο να προσδιοριστεί ακριβώς το ιδανικό ποσοστό μείωσης του ΥΑ, καθώς αυτό εξαρτάται από πλήθος παραγόντων, όπως τα τεχνολογικά μέσα, και οι πολιτικό - κοινωνικές συνθήκες. Ωστόσο, ο στόχος για τη μείωση της γκρι συνιστώσας είναι καθορισμένος: η μείωση στο μηδέν για όλα τα αγαθά, τουλάχιστον μακροπρόθεσμα. Ο στόχος αυτός μπορεί να

επιτευχθεί με την κατάλληλη πρόληψη και ενημέρωση αντιστοίχων φορέων (Hoekstra et al., 2011).

Αξιολόγηση υδατικού αποτυπώματος

Η αξιολόγηση Υ.Α. περιλαμβάνει: (α) την αξιολόγηση της περιβαλλοντικής, κοινωνικής και οικονομικής βιωσιμότητας του συγκεκριμένου αποτυπώματος, (β) την διατύπωση μιας στρατηγικής αντιμετώπισης, και (γ) την ποσοτικοποίηση και εντοπισμό του αποτυπώματος της διαδικασίας, προϊόντος, παραγωγού ή καταναλωτή ή την ποσοτικοποίηση σε χώρο και χρόνο του υδατικού αποτυπώματος μια συγκεκριμένης γεωγραφικής περιοχής

Ο στόχος της αξιολόγησης υδατικού αποτυπώματος είναι να αναλύσει πώς οι ανθρώπινες δραστηριότητες ή συγκεκριμένα προϊόντα σχετίζονται με θέματα έλλειψης νερού και υποβάθμισης της ποιότητας του νερού, και να διαπιστώσει πώς δραστηριότητες και προϊόντα μπορούν να γίνουν πιο βιώσιμα από άποψη χρήσης νερού.

Το τι μορφή θα έχει μια αξιολόγηση Υ.Α., εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από το πού εστιάζεται το ενδιαφέρον του ερευνητή. Μπορεί ο ερευνητής να εστιάσει στο αποτύπωμα ενός συγκεκριμένου βήματος της διαδικασίας παραγωγής ή απλά στο αποτύπωμα του τελικού προϊόντος. Εναλλακτικά, μπορεί κάποιος να ενδιαφερθεί στο αποτύπωμα ενός καταναλωτή ή μιας ομάδας αυτών ή στο αποτύπωμα ενός παραγωγού ή ενός ολόκληρου οικονομικού κλάδου. Τέλος, κάποιος μπορεί να αποκτήσει γεωγραφική προοπτική, ελέγχοντας το συνολικό αποτύπωμα εντός μιας οριοθετημένης περιοχής, όπως ενός δήμου, επαρχίας, ή έθνους. Ένα τέτοιο συνολικό αποτύπωμα νερού είναι το άθροισμα από τα αποτυπώματα των πολλών ξεχωριστών διεργασιών που καταγράφονται στην περιοχή.

Η αξιολόγηση αποτυπώματος νερού είναι ένα αναλυτικό εργαλείο, που μπορεί να συμβάλει στην κατανόηση του πώς σχετίζονται οι δραστηριότητες και τα προϊόντα με τη λειψυδρία, τη ρύπανση και άλλες σχετικές επιπτώσεις και τι μπορεί να γίνει για ώστε οι δραστηριότητες και προϊόντα αυτά να μην συμβάλλουν στη μη βιώσιμη χρήση των γλυκών υδάτων. Ως εργαλείο, η αξιολόγηση προσφέρει μια εικόνα, δεν καθορίζει στον άνθρωπο τι πρέπει να κάνει, αλλά τον βοηθά να κατανοήσει τι μπορεί να γίνει.

Μεθοδολογίες υπολογισμού Υδατικού Αποτυπώματος

Όσον αφορά στον υπολογισμό του Υ.Α., υπάρχουν δύο διαφορετικές μέθοδοι. Η πρώτη προτάθηκε από τους Hoekstra και Chapagain (2008) και η δεύτερη αναπτύχθηκε αργότερα από τους Ridoutt και Pfister (2010) και αποτελεί μια αναθεωρημένη μορφή της αρχικής μεθόδου.

Υπολογισμός κατά Hoekstra και Chapagain

Το Υ.Α. ενός προϊόντος ή υπηρεσίας είναι το σύνολο των Υ.Α. από τα διάφορα βήματα της διαδικασίας παραγωγής του. Το Υ.Α. ενός καταναλωτή προκύπτει συναρτήσει του αθροίσματος των ΥΑ των διαφόρων προϊόντων που αυτός καταναλώνει. Το Υ.Α. μιας ομάδας καταναλωτών, παραδείγματος χάριν, οι κάτοικοι ενός δήμου, επαρχίας, ή έθνους, είναι ίσο με το άθροισμα των ατομικών ΥΑ των μελών της. Το Υ.Α. ενός παραγωγού ή μιας επιχείρησης είναι ίσο με το άθροισμα των Υ.Α. των προϊόντων που ο παραγωγός ή επιχείρηση παράγει και προσφέρει. Το Υ.Α. μέσα σε μια γεωγραφικά οριοθετημένη περιοχή, είτε πρόκειται για μια επαρχία, κράτος, είτε για λεκάνη απορροής ποταμού, είναι ίσο με το άθροισμα των Υ.Α. όλων των διαδικασιών που πραγματοποιούνται στην συγκεκριμένη περιοχή. Το συνολικό Υ.Α. της ανθρωπότητας είναι ίσο με το άθροισμα των Υ.Α. όλων των καταναλωτών του κόσμου, το οποίο είναι ίσο με το άθροισμα των Υ.Α. όλων των τελικών προϊόντων που καταναλώνονται, τόσο αγαθά όσο και υπηρεσίες, ετησίως (Hoekstra et al., 2011). Έχουν προταθεί δύο διαφορετικές προσεγγίσεις για τον υπολογισμό του ΥΑ: (α) η ανοδική (bottom-up approach), και (β) η καθοδική (top-down approach).

Η ανοδική (bottom-up approach), αποτελεί μία μέθοδο σημείο προς σημείο, κατά την οποία αθροίζονται όλα τα επιμέρους αγαθά και οι υπηρεσίες που καταναλώνονται από τους κατοίκους μίας χώρας, εκφρασμένα στις αντίστοιχες υδατικές απαιτήσεις που χρειάστηκε η παραγωγή τους. Η μέθοδος αυτή όμως παρά την ευκολία στη σύλληψή της είναι πολύ απαιτητική από την άποψη του όγκου των δεδομένων που χρειάζεται και επηρεάζεται πολύ από την καταγραφή ή όχι των απαραίτητων λεπτομερειών. Η μέθοδος αυτή παρέχει την ευελιξία επιλογής του επιπέδου λεπτομέρειας της ανάλυσης, ενώ η παρουσίασή της γίνεται εύκολα αντιληπτή κι έτσι ενδείκνυται για διδακτικούς σκοπούς (Chambers et al., 2000, p.69).

Η καθοδική (top-down approach), όπου το ΥΑ ενός κράτους υπολογίζεται ως η συνολική χρήση υδατικών πόρων μέσα στη χώρα, συν το συνολικό-ακαθάριστο εικονικό νερό που εισάγεται, μείον το ακαθάριστο εικονικό νερό που εξάγεται. Η μέθοδος αυτή προσφέρει έναν ταχύ υπολογισμό του ΥΑ και ενδείκνυται στην περίπτωση κρατών, όπου διατίθενται τα εθνικά στοιχεία εμπορίου και κατανάλωσης. Το εισαγόμενο εικονικό νερό αναφέρεται στον όγκο νερού που χρησιμοποιήθηκε σε άλλες χώρες για την παραγωγή των αγαθών και υπηρεσιών που εισάγονται και καταναλώνονται στην υπό μελέτη χώρα. Αντίστοιχα, το εξαγόμενο εικονικό νερό αναφέρεται στον όγκο του νερού που χρησιμοποιήθηκε εντός της υπό μελέτης χώρας (εγχώριοι φυσικοί πόροι) για την παραγωγή αγαθών και υπηρεσιών, τα οποία εξάγονται και καταναλώνονται σε άλλες χώρες.

Σύμφωνα με τον Hoekstra (2009), ως πιο εύχρηστη θεωρείται η καθοδική προσέγγιση για τον γρήγορο υπολογισμό των Υ.Α. κρατών, ενώ η ανοδική προσέγγιση είναι πιο κατάλληλη για τον υπολογισμό του Υ.Α. ενός ατόμου, μιας επιχείρησης ή μιας μικρότερης γεωγραφικής περιοχής όπου δεν υπάρχουν διαθέσιμα δεδομένα εισαγωγών - εξαγωγών.

Υπολογισμός κατά Ridoutt και Pfister

Η βαρύτητα κάθε κατανάλωσης λαμβάνεται υπόψη, ώστε τελικώς ΥΑ διαφορετικών προϊόντων να είναι συγκρίσιμα και να υπάρχει συσχετισμός μεταξύ κατανάλωσης και εν δυνάμει κοινωνικού ή περιβαλλοντικού κινδύνου. Για να υπολογιστεί η βαρύτητα κάθε κατανάλωσης ανάλογα με την περιοχή στην οποία συμβαίνει, εισήχθη ο Δείκτης Πίεσης Νερού, ΔΠΝ (water stress index, WSI), (Pfister et al., 2009). Η τιμή του κυμαίνεται μεταξύ 0.01-1, με την τιμή 0.5 να αντιστοιχεί σε μέτρια πίεση νερού, και αποτελεί χαρακτηριστικό στοιχείο κάθε περιοχής. Σε μεγάλες και ετερογενείς χώρες, όπως η Αυστραλία, η Κίνα, η Ινδία, οι ΗΠΑ, τα εθνικά στατιστικά δεδομένα προσφέρουν πολύ φτωχή πληροφορία και δεν αντανακλούν την πιθανή τοπική έλλειψη νερού.

Το ΥΑ ενός προϊόντος σύμφωνα με τη μέθοδο Ridoutt και Pfister υπολογίζεται ακολουθώντας τα παρακάτω βήματα:

- Προσδιορίζεται η ακριβής τοποθεσία (χρήση συντεταγμένων αν χρειαστεί) της υδατικής κατανάλωσης που συμβαίνει σε κάθε στάδιο του κύκλου ζωής του προϊόντος και ο αντίστοιχος Δείκτης Πίεσης Νερού (ΔΠΝ). Εάν η τοποθεσία παρουσιάζει ετερογένεια ως προς τον ΔΠΝ λαμβάνεται η μέση τιμή αυτού.
- Στο στάδιο χρήσης του προϊόντος αν π.χ. το προϊόν διατίθεται σε όλη τη χώρα, χρησιμοποιείται ο εθνικός μέσος ΔΠΝ στους υπολογισμούς.
- Οι επιμέρους καταναλώσεις κάθε σταδίου πολλαπλασιάζονται με τον αντίστοιχο ΔΠΝ.
- Προστίθενται τα γινόμενα.
- Γίνονται δύο ξεχωριστοί υπολογισμοί, ένας με και ένα χωρίς τον υπολογισμό γκρι νερού για να γίνει στη συνέχεια σύγκριση μεταξύ τους.

Έτσι, προκύπτει το σταθμισμένο ΥΑ σύμφωνα με τη μέθοδο κατά Ridoutt και Pfister.

Το Υδατικό Αποτύπωμα παγκοσμίως

Το μέσο ετήσιο Υ.Α. είναι ίσο με 1240 m^3/cap (κατά Hoekstra and Chapagain 2007). Ενδεικτικά αναφέρονται για Ισπανία (2325 m^3/cap), Πορτογαλία (2264 m^3/cap), Ιταλία (2332 m^3/cap), Η.Π.Α. (2483 m^3/cap), Κίνα (700 m^3/cap), ενώ για την Ελλάδα (2389 m^3/cap).

(α) (β)

Εικόνα 2.2: (α) Μέσο Εθνικό Υδατικό Αποτύπωμα (*Hoekstra, et al., 2006*), (β) Εκπομπές αερίων θερμοκηπίου ανά κεφαλή το 2000 (*env-edu.gr*)

Από τη σύγκριση του παγκόσμιου χάρτη του υδατικού αποτυπώματος με τον χάρτη για τις εκπομπές αερίου του θερμοκηπίου (Εικόνα 2.2.), προκύπτει ότι η υψηλή κατανάλωση νερού συμβαδίζει με τη ζήτηση ενέργειας.

Αποτύπωμα Εδάφους Land Footprint (Weinzettel et al, 2013)

Αποτυπώνεται η σχέση ανάμεσα στη χρήση της γης και στην κατανάλωση από τους ανθρώπους.

Αποτύπωμα Βιοποικιλότητας

Αφορά την εξαφάνιση ή στην μείωση των ειδών στον Πλανήτη από τις παρεμβάσεις που πραγματοποιούνται από την ανθρώπινη δραστηριότητα. Με τους δείκτες του αποτυπώματος βιοποικικότητας: α) προσδιορίζεται η δυνατότητα να συνεχίζεται η ζωή και να εξελίσσεται με τα αβιοτικά συστήματα της γης με τον ανθεκτικότερο δυνατό τρόπο και β) εκτιμάται η αξία, το εύρος, η κατανομή και η αφθονία των λειτουργικών χαρακτηριστικών και των πόρων τους οικοσυστήματος στο σύστημα του Πλανήτη.

Αποτύπωμα Υλικών

Στο αποτύπωμα υλικών εστιαζόμαστε στην μέτρηση και στον προσδιορισμό των προτύπων για την εξαγωγή και χρήση- κατανάλωση των πρώτων υλών σε τοπικό, εθνικό ή

διεθνές επίπεδο. Συνήθως αναφερόμαστε σε συγκεκριμένο υλικό και σε ορισμένες περιπτώσεις συνολικά και εκτιμάται στο αποτύπωμα η συνολική διαθέσιμη ποσότητα του υλικού, οι πηγές για το υλικό (προσθετικά) και η κατανάλωσή του.

ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ ΥΔΡΑΡΓΥΡΟΥ

Η επίπτωση των ανθρωπογενών δραστηριοτήτων στο πρόβλημα της παγκόσμιας ρύπανσης από υδράργυρο (Hg) δεν είναι ιδιαίτερα γνωστή. Κάθε δραστηριότητα που εξαρτάται από ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από την καύση άνθρακα θα προσθέσει στις ατμοσφαιρικές εκπομπές και τη μεταφορά υδραργύρου από τη γεώσφαιρα στην ατμόσφαιρα. Η δραστηριότητα αυτή μπορεί να είναι άμεση χρήση ηλεκτρικής ενέργειας στα σπίτια και την εργασία, αλλά μπορεί επίσης να περιλαμβάνει τα προϊόντα που αγοράζουμε τα οποία κατασκευάστηκαν με τη χρήση ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από άνθρακα. Οι χημικές ιδιότητες του υδραργύρου έχουν οδηγήσει στην ευρεία χρήση του, ιδίως σε ηλεκτρονικές και ιατρικές εφαρμογές (Πίνακας …). Κατά την απόρριψη, τα προϊόντα που περιέχουν υδράργυρο που αποτεφρώνονται θα προσθέσουν στις εκπομπές στον αέρα, ενώ τα ακατάλληλα διατιθέμενα προϊόντα θα μπορούσαν να προκαλέσουν να συμβάλουν στη ρύπανση του νερού και του αέρα.

Στις Ηνωμένες Πολιτείες, οι περισσότερες τοπικές αρχές και πολιτείες έχουν προγράμματα συλλογής επικίνδυνων αποβλήτων που ανακυκλώνουν τον υδράργυρο από προϊόντα, όπως θερμόμετρα και τους λαμπτήρες φθορισμού, και απορρίπτουν κατάλληλα άλλα προϊόντα με Hg, όπως οι μπογιές, σε χώρους υγειονομικής ταφής επικίνδυνων αποβλήτων (US Environmental Protection Agency, 2010a). Οι σύγχρονοι χώροι υγειονομικής ταφής επικίνδυνων και αστικών αποβλήτων είναι πλέον σχεδιασμένοι ώστε να αποτρέπεται η τυχόν μεταφορά υδραργύρου και άλλων συστατικών των αποβλήτων από τη διήθηση σε υπόγεια και επιφανειακά ύδατα (US Environmental Protection Agency, 2008).

Πίνακας…. Ενδεικτικός κατάλογος κοινών προϊόντων που περιέχουν υδράργυρο (Sharon et al., 2012; US Environmental Protection Agency, 2010b)

Προϊόν	**Σκοπός του υδραργύρου**
Οθόνες υγρών κρυστάλλων (LCD) και οθόνες	Εκπέμπει φως όταν ενεργοποιείται
Λαμπτήρες φθορισμού, υπεριώδη φώτα, νέον φώτα	Εκπέμπουν φως όταν ενεργοποιούνται

Παλιά πλυντήρια, στεγνωτήρια, καταψύκτες, ηλεκτρικό σίδερο ρούχων, τηλεοράσεις, αθόρυβοι διακόπτες φωτός, αυτοκίνητα	Μπορεί να περιέχουν διακόπτες κλίσης, στους οποίους περιέχεται υγρός υδράργυρος σε ένα σωλήνα ρέει για να κλείσει το ηλεκτρικό κύκλωμα
Θερμοστάτες	Διακόπτες κλίσης υδραργύρου ευαίσθητοι στη θερμοκρασία
Διακόπτες αλκαλίων, ψευδαργύρου και οξειδίου του αργύρου σε μπαταρίες με κυψέλες	Αποτρέπει την υποβάθμιση και τη ρήξη της μπαταρίας
Θερμόμετρα, βαρόμετρα	Ασημένιος υγρός υδράργυρος διαστέλλεται και συστέλλεται σε απόκριση στις μεταβολές της θερμοκρασίας και της πίεσης
"Ασημένια" οδοντιατρικά σφραγίσματα αμαλγάματος	Συνδέει τα μέταλλα μεταξύ τους σε αμάλγαμα
Μανσέτες πίεσης αίματος	Υγρός υδράργυρος σε σωλήνα ανταποκρίνεται στις αλλαγές της πίεσης του αίματος

3. Πρότυπα για το Περιβάλλον

Η αυξημένη συνειδητοποίηση της σημαντικότητας της περιβαλλοντικής προστασίας αλλά και των πιθανών επιπτώσεων που σχετίζονται με τα προϊόντα που κατασκευάζονται και στην συνέχεια καταναλώνονται έχει προκαλέσει έντονο ενδιαφέρον στην ανάπτυξη μεθόδων με σκοπό την καλύτερη κατανόηση και τον περιορισμό αυτών των επιπτώσεων στο μέτρο του δυνατού. Ανάμεσα στις τεχνικές που αναπτύσσονται για αυτόν τον σκοπό είναι η Αξιολόγηση Κύκλου Ζωής (ΑΚΖ).

Η ΑΚΖ αποτελεί μια διαδικασία αποτίμησης των περιβαλλοντικών υποχρεώσεων που σχετίζονται με ένα προϊόν, ένα σύστημα ή μια δραστηριότητα: 1) αναγνωρίζοντας , 2) περιγράφοντας ποσοτικά τα προϊόντα που χρησιμοποιήθηκαν, την ενέργεια που καταναλώθηκε και την εκπομπή ρύπων προς το περιβάλλον και 3) εκτιμώντας τις επιδράσεις των παραπάνω στο περιβάλλον (Finnvedcn & Lindfors, 1996). Πρόκειται ουσιαστικά για ένα εργαλείο προσδιορισμού και ανάλυσης όλων των περιβαλλοντικών επιβαρύνσεων ενός προϊόντος, μιας διεργασίας ή ενός συστήματος παροχής υπηρεσιών. Η διάρκεια αυτής της αξιολόγησης εκτείνεται σε ολόκληρο τον κύκλο ζωής των προϊόντων και υπηρεσιών (Pryshlakivsky & Searcy, 2013), δηλαδή από την απόκτηση πρώτων υλών , κατασκευή, συσκευασία, τυποποίηση, μεταφορά/διανομή, χρήση/ επαναχρησιμοποίηση, συντήρηση, διαχείριση αποβλήτων και τελική διάθεση/απόρριψη (Consoli et al., 1993). Οι στόχοι μιας μελέτης ΑΚΖ είναι (Powell, Pearce & Craighill, 1997):

- Μια πιο ολοκληρωμένη εικόνα των αλληλεπιδράσεων μεταξύ δραστηριοτήτων-περιβάλλοντος.
- Η συνεισφορά στην κατανόηση της αλληλεξάρτησης που χαρακτηρίζει τη φύση των περιβαλλοντικών συνεπειών στο σύνολο τους, οι οποίες οφείλονται στις ανθρώπινες δραστηριότητες.
- Η λήψη αποφάσεων έτσι ώστε να υπάρξουν περιβαλλοντικές βελτιώσεις.

Γενικότερα, ο διεθνής Οργανισμός Τυποποίησης ISO (International Organization for Standardization) είναι μια οργάνωση δημιουργίας και έκδοσης προτύπων που αποτελείται από αντιπροσώπους των εθνικών οργανισμών τυποποίησης. Ένα πρότυπο ISO αναπτύσσεται από μια ομάδα εμπειρογνωμόνων στο πλαίσιο μιας τεχνικής επιτροπής. Μόλις διαπιστωθεί η ανάγκη για ένα πρότυπο γίνεται σύσταση μιας ομάδας εμπειρογνωμόνων για το σκοπό αυτό προκειμένου να συζητήσουν και να καταλήξουν σε ένα προσχέδιο. Μόλις ολοκληρωθεί αυτή η διαδικασία, γίνεται κοινοποίηση του προσχέδιου στα μέλη του ISO τα οποία

εν συνεχεία καλούνται να ψηφίσουν προκειμένου να δοθεί η έγκριση του. Σύμφωνα με το ISO, η διαδικασία τυποποίησης βασίζεται σε τέσσερες θεμελιώδεις αρχές, πιο συγκεκριμένα τα πρότυπα ISO:

- Ανταποκρίνονται σε μια ανάγκη της αγοράς
- Βασίζονται σε παγκόσμια γνώμη ειδικών
- Αναπτύσσονται μέσω μιας διαδικασίας στην οποία λαμβάνουν μέρος διάφοροι εμπλεκόμενοι φορείς
- Βασίζονται στην συναίνεση

Η οικογένεια προτύπων ISO 14000

Το ISO 14000 είναι το πρότυπο που αναφέρεται στην ΑΚΖ ως εργαλείο περιβαλλοντικής διαχείρισης. Αποτελείται από 21 πρότυπα τα οποία έχουν ως σκοπό να βοηθήσουν τους οργανισμούς να διαχειριστούν τις περιβαλλοντικές τους ανάγκες και να τους διασφαλίσουν ότι οι περιβαλλοντικές τους πολιτικές συνάδουν με την αποστολή και τους στόχους τους (Rezaee & Elam, 2000). Τα εν λόγω πρότυπα κατηγοριοποιούνται ως εξής:

- Συστήματα περιβαλλοντικής διαχείρισης
- Περιβαλλοντικός έλεγχος
- Αξιολόγηση των περιβαλλοντικών επιδόσεων
- Περιβαλλοντική σήμανση
- Εκτίμηση του κύκλου ζωής
- Περιβαλλοντικές πτυχές στα πρότυπα προϊόντων

Επί της ουσίας, η αναγκαιότητα για ένα πρότυπο που θα αντανακλούσε τις αρχές, τη μεθοδολογία και τις πεποιθήσεις πολλών χωρών για την αξιολόγηση του κύκλου ζωής ενός προϊόντος επιτεύχθηκε με το διεθνές πρότυπο ISO 14040 και ανήκει στη σειρά προτύπων ISO 14000 περιβαλλοντικής διαχείρισης (Marsmann, 1997). Τα πρότυπα ISO 14040-14043 για την ΑΚΖ δημιουργήθηκαν το 1966 και περιέγραφαν τα εξής στάδια που εφαρμόζονταν για την πλήρη υπολογισμό της ΑΚΖ ως το 2006 (Μουσιόπουλος & Μπούρα, 2014).

- ISO 14040: Αρχές και οριοθέτηση συστήματος
- ISO 14041: Προσδιορισμός σκοπού και στόχου και απογραφή δεδομένων
- ISO 14042: Εκτίμηση επιπτώσεων
- ISO 14043: Ερμηνεία αποτελεσμάτων

Η καθιέρωση των διεθνών προτύπων ΑΚΖ (σειρά ISO 14040) οδήγησε στην παγκόσμια αποδοχή της. Ωστόσο τον Οκτώβριο του 2006 τα τέσσερα αρχικά πρότυπα 14040-43 αναθεωρήθηκαν και αντικαταστάθηκαν από τα εξής δύο νέα:

1) το αναθεωρημένο πρότυπο ISO 14040 - Πρότυπο Περιβαλλοντικής Διαχείρισης - Αξιολόγηση Κύκλου Ζωής – θεμελιώδεις Αρχές και πλαίσιο και

2) το νέο πρότυπο ISO 14044 – Πρότυπο περιβαλλοντικής Διαχείρισης – Αξιολόγηση Κύκλου Ζωής – Απαιτήσεις και κατευθυντήριες γραμμές.

Οι αναθεωρήσεις των προηγούμενων προτύπων επικεντρώθηκαν στην βελτιωμένη αναγνωσιμότητα και στην διόρθωση λαθών και ασυνεπειών που εντοπίστηκαν. Τα ISO 14040 και 14044 αποτελούν τον πυρήνα των προτύπων της ΑΚΖ που ισχύουν ακόμα και σήμερα. Το ισχύον ISO 14040 προσφέρει ένα πλαίσιο και πρότυπο καθοδήγησης ενώ το ISO 14044 περιλαμβάνει όλες τις τεχνικές απαιτήσεις και κατευθυντήριες γραμμές που πρέπει να ακολουθηθούν. Επομένως το ISO 14040 παρέχει μια γενικότερη εισαγωγική ανάγνωση περιγράφοντας τα βασικά σημεία της ΑΚΖ συμπεριλαμβανομένων των αρχών της.

Σύμφωνα με το πρότυπο ISO 14044, τα ακόλουθα στοιχεία θα πρέπει να ληφθούν υπόψιν κατά τη διάρκεια οποιασδήποτε κριτικής αξιολόγησης. Θα πρέπει να εξασφαλίζονται τα κάτωθι (Klöpffer, 2012):

- Οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για την διεξαγωγή της ΑΚΖ θα πρέπει να συνάδουν με αυτό το Διεθνές Πρότυπο.
- Οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για την διεξαγωγή της ΑΚΖ οφείλουν να είναι επιστημονικά και τεχνικά έγκυρες.
- Τα δεδομένα που χρησιμοποιούνται θα πρέπει να είναι κατάλληλα ως προς τον στόχο της έρευνας.
- Οι ερμηνείες θα πρέπει να αντικατοπτρίζουν τους περιορισμούς που εντοπίστηκαν και τον στόχο της έρευνας.
- Η έκθεση μελέτης θα πρέπει να χαρακτηρίζεται από συνέπεια και διαφάνεια.

Με βάση τα προαναφερθέντα κλασικά πρότυπα ΑΚΖ , αναπτύχθηκαν προσφάτως νέες προσεγγίσεις οι όποιες οδήγησαν σε αρκετά παρακλάδια αυτών των προτύπων και πραγματεύονται θέματα όπως (Finkbeiner, 2014):

- Μεμονωμένα θέματα -ΑΚΖ: όπως το αποτύπωμα άνθρακα (ISO 14067) ή το αποτύπωμα νερού (ISO 14046)

- Πέρα από το περιβάλλον-ΑΚΖ: όπως το κόστος κύκλου ζωής, κοινωνική ΑΚΖ και αξιολόγηση της οικολογικής απόδοσης (ISO 14045) ή ακόμα και αξιολόγηση βιωσιμότητας του κύκλου ζωής.
  Πέρα από το προϊόν ΑΚΖ: όπως ΑΚΖ οργανώσεων (ISO 14072) ή βάση τομέα
- Πέρα από την ποσοτικοποίηση – ΑΚΖ: όπως οι δηλώσεις περιβαλλοντικών προϊόντων τύπου ΙΙΙ (ISO 14025) ή άλλων τύπων περιβαλλοντικών ετικετών και ισχυρισμών

Ενώ μερικά από τα παραπάνω πρόσθετα πρότυπα είναι μέρος της οικογένειες ISO/TC207, δημόσιοι και ιδιωτικοί φορείς τυποποίησης προσπάθησαν να εισχωρήσουν στην αγορά με τα προϊόντα τους. Συγκεκριμένα οι συζητήσεις για το αποτύπωμα του άνθρακα οδήγησαν στην ταχεία εξάπλωση διαφορετικών κατευθυντήριων γραμμών άρα και νέων προτύπων.

ISO 14025 – Type III Environmental Product Declarations (EPD)

Η σειρά ISO 14020 διακρίνει τη διαφορά μεταξύ τριών τύπων περιβαλλοντικών ετικετών και δηλώσεων.

- Οι **ετικέτες τύπου Ι**: οικολογική σήμανση (ISO 14024) αφορούν τα κλασικά οικολογικά σήματα με σκοπό να παρέχουν μια ένδειξη περιβαλλοντικής υπεροχής στον καταναλωτή. Βασίζονται στην πιστοποίηση από έναν τρίτο ανεξάρτητο φορέα για συγκεκριμένα προϊόντα και υπηρεσίες.
- Οι **ετικέτες τύπου ΙΙ**: περιβαλλοντικός ισχυρισμός (ISO 14021) έχουν μεγαλύτερη ευελιξία και βασίζονται σε ισχυρισμούς που καθορίζει η ίδια η επιχείρηση.
- Οι **ετικέτες τύπου ΙΙΙ**: περιβαλλοντική διακήρυξη προϊόντος (ISO 14025) βασίζονται στις επιπτώσεις του κύκλου ζωής των προϊόντων χωρίς να προβαίνουν σε ισχυρισμούς έναντι άλλων ανταγωνιστικών προϊόντων. Παρέχουν ποσοτικά περιβαλλοντικά δεδομένα χρησιμοποιώντας προκαθορισμένες παραμέτρους αλλά και πρόσθετες περιβαλλοντικές πληροφορίες. Οι παράμετροι που χρησιμοποιούνται βασίζονται στη σειρά προτύπων ISO 14040.

Όσον αφορά τις ετικέτες τύπου ΙΙΙ, σε τεχνικό επίπεδο το ISO 14025 ανέπτυξε την έννοια των κανόνων ανά κατηγορία προϊόντων (ΚΚΠ). Οι ΚΚΠ αντιπροσωπεύουν έναν προκαθορισμένο στόχο και πεδίο εφαρμογής για μια συγκεκριμένη κατηγορία προϊόντων και αποσκοπούν στην επίτευξη συγκρισιμότητας μέσα σε ένα σύνολο προϊόντων. Εφόσον ένα EPD στοχεύει στην διασφάλιση της αντικειμενικότητας, την συγκρισιμότητα και την αξιοπιστία στην επικοινωνία των περιβαλλοντικών αποδόσεων μέσα σε μια πλήρως καθορισμένη και ταξινομημένη κατηγορία προϊόντων και υπηρεσιών οφείλει να συμμορφώνεται με ακριβείς και αυστηρές προϋποθέσεις. Το ISO 14025 περιγράφει την διαδικασία που απαιτείται για την προετοιμασία των δηλώσεων και τον τρόπο ανάπτυξης συνεπών και συγκρίσιμων δεδομένων (Grahl & Schmincke, 2007) σύμφωνα με κοινούς κανόνες όπως οι ΚΚΠ (Fet & Skaar, 2006).

Τι προσφέρουν στις επιχειρήσεις: Οι οργανισμοί τείνουν όλο και περισσότερο να χρησιμοποιούν τον ISO 14000 ως έναν τρόπο ενίσχυσης των σχέσεων τους με ομάδες καταναλωτών, κοινοτήτων αλλά και περιβαλλοντικά συνειδητοποιημένων επενδυτών (Roy, Boiral & Lagacé, 2001; Stenzel, 2000).

Τα ευεργετήματα που προκύπτουν για τις επιχειρήσεις από την πιστοποίηση-εγγραφή στη σειρά ISO και συνεπώς και στο ISO 14000 είναι:

1) **Δημιουργία ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος:** Τα τελευταία χρόνια ολοένα και περισσότερο η ποιότητα και η προστασία του περιβάλλοντος ανάγεται ως διαφοροποιητής στο πεδίο της αγοράς. Επομένως οι επιχειρήσεις με πιστοποιημένο Σύστημα Διαχείρισης Περιβάλλοντος αποκτούν πλεονέκτημα ανταγωνιστικότητας έναντι επιχειρήσεων που δεν έχουν την αντίστοιχη πιστοποίηση.
2) **Βελτίωση της εικόνας της επιχείρησης:** Λόγω της αυξανόμενης περιβαλλοντικής συνείδησης της αγοράς, η περιβαλλοντική απόδοση των επιχειρήσεων αποτελεί κριτήριο που επιδρά θετικά στους καταναλωτές δημιουργώντας πιστό καταναλωτικό κοινό (Azzone, Bianchi & Noci, 1997). Ακόμα και παρά το γεγονός πως η εφαρμογή ενός Συστήματος Διαχείρισης Περιβάλλοντος δεν υπόσχεται πως τα προϊόντα της επιχείρησης είναι «φιλικά» προς το περιβάλλον, αναγνωρίζεται η πρόθεση της να μειώσει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις των δραστηριοτήτων της, κερδίζοντας έτσι τη συμπάθεια του αγοραστικού κοινού.
3) **Μείωση κόστους - Αύξηση κερδών:** Η ΑΚΖ εξετάζοντας τον κύκλο ζωής ενός προϊόντος αναγνωρίζει την πηγή των κύριων περιβαλλοντικών επιπτώσεων συμβάλλοντας στην αύξηση της αποδοτικότητας των χρησιμοποιούμενων πόρων καθώς και στην μείωση των απαιτούμενων εισροών και των αποβλήτων που παράγονται με αποτέλεσμα την μείωση του κόστους παραγωγής του προϊόντος. Συγκεκριμένα παρακάτω ακολουθούν μερικοί από τους τρόπους που επιτυγχάνεται μείωση του κόστους παραγωγής με συνεπακόλουθο την αύξηση των κερδών για την επιχείρηση:
    - Εξοικονόμηση υλικών εφαρμόζοντας πληρέστερη επεξεργασία, επαναχρησιμοποίηση ή την ανακύκλωση υλικών.
    - Αποδοτικότερη χρήση των φυσικών πόρων
    - Παραγωγή προϊόντων υψηλότερης ποιότητας.
    - Μείωση της κατανάλωσης ενέργειας.
    - Μετατροπή των απορριμμάτων σε μορφές με εμπορική αξία.
    - Μείωση του κόστους αποθήκευσης και χειρισμού υλικών

- Μείωση του κόστους που συνδέεται με τις εκπομπές ρύπων, το χειρισμό των αποβλήτων, τη μεταφορά τους και την τελική απόρριψη τους.
- Υψηλότερη αξία επαναπώλησης.

4) **Παροχή περιβαλλοντικής πληροφόρησης:** με την εφαρμογή της ΑΚΖ μια επιχείρηση αποκτά μια πηγή δεδομένων που σχετίζεται με τις επιπτώσεις των προϊόντων της στο περιβάλλον και έτσι έχει την δυνατότητα να παρέχει σχετικές πληροφορίες σε ενδιαφερόμενα μέρη όπως σε ελεγκτικές υπηρεσίες, πελάτες κλπ.

4. Πολιτική της Ευρωπαϊκής Ένωσης για το Περιβάλλον

Η ενσωμάτωση της έννοιας της μέριμνας για το περιβάλλον και η ουσιαστική αφετηρία της «περιβαλλοντικής πολιτικής» της Ε.Ε. χρονολογείται από το 1972, όπου στο τότε Ευρωπαϊκό Συμβούλιο των Παρισίων οι αρχηγοί κρατών μελών ή κυβερνήσεων, μετά την πρώτη διάσκεψη του ΟΗΕ για το περιβάλλον, εξέφρασαν την ανάγκη για συνδυασμό της οικονομικής ανάπτυξης των χωρών με μια κοινοτική περιβαλλοντική πολιτική.

Η Ενιαία Ευρωπαϊκή Πράξη του 1987, αποτέλεσε την πρώτη νομική βάση μιας κοινής περιβαλλοντικής πολιτικής με σκοπό τη διαφύλαξη της ποιότητας του περιβάλλοντος, την προστασία της ανθρώπινης υγείας και τη διασφάλιση της ορθολογικής χρήσης των φυσικών πόρων. Στην συνέχεια, πραγματοποιήθηκαν αναθεωρήσεις των Συνθηκών, οι οποίες ενίσχυσαν τη δέσμευση της Ευρωπαϊκής Ένωσης απέναντι σε θέματα προστασίας του περιβάλλοντος και ενίσχυσαν τον ρόλο του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου στην ανάπτυξη μιας συμπαγούς περιβαλλοντικής πολιτικής.

Η Συνθήκη του Μάαστριχτ (1993) εδραίωσε τον πυλώνα του περιβάλλοντος ως ένα επίσημο πεδίο πολιτικής της Ε.Ε., εισήγαγε τη διαδικασία της συναπόφασης και κατέστησε γενικό κανόνα στο Συμβούλιο την ειδική πλειοψηφία. Η Συνθήκη του Άμστερνταμ (1999) επίσης, καθιέρωσε την υποχρέωση ενσωμάτωσης της περιβαλλοντικής προστασίας σε όλες τις τομεακές πολιτικές της Ε.Ε., με σκοπό την προαγωγή της βιώσιμης ανάπτυξης. Ο πυλώνας «καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής» στον οποίο θα γίνει ειδικότερη αναφορά στη συνέχεια, κατέστη ειδικός στόχος με τη Συνθήκη της Λισαβόνας το 2009 όπως και η βιώσιμη ανάπτυξη στο πλαίσιο αλληλεπίδρασης με τρίτες χώρες, καθώς έγινε επίσης πραγματικότητα η δυνατότητα σύναψης διεθνών συμφωνιών.

Η υπάρχουσα πολιτική της Ε.Ε. για το περιβάλλον διέπεται σε όλο της το φάσμα, από τις αρχές της πρόληψης αλλά και της αποκατάστασης του περιβάλλοντος από τη ρύπανση, εφαρμόζοντας μια σειρά από στοχευμένες στρατηγικές. Η αρχή της προφύλαξης είναι ένα εργαλείο διαχείρισης κινδύνου που μπορεί να χρησιμοποιηθεί όταν υπάρχει επιστημονική αβεβαιότητα σχετικά με έναν ύποπτο κίνδυνο για την ανθρώπινη υγεία ή/και για το περιβάλλον.

Τα τελευταία χρόνια, η ενσωμάτωση και η εφαρμογή περιβαλλοντικών πολιτικών από τα κράτη μέλη έχει καταγράψει αξιοσημείωτα βήματα, όπως π.χ. στον τομέα της

ενεργειακής πολιτικής.. Αξίζει να σημειωθεί, ότι στα τέλη του 2019, η Επιτροπή δρομολόγησε την Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία, η οποία σχεδιάστηκε στοχεύοντας η Ευρώπη να γίνει η πρώτη κλιματικά ουδέτερη ήπειρος στον πλανήτη.

Επιγραμματικά, το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο (2021) έχει ορίσει τους εξής επτά (7) πυλώνες για την προστασία του περιβάλλοντος:

4.1. Καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής

Η Ευρωπαϊκή Ένωση συγκαταλέγεται μεταξύ των κορυφαίων μεγάλων οικονομιών όσον αφορά την αντιμετώπιση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Μέχρι το 2019, είχε μειώσει τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου κατά 24% σε σύγκριση με τα επίπεδα του 1990, παραμένοντας σε σωστή κατεύθυνση για την επίτευξη του στόχου της βάσει του Πρωτοκόλλου του Κιότο για μείωση των εκπομπών κατά 20% έως το 2020. Τον Δεκέμβριο του 2019, η Επιτροπή παρουσίασε την Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία και πρότεινε μέτρα με στόχο την επιπλέον μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου για το 2030 και την απαλλαγή από τις ανθρακούχες εκπομπές της οικονομίας της Ε.Ε. έως το 2050, στην κατεύθυνση που όρισε η Συμφωνία του Παρισιού. Προκειμένου να καταστεί εφικτό να επιτευχθεί ο στόχος ουδετερότητας εκπομπών έως το 2050, τον Απρίλιο του 2021 η Επιτροπή συμφώνησε να αυξήσει τους στόχους μείωσης των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου από 40% σε 55% έως το 2030 (σε σύγκριση με τα επίπεδα του 1990).

4.2. Βιοποικιλότητα, χρήσεις γης και δασοκομία

Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει κάνει σημαντικά βήματα όσον αφορά την αναζήτηση βιώσιμων λύσεων για την προστασία της βιοποικιλότητας, την αποψίλωση των δασών και την αναχαίτιση της κλιματικής αλλαγής, όπως περιγράφηκε αναλυτικά παραπάνω. Η Διάσκεψη του ΟΗΕ για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη (1992) αποτέλεσε σημαντικό βήμα για τη διατήρηση της βιοποικιλότητας και την προστασία της φύσης, χάρη στην υιοθέτηση της Σύμβασης για τη Βιοποικιλότητα. Το 2011, η ΕΕ δεσμεύτηκε να σταματήσει το φαινόμενο της απώλειας βιοποικιλότητας και την υποβάθμιση των υπηρεσιών οικοσυστήματος έως το 2020. Στη Συμφωνία του Παρισιού (2015) για την κλιματική αλλαγή περιγράφεται αναλυτικά η σημασία της διασφάλισης της ακεραιότητας όλων των οικοσυστημάτων και η προστασία της βιοποικιλότητας. Ως μέρος της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας, η Επιτροπή πρότεινε μια νέα στρατηγική βιοποικιλότητας που στοχεύει να θέσει τη βιοποικιλότητα της Ευρώπης στην πορεία προς την ανάκαμψη έως το 2030.

4.3. Προστασία και διαχείριση υδάτων

Η προστασία και η βιώσιμη διαχείρισή των υδάτων είναι ένα ζήτημα το οποίο ξεπερνά τα εθνικά σύνορα των χωρών, καθώς το νερό αποτελεί πόρο ζωτικής σημασίας για τον άνθρωπο, το οικοσύστημα στο σύνολο του και κατ' επέκταση για την οικονομία. Η οδηγία πλαίσιο της Ε.Ε. για τα ύδατα (WFD) θεσπίζει ένα νομικό πλαίσιο για την προστασία και την αποκατάσταση του καθαρού νερού εντός της Ε.Ε. και για τη διασφάλιση της μακροπρόθεσμης βιώσιμης χρήσης του. Υπάρχουν επίσης συμπληρωματικές νομοθεσίες, όπως η οδηγία για το πόσιμο νερό ή το νερό κολύμβησης, η οδηγία για τις πλημμύρες και η οδηγία πλαίσιο για τη θαλάσσια στρατηγική, καθώς και από διεθνείς συμφωνίες.

4.4. Ατμοσφαιρική ρύπανση και ηχορύπανση

Η ρύπανση της ατμόσφαιρας καθώς και ο θόρυβος πλήττουν σοβαρά την υγεία των ανθρώπων και το περιβάλλον. Η ρύποι της ατμόσφαιρας δημιουργούνται κατά κύριο λόγο από τον τομέα της βιομηχανίας, τις μεταφορές, την παραγωγή ενέργειας αλλά και τη γεωργία. Η μέχρι τώρα πολιτική της Ε.Ε. για την ποιότητα του αέρα είχε ως στόχο την πλήρη συμμόρφωση με την ισχύουσα νομοθεσία για την ποιότητα του αέρα έως το 2020 και έχει θέσει επιπλέον στόχους για το 2030. Βάσει της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας, η Ε.Ε. αναθεωρεί αυτά τα πρότυπα για να τα ευθυγραμμίσει περισσότερο με τις συστάσεις του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας (ΠΟΥ). Η Ευρωπαϊκή Ένωση στοχεύει επίσης στην συνεχή βελτίωση της νομοθεσίας της σχετικά με την ποιότητα του αέρα, με βάσει τα δεδομένα που εξήχθησαν από την αξιολόγηση των προγενεστέρων του 2019 Οδηγιών, για την ποιότητα του αέρα. Τέλος, η οδηγία για τον περιβαλλοντικό θόρυβο (2002) συνέβαλε στον προσδιορισμό των επιπέδων θορύβου για τις χώρες της Ε.Ε. και στη λήψη των απαραίτητων μέτρων για τη μείωσή τους σε αποδεκτά επίπεδα. Επίσης, υπάρχει ξεχωριστή νομοθεσία η οποία ρυθμίζει την ηχορύπανση από συγκεκριμένες πηγές.

4.5. Αποδοτικότητα των πόρων και κυκλική οικονομία

Λόγω της αλόγιστης χρήσης φυσικών πόρων κατά τις προηγούμενες δεκαετίες, οδηγηθήκαμε σε υψηλά επίπεδα ρύπανσης, υποβάθμιση του φυσικού και ανθρωπογενούς περιβάλλοντος και μεγάλη μείωση των αποθεμάτων των φυσικών πόρων. Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει ήδη διαγράψει σημαντική πορεία όσον αφορά τη διαχείριση αποβλήτων, εστιάζοντας στην περιβαλλοντικά βιώσιμη διαχείρισή τους. Η Ε.Ε. έχει θέσει στόχους όσον αφορά μια αποδοτική διαχείριση όσον αφορά τους πόρους, με απώτερο στόχο να μετατρέψει την οικονομία της Ε.Ε. σε βιώσιμη έως το

2050, μέσω ενίσχυσης της ανακύκλωσης και της υγειονομικής ταφής. Στο πλαίσιο της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας, το νέο Σχέδιο Δράσης για την Κυκλική Οικονομία παρουσιάζει μια ατζέντα προσανατολισμένη στην επίτευξη μιας Ένωσης με λιγότερα απόβλητα και πιο ανταγωνιστική, συμβάλλοντας πλήρως στην κλιματική ουδετερότητα.

4.6. Βιώσιμη παραγωγή και κατανάλωση

Η βιώσιμη ανάπτυξη αποτελεί θεμέλιο λίθο στη στοχοθεσία της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Για την αντιμετώπιση των σύγχρονων περιβαλλοντικών προκλήσεων, δηλαδή του πως θα «παράγουμε περισσότερα, χρησιμοποιώντας λιγότερα» κατά τη διάρκεια μιας περιόδου ταχείας κλιματικής αλλαγής και αυξανόμενης ζήτησης για ενέργεια και πόρους, η Ε.Ε. έχει εισαγάγει μια ολόκληρη σειρά πολιτικών και πρωτοβουλιών με στόχο τη βιώσιμη κατανάλωση και παραγωγή. Τα παραπάνω αποσκοπούν και αναμένεται να βελτιώσουν τη συνολική περιβαλλοντική απόδοση των προϊόντων, λαμβάνοντας υπόψη όλα τα στάδια του κύκλου ζωής τους, να τονώσουν τη ζήτηση για καλύτερα προϊόντα και τεχνολογίες παραγωγής καθώς και να παρακινήσουν τους πολίτες να κάνουν συνειδητές καταναλωτικές επιλογές. Ενδιαφέρον παρουσιάζει η νομοθετική πρωτοβουλία για την αειφόρο πολιτική προϊόντων, η οποία αφορά την κατασκευή προϊόντων σε μια κλιματικά ουδέτερη – αποδοτική ως προς τους πόρους – κυκλική οικονομία. Η εν λόγω πρωτοβουλία παρουσιάστηκε στο πλαίσιο της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας και ειδικότερα στο πλαίσιο του νέου Σχεδίου Δράσης για την Κυκλική Οικονομία.

4.7. Χημικά προϊόντα και φυτοφάρμακα

Η νομοθεσία της Ευρωπαϊκής Ένωσης που αφορά τη χρήση χημικών και φυτοφαρμάκων στοχεύει στην διαφύλαξη της ανθρώπινης υγείας και του περιβάλλοντος από την αλόγιστη χρήση τους αλλά και στην αποτροπή πιθανών φραγμών στο εμπόριο. Αποτελείται από κανόνες που αφορούν το εμπόριο σε συνδυασμό με την χρήση συγκεκριμένων κατηγοριών χημικών ουσιών, καθώς και ένα σύνολο εναρμονισμένων περιορισμών για τη διάθεση στην αγορά και χρήση συγκεκριμένων επικίνδυνων ουσιών και παρασκευασμάτων όπως επίσης και κανόνες που διέπουν τα μεγάλα ατυχήματα και τις εξαγωγές επικίνδυνων ουσιών. Σημειώνεται ότι, υπό τον όρο «φυτοκτόνα», ομαδοποιούνται ουσίες που χρησιμοποιούνται ευρέως για την καταστολή, την εξάλειψη και την πρόληψη οργανισμών που θεωρούνται επιβλαβείς.

5. ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ – ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ (LIFE CYCLE ASSESSMENT) (LCA)

5.1 Εκτίμηση Κύκλου Ζωής

Η Εκτίμηση Κύκλου Ζωής (ΕΚΖ – Life Circle Assessment (LCA)) αποτελεί τεχνική προσέγγιση για τον προσδιορισμό των παραμέτρων και την αξιολόγηση των επιπτώσεων στο περιβάλλον αναφορικά με ένα προϊόν ή υπηρεσία και επιτυγχάνεται με την:

- Επεξεργασία των σχετικών εισόδων και εξόδων σε ένα σύστημα παραγωγής
- Την ποσοτικοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων από τις εισόδους και τις εξόδους του συστήματος παραγωγής
- Την επεξεργασία των παραπάνω στοιχείων και την εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων ανάλογα με το αντικείμενο της εκάστοτε μελέτης.

Ουσιαστικά η εκτίμηση κύκλου ζωής υποστηρίζει την εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων λαμβάνοντας υπόψη όλες τις δραστηριότητες παραγωγής ενός προϊόντος ή υπηρεσίας από την εξεύρεση και συλλογή της πρώτης ύλης, τις μεταφορές, την παραγωγή, την χρήση και τελικά την εναπόθεσή των αποβλήτων κατά ή μετά την χρήση.

Η ΕΚΖ αποτελεί σημαντικό μεθοδολογικό εργαλείο καθώς χρησιμοποιείται ευρύτατα για την εκτίμηση των στοιχείων της οικογένειας των περιβαλλοντικών αποτυπωμάτων. Ειδικότερα μπορεί να υποστηρίξει:

- Την αναζήτηση των δυνατοτήτων στα επιμέρους στάδια του κύκλου ζωής παραγωγής ή παροχής υπηρεσιών ενός προϊόντος ή υπηρεσίας για να βελτιωθούν οι συνέπειες στο περιβάλλον από την ανθρώπινη δραστηριότητα.
- Να υποστηρίξουν τις αποφάσεις σε επίπεδο βιομηχανίας, Κυβερνήσεων, Κοινωνικών Εταίρων και Μη Κυβερνητικών Οργανισμών σε θέματα που αφορούν στην βιωσιμότητα και καλύτερη διαχείριση του φυσικού περιβάλλοντος.
- Να προσδιορισθούν κατά περίπτωση οι καταλληλότεροι δείκτες και οι τεχνικές για τον υπολογισμό τους για τις επιπτώσεις στο περιβάλλον.
- Να πραγματοποιηθούν δράσεις προώθησης της βιωσιμότητας.
- Να λειτουργήσει θετικά προς το περιβάλλον ο ανταγωνισμός στις αγορές καθώς περιλαμβάνονται ειδικές απαιτήσεις στην εφαρμογή του Περιβαλλοντικού Αποτυπώματος και στο κόστος παραγωγής.

Η μεθοδολογική Προσέγγιση ΕΚΖ (LCA) παρέχει ένα λειτουργικό πλαίσιο ώστε:

- Να μελετηθούν με συστηματικό και ολιστικό τρόπο οι περιβαλλοντικές πτυχές στα συστήματα παραγωγής σε όλον τον κύκλο του, από την απόκτηση των πρώτων υλών μέχρι την απόθεση ή διαχείριση των αποβλήτων.
- Να προσδιορισθεί το βάθος, η λεπτομέρεια και το χρονικό πλαίσιο της ΕΚΖ που εξαρτάται από τους στόχους και τον σκοπό της μελέτης.
- Να είναι διαφανή και δημοσιεύσιμα ο σκοπός της μελέτης, οι παραδοχές, η περιγραφή της ποιότητας των δεδομένων, οι μεθοδολογικές προσεγγίσεις, οι τεχνικές και τα αποτελέσματα της ανάλυσης. Ταυτόχρονα, λαμβάνεται μέριμνα ώστε να διατηρούνται θέματα εμπιστευτικότητας σε όποιους τομείς απαιτείται και δεν έχουν σχέση με τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις.
- Νέα επιστημονικά επιτεύγματα και νέες τεχνολογίες να δύναται να περιληφθούν στην εκτίμηση του κύκλου ζωής και των επιπτώσεων του στο περιβάλλον.

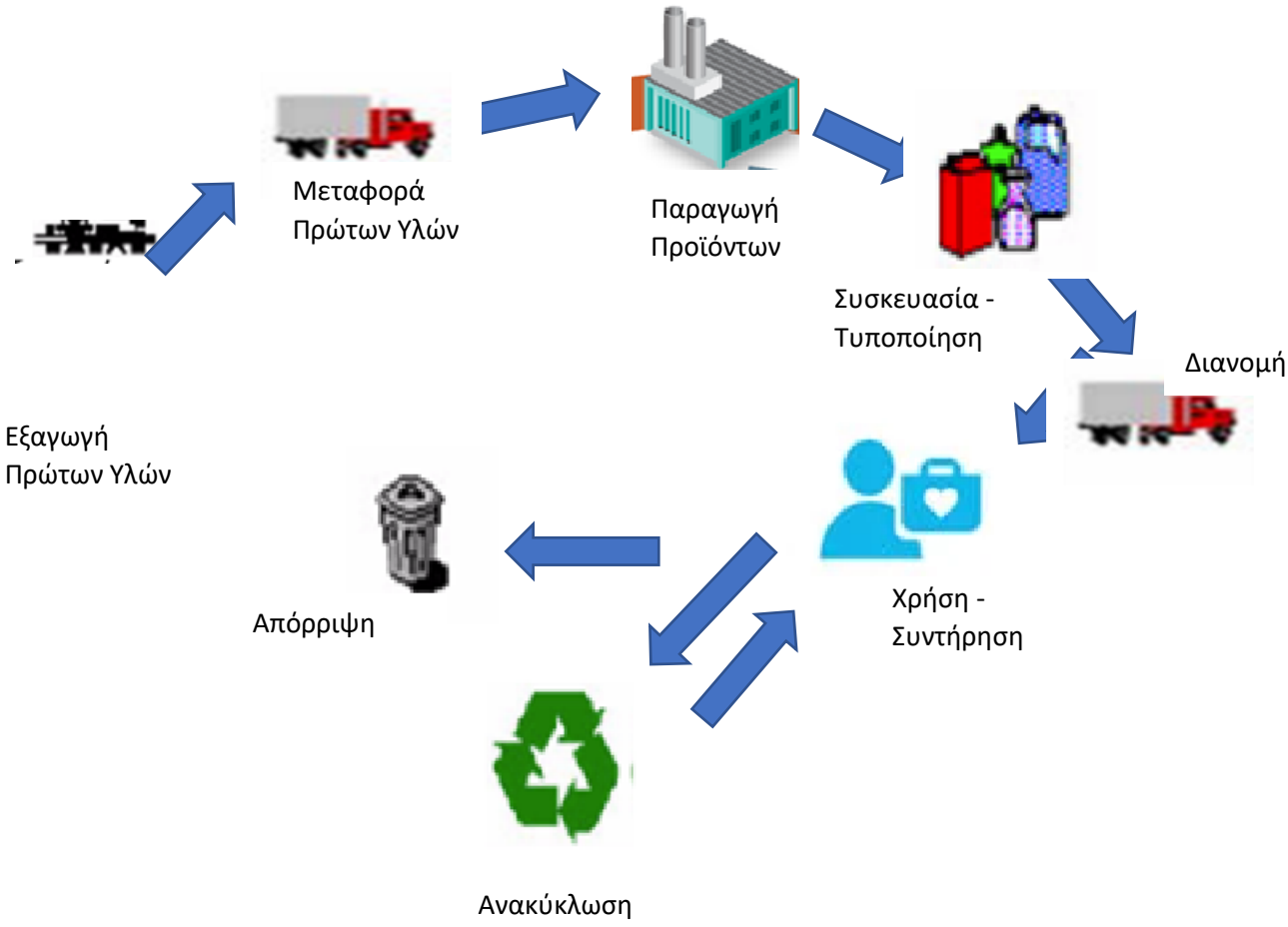
Επιστημονικώς δεν είναι απόλυτα εφικτό να προσδιορισθεί ένα συνολικός δείκτης ή αξία καθώς υπάρχει μεγάλη πολυπλοκότητα στις παραμέτρους που υπεισέρχονται, τα οποία πολλές φορές λειτουργούν ανταγωνιστικά και με μεγάλο βαθμό συσχέτισης μεταξύ τους. Δεν υπάρχει μια απλή μέθοδος για να υλοποιήσουμε τις μελέτες εκτίμησης του κύκλου ζωής. Παρέχεται ένα πλαίσιο για τις απαιτήσεις της μελέτης και τα βήματα στο πλαίσιο που πρέπει να ακολουθηθούν (ISO 14040, 14044, 14025) παρέχοντας την ευελιξία στην εκάστοτε εφαρμογή στη βάση των απαιτήσεων των τελικών χρηστών.

5.1.1 Κατηγοριοποίηση Επιπτώσεων στο Περιβάλλον σύμφωνα με την Μεθοδολογική Προσέγγιση της Εκτίμησης του Κύκλου Ζωής

Η μεθοδολογική προσέγγιση της Εκτίμησης του Κύκλου Ζωής καλύπτει τις παρακάτω Κατηγορίες Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων που έχουν αναλυθεί ήδη στην Ενότητα 2 του μελέτης.

- Κλιματική Αλλαγή και αύξηση της θερμοκρασίας του Πλανήτη (Climate Change or Global Warming Potential)
- Εξάντληση του Όζοντος (Ozone Depletion Potential)
- Οξίνιση (Acidification Potential)
- Ευτροφισμός (Eutrophication Potential)
- Φωτοχημικό Όζον (Photochemical Ozone Formation Potential)
- Εξάντληση των Ορυκτών Πόρων (Depletion of Fossil Resources)

- Αβιοτική Εξάντληση Abiotic Depletion)



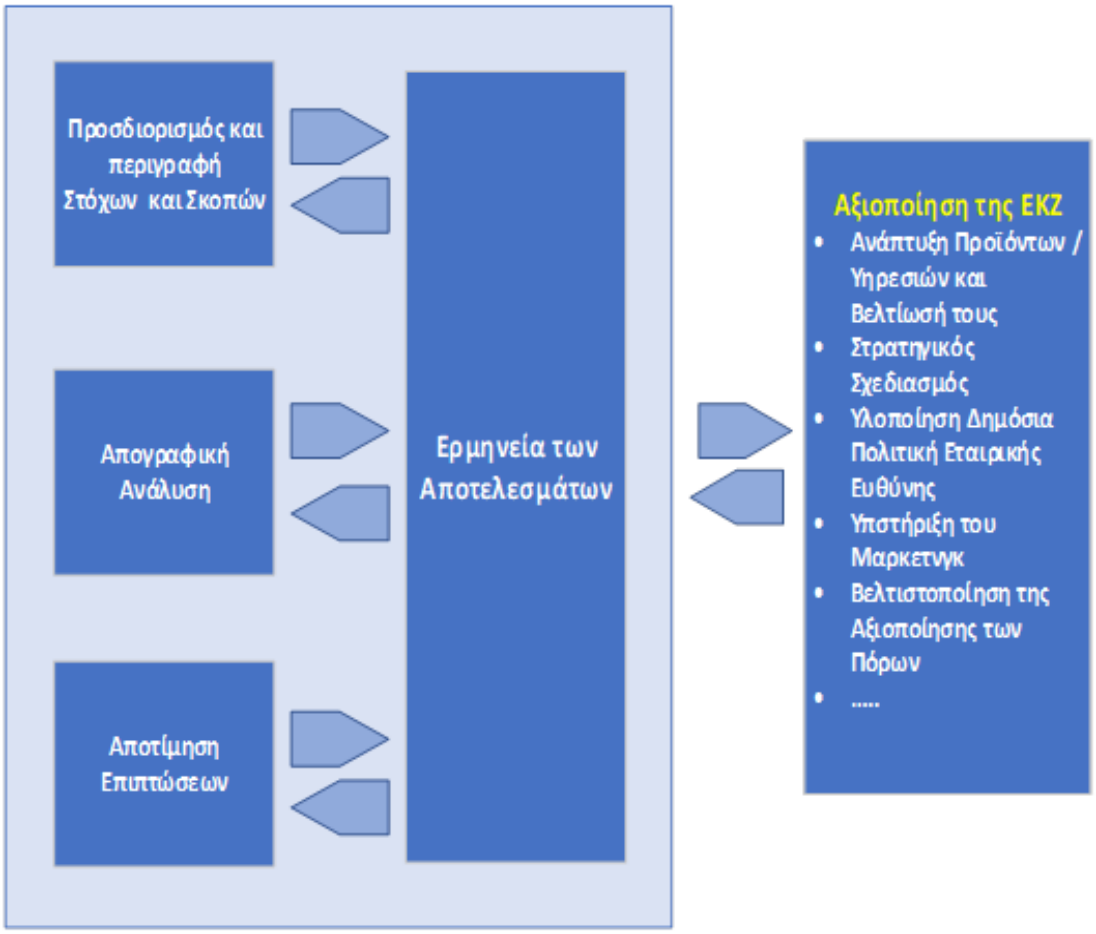
Εικόνα 5.1. Ο Κύκλος Ζωής (Από την Εξεύρεση Πρώτων Υλών μέχρι την Απόρριψη και Ανακύκλωση)

5.2 Φάσεις και Βήματα Υλοποίησης για την Εκτίμηση του κύκλου Ζωής

Η Υλοποίηση της Αποτίμησης του Κύκλου Ζωής περιλαμβάνει συγκεκριμένες φάσεις και βήματα για την υλοποίησή της για την κατάληξη σε ένα ποσοτικοποιημένο μοντέλο προσέγγισης των επιπτώσεων στο περιβάλλον από μια η περισσότερες ανθρώπινες δραστηριότητες όπως είναι ένα ή μια κατηγορία προϊόντων ή υπηρεσιών. Στα επόμενα παρουσιάζονται τα βήματα του μεθοδολογικού Πλαισίου της Αποτίμησης του Κύκλου Ζωής. Διεξοδικότερη ανάλυση πραγματοποιείται σε επόμενη ενότητα που παρουσιάζεται

το μεθοδολογικό πλαίσιο PEF (Product Environmental Footprint) και (Product environmental FootPrint Category Rules) που συστήνεται από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή για την εφαρμογή από τις Επιχειρήσεις και Οργανισμούς της Ε.Ε.

Στην εικόνα 5.2 παρουσιάζονται οι φάσεις του Μεθοδολογικού Πλαισίου της Αποτίμησης Κύκλου Ζωής όπως περιλαμβάνεται στο σχετικό πρότυπο ISO 14044. Στα επόμενα παρουσιάζονται αναλυτικά τα βήματα της μεθοδολογικής προσέγγισης



Εικόνα 5.2: Τα Στάδια της Αποτίμησης του Κύκλου Ζωής (LCA)

5.2.1 Σκοπός και Στόχοι της Εφαρμογής

Ο Σκοπός και οι Στόχοι της Μελέτης της Εκτίμησης του Κύκλου Ζωής θα πρέπει να έχουν αναλυθεί διεξοδικά και να συνάδουν με την μελέτη περίπτωσης. Οι στόχοι θα πρέπει να αναφέρονται με σαφήνεια στην εφαρμογή, στους λόγους που αυτή πραγματοποιείται

όπως και στους εμπλεκόμενους (ωφελούμενους και γενικότερα αυτούς που αφορά η μελέτη και θα αξιοποιήσουν τα αποτελέσματά της).

Για τον προσδιορισμό των σκοπών της μελέτης αναλύονται και περιγράφονται τα παρακάτω:

- Οι λειτουργίας του συστήματος και των συστημάτων προϊόντων
- Οι Λειτουργικές Μονάδες που συνδέονται για την παραγωγή η την παροχή υπηρεσιών
- Οι Διεπαφές του Συστήματος Παραγωγής με το περιβάλλον και με άλλα λειτουργικά συστήματα
- Τα όρια (εισροές – εκπομπές και απορροές) του συστήματος προϊόντος
- Οι διαδικασίες και η ροή των εισροών και εκροών στις λειτουργικές μονάδες
- Οι κατηγορίες των περιβαλλοντικών επιπτώσεων και ο τρόπος αποτίμησής τους
- Οι απαιτήσεις δεδομένων για την Ανάλυση
- Οι παραδοχές που γίνονται
- Η ποιότητα των δεδομένων
- Ο Τύπος και η μορφή των αποτελεσμάτων και των αναφορών της μελέτης

Βασικό εργαλείο της Ανάλυσης σε αυτό το στάδιο είναι ο σχεδιασμός του Κύκλου Ζωής και ο προσδιορισμός των εισροών και εκροών.

5.2.2 Απογραφική Ανάλυση του Κύκλου Ζωής

Γενική Περιγραφή του Κύκλου Ζωής

Περιλαμβάνονται επαναληπτικές διαδικασίες για τη συλλογή δεδομένων και υπολογισμούς για την ποσοτικοποίηση των εισροών και εκροών στο σύστημα παραγωγής. Στις Εισροές και Εκροές περιλαμβάνονται και η χρήση πόρων και η απελευθέρωση εκπομπών στον αέρα, στο νερό, στο έδαφος και στο υπέδαφος. Η επεξεργασία των στοιχείων εξαρτάται από τους σκοπούς της εκάστοτε μελέτης. Τα δεδομένα αυτά μπορούν να αξιοποιηθούν στην εκτίμηση του κύκλου ζωής και των επιπτώσεων. Όσο περισσότερα δεδομένα συγκεντρώνονται τόσο και περισσότερο αποκτούμε γνώση πάνω στο σύστημα. Πολλές φορές απαιτείται αναθεώρηση των στόχων και των σκοπών της μελέτης μετά την φάση αυτή.

5.2.2.1 Συλλογή Δεδομένων

Τα Ποσοτικά και Ποιοτικά Δεδομένα που θα περιληφθούν στην ανάλυση συλλέγονται για κάθε μια από τις διαδικασίες επεξεργασίας που περιλαμβάνονται στο σύστημα και στην διεπαφή του με το περιβάλλον.

Αποτελεί μια σύνθετη διαδικασία και εξαρτάται από τον σκοπό, την λειτουργική μονάδα και την εφαρμογή της μελέτης. Πρακτικοί περιορισμοί υπεισέρχονται στην συλλογή των δεδομένων και οι οποίοι θα πρέπει να συμπεριληφθούν στον σκοπό και στην τεκμηρίωση της μελέτης.

Απαιτείται να υλοποιηθούν ειδικές αναλύσεις των εισροών και εκροών και ειδικότερα στις περιπτώσεις που διαχειριζόμαστε συστήματα με πολλά προϊόντα. Η ροή των υλικών και της ενέργειας και οι διεπαφές και οι απελευθερώσεις στο περιβάλλον θα πρέπει να διαμοιρασθούν στα επιμέρους προϊόντα της παραγωγής.

Ο υπολογισμός της Ενέργειας που δαπανάται ή παράγεται θα πρέπει να λαμβάνει υπόψη τις διαφορετικές πηγές που χρησιμοποιούνται (υγρά καύσιμα, αέρια, ηλεκτρική ενέργεια) όπως επίσης και οι εισροές και εκροές που είναι συσχετισμένες με την παραγωγή και χρήση της ενέργειας.

5.2.3 Εκτίμηση Επιπτώσεων του Κύκλου Ζωής

Η Εκτίμηση των Επιπτώσεων του Κύκλου Ζωής στοχεύει στην αξιολόγηση – αποτίμηση τη σημαντικότητας των δυνητικών επιπτώσεων στο περιβάλλον αξιοποιώντας τα αποτελέσματα της απογραφικής ανάλυσης. Στην εκτίμηση επιπτώσεων του Κύκλου Ζωής συσχετίζονται τα δεδομένα της απογραφής με συγκεκριμένες περιβαλλοντικές επιπτώσεις και κατηγορίες περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Το βάθος της ανάλυσης και η μεθοδολογία που θα χρησιμοποιηθεί εξαρτάται από τους στόχους και τους σκοπούς της μελέτης. Τονίζεται ότι η διαδικασία αυτή είναι επαναληπτική καθώς η ερμηνεία των αποτελεσμάτων μπορεί να οδηγήσει σε αναθεώρηση των στόχων και των σκοπών και επομένως και στην απογραφή.

Η Ανάλυση των Επιπτώσεων του Κύκλου Ζωής Περιλαμβάνει τέσσερα επιμέρους στάδια:

<u>Κατηγοριοποίηση (classification)</u>

Οι Εισροές και Εκροές Υλικών Ενέργειας που απογράφηκαν στο προηγούμενο στάδιο αντιστοιχίζονται σε αντίστοιχες κατηγορίες επιπτώσεων. Για παράδειγμα οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου αντιστοιχίζονται στην κατηγορία της κλιματικής αλλαγής

Χαρακτηρισμός (Characterisation)

Στα διαδικασία αυτή υπολογίζεται το μέγεθος που οι κατηγοριοποιημένες εισροές και εκροές συμβάλουν στις επιπτώσεις της αντίστοιχης κατηγορίας. Οι συγκεντρωμένες τιμές πολλαπλασιάζονται με τους αντίστοιχους πολλαπλασιαστές (factors) που αντιστοιχούν σε κάθε κατηγορία επιπτώσεων. Οι πολλαπλασιαστές μπορεί να αντιστοιχούν σε υποκατάστατα ή σε πόρους και αντιπροσωπεύουν την ένταση των επιπτώσεων ενός υποκατάστατου σχετικού με ένα υποκατάστατο αναφοράς. (Για παράδειγμα, κατά τον υπολογισμό των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής (κατηγορία επιπτώσεων), όλες οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου που είχαν καταγραφεί προηγουμένως σταθμίζονται ως προς την ένταση των επιπτώσεών τους σε σχέση με το διοξείδιο του άνθρακα (εκφρασμένο σε kg ισοδύναμου διοξείδιο του άνθρακα).

Κανονικοποίηση (Normalisation)

Σε αυτό το βήμα τα αποτελέσματα της ανάλυσης των επιπτώσεων πολλαπλασιάζονται με δείκτες κανονικοποίησης, έτσι ώστε το μέγεθος των επιπτώσεων τους να είναι συγκρίσιμο ως προς την συμβολή τους στις κατηγορίες των επιπτώσεων. Σύμφωνα με το πρότυπο 14040 η Κανονικοποίηση είναι προαιρετική. Στις μεθόδους PEF/OEF (product Environmental FootPrint/Organisation Enfironmental FootPrint) που προτείνονται από την Ευρωπαϊκή Ένωση η κανονικοποίηση είναι υποχρεωτική. Για παράδειγμα στην μεθοδολογία PEF που προτείνεται από την Ε.Ε. οι συντελεστές κανονικοποίησης εκφράζονται με την μορφή επιπτώσεων ανά άτομο με βάση μια συνολική τιμή. Ο συντελεστής για την κλιματική αλλαγή είναι 8,1·103 kg CO2 ισοδύναμα/άτομο.

Στάθμιση (Weighting)

Η στάθμιση υποστηρίζει την ερμηνεία και την παρουσίαση των αποτελεσμάτων της ανάλυσης. Σε αυτό το βήμα, τα κανονικοποιημένα αποτελέσματα πολλαπλασιάζονται με ένα σύνολο βαρυτήτων (σε %) που αντικατοπτρίζουν την σχετική σημαντικότητα των κατηγοριών επιπτώσεων στον κύκλο ζωής. Τα σταθμισμένα αποτελέσματα διαφορετικών κατηγοριών επιπτώσεων μπορούν στη συνέχεια να συγκριθούν για να εκτιμηθεί η σχετική σημαντικότητά τους. Επιπροσθέτως, παρέχεται η δυνατότητα να καταλήξουμε σε ένα συνολικό δείκτη των επιπτώσεων του κύκλου ζωής και έτσι να ληφθεί μια ενιαία συνολική βαθμολογία. Σύμφωνα με το πρότυπο 14040 η Στάθμιση είναι προαιρετική. Στις μεθόδους PEF/OEF (product Environmental FootPrint/Organisation Enfironmental FootPrint) που προτείνονται από την Ευρωπαϊκή Ένωση η στάθμιση συστήνεται.

Τονίζεται ότι η μελέτη για το μεθοδολογικό πλαίσιο και το επιστημονικό υπόβαθρο για την εκτίμηση των Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων βρίσκεται σε εξέλιξη, καθώς νέα επιστημονικά ευρήματα, μεθοδολογικές προσεγγίσεις και τεχνικές δημιουργούν με την

σειρά τους νέες προσθήκες και προσαρμογές στα εκάστοτε χρησιμοποιούμενα μεθοδολογικά πλαίσια εργασίας.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση και ειδικότερα η Διεύθυνση Περιβάλλοντος και το Joint Research Center της Ε.Ε έχουν προτείνει το Μεθοδολογικό Πλαίσιο PEF/OEF το οποίο εξειδικεύει και αναλύει διεξοδικά την εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Το πλαίσιο αυτό αποτελεί σε παγκόσμιο επίπεδο το πλέον ολοκληρωμένο πρότυπο για την εκτίμηση των περιβαλλοντικών αποτυπωμάτων και θα αναλυθεί διεξοδικά στην Ενότητα 7.

5.2.4 Ερμηνεία των Αποτελεσμάτων της Ανάλυσης του Κύκλου Ζωής

Η Ερμηνεία των αποτελεσμάτων από την αναλύσεων των προηγούμενων φάσεων οδηγεί σε συμπεράσματα και προτάσεις προκειμένου να ληφθούν αποφάσεις σχετικές με τους στόχους και τους σκοπούς της μελέτης. Η φάση της ερμηνείας μπορεί να περιλαμβάνει την επαναληπτική διαδικασία αναθεώρησης του πεδίου εφαρμογής όπως και για την φύση και την ποιότητα των δεδομένων που συλλέγονται σύμφωνα με τον καθορισμένο στόχο.

Τα ευρήματα της φάσης αυτής θα πρέπει να αντικατοπτρίζουν τα αποτελέσματα οποιασδήποτε ανάλυσης ευαισθησίας εκτελείται, καθώς μεταγενέστερες αποφάσεις και ενέργειες ενδέχεται να προκαλέσουν επιπρόσθετες περιβαλλοντικές επιπτώσεις που επομένως θα πρέπει να συμπεριλαμβάνονται στα αποτελέσματα της ερμηνείας.

5.2.5 Αναφορές

Τα αποτελέσματα της Αποτίμησης του Κύκλου Ζωής θα πρέπει να αποτυπωθούν στις Αναφορές και θα πρέπει να αιτιολογείται ότι είναι συνεπή, ολοκληρωμένα και ακριβή. Η μορφή των Αναφορών θα πρέπει να έχει ήδη προδιαγραφεί στην πρώτη φάση της μελέτης. Είναι σημαντικό να τηρηθεί η διαφάνεια και να παρέχεται σε βάθος ανάλυση όσον αφορά στα αποτελέσματα, στα δεδομένα, στις μεθόδους και στις παραδοχές που έχουν γίνει και να αναφερθούν οι περιορισμοί που υπήρχαν κατά την εκπόνηση της μελέτης. Οι αναφορές θα πρέπει να συνάδουν με τους σκοπούς και τους στόχους και να απαντούν σε αυτά. Επιπροσθέτως, όταν απαιτείται η διάθεση των αναφορών σε τρίτους τότε θα πρέπει να προετοιμασθεί ειδική αναφορά για αυτούς και θα πρέπει να περιλαμβάνει και εξωτερική πιστοποίηση, δηλαδή έκθεση από εξωτερικό φορέα που θα καλύπτει τις ακόλουθες πτυχές:

1) Τους εμπλεκόμενους στην Ανάλυση .

2) Την ημερομηνία αναφοράς

3) Την Δήλωση ότι η μελέτη διεξήχθη σύμφωνα με τις απαιτήσεις του προτύπου που εφαρμόζεται.

Τα περιεχόμενα των Αναφορών θα πρέπει να εστιάζονται στα παρακάτω:

α) Ορισμός στόχου και πεδίου εφαρμογής.

β) Ανάλυση Απογραφής του κύκλου ζωής: διαδικασίες συλλογής και υπολογισμού δεδομένων.

γ) Εκτίμηση επιπτώσεων στον κύκλο ζωής: η μεθοδολογία και τα αποτελέσματα της εκτίμησης επιπτώσεων που έγινε

δ) Ερμηνεία των αποτελεσμάτων της εκτίμησης του κύκλου ζωής που θα περιέχει

1) Τα αποτελέσματα

2) Οι υποθέσεις και οι περιορισμοί που σχετίζονται με την ερμηνεία των αποτελεσμάτων, την μεθοδολογία και τα δεδομένα ;

3) αξιολόγηση της ποιότητας δεδομένων.

ε) Κριτική ανασκόπηση:

στ) Οι Αξιολογητές – Επιθεωρητές της Μελέτης

ζ) Αναφορές κριτικής αξιολόγησης.

η) Απαντήσεις σε συστάσεις.

Η αναφορά θα εξετάζει επίσης τα ακόλουθα ζητήματα:

- ανάλυση των ροών υλικών και ενέργειας για να δικαιολογηθεί η συμπερίληψη ή ο αποκλεισμός τους.
- αξιολόγηση της ακρίβειας, της πληρότητας και της αντιπροσωπευτικότητας των δεδομένων που χρησιμοποιούνται.
- περιγραφή της ισοδυναμίας των συστημάτων που συγκρίνονται σύμφωνα με το πρότυπο.
- περιγραφή της διαδικασίας κριτικής αναθεώρησης

5.2.6 Κριτική Αναθεώρηση

Η διαδικασία της κριτικής αναθεώρησης θα πρέπει να εστιάζεται και να απαντά στα παρακάτω ερωτήματα:

- οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για την εκτέλεση της LCA είναι συνεπείς με το σχετικό Διεθνές Πρότυπο;
- οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για τη διεξαγωγή της LCA είναι επιστημονικά και τεχνικά έγκυρες.;
- τα δεδομένα που χρησιμοποιούνται είναι κατάλληλα και εύλογα σε σχέση με τον στόχο της μελέτης;
- οι ερμηνείες αντικατοπτρίζουν τους περιορισμούς που εντοπίστηκαν και τον στόχο της μελέτης;
- η έκθεση της μελέτης είναι διαφανής και συνεπής;

Η κριτική ανασκόπηση διευκολύνει την κατανόηση και ενισχύει την αξιοπιστία των μελετών LCA. Η χρήση των αποτελεσμάτων LCA για την υποστήριξη ανταγωνιστικών πλεονεκτημάτων εγείρει ιδιαίτερες ανησυχίες και απαιτήσεις στην κριτική αξιολόγηση.

5.2.6.1 Διαδικασία Κριτικής Ανασκόπησης

Το εύρος της κριτικής ανασκόπησης θα πρέπει να καθορίζεται από την αρχή της μελέτης (φάση καθορισμού του στόχου και του πεδίου εφαρμογής της μελέτης). Το πεδίο εφαρμογής θα πρέπει να προσδιορίζει γιατί πραγματοποιείται η κριτική επανεξέταση, τι θα καλυφθεί και σε ποιο επίπεδο λεπτομέρειας και ποιος πρέπει να συμμετάσχει στη διαδικασία. Επιπροσθέτως, συμφωνίες εμπιστευτικότητας σχετικά με το περιεχόμενο της μελέτης LCA θα πρέπει να συνάπτονται εφόσον απαιτείται.

5.2.6.2 Εσωτερική Ανασκόπηση Εμπειρογνωμόνων

Η Εσωτερική ανασκόπηση πραγματοποιείται από εσωτερικούς εμπειρογνώμονες ανεξάρτητους από αυτούς που συμμετείχαν στην εκπόνηση της LCA. Ο Εμπειρογνώμονας θα πρέπει να είναι εξοικειωμένος με τα πρότυπα και την εφαρμογή τους και να έχει την απαιτούμενη επιστημονική και τεχνική γνώση. Το αποτέλεσμα αυτής της εργασίας είναι η έκθεση εσωτερικής ανασκόπησης.

Η δήλωση ανασκόπησης θα περιλαμβάνεται στην έκθεση μελέτης LCA

5.2.6.4 Εξωτερική Κριτική Ανασκόπηση

Πραγματοποιείται από εξωτερικό Ανεξάρτητο Φορέα ή Ομάδα ανεξάρτητων Εμπειρογνωμόνων. Η ομάδα (panel) των εξωτερικών αξιολογητών θα περιλαμβάνει μέλη από ενδιαφερόμενους φορείς όπως Δημόσιες Υπηρεσίες, Μη Κυβερνητικοί Οργανισμοί, Συλλογικοί Φορείς του Κλάδου, κ.ά. Τα συμπεράσματα της κριτικής ανασκόπησης όπως και οι συστάσεις των εμπειρογνωμόνων θα πρέπει να αποτελούν σώμα της Αποτίμησης του κύκλου Ζωής.

6. Περιβαλλοντική Δήλωση Προϊόντος (Environmental Product Declaration - EPD)

Οι υπεύθυνοι χάραξης περιβαλλοντικής πολιτικής σε όλο τον κόσμο αναζητούν τρόπους βελτίωσης των περιβαλλοντικών επιδόσεων των προϊόντων σε όλο τον κύκλο ζωής τους. Τον Φεβρουάριο του 2001, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή δημοσίευσε τις σκέψεις της για τα θέματα αυτά μέσω της Πράσινης Βίβλου για Ολοκληρωμένη πολιτική προϊόντων (ΟΠΠ). Ένας από τους πρωταρχικούς στόχους της ΟΠΠ είναι η τόνωση της ζήτησης για πιο οικολογικά προϊόντα μέσω εύκολα προσβάσιμων, κατανοητών και αξιόπιστων πληροφοριών. Ένα πιθανό εργαλείο για την επίτευξη αυτού του στόχου είναι η χρήση της περιβαλλοντικής σήμανσης, εκ των οποίων οι Environmental Product Declarations (EPDs- Περιβαλλοντικές Δηλώσεις Προϊόντων) αποτελούν αναπόσπαστο μέρος.

Η Διεύθυνση Περιβάλλοντος της Ε.Ε. (DG Environment) για να αναπτύξει τη στρατηγική της στον τομέα αυτό, ανέθεσε μια μελέτη για το θέμα των EPDs, με στόχο την τεκμηρίωση και την αξιολόγηση, των εθνικών και τομεακών συστημάτων EPDs, καθώς και τη σύγκρισή μεταξύ τους και με την τρέχουσα κατάσταση των εργασιών τυποποίησης στο πλαίσιο του ISO σε επίπεδο ISO2. Επιπλέον, η έρευνα διερεύνησε τον καλύτερο τρόπο με τον οποίο οι EPDs θα μπορούσαν να ενσωματωθούν με άλλα εργαλεία ΟΠΠ και τέλος εξέτασε πιθανές μελλοντικές κατευθύνσεις για τα συστήματα ΠΔΠ στην Ευρώπη και δίνει συστάσεις προς την Επιτροπή.

Η μελέτη πραγματοποιήθηκε σε 10 χώρες, συμπεριλαμβανομένων όλων των χωρών με διατομεακές, εθνικά συστήματα ΠΔΠ, ορισμένα συστήματα που μοιάζουν με EPDs σε 10 επιλεγμένους τομείς και αρκετές άλλες σχετικές πρωτοβουλίες (Πίνακας 1).

Πίνακας 1: Χώρες

Χώρες	**Κλάδοι βιομηχανίας**
Καναδάς	Αυτοκίνητο
Δανία	Χημικά
Γαλλία	Κατασκευές
Γερμανία	Ενέργεια και μεταφορές
Ιταλία	Ηλεκτρικός και ηλεκτρονικός εξοπλισμός

Ιαπωνία	Τρόφιμα
Νορβηγία	Συσκευασία
Νότια Κορέα	Χαρτί και χαρτοπολτός
Σουηδία	Κλωστοϋφαντουργία
Ηνωμένο Βασίλειο	Τουρισμός

Αξιολόγηση και σύγκριση

Προκειμένου να επικεντρωθεί η έρευνα, επιλέχθηκαν μόνο τα συστήματα EPDs που πληρούσαν έναν αριθμό κριτηρίων επιλογής. Τα κριτήρια αυτά προέκυψαν σε μεγάλο βαθμό από το ISO TR 14025 και είχαν ως αποτέλεσμα να συμπεριληφθούν στην έρευνα τα ακόλουθα τομεακά συστήματα (Πίνακας 2).

Πίνακας 2.

Τομέας	**Σύστημα**
Αυτοκινητοβιομηχανία	Volvo
Χημικά	AISE
Κατασκευές	AIMCC
	AUB
	BRE
	MRPI
	RTS
	SIA
Χαρτί & χαρτοπολτός	EPDS
	Paper Profile

Κλωστοϋφαντουργικά προϊόντα	IVN “better-best”
Ενέργεια και μεταφορές	Κανένα
Τρόφιμα	Κανένα
Συσκευασία	Κανένα
Τουρισμός	Κανένα
Διατομεακό	Σουηδική EPD

Μετά από αυτό το βήμα επιλογής, έγινε αναφορά της κατάστασης σχετικά με τις EPDs στις διάφορες χώρες και τομείς. Στη συνέχεια, τα διάφορα συστήματα EPDs αξιολογήθηκαν με βάση το ISO TR 14025.

Τα κριτήρια αξιολόγησης και σύγκρισης περιορίστηκαν στα εξής:

- Ιδιοκτήτης του προγράμματος: *Ιδιωτικός; Κυβερνητικός; Κυβερνητική συμμετοχή*
- Συμμετοχή ενδιαφερομένων μερών: *Στην ανάπτυξη του προγράμματος; Στην προεπιλογή κατηγορίας*
- Βάση του κύκλου ζωής: *Συμμόρφωση με τη σειρά ISO 14040; Εκτιμήσεις για τον κύκλο ζωής.*
- Διασφάλιση ποιότητας: *Κριτική επανεξέταση από ανεξάρτητο φορέα; Έλεγχος Ποιότητας δεδομένων*
- Προκαθορισμένες κατηγορίες: *Καθορίζονται εντός του συστήματος; Καθορίζονται ανά κατηγορία προϊόντος.*
- Άλλα περιβαλλοντικά δεδομένα: *Ποσοτικοποιημένα δεδομένα για άλλες επιπτώσεις από την τυπική LCA,*
- *Παραπομπή στο Environmental Management System*

Η σύγκριση των διατομεακών, εθνικών συστημάτων έδειξε ότι τα συστήματα αυτά είναι μάλλον παρόμοια λόγω του ιστορικού συμμόρφωσής τους με το πρότυπο ISO TR14025. Η κύρια απόκλιση εντοπίστηκε στη διασφάλιση της ποιότητας, όπου για παράδειγμα στο Ιαπωνικό σύστημα, το σύστημα διαχείρισης πληροφοριών της επιχείρησης είναι πιστοποιημένο από τρίτο μέρος, ενώ άλλα χρησιμοποιούν κριτικές αναθεωρήσεις από τρίτους και πιστοποίηση της LCA και της ίδιας της EPD (Σουηδικό

σύστημα EPD). Λόγω των ομοιοτήτων μεταξύ αυτών των συστημάτων, υπάρχει μεγάλη πιθανότητα για αμοιβαία αναγνώριση.

Η σύγκριση των κλαδικών συστημάτων έδειξε πολύ μεγαλύτερες αποκλίσεις, αν και διαπιστώθηκαν ορισμένες ομοιότητες, όπως το γεγονός ότι όλα τα τομεακά συστήματα ήταν ιδιωτικής πρωτοβουλίας και ιδιοκτησίας, και τα περισσότερα από αυτά βασίζονταν σε LCA σύμφωνα με τα πρότυπα ISO 14040. Αυτά που δεν συμμορφώνονται με τα πρότυπα ISO εφαρμόζουν τις εκτιμήσεις του κύκλου ζωής ως βάση για τα συστήματα τους. Επιπλέον, όλα τα συστήματα επιτρέπουν την παρουσίαση πρόσθετων περιβαλλοντικών δεδομένων που δεν αποτελούν μέρος μιας LCA. Ένα τυπικό σημείο απόκλισης εντοπίστηκε κατά τη συμμετοχή των ενδιαφερομένων μερών, καθώς ορισμένα συστήματα περιόριζαν τη συμμετοχή σε εμπειρογνώμονες του κλάδου, ενώ άλλα περιλάμβαναν πολύ διαφορετικά συμφέροντα, όπως αυτά των δημόσιων διοικήσεων ή ΜΚΟ. Όπως και στα διατομεακά, εθνικά συστήματα, η διασφάλιση της ποιότητας επιτεύχθηκε και οργανώθηκε σε διαφορετικά επίπεδα.

Ενσωμάτωση των EPDs με άλλα εργαλεία IPP (Integrated Product Policy)

Στο πλαίσιο μιας ολοκληρωμένης πολιτικής προϊόντων, στο παρόν κεφάλαιο εξετάζεται πως οι περιβαλλοντικές δηλώσεις προϊόντων θα μπορούσαν να αλληλεπιδράσουν με μια σειρά από άλλα μέσα της εργαλειοθήκης της Οοκληρωμένης Πολιτικής Προϊόντων (Integrated Product Policy -IPP), συμπεριλαμβανομένης της περιβαλλοντικής διαχείρισης, τον οικολογικό σχεδιασμό, τη σήμανση τύπου I και II και τις δημόσιες συμβάσεις. Αυτά τα συγκεκριμένα εργαλεία επιλέχθηκαν με βάση τις πιθανές διασυνδέσεις τους με πληροφόρηση για τα προϊόντα.

Συστήματα περιβαλλοντικής διαχείρισης

Τα συστήματα περιβαλλοντικής διαχείρισης, από τα οποία το ISO 14001 και το EMAS είναι τα είναι τα πιο γνωστά, επιτρέπουν στις επιχειρήσεις να διαχειρίζονται όλες τις δραστηριότητες, τα προϊόντα και τις υπηρεσίες που μπορούν να έχουν σημαντικές επιπτώσεις στο περιβάλλον.

Στο πλαίσιο των EPDs, τα συστήματα αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν με διάφορους τρόπους συμπεριλαμβανομένης της διαχείρισης των πληροφοριών για τα προϊόντα, της επαλήθευσης των πληροφοριών προϊόντος και συνδυασμός και των

δύο. Η τελευταία επιλογή είναι επί του παρόντος αντικείμενο ενός σουηδικού πιλοτικού έργου.

Τα συστήματα διαχείρισης έχουν τη δυνατότητα να χρησιμοποιηθούν για τη διαχείριση και επαλήθευσης των EPDs. Ωστόσο, αυτό απαιτεί την ενσωμάτωση των πληροφοριών διαχείρισης πληροφοριών στο σύστημα περιβαλλοντικής διαχείρισης.

Επιπλέον, θα μπορούσε να δώσει ένα πρόσθετο εργαλείο στις κυβερνήσεις για τη διασφάλιση της ποιότητας και την αξιοπιστία των περιβαλλοντικών πληροφοριών για τα προϊόντα, ιδίως σε τους τελικούς καταναλωτές. Εντός της ΕΕ, η ύπαρξη του συστήματος EMAS προσφέρει την ευκαιρία αυτή, υπό την προϋπόθεση ότι το ζήτημα της σύγχυσης μεταξύ του λογότυπου EMAS και του άλλων τύπων συστημάτων πληροφόρησης, όπως τα υφιστάμενα οικολογικά σήματα και οι EPDs, μπορεί να επιλυθεί.

Οικολογικός σχεδιασμός

Αν και ο οικολογικός σχεδιασμός έχει περιγραφεί με διάφορους τρόπους, συνήθως ορίζεται ως η ενσωμάτωση περιβαλλοντικών πτυχών στα "παραδοσιακά" προϊόντα. Ο σχεδιασμός και η ανάπτυξη των παραδοσιακών προϊόντων στοχεύουν στη βελτίωση της περιβαλλοντικής απόδοσης του προϊόντος. Η ανάπτυξη προϊόντων, συμπεριλαμβανομένου του οικολογικού σχεδιασμού, αποτελεί βασική δραστηριότητα σε πολλές επιχειρήσεις, διότι είναι η διαδικασία που επιτρέπει σε μια εταιρεία να καινοτομεί και να αναπτυχθεί. Υπάρχουν διάφοροι δεσμοί μεταξύ του οικολογικού σχεδιασμού και των EPDs, όπως υποκείμενο σύστημα διαχείρισης πληροφοριών, η χρήση των EPDs στην επιλογή εξαρτημάτων ή υλικών κατά το σχεδιασμό προϊόντων, ως σημείο αναφοράς για τον οικολογικό σχεδιασμό και στην επικοινωνία των αποτελεσμάτων του οικολογικού σχεδιασμού.

Προκειμένου να ενισχυθούν αυτοί οι δεσμοί, πρέπει να δημοσιευθούν περισσότερες EPDs από περισσότερες εταιρείες, έτσι ώστε οι EPDs να γίνουν όλο και πιο σημαντικά εργαλεία αναφοράς και πληροφόρησης στο πλαίσιο της διαδικασίας οικολογικού σχεδιασμού. Ωστόσο, πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι οι τυπικές πληροφορίες για τις EPDs είναι συχνά πολύ περίπλοκες ή λεπτομερείς για να είναι πολύ χρήσιμες στους σχεδιαστές και συνήθως απαιτείται ένα βήμα "μετάφρασης" για να τους παράσχει τις κατάλληλες πληροφορίες.

Σήμανση τύπου I και II

Εκτός από τις EPDs τύπου III, η επισήμανση τύπου I και II είναι οι άλλες μορφές περιβαλλοντικών πληροφοριών που καλύπτονται από τα πρότυπα ISO. Όπου ο τύπος I η οικολογική σήμανση προσδιορίζει τα προϊόντα ως λιγότερο επιβλαβή για το περιβάλλον σε σύγκριση με άλλα, παρόμοια προϊόντα που εκπληρώνουν την ίδια λειτουργία και εντός στο πλαίσιο ενός προγράμματος που έχει επαληθευτεί από τρίτο μέρος, ο τύπος II δηλώνεται από τον ίδιο τον οργανισμό. Οι περιβαλλοντικοί ισχυρισμοί επιτρέπουν δηλώσεις σχετικά με τις περιβαλλοντικές επιδόσεις ενός προϊόντος από τον ίδιο τον κατασκευαστή.

Υπάρχουν σαφείς συνέργειες μεταξύ των διαδικασιών που χρησιμοποιούνται και των δεδομένων που απαιτούνται για την ανάπτυξη ειδικών απαιτήσεων προϊόντος και EPDs, τα κριτήρια οικολογικού σήματος τύπου I και των ισχυρισμών τύπου II σύμφωνα με το ISO 14021, συμπεριλαμβανομένης της χρήσης ενός κοινού υποβάθρου δεδομένων LCA και κοινής διαδικασίας επαλήθευσης.

Η αξιοποίηση αυτών των συνεργιών αναμένεται να οδηγήσει σε μείωση του κόστους και μεγαλύτερες ευκαιρίες για τις εταιρείες καθώς και για τις κυβερνήσεις να χρησιμοποιούν την LCA και τα δεδομένα των επιπτώσεων για μια ποικιλία εργαλείων περιβαλλοντικής πληροφόρησης για διαφορετικές κοινό.

Προκειμένου να διερευνηθούν οι συνέργειες και οι δεσμοί μεταξύ των δηλώσεων τύπου III και των άλλων τύπων ετικετών, θα μπορούσαν να προβλεφθούν οι ακόλουθες δράσεις:

- Οι οργανισμοί που είναι υπεύθυνοι για τα συστήματα τύπου I και τύπου III θα μπορούσαν να διερευνήσουν τον τρόπο συντονισμού των δραστηριοτήτων τους και τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα, για παράδειγμα όσον αφορά το κόστος, την ανταπόκριση της αγοράς κ.λ.π.,

- Οι εταιρείες θα μπορούσαν να διερευνήσουν τον τρόπο χρήσης του ίδιου συνόλου δεδομένων για την παραγωγή διαφορετικών τύπων περιβαλλοντικών σημάτων για διαφορετικούς τύπους πελατών όπως οι τελικοί καταναλωτές, οι βιομηχανικοί πελάτες και οι δημόσιοι προμηθευτές,

- Η Επιτροπή, οι κυβερνήσεις των κρατών μελών ή οι βιομηχανικές ενώσεις θα μπορούσαν να χρησιμοποιήσουν τις PSRs (Product Specific Requirements) και τις πληροφορίες που περιέχονται στις EPDs.

Πράσινες δημόσιες συμβάσεις

Οι δημόσιες προμήθειες, η αγορά προϊόντων από τις δημόσιες αρχές, αποτελούν κατά μέσο όρο περίπου το 12% του ΑΕΠ της ΕΕ. Κατά συνέπεια, υπάρχουν μεγάλες δυνατότητες για χρήση αυτού του εργαλείου για τη βελτίωση των περιβαλλοντικών επιδόσεων των προϊόντων καθ' όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής τους. Οι λεπτομερείς κανόνες για τις δημόσιες συμβάσεις στην ΕΕ καθορίζονται σε διάφορες οδηγίες που αποσκοπούν να διασφαλίσουν ότι οι δημόσιοι αγοραστές προμηθεύονται την καλύτερη δυνατή σχέση ποιότητας-τιμής με διαφάνεια και χωρίς διακρίσεις.

Οι δημόσιοι αγοραστές (και για το λόγο αυτό και οι ιδιωτικοί αγοραστές) μπορούν ήδη να χρησιμοποιούν τις EPDs με δύο τρόπους: (α) ως αποδεικτικά έγγραφα συμμόρφωσης με περιβαλλοντικών απαιτήσεων στις τεχνικές προδιαγραφές ή στα κριτήρια ανάθεσης, και (β) ως βάση για τα κριτήρια προσδιορισμού των περιβαλλοντικών απαιτήσεων στο πλαίσιο των τεχνικών προδιαγραφών ή των κριτηρίων ανάθεσης.

Υπάρχει δυνατότητα ανάπτυξης της χρήσης των EPDs στο πλαίσιο της ευρύτερης κίνησης προς την κατεύθυνση του "πρασίνου" των δημόσιων συμβάσεων, εφόσον πληρούνται ορισμένα κριτήρια συμπεριλαμβανομένης της θέσπισης ειδικών απαιτήσεων για το προϊόν (PSRs -Product Specific Requirements), επαρκούς συμμετοχής των ενδιαφερομένων μερών στην ανάπτυξη των ΣΑΠ και του προγράμματος EPD και ευρεία προσβασιμότητα στα συστήματα ΠΔΠ, επίσης για τις SMEs.

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή και οι κυβερνήσεις των κρατών μελών μπορούν να διευκολύνουν αυτή τη διαδικασία με ειδική εκπαίδευση των αγοραστών και την ενσωμάτωση πληροφοριών σχετικά με τη χρήση των ΠΔΠ στα έγγραφα καθοδήγησης και στις διαδικτυακές πύλες για το πρασίνισμα των δημοσίων συμβάσεων.

Μελλοντικές κατευθύνσεις και συστάσεις

Προτού συζητηθούν οι διάφορες δυνατότητες δράσης της Επιτροπής είναι αξίζει να καθοριστούν τα αναγκαία εγγενή χαρακτηριστικά για τα συστήματα EPD να είναι επιτυχή. Τα βασικά σημεία είναι τα εξής:

Αξιοπιστία: Η αξιοπιστία των διαδικασιών EPD θα μπορούσε να βελτιωθεί μέχρι έναν ορισμένο βαθμό με κυβερνητική συμμετοχή και υποστήριξη, για παράδειγμα μέσω της διασφάλισης διαφάνειας, ανεξάρτητου και αρμόδιου ποιοτικού ελέγχου των

δεδομένων και της παρουσίασής τους, και τη διευκόλυνση εναρμονισμένων διαδικασιών επαλήθευσης.

Συνάφεια: Η σημασία των περιβαλλοντικών πληροφοριών για τα προϊόντα στα συστήματα EPD διασφαλίζεται μέσω της συμμετοχής των ενδιαφερομένων κατά τη δημιουργία και τη λειτουργία του συστήματος. Κατά γενικό κανόνα, όσο περισσότερο καλείται μια ποικιλία ενδιαφερομένων μερών να συμμετάσχει στο σύστημα EPD και όσο περισσότερο λαμβάνονται υπόψη τα συμφέροντά τους, τόσο καλύτερη η συνάφεια του συστήματος.

Συγκρισιμότητα: Η συγκρισιμότητα αποτελεί σημαντικό ζήτημα για την περαιτέρω ανάπτυξη των EPD, διότι επιτρέπει: (α) στους χρήστες των δηλώσεων να συγκρίνουν διαφορετικά προϊόντα με βάση τις περιβαλλοντικές τους επιπτώσεις και (β) οι EPD κατά μήκος μιας αλυσίδας εφοδιασμού προϊόντων που πρέπει να προστεθούν μαζί. Η συγκρισιμότητα μπορεί να επιτευχθεί με ευθυγράμμιση των διαφορετικών PSRs (Product Specific Requirements) από διαφορετικά συστήματα και την Επιτροπή θα μπορούσε να διαδραματίσει σημαντικό ρόλο στην επίτευξη αυτού του στόχου. Η συγκρισιμότητα αυτή δεν έχει σημασία μόνο σε ευρωπαϊκό αλλά και σε παγκόσμιο επίπεδο.

Εναρμόνιση: Η ύπαρξη διαφορετικών τομεακών συστημάτων με διαφορετικές απαιτήσεις μπορεί να οδηγήσει σε εμπορικούς φραγμούς στη συγκεκριμένη αγορά, οι οποίοι θα μπορούσαν να αποφευχθούν με την ανάπτυξη γενικών κατευθυντήριων γραμμών σχετικά με τη διαχείριση των συστημάτων και την εφαρμογής της LCA. Όπως και στην περίπτωση της συγκρισιμότητας, η Επιτροπή θα μπορούσε να διαδραματίσει ρόλο στην κατεύθυνση της αμοιβαίας αναγνώρισης των διαφόρων συστημάτων και εναρμόνισης.

Ο ρόλος της Ευρωπαϊκής Επιτροπής

Όσον αφορά στον δυνητικό ρόλο που θα μπορούσε να διαδραματίσει η Ευρωπαϊκή Επιτροπή στην ανάπτυξη των EPDs υπάρχουν τρεις βασικές επιλογές:

1. *Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή να μην εμπλέκεται στην ανάπτυξη των EPDs.*

Αν και υπάρχουν ορισμένα επιχειρήματα για την Ευρωπαϊκή Επιτροπή να απέχει από την εμπλοκή στον τομέα αυτό, ενδέχεται η ανάπτυξη των EPDs θα ωφεληθεί από έναν ενεργό ρόλο της Επιτροπής.

Οι κύριοι λόγοι για τη σύσταση αυτή είναι οι ακόλουθοι:

- Δεδομένου ότι οι EPDs μπορούν να υποστηρίξουν δραστηριότητες δημοσίου συμφέροντος, όπως η οι δημόσιες συμβάσεις, και στο μέλλον καθοδηγώντας την επιλογή των καταναλωτών, η Επιτροπή θα πρέπει να ενδιαφέρεται για τις δηλώσεις υψηλής αξιοπιστίας με βάση την ποιότητα των δεδομένων και τους αυστηρούς κανόνες του προγράμματος.

- Διαφορετικά συστήματα EPDs σε διάφορες ευρωπαϊκές χώρες θα οδηγούσαν σε διαφορετικά PSR (product Specific Requirements), διαφορετικές μορφές, διαφορετικές απαιτήσεις επαλήθευσης κ.λπ. Για να αποφευχθούν περιττά εμπόδια για τη βιομηχανία, είναι ανάγκη να διασφαλιστεί ότι για τουλάχιστον ένα ελάχιστο επίπεδο εναρμόνισης και η Επιτροπή θα μπορούσε να έχει ρόλο.

2. *Η Επιτροπή θεσπίζει ένα σύστημα PSR (Product Specific Requirements) σε επίπεδο ΕΕ*

Παρά το γεγονός ότι η Επιτροπή ασχολείται ήδη με τα περιβαλλοντικά συστήματα διαχείρισης με το σύστημά της EMAS και στην οικολογική σήμανση τύπου I με το οικολογικό σήμα της ΕΕ, επικρατεί η άποψη ότι υπάρχουν σημαντικοί λόγοι για την Επιτροπή να μην καθιερώσει το δικό της σύστημα *PSR*.

Τα βασικά επιχειρήματα υπέρ της άποψης είναι τα ακόλουθα:

- Η δημιουργία και λειτουργία ενός εθελοντικού μέσου, το οποίο απαιτεί μια κάποια ευελιξία, μέσα από ένα θεσμικό όργανο όπου οι αποφάσεις είναι μερικές φορές πολιτικοποιημένος και αναγκαστικά απαιτεί χρόνο, δεν είναι ιδανικό ενόψει της ανάγκης προσαρμογής σε μερικές φορές ταχέως μεταβαλλόμενες συνθήκες της αγοράς.

- Η προφανής έλλειψη δέσμευσης εντός της Επιτροπής να διαθέσει πρόσθετους πόρους σε υφιστάμενα εθελοντικά μέσα, όπως το ΕΕ οικολογικό σήμα, δεν προοιωνίζει καλές προοπτικές για ένα μελλοντικό σύστημα EPD της ΕΕ, το οποίο θα πιθανότατα θα πρέπει να αναπτυχθεί επιπλέον των υφιστάμενων συστημάτων.

Η έρευνά έδειξε μια απροθυμία να "εγκαταλείψουν" υφιστάμενα συστήματα αντί ενός μόνο συστήματος της ΕΕ. Δεδομένου ότι η επιτυχία ενός συστήματος EPD της ΕΕ εξαρτάται από τη συμμετοχή της βιομηχανίας και την υποβολή δηλώσεων, που δεν είναι καλό σημάδι για την προθυμία της βιομηχανίας να επενδύσει σε ένα πιθανό νέο σύστημα της ΕΕ.

Με βάση τα προαναφερθέντα επιχειρήματα και με την υπόθεση ότι η Επιτροπή είναι πρόθυμη να παραμείνει στην ανάπτυξη εθελοντικών μέσων πληροφόρησης,

εκτιμάται ότι υπάρχει ρόλος για την Επιτροπή στην περαιτέρω προώθηση των συστημάτων EPD στην Ευρώπη και ως εκ τούτου συνιστάται η

τελική επιλογή.

3. *Η Επιτροπή εμπλέκεται στην ανάπτυξη των EPD αλλά απέχει από το να θεσπίσει ένα σύστημα EPD σε ολόκληρη την ΕΕ.*

Το προφανές ερώτημα είναι λοιπόν: τι πρέπει να κάνει η Επιτροπή; Να οικοδομήσει με βάση την παραδοχή ότι η IPP θα ωφεληθεί από την εξάπλωση των EPD.

7. Μεθοδολογικό Πλαίσιο για το Περιβαλλοντικό Αποτύπωμα στην Ε.Ε.

Για την εκτίμηση του Περιβαλλοντικού αποτυπώματος έχουν παρουσιασθεί και εφαρμοσθεί αρκετές μεθοδολογικές προσεγγίσεις που στο σύνολό τους σχεδόν βασίζονται στην Εκτίμηση του Κύκλου Ζωής. Σύμφωνα με την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας στον τομέα της εκτίμησης του Περιβαλλοντικού Αποτυπώματος υπάρχει ακόμη πολύ δουλειά που πρέπει να γίνει καθώς θεωρείται ένας μη ολοκληρωμένος δείκτης των επιπτώσεων της ανθρώπινης δραστηριότητας στο περιβάλλον και εκτιμάται ότι δεν συμπεριλαμβάνονται όλες τις παράμετροι, ενώ οι μετρήσεις που πραγματοποιούνται είναι σε αρκετές περιπτώσεις προσεγγιστικές και με ισχυρές κατά περίπτωση παραδοχές. Δεν είναι τυχαίο ότι αναφερόμαστε σε μια οικογένεια περιβαλλοντικών αποτυπωμάτων, στην προσπάθεια που γίνεται για την ολοκληρωμένη εκτίμηση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος.

Στο πλαίσιο της παρούσας τεχνικής μελέτης θα εστιαστούμε στο μεθοδολογικό πλαίσιο που προτείνεται από την Ε.Ε. για τον υπολογισμό του Περιβαλλοντικού Αποτυπώματος προϊόντων και Οργανισμών από την Ευρωπαϊκή Ένωση. Σύμφωνα με την Σύσταση 2013/179/EU που αφορά στην χρήση κοινών μεθόδων για την μέτρηση και επικοινωνία στην περιβαλλοντική απόδοση του κύκλου Ζωής προϊόντων και οργανισμών δίδεται αναλυτικό μεθοδολογικό πλαίσιο για την εκτίμηση δυο Δεικτών:

- α) του Περιβαλλοντικού Αποτυπώματος Προϊόντος (Product Environmental FootPrint – PEF) και
- β) του Περιβαλλοντικού Αποτυπώματος Οργανισμών (Organisational Environmental Footprint – OEF).

Η μέτρηση του Περιβαλλοντικού Αποτυπώματος Προϊόντος (PEF) αντιμετωπίζεται ως ένα πολυκριτηριακό μέτρο της περιβαλλοντικής απόδοσης ενός αγαθού ή μιας υπηρεσίας καθ' όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής του. Η σύσταση παρέχει το μεθοδολογικό πλαίσιο και καθοδήγηση για τη μοντελοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των εισροών και εκροών υλικών/ενέργειας και των εκπομπών και των αποβλήτων που σχετίζονται με ένα προϊόν καθ' όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής του.

Στη σχετική Σύσταση της Ε.Ε του official Journal of the European Union L124/Volume 56 περιγράφεται αναλυτικά το μεθοδολογικό πλαίσιο που προτείνεται από την Ευρωπαϊκή Ένωση ισχύουν τα παρακάτω:

Α) Βασίζεται στην Εκτίμηση του Κύκλου Ζωής, που έχει αναλυθεί στα προηγούμενα και στο οποίο παρέχεται μεγαλύτερη ανάλυση, τίθενται προδιαγραφές και εξειδικεύει στον τρόπο εργασίας, στις τεχνικές και στις μεθόδους υπολογισμού των επιμέρους στοιχείων που απαιτούνται για την εκτίμηση των περιβαλλοντικών αποτυπωμάτων της Οικογένειας του Αποτυπώματος

Β) Αναλύεται η μεθοδολογία και οι προδιαγραφές για την εκπόνηση των Περιβαλλοντικών Αποτυπωμάτων Προϊόντων (PEF) και των Περιβαλλοντικών Αποτυπωμάτων Οργανισμών (OEF). Στην πρώτη περίπτωση σχετίζεται με ένα προϊόν/υπηρεσίας ή ένα σύνολο συναφών προϊόντων/υπηρεσιών ενώ η δεύτερη με το περιβαλλοντικό αποτύπωμα της λειτουργίας ενός φορέα ή οργανισμού.

Γ) Για λόγους συγκρισιμότητας και προτυποποίησης του τρόπου υπολογισμού του περιβαλλοντικού αποτυπώματος για κάθε κατηγορία προϊόντος παρέχεται μεθοδολογική προσέγγιση για τον υπολογισμό των Κανόνων Κατηγορίας Περιβαλλοντικού Αποτυπώματος και Κανόνων του Κλαδικού Περιβαλλοντικού Αποτυπώματος Οργανισμών. Οι Κανόνες αποτελούν συλλογική εργασία με συμμετοχή των εμπλεκομένων οργανισμών και συλλογικών φορέων σε Επίπεδο Ευρωπαϊκής Ένωσης και ήδη έχει ολοκληρωθεί το πιλοτικό στάδιο για ορισμένες κατηγορίες προϊόντων.

Δ) Εξειδικεύει στην περίπτωση της εκτίμησης του περιβαλλοντικού αποτυπώματος πολύ-λειτουργικών συστημάτων παραγωγής όπου απαιτείται οι εισροές και εκροές να επιμεριστούν στα επιμέρους προϊόντα/υπηρεσίες.

Στόχος τη Σύστασης της Ε.Ε. είναι:

- Να υποστηρίξει τον σχεδιασμό Προϊόντων έτσι ώστε να ελαχιστοποιούνται οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις σε όλο τον κύκλο ζωής τους.
- Να προβάλλονται με διαφάνεια οι πληροφορίες που αφορούν την περιβαλλοντική απόδοση.
- Να υποστηριχθούν οι δομές που ασχολούνται με τα Περιβαλλοντικά Θέματα έχοντας ολοκληρωμένη εικόνα των περιβαλλοντικών επιπτώσεων.
- Να υπάρχει διαφάνεια των περιβαλλοντικών επιπτώσεων και να υποστηριχθούν οι σχετικές δομές.
- Να προσδιορισθεί η σημαντικότητα των περιβαλλοντικών επιπτώσεων και να τεθούν τα κριτήρια για την απόδοση σημάτων περιβαλλοντικής απόδοσης.
- Να παρέχονται κίνητρα για την βελτίωση της περιβαλλοντικής απόδοσης.

Το μεθοδολογικό πλαίσιο βασίζεται: α) στα πρότυπα ISO 14044(2006), Σχέδιο ISO/DIS 14067(2012), ISO 14025(2006), ISO 14020(2000)), β) στο ILCD (Διεθνές Σύστημα Δεδομένων Κύκλου Ζωής) Εγχειρίδιο (6); γ) στα πρότυπα οικολογικού αποτυπώματος, δ) το Πρωτόκολλο για τα Αέρια Θερμοκηπίου (WRI/WBCSD)· ε) τις γενικές αρχές για την περιβαλλοντική επικοινωνία για προϊόντα μαζικής αγοράς BPX 30-323-0 (ADEME) και στ)· στην προδιαγραφή για την αξιολόγηση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου του κύκλου ζωής αγαθών και υπηρεσιών (PAS 2050, 2011) (10).

Στα επόμενα παρουσιάζονται τα βασικά σημεία σχετικά με τον τρόπο υπολογισμού ενός PEF, καθώς και τον τρόπο δημιουργίας μεθοδολογικών απαιτήσεων για συγκεκριμένη κατηγορία προϊόντων, τους Κανόνες Περιβαλλοντικού Αποτυπώματος της Κατηγορίας του προϊόντος (Product Environmental FootPrint Category Rules - PEFCR). Οι Κανόνες Περιβαλλοντικού Αποτυπώματος Κατηγορίας Προϊόντος θεωρούνται σημείο αναφοράς για την εκτίμηση του Αποτυπώματος.

7.1 Κανόνες Περιβαλλοντικού Αποτυπώματος Κατηγορίας Προϊόντων (PEFCRS).

Οι Κανόνες Περιβαλλοντικού Αποτυπώματος Κατηγορίας Προϊόντων (PEFCRs) παρέχουν συγκεκριμένες οδηγίες για τον υπολογισμό και την αναφορά των περιβαλλοντικών επιπτώσεων στον κύκλο ζωής των προϊόντων. Ανάλογοι με τους κανόνες του PEFCR υπάρχουν στα πρότυπα όπως το ISO 14025:2006 (περιβαλλοντικές δηλώσεις τύπου III). Οι κανόνες του PEFCR εφαρμόζονται προκειμένου να αποφευχθεί η σύγχυση και να προσδιοριστούν μοναδικά οι διαδικασίες για τον Οδηγό του Περιβαλλοντικού Αποτυπώματος PEF από την Ε.Ε.. Ο λόγος της εφαρμογής των PEFCR είναι ότι τα υπάρχοντα πρότυπα που βασίζονται στον κύκλο ζωής δεν παρέχουν επαρκή εξειδίκευση για να διασφαλιστεί ότι εφαρμόζονται οι ίδιες παραδοχές, μετρήσεις και υπολογισμοί για την υποστήριξη συγκρίσιμων προϊόντων και υπηρεσιών που παρέχουν την ίδια λειτουργία. Προκειμένου να αντιμετωπιστεί αυτός ο περιορισμός, η χρήση PEFCR θα διαδραματίσει σημαντικό ρόλο στην αύξηση της αναπαραγωγιμότητας, συνάφειας και συνέπειας των μελετών PEF, και επομένως η επίτευξη συγκρισιμότητας μεταξύ PEF για την ίδια κατηγορία προϊόντων.

- Οι PEFCR υποστηρίζουν την εστίαση στις πιο σημαντικές παραμέτρους της μελέτης PEF, μειώνοντας έτσι επίσης τον χρόνο, την προσπάθεια και το κόστος για την υλοποίηση των σχετικών μελετών
- Οι PEFCRs έχουν την μορφή που τα άτομα με τεχνικό υπόβαθρο, αλλά χωρίς να προϋποθέτουν εξειδικευμένη γνώση σε περιβαλλοντικά αποτυπώματα, να μπορούν να το κατανοήσουν και να το χρησιμοποιήσουν

Οι PEFCRs περιγράφουν τον τύπο και τον τρόπο δημιουργίας των δεδομένων που θα πρέπει να συλλεχθούν για ένα προϊόν από τον κύκλο ζωής τους.

Οι κανόνες που περιλαμβάνονται στα PEFCRs υποστηρίζουν τα παρακάτω στην υλοποίηση της εκτίμησης του περιβαλλοντικού αποτυπώματος:

- Ορισμός των Στόχων και των Σκοπών της μελέτης
- Ορισμός σχετικών και των έμμεσα σχετικών κατηγοριών περιβαλλοντικών επιπτώσεων στο περιβάλλον

- Προσδιορισμός του κατάλληλου συστήματος ορίων των περιβαλλοντικών επιπτώσεων για την συγκεκριμένη ανάλυση
- Προσδιορισμός των κρίσιμων παραμέτρων και των σταδίων του κύκλου ζωής (από πλευράς περιβαλλοντικών επιπτώσεων)
- Υποστήριξη της ολοκληρωμένης αντιμετώπισης του προσδιορισμού της χρήσης των πόρων και του προσδιορισμού των εκπομπών (Εισροές – Εκροές)
- Εξειδίκευση και παροχή λύσεων στις περιπτώσεις που έχουμε να διαχειριστούμε πολύ-λειτουργικές μονάδες παραγωγής

Στις Μελέτες PEFCR θα πρέπει κατ' ελάχιστον να συμπεριλαμβάνονται :

- Ο ορισμός και η περιγραφή της κατηγορίας του προϊόντος για τον οποίο θα δημιουργηθούν οι Κανόνες της Κατηγορίας
- Ορισμός των Στόχων και των Σκοπών της Εκτίμησης του Κύκλου Ζωής σύμφωνα με το πρότυπο ISO 14040
- Περιγραφή της Ανάλυσης της Απογραφής του Κύκλου Ζωής με εστίαση στην συλλογή των Δεδομένων, στην επεξεργασία των δεδομένων και στους κανόνες καταμερισμού
- Επιλογή των δεικτών του Περιβαλλοντικού Αποτυπώματος που θα συμπεριληφθούν στην Αποτίμηση του Κύκλου Ζωής
- Περιγραφή των παραμέτρων που θα συμπεριληφθούν στις εκθέσεις της Αποτίμησης του κύκλου Ζωής
- Ο Χρόνος που υλοποιήθηκε το PEFCR
- Οι Συμμετέχοντος στην υλοποίηση του PEFCR

Είναι κρίσιμο να αναφέρουμε ότι στο PERCR χρησιμοποιείται ακριβής ορολογία για να υποδειχθούν οι απαιτήσεις στην εκτίμηση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος προϊόντος. Ειδικότερα:

● ο όρος θα "shall" χρησιμοποιείται για να υποδείξει τι είναι απαιτητό ώστε η μελέτη εκτίμησης του περιβαλλοντικού αποτυπώματος να είναι συμβατή με τους Κανόνες.

● Ο όρος θα πρέπει "should" χρησιμοποιείται για περιγράψει περισσότερο την σύσταση και όχι την απαίτηση. Σε κάθε περίπτωση που δεν υλοποιείται κάτι που χαρακτηρίζεται should απαιτείται να αιτιολογείται.

● Ο όρος μπορεί "may" χρησιμοποιείται στις περιπτώσεις που καταδεικνύεται η μη απαιτητικότητα ή η δυνατότητα της επιλογής του ή όχι. Σε κάθε περίπτωση θα πρέπει να αιτιολογείται η μη χρήση του.

Τα PEFCR υλοποιούνται σε επίπεδο κλάδου (ειδικότερα στην Ε.Ε.) και για να μπορούν να χρησιμοποιηθούν θα πρέπει:

- Να υλοποιηθούν από συλλογικούς φορείς του κλάδου και από ομάδες εργασίας που θα εξασφαλίζουν την συλλογική αποδοχή.
- Να έχει πραγματοποιηθεί επιθεώρηση και πιστοποίηση του PEFCR από εξωτερικούς φορείς.

Απαιτήσεις για την Εφαρμογή των Κανόνων Περιβαλλοντικού Αποτυπώματος Κατηγορίας Προϊόντων

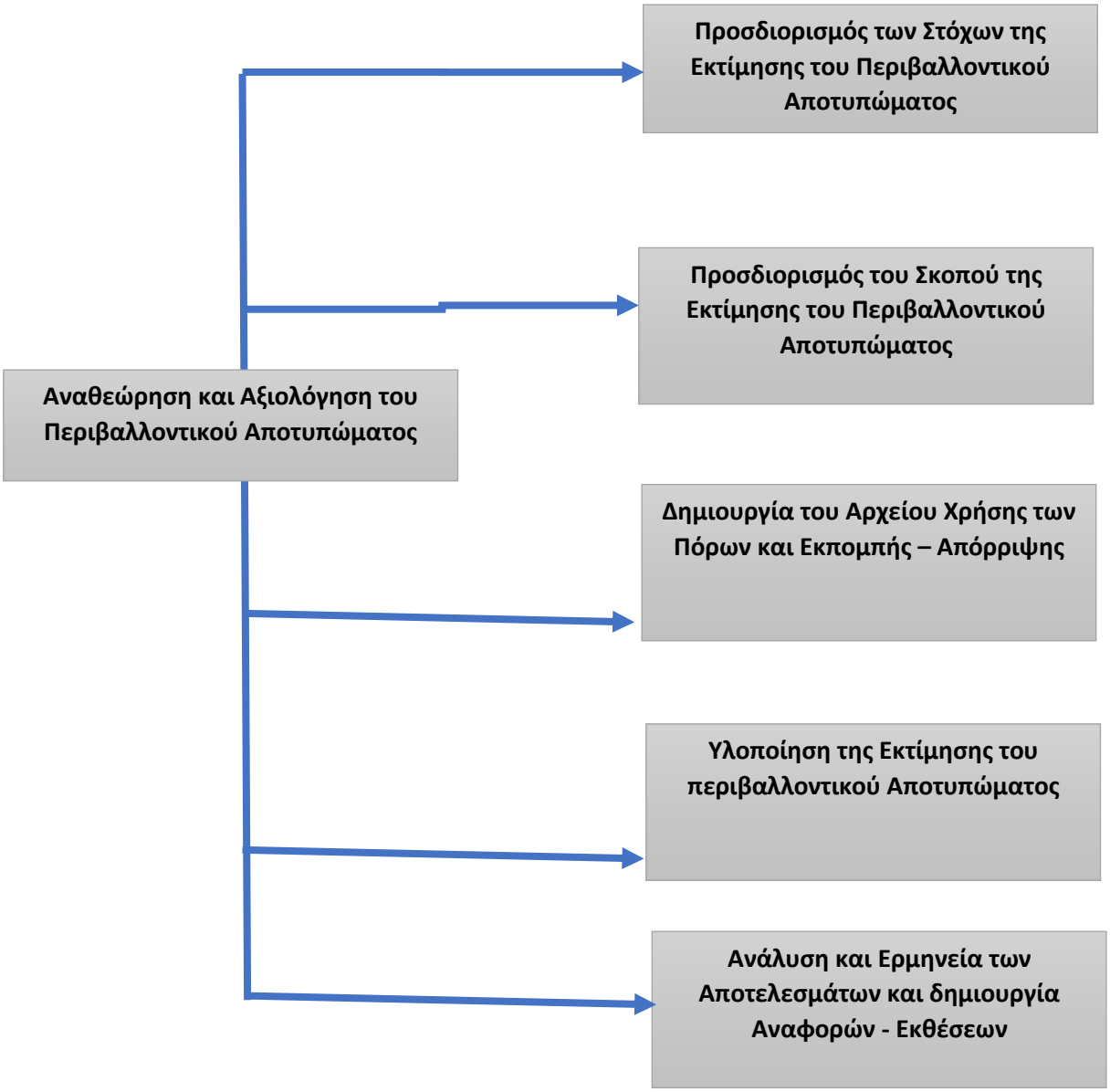
	Χρήση της PEFCR		
Σκοπός του ΠΑΠ	Κατ' επιλογή "May"	Απαιτείται "Should"	Υποχρεωτική "Shall"
Εσωτερική – Ανάπτυξη και Βελτίωση Προϊόντων	X		
Για τις B2B και B2C λειτουργίες χωρίς την απαίτηση σύγκρισης		X	
Για τις B2B και B2C λειτουργίες με την απαίτηση σύγκρισης			X
Για τις αναλύσεις που απαιτείται να είναι συμβατές με τον Οδηγό PEF	X		

Σύμφωνα με τον παραπάνω δεν είναι απαραίτητο η ύπαρξη του κανόνων για την υλοποίηση της εκτίμησης του Περιβαλλοντικού Αποτυπώματος, εφόσον δεν απαιτείται να υπάρχει η δυνατότητα σύγκρισης στον κλάδο ή την κατηγορία των προϊόντων.

7.2 Αρχές και Χαρακτηριστικά του Μεθοδολογικού πλαισίου PEF

Διαδικασίες για την Υλοποίηση της Αποτίμησης του Περιβαλλοντικού Αποτυπώματος Προϊόντος – Υπηρεσίας

Η Εκτίμηση του περιβαλλοντικού Αποτυπώματος βασίζεται στο μεθοδολογικό Πλαίσιο που προτείνεται στην Εκτίμηση του Κύκλου Ζωής . Στην Εικόνα 1 παρουσιάζονται διαγραμματικά τα βήματα



Σχήμα 7.1: Στάδια Υλοποίησης της μελέτης Εκτίμησης του περιβαλλοντικού Αποτυπώματος Προϊόντος

7.3 Στάδια και Διαδικασίες για την Υλοποίηση έργων Περιβαλλοντικού Αποτυπώματος Προϊόντων

7.3.1 Προσδιορισμός των Στόχων

Περιλαμβάνονται τα παρακάτω:

- Ο Στόχος της Εφαρμογής του PEF
- Οι λόγοι για τους οποίους πραγματοποιείται η μελέτη
- Ποιοι είναι οι εμπλεκόμενοι και ωφελούμενοι
- Αν τίθεται θέμα σύγκρισης από το κοινό
- Οι συμμετέχοντος στην υλοποίηση της Μελέτης
- Ποια είναι η διαδικασία αναθεώρησης – ανασκόπησης και εξωτερικής αξιολόγησης

7.3.2 Προσδιορισμός του Σκοπού

Στη φάση αυτή προσδιορίζεται αναλυτικά ο σκοπός τη μελέτης. Ειδικότερα περιλαμβάνονται:

Ο Μονάδες Ανάλυσης και οι Ροές Αναφοράς – Αφορά την περιγραφή (ποιοτική και ποσοτική) του κύκλου ζωής του προϊόντος-υπηρεσίας και την διάρκειά του όσον αφορά στην Μονάδα Ανάλυσης. Απαντώνται τα παρακάτω ερωτήματα:

- Τι Παράγουμε – προσφέρουμε (what?)
- Πόσα παράγουμε – προσφέρουμε (how much?)
- Το αναμενόμενο επίπεδο ποιότητας (how well?)
- Και ο χρόνος ζωής του προϊόντος (how long?)

Η ροή αναφοράς είναι η ποσότητα του προϊόντος που απαιτείται για την παροχή της καθορισμένης λειτουργίας. Όλες οι ροές εισροών και εκροών στην ανάλυση σχετίζονται ποσοτικά με αυτήν. Η ροή αναφοράς μπορεί να εκφραστεί σε άμεση σχέση με τη μονάδα ανάλυσης ή με άλλον περισσότερο προσανατολισμένο προς το προϊόν τρόπο.

7.3.3 Διεπαφές – Όρια (Περιγραφή) Συστήματος (System Boundaries)

Τα όρια του συστήματος ορίζουν ποια μέρη του κύκλου ζωής του προϊόντος και ποιες σχετικές διεργασίες ανήκουν στο σύστημα που μελετάται (δηλαδή τι απαιτείται για την εκτέλεση της λειτουργίας του, όπως ορίζεται από τη μονάδα ανάλυσης). Επομένως, το όριο (εισροές – εκροές) του συστήματος πρέπει να είναι σαφώς καθορισμένο για να αξιολογηθεί το σύστημα προϊόντος.

Για την διευκόλυνση της καταγραφής των διεπαφών και των ορίων του συστήματος χρησιμοποιούνται ειδικά μεθοδολογικά εργαλεία και απεικονίσεις όπως είναι τα Διαγράμματα Ορίων Συστήματος και τα Διαγράμματα Ροής που αξιοποιούνται στην Διοικητική Επιστήμη.

7.3.4 Κατηγορίες Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων

Στη φάση αυτή προσδιορίζονται οι κατηγορίες των Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων που θα μελετηθούν στο πλαίσιο της μελέτης όπως και ο τρόπος και η μέθοδος που θα εφαρμοσθεί για την εκτίμησή τους. Οι κατηγορίες προκύπτουν από την ανάλυση των ορίων και των διεπαφών του συστήματος. Σύμφωνα με την Σύσταση της Ε.Ε. οι κατηγορίες περιβαλλοντικών επιπτώσεων εστιάζονται στις παρακάτω, χωρίς να αποτελούν εξαντλητικό κανόνα.

Α/Α	ΠΑ Κατηγορία Επιπτώσεων	Μεθοδολογία Εκτίμησης	Δείκτης	Πηγη
1	Κλιματική Αλλαγή	Bern, Υπερθέρμανση της Γης σε ορίζοντα 100 ετών	Ισοδύναμο Kgr CO2	Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007
2	Καταστροφή του Όζοντος στην Στρατόσφαιρα	EDIP μοντέλο βασισμένο στη ODPs του Παγκόσμιου Οργανισμου Μετεορολογίας για απεριόριστο χρονικό ορίζοντα	ισοδύναμο Kgr CFC-11	WMO 1999
3	Τοξικότητα των Υδάτων (fresh Water)	UseTox Μοντέλο	CTU (Comparative Toxic Unit for ecosystems)	Rosenbaum et al., 2008
4	Τοξικότητα στους Ανθρώπους –	UseTox Μοντέλο	CTU (Comparative	Rosenbaum et al., 2008

	Επιδράσεις στις καρκινογεννέσεις		Toxic Unit for ecosystems)	
5	Τοξικότητα στους Ανθρώπους – Επιδράσεις που δεν έχουν σχέση με καρκινογεννέσεις	UseTox Μοντέλο	CTU (Comparative Toxic Unit for ecosystems)	Rosenbaum et al., 2008
6	Σωματίδια και Ανόργανες ουσίες που εισπνέονται	RiskPoll Μοντέλο	Ισοδύναμο GKgr PP2.5	Humbert, 2009
7	Ακτινοβολία Ιονισμού – Επιδράσεις στην Υγεία	Μοντέλο για την Μέτρηση των Επιδράσεων στην Ανθρώπινη Υγεία	Ισοδύναμο kg U 235 στον αέρα	Dreicer et al., 1995
8	Φωτοχημικό Φαινόμενο (Δημιουργία Όζοντος)	Μοντέλο LOTOS EUROS	Ισοδύναμο kg NMVOC	Van Zelm et al., 2008 as applied in ReCiPe
9	Οξίνιση	Accumulated Exceedance model	Ισοδύναμο mol H+	Seppälä et al.,2006; Posch et al., 2008
10	Υπερτροφισμός στο έδαφος	Accumulated Exceedance model	Ισοδύναμο mol N	Seppälä et al.,2006; Posch et al., 2008
11	Υπερτροφισμός στους υδάτινους πόρους και στην Θάλασσα	EUTREND	Υδάτινοι Πόροι Ισοδύναμο Kgr P Θαλάσσα Ισοδύναμο Kgr N	Struijs et al., 2009 as implemented in ReCiPe

12	Εξαφάνιση Πόρων – Υδάτινοι Πόροι	Swiss Ecoscarcity model	Κ.μ χρήσης ύδατος σε σχέση με την τοπική διαθεσιμότητα ή ελλειψη	Frischknecht et al., 2008
13	Εξαφάνιση Πόρων – Μέταλλα ορυκτοί πόροι	Μοντέλο CML2002	Ισοδύναμο Kgr Αντιμονίου	van Oers et al., 2002
14	Μεταβολές στο 'Εδαφος	Soil Organic Matter (SOM) model	Kgr (Ελλειμα)	Milà i Canals et al., 2007

Στον υπολογισμό του PEF μπορούν να συλλεχθούν και να ληφθούν υπόψη επιπρόσθετες πληροφορίες και δείκτες. Συνεπώς ο παραπάνω κατάλογος δεν είναι εξαντλητικός. Ενδεικτικώς αναφέρεται:

- Να υπολογισθούν οι μεταβολές στην βιοποικιλότητα
- Το Κόστος των Υλικών
- Δυνατότητα της αποσυναρμολόγησης, ανακύκλωσης, επαναφοράς, επαναχρησιμοποίησης και αποδοτικότητας των πόρων
- Χρήση επικίνδυνων αποβλήτων
- Απόρριψη επικίνδυνων και μη επικίνδυνων αποβλήτων
- Κατανάλωση Ενέργειας
- Τοπικές Περιβαλλοντικές παράμετροι

7.3.5 Παραδοχές – Περιορισμοί

Αναλύονται και περιγράφονται διεξοδικά οι παραδοχές και οι περιορισμοί που ισχύουν για την περίπτωση μελέτης. Αποτελεί κρίσιμο σημείο, διότι συσχετίζεται με την ακρίβεια και εφικτότατα της εκτίμησης του Περιβαλλοντικού Αποτυπώματος.

7.4 Σύνταξη και Απογραφή της χρήσης πόρων και εκπομπών στο Κύκλο Ζωής

Η βάση για την εκτίμηση του Περιβαλλοντικού Αποτυπώματος είναι η συλλογή και η απογραφή των πληροφορικών που αφορούν στη χρήση πόρων και στις εκπομπές –

απορρίψειw στο περιβάλλον (αέρα, υδάτινους πόρους και θαλάσσιες περιοχές, έδαφος και υπέδαφος)

Οι Εισροές – Εκροές στο Σύστημα χαρακτηρίζονται σε στοιχειώδεις και σε μη στοιχειώδεις - σύνθετες.

- Στοιχειώδεις εισροές είναι αυτές που αφορούν πόρους που εισέρχονται στο σύστημα και δεν έχει γίνει επεξεργασία από τον άνθρωπο και στοιχειώδεις εκροές είναι αυτές που εξέρχονται στο περιβάλλον και δεν τυγχάνουν περαιτέρω ανθρώπινης επεξεργασίας.
- Μη Στοιχειώδεις εισροές – εκροές είναι αυτές που εισέρχονται η εξέρχονται από το σύστημα και στις οποίες έχει γίνει επεξεργασία ή γίνεται προηγουμένως επεξεργασία από την στοιχειώδη μορφή τους (εισροές π.χ. Ηλεκτρισμός, υλικά, μεταφορές) ή γίνεται επεξεργασία για να αποκτήσουν την στοιχειώδη μορφή τους (Εκροές, πχ απόβλητα, ενδιάμεσα προϊόντα, κλπ)

Τονίζεται ότι στη διαδικασία σύνταξης και απογραφής τη χρήσης πόρων και των εκπομπών είναι απαραίτητο να γίνουν οι υπολογισμοί τόσο στις εκροές όσο και στις εισροές στη βάση των στοιχειωδών ροών (Απαίτηση).

Συνηθίζεται η δραστηριότητα αυτή να ολοκληρώνεται σε δυο βήματα

Α. Διαλογή

- Χρησιμοποιούμε τα διαθέσιμα ειδικά ή γενικά δεδομένα προκειμένου να αποτυπώσουμε το προφιλ
- Εφαρμόζουμε τις μεθόδους την εκτίμησης του Περιβαλλοντικού Αποτυπώματος.

Β. Ολοκλήρωση

- Εξετάζουμε την ποιότητα των δεδομένων που συλλέχθηκαν και εφόσον απαιτηθεί συλλέγουμε καλύτερα δεδομένα
- Κάθε μη στοιχειώδης ροή μετατρέπεται σε στοιχειώδη ροή, εφόσον αυτό δεν έχει ήδη γίνει.

Ενδείκνυται στη διαδικασία αυτή να προετοιμάσουμε σχέδιο για την διαχείριση των δεδομένων το οποίο θα περιλαμβάνει

- Περιγραφή των δεδομένων που θα συλλεχθούν
- Πηγές των Δεδομένων
- Μέθοδοι Υπολογισμού
- Μετατροπή των δεδομένων και την αποθήκευσή τους

- Έλεγχο ποιότητας και διαδικασίες αναθεώρησης της Συλλογής των Δεδομένων, της τεκμηρίωση και υπολογισμοί

Στο Περιβαλλοντικό Αποτύπωμα θα πρέπει να περιλαμβάνονται:

- Η απόκτηση των πρώτων υλών και η προ-επεξεργασία τους
- Λογιστικά και Χρηματο-οικονομικά στοιχεία που αφορούν τις αποσβέσεις
- Η Παραγωγή
- Η Διανομή των Προϊόντων και η Αποθήκευση
- Η Μεταφορά
- Το τέλος της ζωής των Προϊόντων

Εφόσον δεν υπάρχουν οι Κανόνες της Κατηγορίας για το Περιβαλλοντικό Αποτύπωμα τότε θα πρέπει να συμπεριλαμβάνονται:

- Προδιαγραφές των δεδομένων και της ερμηνείας τους
- Δεδομένα που αφορούν την περιοχή και επιπρόσθετα δεδομένα που ενδεχομένως χρειάζονται
- Οι απαιτήσεις στην ποιότητα των δεδομένων

7.4.1 Απόκτηση των Δεδομένων και αρχική επεξεργασία

Η Απόκτηση των δεδομένων βασίζεται στον κύκλο ζωής και περιλαμβάνει:

Εξόρυξη και εξαγωγή των πρώτων υλών

- Προ-επεξεργασία των εισροών υλικών για το υπο-μελέτη προϊόν (Αρχική επεξεργασία υλικών)
- Μετατροπή των ανακυκλωμένων υλικών
- Φωτοσύνθεση
- Καλλιέργεια φυτών και δένδρων
- Μεταφορές από την περιοχή εξόρυξης μέχρι την περιοχή της προ-επεξεργασίας

Πάγια Αγαθά

Περιλαμβάνονται:

- Μηχανήματα που χρησιμοποιούνται στην διαδικασία παραγωγής
- Κτήρια
- Γραφεία και Εξοπλισμός Γραφείων
- Οχήματα

- Υποδομές Μεταφορών

Παραγωγή

Περιλαμβάνονται:

- Χημική Επεξεργασία
- Βιομηχανική Παραγωγή
- Μεταφορά των ημιτελή προϊόντων κατά τη διάρκεια της παραγωγής
- Συναρμολόγηση
- Συσκευασία
- Διαχείριση Αποβλήτων
- Μετακίνηση προσωπικού
- Επαγγελματικά Ταξίδια

Διανομή και Αποθήκευση

Περιλαμβάνονται:

- Εισροές ενέργειας για τις ανάγκες αποθήκευσης
- Χρήση Ψύξης
- Οχήματα Μεταφοράς
- Καύσιμα και Ενέργεια

Χρήση

Περιλαμβάνονται:

- Χρήση και κατανάλωση του προϊόντος
- Μεταφορά στον τόπο χρήσης
- Ψύξη στο τόπο χρήσης
- Προετοιμασία για Χρήση
- Κατανάλωση πόρων κατα την χρήση
- Επισκευές και συντήρηση

Ειδικότερα όσον αφορά στις μεταφορές θα πρέπει να προσδιορίζεται:

- Ο Τρόπος της Μεταφοράς
- Ο Τύπος των Μέσων Μεταφοράς και η κατανάλωσή του
- Η Δυνατότητες μεταφοράς σε ποσότητες
- Οι περιπτώσεις της επιστροφής χωρίς να υπάρχει φορτίο
- Η απόσταση μεταφοράς
- Οι Επιπτώσεις από την μεταφορά

- Η παραγωγή του καυσίμου
- Υποδομές για την μεταφορά
- Επιπρόσθετοι πόροι και εργαλεία

Τέλος Κύκλου Ζωής

Περιλαμβάνονται:

- Συλλογή και μεταφορά των προϊόντων
- Αποσυναρμολόγηση
- Τεμαχισμός και Ταξινόμηση
- Μετατροπές σε ανακυκλωμένα
- Διαχείριση οργανικών αποβλήτων
- Απόθεση
- Υγειονομική ταφή και διαχείριση – συντήρηση
- Μεταφορά των αποβλήτων

Ηλεκτρισμός και Ενέργειας

- Απαιτείται διάκριση της ενέργειας σε σχέση με αυτήν που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές

Επιπρόσθετοι τομείς για την σύνταξη της χρήσης πόρων και το προφίλ των εκπομπών

Ενδεικτικά περιλαμβάνονται:

- Βιογενές εισροές και εκροές άνθρακα
- Αλλαγές στη Χρήση Γης
- Υπολογισμός τη παραγωγής ανανεώσιμης ενέργειας
- Υπολογισμός της προσωρινής αποθήκευσης και καθυστέρησης των εκπομπών

7.4.2 Ποιότητα των Δεδομένων

Θεωρείται κρίσιμο η μέτρηση της ποιότητας των δεδομένων που χρησιμοποιούνται για την εκτίμηση του Περιβαλλοντικού Αποτυπώματος Προϊόντος, καθώς επηρεάζουν την αξιοπιστία της εκτίμησής του.

Στην σχετική μελέτη που αφορά στο πρότυπο θα πρέπει να υποβάλλεται

- Αξιολόγηση της ποιότητας των δεδομένων,
- Σχετική τεκμηρίωση με βάση το ILCD (International Reference Life Cycle Data systems) και να χρησιμοποιείται η σχετική ονοματολογία

- Να υπάρχει εξωτερικός έλεγχος και ανασκόπηση της μελέτης.

Η ποιότητα των δεδομένων που χρησιμοποιούνται στην μέτρηση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος εξετάζεται ως προς τις παρακάτω άξονες

- Τεχνολογική Διάσταση
- Γεωγραφική Διάσταση
- Χρόνος Υλοποίησης
- Πληρότητα
- Αβεβαιότητα στις τιμές των παραμέτρων
- Καταλληλόλητα και Συνέπεια της Μεθόδου ως προς τις απαιτήσεις του πρότυπου

Για την Εκτίμηση της ποιότητας των δεδομένων εξετάζονται τα παραπάνω κριτήρια. Για την βαθμολόγηση στα κριτήρια χρησιμοποιείται πίνακας.

Για την Ποιότητα των Δεδομένων εκτιμάται ο Δείκτης DQR ό οποίος προκύπτει από την Σχέση

$$DQR = \frac{Ter + GR + TiR + C + P + M}{6}$$

Όπου

- DQRQ Δείκτης Ποιότητας Δεδομένων
- Ter: Βαθμός Ποιότητας Δεδομένων ως προς την Τεχνολογική Διάσταση
- GR : Ποιότητα Δεδομένων ως προς την Γεωγραφική Διάσταση
- TiR Ποιότητα Δεδομένων ως προς την Διάσταση του χρόνου
- C Ποιότητα Δεδομένων ως προς την Πληρότητα
- P Ποιότητα Δεδομένων ως προς την Ακρίβεια
- M Ποιότητα Δεδομένων ως προς την Καταλληλότηα της Μεθοδολογίας και την Συνέπεια στα Πρότυπα

Η βαθμολογία στα κριτήρια ακολουθεί την κλίμακα 1-5 όπου 1 αντιστοιχεί στην πολύ καλή, 2 στην καλή, 3 στην ικανοποιητική, 4 στην φτωχή και 5 στην πολύ κακή.

Σχήμα 7.3: Δεδομένα και Εκτίμηση Επιπτώσεων

7.4.3 Εξειδικευμένη Συλλογή Δεδομένων

Αφορά στην συλλογή δεδομένων που αφορούν συγκεκριμένη δραστηριότητα η υποδομή που χρησιμοποιείται στον κύκλο ζωής για το συγκεκριμένο προϊόν ή υπηρεσία. Στις πηγές των δεδομένων περιλαμβάνονται:

- Διεργασίες
- Λογαριασμοί και μεταβολές στα αποθέματα
- Μετρήσεις εκπομπών
- Σύνθεση – συναρμολόγηση των προϊόντων και απόβλητα
- Προμήθειες και Πωλήσεις

Στους κανόνες Θα πρέπει να περιγράφεται:

- Ποιες διεργασίες και ποια δεδομένα θα συλλεχθούν
- Οι απαιτήσεις – προδιαγραφές των δεδομένων
- Προσδιορισμός της συλλογής των δεδομένων για κάθε περιοχή (βαθμός κάλυψης, Τοποθεσία, Χρόνος)

7.4.4 Συλλογή Δεδομένων Γενικής Φύσης

Αφορά τη συλλογή δεδομένων τα οποία δεν υπολογίζονται άμεσα αλλά προκύπτουν από την βιβλιογραφία και τους επίσημους οργανισμούς που δημοσιεύουν στοιχεία και τα οποία θα πρέπει να είναι εστιασμένο στον κλάδο ή στους κλάδους.

Πηγές είναι:

- Βάσεις Δεδομένων Διεθνών Κυβερνητικών Οργανισμών για τον Κύκλο Ζωής
- Εθνικές Βάσεις Δεδομένων από Κυβερνητικούς Φορείς για τον Κύκλο Ζωής
- Βάσεις Δεδομένων από άλλους οργανισμούς
- Βιβλιογραφία από έγκριτα περιοδικά

Τα δεδομένα αυτά θα χρησιμοποιηθούν για την επεξεργασία που αφορά στο υπόβαθρο και σε περιπτώσεις που δεν απαιτείται να μην χρησιμοποιηθούν τα δεδομένα που συλλέγοντα άμεσα και θα πρέπει να πληρούν τις προϋποθέσεις της ποιότητας.

7.4.5 Διαχείριση των μη διαθέσιμων δεδομένων και των λοιπών μονάδων επεξεργασίας

Έλλειμα υπάρχει όταν δεν έχουμε διαθέσιμα δεδομένα που να είναι επαρκή σε μια επεξεργασία του κύκλου ζωής. Στις περισσότερες από τις περιπτώσεις αυτές υπάρχει δυνατότητα να έχουμε επαρκή σε ποιότητα και ακρίβεια δεδομένα αν προχωρήσουμε σε μια ορθολογική εκτίμησή τους. Το έλλειμα εμφανίζεται στις περιπτώσεις:

- Δεν υπάρχουν δεδομένα για μια εισροή ή εκροή
- Υπάρχουν δεδομένα για μια παρόμοια περίπτωση αλλά:
  - Έχουν δημιουργηθεί για μια άλλη περιοχή
  - Έχει χρησιμοποιηθεί διαφορετική τεχνολογία
  - Έχουν γίνει οι μετρήσεις σε άλλο χρόνο.

7.4.6 Διαχείριση Πολύ Λειτουργικών Συστημάτων Επεξεργασίας

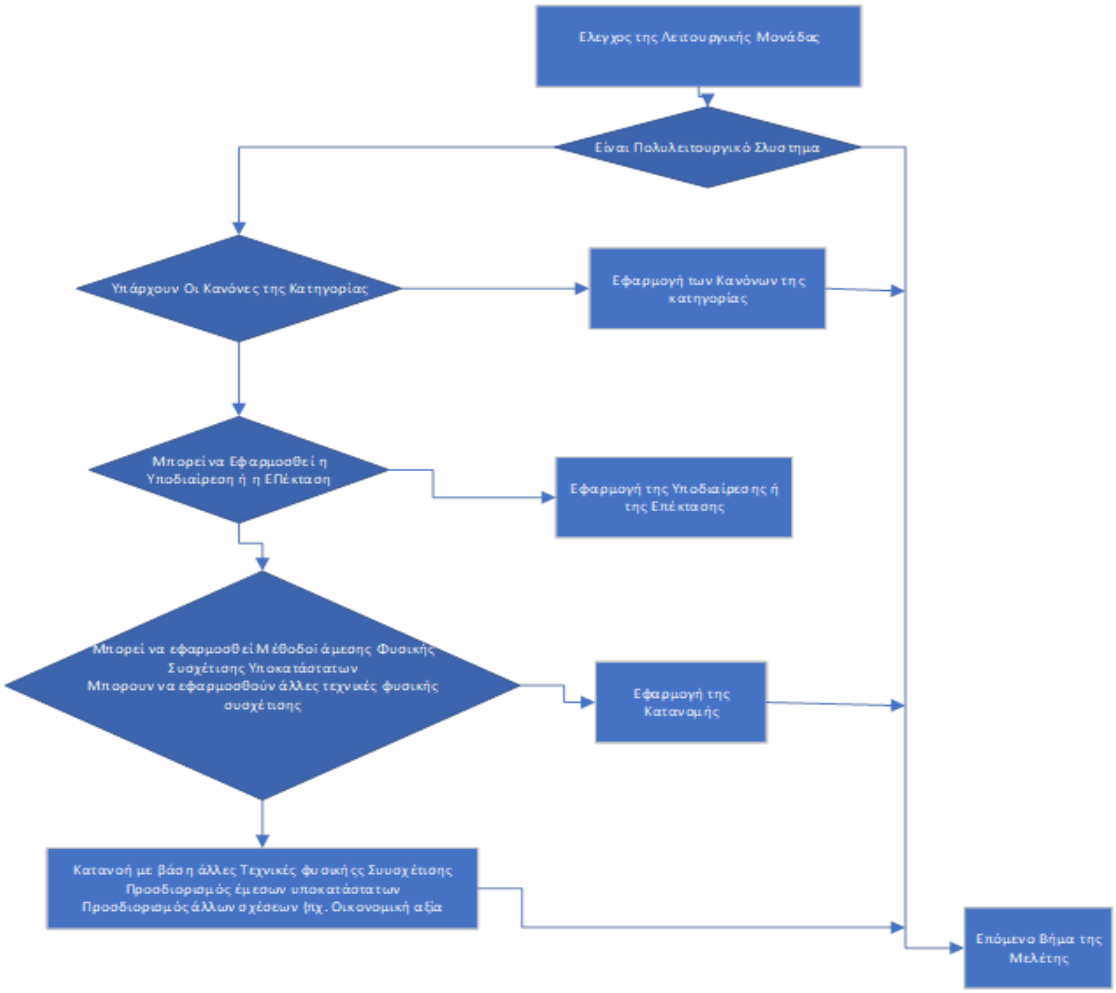
Στην περίπτωση αυτή χρησιμοποιούνται ειδικές τεχνικές για τον επιμερισμό των περιβαλλοντικών επιπτώσεις στο κύκλο ζωής των επιμέρους προϊόντων και υπηρεσιών.

Ειδικότερα για την διαχείριση των δεδομένων προτείνονται τρείς εναλλακτικές Στρατηγικές οι οποίες εφαρμόζονται ανάλογα με τη φύση του προβλήματος:

Α) Υποδιαίρεση- Εφόσον είναι εφικτό, το Πολυλειτουργικό Σύστημα Επεξεργασίας αναλύεται σε επιμέρους υποδιαιρέσεις του έτσι ώστε να είναι εφικτό να απομονωθούν οι εισροές και εκροές της κάθε διαδικασίας.

Β) Επέκταση Συστήματος – Η λειτουργική μονάδα επεκτείνεται με την ενσωμάτωση και των άλλων λειτουργικών μονάδων (προϊόντων που παράγονται) και τα δεδομένα συλλέγονται για το επεκταμένο σύστημα.

Γ) Εφαρμογή τεχνικών κατανομής με βάση την φυσική σχέση- Εφαρμόζεται όταν δεν μπορούν να εφαρμοσθούν οι άλλες δύο προσεγγίσεις. Οι Εισροές -Εκροές κατανέμονται στα επιμέρους προϊόντα (λειτουργικές μονάδες) ορθολογικών τεκμηριωμένα με βάση την φυσική τους σχέση και εξάρτηση.


Ελεγχος της Λειτουργικής Μονάδας
Είναι Πολυλειτουργικό Σλυστημα
Υπάρχουν Οι Κανόνες της Κατηγορίας
Εφαρμογή των Κανόνων της κατηγορίας
Μπορεί να Εφαρμοσθεί η Υποδιαίρεση ή η Επέκταση
Εφαρμογή της Υποδιαίρεσης ή της Επέκτασης
Μπορεί να εφαρμοσθεί Μέθοδοί άμεσης Φυσικής Συσχέτισης Υποκατάστατων
Μπορουν να εφαρμοσθούν άλλες τεχνικές φυσικής συσχέτισης
Εφαρμογή της Κατανομής
Κατανοή με βάση άλλες Τεχνικές φυσικής Συυσχέτισης
Προσδιορισμός έμεσων υποκατάστατων
Προσδιορισμός άλλων σχέσεων (πχ. Οικονομική αξία
Επόμενο Βήμα της Μελέτης

Εικόνα 7.3. Δένδρο Αποφάσεων για την Διαχείριση Πολυλειτουργικών Συστημάτων

7.5 Εκτίμηση των περιβαλλοντικών Επιπτώσεων Αποτυπώματος

Ακολουθεί την Διαδικασία απογραφής της χρήσης πόρων και του προφίλ των εκπομπών και εστιάζεται στην εκτίμηση της περιβαλλοντικής απόδοσης του προϊόντος ή της υπηρεσίας. Περιλαμβάνει δυο υποχρεωτικά βήματα και δυο προαιρετικά.

7.5.1 Κατηγοριοποίηση και Χαρακτηρισμός (Υποχρεωτικό)

- **Κατηγοριοποίηση**

Κάθε εισροή ή εκροή που έχει καταγραφεί στην Χρήση Πόρων και Προφίλ Εκπομπών αντιστοιχίζεται στην αντίστοιχη κατηγορία περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Τονίζεται ότι τα δεδομένα θα πρέπει να εκφραστούν στην αντίστοιχη μονάδα μέτρησης ισοδύναμου που χρησιμοποιείται για την κάθε κατηγορία επιπτώσεων. Οι κατηγορίες Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων έχουν παρουσιαστεί σε προηγουμενες ενότητες όπως επίσης και οι μονάδες μέτρησης και τα Περιβαλλοντικά όρια.

- **Χαρακτηρισμός**

Στον Χαρακτηρισμό υπολογίζεται ο βαθμός που κάθε κατηγοριοποιημένη εισροή ή εκροή συμμετέχει στην αντίστοιχη κατηγορία περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Στον χαρακτηρισμό πολλαπλασιάζεται η τιμή της χρήσης πόρων ή του προφίλ εκπομπών με τον αντίστοιχο παράγοντα χαρακτηρισμού του. Για κάθε κατηγορία περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Οι δείκτες χαρακτηρισμού είναι συγκεκριμένοι για κάθε ουσία ή πόρο. Και αντιπροσωπεύουν τον βαθμό που επηρεάζει την κατηγορία περιβαλλοντικών επιπτώσεων αποτιμημένα με μια κοινή ουσία αναφοράς. Για παράδειγμα στις εκπομπές αερίων που επηρεάζουν την κλιματική αλλαγή σταθμίζονται ως προς την ένταση των επιπτώσεων με ουσία αναφοράς το διοξείδιο του άνθρακα. Με αυτόν τον τρόπο μπορούν να συνυπολογίζονται όλα με βάση μια ισοδύναμη ουσία.

Συνεπώς για κάθε εισροή – εκροή αντιστοιχίζονται συντελεστές χαρακτηρισμού που εκφράζουν τη συμμετοχή ανά μονάδα εισροής-εκροής στην κατηγορία της περιβαλλοντικής επίπτωσης. Οι συντελεστές είναι διαθέσιμοι στην διεύθυνση http://lct.jrc.ec.europa.eu/assessment/projects. Στη συνέχεια τα αποτελέσματα της στάθμισης των ποσοτήτων εισροών – εκροών με τους συντελεστές χαρακτηρισμού προστίθενται για κάθε κατηγορία περιβαλλοντικής επίπτωσης προκειμένου να υπολογιστεί ένα δείκτης που εκφράζεται στη συγκεκριμένη μονάδα αναφοράς.

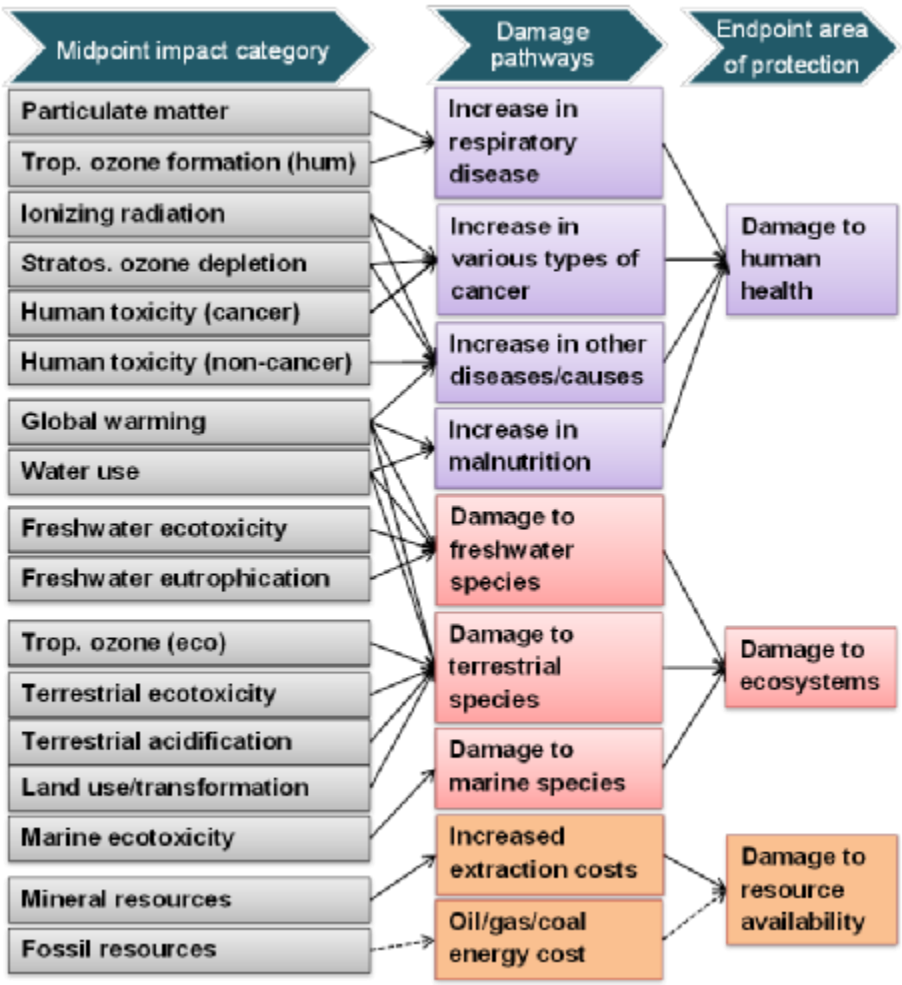
Σε περίπτωση που δεν είναι διαθέσιμοι οι συντελεστές χαρακτηρισμού για κάποιο υλικό εισροής-εκροής τότε μπορούν να χρησιμοποιηθούν άλλες προσεγγίσεις και τεχνικές οι οποίες θα είναι επιστημονικά και τεχνικά τεκμηριωμένες.

Οι Συντελεστές χαρακτηρισμού υπολογίζονται με βάση δυο τρόπους α) MidPint Levvel, b) EndPoint Level.

Στην MidPoint Level ο υπολογισμός των συντελεστών εστιάζεται σε κάθε μια περιβαλλοντική επίπτωση ενώ στον EndPoint Level ο εστιασμός είναι στις τρείς σύνθετες και κυρίαρχες επιπτώσεις α) Ανθρώπινη Υγεία, β) Οικοσύστημα, γ) Διαθεσιμότητα Πόρων.

Η περισσότερο χρησιμοποιούμενη μέθοδος για την εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων η ReCiPe η οποία δημιουργήθηκε από RIVM, CML , PRé Consultants, Radboud Universiteit Nijmegen and CE Delft. Έχουν αναπτυχθει πολλέςπαραλλαγές της Μεθόδου ReCiPe.

Στο παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζονται οι σχέσεις μεταξύ του MidPoint kai toy ΕνδΠοιντ τρόπου υπολογισμού των τιμών των περιβαλλοντικών επιπτώσεων.



Εικόνα 7.4:

7.5.2 Κανονικοποίηση και Στάθμιση (Συστήνονται /Προαιρετικοι)

Κανονικοποίηση: Τα αποτελέσματα της ανάλυσης επιπτώσεων πολλαπλασιάζονται με συντελεστές κανονικοποίησης προκειμένου να παρέχεται η δυνατότητα τα αποτελέσματα να είναι συγκρίσιμα ως προς την συμμετοχή τους στο Περιβαλλοντικό Αποτύπωμα με βάση τις μονάδες αναφοράς.

Για την κανονικοποίηση η Ε.Ε. μέσω της μελέτης του Joint Research Center προτείνει τους παρακάτω συντελεστές.

No	Impact Category	Unit	Domestic	Normalisation Factor per Person	Overal Robustness
1	Climate Change	Eq. Kgr CO2	4.6E+12	9.22E+3	Very High
2	Ozon Depletion	Eq. Kgr CFC-11	1.08E+7	2.16E-02	Medium
3	Ecotoxicityfor aquatic fresh water	CTUe	4.36E+12	8.74E+03	Low
4	Human Toxicity – Cancer effects	CTUH	1.84E+04	3.69E-05	Low
5	Human Toxicity – Non Cancer Effects	CTUH	2.66E+05	5.33E-04	Low
6	Particulate Matter/Respiratory Inorganics	Eq. GKgr PP2.5	1.90E+09	3.80E+00	Very High
7	Ionising Radiation – human health effects	Eq. kg U 235 to air	5.64E+11	1.13E+03	Medium
8	Photochemical Ozoe formation	Eq kg NMVOC	1.58E+10	3.17E+01	Medium
9	Acidification	Eq. mol H+	2.36E+10	4.73E+01	high
10	Eutrophication – terrestrial	Eq. mol N	8.76E+10	1.76E+02	Medium
11	Eutrophication – aquatic	Fresh Water eq. Kgr P Sea Water Eq. Kgr N	7.41E+08	1.48E+00	Medium to Low
12	Resources Depletion - Water	M3 water Eq.	4.06E+10	8.14E+01	Medium to Low
13	Resource Depletion – Mineral, Fossil	Kgr Sb Eq.	5.03E+07	1.01E-01	Medium
14	Land Transformation	Kgr C Deficit	3.74E+13	7.48E+04	Medium

Στάθμιση: Τα κανονικοποιημένα αποτελέσματα της ανάλυσης επιπτώσεων σταθμίζονται με βαρύτητες προκειμένου να έχουμε έναν δείκτη που να αποτυπώνει το σύνολο των περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Η στάθμιση επιτρέπει να τεθούν προτεραιότητες στις επιμέρους κατηγορίες περιβαλλοντικών επιπτώσεων οι οποίες εξαρτώνται από τον Σκοπό

και τους Στόχους της εφαρμογής του περιβαλλοντικού Αποτυπώματος. Το Joint research Center της Ε.Ε. έχει προτείνει (όχι δεσμευτικά) συγκεκριμένους συντελεστές στάθμισης που προέκυψαν από την εφαρμογή πολυκριτήριων προσεγγίσεων, στο πλαίσιο τεχνικής μελέτης με πολλούς συμμετέχοντες στον προσδιορισμό των βαρυτήτων.

No	Impact Category	Aggregating Weighting Set	Robustness Factor	Intermediate Coefficient	Final Weighting Factor
1	Climate Change	12.9	0.87	11.18	21.06
2	Ozon Depletion	5.58	0.60	3.35	6.31
3	Ecotoxicityfor aquatic fresh water	6.12	0.17	1.02	1.92
4	Human Toxicity – Cancer effects	6.8	0.17	1.13	2.13
5	Human Toxicity – Non Cancer Effects	5.88	0.17	0.98	1.84
6	Particulate Matter/Respiratory Inorganics	5.49	0.87	4.76	8.96
7	Ionising Radiation – human health effects	5.7	0.47	2.66	5.01
8	Photochemical Ozoe formation	4.76	0.53	2.54	4.78
9	Acidification	4.94	0.67	3.29	6.20
10	Eutrophication – terrestrial	2.95	0.67	1.97	3.71
11	Eutrophication – aquatic	6.13	0.5	3.07	4.76
12	Resources Depletion - Water	9.69	0.47	4.52	8.51
13	Resource Depletion – Mineral, Fossil	6.68	0.6	4.01	7.55
14	Land Transformation	9.04	0.47	4.22	7.94

7.6 Ερμηνεία του περιβαλλοντικού Αποτυπώματος

Η Διαδικασία αυτή αποσκοπεί:

- Στον προσδιορισμό του βαθμού που επιτυγχάνονται οι στόχοι της μελέτης σε σχέση με τους σκοπούς που έχουν τεθεί

- Να εξαχθούν συμπεράσματα και συστάσεις από την ανάλυση και να ληφθούν αποφάσεις για την αναβάθμιση της περιβαλλοντικής συμπεριφοράς.

Τα μεθοδολογικά εργαλεία για την ερμηνεία των αποτελεσμάτων περιλαμβάνουν:

Έλεγχος του Βαθμού Ολοκλήρωσης: Αξιολόγηση των δεδομένων της χρήσης πόρων και του προφίλ εκπομπών, τα όρια του συστήματος και τα κριτήρια ποιότητας. Σε αυτό το πλαίσιο ελέγχεται ο βαθμός που καλύφθηκαν οι διεργασίες του κύκλου ζωής και οι εισροές – εκgροές.

Ανάλυση Ευαισθησίας: Στην ανάλυση ευαισθησίας εκτιμάται ο βαθμός ορθολογικότητας και αξιοπιστίας των αποτελεσμάτων της μεθοδολογίας επεξεργασίας που ακολουθήθηκε σε σχέση με άλλες εναλλακτικές. Η ανάλυση ευαισθησίας πραγματοποιείται σε όλα τα στάδια του μεθοδολογικού πλαισίου της Εκτίμησης του περιβαλλοντικού Αποτυπώματος

Έλεγχος Συνέπειας: Ελέγχεται ο βαθμός συνέπειας των παραδοχών που έχουν γίνει, των μεθόδων και της ποιότητας των δεδομένων που έχουν εφαρμοσθεί σε όλα τα στάδια της μελέτης.

Ο έλεγχος της Ευρωστίας της μελέτης εκτίμησης του Αποτυπώματος σε σχέση με τους σκοπούς και του στόχους της μελέτης εστιάζεται στον προσδιορισμό των αδύνατων σημείων της ανάλυσης που έχει πραγματοποιηθεί. Στοιχεία που ελέγχονται είναι συγκεκριμένες φάσεις του κύκλου ζωής και εισροές – εκροές υλικών και ενέργειας σε κάθε στάδιο η επεξεργασία. Ο προσδιορισμός και ο έλεγχος των αδύνατων σημείων πραγματοποιείται μέσα από διαδικασίες ανασκόπησης και ελέγχου των αποτελεσμάτων της μελέτης.

7.6.1 Εκτίμηση Αβεβαιότητας

Η εκτίμηση της Αβεβαιότητας στο Μοντέλο της Εκτίμησης του Περιβαλλοντικού αποτυπώματος διακρίνεται σε δυο επιμέρους κατηγορίες

- Στις Στοχαστικές αβεβαιότητες που συνοδεύουν την διαδικασία Χρήσης Πόρων και Προφίλ Εκπομπών, όπου απαιτείται να χρησιμοποιηθούν μέσες τιμές και μέτρα διασποράς για ορισμένες από τις παραμέτρους και να προσδιορισθούν οι κατανομές πιθανοτήτων. Για τον λόγο αυτό απαιτείται να μετρηθεί η αβεβαιότητα με την εφαρμογή του καταλληλότερου στατιστικού μοντέλου.
- Αβεβαιότητα που σχετίζεται με τις επιλογές αναφορικά με τα μεθοδολογικά πλαίσια που χρησιμοποιούνται, τα όρια του συστήματος, την διαδικασία

κατανομής στις κατηγορίες περιβαλλοντικών επιπτώσεων και ενδεχομένως παραδοχές που γίνονται στο πλαίσιο της μελέτης.

Στην εκτίμηση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος απαιτείται να υπάρχει τουλάχιστον ποιοτική ανάλυση της αβεβαιότητας των αποτελεσμάτων που να περιλαμβάνει τις παραπάνω δυο περιπτώσεις αβεβαιότητας.

7.6.2 Συμπεράσματα, Συστάσεις και Περιορισμοί

Η δομή και η μορφή των συμπερασμάτων, των συστάσεων και των Περιορισμών εξαρτάται από του σκοπούς της μελέτης και ειδικά για αυτούς στους οποίους απευθύνεται η μελέτη. Οι Συστάσεις αναφέρονται σε προτάσεις για την βελτίωσης της περιβαλλοντικής συμπεριφοράς της παραγωγής, όπως για παράδειγμα η αξιοποίηση τεχνολογιών καθαρότερων προς το περιβάλλον ή την εφαρμογή συστημάτων διαχείρισης περιβάλλοντος κ.α΄.

7.6.3 Αναφορές του Περιβαλλοντικού Αποτυπώματος

Οι αναφορές που απαιτούνται για την ολοκλήρωση της μελέτης Εκτίμησης του περιβαλλοντικού Αποτυπώματος είναι:

Α) Μέρος 1^{ο}: Επιτελική Σύνοψη

Περιλαμβάνονται

- Τα βασικά στοιχεία το Στόχου και των Σκοπών της μελέτης συμπεριλαμβανομένων των παραδοχών και των περιορισμών
- Περιγραφή των ορίων του συστήματος
- Τα κύρια Αποτελέσματα της Ανάλυσης Χρήσης Πόρων και του Προφιλ Εκπομπών
- Οι Περιβαλλοντικές Βελτιώσεις που ενδεχομένως έχουν γίνει παλαιότερα
- Συνοπτική Ανάλυση της Ποιότητας των Δεδομένων
- Περιγραφή των επιτευγμάτων, των συμπερασμάτων και των συστάσεων που έχουν προκύψει όσον το δυνατόν διεξοδικά.

Μέρος 2^{ο}: Η Αναλυτική Αναφορά

Περιλαμβάνει:

<u>Ενότητα 2.1: Στόχος της Μελέτης</u>

Τα περιεχόμενα της μελέτης θα *πρέπει* να καλύπτουν τουλάχιστον:

- Η αίτηση
- Μεθοδολογικοί περιορισμοί ή περιορισμοί κατηγορίας επιπτώσεων
- Λόγοι για τη διεξαγωγή της μελέτης·
- Σε ποιους απευθύνεται
- Τι θα πρπεπει να δημοσιοποιηθεί
- Αναφορά στους Κανόνες Κατηγορίας του Περιβαλλοντικού Αποτυπώματος Προϊόντος
- Ο Υπεύθυνος της Μελέτης.

Ενότητα 2.2 Σκοποί της Μελέτης

Τα περιεχόμενα της μελέτης θα *πρέπει* να καλύπτουν τουλάχιστον:

- Μονάδα ανάλυσης και ροή αναφοράς.
- Όρια του συστήματος, συμπεριλαμβανομένων των ενδεχόμενων παραλείψεων σταδίων του κύκλου ζωής, των διεργασιών και των απαιτήσεων δεδομένων, την ποσοτικοποίηση εισροών και εκροών ενέργειας και υλικών, τις υποθέσεις σχετικά με την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, τη χρήση και τα στάδια του τέλους ζωής.
- Οι παραδοχές και οι λόγοι για τις παραδοχές
- Η αντιπροσωπευτικότητα και καταλληλόλητα δεδομένων όπως και οι τύποι/πηγές των απαιτούμενων δεδομένων.
- Κατηγορίες, μοντέλα και δείκτες επιπτώσεων του Περιβαλλοντικού Αποτυπώματος·
- Οι συντελεστές κανονικοποίησης και στάθμισης (εάν χρησιμοποιούνται).
- Αντιμετώπιση τυχόν προβλημάτων στην περίπτωση της μελέτης πολλαπλών λειτουργικών μονάδων.

Ενότητα 2.3 Εκπόνηση και απογραφή της χρήσης πόρων και του προφιλ εκπομπών

Τα περιεχόμενα της μελέτης θα *πρέπει* να καλύπτουν τουλάχιστον

- Περιγραφή και τεκμηρίωση όλων των δεδομένων διεργασίας μονάδας που συλλέγονται.
- Διαδικασίες συλλογής δεδομένων.
- Πηγές και βιβλιογραφία.
- Πληροφορίες για τυχόν σενάρια χρήσης και τέλους ζωής που αφορά στα μεταγενέστερα στάδια·
- Διαδικασίες υπολογισμών·
- Επικύρωση δεδομένων, συμπεριλαμβανομένης της τεκμηρίωσης και αιτιολόγησης των διαδικασιών κατανομής·
- Την ανάλυση ευαισθησίας

Ενότητα 2.4 Υπολογισμός των Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων

Τα περιεχόμενα της μελέτης θα *πρέπει* να καλύπτουν τουλάχιστον

- Την διαδικασία εκτίμησης των επιπτώσεων EF, οι υπολογισμοί και τα αποτελέσματα της μελέτης.
- Οι περιορισμοί στα αποτελέσματα σε σχέση με τον καθορισμένο στόχο και το πεδίο εφαρμογής της μελέτης
- Η σχέση των αποτελεσμάτων της αξιολόγησης επιπτώσεων του EF με τον καθορισμένο στόχο και πεδίο εφαρμογής.
- Σε περίπτωση εξαίρεσης σε μια ή περισσότερες από τις προεπιλεγμένες κατηγορίες επιπτώσεων, πρέπει να αναφέρεται η αιτιολόγηση της(των) εξαίρεσης.
- Εάν έχει γίνει οποιαδήποτε απόκλιση από τις προεπιλεγμένες μεθόδους εκτίμησης επιπτώσεων (η οποία θα αιτιολογείται και θα περιλαμβάνεται στις πρόσθετες περιβαλλοντικές πληροφορίες), τότε θα πρέπει να περιλαμβάνονται επίσης: —
    - Να Εξετάζονται κατηγορίες επιπτώσεων και δείκτες κατηγοριών επιπτώσεων, συμπεριλαμβανομένου του σκεπτικού για την επιλογή τους και αναφοράς στην πηγή τους.
    - Περιγραφή ή αναφορά σε όλα τα μοντέλα χαρακτηρισμού, τους παράγοντες χαρακτηρισμού και τις μεθόδους που χρησιμοποιούνται, συμπεριλαμβανομένων όλων των υποθέσεων και περιορισμών·
    - Περιγραφή ή αναφορά σε όλες τις επιλογές τιμών που χρησιμοποιούνται σε σχέση με τις κατηγορίες επιπτώσεων, τα μοντέλα χαρακτηρισμού, τους παράγοντες χαρακτηρισμού, την κανονικοποίηση, την ομαδοποίηση, τη στάθμιση και αιτιολόγηση για τη χρήση τους και την επιρροή τους στα αποτελέσματα, τα συμπεράσματα και τις συστάσεις.
    - Δήλωση και αιτιολόγηση οποιασδήποτε ομαδοποίησης των κατηγοριών επιπτώσεων.
    - Οποιαδήποτε ανάλυση των αποτελεσμάτων του δείκτη όπως η ανάλυση ευαισθησίας και η ανάλυση αβεβαιότητας ·
- Πρόσθετες περιβαλλοντικές πληροφορίες, εάν υπάρχουν·
- Πληροφορίες για την αποθήκευση άνθρακα σε προϊόντα.
- Πληροφορίες για εκπομπές που εμφανίζονται με καθυστέρηση.
- δεδομένα και αποτελέσματα δεικτών που υπολογίσθηκαν πριν από οποιαδήποτε κανονικοποίηση·
- Οι παράγοντες και αποτελέσματα κανονικοποίησης και στάθμισης.

Ενότητα 2.5 Ερμηνεία των Αποτελεσμάτων

Υποχρεωτικά θα περιλαμβάνονται:

- Αξιολόγηση της ποιότητας των δεδομένων.

- Πλήρης διαφάνεια των επιλογών, του σκεπτικού και των κρίσεων των εμπειρογνωμόνων.
- Προσδιορισμός περιβαλλοντικών αδύνατων σημείων
- Αβεβαιότητα (τουλάχιστον ποιοτική περιγραφή).
- Συμπεράσματα, συστάσεις, περιορισμοί και δυνατότητες βελτίωσης..

Μέρος 3ο: Παραρτήματα

Περιλαμβάνονται:

- Ανάλυση των παραδοχών,
- Έκθεση αξιολόγησης. Συμπεριλαμβάνονται και τα στοιχεία των αξιολογητών, οι Απαντήσεις στις Συστάσεις των Αξιολογητών
- Χρήση πόρων και προφίλ εκπομπών
- Τα προσόντα και οι προδιαγραφές των κριτών – αξιολογητών και τα κριτήρια επιλογή τους

Μέρος 4ο: Εμπιστευτική Αναφορά

Η Εμπιστευτική Αναφορά είναι προαιρετική που περιέχει όλα εκείνα τα δεδομένα (συμπεριλαμβανομένων των πρωτογενών δεδομένων) και τις πληροφορίες που είναι εμπιστευτικές και δεν μπορούν να δημοσιοποιηθούν εξωτερικά. Διατίθεται εμπιστευτικά στους αξιολογητές.

7.7 ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ – ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Η ανασκόπηση και αξιολόγηση είναι απαραίτητη για τη διασφάλιση της αξιοπιστίας των αποτελεσμάτων του PEF και για τη βελτίωση της ποιότητας της μελέτης.

Οι μελέτες PEF εξετάζονται κριτικά προκειμένου να διασφαλιστεί ότι:

- Οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για τη διεξαγωγή της μελέτης PEF είναι συνεπείς με αυτόν τον Οδηγό PEF. — Οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για τη διεξαγωγή της μελέτης PEF είναι επιστημονικά και τεχνικά έγκυρες.
- Τα δεδομένα που χρησιμοποιούνται είναι κατάλληλα, εύλογα και πληρούν τις καθορισμένες απαιτήσεις ποιότητας
- Η ερμηνεία των αποτελεσμάτων αντικατοπτρίζει τους περιορισμούς που εντοπίστηκαν.
- Η έκθεση της μελέτης είναι διαφανής, ακριβής και συνεπής.

Προτείνεται η εξωτερική αξιολόγηση από εξωτερικό φορέα προκειμένου να διασφαλισθεί η αντικειμενικότητα και η διασφάλιση της ποιότητας.

Για την επιλογή των Εξωτερικών Αξιολογητών προτείνονται τα παρακάτω κριτήρια και μοντέλο βαθμολόγησης ανά κριτήριο.

Ι. Επισκόπηση, Αξιολόγηση και Έλεγχος Συστημάτων Ποιότητα

Α) Έτη Εμπειρίας

Έτη Εμπειρίας	0-2	3-4	5-8	9-14	>14
Βαθμός	0	1	2	3	4

Β) Αριθμός Έργων που συμμετείχε (Επισκόπηση, Αξιολόγηση, Έλεγχος Συστημάτων Ποιότητας

Αριθμός Έργων	0-2	3-5	6-15	16-30	>30
Βαθμός	0	1	2	3	4

II. Μεθοδολογία και Πρακτική της Ανάλυσης Κύκλου Ζωής

Α) Έτη Εμπειρίας

Έτη Εμπειρίας	0-2	3-4	5-8	9-14	>14
Βαθμός	0	1	2	3	4

Β) Εμπειρία στη συμμετοχή αντίστοιχων έργων

Αριθμός Έργων	0-4	5-8	9-15	16-30	>30
Βαθμός	0	1	2	3	4

III. Τεχνολογία και λοιπές δραστηριότητες συναφής με PEF στον Ιδιωτικό Τομέα

Ετη Προϋπηρεσίας σε έργα στον Ιδιωτικό και Δημόσιο Τομέα

Έτη εμπειρίας στον Ιδιωτικό Τομέα	0-2 (τα τελευταία 10 έτη)	3-5 (τα τελευταία 10 έτη)	6-10 (τα τελευταία 20 έτη)	11-20	>20
Έτη εμπειρίας στον Δημόσιο Τομέα	0-2 (τα τελευταία 10 έτη)	3-5 (τα τελευταία 10 έτη)	6-10 (τα τελευταία 20 έτη)	11-20	>20
Βαθμός	0	1	2	3	4

IV. Επιπρόσθετα κριτήρια που σχετίζονται με τις διαδικασίες ελέγχου, πιστοποίηση και ανασκόπησης.

8. Ειδικό Λογισμικό και Βάσεις Δεδομένων για την Υποστήριξη της Εκτίμησης του Περιβαλλοντικού Αποτυπώματος

Για την Ανάλυση του κύκλου Ζωής και την εφαρμογή της Μεθοδολογικής Προσέγγισης έχουν αναπτυχθεί και είναι διαθέσιμα συγκεκριμένα συστήματα λογισμικού. Επιπρόσθετα σε Βάσεις Δεδομένων διατίθενται σημαντικά στοιχεία που μπορούν να αξιοποιηθούν άμεσα για την υλοποίηση των Μελετών. Ενδεικτικώς αναφέρουμε ορισμένα από τα λογισμικά – πλατφόρμες τα οποία θεωρούμε κρίσιμα.

1. OPENLCA

Το OpenLCA είναι ελεύθερο λογισμικό (Πλατφόρμα) που έχει αναπτυχθεί από κοινότητα ανοικτού κώδικα και το διαχειρίται η GREENDATA με έδρα το Βερολίνο. Στόχος της Ομάδας που ανέπτυξε το λογισμικό είναι να δημιουργηθεί ένα αξιόπιστο αρθρωτό λογισμικό που να υποστηρίζει την αξιολόγηση της βιωσιμότητας και την μοντελοποίηση του Κύκλου Ζωής. Το λογισμικό έχει βασισθεί στα πρότυπα ISO 14040 και ISO 14044.

Ιστοσελίδα: https://www.oneclicklca.com/

2. ONECLICK

Το λογισμικό OneClick έχει αναπτυχθεί ο Ιδιωτική Εταιρεία που εδρεύει στο Ελσίνκι (Νορβηγία), είναι διαδεδομένο και χρησιμοποιείται ευρύτατα για την Μοντελοποίηση του Κύκλου Ζωής και για τις υποστήριξη των Δηλώσεων Περιβαλλοντικού Αποτυπώματος. Η σχετική Πλατφόρμα περιλαμβάνει που ενημερωτικό υλικό και μετέλτες περίπτωσης για την Ανάλυση του Κ'ύκλου Ζωής και την εκτίμηση του Περιβαλλοντικού Αποτυπώματος.

Ιστοελίδα: https://www.oneclicklca.com/

3. GABI

Η Πλατφόρμα GABI έχει αναπτυχθεί από της εταιρεία λογισμικού SFAIRA που εξειδικεύεται στην ανάπτυξη συστημάτν στο χώρο του περιβάλλοντος, της υγείας . της ασφάλειας και της διαχείρισης κινδύνου. Καλύπτει τα ίδια με τις δυο προηγούμενες πλατφόρμες

4. SIMAPRO

Η πλατφόρμα SIMAPRO έχει αναπτυχθεί από την εξειδικευμένη εταιρεία πληροφορικής για το περιβάλλον Ecochain. Η πλατφόρμα βασίζεται στην υποστήριξη της υλοποίησης της Ανάλυσης του Κύκλου Ζωής και περιλαμβάνει δυο επιμέρους υποσυστήματα το α) MOBIUS που χρησιμοποιείται για την εκτίμηση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος ενός προϊόντος και το b) HELIX που μπορεί να υποστηρίξει τον υπολογισμό του περιβαλλοντικού αποτυπώματος χαρτοφυλακίου προϊόντων ή της Παραγωγής. Η Ecochain έχει έδρα στο Άμστερνταμ (Ολλανδία).

Ιστοσελίδα: https://ecochain.com/solutions/

Βιβλιογραφία

Abrahao, R. and M. Carvalho (2017), Environmental Impacts of the Red Ceramics Industry in Northeast Brazil, International Journal of Emerging Research in Management &Technology ISSN: 2278-9359 (Volume-6, Issue-8)

Alexakis D., Tsakiris G. (2010) Drought impacts on karstic spring annual water potential. Application on Almyros (Heraklion Crete) brackish spring. Desalination and Water Treatment, 16:1-9, https://doi.org/10.5004/dwt.2010.1065

Allan, J.A., 1998. Virtual water: a strategic resource global solutions to regional deficits. Ground Water 36 (4), 545–546.

Allen, M.R., Dube, O.P., Solecki, W., Arag_on-Durand, F., Cramer, W., Humphreys, S., Kainuma, M., Kala, J., Mahowald, N., Mulugetta, Y., Perez, R., Wairiu, M., Zickfeld, K., (2018). Framing and context. In: Masson-Delmotte, V., Zhai, P., P€ortner, H.-O., Roberts, D., Skea, J., Shukla, P.R., Pirani, A., Moufouma-Okia, W., P_ean, C., Pidcock, R., Connors, S., Matthews, J.B.R., Chen, Y., Zhou, X., Gomis, M.I., Lonnoy, E., Maycock, T., Tignor, M., Waterfield, T. (Eds.), Global Warming of 1.5_C. An IPCC Special Report on the Impacts of Global Warming of 1.5_C above Pre-industrial Levels and Related Global Greenhouse Gas Emission Pathways, in the Context of Strengthening the Global Response to the Threat of Climate Change, Sustainable Development, and Efforts to Eradicate Poverty. IPCC (in press).

Alvarez, S., Carballo-Penela, A., Mateo-Mantec_on, I., Rubio, A., (2016). Strengths-Weaknesses-Opportunities-Threats analysis of carbon footprint indicator and derived recommendations. J. Clean. Prod. 121, 238e247.

Arndt D.S., Blunden J., Dunn R.J.H., State of the Climate in 2019, Bull. Am. Meteorol. Soc. 101 (2020) SI-S8, https://doi.org/10.1175/2020BAMSSTATEOFTHECLIMATE.1.

Asselin, A., Rabaud, S., Catalan, C., Leveque, B., L'Haridon, J., Martz, P., Neveux, G., (2020). Product Biodiversity Footprint e a novel approach to compare the impact of products on biodiversity combining Life Cycle Assessment and Ecology. J. Clean. Prod. 248.

Azzone, G., Bianchi, R. & Noci, G. (1997) Implementing environmental certification in Italy: managerial and competitive implications for firms. *Eco-Management and Auditing*. 4, 98–108.

Boulay, A.M., Bare, J., Benini, L., Berger, M., Lathuilli_ere, M.J., Manzardo, A., Margni, M., Motoshita, M., Núnez, M., Pastor, A.V., Ridoutt, B., Oki, T., Worbe, S., Pfister, S., (2018). The WULCA consensus characterization model for water scarcity footprints: assessing impacts of water consumption based on available water remaining (AWARE). Int. J. Life Cycle Assess. 23 (2), 368–378

Boulay, A.M., Hoekstra, A.Y., Vionnet, S., (2013). Complementarities of water-focused life cycle assessment and water footprint assessment. Environ. Sci. Technol. 47 (21), 11926–11927.

Burkart M.D. B, Hazari N., Tway C.L., Zeitler E.L., Opportunities and Challenges for Catalysis in Carbon Dioxide Utilization, ACS Catal. 9 (9) (2019) 7937–7956, https://doi.org/10.1021/acscatal.9b02113.

Ceballos, G., Ehrlich, P.R., Barnosky, A.D., García, A., Pringle, R.M., Palmer, T.M., (2015), Accelerated modern human-induced species losses: entering the sixth mass extinction. Sci. Adv. 1 (5).

Conley, D.J., Paerl, H.W., Howarth, R.W., Boesch, D.F., Seitzinger, S.P., Havens, K.E., Lancelot, C., Likens, G.E., (2009). Ecology - controlling eutrophication: nitrogen and phosphorus. Science 323 (5917), 1014e1015.

Consoli, F., Allen, D., Boustead, I., Fava, J., Franklin, W., Jensen, A.A., de Oude, N., Parrish, R., Perriman, R., Postlethwaite, D., Quay, B., Seguin, J. & Vigon, B. (1993) *Guidelines for Life-Cycle Assessment: A 'Code of Practice'*. Edition 1, From the SETAC Workshop held at Sesimbra, Portugal 31 March-3 April 1993. Society of Envieronmental Toxicology and Chemistry (SETAC).

Cu_cek, L., Kleme_s, J.J., Varbanov, P.S., Kravanja, Z., (2015). Significance of environmental footprints for evaluating sustainability and security of development. Clean Technol. Environ. Policy 17 (8), 2125e2141.

ECu_cek, L., Kleme_s, J.J., Kravanja, Z., (2012). A Review of Footprint analysis tools for monitoring impacts on sustainability. J. Clean. Prod. 34, 9e20.

Estevan D.G.., , E. Criado and E. Monfort, The green factor in European manufacturing: a case study of the Spanish ceramic tile industry, Journal of Cleaner Production 70 (2014) 242e250

European Commission (2002) Evaluation of Environmental Product Declaration Schemes Final Report European Commission DG Environment. https://ec.europa.eu/environment/ipp/epds.htm (accessed on 01 May 2022).

European Commission, (2013), Commission Recommendation of 9 April 2013 on the use of common methods to measure and communicate the life cycle environmental performance of products and organisations , Official Journal of the European Union, L124

Exchange Programs. http://www.epa.gov/wastes/hazard/tsd/mercury/collect.htm.

Fang, K., Heijungs, R., (2015a). Investigating the inventory and characterization aspects of footprinting methods: lessons for the classification and integration of footprints. J. Clean. Prod. 108, 1028e1036.

Fang, K., Heijungs, R., De Snoo, G., (2013). The footprint family: comparison and interaction of the ecological, energy, carbon and water footprints. Revue de Metal. Cahier. Inform. Tech. 110 (1), 77e86.

Fang, K., Heijungs, R., De Snoo, G.R., (2014). Theoretical exploration for the combination of the ecological, energy, carbon, and water footprints: overview of a footprint family. Ecol. Indicat. 36, 508e518.

Fang, K., Heijungs, R., De Snoo, G.R., (2015a). Understanding the complementary linkages between environmental footprints and planetary boundaries in a footprint-boundary environmental sustainability assessment framework. Ecol. Econ. 114, 218e226.

Fang, K., Song, S., Heijungs, R., de Groot, S., Dong, L., Song, J., Wiloso, E.I., (2016). The footprint's fingerprint: on the classification of the footprint family. Curr. Opi.Environ. Sustain. 23, 54e62.

Fet, A. & Skaar, C. (2006) Eco-labeling, Product Category Rules and Certification Procedures Based on ISO 14025 Requirements (6 pp). *The International Journal of Life Cycle Assessment*. 11, 49–54. doi:10.1065/lca2006.01.237.

Finkbeiner, M. (2014) The International Standards as the Constitution of Life Cycle Assessment: The ISO 14040 Series and its Offspring. In: W. Klöpffer (ed.). *Background and Future Prospects in Life Cycle Assessment*. LCA Compendium – The Complete World of Life Cycle Assessment. Dordrecht, Springer Netherlands. pp. 85–106. doi:10.1007/978-94-017-8697-3_3.

Finnvedcn, G. & Lindfors, L.-G. (1996) On the nordic guidelines for life cycle assessment. *The International Journal of Life Cycle Assessment*. 1 (1), 45–48. doi:10.1007/BF02978635.

footprintnetwork.org, (2020). Data and Methodology. https://www.footprintnetwork.org/resources/data/. (Accessed 13 May 2020).

footprintnetwork.org. Personal calculator - extended. https://waterfootprint.org/en/resources/interactive-tools/personal-water-footprint-calculator/personalcalculator-extended/. (Accessed 21 June 2020).

Ghaffour N., The Challenge of capacity-building strategies and perspectives for desalination for sustainable water use in MENA, Desalination and Water Treatment, 5 (2009) 48–53.

Ghinea, C., Campean, T., Gavrilescu, M., (2017). Integrating sustainability indicators for tracking anthropogenic pressure on the earth-the footprint family. Environ. Eng. Manage. J. 16 (4), 935e948.

Giama, E., Papadopoulos, A.M., (2018). Carbon footprint analysis as a tool for energy and environmental management in small and medium-sized enterprises. Int. J. Sustain. Energy 37 (1), 21e29.

Gosling, S.N., Arnell, N.W., (2016). A global assessment of the impact of climate change on water scarcity. Climatic Change 134 (3), 371e385.

Grahl, B. & Schmincke, E. (2007) The part of LCA in ISO type III environmental declarations. *Int J Life Cycle Assess*. 12 (3), 38–45. doi:10.1065/lca2006.12.300.

Guin_ee, J.B., Heijungs, R., Huppes, G., Zamagni, A., Masoni, P., Buonamici, R., Ekvall, T., Rydberg, T., (2011). Life cycle assessment: past, present, and future. nviron. Sci. Technol. 45 (1), 90e96.

Hoekstra, A.Y., (2003). Virtual water trade: a quantification of virtual water flows between nations in relation to international crop trade. In: Proceedings of the International Expert Meeting on Virtual Water Trade 12, Delft, 2003, pp. 25–47.

Hoekstra, A.Y., (2015). The sustainability of a single activity, production process or product. Ecol. Indicat. 57, 82e84.

Hoekstra, A.Y., (2017). Water footprint assessment: evolvement of a new research field. Water Resour. Manag. 31 (10), 3061–3081.

Hoekstra, A.Y., (2017). Water footprint assessment: evolvement of a new research field. Water Resour. Manag. 31 (10), 3061e3081.

Hoekstra, A.Y., Chapagain, A.K., (2008). Globalization of Water: Sharing the Planet's Freshwater Resources.

Hoekstra, A.Y., Chapagain, A.K., Aldaya, M.M., Mekonnen, M.M., (2011). The Water Footprint Assessment Manual Setting the Global Standard. Earthscan, London.

Huang C.-H., Tan C.-S., A review: CO2 utilization, Aerosol Air, Qual. Res. 14 (2) (2014) 480–499, https://doi.org/10.4209/aaqr.2013.10.0326.

International Organisation for Standardisation (ISO), (2006). ISO 14044-Environmental Management e Life Cycle Assessment e Requirements and Guidelines. International Organisation for Standardisation, Geneva.

ISO, (2014). ISO 14046:2014 Environmental Management – Water Footprint – Principles, Requirements and Guidelines

ISO, (2018a). ISO 14064-1:2018; Greenhouse Gases d Part 1: Specification with Guidance at the Organization Level for Quantification and Reporting of Greenhouse Gas Emissions and Removals. International Organization for Standardization. ISO 14060.

ISO, (2018b). ISO 14067:2018; Greenhouse Gases d Carbon Footprint of Products dRequirements and Guidelines for Quantification. International Organization for Standardization.

Jamal K.A., Climate change and water desalination in MENAWorld Bank involvement, Desalination and Water Treatment, 3 (2009) 271–275.

Kitzes, J., Galli, A., Bagliani, M., Barrett, J., Dige, G., Ede, S., Erb, K., Giljum, S., Haberl, H., Hails, C., Jolia-Ferrier, L., Jungwirth, S., Lenzen, M., Lewis, K., Loh, J., Marchettini, N., Messinger, H., Milne, K., Moles, R., Monfreda, C., Moran, D., Nakano, K., Pyh€al€a, A., Rees, W., Simmons, C., Wackernagel, M., Wada, Y., Walsh, C., Wiedmann, T., (2009). A research agenda for improving national Ecological Footprint accounts. Ecol. Econ. 68 (7), 1991e2007.

Klöpffer, W. (2012) The critical review of life cycle assessment studies according to ISO 14040 and 14044. *The International Journal of Life Cycle Assessment*. 17 (9), 1087–1093. doi:10.1007/s11367-012-0426-7.

Kounina, A., Margni, M., Bayart, J.B., Boulay, A.M., Berger, M., Bulle, C., Frischknecht, R., Koehler, A., Mil_a I Canals, L., Motoshita, M., Núnez, M., Peters, G., Pfister, S., Ridoutt, B., Van Zelm, R., Verones, F., Humbert, S., (2013). Review of methods addressing freshwater use in life cycle inventory and impact assessment. Int. J. Life Cycle Assess. 18 (3), 707e721.

Lenzen, M., (2014). An outlook into a possible future of footprint research. J. Ind. Ecol. 18 (1), 4e6.

Maia L.B., Moura I., Moura J.J.G., Molybdenum and tungsten-containing formate dehydrogenases: Aiming to inspire a catalyst for carbon dioxide utilization, Inorganica Chim. Acta. 455 (2017) 350–363, https://doi.org/10.1016/j.ica.2016.07.010.

Mancini, M.S., Galli, A., Niccolucci, V., Lin, D., Bastianoni, S., Wackernagel, M., Marchettini, N., (2016). Ecological footprint: refining the carbon footprint calculation. Ecol. Indicat. 61, 390e403.

Marsmann, M. (1997) Editorial: ISO 14040 - The first project. *The International Journal of Life Cycle Assessment*. 2 (3), 122–123. doi:10.1007/BF02978798.

Matustik, J. and V. Koci (2021), What is a footprint? A conceptual analysis of environmental footprint indicators, Journal of Cleaner Production 285 (2021) 124833 Elsevier

Mori, K., Christodoulou, A., (2012). Review of sustainability indices and indicators: towards a new City Sustainability Index (CSI). Environ. Impact Assess. Rev. 32 Pfister, S., Ridoutt, B.G., 2014. Water footprint: pitfalls on common ground. Environ. Sci. Technol. 48 (1), 4.

Northey S. N. Haque and G. Muddb (2013), Using sustainability reporting to assess the environmental footprint of copper mining, Journal of Cleaner Production 40 (2013) 118e128

Peters, G., Pfister, S., Ridoutt, B., Van Zelm, R., Verones, F., Humbert, S., (2013). Review of methods addressing freshwater use in life cycle inventory and impact assessment. Int. J. Life Cycle Assess. 18 (3), 707–721.

Pfister, S., (2018). The WULCA consensus characterization model for water scarcity footprints: assessing impacts of water consumption based on available water remaining (AWARE). Int. J. Life Cycle Assess. 23 (2), 368–378.

Powell, J.C., Pearce, D.W. & Craighill, A.L. (1997) Approaches to valuation in LCA impact assessment. *The International Journal of Life Cycle Assessment*. 2 (1), 11–15. doi:10.1007/BF02978709.

Pryshlakivsky, J. & Searcy, C. (2013) Fifteen years of ISO 14040: a review. *Journal of Cleaner Production*. 57, 115–123. doi:10.1016/j.jclepro.2013.05.038.

Quinteiro, P., Ridoutt, B.G., Arroja, L., Dias, A.C., (2018). Identification of methodological challenges remaining in the assessment of a water scarcity footprint: a review. Int. J. Life Cycle Assess. 23 (1), 164–180.

Quinteiro, P., Ridoutt, B.G., Arroja, L., Dias, A.C., (2018). Identification of methodological challenges remaining in the assessment of a water scarcity footprint: a review. Int. J. Life Cycle Assess. 23 (1), 164e180.

Rees, W., Wackernagel, M., (1996). Urban ecological footprints: why cities cannot be sustainable - and why they are a key to sustainability. Environ. Impact Assess. Rev. 16 (4e6), 223e248.

Rees, W.E., (1992). Ecological footprints and appropriated carrying capacity: what urban economics leaves out. Environ. Urbanization 4 (2), 121e130.

Rezaee, Z. & Elam, R. (2000) Emerging ISO 14000 environmental standards: a step-by-step implementation guide. *Managerial Auditing Journal*. 15 (1/2), 60–67. doi:10.1108/02686900010304650.

Ridoutt, B., Fantke, P., Pfister, S., Bare, J., Boulay, A.-M., Cherubini, F., Frischknecht, R., Hauschild, M., Hellweg, S., Henderson, A., Jolliet, O., Levasseur, A., Margni, M., McKone, T., Michelsen, O., Mil_a i Canals, L., Page, G., Pant, R., Raugei, M., Sala, S., Saouter, E., Verones, F., Wiedmann, T., (2015). Making sense of the minefield of footprint indicators. Environ. Sci. Tech. 49 (5), 2601–2603.

Roy, M.-J., Boiral, O. & Lagacé, D. (2001) Environmental commitment and manufacturing excellence: a comparative study within Canadian industry. *Business Strategy and the Environment*. 10 (5), 257–268. doi:10.1002/bse.304.

Serenella Sala, Alessandro Kim Cerutti, Rana Pant (2018), Development of a weighting approach for the Environmental Footprint, Technical report JRC EU.

Sharon L. Zuber and Michael C. Newman (2012) Mercury Pollution A Transdisciplinary Treatment. CRC Press Taylor & Francis Group, 6000 Broken Sound Parkway NW, Suite 300 Boca Raton, FL 33487-2742

Sharon L. Zuber and Michael C. Newman (2012) Mercury Pollution A Transdisciplinary Treatment. CRC Press Taylor & Francis Group, 6000 Broken Sound Parkway NW, Suite 300 Boca Raton, FL 33487-2742

Smith, H. (2009) Eutrophication, Editor(s): Gene E. Likens, Encyclopedia of Inland Waters, Academic Press, 61-73, https://doi.org/10.1016/B978-012370626-3.00234-9.

Song C., CO2 Conversion and Utilization: An Overview, ACS Symp. Ser. 809 (2002) 1–30, https://doi.org/10.1021/bk-2002-0809.ch001.

Sousa, J.C.G., Ribeiro, A.R., Barbosa, M.O., Pereira, M.F.R., Silva, A.M.T., (2018). A review on environmental monitoring of water organic pollutants identified by EU guidelines. J. Hazard Mater. 344, 146e162.

Steen-Olsen, K.,Weinzettel, J., Cranston, G., Ercin, A.E., Hertwich, E.G., (2012). Carbon, land, and water footprint accounts for the European Union: consumption, production, and displacements through international trade. Environ. Sci. Technol. 46 (20), 10883e10891.

Steffen, W., Richardson, K., Rockstr€om, J., Cornell, S.E., Fetzer, I., Bennett, E.M., Biggs, R., Carpenter, S.R., De Vries, W., De Wit, C.A., Folke, C., Gerten, D., Heinke, J., Mace, G.M., Persson, L.M., Ramanathan, V., Reyers, B., S€orlin, S., (2015). Planetary boundaries: guiding human development on a changing planet. Science 347 (6223).

Stenzel, P.L. (2000) Can the Iso 14000 Series Environmental Management Standards Provide a Viable Alternative to Government Regulation? *American Business Law Journal*. 37 (2), 237–298. doi:10.1111/j.1744-1714.2000.tb00272.x.

US Environmental Protection Agency. (2008). Wastes, http://www.epa.gov/wastes/index.htm.

US Environmental Protection Agency. (2010a). State and Local Mercury Collection/Recycling/

US Environmental Protection Agency. (2010b). Table of Products that May Contain Mercury and Recommended Management Options. http://www.epa.gov/ wastes /hazard /tsd/mercury/con-prod.htm.

Vanda Villanyi (2010) Air Pollution. Sciyo Janeza Trdine 9, 51000 Rijeka, Croatia.

waterfootprint.org, (2020), About us, https://waterfootprint.org/en/about-us/. Accessed 20.6.2020.

Weinzettel, J., Va_ck_a_r_u, D., Medkov_a, H., (2019). Potential net primary production footprint of agriculture: a global trade analysis. J. Ind. Ecol. 23 (5), 1133e1142.

Wiedmann, T., Barrett, J., (2010). A review of the ecological footprint indicator perceptions and methods. Sustainability 2 (6), 1645e1693.

Wiedmann, T.O., Schandl, H., Moran, D., (2015b). The footprint of using metals: new metrics of consumption and productivity. Environ. Econ. Pol. Stud. 17 (3), 369e388.

Wright, L.A., Kemp, S., Williams, I., (2011). 'Carbon footprinting': towards a universally accepted definition. Carbon Manag. 2 (1), 61e72.

Yang, H., Pfister, S., Bhaduri, A., (2013). Accounting for a scarce resource: virtual water and water footprint in the global water system. Curr. Opi. Environ. Sustain. 5 (6), 599e606.

Zedalis R.J., International Energy Law, Int. Energy Law. (2017), https://doi.org/10.4324/9781315252056.

Ευρωπαϊκή Ένωση (2023), Θεματολογικά δελτία για την Ευρωπαϊκή Ένωση, Περιβαλλοντική πολιτική: γενικές αρχές και βασικό πλαίσιο

Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, (2021). «Περιβαλλοντική Πολιτική: Γενικές Αρχές και Βασικό Πλαίσιο». Διαθέσιμο στο:

Μουσιόπουλος, Ν. & Μπούρα, Α. (2014) *Ανάλυση κύκλου ζωής*. 2η έκδοση. Θεσσαλονίκη, Εκδόσεις ΖΗΤΗ.