



**ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ**

Σχολή Χημικών Μηχανικών και  
Μηχανικών Περιβάλλοντος

**Κατεύθυνση : Μηχανικών Περιβάλλοντος**

**ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑΤΟΣ ΑΝΘΡΑΚΑ ΣΕ ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ : Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΗΣ POLYECO**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ  
ΤΗΣ  
ΕΛΕΝΗΣ ΚΑΜΠΟΛΗ**



*ΧΑΝΙΑ, ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ, 2021*



**Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για μη κερδοσκοπικό σκοπό, εκπαιδευτικού ή ερευνητικού χαρακτήρα, με την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για άλλη χρήση θα πρέπει να απευθύνονται προς το συγγραφέα. Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Πολυτεχνείου Κρήτης.**



**ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ**

Σχολή Χημικών Μηχανικών και  
Μηχανικών Περιβάλλοντος

**Κατεύθυνση :** Μηχανικών Περιβάλλοντος

**ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑΤΟΣ ΑΝΘΡΑΚΑ ΣΕ ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ : Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΗΣ POLYECO**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ  
ΤΗΣ  
ΕΛΕΝΗΣ ΚΑΜΠΟΛΗ**

**ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗ:**

Διονυσία Κολοκοτσά (Επιβλέπουσα)

Λαζαρίδης Μιχάλης

Τσούτσος Θεοχάρης



### Ευχαριστίες :

Θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους όσους συνέβαλαν στην εκπόνηση της διπλωματικής μου εργασίας.

Αισθάνομαι την ανάγκη να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες προς την επιβλέπουσα, Καθηγήτρια κα.Κολοκοτσά, πρώτα από όλα για την ευκαιρία που μου προσέφερε αναθέτοντάς μου την εκπόνηση της συγκεκριμένης εργασίας, καθώς επίσης για την καθοδήγηση και την βοήθειά της καθ' όλη τη διάρκεια υλοποίησής της.

Επίσης, τον κ.Πιτσάκη Σταύρο, Υπεύθυνο Ασφαλείας της Polyeco για τη συνεχή βοήθειά του ως προς τις μετρήσεις και την ανάλυση των αποτελεσμάτων με αποτέλεσμα την πραγματοποίηση της παρούσας διπλωματικής.

Στην συνέχεια, θα ήθελα να ευχαριστήσω από καρδιάς την εταιρεία Polyeco που όλα αυτά τα χρόνια με στήριξε, μου συμπαραστάθηκε και με βοήθησε με κάθε τρόπο ώστε να υλοποιηθεί η παρούσα διπλωματική. Η στάση της ήταν τόσο σημαντική για εμένα ,καθώς οποιαδήποτε στιγμή χρειάστηκε, παρόλο του φόρτου εργασίας, αντιμετώπιζε την κατάσταση με ευελιξία και κατανόηση.

Ευχαριστώ, επίσης όλους τους συναδέλφους που με τον τρόπο τους με στήριξαν και με καθοδήγησαν με την εμπειρία τους όλα αυτά τα χρόνια αλλά και τη καλύτερη μου φίλη για όλη την υποστήριξή της σε κάθε στάδιο εκπόνησής της.

Ευχαριστώ ιδιαιτέρως τα μέλη της τριμελούς επιτροπής, τον καθηγητή κ.Τσούτσο Θεοχάρη και τον καθηγητή κ.Λαζαρίδη Μιχάλη για το χρόνο που διέθεσαν στην εξέταση της διπλωματικής μου εργασίας.

Θα ήταν παράλειψή μου φυσικά να μην ευχαριστήσω από καρδιάς τους γονείς μου ,που όλα αυτά τα χρόνια με στηρίζουν σε κάθε μου βήμα και που το έδειξαν άλλη μια φορά με την κατανόηση και την αμέριστη συμπαράστασή τους καθ' όλη την περίοδο εκπόνησης της εργασίας.

Τέλος, ευχαριστώ θερμά το σύζυγό μου Γεράσιμο γιατί με την υποστήριξή του με έκανε να πιστέψω περισσότερο σε μένα, να μην τα παρατάω και να προσπαθώ έως τέλους για την πραγματοποίηση κάθε μου στόχου ακόμα και αν φαινόταν απίθανο σενάριο η υλοποίηση και παρουσίαση της διπλωματικής μου εργασίας στον 6ο μήνα της εγκυμοσύνης μου.



## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

<b>ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....</b>	<b>8</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>9</b>
<b>ΠΡΟΛΟΓΟΣ .....</b>	<b>10</b>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup> : ΕΝΝΟΙΟΛΟΓΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ .....</b>	<b>11</b>
1.1 Αποτύπωμα άνθρακα .....	11
1.2 Χρήση του αποτυπώματος άνθρακα .....	12
1.3 Παγκόσμιο Δίκτυο Αποτύπωσης .....	13
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup> : Η ΙΕΡΑΡΧΙΑ ΤΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ .....</b>	<b>14</b>
2.1 Ιεραρχία διαχείρισης.....	14
2.2 Προέλευση της διαχείρισης στερεών αποβλήτων.....	16
2.3 Οδηγός 1: Δημόσια υγεία - Η υγειονομική επανάσταση .....	17
2.4 Οδηγός 2: Περιβάλλον - Ο «εκσυγχρονισμός» του SWM .....	18
2.5 Οδηγός 3: Η έλλειψη πόρων και η αξία των αποβλήτων.....	18
2.6 Οδηγός 4: Κλιματική αλλαγή.....	19
2.7 Οδηγός 5: Ανησυχία και ευαισθητοποίηση του κοινού - αλλαγή συμπεριφοράς.....	20
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup> : ΑΠΟΒΛΗΤΑ - ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΗ ΚΑΙ ΚΑΝΟΝΙΣΤΙΚΗ ΑΠΟΨΗ.....</b>	<b>21</b>
3.1 Ορισμός των αποβλήτων .....	21
3.2 Ορισμός των μη αποβλήτων.....	21
3.3 Ο ρόλος της ελαχιστοποίησης των αποβλήτων .....	22
3.4 Μεθοδολογικά θέματα.....	23
3.5 Κανονιστικό πλαίσιο.....	24
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup> : ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ .....</b>	<b>25</b>
4.1 Εκπομπές αερίων .....	25
4.2 Εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (CO <sub>2</sub> ).....	26
4.3 Εκπομπές μεθανίου (CH <sub>4</sub> ).....	26
4.4 Εκπομπές οξειδίου του αζώτου (N <sub>2</sub> O).....	26
4.5 Ανάλυση Κύκλου Ζωής (AKZ) και εκπομπές αερίων.....	26
4.6 Εκπομπές αερίων και αδυναμίες της αγοράς - κλιματική αλλαγή .....	27
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5<sup>ο</sup> : ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΠΤΥΧΕΣ ΤΗΣ ΕΤΑΙΡΕΙΑΣ POLYECO .....</b>	<b>28</b>
5.1 Εισαγωγή.....	28
5.2 ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΡΓΩΝ.....	29
5.3 Εγκαταστάσεις.....	30
5.4 Αναγνώριση και Αξιολόγηση Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων.....	33
5.5 Εκπομπές στην ατμόσφαιρα & οσμές από γραμμές παραγωγής.....	33
5.6 Στερεά απόβλητα .....	34
5.7 Χρήση Νερού .....	35
5.8 Χρήση Ενέργειας.....	36
5.9 Αναγνώριση - Αξιολόγηση Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων.....	36
5.10 Σκοποί / Στόχοι & Προγράμματα Περιβαλλοντικής Διαχείρισης.....	39
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6<sup>ο</sup> : ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΤΗΣ ΕΤΑΙΡΕΙΑΣ POLYECO .....</b>	<b>43</b>
6.1 : Εισαγωγή.....	43
6.2 : Μεθοδολογία - Συλλογή δεδομένων για την κατανάλωση ενέργειας.....	43
6.3 : Πετρέλαιο Κίνησης.....	45



6.4 : Ηλεκτρική Ενέργεια .....	46
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7° : ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΘΡΑΚΙΚΟΥ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑΤΟΣ ΤΗΣ ΕΤΑΙΡΕΙΑΣ POLYECO .....</b>	<b>47</b>
7.1 : Εισαγωγή.....	47
7.2 : Αέριοι Ρύποι .....	47
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8°: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....</b>	<b>53</b>
8.1 Συμπεράσματα .....	53
8.2 Συζήτηση - Πρόταση .....	54
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9ο : ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΠΑΡΑΠΟΜΠΕΣ .....</b>	<b>54</b>

### ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Διάγραμμα 1 : Κατανάλωση βενζίνης κίνησης για τα έτη 2016 έως 2019.....	45
Διάγραμμα 2 : Διακύμανση κατανάλωσης πετρελαίου ανά έτος .....	46
Διάγραμμα 3 : Διακύμανση κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας ανά έτος .....	47

### ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1. Χρήσεις νερού (ενδεικτικές τιμές) .....	35
Πίνακας 2 : Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις Ταξινομημένες κατά Φθίνουσα Σειρά Σημαντικότητας.....	39
Πίνακας 3 : Σκοποί / Στόχοι Περιβαλλοντικής Διαχείρισης για την εγκατάσταση .....	43
Πίνακας 4 : Συνολική κατανάλωση ενέργειας.....	44
Πίνακας 5 : Ετήσια κατανάλωση πετρελαίου ανά όχημα .....	46
Πίνακας 6 : Ετήσια κατανάλωση 2019 .....	48
Πίνακας 7 : Συντελεστές εκπομπών για οχήματα και μηχανήματα.....	49
Πίνακας 8 : Πίνακας υπολογισμών για τα kg κάθε είδους.....	49
Πίνακας 9 : Ετήσιες αέριες εκπομπές κατά την καύση diesel στα μηχανήματα έργου .	49
Πίνακας 10 : Συντελεστές εκπομπών CO <sub>2</sub> για κάθε καύσιμο.....	50
Πίνακας 11 : Συντελεστές εκπομπών για CH <sub>4</sub> και N <sub>2</sub> O .....	50
Πίνακας 12 : Αέριες εκπομπές από την χρήση βενζίνης στα επιβατικά.....	51
Πίνακας 13 : Αέριες εκπομπές από την χρήση LPG.....	51
Πίνακας 14 : Αέριες εκπομπές από την χρήση Ηλεκτρικής Ενέργειας .....	51
Πίνακας 15 : Ετήσιες εκπομπές αερίων.....	52
Πίνακας 16 : Συντελεστές εκπομπών για τους αέριους ρύπους CO, NO <sub>x</sub> , HC (Non Methane VOCs) και PM .....	52



Πίνακας 17 : Συνολικές ετήσιες εκπομπές κατανάλωσης καυσίμων για το 2019 ..... 52

Πίνακας 18 : Συνολικό ανθρακικό αποτύπωμα..... 53



## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η ανάλυση του ανθρακικού αποτυπώματος, δηλαδή η εκτίμηση των αέριων ρύπων που εκλύονται από μία εταιρεία διαχείρισης βιομηχανικών αποβλήτων και ευθύνονται για το φαινόμενο της κλιματικής αλλαγής. Στόχος είναι η κατανόηση της παραγωγής αέριων ρύπων μέσα από την απογραφή περιβαλλοντικού αποτυπώματος για τη δημιουργία μιας ολοκληρωμένης εικόνας των επιπτώσεων στο περιβάλλον.

Στο πρώτο κεφάλαιο της παρούσας εργασίας αναλύεται εκτενώς το εννοιολογικό πλαίσιο του αποτυπώματος άνθρακα, που συμβάλλει στο φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Στο δεύτερο κεφάλαιο περιγράφεται η ιεραρχία των αποβλήτων, η προέλευση, η διαχείριση των στερεών αποβλήτων καθώς και η περαιτέρω πορεία τους, η οποία επηρεάστηκε από πέντε βασικούς παράγοντες: τη δημόσια υγεία, το περιβάλλον, την έλλειψη πόρων και την αξία των αποβλήτων, την αλλαγή του κλίματος και την ευαισθητοποίηση και συμμετοχή του κοινού.

Στο τρίτο κεφάλαιο ορίζονται τα απόβλητα και τα μη απόβλητα και παρουσιάζεται και ο ρόλος της ελαχιστοποίησης των αποβλήτων, μεθοδολογικά ζητήματα αλλά και το κανονιστικό πλαίσιο.

Στο τέταρτο κεφάλαιο περιγράφεται διεξοδικά το φαινόμενο του θερμοκηπίου και ειδικότερα οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>), μεθανίου (CH<sub>4</sub>), οξειδίου του αζώτου (N<sub>2</sub>O), η Ανάλυση του Κύκλου Ζωής (ΑΚΖ), οι εκπομπές αερίων και η δυσπραγία της αγοράς, που επιδεινώνεται και με την κλιματική αλλαγή.

Στο πέμπτο κεφάλαιο, γίνεται αναφορά στις εγκαταστάσεις, τις εκπομπές αερίων και τα στερεά απόβλητα της εταιρείας που μελετάμε, καθώς και η αποτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Τέλος, προβάλλονται και οι στόχοι της περιβαλλοντικής διαχείρισης.

Στο έκτο κεφάλαιο παρουσιάζεται η κατανάλωση ενέργειας σε όλες τις μορφές της, έπειτα από τη συλλογή δεδομένων μέσω διαγραμμάτων με την διακύμανσή της συνολικά αλλά και για κάθε μορφή της ξεχωριστά.

Στο έβδομο κεφάλαιο, υπολογίζεται το ανθρακικό αποτύπωμα της εταιρείας Polyeco και παρουσιάζεται ο τελικός πίνακας με τις ετήσιες εκπομπές αερίων.

Στο όγδοο κεφάλαιο, έπειτα από την ανάλυση που έχει προηγηθεί, εξάγονται και τονίζονται τα κρίσιμα συμπεράσματα, ενώ παράλληλα ακολουθεί σχολιασμός του ανθρακικού αποτυπώματος συγκριτικά με τις δύο προηγούμενες χρονιές.

Τέλος, προτείνονται και ενδεικτικές λύσεις με στόχο την βελτίωση των σχετικών αποτελεσμάτων στο μέλλον.





## ABSTRACT

Purpose of the present dissertation is to examine the carbon footprint of an industrial waste management company, more specifically to analyze and assess the gaseous pollutants responsible for climate change emitted by the company in question. The underlying aim of this examination is to comprehensively understand the production method of gaseous pollutants with reference to the environmental footprint inventory of the company, an examination that will provide a complete picture of the environmental impact of the pollutants.

The first chapter of this work attempts to provide a detailed examination of the conceptual framework of carbon footprint, which contributes to the greenhouse effect.

The second chapter focuses on the hierarchy of waste, its origin, the emergence and evolution of solid waste management, as this is guided by five key factors, namely public health, the environment, lack of resources and the value of waste, climate change awareness and public participation.

The third chapter focuses on the definitions of waste and non-waste, as well as the role of waste minimization, methodological issues and the regulatory framework.

The fourth chapter examines in detail the gases that contribute to the greenhouse effect, including carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) emissions, methane (CH<sub>4</sub>) emissions, nitrogen oxide (N<sub>2</sub>O) emissions, Life Cycle Analysis (LCA) and gas emissions. It also considers market failures that failed to address the climate change problem.

The fifth chapter provides a detailed report of the facilities, gaseous emissions and solid waste production of the company in question. Moreover, it is attempted to identify and evaluate the overall environmental impact of the company.

The sixth chapter focuses on the energy consumption of the company in all its forms, after the data collection and is presented through diagrams that depict the variation of energy consumption as a whole, but also in relation to each form separately.

The seventh chapter, the carbon footprint of the company (Polyeco S.A.) is calculated and the final table with its annual gas emissions is presented.

The eighth chapter provides an overview of the most important conclusions that could be drawn from the previous analysis, while also commenting on the carbon footprint in relation to two previous years.

Finally, some suggestions are mentioned in order to improve the relevant results in the future.



## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το 2007 δημοσιεύθηκαν παγκόσμιες εκπομπές αερίων θερμοκηπίου στην τέταρτη έκθεση αξιολόγησης (AR4) της Διακυβερνητικής Επιτροπής για την Κλιματική Αλλαγή (IPCC). Αυτή η έκθεση αξιολόγησης θεωρεί για πρώτη φορά τη διαχείριση των αποβλήτων μετά τον καταναλωτή ως ξεχωριστό τομέα στην ταξινόμηση IPCC (The Intergovernmental Panel on Climate Change). Επιπλέον, αναγνωρίζεται ότι η βιομηχανία διαχείρισης αποβλήτων διαδραματίζει αυξανόμενο ρόλο στον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής. Οι δραστηριότητες διαχείρισης αποβλήτων παράγουν εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, κυρίως διοξείδιο του άνθρακα βιογενετικής προέλευσης ( $\text{CO}_2$  βιογενές), μεθάνιο ( $\text{CH}_4$ ), διοξείδιο του άνθρακα ορυκτής προέλευσης (ορυκτό  $\text{CO}_2$ ) και οξείδιο του αζώτου ( $\text{N}_2\text{O}$ ). Οι χλωροφθοράνθρακες (CFC) (από παλιά μόνωση και συμπιεστές), το θειικό φθοριούχο θείο ( $\text{SF}_6$ ) (από μονωμένα παράθυρα) και μερικά άλλα αέρια μπορεί επίσης να έχουν μικρή συμβολή. Ωστόσο, η διαχείριση των αποβλήτων μειώνει επίσης δυννητικά τις επιπτώσεις έμμεσα με την ανάκτηση υλικών και με την παραγωγή ενέργειας που διαφορετικά θα μπορούσε να είχε παραχθεί από ορυκτά καύσιμα. Λαμβάνοντας υπόψη την πολιτική ατζέντα για τον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής, είναι σημαντικό να χαρτογραφηθούν οι τρέχουσες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου και να εκτιμηθεί η εξοικονόμηση από τη διαχείριση αποβλήτων ώστε να τεθούν εύλογοι στόχοι για τη μελλοντική συνεισφορά στις προσπάθειες μετριασμού της έκλυσης των βιομηχανικών αποβλήτων. Μια βασική πτυχή για τον υπολογισμό των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου είναι ότι οι περισσότερες τεχνολογίες διαχείρισης αποβλήτων είναι πηγές αερίων του θερμοκηπίου. Αυτές μπορούν να μειωθούν αισθητά ελαχιστοποιώντας τις εκπομπές αερίων υγειονομικής ταφής και τη μεταφορά τους ακόμα και με την αναδιάρθρωση του συστήματος (αναδιάταξη αποβλήτων, αποφυγή υγειονομικής ταφής, αύξηση λιπασματοποίησης), τη στιγμή που η εξοικονόμηση συνήθως πραγματοποιείται εκτός του συστήματος διαχείρισης αποβλήτων, με υπολογισμό περιβαλλοντικού όφελος σε κοινωνικό επίπεδο. Δεδομένου ότι η αναφορά των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και ο καθορισμός στόχων για μελλοντικές βελτιώσεις στη διαχείριση των αποβλήτων θα πρέπει να συμβάλουν στη συνολική άμβλυνση της κλιματικής αλλαγής σε κοινωνικό επίπεδο, είναι σημαντικό οι μηχανισμοί αναφοράς των αερίων του θερμοκηπίου και οι πολιτικές που μπορεί να προωθήσει, να υποστηρίξουν καίριες και στοχευμένες αποφάσεις, ευεργετικές για την ευημερία του κοινωνικού συνόλου. Προαπαιτούμενη εμφανίζεται η εξοικονόμηση εκτός του συστήματος διαχείρισης αποβλήτων με τις κατάλληλες πρακτικές προβάλλοντας στο προσκήνιο τον τρόπο κατανομής των εξοικονομήσεων σε μεμονωμένες τεχνολογίες και ταυτόχρονα την αποφυγή της διπλής μέτρησης μεταξύ διαχείρισης αποβλήτων και άλλων βιομηχανιών. Οι εταιρείες, οι πόλεις και οι χώρες αναφέρουν πως η διαχείριση των αποβλήτων επιβαρύνει σε παγκόσμιο επίπεδο τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου με επιτακτικό το αίτημα ανάπτυξης πολιτικών για τη βελτίωση της τρέχουσας περιβαλλοντικής τους απόδοσης. Είναι, επομένως, πρωταρχικής σημασίας, καθώς υπάρχει έκδηλο ενδιαφέρον από πολλούς, να εντοπιστούν βασικά ζητήματα στη μεθοδολογία διαχείρισης και να αποσαφηνιστούν ορισμένες αρχές που επιτρέπουν σε όλα τα ενδιαφερόμενα μέρη να λογοδοτήσουν για τις συνεισφορές τους στο GHG (Greenhouse gas). Μια κοινή μορφή διαχείρισης θα μπορούσε να διαδραματίσει σημαντικό ρόλο τόσο για την ανταλλαγή πληροφοριών όσο και για τη συγκέντρωση σε διαφορετικά επίπεδα αναφοράς (Ragossnig & Hilger, 2008).

Η διαχείριση των αποβλήτων έχει καταστεί σημαντικό πρόβλημα λόγω των περιβαλλοντικών επιπτώσεων (Eurostat, 2011)



Αφορά κυρίως τις ατμοσφαιρικές εκπομπές και τα υδατικά λύματα από χώρους υγειονομικής ταφής, τη συλλογή αποβλήτων, τη μεταφορά και την επεξεργασία. Οι αυξανόμενες απαιτήσεις για την εξασφάλιση καθαρότερου ενεργειακού εφοδιασμού καθιστούν απαραίτητη την επίτευξη μέγιστης εξοικονόμησης ορυκτών καυσίμων στο ελάχιστο αποτύπωμα άνθρακα (CFP) με οικονομικά βιώσιμο τρόπο (EIA, 2011).

Γενικά, αντιμετωπίζεται με τρεις τρόπους: (i) θερμική μετατροπή, (ii) βιοχημική μετατροπή και (iii) υγειονομική ταφή (Chua et al., 2011).

Η θερμική μετατροπή χρησιμοποιεί θερμική ενέργεια για τη μείωση του όγκου και την παραγωγή βιοκαυσίμων. Οι τυπικές τεχνολογίες θερμικής μετατροπής περιλαμβάνουν την αποτέφρωση, την πυρόλυση και την αεριοποίηση. Η βιοχημική μετατροπή χρησιμοποιεί ένζυμα και μικροοργανισμούς για την ανάλυση των οργανικών με στόχο την παραγωγή βιοαερίου και τη συλλογή προϊόντων προστιθέμενης αξίας. Οι διαδικασίες βιοχημικής μετατροπής περιλαμβάνουν αναερόβια χώνευση, ζύμωση και κομποστοποίηση. Πρέπει να σημειωθεί ότι όλες οι θερμικές και βιοχημικές διεργασίες μετατροπής αφήνουν υπολείμματα που πρέπει να γίνονται λιπάσματα ή να απελευθερώνονται στην ατμόσφαιρα. Με τη σωστή πρακτική διαχείρισης και διαχείρισης αποβλήτων, η επεξεργασία μπορεί να μειώσει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις καθώς και να συμπληρώσει ένα μέρος της εισροής ενέργειας (Fodor and Klemeš, 2012).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup> : ΕΝΝΟΙΟΛΟΓΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

### 1.1 Αποτύπωμα άνθρακα

Το αποτύπωμα άνθρακα προβάλλεται ως ένας ευρέως χρησιμοποιούμενος όρος και έννοια στη δημόσια συζήτηση σχετικά με την ευθύνη για την υλοποίηση μέτρων κατά της απειλής της παγκόσμιας κλιματικής αλλαγής. Διαπιστώνεται ,ταυτόχρονα ,με αυξητικές τάσεις η δημόσια εμφάνισή του τους τελευταίους μήνες ως λέξη-κλειδί που χρησιμοποιείται ευρέως στα μέσα ενημέρωσης, την κυβέρνηση και τον επιχειρηματικό κόσμο. Αλλά τι ακριβώς είναι το «αποτύπωμα άνθρακα»;

Παρά την πανταχού παρουσία του δεν φαίνεται να υπάρχει σαφής ορισμός αυτού του όρου και εξακολουθεί να υφίσταται κάποια σύγχυση ως προς το τι πραγματικά σημαίνει και σε ποια μέτρα και ποια μονάδα πρόκειται να χρησιμοποιηθεί. Ενώ ο ίδιος ο όρος έχει τις ρίζες του στη γλώσσα του Οικολογικού Αποτυπώματος, η κοινή βάση είναι ότι το αποτύπωμα άνθρακα αντιπροσωπεύει ένα ορισμένο ποσό αερίων εκπομπών που σχετίζονται με την κλιματική αλλαγή και με ανθρώπινες δραστηριότητες παραγωγής ή κατανάλωσης. Και σε αυτό το σημείο εντοπίζεται η ομοιότητα. Συσχετίζοντας τους όρους ,δεν υπάρχει συναίνεση για τον τρόπο που θα μετρηθεί ή ποσοτικοποιηθεί ένα αποτύπωμα άνθρακα. Διότι, το φάσμα των ορισμών κυμαίνεται από τις άμεσες εκπομπές CO<sub>2</sub> έως τις πλήρεις εκπομπές αερίων θερμοκηπίου κύκλου ζωής με τις μονάδες μέτρησης δε να είναι ασαφείς .Εύλογα προκύπτουν τα εξής ερωτήματα: Πρέπει το αποτύπωμα άνθρακα να περιλαμβάνει μόνο εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) ή άλλες εκπομπές αερίων θερμοκηπίου, π.χ. μεθάνιο? Πρέπει να περιορίζεται σε αέρια με βάση τον άνθρακα ή μπορεί να περιλαμβάνει ουσίες που δεν έχουν άνθρακα στο μόριό τους, π.χ. N<sub>2</sub>O, ένα άλλο ισχυρό αέριο θερμοκηπίου;

Θα μπορούσε κανείς να απαντήσει στο ερώτημα αν το αποτύπωμα άνθρακα πρέπει να περιορίζεται σε ουσίες με δυνατότητα θέρμανσης θερμοκηπίου. Εφόσον υπάρχουν αέρια εκπομπές όπως το μονοξείδιο του άνθρακα (CO) που βασίζονται στον άνθρακα και σχετίζονται με το περιβάλλον και την υγεία, το CO μπορεί να μετατραπεί σε CO<sub>2</sub> μέσω χημικών διεργασιών στην ατμόσφαιρα. Εν τούτοις παραμένει το ερώτημα αν το μέτρο περιλαμβάνει όλες τις πηγές εκπομπών, συμπεριλαμβανομένων εκείνων που δεν προέρχονται από ορυκτά καύσιμα, π.χ. εκπομπές CO<sub>2</sub> από εδάφη.



Ένα πολύ κεντρικό ερώτημα είναι εάν το αποτύπωμα άνθρακα πρέπει να περιλαμβάνει έμμεσες εκπομπές που ενσωματώνονται αναγκαστικά σε διαδικασίες παραγωγής ή αν αρκεί να εξεταστούν μόνο οι άμεσες, επιτόπιες εκπομπές του προϊόντος, της διαδικασίας ή του υπό εξέταση ατόμου. Με άλλα λόγια, πρέπει το αποτύπωμα άνθρακα να αντικατοπτρίζει όλες τις επιπτώσεις του κύκλου ζωής των αγαθών και των υπηρεσιών που χρησιμοποιούνται; Εάν ναι, πού πρέπει να καθοριστεί το όριο και πώς μπορούν να ποσοτικοποιηθούν αυτές οι επιπτώσεις;

Τέλος, ο όρος «αποτύπωμα» φαίνεται να υποδηλώνει μια μέτρηση (έκφραση) σε μονάδες βάσει περιοχής. Εξάλλου, ένας γλωσσικά στενός συγγενής, το «Οικολογικό Αποτύπωμα» εκφράζεται (μετρίεται) σε εκτάρια ή «παγκόσμια εκτάρια». Αυτό το ερώτημα, ωστόσο, έχει ακόμη πιο ευρείες προεκτάσεις καθώς κινείται προς την ίδια την απόφαση σχετικά με το εάν το αποτύπωμα άνθρακα πρέπει να είναι ένας απλός δείκτης «πίεσης» που εκφράζει (ακριβώς) την ποσότητα των εκπομπών άνθρακα (μετρούμενη σε τόνους) ή εάν θα πρέπει να υποδεικνύει έναν (μεσαίο σημείο) αντίκτυπο, ποσοτικοποιημένο σε τόνους ισοδυνάμων CO<sub>2</sub> (t CO<sub>2</sub>-eq.) Συμπληρωματικά, συνεκτιμάται εάν ο αντίκτυπος είναι δυναμικό υπερθέρμανσης του πλανήτη, ή εάν ο αντίκτυπος είναι «ιδιοκτησία γης», με την έννοια μιας μονάδας βάσει περιοχής. Πολλά από αυτά τα ερωτήματα έχουν συζητηθεί στους κλάδους της οικολογικής οικονομίας και της αξιολόγησης του κύκλου ζωής για πολλά χρόνια και ως εκ τούτου έχουν δοθεί ικανοποιητικές και εμπεριστατωμένες απαντήσεις (Wackernagel & Rees, 1996).

## 1.2 Χρήση του αποτυπώματος άνθρακα

Στις περισσότερες περιπτώσεις, το «αποτύπωμα άνθρακα» χρησιμοποιείται ως γενικό συνώνυμο για τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα ή αερίων του θερμοκηπίου που εκφράζονται σε ισοδύναμο CO<sub>2</sub>. Ορισμένα άρθρα, ωστόσο, συζητούν την αναγκαιότητα της ακριβούς διατύπωσης. Η ιδιότητα που αναφέρεται συχνά ως αποτύπωμα άνθρακα είναι στην πραγματικότητα ένα «βάρος άνθρακα» κιλών ή τόνων ανά δραστηριότητα προσώπου. Υποστηρίζεται ότι όσοι προτιμούν την ακρίβεια σε τέτοια θέματα θα πρέπει ίσως να κάνουν εκστρατεία για να ονομαστεί «βάρος άνθρακα» ή κάποιο παρόμοιο όρο (Hammond 2007).

Ο Haven (2007), αναφέρει την ανάλυση αποτυπώματος άνθρακα μιας καρέκλας γραφείου ως ζωή - αξιολόγηση κύκλου λαμβάνοντας υπόψη τα υλικά, την κατασκευή, τη μεταφορά, τη χρήση και τη διάθεση σε κάθε στάδιο της ανάπτυξης. Αυτό δίνει μια πιο ολοκληρωμένη προσέγγιση, που σπάνια περιγράφεται σε άλλα άρθρα. Ωστόσο, δεν υπάρχει ορισμός ή μεθοδολογική περιγραφή.

Ο Eckel (2007), σημειώνει ότι η αξιολόγηση ενός αποτυπώματος άνθρακα μιας επιχείρησης, συνίσταται όχι μόνο στον υπολογισμό της κατανάλωσης ενέργειας αλλά και στην αύξηση κάθε απορρίμματος δεδομένων από κάθε πτυχή των επιχειρηματικών πρακτικών χωρίς ωστόσο να παρέχεται σαφές πεδίο ανάλυσης.

Στο Ηνωμένο Βασίλειο, η Carbon Trust έχει ως στόχο να αναπτύξει μια κατανοητή και απλουστευμένη διατύπωση του όρου «αποτύπωμα άνθρακα» ενός προϊόντος και για αυτό κυκλοφόρησε ένα σχέδιο μεθοδολογίας για διαβούλευση. Τονίζεται ότι πρέπει να περιλαμβάνονται μόνο οι διαδικασίες εισαγωγής, παραγωγής και μονάδας που σχετίζονται άμεσα με το προϊόν, ενώ ορισμένες από τις έμμεσες εκπομπές - π.χ. από εργαζόμενους που μετακινούνται στο εργοστάσιο - δεν συνυπολογίζονται (Carbon Trust, 2007).

Η σκέψη του κύκλου ζωής μπορεί να βρεθεί σε πολλά άλλα έγγραφα και φαίνεται να έχει εξελιχθεί σε ένα βασικό γνώρισμα των εκτιμήσεων αποτυπώματος άνθρακα. Μια διαδικασία τυποποίησης ξεκίνησε από την Carbon Trust και την Defra με στόχο την ανάπτυξη μιας δημόσιας διαθέσιμης προδιαγραφής (PAS) για τη μεθοδολογία LCA που



χρησιμοποιείται από την Carbon Trust για τη μέτρηση των ενσωματωμένων αερίων του θερμοκηπίου σε προϊόντα (DEFRA, 2007).

### 1.3 Παγκόσμιο Δίκτυο Αποτύπωσης

Το Παγκόσμιο Δίκτυο Αποτύπωσης, ένας οργανισμός που καταρτίζει «Εθνικούς Λογαριασμούς Αποτύπωσης» σε ετήσια βάση προσδιορίζει το αποτύπωμα άνθρακα ως μέρος του Οικολογικού Αποτυπώματος (Wackernagel et al., 2005).

Το αποτύπωμα άνθρακα ερμηνεύεται ως ανώνυμο για το «αποτύπωμα ορυκτών καυσίμων» το οποίο ορίζεται ως η ζήτηση για βιοποικιλότητα που απαιτείται για τη δέσμευση (μέσω της φωτοσύνθεσης) των εκπομπών διοξειδίου (CO<sub>2</sub>) από την καύση ορυκτών καυσίμων και από ορυκτά CO<sub>2</sub> που δεν απορροφούνται από τους ωκεανούς. Ωστόσο, ενώ μεμονωμένα έγγραφα έχουν χρησιμοποιήσει έναν τέτοιο χερσαίο ορισμό, για παράδειγμα η Σκωτσέζικη Στρατηγική για την Κλιματική Αλλαγή, δεν έχει αλλάξει την κοινή αντίληψη του αποτυπώματος άνθρακα ως μέτρο των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα ή ισοδυνάμων διοξειδίου του άνθρακα στη βιβλιογραφία (Scottish Executive, 2006).

Το αποτύπωμα άνθρακα είναι ένα μέτρο της αποκλειστικής συνολικής ποσότητας εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα που προκαλείται άμεσα και έμμεσα από μια δραστηριότητα ή συσσωρεύεται κατά τη διάρκεια ζωής ενός προϊόντος. Αυτό περιλαμβάνει δραστηριότητες ατόμων, πληθυσμών, κυβερνήσεων, εταιρειών, οργανισμών, διαδικασιών και βιομηχανικών τομέων. Τα προϊόντα αφορούν αγαθά και υπηρεσίες. Σε κάθε περίπτωση, πρέπει να ληφθούν υπόψη όλες οι άμεσες (επιτόπιες, εσωτερικές) και έμμεσες εκπομπές (εκτός τόπου, εξωτερικές, ενσωματωμένες). Ο ορισμός παρέχει μερικές απαντήσεις στις ερωτήσεις που τέθηκαν στην αρχή. Ωστόσο, πολλά από αυτά είτε δεν βασίζονται στον άνθρακα ή είναι πιο δύσκολο να ποσοτικοποιηθούν λόγω της διαθεσιμότητας δεδομένων. Για παράδειγμα, το μεθάνιο θα μπορούσε εύκολα να συμπεριληφθεί, αλλά εγείρεται προβληματισμός για τις πληροφορίες από έναν ξεχωριστά συγκεντρωτικό δείκτη, που περιλαμβάνει μόνο δύο από έναν αριθμό σχετικών αερίων του θερμοκηπίου. Διευκρινίζεται ότι ένας περιεκτικός δείκτης αερίων θερμοκηπίου πρέπει να περιλαμβάνει όλα αυτά τα αέρια και θα μπορούσε για παράδειγμα να ονομαστεί «αποτύπωμα του κλίματος». Σημειώνεται δε ότι ο ορισμός αποφεύγει επίσης να εκφράσει το αποτύπωμα άνθρακα ως δείκτη βάσει περιοχής. Η «συνολική ποσότητα» του CO<sub>2</sub> μετράται φυσικά σε μονάδες μάζας (kg, t) και συνεπώς δεν πραγματοποιείται μετατροπή σε μονάδα έκτασης (ha, m<sup>2</sup>, km<sup>2</sup>). Η μετατροπή σε μια χερσαία περιοχή θα πρέπει να βασίζεται σε μια ποικιλία διαφορετικών υποθέσεων αυξάνοντας ωστόσο την αβεβαιότητα και τις εσφαλμένες εντυπώσεις που σχετίζονται με μια συγκεκριμένη εκτίμηση αποτυπώματος (Lenzen, 2006).

Για το λόγο αυτό οι διαχειριστές συνήθως προσπαθούν να αποφύγουν περιπτές μετατροπές και επικεντρώνονται στο να εκφράσουν οποιοδήποτε φαινόμενο στην πιο κατάλληλη μονάδα μέτρησης. Παρόλο που είναι σημαντικό η έννοια του «αποτυπώματος άνθρακα» να καλύπτει πλήρως και να συμπεριλαμβάνει όλες τις πιθανές αιτίες που προκαλούν εκπομπές άνθρακα, είναι εξίσου σημαντικό να καταστεί σαφές τι περιλαμβάνει αυτό. Η σωστή μέτρηση των αποτυπωμάτων άνθρακα αποκτά ιδιαίτερη σημασία και επισφάλεια όταν πρόκειται για ρύθμιση άνθρακα. Είναι προφανές ότι ένας σαφής ορισμός του πεδίου εφαρμογής και των ορίων είναι απαραίτητος όταν χρηματοδοτούνται έργα για τη μείωση ή τον περιορισμό των εκπομπών CO<sub>2</sub>. Σε παράλληλο πλαίσιο, όταν λαμβάνονται υπόψη οι έμμεσες εκπομπές, πρέπει να εφαρμόζονται μεθοδολογίες που αποφεύγουν την υπομέτρηση καθώς και τη διπλή μέτρηση των εκπομπών. Θα ήταν παράλειψη να μην αναφερθεί ότι η διαδικασία αυτή χρήζει της ορθής αξιολόγησης όλων των σταδίων που αποτελούν τον κύκλο ζωής των προϊόντων ώστε να προκύψει μια πλήρης αξιολόγηση (πλήρης σημαίνει χωρίς περικοπές) (Keuning, 1994; Stahmer, 2000).





## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup> : Η ΙΕΡΑΡΧΙΑ ΤΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

### 2.1 Ιεραρχία διαχείρισης

Η ιεραρχία διαχείρισης αποβλήτων μπορεί να εντοπιστεί στη δεκαετία του 1970, όταν το κίνημα του περιβάλλοντος άρχισε να ασκεί κριτική στην πρακτική της διαχείρισης αποβλήτων με βάση τη διάθεση. Αντί να θεωρούν τα «σκουπίδια» ως μια ομοιογενή μάζα που πρέπει να ταφεί, ισχυρίστηκαν ότι αποτελούνταν από διαφορετικά υλικά που θα έπρεπε να έχουν διαφορετική επεξεργασία - κάποια δεν πρέπει να παραχθούν, κάποια πρέπει να επαναχρησιμοποιηθούν, κάποια εμφανίζονται ως ανακυκλωμένα ή κομποστοποιημένα, κάποια πρέπει να καούν και άλλα να ταφούν (Schall, 1992).

Προκύπτει εύλογα από τα προαναφερθέντα και η ανάλυση ίσως και η προτεραιοποίηση ενός όρου ιδιαίτερα σημαντικού για την πρόληψη φαινομένων επιβλαβών ακόμα και για τη δημόσια υγεία. Ως έννοια η αρχή ή ειδικότερα η ιεραρχία έχει νόημα με τρόπο που είναι δύσκολο να αντιταχθεί κανείς. Αντικατοπτρίζει προσεγγίσεις που είναι ευρέως διαδεδομένες στην ανθρώπινη υγεία και την ιατρική, ισχυροποιώντας την παγιωμένη αντίληψη ότι η πρόληψη είναι καλύτερη από τη θεραπεία (βέλτιον το προλαμβάνειν τοῦ θεραπεύειν). Οι περισσότεροι θα συμφωνούσαν ότι είναι πιο αποτελεσματικό να αποφεύγουμε προβλήματα εξ αρχής, παρά να επενδύουμε σε επιδιορθωτικές λύσεις - συχνά και αναποτελεσματικές - μόλις παρουσιαστεί το πρόβλημα. Ο παραλληλισμός μεταξύ της ανθρώπινης υγείας και της προστασίας του περιβάλλοντος είναι εμφανής και τεκμηριώνεται από σημαντικά επιστημονικά στοιχεία και γνώσεις. Στο πλαίσιο της βιομηχανικής περιβαλλοντικής διαχείρισης τη δεκαετία του 1980 και του 1990, οι απαντήσεις που δόθηκαν απεικονίζουν όλο και πιο αναποτελεσματικές πρακτικές ως προς την πρόληψη των μακροπρόθεσμων επιπτώσεών τους. Από την άλλη πλευρά η καθαρότερη παραγωγή αντιπροσωπεύει μια δόκιμη προσέγγιση ενισχυτική στην ενημέρωση της εξέλιξης της ιεραρχίας. Μαζί με την Cleaner Production, προέκυψαν άλλοι σχετικοί όροι και έννοιες, όπως η μείωση της πηγής και η P2 ή η Πρόληψη της ρύπανσης - το αμερικανικό ισοδύναμο της Cleaner Production. Η ουσία αυτών των προσεγγίσεων χαρακτηρίζεται από την ανάγκη αποφυγής, εξάλειψης, πρόληψης ή μείωσης σημαντικά των αιτίων των περιβαλλοντικών προβλημάτων, σε αντίθεση με τη διαχείριση των επιπτώσεων, των αποβλήτων και των εκπομπών που προκύπτουν μετά τον κύκλο ζωής του προϊόντος ή της υπηρεσίας. Αυτό υποδηλώνει μια θεμελιώδη αλλαγή στη φύση των περιβαλλοντικών παρεμβάσεων όσον αφορά το σκεπτικό, το χρονοδιάγραμμα και την ειδική προσέγγιση (Yong et al., 2016).

Ο Jackson (1993), παρέχει μια συνοπτική περιγραφή της μετάβασης στη σκέψη από το τετελεσμένο σε πιο προληπτικά μοντέλα και τον πιο θετικό ρόλο που μπορούν να επιτύχουν οι προληπτικές στρατηγικές: Ένα πλήθος όρων και φράσεων συμπληρώνει και αποσαφηνίζει τον καθορισμό και την περιγραφή του αναδυόμενου προληπτικού περιβαλλοντικού παραδείγματος. Αυτοί οι όροι περιλαμβάνουν την πρόληψη της ρύπανσης, τη μείωση των πηγών, των αποβλήτων και των τοξικών ουσιών, την ελαχιστοποίηση των αποβλήτων και την καθαρή ή καθαρότερη τεχνολογία. Θεωρητικά, τα νεότερα σύνολα όρων αναφέρονται σε μορφές προληπτικής δράσης που συρρικνώνουν τις θεμελιώδεις αιτίες των περιβαλλοντικών προβλημάτων. Βέβαια, οι νεότεροι όροι γίνονται όλο και πιο δημοφιλείς από την πιο παραδοσιακή φρασεολογία της προστασίας του περιβάλλοντος όπως ο έλεγχος της ρύπανσης, η διαχείριση των αποβλήτων, ο περιβαλλοντικός έλεγχος και η διάθεση των αποβλήτων. Αυτές οι παλαιότερες δράσεις χαρακτηρίζονται από την προσπάθειά τους να επιλύσουν περιβαλλοντικά προβλήματα αντιδρώντας στις επιπτώσεις των ρύπων. Ενώ αναγνωρίζει τις πιο ριζοσπαστικές εμπορικές και βιομηχανικές επιπτώσεις της αποφυγής και της πρόληψης, σημειώνει επίσης την ανάγκη για ουσιαστικές αλλαγές στην κατανάλωση προϊόντων, υπηρεσιών και συναφών υλικών. Έπειτα, είναι απαραίτητο να παρατηρηθεί η σημασία των υλικών. Η εφαρμογή της τεχνολογίας και η παραγωγή αγαθών και υπηρεσιών εξαρτάται από τη



χρήση υλικών. Στις ρίζες όλης της ρύπανσης τελικά βρίσκονται αποφάσεις σχετικά με το ποιες πρώτες ύλες θα εξαχθούν και θα χρησιμοποιηθούν και ποια συνθετικά ή επεξεργασμένα υλικά δημιουργούνται για να κατασκευάζουν, να μεταφέρουν και να συσκευάζουν προϊόντα. Τα προβλήματα των αποβλήτων και των ρύπων σχετίζονται άμεσα με τον κύκλο υλικών. Ως εκ τούτου, η εφαρμογή του προτύπου πρόληψης μπορεί να γίνει μέσω αλλαγών στον κύκλο υλικών και, για αυτό το λόγο, δεν αποτελεί έκπληξη το γεγονός ότι οι περιβαλλοντολόγοι έχουν όλο και περισσότερο επικεντρωθεί στη μείωση της χρήσης τοξικών. Επιδεικνύουν επίσης υψηλό βαθμό ρεαλισμού και αναγνωρίζουν ότι μια ιεραρχία πρόληψης απαιτεί απαραίτητα ανακατατάξεις και διαρθρωτικές αλλαγές που δεν είναι πάντα επιθυμητές ή ελκυστικές για εταιρείες που έχουν επενδύσει ένα αξιόλογο κεφάλαιο σε συμβατικά συστήματα περιβαλλοντικής διαχείρισης και άλλες στρατηγικές.

Συμπληρωματικά, η ιεραρχία είναι ένα σημαντικό στοιχείο που καθοδηγεί τη διαμόρφωση πολιτικών προγραμμάτων και κανονισμών σχετικά με τα απόβλητα. Θα πρέπει σε αυτό το σημείο να διευκρινιστεί ότι αφενός υπάρχουν δύο σχολές σκέψης στην ιεραρχία και αφετέρου ότι επιδέχονται διαφορετικής ερμηνείας σε ένα ολοκληρωμένο πλαίσιο διαχείρισης αποβλήτων. Πιο συγκεκριμένα, μια ερμηνεία είναι ότι η ολοκληρωμένη διαχείριση αποβλήτων είναι ένα «μενού επιλογών» και δεν υφίσταται ως καλή ή κακή επιλογή τεχνολογίας, διότι ισχύει εξίσου ανάλογα με τις περιστάσεις. Στον αντίποδα αυτών, η άλλη ερμηνεία υπεραμύνεται της θέσης ότι η ιεραρχία πρέπει να ακολουθείται με αυστηρά προκαθορισμένη σειρά: αρχικά να μεγιστοποιείται η ποσότητα των αποβλήτων που αποτρέπονται στην πηγή και στη συνέχεια η ποσότητα που ανακυκλώνεται ή λιπασματοποιείται και μόνο μετά να καίγονται ή να θάβονται τα υπόλοιπα. Ωστόσο, ένα σημαντικό εμπόδιο για την εφαρμογή της ιεραρχίας είναι το γεγονός ότι οι διαχειριστές στερεών αποβλήτων έχουν πολύ μικρό έλεγχο επί της παραγωγής αποβλήτων και, ως εκ τούτου, έχουν περιορισμένη ικανότητα επίτευξης της μείωσης των πηγών. Οι σχεδιαστές, οι μηχανικοί και οι διευθυντές στη βιομηχανία λαμβάνουν αποφάσεις σχετικά με το τι κατασκευάζεται ή επεξεργάζεται και πώς γίνεται, και συνεπώς γνωμοδοτούν και για την ποσότητα και τον τύπο των παραγόμενων αποβλήτων. Για να είναι επομένως αποτελεσματική, η ιεραρχία των αποβλήτων πρέπει να αντιμετωπιστεί με την εργασία σε δύο διαφορετικά συστήματα - το σύστημα διαχείρισης αποβλήτων και το σύστημα παραγωγής. Η δυναμική διεθνώς και τοπικά, χτίζεται γύρω από το στόχο της αποδοτικότητας της χρήσης πόρων και την ιδέα να γίνουν περισσότερα με τη λιγότερη όσο το δυνατόν χρήση τους, δηλαδή να πραγματοποιηθεί η οικολογική αποδοτικότητα. Ένας βασικός παράγοντας πίσω από αυτές τις προσεγγίσεις είναι η ανάγκη αποσύνδεσης της οικονομικής ανάπτυξης από αρνητικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Υποστηριζόμενη από μεθοδολογίες αξιολόγησης του κύκλου ζωής που χρησιμοποιούν ποιοτικά δεδομένα, ο στόχος της αποτελεσματικότητας της χρήσης πόρων έχει τη δυνατότητα να εξυπηρετηθεί καλά από την ιεραρχία, ειδικά εάν η έμφαση στην ιεραρχία μπορεί να μετατοπιστεί προς τα πάνω προς την πρόληψη και τη μείωση των αποβλήτων (Schall, 1992).

Η εφαρμογή της ιεραρχίας των αποβλήτων πρέπει να λαμβάνει υπόψη πολλές βασικές αρχές:

1. Η αποφυγή και η μείωση πρέπει πάντα να είναι οι προτιμώμενες επιλογές, επειδή αποφεύγουν τις επιπτώσεις σε ολόκληρο τον κύκλο ζωής του προϊόντος, συμπεριλαμβανομένης της διάθεσης. Με όρους βιωσιμότητας, επιτρέπουν να «γίνονται περισσότερα με λιγότερα» και να βελτιώνεται ριζικά η αποδοτικότητα της χρήσης των πόρων.
2. Οι επιλογές ανάκτησης πρέπει να στοχεύουν στη διατήρηση της μέγιστης δυνατής ποσότητας ενσωματωμένης περιβαλλοντικής αξίας (EEV). Όσον αφορά την αειφορία, πρέπει να στοχεύουν στην εξάλειψη των αποβλήτων μέσω κλειστών κύκλων που μεγιστοποιούν την αξία των υλικών (τόσο περιβαλλοντικά όσο και οικονομικά) ανά πάσα στιγμή.



3. Η ανάκτηση ενέργειας πρέπει να χρησιμοποιείται μόνο για υλικά που δεν έχουν υψηλότερη τελική χρήση από το να μετατρέπονται σε ενέργεια.

4. Η χρήση των επιλογών ανάκτησης πρέπει να λαμβάνει υπόψη τις ευρύτερες επιπτώσεις βιωσιμότητας κάθε τεχνολογίας και όχι μόνο τις επιπτώσεις τους στα απόβλητα. Άλλες περιβαλλοντικές επιπτώσεις μπορεί να περιλαμβάνουν την παραγωγή αερίων θερμοκηπίου, την κατανάλωση νερού και τα απόβλητα από το νερό. Πρέπει επίσης να ληφθούν υπόψη οι κοινωνικές και οικονομικές επιπτώσεις. Η δεύτερη αρχή για τη μεγιστοποίηση της περιβαλλοντικής αξίας υποστηρίζεται από την αξιολόγηση κύκλου ζωής για τη συσκευασία και τη διαχείριση απορριμμάτων χαρτιού, η οποία διαπίστωσε ότι το μεγαλύτερο μέρος του περιβαλλοντικού οφέλους της ανακύκλωσης προήλθε από την αντικατάσταση παρθένου υλικού με ανακυκλωμένο υλικό. Η επίπτωση είναι ότι η ανακύκλωση κλειστού βρόχου είναι το πιο πιθανό να επιτύχει περιβαλλοντικά οφέλη, αντί για «downcycling» σε προϊόντα χαμηλότερης αξίας. Η τρίτη αρχή για την ανάκτηση ενέργειας συνάδει με το σχέδιο κατευθυντήριας γραμμής για την αειφόρο ενέργεια από την ανάπτυξη έργων αποβλήτων.

Αυτό προτείνει μια σειρά αρχών για την ανάκτηση ενέργειας από τα απόβλητα: Ότι μια πιθανή πηγή καυσίμου να μην μετατρέπεται ανεπανόρθωτα σε ενέργεια εάν εξακολουθεί να διαθέτει «υψηλότερη» τιμή ως βασικό υλικό. Η τεχνολογία μετατροπής πρέπει να είναι όσο το δυνατόν πιο αποτελεσματική. Η ανάκτηση ενέργειας θα πρέπει να οδηγήσει σε: - Καθαρή διατήρηση πόρων - Μείωση των ρύπων (ιδίως του αέρα, συμπεριλαμβανομένων των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου) - Χωρίς παράλογο κόστος - Χωρίς αυξημένους κινδύνους για την υγεία - Χωρίς μειωμένη τοπική ευκολία. Τελικά φαίνεται ότι τα εμπόδια στην αποτελεσματική ιεραρχία έχουν λιγότερη σχέση με τις κατάλληλες τεχνολογίες και τις βιομηχανικές δυνατότητες, σε σύγκριση με τον εντοπισμό εταιρικών και θεσμικών φραγμών. Για να λειτουργήσει επιτυχώς η ιεραρχία απαιτεί προσοχή σε όλα τα επίπεδα και όχι μόνο εκείνα που εμφανίζονται «εύκολα» ή εμπορικά συναφή βραχυπρόθεσμα (Alayón et al., 2017; Grant et al., 2001).

## 2.2 Προέλευση της διαχείρισης στερεών αποβλήτων

Οι άνθρωποι παράγουν μαζικά στερεά απόβλητα από τότε που ίδρυσαν μη νομαδικές κοινωνίες περίπου το 10.000 π.Χ. (Worrell και Vesilind, 2011).

Ιστορικά, οι ανησυχίες για τη δημόσια υγεία, την ασφάλεια, την έλλειψη πόρων και την αισθητική λειτουργούσαν ως κεντρικοί μοχλοί για τα συστήματα διαχείρισης αποβλήτων (Louis, 2004; Wilson, 2007; Worrell και Vesilind, 2011).

Μικρές κοινότητες κατάφεραν να θάψουν στερεά απόβλητα λίγο έξω από τους οικισμούς τους ή να τα απορρίψουν σε κοντινά ποτάμια ή υδάτινα σώματα, αλλά καθώς η πυκνότητα του πληθυσμού αυξήθηκε, αυτές οι πρακτικές δεν εμπόδισαν πλέον την εξάπλωση δυσάρεστων οσμών ή ασθενειών (Seadon, 2006). Καθώς τα απόβλητα συσσωρεύτηκαν σε αυτές τις αναπτυσσόμενες κοινότητες, οι άνθρωποι ζούσαν απλώς ανάμεσα στη βρωμιά. Υπήρξαν εξαιρέσεις: οι οργανωμένες διαδικασίες SWM εφαρμόστηκαν στην αρχαία πόλη Mahenjo-Daro στην κοιλάδα του Ινδού μέχρι το 2000 π.Χ. (Worrell and Vesilind, 2011).

Οι Έλληνες είχαν εκδώσει και ένα διάταγμα που απαγορεύει τη διάθεση απορριμμάτων στους δρόμους και οργάνωσαν τις πρώτες αναγνωρισμένες «δημοτικές χωματερές» του Δυτικού κόσμου από το 500 π.Χ. (Melosi, 1982) και οι κινεζικές πόλεις είχαν «αστυνομία διάθεσης» υπεύθυνη για την επιβολή των νόμων περί διάθεσης έως το 200 π.Χ. Ωστόσο, όπως περιγράφουν οι Worrell and Vesilind (2011), ως επί το πλείστον, οι άνθρωποι στις πόλεις ζούσαν ανάμεσα σε απόβλητα και σκουριά. Τόσο στην Αθήνα όσο και στη Ρώμη, τα απόβλητα μετεγκαταστάθηκαν πολύ έξω από τα όρια της πόλης όταν απειλήθηκαν οι άμυνες επειδή οι αντίπαλοι μπορούσαν να κλιμακώσουν τους σωρούς απορριμμάτων και πάνω από τα τείχη της πόλης.





Οι δρόμοι της πόλης του Μεσαίωνα επικολλήθηκαν σε μια οσμή λάσπης αποτελούμενη από χώμα, στάσιμα νερά, οικιακά απορρίμματα, και περιττώματα ανθρώπινων πράξεων (Louis, 2004). Αυτό δημιούργησε πολύ ευνοϊκές συνθήκες για φορείς ασθένειας. Πράγματι, ο «Μαύρος Θάνατος», που έπληξε την Ευρώπη στις αρχές του 1300, μπορεί να οφείλεται εν μέρει στην απόρριψη οργανικών αποβλήτων στους δρόμους (Louis, 2004; Tchobanoglous et al., 1977; Worrell and Vesilind, 2011).

Στην αποικιακή Αμερική, ο αστικός πληθυσμός ζούσε σε παρόμοιες πτωχές συνθήκες (Melosi, 1982). Πολλές πρωτοβουλίες υλοποιήθηκαν για τον καθαρισμό των δρόμων, αλλά όλες ήταν βραχύβιες, επειδή οι φτωχοί επικεντρώνονταν στη διατροφή τους και οι πλούσιοι ήταν αντίθετοι στο να πληρώσουν για τους φτωχούς (Wilson, 2007).

Ωστόσο, η έλλειψη πόρων εξασφάλισε ότι πολλά είδη επισκευάστηκαν και επαναχρησιμοποιήθηκαν, και η ροή αποβλήτων καθαρίστηκε διεξοδικά (Woodward, 1985). Όταν ξεκίνησε τελικά η πρόοδος του SWM, καθοδηγήθηκε από πέντε βασικούς παράγοντες: τη δημόσια υγεία, το περιβάλλον, την έλλειψη πόρων και την αξία των αποβλήτων, την αλλαγή του κλίματος και την ευαισθητοποίηση και συμμετοχή του κοινού.

### 2.3 Οδηγός 1: Δημόσια υγεία - Η υγειονομική επανάσταση

Η βιομηχανική επανάσταση έφερε ταχεία επέκταση τόσο στις ευρωπαϊκές όσο και στις αμερικανικές πόλεις. Μια νέα εποχή στον τομέα της υγιεινής άρχισε να διαμορφώνεται μεταξύ 1790 και 1850 στο Λονδίνο, όπου η υψηλή περιεκτικότητα σε τέφρα των οικιακών απορριμμάτων που προκαλείται από τη θέρμανση και το μαγείρεμα με άνθρακα δημιούργησε μια ακμάζουσα αγορά συλλογής αποβλήτων και χρήση ως πρώτη ύλη για την κάλυψη της υπερβολικής ζήτησης για τούβλα (Wilson, 2007).

Στα τέλη της δεκαετίας του 1830 ξεκίνησε η επανάσταση της υγιεινής στο Λονδίνο με το διορισμό της Επιτροπής Υγιεινής, η οποία καθιέρωσε τους πρώτους σαφείς δεσμούς μεταξύ ασθενειών και κακών υγειονομικών συνθηκών. Κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου, το κυβερνητικό ενδιαφέρον για τη δημόσια υγεία οδήγησε στην προώθηση καλύτερων πρακτικών διαχείρισης στερεών αποβλήτων μέσω της νομοθεσίας, της επιβολής και της επένδυσης σε υποδομές. Το 1848 και το 1875 ιδρύθηκαν Πράξεις για τη Δημόσια Υγεία, οι τελευταίες από τις οποίες απαιτούσαν από τα νοικοκυριά να απορρίπτουν τα απόβλητά τους σε ένα κινούμενο δοχείο, για το οποίο οι τοπικές αρχές ήταν υπεύθυνες για την εκκένωση κάθε εβδομάδα. Παρόμοια νομοθεσία εφαρμόστηκε και σε άλλες ευρωπαϊκές χώρες (Wilson, 2007).

Στις αμερικανικές πόλεις, η πυκνότητα του πληθυσμού και η εξάρτηση από τα εισαγόμενα προϊόντα αυξήθηκαν δραματικά μεταξύ 1790 και 1920. Ομοίως, αυξήθηκε η ανάγκη εξαγωγής των αποβλήτων της αυξανόμενης ανάπτυξής τους πέρα από τα άμεσα όρια της πόλης. Η ανησυχία του κοινού σχετικά με την αποχέτευση εντάθηκε καθώς οι επιδημικές ασθένειες εμφανίζονταν τακτικά στις πόλεις. Έτσι, το κυβερνητικό ενδιαφέρον για τη δημόσια υγεία οδήγησε σε βελτιώσεις ως προς τη διαχείριση στερεών αποβλήτων στις αμερικανικές πόλεις, κυρίως μέσω της νομοθεσίας και των επενδύσεων σε υποδομές. Η νομοθεσία για τη δημόσια υγεία συνέχισε να προωθεί τη διαχείριση των αποβλήτων τον επόμενο αιώνα (Louis, 2004).

Ως δημοτική προτεραιότητα εμφανίστηκε η συλλογή και απομάκρυνση αποβλήτων από την άμεση γειτνίαση με κατοικημένες περιοχές (Wilson, 2007). Μόλις τα απόβλητα αφαιρέθηκαν από τους δήμους, οι προτεραιότητες μετατοπίστηκαν σε άλλες πτυχές της αλυσίδας διαχείρισης αποβλήτων, όπως ο πολλαπλασιασμός των χώρων υγειονομικής ταφής (Seadon, 2006).

Ωστόσο, από το 1900 έως το 1970, η διάθεση ήταν ως επί το πλείστον ανεξέλεγκτη, με κύρια μορφή την απόρριψη και την καύση (Wilson, 2007). Η εστίαση παρέμεινε στη συλλογή και μεταφορά αποβλήτων έξω από την πόλη (UN-HABITAT, 2010).



## 2.4 Οδηγός 2: Περιβάλλον - Ο «εκσυγχρονισμός» του SWM

Μετά το Β 'Παγκόσμιο Πόλεμο η υγειονομική ταφή ήταν η κύρια μέθοδος διάθεσης αποβλήτων. Όμως η ταχεία αύξηση της κατανάλωσης από το 1960 και μετά οδήγησε σε μεγαλύτερη ροή αστικών αποβλήτων με υψηλότερη περιεκτικότητα σε πλαστικά (Wolsink, 2010).

Ωστόσο, το περιβαλλοντικό κίνημα της δεκαετίας του 1960 και του 1970 έφερε τη διάθεση απορριμμάτων στην πολιτική ατζέντα των βιομηχανικών χωρών (Wilson, 2007; Wolsink, 2010), η οποία δημιούργησε μια σημαντική αλλαγή στις προοπτικές των υπευθύνων χάραξης πολιτικής σχετικά με τον τρόπο προσέγγισης του SWM (Wolsink, 2010). Αναδύθηκε νέα νομοθεσία για την αντιμετώπιση της ρύπανσης των υδάτων και του SWM, με στόχο την εξάλειψη της ανεξέλεγκτης διάθεσης. Η μεταγενέστερη νομοθεσία για τα SWM δημιούργησε όλο και περισσότερο περιβαλλοντικά πρότυπα για τη μείωση της μόλυνσης της γης, του αέρα και του νερού (UN-HABITAT, 2010; Wilson, 2007).

Το περιβαλλοντικό κίνημα λειτούργησε ως πρωταρχικός μοχλός των σταδίων πολιτικής από τη δεκαετία του 1970 και μετά (Wilson, 2007). Η πολιτική SWM από τη δεκαετία του 1970 έως τα μέσα της δεκαετίας του 1980 επικεντρώθηκε στον έλεγχο των αποβλήτων και, επομένως, χαρακτηρίστηκε από μέτρα όπως η καθημερινή κάλυψη και συμπίεση χώρων υγειονομικής ταφής και η μετασκευή αποτεφρωτήρων για τον έλεγχο της σκόνης. Το ακόλουθο στάδιο πολιτικής, το οποίο εμφανίστηκε στη δεκαετία του 1980 και συνεχίζεται σήμερα, επικεντρώθηκε στη σταδιακή αύξηση των τεχνικών προτύπων, ξεκινώντας από τον έλεγχο των αερίων υγειονομικής ταφής και των εκπλυμάτων, τη μείωση των αερίων αποτέφρωσης και των διοξινών, και τώρα επεκτείνεται στον έλεγχο των οσμών για εγκαταστάσεις λιπασματοποίησης και αναερόβια χωνευτήρια (Wilson, 2007).

Στη δεκαετία του 1990, η ολοκληρωμένη πολιτική κέρδισε μεγάλη προσοχή, διότι είχε καταστεί προφανές ότι δεν ήταν αρκετή η υποστήριξη της συνεχώς αυξανόμενης προστασίας του περιβάλλοντος. Χρειάστηκε μια ενοποιητική ρυθμιστική προσέγγιση η οποία δεν περιλάμβανε μόνο τα τεχνικά και περιβαλλοντικά αλλά και τα πολιτικά, κοινωνικά, χρηματοοικονομικά, οικονομικά και θεσμικά στοιχεία της διαχείρισης αποβλήτων εάν επρόκειτο να πραγματοποιηθεί η προστασία του περιβάλλοντος (McDougall et al., 2008; Klundert και Anschutz, 2001; Wilson, 2007).

## 2.5 Οδηγός 3: Η έλλειψη πόρων και η αξία των αποβλήτων

Στην προ-βιομηχανική εποχή, οι πόροι ήταν σχετικά σπάνιοι. Οτιδήποτε πωλήθηκε στη ροή αποβλήτων καθαρίστηκε και τα καταναλωτικά αγαθά επαναχρησιμοποιήθηκαν και επισκευάστηκαν αντί να πεταχτούν στη ροή αποβλήτων (UN-HABITAT, 2010; Wilson, 2007).

Καθώς οι πόλεις μεγάλωναν κατά τη διάρκεια της βιομηχανικής επανάστασης, η αξία των πόρων των αποβλήτων αυξήθηκε ξανά και οι «κουρέλια» ή «αγοραστές δρόμου» συνέλεξαν, χρησιμοποίησαν και πούλησαν υλικά από τη ροή αποβλήτων, μια δραστηριότητα που συνεχίζεται σήμερα σε πολλές αναπτυσσόμενες χώρες (UN-HABITAT, 2010). Ωστόσο, τα ποσοστά ανακύκλωσης έπεσαν από τα υψηλά επίπεδα των προ-βιομηχανικών χρόνων σε μονοψήφια έως τη δεκαετία του 1970 (Wilson, 2007), καθώς αυτή ήταν μια περίοδος με τεράστια αύξηση στην κατανάλωση, ισχυρή εμπορία εμπορευμάτων και ελλιπές ενδιαφέρον για την κατανάλωση πόρων.

Η ανακύκλωση και η επαναχρησιμοποίηση που συνεχίστηκαν τον 19ο αιώνα πυροδοτήθηκαν και πάλι τη δεκαετία του 1970 από την ευρωπαϊκή έννοια της «ιεραρχίας αποβλήτων», στην οποία βασίζεται η τρέχουσα πολιτική αποβλήτων στην ΕΕ (Wilson, 2007; Wolsink, 2010).



Η αρχική ιδέα για την ιεραρχία των αποβλήτων βασίστηκε αρχικά στην έλλειψη χώρων υγειονομικής ταφής της ολλανδικής κυβέρνησης (Wolsink, 2010), αλλά η ιδέα προωθήθηκε κυρίως από το περιβαλλοντικό κίνημα. Για πρώτη φορά στο δεύτερο πρόγραμμα δράσης της Ευρωπαϊκής Ένωσης για το περιβάλλον το 1977 (CEC, 1977), η ιεράρχηση των αποβλήτων παρουσιάζεται ως ένα μοντέλο προτεραιοτήτων διαχείρισης αποβλήτων που βασίζεται στην «Σκάλα του Lansink», μια ιεραρχία τεχνικών διαχείρισης αποβλήτων που προέρχονται από την πρόληψη για επαναχρησιμοποίηση, μείωση, ανακύκλωση, ανάκτηση ενέργειας, επεξεργασία (όπως αποτέφρωση) και τελικά διάθεση υγειονομικής ταφής (Price and Joseph, 2000; Wilson, 2007; Wolsink, 2010).

Έτσι, η διαθεσιμότητα γης και η αξία της ως πόρος ενήργησαν κάπως σαν οδηγός για την απομάκρυνση από την υγειονομική ταφή, αν και η λειψυδρία οδήγησε κυρίως σε νέες επιλογές θεραπείας, όπως η αποτέφρωση. Η ιεραρχία των αποβλήτων ενεργοποίησε μια μαζική μετάβαση στην προληπτική σκέψη, η οποία αποκρυσταλλώθηκε με νέους όρους και φράσεις - πρόληψη ρύπανσης, μείωση πηγών, ελαχιστοποίηση αποβλήτων, μείωση αποβλήτων, μείωση χρήσης τοξικών, καθαρή ή καθαρότερη τεχνολογία - και αντικατέστησε τους παλιούς όρους που επικεντρώθηκαν στην αντίδραση και τον έλεγχο αντί της πρόληψης (Jackson, 1993).

Αυτή η μετατόπιση πολιτικής από την υγειονομική ταφή έχει αυξήσει σημαντικά τη χρήση μεθόδων διαχείρισης αποβλήτων μεσαίας προτεραιότητας, οι οποίες ήταν ιστορικά πιο εμφανείς λόγω της έλλειψης πόρων, αλλά μειώθηκαν σε μονοψήφια ποσοστά στην Ευρώπη κατά το πρώτο μισό του 20ου αιώνα. Η ανακύκλωση, για παράδειγμα, έχει ανακάμψει στο 25% ή υψηλότερη στην Ευρώπη (Wilson, 2007), φθάνοντας τα ποσοστά τόσο υψηλά όσο 60% στην Αυστρία και τις Κάτω Χώρες (Kollikkathara et al., 2009). Ωστόσο, ο Wilson (2007) επισημαίνει ότι αυτό συχνά καθοδηγείται από νόμιμους στόχους και όχι από τον εκτιμητή πόρων. Η ανακύκλωση αποδεικνύεται ως σωστή πρακτική αυτή καθ'αυτή, όχι αποκλειστικά ως αξία των ανακτημένων υλικών κόστους.

Πολλές κυβερνήσεις, μέλη της βιομηχανίας, εκπαιδευτικοί, περιβαλλοντικές ομάδες και προγράμματα έχουν υιοθετήσει και επικυρώσει την ιεραρχία διαχείρισης αποβλήτων (Gertsakis and Lewis, 2003; Seadon, 2006), η οποία, μαζί με αυτό που ο Seadon (2006) περιγράφει ως «μια σχεδόν μαντανική αποδοχή μεταξύ των επαγγελματιών απορριμμάτων» (σελ. 1328), πυροδότησε μια έντονη κριτική. Σύμφωνα με τους Gertsakis και Lewis (2003), η ιεραρχία είναι δύσκολο να εφαρμοστεί επειδή οι διαχειριστές στερεών αποβλήτων στη βιομηχανία και την κυβέρνηση έχουν μικρό έλεγχο στις αποφάσεις παραγωγής που θα μπορούσαν να επηρεάσουν υψηλότερες προτεραιότητες, όπως η πρόληψη και η ελαχιστοποίηση των αποβλήτων.

Επιπλέον, οι McDougall et al., (2008) επισημαίνουν ότι η ιεραρχία των αποβλήτων δεν παρέχει χώρο για συνδυασμούς τεχνικών, δεν λαμβάνει υπόψη το κόστος ή συγκεκριμένους περιορισμούς, δεν διαθέτει επιστημονική ή τεχνική βάση και δεν μπορεί να παράσχει αυτό που είναι βασικά απαραίτητο - μια αξιολόγηση του συνόλου του συγκεκριμένου περιβάλλοντος.

## 2.6 Οδηγός 4: Κλιματική αλλαγή

Η κλιματική αλλαγή λειτούργησε ως περιβαλλοντικός μοχλός από τις αρχές της δεκαετίας του 1990, οδηγώντας σε απομάκρυνση από την υγειονομική ταφή των βιοαποικοδομήσιμων αποβλήτων, η οποία αποτελεί σημαντική πηγή εκπομπών μεθανίου και ενισχυμένη εστίαση στην ανάκτηση ενέργειας από τα απόβλητα (UN-HABITAT, 2010; Wilson, 2007).

Αυτός ο οδηγός προκλήθηκε από την παγκόσμια ανησυχία για θέματα κλιματικής αλλαγής, με όλη την οικουμένη να δέχεται πίεση και να συνηγορεί στην εύρεση λύσης. Αυτό το πρόγραμμα οδήγησης σηματοδότησε ένα στάδιο πολιτικής που επικεντρώθηκε στην πρόληψη των αποβλήτων και στα επιτεύγματα στόχων, και χαρακτηρίστηκε από μια



σειρά προληπτικών μέτρων πολιτικής, συμπεριλαμβανομένων νόμων και στόχων για λιπάσματα και στόχους ανακύκλωσης, εκτροπή από τους χώρους υγειονομικής ταφής, εκτεταμένη ευθύνη του παραγωγού και απαγορεύσεις υγειονομικής ταφής για ανακυκλώσιμα υλικά (UN-HABITAT, 2010; Wilson, 2007).

Στο σημείο αυτό πρέπει να τονιστεί ότι πολιτικές όπως η οδηγία για την υγειονομική ταφή των αποβλήτων της ΕΕ απαιτούν μείωση των επιπέδων βιοαποικοδομήσιμου υλικού που αποστέλλεται στον χώρο υγειονομικής ταφής ως μέθοδος ανάκτησης πολύτιμων υλικών και μείωσης των εκπομπών μεθανίου (Wilson, 2007).

Αυτό αύξησε περαιτέρω τα ποσοστά ανακύκλωσης και κομποστοποίησης, τα οποία αυξάνονται στις πόλεις που εκσυγχρονίζουν τα συστήματα αποβλήτων τους (UN-HABITAT, 2010). Ωστόσο, δεδομένου ότι τα μέτρα για την κλιματική αλλαγή μπορούν να έχουν σημαντικό αντίκτυπο μόνο εάν πολλοί τηρούν αυτόν τον στόχο, δεν υπάρχει άμεσο εθνικό όφελος από τη μείωση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου. Αυτή είναι η κύρια αδυναμία αυτού του οδηγού και ένας από τους πρωταρχικούς λόγους που αποτελεί ανάχωμα στην επίτευξη συναίνεσης για μια σύμβαση μετά το 2012 για τη μείωση των επιπέδων διοξειδίου του άνθρακα.

## 2.7 Οδηγός 5: Ανησυχία και ευαισθητοποίηση του κοινού - αλλαγή συμπεριφοράς

Η ανησυχία και η ευαισθητοποίηση του κοινού έχουν επίσης λειτουργήσει ως οδηγοί του SWM σε χώρες με υψηλό εισόδημα. Οι κακές πρακτικές στο παρελθόν, όπως η καύση απορριμμάτων και η ρύπανση αποτεφρωτήρων, έχουν δημιουργήσει αρνητικές κριτικές και έκδηλους ενδοιασμούς για νέες στρατηγικές SWM (Wilson, 2007).

Ο Wilson (2007, σελ. 201) περιγράφει τον τρόπο που οι αρνητικές αντιλήψεις των παρελθόντων εγκαταστάσεων οδήγησαν στην σχεδόν αναπόφευκτη αντίδραση NIMBY σε προτάσεις για οποιαδήποτε νέα εγκατάσταση διαχείρισης αποβλήτων, ανεξάρτητα από το πόσο καθαρή ή βιώσιμη μπορεί να είναι. Η μη βιώσιμη συμπεριφορά αναστέλλει επίσης την κίνηση προς καλύτερο SWM. Επομένως, οι στρατηγικές που περιλαμβάνουν περισσότερη ανακύκλωση, επισκευή, επαναχρησιμοποίηση, λιπασματοποίηση στο σπίτι, βιώσιμη κατανάλωση απαιτούν αλλαγή συμπεριφοράς (Wilson, 2007), την οποία ο Jackson (2005) πιστεύει ότι γίνεται το «ιερό δισκοπότηρο» οποιασδήποτε στρατηγικής αειφόρου ανάπτυξης.

Σε παράλληλο πλαίσιο, τα συστήματα που διαμορφώνουν μοτίβα των δραστηριοτήτων του κοινού δημιουργούν πολύπλοκα εμπόδια στη βιώσιμη συμπεριφορά. Πολλοί άνθρωποι δεν μπορούν να κάνουν σκόπιμη επιλογή, εγκλωβισμένοι σε μη βιώσιμα πρότυπα που παγιώθηκαν από συνήθειες, έλλειψη γνώσεων, θεσμικές δομές, ανισότητες στην πρόσβαση, κοινωνικές προσδοκίες και πολιτιστικές αξίες (Jackson, 2005; McKenzie-Mohr και Smith, 1999). Επιπλέον, κάθε μορφή βιώσιμης συμπεριφοράς έχει ένα μοναδικό και περίπλοκο σύνολο εμποδίων που διαφέρουν μεταξύ των κοινωνικών ομάδων (McKenzie-Mohr and Smith, 1999). Ακόμη και η φαινομενικά στενά συνδεδεμένη βιώσιμη συμπεριφορά, όπως η κομποστοποίηση και η ανακύκλωση, μπορούν να αποκλειστούν από διαφορετικά σύνολα εμποδίων (McKenzie-Mohr and Smith, 1999). Επομένως, η υλοποίηση πρωτοβουλιών που ενδείκνυνται για ένα επιτυχές αποτέλεσμα σε ένα συγκεκριμένο πλαίσιο είναι απίθανο να τελεσφορήσουν (Southerton et al., 2011).

Προκύπτει εύλογο το συμπέρασμα από τα προαναφερθέντα ότι η υπέρβαση της δημόσιας στάσης και της μη βιώσιμης συμπεριφοράς απαιτεί αποτελεσματική επικοινωνία, ευρεία δημόσια κατανόηση των απαιτήσεων του SWM και ενεργή συμμετοχή όλων των σχετικών ενδιαφερομένων σε όλα τα στάδια του έργου (Schübeler et al., 1996).

Για παράδειγμα, μερικές από τις κορυφαίες στρατηγικές που έχουν προδιαγραφές για την υπέρβαση της αντιπολίτευσης περιλαμβάνουν την εξασφάλιση υποστηρικτών του έργου πριν από την εφαρμογή, την ανάπτυξη μιας ολοκληρωμένης κατανόησης των αιτίων της





αντιπολίτευσης και την απομάκρυνσή τους μέσω διαβουλεύσεων με τα ενδιαφερόμενα μέρη, την αποδέσμευση από την παραπληροφόρηση και τέλος το γόνιμο συμβιβασμό. Αυτές οι «βέλτιστες πρακτικές» ήταν αποτελεσματικές στην καταπολέμηση της αντίθεσης πολλών σε πολλά μεγάλα αναπτυξιακά έργα. Έτσι, η οικοδόμηση της ευαισθητοποίησης του κοινού μέσω τέτοιων μέτρων και η εστίαση της ανησυχίας του κοινού στην ανάγκη ανάπτυξης βιώσιμης συμπεριφοράς έχουν ενεργήσει ως οδηγοί του SWM (Noto, 2010).

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup> : ΑΠΟΒΛΗΤΑ - ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΗ ΚΑΙ ΚΑΝΟΝΙΣΤΙΚΗ ΑΠΟΨΗ**

### **3.1 Ορισμός των αποβλήτων**

Κάθε όρος που χρησιμοποιείται σε μια επιστημονική θεωρία ή σε ένα συγκεκριμένο κλάδο της επιστήμης πρέπει να προσδιορίζεται με ακρίβεια. Ο ορισμός μπορεί να φαίνεται ο πιο προφανής και ίσως η μόνη κατάλληλη μέθοδος χαρακτηρισμού μιας επιστημονικής έννοιας (Hempel, 1966).

Ο ορισμός είναι πάντα απαραίτητος στον τομέα του δικαίου, αλλά είναι ιδιαίτερα σημαντικός σε ένα σύστημα ρυθμιστικού ελέγχου, όπως η διαχείριση των αποβλήτων, καθώς είναι προαπαιτούμενος ο καθορισμός του αντικείμενου που δύναται ή όχι να υποβληθεί σε έλεγχο. Στην ιδανική περίπτωση, ο νομικός ορισμός θα πρέπει να είναι αρκετά εκτεταμένος ώστε να περιλαμβάνει όλες τις δραστηριότητες που πρέπει να ελέγχονται, αλλά με εύρος που δε θα προσιδιάζει σε υπερβολική ρύθμιση (Cheyne and Purdue, 1995).

Ο νομικός ορισμός των αποβλήτων στην ΕΕ έχει επικριθεί έντονα για την ασάφεια του. Τα απόβλητα ορίζονται στην οδηγία αναφορικά με τα απόβλητα (91/156 / ΕΟΚ) του Ευρωπαϊκού Συμβουλίου ως οποιαδήποτε ουσία ή αντικείμενο, το οποίο ο κάτοχος διαθέτει ή υποχρεούται να απορρίψει σύμφωνα με τις ισχύουσες εθνικές νομοθεσίες (DIRECTIVE, 1991).

Οι Cheyne and Purdue (1995), θεωρούν ότι αυτή η κατηγορία «catch-all» είναι απαραίτητη επειδή δεν υπάρχει απόλυτος στόχος ή εξωτερική ένδειξη ως προς το εάν μια ουσία ή ένα αντικείμενο πρέπει να θεωρηθεί ότι απαιτεί διαχείριση αποβλήτων. Το πρόβλημα με αυτόν τον ορισμό είναι ότι βλέπει τα απόβλητα από τη στιγμή που τα απόβλητα υπάρχουν ήδη και η ανησυχία είναι η πιθανή απειλή για το περιβάλλον και την ανθρώπινη υγεία. Αυτό είναι κατανοητό από νομοθετική άποψη: ο ρόλος της περιβαλλοντικής νομοθεσίας είναι ο έλεγχος της διάθεσης αποβλήτων για την εξάλειψη αυτής της απειλής. Η διαχείριση των αποβλήτων, φαίνεται, είναι μια αντίδραση στα απόβλητα. Ωστόσο, είμαστε σε θέση να είμαστε προνοητικοί και να λαμβάνουμε τα κατάλληλα μέτρα για την πρόληψη των αποβλήτων εάν γνωρίζουμε τον λόγο της σπατάλης.

### **3.2 Ορισμός των μη αποβλήτων**

Ενώ οι ροές υλικών θα πρέπει ιδανικά να αξιολογούνται σύμφωνα με τους πραγματικούς κινδύνους ανεξάρτητα από το πού βρίσκονται στον κύκλο ζωής τους, λόγω των αρνητικών συνεπειών ενός υλικού που ορίζεται ως απόβλητο, είναι σημαντικό να αναλυθεί το όριο ανάμεσα στα απόβλητα και τα μη . Στην περίπτωση που ένας ιδιοκτήτης διατίθεται να χρησιμοποιήσει ένα πράγμα για έναν σκοπό ή σκοπεύει να χειριστεί το πράγμα για να είναι σε θέση να ενεργήσει σε σχέση με το σκοπό του, δεν μπορεί να θεωρηθεί πλέον σπατάλη, δεδομένου ότι τότε δεν ανήκει σε καμία από τις κατηγορίες αποβλήτων. Στην περίπτωση που ένα απόβλητο υλικό χρησιμοποιείται για την κατασκευή ενός νέου προϊόντος, μπορεί να ειπωθεί ότι τα απόβλητα παύουν να είναι απόβλητα μόλις



σχηματιστούν οι ιδιότητες του νέου προϊόντος και αυτό το προϊόν καταστεί λειτουργικό σε σχέση με τον σκοπό του (Allenby, 1999).

Τα μη απόβλητα ορίστηκαν ως (Pongrácz, 2002): ένα αντικείμενο που έχει εκχωρηθεί από τον ιδιοκτήτη του (ή δυνητικό), και αυτός ο ιδιοκτήτης θα το χρησιμοποιήσει είτε για αυτόν τον σκοπό είτε προς όφελος της Πολιτείας ή κάποιας Δομής, και απαιτείται η βεβαίωση ότι το αντικείμενο θα είναι σε θέση να εκτελέσει τη σχέση με τον καθορισμένο σκοπό. Προτάθηκε ότι πράγματα που καλύπτονται από αυτόν τον ορισμό δεν πρέπει να θεωρούνται απόβλητα και να εξαιρούνται από κανονιστικούς περιορισμούς σχετικά με τα απόβλητα.

### 3.3 Ο ρόλος της ελαχιστοποίησης των αποβλήτων

Υπάρχει σημαντική αλληλοεξάρτηση μεταξύ των στόχων της Βιομηχανικής οικολογίας και της διαχείρισης αποβλήτων, πεδίο εφαρμογής της ελαχιστοποίησης των αποβλήτων. Η κύρια διαφορά προέρχεται από την ευρύτερη κλίμακα της Βιομηχανικής οικολογίας: φτάνει πέρα από τα τείχη μιας βιομηχανικής εγκατάστασης και ενθαρρύνει τη ζωή συσχετίζοντας το περιβάλλον και τη δημιουργία αλληλοσυνδεόμενων οικοσυστημάτων με άλλες εταιρείες για μια πιο αποτελεσματική κυκλοφορία υλικού. Είναι, ωστόσο, σημαντικό, οι βιομηχανικές εγκαταστάσεις να ενσωματώνουν τους παγκόσμιους στόχους στις τοπικές πρακτικές τους, σημείο που αναδεικνύει σωτήρια τη διαχείριση των αποβλήτων. Δεδομένου ότι η έκφραση «διαχείριση αποβλήτων» υποδηλώνει υπό κάποια έννοια τη δράση της απλώς στα υπάρχοντα απόβλητα, από τον ορισμό της ως έλεγχος των δραστηριοτήτων και στο εξής έστρεψε την προσοχή από τα ήδη υπάρχοντα απόβλητα.

Οι βιομηχανικές εταιρείες πρέπει να κινηθούν προς πιο αποτελεσματικές και συνειδητές τεχνολογικές επιλογές, με βασικό γνώμονα και επιδιωκόμενο στόχο κάθε προϊόν που εγκαταλείπει τη βιομηχανική διαδικασία να δημιουργείται για έναν σκοπό και για έναν ιδιοκτήτη, και να θέτει σκέψεις και για έναν δεύτερο σκοπό, αφού το προϊόν εκπληρώσει τον κύριο. Στην ιδανική περίπτωση, αυτό σημαίνει ότι κάθε προϊόν που εγκαταλείπει τη διαδικασία πρέπει να είναι μη απόβλητο. Μέτρα ελαχιστοποίησης αποβλήτων συγκεντρωτικά είναι τα εξής: η αυστηρή αποφυγή δημιουργίας αποβλήτων, η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης, η μείωση των αποβλήτων με εφαρμογή πιο αποδοτικών τεχνολογιών παραγωγής, η βελτίωση της ποιότητας των αποβλήτων με γνώμονα την πηγή, π.χ. υποκατάσταση επικίνδυνων ουσιών, η επαναχρησιμοποίηση προϊόντων ή μερών προϊόντων, η αποσυναρμολόγηση σύνθετων προϊόντων και η επαναχρησιμοποίηση εξαρτημάτων, η εσωτερική ανακύκλωση αποβλήτων παραγωγής και η εξωτερική ανακύκλωση.

Οι βιομηχανικές εταιρείες κατά αυτό τον τρόπο οφείλουν να συμπορεύονται με τις βασικές αρχές της Βιομηχανικής Οικολογίας, όπως αυτές έχουν εδραιωθεί και οριστεί με τις ακόλουθες ενέργειες. Αρχικά, κάθε μόριο που εισέρχεται σε μια συγκεκριμένη διαδικασία παραγωγής πρέπει να αφήσει τη διαδικασία αυτή ως μέρος ενός προϊόντος προς πώληση. Κάθε ενέργεια που χρησιμοποιείται στην κατασκευή πρέπει να παράγει έναν επιθυμητό μετασχηματισμό υλικού. Οι βιομηχανίες οφείλουν να χρησιμοποιούν την ελάχιστη χρήση υλικών και ενέργειας σε προϊόντα, διαδικασίες και υπηρεσίες. Οι βιομηχανίες επιβάλλεται να επιλέγουν άφθονα, μη τοξικά υλικά κατά το σχεδιασμό προϊόντων. Κάθε διαδικασία και προϊόν, στη συνέχεια πρέπει να είναι σχεδιασμένα για να διατηρούν την ενσωματωμένη χρησιμότητα των υλικών που χρησιμοποιούνται. Ένας αποτελεσματικός τρόπος για την επίτευξη αυτού του στόχου είναι ο σχεδιασμός αρθρωτού εξοπλισμού και η ανακατασκευή. Οι βιομηχανίες με αυτήν την προοπτική είναι απαραίτητο να λαμβάνουν τα περισσότερα από τα απαραίτητα υλικά μέσω ροών ανακύκλωσης (δικές τους ή άλλων) και όχι μέσω εξόρυξης πρώτων υλών, ακόμη και στην περίπτωση κοινών υλικών. Κάθε προϊόν πρέπει να έχει σχεδιαστεί έτσι ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία άλλων χρήσιμων προϊόντων στο τέλος της διάρκειας ζωής του. Κάθε βιομηχανική ιδιοκτησία ή εγκατάσταση απαιτείται να αναπτυχθεί, να κατασκευαστεί ή να



τροποποιηθεί με προσοχή στη διατήρηση ή τη βελτίωση των τοπικών ενδιατημάτων και της ποικιλίας των ειδών, και στην ελαχιστοποίηση των επιπτώσεων στους τοπικούς και περιφερειακούς πόρους. Ταυτόχρονα, είναι αναγκαίο να αναπτυχθούν στενές αλληλεπιδράσεις με προμηθευτές υλικών, πελάτες και εκπροσώπους άλλων βιομηχανιών, με στόχο την ανάπτυξη συνεργατικών τρόπων ελαχιστοποίησης των συσκευασιών, της ανακύκλωσης και της επαναχρησιμοποίησης υλικών. Προχωρώντας στην ελαχιστοποίηση των αποβλήτων απαιτείται η δέσμευση της εταιρείας για την αύξηση του ποσοστού των μη αποβλήτων που εγκαταλείπουν τη διαδικασία. Υποστηρίχθηκε ότι από τους νόμους της θερμοδυναμικής προκύπτει ότι τα υποπροϊόντα χαμηλότερης αξίας είναι ταυτόχρονα ενός κύριου προϊόντος. Και σε αυτό το σημείο, οι βιομηχανικές επιχειρήσεις πρέπει να κοιτάξουν πέρα από τα τείχη του εργοστασίου και να αναζητήσουν τρόπους εξωτερικής χρήσης σύμφωνα με τις αρχές της Βιομηχανικής Οικολογίας. Τέτοιες πρακτικές έχουν χρησιμοποιηθεί από καιρό και η οικονομική ανάπτυξη του παρελθόντος έδειχνε πάντα εκτεταμένη βιομηχανική συμβίωση και έντονες ενσωματωμένες τάσεις για μείωση των πρακτικών σπατάλης (Baumgärtner, & Arons, 2003; Desrochers, 2002).

### 3.4 Μεθοδολογικά θέματα

Μεθοδολογικά, για να μπορέσει να υπολογιστεί το αποτύπωμα άνθρακα χρησιμοποιούνται δύο κατευθυντήριες γραμμές: από κάτω προς τα πάνω, βάσει ανάλυσης διεργασίας (PA) ή από πάνω προς τα κάτω, με βάση την ανάλυση περιβαλλοντικής εισόδου-εξόδου (ΕΙΟ). Και οι δύο μεθοδολογίες πρέπει να αντιμετωπίσουν τις προκλήσεις που περιγράφονται παραπάνω και να προσπαθούν να αποτυπώσουν τις επιπτώσεις του πλήρους κύκλου ζωής, δηλαδή να ενημερώσουν μια πλήρη ανάλυση / αξιολόγηση κύκλου ζωής (ΑΚΖ). Εδώ, παρέχεται μόνο μια σύντομη εντύπωση ορισμένων από τα βασικά μειονεκτήματά τους. Η ανάλυση διεργασιών (PA) είναι μια μέθοδος από τη βάση προς τα πάνω, η οποία αναπτύχθηκε για την κατανόηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των μεμονωμένων προϊόντων από το λίκνο έως την ταφή. Η φύση από κάτω προς τα πάνω των PA-LCAs (LCA με βάση τη διαδικασία) σημαίνει ότι υποφέρουν από ένα πρόβλημα ορίου συστήματος - λαμβάνονται υπόψη μόνο επιτόπου, οι περισσότερες ως πρώτης τάξης και ορισμένες επιπτώσεις ως δεύτερης τάξης (Lenzen, 2000).

Εάν τα PA-LCA χρησιμοποιούνται για τη λήψη εκτιμήσεων αποτυπώματος άνθρακα, πρέπει να δοθεί μεγάλη έμφαση στον προσδιορισμό των κατάλληλων ορίων του συστήματος, τα οποία ελαχιστοποιούν αυτό το σφάλμα περικοπής. Οι ΑΚΖ που βασίζονται σε PA αντιμετωπίζουν περαιτέρω δυσκολίες όταν πρέπει να δημιουργηθούν αποτυπώματα άνθρακα για μεγαλύτερες οντότητες όπως η πολιτεία, τα νοικοκυριά ή συγκεκριμένοι βιομηχανικοί τομείς. Ακόμα κι αν οι εκτιμήσεις μπορούν να προκύψουν από την παράθεση πληροφοριών που περιέχονται σε βάσεις δεδομένων κύκλου ζωής, τα αποτελέσματα θα γίνουν όλο και πιο ασαφή καθώς αυτές οι διαδικασίες συνήθως απαιτούν την υπόθεση ότι ένα υποσύνολο μεμονωμένων προϊόντων είναι αντιπροσωπευτικό για μια μεγαλύτερη ομάδα προϊόντων και τη χρήση πληροφοριών από διαφορετικές βάσεις δεδομένων, οι οποίες συνήθως δεν είναι συνεπείς (Tukker and Jansen, 2006).

Η ανάλυση περιβαλλοντικής εισόδου-εξόδου (ΕΙΟ) παρέχει μια εναλλακτική προσέγγιση από κάτω προς τα πάνω στο αποτύπωμα άνθρακα (Wiedmann et al., 2006). Οι πίνακες εισροών-αποτελεσμάτων είναι οικονομικοί λογαριασμοί που παρέχουν μια εικόνα όλων των οικονομικών δραστηριοτήτων σε επίπεδα (τομείς). Σε συνδυασμό με συνεπή δεδομένα περιβαλλοντικών λογαριασμών, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον καθορισμό εκτιμήσεων αποτυπώματος άνθρακα με έναν ολοκληρωμένο και στιβαρό τρόπο, λαμβάνοντας υπόψη όλες τις υψηλότερες επιπτώσεις στην τάξη και ορίζοντας ολόκληρο το οικονομικό σύστημα ως όριο. Ωστόσο, αυτή η πληρότητα έρχεται σε βάρος της λεπτομέρειας. Η καταλληλότητα της περιβαλλοντικής ανάλυσης εισροών-εκροών για την αξιολόγηση μικρο-συστημάτων όπως προϊόντων ή διαδικασιών είναι περιορισμένη,



καθώς προϋποθέτει ομοιογένεια τιμών, εκροών και εκπομπών άνθρακα σε επίπεδο τομέα. Αν και οι τομείς μπορούν να χωριστούν για περαιτέρω ανάλυση, φέρνοντάς το πιο κοντά σε ένα μικροσύστημα, αυτή η δυνατότητα είναι περιορισμένη, τουλάχιστον σε μεγαλύτερη κλίμακα.

Ένα μεγάλο πλεονέκτημα των προσεγγίσεων που βασίζονται στην είσοδο-έξοδο, ωστόσο, είναι μια πολύ μικρότερη απαίτηση χρόνου και ανθρώπινου δυναμικού μόλις το μοντέλο τεθεί σε εφαρμογή. Η καλύτερη επιλογή για μια λεπτομερή, αλλά ολοκληρωμένη και στιβαρή ανάλυση είναι να συνδυαστούν η δύναμη και των δύο μεθόδων χρησιμοποιώντας μια υβριδική προσέγγιση (Bullard et al., 1978; Suh et al., 2004; Heijungs and Suh, 2006), όπου το PA και η είσοδος - οι μεθοδολογίες εξόδου είναι ενσωματωμένες.

Μια τέτοια προσέγγιση επιτρέπει τη διατήρηση της λεπτομέρειας και της ακρίβειας των προσεγγίσεων από κάτω προς τα πάνω σε στάδια χαμηλότερης τάξης, ενώ οι απαιτήσεις υψηλότερης τάξης καλύπτονται από το μέρος εισόδου-εξόδου του μοντέλου. Μια τέτοια μέθοδος Hybrid-EIO-LCA, ενσωματώνοντας συστήματα διεργασίας μέσα σε πίνακες εισόδου-εξόδου, είναι η τρέχουσα κατάσταση στην οικολογική οικονομική μοντελοποίηση (Heijungs and Suh, 2002; Heijungs et al., 2006; Heijungs and Suh, 2006).

Η βιβλιογραφία αναδύεται και λίγοι ασκούμενοι έχουν αποκτήσει τις δεξιότητες για να πραγματοποιήσουν μια τέτοια υβριδική αξιολόγηση. Ωστόσο, τα επόμενα χρόνια μπορεί να αναμένεται ταχεία πρόοδος και πολύ βελτιωμένα μοντέλα. Η μέθοδος επιλογής εξαρτάται συχνά από τον σκοπό της έρευνας και τη διαθεσιμότητα δεδομένων και πόρων. Μπορεί να ειπωθεί ότι η περιβαλλοντική ανάλυση εισροών-εκροών είναι ανώτερη για τον προσδιορισμό των αποτυπώματων άνθρακα σε μακρο και μέσο συστήματα. Σε αυτό το πλαίσιο, ένα αποτύπωμα άνθρακα βιομηχανικών τομέων, μεμονωμένων επιχειρήσεων, μεγαλύτερων ομάδων προϊόντων, νοικοκυριών, κυβέρνησης, του μέσου πολίτη ή ενός μέσου μέλους μιας συγκεκριμένης κοινωνικοοικονομικής ομάδας μπορεί εύκολα να πραγματοποιηθεί με ανάλυση εισροών-εκροών. Η ανάλυση της διαδικασίας έχει σαφή πλεονεκτήματα για την εξέταση των μικροσυστημάτων: μια συγκεκριμένη διαδικασία, ένα μεμονωμένο προϊόν ή μια σχετικά μικρή ομάδα μεμονωμένων προϊόντων (Foran et al., 2005; SEI, 2006; Wiedmann et al., 2007).

### 3.5 Κανονιστικό πλαίσιο

Από κανονιστική άποψη, διακρίνονται δύο τάσεις στην αντιμετώπιση της υπερθέρμανσης του πλανήτη. Η μια ακολουθεί την πορεία των εθελοντικών συμφωνιών, της επισήμανσης των προϊόντων και της επιλογής των καταναλωτών (το PAS 2050 είναι η κυρίαρχη κινητήρια δύναμη πίσω από αυτό), ενώ η άλλη βασίζεται στην ευθύνη των αρχών να νομοθετούν και να εσωτερικεύουν το περιβαλλοντικό κόστος στις τιμές των προϊόντων.

Το τελευταίο είναι εφικτό μέσω περιβαλλοντικών φόρων ή εμπορεύσιμων ποσοστώσεων για τις εκπομπές άνθρακα (ένα πρόσφατο παράδειγμα που ανακοίνωσε η Ολλανδική κυβέρνηση είναι ο φόρος συσκευασίας που βασίζεται σε υπολογισμούς του ενσωματωμένου CO<sub>2</sub>). Είναι σημαντικό να διατηρηθεί μια ισορροπία μεταξύ αυτών των δύο προσεγγίσεων, ενθαρρύνοντας την καινοτομία καθαρότερων τεχνολογιών και εξυπνότερων προϊόντων μέσω της πίεσης της αγοράς, αλλά δεν πρέπει να αποτελέσει το πρόσχημα για την απραγία των πολιτικών.

Ο περιορισμός των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου χρειάζεται σαφείς πολιτικούς στόχους και λειτουργικά μέτρα και το θεωρούμε απόλυτη ανάγκη να έχουμε παγκόσμιες, δεσμευτικές ποσοστώσεις. Ούτε το LCA ούτε το αποτύπωμα άνθρακα θα φέρουν σε πέρας την αποστολή. Η ανάλυση αποτυπώματος άνθρακα δεν είναι το μόνο μέρος όπου βλέπουμε το LCA να είναι «λεπτό» για να καλύπτει αποκλειστικά τις εκπομπές CO<sub>2</sub>. Αυτό φαίνεται επίσης σε πολλές μεθοδολογίες αξιολόγησης και σε συστήματα περιβαλλοντικής διαχείρισης. Αλλά το αποτύπωμα άνθρακα, περισσότερο από οποιαδήποτε άλλη μέθοδο ή ιδέα, ήταν σε θέση να τραβήξει την προσοχή του κοινού. Υπάρχει μια τεράστια αφθονία





ιστότοπων - ορισμένοι ακόμη και κυβερνητικοί - ικανών να υπολογίσουν τις επιπτώσεις ενός ατόμου και να προσφέρουν προτάσεις για την αντιστάθμιση των εκπομπών. Τα αποτυπώματα άνθρακα έχουν τη δυνατότητα να είναι ένα καλό σημείο εισόδου για την αύξηση της ευαισθητοποίησης των καταναλωτών και την προώθηση συζητήσεων σχετικά με τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις των προϊόντων.

Αυτό, με τη σειρά του, διευκολύνει τη διάδοση της σκέψης του κύκλου ζωής και της ΑΚΖ. Μπορεί ακόμη και να έχει τη δυνατότητα να προωθήσει ένα πιο συνεπές πλαίσιο περιβαλλοντικής εκτίμησης προϊόντων και υπηρεσιών (Weidema et al., 2008).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup> : ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ

### 4.1 Εκπομπές αερίων

Έχουν αναφερθεί οι ατμοσφαιρικές συγκεντρώσεις ισοδυνάμων διοξειδίου του άνθρακα με την πιθανότητα αύξησης των παγκόσμιων θερμοκρασιών πέρα από ορισμένα επίπεδα (Stern et al., 1996).

Η πρόσφατη (παγκόσμια μέση) θέρμανση κατά 0,5 ° C οφείλεται εν μέρει σε τέτοιες ανθρωπογενείς εκπομπές. Οι αλλαγές που εγκλιματίζονται έχουν ως αποτέλεσμα ακραία καιρικά φαινόμενα, όπως πολύ υψηλές θερμοκρασίες, ξηρασίες και καταιγίδες, θερμικό στρες, πλημμύρες και μολυσματικές ασθένειες. Τα τελευταία 100 χρόνια, η μέση ετήσια θερμοκρασία του επιφανειακού αέρα έχει αυξηθεί κατά 0,4-0,6 ° C στην Ινδία. Αυτό απαιτεί την κατανόηση των πηγών των παγκόσμιων εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου για την εφαρμογή κατάλληλων μέτρων μετριασμού (Hingane et al., 1985; Kumar et al., 2000).

Οι σταθερές πηγές ενέργειας είναι ένας από τους μεγαλύτερους συντελεστές των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου μιας πόλης. Αυτές οι εκπομπές προέρχονται από την καύση καυσίμων σε οικιστικά, εμπορικά και θεσμικά κτίρια, σε εγκαταστάσεις και κατασκευαστικές βιομηχανίες και κατασκευές, καθώς και σε σταθμούς παραγωγής ενέργειας, τροφοδοτούμενης από δίκτυο. Αυτός ο τομέας περιλαμβάνει επίσης τις διαφυγές εκπομπές, οι οποίες συμβαίνουν συνήθως κατά την εξαγωγή, τον μετασχηματισμό και τη μεταφορά πρωτογενών ορυκτών καυσίμων. Η μεταφορά καλύπτει όλες τις οδικές, σιδηροδρομικές, θαλάσσιες και αεροπορικές μετακινήσεις, συμπεριλαμβανομένων των ταξιδιών μεταξύ πόλεων αλλά και διεθνών προορισμών. Οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου παράγονται απευθείας από την καύση καυσίμου ή έμμεσα με τη χρήση ηλεκτρικής ενέργειας που παρέχεται από δίκτυο. Η συλλογή ακριβών δεδομένων για δραστηριότητες μεταφοράς, ο υπολογισμός των εκπομπών και η κατανομή αυτών των εκπομπών σε πόλεις μπορεί να είναι μια ιδιαίτερα δύσκολη διαδικασία. Για να ικανοποιήσει τις διακυμάνσεις στη διαθεσιμότητα δεδομένων, τα υπάρχοντα μοντέλα μεταφοράς και τους σκοπούς απογραφής, το GPC προσφέρει επιπλέον ευελιξία στον υπολογισμό των εκπομπών από τη μεταφορά. Η διάθεση και επεξεργασία αποβλήτων παράγει εκπομπές GHG μέσω αερόβιας ή αναερόβιας αποσύνθεσης ή αποτέφρωσης. Οι εκπομπές αερίων θερμοκηπίου από στερεά απόβλητα υπολογίζονται με οδό διάθεσης, δηλαδή υγειονομική ταφή, βιολογική επεξεργασία, αποτέφρωση και ανοικτή καύση. Εάν το μεθάνιο ανακτάται από στερεά απόβλητα ή εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων ως πηγή ενέργειας, αναφέρεται ως Στατική Ενέργεια. Παρομοίως, οι εκπομπές από την αποτέφρωση με ανάκτηση ενέργειας συγκαταλέγονται στη Στατική Ενέργεια. Οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου παράγονται από μια ευρεία ποικιλία βιομηχανικών δραστηριοτήτων που δεν σχετίζονται με την ενέργεια. Οι βιομηχανικές δραστηριότητες, οι οποίες ποικίλλουν, παράγουν στην ατμόσφαιρα εκπομπές αερίων όπου οι βασικές πηγές τους είναι οι απελευθερώσεις από βιομηχανικές διεργασίες που μετασχηματίζουν χημικά ή φυσικά υλικά (π.χ., οι ψυκτικοί στη βιομηχανία σιδήρου και χάλυβα και η αμμωνία και άλλα χημικά προϊόντα που κατασκευάζονται από ορυκτά καύσιμα και χρησιμοποιούνται



ως χημική πρώτη ύλη). Κατά τη διάρκεια αυτών των διαδικασιών μπορούν να παραχθούν πολλά διαφορετικά GHG. Επιπλέον, ορισμένα προϊόντα που χρησιμοποιούνται από τη βιομηχανία και τους τελικούς καταναλωτές, όπως ψυκτικά, αφροί ή δοχεία αεροζόλ, περιέχουν επίσης GHG που μπορούν να απελευθερωθούν κατά τη χρήση και απόρριψη (Fong et al., 2014; Stern et al., 1996).

Οι εκπομπές από τον τομέα της γεωργίας, της δασοκομίας και άλλων χρήσεων γης (AFOLU) παράγονται μέσω μιας ποικιλίας περιπτώσεων, όπως τα ζώα (εντερική ζύμωση και διαχείριση κοπριάς), η χρήση γης και η αλλαγή χρήσης της (π.χ., η εκκαθάριση δασικών εκτάσεων για καλλιεργήσιμες εκτάσεις ή οικισμούς) και συγκεντρωτικές πηγές και πηγές εκπομπών εκτός CO<sub>2</sub> στη γη (π.χ. εφαρμογή λιπασμάτων και καλλιέργεια ρυζιού). Δεδομένης της εξαιρετικά μεταβλητής φύσης της χρήσης γης και της γεωργικής δραστηριότητας σε διάφορες γεωγραφικές περιοχές, οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου από το AFOLU συγκαταλέγονται στις πιο πολύπλοκες κατηγορίες για τη διαχείριση του αερίου (Fong et al., 2014).

#### 4.2 Εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>)

Η αφθονία του CO<sub>2</sub> βρέθηκε να είναι σημαντικά χαμηλότερη κατά την τελευταία εποχή του πάγου από ό, τι τα τελευταία 1000 χρόνια των αρχικών μετρήσεων του Ολοκαινίου (Neftel et al., 1982).

Οι αφθονίες του CO<sub>2</sub> κυμαίνονταν μεταξύ 280 ± 20 ppm τα τελευταία 1000 χρόνια έως το έτος 1750. Υπήρξε μια εκθετική αύξηση της αφθονίας CO<sub>2</sub> κατά τη βιομηχανική εποχή, σε 367 ppm το 1999 και σε 379 ppm το 2005 (Eggleston et al., 2006; Indermuhle et al., 1999).

#### 4.3 Εκπομπές μεθανίου (CH<sub>4</sub>)

Ανθρωπογενείς δραστηριότητες όπως παραγωγή ορυκτών καυσίμων, εντερική ζύμωση σε ζώα, διαχείριση κοπριάς, καλλιέργεια ρυζιού, καύση βιομάζας και διαχείριση αποβλήτων απελευθερώνουν μεθάνιο στην ατμόσφαιρα σε σημαντικό βαθμό.

Οι εκτιμήσεις δείχνουν ότι οι ανθρώπινες δραστηριότητες απελευθερώνουν περισσότερο από το 50% των παγκόσμιων εκπομπών μεθανίου (Anderson et al., 2010).

Στις φυσικές πηγές μεθανίου περιλαμβάνονται οι υγρότοποι, ο πάγος, οι ωκεανοί, τα γλυκά νερά, τα εδάφη που δεν είναι υγρά και άλλες πηγές όπως οι πυρκαγιές. Επιταχυνόμενες αυξήσεις των συγκεντρώσεων μεθανίου και νιτροξειδίου αναφέρθηκαν κατά τη διάρκεια του εικοστού αιώνα (Battle et al., 1996).

Υπήρχε μια σταθερή αφθονία 700 ppb μέχρι τον 19ο αιώνα. Μια σταθερή αύξηση έφερε τις αφθονίες μεθανίου σε 1745 ppb το 1998 και 1774 ppb το 2005 (Eggleston et al., 2006).

#### 4.4 Εκπομπές οξειδίου του αζώτου (N<sub>2</sub>O)

Το οξείδιο του αζώτου (N<sub>2</sub>O) οφείλεται στον φυσικό αλλά και στον ανθρώπινο παράγοντα. Η διαχείριση του γεωργικού εδάφους και της κοπριάς των ζώων, η επεξεργασία λυμάτων, η κινητή και σταθερή καύση από τα καύσιμα όζελ και η παραγωγή νιτρικού οξέος είναι οι κύριες ανθρωπογενείς πηγές. Το οξείδιο του αζώτου παράγεται επίσης φυσικά από μια μεγάλη ποικιλία βιολογικών πηγών στο έδαφος και στο νερό, ιδιαίτερα από μικροβιακή δράση (Anderson et al., 2010).

Από τις μετρήσεις για το N<sub>2</sub>O, διαπιστώνεται ότι η σχετική αύξηση κατά τη βιομηχανική περίοδο είναι μικρότερη από ό, τι για άλλες GHGs (15%). Η ανάλυση έδειξε συκέντρωση 314 ppb το 1998 (Houghton, 2001), που ανήλθε σε 319 ppb το 2005 (Eggleston et al., 2006).



#### 4.5 Ανάλυση Κύκλου Ζωής (ΑΚΖ) και εκπομπές αερίων

Ένα βασικό ζήτημα για τον καθορισμό των ορίων του συστήματος είναι οι αλληλεπιδράσεις ή οι αναμενόμενες αλληλεπιδράσεις με άλλα βιομηχανικά τμήματα, όπως τα συστήματα δασοκομίας και ενέργειας αλλά και οι βιομηχανίες επανεπεξεργασίας. Για παράδειγμα, η βιομηχανία διαχείρισης αποβλήτων απαιτεί ενέργεια για τη λειτουργία, αλλά επίσης παρέχει ενέργεια που παράγεται από μονάδες αποτέφρωσης ή πέψης. Ομοίως, το χαρτί που ανακτάται από τη βιομηχανία διαχείρισης αποβλήτων αποφεύγει τη χρήση παρθένων ινών ξύλου. Αυτό το πλεόνασμα ξύλου από τον δασικό τομέα, θα μπορούσε, το ίδιο, να χρησιμοποιηθεί από την ενεργειακή βιομηχανία. Η μεθοδολογία ΑΚΖ, όσον αφορά τη διαχείριση των αερίων του θερμοκηπίου, είναι μάλλον διαφορετική από τα άλλα πρωτόκολλα διαχείρισης και αναφοράς που παρουσιάζονται, καθώς το πεδίο εφαρμογής της είναι να λαμβάνει υπόψη όλες τις πιθανές εκπομπές και να αποσκοπεί στην εξοικονόμηση διαχείρισης αποβλήτων, ανεξάρτητα από το χρόνο. Ωστόσο, η μοντελοποίηση ΑΚΖ χρησιμοποιεί τα ίδια βασικά δεδομένα που προέρχονται από εγκαταστάσεις διαχείρισης αποβλήτων, αλλά πρέπει να ληφθεί συγκεκριμένη μέριμνα για τον προσδιορισμό των έμμεσων αλληλεπιδράσεων, που αποδίδονται στις δραστηριότητες διαχείρισης αποβλήτων (Christensen et al., 2009; Villanueva & Wenzel, 2007).

#### 4.6 Εκπομπές αερίων και αδυναμίες της αγοράς - κλιματική αλλαγή

- ο Προβλήματα πληροφοριών. Όταν οι συμμετέχοντες στην αγορά δεν έχουν ακριβείς πληροφορίες σχετικά με τα χαρακτηριστικά ενός προϊόντος, μπορούν να λάβουν αποφάσεις που δεν αξιολογούν το πραγματικό κόστος και τα οφέλη των εναλλακτικών επιλογών. Ιδιαίτερα ανησυχητικοί εμφανίζονται δύο τύποι προβλημάτων πληροφοριών. Το πρόβλημα του κύριου πράκτορα προκύπτει όταν ένα μέρος λαμβάνει αποφάσεις με οικονομικές επιπτώσεις για ένα άλλο μέρος. Για παράδειγμα, οι ιδιοκτήτες κτιρίων δεν μπορούν να πραγματοποιήσουν επενδύσεις στην ενεργειακή απόδοση εάν μισθώσουν σε ενοικιαστές που πληρώνουν τους δικούς τους λογαριασμούς κοινής ωφέλειας, καθώς ο ενοικιαστής θα διατηρήσει την εξοικονόμηση κόστους. Ομοίως, οι ενοικιαστές ενδέχεται να μην κάνουν τέτοιες επενδύσεις, επειδή υπάρχει μεγάλη πιθανότητα να μετακινηθούν και να χάσουν τη μελλοντική εξοικονόμηση ενέργειας. Τα πληροφοριακά προβλήματα περιλαμβάνουν επίσης ασύμμετρες πληροφορίες, οι οποίες προκύπτουν όταν ένα μέρος σε μια συναλλαγή έχει περισσότερες πληροφορίες από άλλους (Schatzki & Stavins, 2018; Wu et al., 2014).
- ο Συμπεριφορικές αποτυχίες. Οι αποτυχίες συμπεριφοράς της αγοράς αναφέρονται σε αποτελέσματα της αγοράς που προκύπτουν από ενέργειες που αποκλίνουν από αυτό που οι οικονομολόγοι έχουν συνήθως ορίσει ως ορθολογική συμπεριφορά. Για παράδειγμα, οι καταναλωτές φαίνεται να απαιτούν υψηλότερη αποζημίωση για να εγκαταλείψουν ένα αγαθό από την αρχική τους προθυμία να πληρώσουν για το ίδιο αγαθό. Οι αποτυχίες συμπεριφοράς έχουν επικαλεσθεί ως εξήγηση για την προφανή αποτυχία των νοικοκυριών και των επιχειρήσεων να υιοθετήσουν οικονομικά και ενεργειακά αποδοτικές τεχνολογίες - δηλαδή, τεχνολογίες που παράγουν εξοικονόμηση ενεργειακού κόστους που υπερβαίνει το κόστος υιοθέτησης τεχνολογίας (Stavins et al., 2013).
- ο Καινοτομία. Η επίτευξη φιλόδοξων κλιματικών στόχων θα απαιτήσει σημαντική καινοτομία στις ενεργειακές τεχνολογίες για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, ενώ θα συνεχίσει να παρέχει τα πολλά οφέλη που δημιουργούνται από τη χρήση ενέργειας. Αυτή η καινοτομία περιλαμβάνει τόσο την ανάπτυξη νέων τεχνολογιών όσο και την αύξηση της αποτελεσματικότητας και τη μείωση του κόστους των υπάρχουσών τεχνολογιών. Η καινοτομία οδηγεί σε θετικές διαρροές γνώσεων καθώς οι ιδέες από την έρευνα και την ανάπτυξη (E & A) ρέουν και ενισχύουν άλλες δραστηριότητες E & A. Ακόμα κι αν οι νέες καινοτομίες έχουν



νομική προστασία, όπως η αποκλειστικότητα διπλωμάτων ευρεσιτεχνίας, οι καινοτόμοι δεν μπορούν να συλλάβουν όλα αυτά τα πλεονεκτήματα. Και αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι δεν αποκομίζουν όλες τις ανταμοιβές που δημιουργούνται από την καινοτομία τους και τα ιδιωτικά κίνητρα για επενδύσεις στην E & A βρίσκονται κάτω από το κοινωνικά βέλτιστο επίπεδο (Gillingham & Sweeney, 2010).

- ο Εξωτερικότητες συμφοράρησης. Τα κοινωνικά αναποτελεσματικά επίπεδα κυκλοφοριακής συμφοράρησης οδηγούν σε πολλά κόστη, συμπεριλαμβανομένης της υπερβολικής χρήσης καυσίμων, των εκπομπών και της απώλειας χρόνου. Ταυτόχρονα, η αποτελεσματική τιμολόγηση συμφοράρησης μπορεί να μην είναι πρακτική λόγω τεχνικών προκλήσεων. Ως αποτέλεσμα, ορισμένες δημόσιες πολιτικές ενδέχεται να στοχεύουν αυτές τις εξωτερικές δυνατότητες, όπως επιδοτήσεις για τις δημόσιες συγκοινωνίες (Farrell et al., 2007).
- ο Εξωτερικότητες δικτύου. Πολλά ενεργειακά συστήματα περιλαμβάνουν δίκτυα διανομής που παρέχουν καύσιμα σε μεμονωμένους καταναλωτές. Για μια δεδομένη τεχνολογία ή τύπο καυσίμου, η διαθεσιμότητα και η αξιοπιστία του δικτύου που χρησιμοποιείται για την παράδοση ενέργειας είναι μια σημαντική διάσταση των επιλογών τεχνολογίας των καταναλωτών. Οι εξωτερικές δυνατότητες του δικτύου επηρεάζουν δυνητικά αυτές τις τεχνολογικές επιλογές. Πολλά παραδείγματα από τον τομέα των μεταφορών δείχνουν τις εξωτερικές δυνατότητες του δικτύου. Πιο συγκεκριμένα, οι υδρογονάνθρακες, η ηλεκτρική ενέργεια και το υδρογόνο είναι τρεις σημαντικές τεχνολογίες καυσίμων μεταφοράς που η καθεμία απαιτεί ξεχωριστή υποδομή ανεφοδιασμού. Προς το παρόν, η παρουσία των πρατηρίων βενζίνης δημιουργεί ένα θετικό εξωτερικό δίκτυο - τα οφέλη από την κατοχή ενός παραδοσιακού βενζινοκίνητου οχήματος αυξάνονται με ένα πιο ανεπτυγμένο δίκτυο ανεφοδιασμού. Λόγω αυτών των θετικών εξωτερικοτήτων του δικτύου, τα κίνητρα ευνοούν την κατοχή ενός βενζινοκίνητου οχήματος σε σχέση με ένα ηλεκτρικό για παράδειγμα όχημα, το οποίο εξαρτάται από ένα λιγότερο ανεπτυγμένο δίκτυο σταθμών ηλεκτρικής φόρτισης. Ενώ ένα πιο ανεπτυγμένο δίκτυο σταθμών φόρτισης θα αύξανε τα οφέλη από την κατοχή ενός ηλεκτρικού οχήματος. Εν τούτοις, χωρίς επαρκή αριθμό ηλεκτρικών οχημάτων στο δρόμο, τα κίνητρα για επενδύσεις σε σταθμούς φόρτισης μπορεί να είναι ανεπαρκή. Το προκύπτον πρόβλημα μπορεί να αποτρέψει τις αποτελεσματικές εξελίξεις της αγοράς (Zheng et al., 2018).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5<sup>ο</sup> : ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΠΤΥΧΕΣ ΤΗΣ ΕΤΑΙΡΕΙΑΣ POLYECO

### 5.1 Εισαγωγή

Η ίδρυση της εταιρείας **POLYECO A.E.** έγινε το 2001, από την **ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ A.E.**, και η αποστολή της ήταν να δραστηριοποιηθεί με τα απόβλητα, τόσο σε επίπεδο διαχείρισης τους όσο και αξιοποίησής τους. Ως καινοτόμα βιομηχανία στην Ελλάδα, επενδύθηκε σε αυτή ποσό € 13.500.000.

Τα ενθαρρυντικά πορίσματα έρευνας που διεξήγαγε η Γενική Γραμματεία Έρευνας και Τεχνολογίας, με τη συμμετοχή των Πανεπιστημίων της Πάτρας και της Κρήτης, του ΕΚΕΦΕ Δημόκριτος, της τσιμεντοβιομηχανίας TITAN και της Τεχνικής Προστασίας Περιβάλλοντος ΑΕ δημιούργησαν πρόσφορο έδαφος και ευνόησαν την λήψη της απόφασης για την επένδυση.

Η εταιρεία εφάρμοσε για την αξιοπιστία της οργανωμένα Συστήματα Διαχείρισης Ποιότητας (ΣΔΠ), τα οποία πιστοποιούνται με το Πρότυπο ISO 9001:2000 και Συστήματα Περιβαλλοντικής Διαχείρισης (ΣΠΔ), σύμφωνα με τον Κανονισμό 761/2001/ΕΚ (EMAS)



και 196/2006, στα τέλη του 2002. Στο εγχείρημα αυτό, η εταιρεία συνεργάστηκε με την TÜV HELLAS για την πιστοποίησή της και με την PLANET A.E για την ένταξή της σε ένα ενοποιημένο Σύστημα των ΣΔΠ και των ΣΠΔ. Στα τέλη του 2004, η εταιρεία πιστοποιείται επιτυχώς κατά ISO 9001:2000 το οποίο πιστοποιητικό της χορηγήθηκε το Φεβρουάριο του 2005.

Με την πάροδο των χρόνων, η εταιρεία πιστοποιήθηκε επιτυχώς εκ νέου για το Σύστημα Διαχείρισης Ποιότητας στις 02/03/2010 έχοντας λάβει την αναβάθμιση του προτύπου ISO 9001:2008. Για το Σύστημα Περιβαλλοντικής Διαχείρισης (EMAS), εξετάστηκε στις 15/04/2005 εκ νέου από την TÜV HELLAS, με επιτυχία. Στις 07/02/2007 η εταιρεία μετά από επιτυχή επιθεώρηση, καταχωρείται με αριθμό EL000060, στο Κοινοτικό Σύστημα Οικολογικής Διαχείρισης και Ελέγχου (EMAS), έπειτα από συνεδρίαση της Γενικής Διεύθυνσης Προγραμματισμού και Έργων του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων. Επίσης, στις 30/11/2011 παρέλαβε πιστοποιητικό σχετικό με την Ασφάλεια της Εφοδιαστικής Αλυσίδας σύμφωνα με το πρότυπο EN ISO 28000:2007 από το Φορέα Πιστοποίησης Hellenic Lloyds AE.

Από το 1977, ο ιδρυτής της POLYECO A.E κ. Ι. Πολυχρονόπουλος και με την επωνυμία ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ Α.Ε., καινοτόμησε στη προστασία του περιβάλλοντος συμπεριλαμβάνοντας τόσο το θαλάσσιο όσο και το χερσαίο τομέα, με επέκταση της δράσης του το 1989 στη διαχείριση των βιομηχανικών αποβλήτων.

Η Τεχνική Προστασίας Περιβάλλοντος διαθέτει τα κάτωθι πιστοποιητικά διαχείρισης:

- ISO 9001: 2015
- ISO 14001:2015
- OHSAS 18001:2007
- ISO 16304:2018
- SA 8000:2014

## 5.2 ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΡΓΩΝ

Υπάρχει μια πληθώρα δραστηριοτήτων που αναπτύσσονται στις εγκαταστάσεις της υπό μελέτη βιομηχανίας. Οι κυριότερες αυτών που αξίζει να σημειωθούν είναι οι εξής:

- Δημιουργία εναλλακτικού στερεού καυσίμου – ΣΕΚ, μέσα από τη διαδικασία συλλογής οργανικών αποβλήτων.
- Δημιουργία εναλλακτικού υγρού καυσίμου – ALF, μέσα από τη διαδικασία συλλογής και φυσικής διάκρισης υγρών, οργανικών ή υδατικών αποβλήτων.
- Χρησιμοποίηση υλικών συσκευασίας, άχρηστων τελικών προϊόντων, και ΑΗΗΕ με μετατροπή τους σε εναλλακτικό στερεό καύσιμο με παράλληλη ανάκτηση υλικών.
- Μετατροπή αποβλήτων ως πρώτη ύλη και χρησιμοποίησή τους στην βιομηχανία - RAWCEM.
- Σταθεροποίηση αποβλήτων για την χρησιμοποίηση ως πρώτη ύλη στην τσιμεντοβιομηχανία ή για την παραγωγή υλικών εδαφοκάλυψης.
- Συλλογή επικίνδυνων αποβλήτων από διάφορες εταιρείες ή παραγωγούς, φύλαξή τους και στη συνέχεια διανομή τους στο εξωτερικό για τελική διάθεση.





- Παραγωγή Επταϋδρικού Θεικού Σιδήρου, ο οποίος χρησιμοποιείται ως αναγωγικό μέσο του εξασθενούς χρωμίου στο τσιμέντο.
- Παραγωγή προϊόντων deNOx, τα οποία χρησιμοποιούνται ως αναγωγικό των οξειδίων του αζώτου που περιέχονται στα καυσαέρια.
- Παραγωγή προϊόντων deNOx, τα οποία χρησιμοποιούνται ως αναγωγικό των οξειδίων του αζώτου που περιέχονται στα καυσαέρια.
- Χημική ανάλυση όλων των ειδών αποβλήτων.
- Επεξεργασία υγρών αποβλήτων με τη μέθοδο FENTON και της ηλεκτροσυσσωμάτωσης (SEREP SOLVIN).

Σημειώνεται ότι κατά τις παραπάνω ενέργειες, δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως εναλλακτική πρώτη ύλη ή να δημιουργηθούν εναλλακτικά καύσιμα τα εξής:

- Διοξίνες που έχουν ρυπανθεί σε διάφορες ουσίες.
- PCB που έχουν ρυπανθεί σε διάφορες ουσίες και η συγκέντρωσή τους ξεπερνάει τα 50 ppm.
- Υλικά που περιέχουν ραδιονουκλεΐδια.
- Μολυσματικά απόβλητα.

Η συνολική ετήσια δυναμικότητα της μονάδας είναι **122.000 tn**.

### 5.3 Εγκαταστάσεις

#### ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΣΠΡΟΠΥΡΓΟΥ

Οι εγκαταστάσεις της POLYECO Α.Ε. βρίσκονται στον Ασπροπύργου Αττικής και συνορεύουν με το Διυλιστήριο των Ελληνικών Πετρελαίων με έκταση 35 στρέμματα. Κατέχει τόσο τη νόμιμη αδειοδότηση, όσο και τις απαραίτητες πιστοποιήσεις, ώστε να είναι σε θέση να ασκήσει τις δραστηριότητές της για την περιβαλλοντική προστασία και να συνεργαστεί με βιομηχανίες και πελάτες για την ελαχιστοποίηση του διαχειριστικού κόστους των αποβλήτων. Στον ακόλουθο **Σχήμα 1** απεικονίζεται η θέση των εγκαταστάσεων.



### Σχήμα 1. Περιοχή Μελέτης της Εγκατάστασης Polyeco

Πριν ολοκληρωθεί η εγκατάσταση της, γύρω από τη Χαλυβουργία, η οποία υστερούσε σε περιβαλλοντικά πρότυπα, η εταιρεία προχώρησε σε μια εδαφική ανάλυση ώστε να διαπιστωθεί το επίπεδο της ρύπανσης του, να γίνει εξυγίανσή του και να ακολουθηθούν πρότυπα που έως τότε δεν είχαν ληφθεί για την προστασία του υπεδάφους.

Υπήρξε επιτακτική ανάγκη για την υλοποίηση μιας τέτοιας μονάδας για αυτό όχι μόνο δεν καθυστέρησε η ανέγερσή της, αλλά έγινε και σε συντομότερο χρόνο από τον αρχικό προγραμματισμό. Η εταιρεία ακολούθησε την οδηγία IPPC για την πλήρη πρόληψη και τον έλεγχο της ρύπανσης στις εγκαταστάσεις της αλλά και τον εξοπλισμό της. Η Polyeco με τους τρόπους δράσης της προάγει την βιώσιμη ανάπτυξη και την κυκλική οικονομία.

Σημειώνεται, ότι η επιλογή της θέσης των εγκαταστάσεων δεν είναι τυχαία, αλλά καίριας σημασίας, καθώς περικλείεται από τη βιομηχανία των διυλιστηρίων και της χαλυβουργίας, σημείο όπου διευκολύνεται η ανταλλαγή παραπροϊόντων, αποβλήτων αλλά και υποδομών.

Σήμερα η Polyeco στην :

- Εγκατάσταση του Ασπροπύργου απασχολεί στο σύνολο 143 άτομα, 80 ως εργατικό προσωπικό και τα υπόλοιπα 63 ως διοικητικό.
- Εγκατάσταση της Θεσσαλονίκης απασχολεί στο σύνολο 11 άτομα, 5 στο εργατικό προσωπικό ενώ τα υπόλοιπα 6 στο διοικητικό.
- Εγκατάσταση της Μάνδρας απασχολεί στο σύνολο 6 άτομα, 3 ως εργατικό προσωπικό ενώ τα υπόλοιπα 3 ως διοικητικό.

Ειδικότερα η συνολική γηπεδική έκταση της εγκατάστασης Ασπροπύργου ανέρχεται σε 31.868,50 m<sup>2</sup> με επιφάνεια κάλυψης 9.822,175 m<sup>2</sup>. Ο ελεύθερος χώρος είναι καλυμμένος με ασφαλτο εμποδίζοντας στο ελάχιστο δυνατό τις εκπομπές σκόνης. Επίσης σε αρκετά



σημεία της εγκατάστασης έχει γίνει δενδροφύτευση, η οποία περιλαμβάνει 4 κηπάκια και 4 δενδροστοιχίες συνολικής έκτασης 400m<sup>2</sup>.

Αναλυτικότερα, ο χώρος της εγκατάστασης Ασπροπύργου απαρτίζεται από τα ακόλουθα κτίρια:

- **Κτίριο 1** : Τμήμα Αποθήκευσης Α' Υλών – συσκευασμένων αποβλήτων και Χειρωνακτική διαλογή μπαταριών οικιακού τύπου
- **Κτίριο 2** : Τμήμα αποθήκευσης και παραγωγής θειικού σιδήρου, Τμήμα αποθήκευσης και παραγωγής διαλύματος ουρίας, Αποθήκευση πρώτων υλών – συσκευασμένων αποβλήτων, Παραγωγή και Αποθήκευση RAWCEM<sub>1</sub>
- **Κτίριο 3** : Τμήμα παραγωγής στερεού εναλλακτικού καυσίμου (ΣΕΚ), Αποθήκευση χύδην και συσκευασμένων Α' υλών – αποβλήτων
- **Κτίριο 4** : Σταθμός Αποθήκευσης επικίνδυνων αποβλήτων
- **Κτίριο 5** : Χώρος Ανασυσκευασίας αποβλήτων
- **Χώρος 6** : Χώρος Δεξαμενών (TANK FARM) (Μονάδα παραγωγής υγρού εναλλακτικού καυσίμου (ALF) & επεξεργασία υγρών αποβλήτων)
- **Κτίριο 7** : Υποσταθμός ΔΕΗ
- **Κτίριο 8** : Συνεργείο
- **Κτίριο 9** : Γραφεία – Χημείο
- **Κτίριο 10** : Τμήμα παραγωγής στερεών εναλλακτικών καυσίμων (ΣΕΚ), εναλλακτική δραστηριότητα σταθεροποίησης, Επεξεργασία Αποβλήτων Ηλεκτρικού και Ηλεκτρονικού Εξοπλισμού (ΑΗΗΕ), αποθήκευση Α' υλών – αποβλήτων (χύδην και συσκευασμένων) και ΑΗΗΕ
- **Χώρος 11** : Μονάδα Παραγωγής Προϊόντων deNO<sub>x</sub>
- Σταθμός Μεταφόρτωσης Επικίνδυνων Αποβλήτων (ΣΜΕΑ) – Containers
- **Χώρος 23** : Φυσικοχημική επεξεργασία υγρών Αποβλήτων
- **Χώρος 25** : Μηχανουργικές – Λοιπές ευκολίες
- **Χώρος 26** : Μονάδα επεξεργασίας πισσούχων Αποβλήτων

<sup>1</sup> RAWCEM : Στερεά επικίνδυνα και μη επικίνδυνα απόβλητα/ που δεν παρουσιάζουν θερμιδική αξία αλλά αντίθετα είναι πλούσια σε βασικά μέταλλα και οξείδια αυτών





#### 5.4 Αναγνώριση και Αξιολόγηση Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων

Για την αναγνώριση και την αξιολόγηση μιας περιβαλλοντικής επίπτωσης, ο Υπεύθυνος Ποιότητας και Περιβαλλοντικής Διαχείρισης από την Ομάδα Αναγνώρισης της εταιρείας, ελέγχει την θέση στην οποία βρίσκεται η εκάστοτε κατάσταση και στη συνέχεια προβαίνει στην ανάλυση των περιβαλλοντικών ζητημάτων και των μελλοντικών επιπτώσεων.

#### 5.5 Εκπομπές στην ατμόσφαιρα & οσμές από γραμμές παραγωγής

Στη Μονάδα Παραγωγής ΣΕΚ (κτίριο 3) αιωρούνται σωματίδια κατά την πτώση πριονιδίου στον αναμείκτη με έκδηλη την πιθανότητα έκλυσης οσμών κατά την επεξεργασία οργανικών λασπών. Η αντιμετώπιση αυτών επιτυγχάνεται μέσω του υφιστάμενου συστήματος αποκονίωσης στον αναμείκτη και στο κόσκινο. Επίσης, ο χώρος της μονάδας απομονώνεται κατά τη διάρκεια επεξεργασίας μέσω βιομηχανικών κουρτινών.

Για την αντιμετώπιση των παραγόμενων αιωρούμενων σωματιδίων κατά την τροφοδοσία του περιστροφικού κόσκινου και των πιθανών οσμών στη νέα θέση της παραγωγικής γραμμής ΣΕΚ (κτίριο 10) έχει εγκατασταθεί κεντρικό σύστημα απαγωγής – αποκονίωσης – απόσμησης, το οποίο καλύπτει τόσο το χώρο του περιστροφικού κόσκινου όσο και το χώρο των φατνών αποθήκευσης. Από τη λειτουργία του προτεινόμενου συγκροτήματος τεμαχισμού και διαχωρισμού δεν αναμένεται η παραγωγή αιωρούμενων σωματιδίων καθώς η παραγωγική διαδικασία είναι κλειστή. Αναφορικά με τους παραγόμενους ρύπους των α' υλών (κατά κύριο λόγο VOCs) σύμφωνα με τις τεχνικές προδιαγραφές του συγκροτήματος αυτοί θα αντιμετωπίζονται διαμέσου της σύνδεσης με το παραπάνω κεντρικό σύστημα απαγωγής – επεξεργασίας του κτιρίου 10.

Παράλληλα, στη μονάδα παραγωγής ΣΕΚ από συσκευασίες και επεξεργασίας Α.Η.Η.Ε., έχει εγκατασταθεί κεντρικό σύστημα εξαερισμού - αναρρόφησης – αποκονίωσης (σακκόφιλτρα) που καλύπτει όλη τη μονάδα, με τους αγωγούς αναρρόφησης προσαρμοσμένους σε όλα τα μηχανήματα τεμαχισμού. Με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται η πλήρης κατακράτηση των αιωρούμενων σωματιδίων που παράγονται κατά τον τεμαχισμό – κορνιοτοποίηση των πρώτων υλών.

Στο κτίριο 5, Ανασυσκευασίας, για την επικράτηση υγιεινών συνθηκών είναι απαραίτητη η χρήση ανεμιστήρα για την ανανέωση του αέρα που εισπνέουν οι εργαζόμενοι, παράλληλα με το εγκατεστημένο σύστημα αερισμού ειδικά διαμορφωμένο με φίλτρο ενεργού άνθρακα. Έτσι, μειώνονται οι εκπομπές VOCs προς το εργασιακό περιβάλλον και την ατμόσφαιρα κατά τη διαδικασία ανασυσκευασίας περιεκτών που εμφανίζουν διαρροή.

Για την αντιμετώπιση των αέριων εκπομπών στη δραστηριότητα παραγωγής εναλλακτικών πρώτων υλών εντός του κτιρίου 2, είναι εγκατεστημένο φίλτρο αποκονίωσης συνολικής ισχύος 70 kW και αναρρόφησης 50.000 m<sup>3</sup>/h. Το υλικό που συγκρατείται ανακυκλώνεται στην παραγωγική διαδικασία.

Κατά την παραγωγή επταϋδρικού θειικού σιδήρου υπάρχει μικρή πιθανότητα εκπομπής σκόνης σε συγκεκριμένα σημεία της διαδικασίας. Το ενδεχόμενο αυτό αντιμετωπίζεται ως εξής:

Κατά το άδειασμα του υλικού στους αντίστοιχους σταθμούς, ενεργοποιείται τηλεσκοπικός αγωγός, που επιτρέπει τη συμπίεση ή επέκταση του Big Bag, ώστε να διευκολύνει τη ροή του υλικού προς τη χοάνη, με τη μέγιστη δυνατή αποκονίωση (99%). Η αποκονίωση της χοάνης επιτυγχάνεται μέσω ενσωματωμένου Σακκόφιλτρου. Για την κατακράτηση οποιασδήποτε έκλυσης αιωρούμενων σωματιδίων, τα "σιλό" αποθήκευσης διαθέτουν εξοπλισμό αποκονίωσης (2 σακκόφιλτρα). Η φόρτωση πραγματοποιείται από το



αναβατόριο στο σιλοφόρο με τη μέθοδο της φυσούνας όπου αποτρέπεται η σκόνη που πιθανόν να δημιουργηθεί. Με τη μέθοδο αυτή η αποκονίωση επιτυγχάνεται με ενσωματωμένο σακκόφιλτρο στη φυσούνα.

Η μονάδα παραγωγής deNO<sub>x</sub> θα διαθέτει σύστημα διαχείρισης των απαερίων των δεξαμενών αποθήκευσης, ενώ ολόκληρη η εγκατάσταση διαλυτοποίησης θα αποτελεί κλειστό σύστημα. Το σύστημα αυτό θα εξασφαλίζει μηδενικές εκπομπές αερίων από τη μονάδα. Συγκεκριμένα, τα πιθανά απαέρια από τις δεξαμενές αποθήκευσης, καθώς και από τους αεραγωγούς των βυτιοφόρων, θα στέλνονται σε πλυντρίδα, όπου τα αέρια θα προσροφούνται από το νερό της δεξαμενής. Τονίζεται στο σημείο αυτό ότι κάτω από ομαλές συνθήκες λειτουργίας δεν αναμένονται αέριες εκπομπές από τη μονάδα.

## 5.6 Στερεά απόβλητα

Στις εγκαταστάσεις του Ασπροπύργου, στον τομέα της παραγωγής βρίσκονται στερεά βιομηχανικά απόβλητα τα οποία μετατρέπονται σε εναλλακτικό καύσιμο. Το προσωπικό συλλέγει τα απορρίμματα που προκύπτουν και μετά τη συλλογή τους, τα ανακυκλώνει για να τα μετατρέψει σε πρώτη ύλη για την παραγωγή δευτερογενούς καυσίμου. Επίσης, σε κάθε γραφείο, περιλαμβανομένου του Χημείου, διατίθενται ειδικοί κάδοι για τα χαρτιά..

Τα εναπομείναντα απορρίμματα οικιακού τύπου (οργανικά-ζυμώσιμα, κ.ο.κ) συλλέγονται από το Δήμο Ασπροπύργου. Επίσης στους χώρους των γραφείων και του χημείου έχουν εγκατασταθεί ειδικοί κάδοι συλλογής μπαταριών και λαμπτήρων. Κατά τη διάρκεια του χρόνου οι κάδοι αυτοί συλλέγονται και οι μπαταρίες και οι λαμπτήρες διαμοιράζονται σε αδειοδοτημένες εγκαταστάσεις για περαιτέρω διαχείριση.

Τα στερεά απόβλητα που θεωρούνται ακίνδυνα και δεν αξιοποιούνται, όπως για παράδειγμα τα μεταλλικά βαρέλια και το χαρτί προς ανακύκλωση, μεταφέρονται σε εγκαταστάσεις, ομοίως αδειοδοτημένες, για να συνεχιστεί η μετέπειτα διαχείρισή τους. Αναλυτικά:

1. Οι συσκευασίες που είναι από μέταλλο, εκκενώνονται, καθαρίζονται και μεταφέρονται προς ανακύκλωση ως άχρηστο σκραπ, διότι η επαναχρησιμοποίησή τους ενέχει κινδύνους για τη συσκευασία αποβλήτων. Για το λόγο αυτό δημιουργούνται εξ αρχής συσκευασίες για την αποφυγή κινδύνων, όπως είναι οι διαρροές. Κατά την εκκένωση, στην προσπάθεια μείωσης του όγκου και επαναχρησιμοποίησης των συσκευασιών, γίνεται συμπίεση αυτών και διάθεση ως σκραπ. Λόγω του ότι οι μεταλλικές συσκευασίες σαν απόβλητο δεν είναι αξιοποιήσιμες, είναι σημαντικό να γίνεται σύσταση για την αποφυγή τους. Προς αυτή την κατεύθυνση θα συνέβαλλε και η παρότρυνση των παραγωγών με οικονομικά κίνητρα να τα φυλάσσουν σε ειδικές δεξαμενές και να χρησιμοποιούν βυτιοφόρα για την αποκομιδή τους.
2. Οι ξύλινες συσκευασίες (κυρίως οι παλέτες) οι οποίες είναι σε άριστη κατάσταση δύνανται να ξαναχρησιμοποιηθούν από τους πελάτες μας ή από εμάς περιορίζοντας έτσι την παραγωγή των αποβλήτων αυτών. Υποχρεωτικά διατίθενται προς ανακύκλωση συσκευασίες οι οποίες εμφανίζουν αλλοιώσεις ή προβληματική σταθερότητα και αντοχή.
3. Τα άχρηστα αυτά τελικά προϊόντα δεν δύνανται να ανακυκλωθούν καθώς αποτελούνται από πλαστικά μέρη διαφορετικού είδους και μεταλλική λεπίδα.
4. Τα οικιακά απόβλητα περιλαμβάνουν μόνο μη ανακυκλώσιμα αντικείμενα (π.χ. απόβλητα τροφίμων, απόβλητα μπάνιου). Τα χρησιμοποιημένα χαρτικά συστήνεται να συλλέγονται χωριστά και να συγκεντρώνονται στις εγκαταστάσεις στερεών καυσίμων.



5. Οι χρησιμοποιούμενες συσκευασίες Big Bags από την παραγωγή θειικού σιδήρου και ουρίας διατίθενται σε νόμιμους αποδέκτες

#### Ανάκτηση – Επαναχρησιμοποίηση – Ανακύκλωση αποβλήτων

1. Μεταλλικά υλικά συσκευασίας: διατίθενται από νόμιμους φορείς ανακύκλωσης μετάλλων.
2. Ξύλινη συσκευασία: διατίθεται από νόμιμους φορείς ανακύκλωσης ξύλου.
3. Τελικά προϊόντα μη χρησιμοποιημένα: Διατίθενται στη χωματερή Άνω Λιοσίων.
4. Οικιακά απορρίμματα: συλλέγονται από τα απορριμματοφόρα του δήμου Ασπροπύργου.
5. Χαρτί : Μπορεί να αγοραστεί από νόμιμους φορείς ανακύκλωσης χαρτιού.

#### Επεξεργασία αποβλήτων

1. Μεταλλικές συσκευασίες : Αφού καθαριστούν οδηγούνται σε αδειοδοτημένες εγκαταστάσεις προς ανακύκλωση. Σε περίπτωση καθαρών συσκευασιών επαναχρησιμοποιούνται στις παραλαβές αποβλήτων.
2. Ξύλινη συσκευασία: η επεξεργασία είναι απλώς θέμα λεπτομερούς καθαρισμού και τεμαχισμού.
3. Απορριπτόμενα τελικά προϊόντα που δεν χρησιμοποιούνται : Η επεξεργασία προορίζεται μόνο για τεμαχισμό και επομένως δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τους σκοπούς για τους οποίους κατασκευάστηκε.

Τα μόνα στερεά απόβλητα που παράγονται στις γραμμές παραγωγής θειικού σιδήρου και ουρίας είναι οι αχρησιμοποίητες συσκευασίες θειικού σιδήρου (big bags), οι οποίες διατίθενται σε νόμιμους αποδέκτες.

### **5.7 Χρήση Νερού**

Η εγκατάσταση συνδέεται με την Εταιρεία Ύδρευσης και Αποχέτευσης της Πρωτεύουσας (ΕΥΔΑΠ Α.Ε.) και υδροδοτείται από το δίκτυο ύδρευσης. Η συνολική κατανάλωση νερού εκτιμάται σε 20.000 m<sup>3</sup>/έτος (80 m<sup>3</sup>/ημέρα) και οι κυριότερες χρήσεις φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

**Πίνακας 1. Χρήσεις νερού (ενδεικτικές τιμές)**

<i>Χρήσεις νερού</i>	<i>Κατανάλωση (max)</i>
Παραγωγή προϊόντων deNO <sub>x</sub>	16.500 m <sup>3</sup> /έτος
Ανάγκες του προσωπικού, συμπεριλαμβανομένων γραφείων, εργαστηρίων χημείας, αποδυτηρίων και τουαλετών	1.400m <sup>3</sup> /έτος
Πυρόσβεση <sup>2</sup>	400m <sup>3</sup> (σε περίπτωση περιστατικού)

<sup>2</sup> Δεξαμενές πυρόσβεσης συνολικής χωρητικότητας 100 m<sup>3</sup>. Διατηρούνται πάντοτε γεμάτες για την παροχή νερού μόνο για την πυρόσβεση ή για το σύστημα κατάσβεσης με αφρό σε περίπτωση πυρκαγιάς.



Μεγάλες ποσότητες νερού χρησιμοποιούνται επίσης για το πότισμα των δενδρυλλίων και του περιβάλλοντα χώρου τους (παρτέρια). Με αφορμή την παύση της λειτουργίας των δραστηριοτήτων παραγωγής υδατικών διαλυμάτων ουρίας και αμμωνίας, αναμένεται σημαντική μείωση της κατανάλωσης νερού, η οποία εκτιμάται πως θα είναι πάνω από 50%, ήτοι 10.000m<sup>3</sup>/έτος.

## 5.8 Χρήση Ενέργειας

Όσον αφορά τη χρήση ενέργειας στις εγκαταστάσεις, το πετρέλαιο κίνησης χρησιμοποιείται ως υγρό καύσιμο για τους πετρελαιοκίνητους μεταφορείς αποσκευών και τα μηχανήματα του έργου, ενώ η ηλεκτρική ενέργεια καταναλώνεται ως εξής :

1. Πυροσβεστικό συγκρότημα (εκτάκτως)
2. Στις γραμμές παραγωγής
3. Γραφεία, φωτισμός κλπ

## 5.9 Προσδιορισμός - Εκτίμηση περιβαλλοντικών επιπτώσεων

Σκοπός της εκτίμησης περιβαλλοντικών επιπτώσεων είναι να προσδιοριστούν εκείνες που έχουν υψηλό συντελεστή και για τις οποίες θα πρέπει να καταρτιστούν προγράμματα παρακολούθησης, ελέγχου και διαχείρισης. Η μέθοδος που χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση της σημαντικότητας μιας επίπτωσης είναι ο υπολογισμός ενός δείκτη σημαντικότητας, ο οποίος αποτελείται από την ακόλουθη εξίσωση:

$$\Delta S = (BE) \times (SE) \times (SA) \times (SS) \times (SPE)$$

όπου:

- **BE:** Βαθμολογία αντικτύπου: για κάθε αντίκτυπο, υπολογίζεται σύμφωνα με τις απαντήσεις στις ακόλουθες ερωτήσεις:
  - Το αντίκτυπο εμπίπτει σε νομικές απαιτήσεις ή κανονισμούς;
  - Υπήρξε ενδιαφέρον, διατυπώθηκαν παράπονα ή εκφράστηκαν εσωτερικά ζητήματα από τα ενδιαφερόμενα μέρη (κοινότητα, εργαζόμενοι, μέτοχοι) σχετικά με αυτόν τον αντίκτυπο;
  - Σχετίζονται οι επιπτώσεις με σοβαρά περιβαλλοντικά προβλήματα στη Γη (φαινόμενο του θερμοκηπίου, όξινη βροχή κ.λπ.);
  - Σχετίζονται οι επιπτώσεις με τη χρήση τοξικών ή άλλων επικίνδυνων ουσιών;
- **SE:** Σημαντικότητα των περιβαλλοντικών επιπτώσεων (μικρές, ελαφρές, μέτριες, σημαντικές, καταστροφικές)
- **SA:** Άμεσος συντελεστής, που ορίζεται ως 2 (δύο) για τις άμεσες επιπτώσεις και 1 (ένα) για τις έμμεσες επιπτώσεις, ανάλογα με τον τύπο της επίδρασης και τους αποδέκτες.
- **SS:** Παράγοντας συχνότητας, που σχετίζεται με το πόσο συχνά εμφανίζεται ή είναι πιθανό να συμβεί κάθε επίδραση (ποτέ ή λιγότερο, σπάνια, συχνά, επίμονη).
- **SPE:** Συντελεστής ποσότητας-μεγέθους περιβαλλοντικής επιβάρυνσης, που σχετίζεται με την ποσότητα της παραγωγής για κάθε επίπτωση (καμία ή ελάχιστη, μικρή, μεγάλη, ακραία).



Χρησιμοποιώντας την παραπάνω μέθοδο βαθμολόγησης για όλες τις επιπτώσεις, προκύπτει ο παρακάτω πίνακας και οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις ταξινομούνται από υψηλής σε χαμηλής σημασίας.

### Σημαντικότητα Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων

#### Ασπρόπυργος

Περιβαλλοντικά Θέματα									
α/α	Κωδικοί Θεμάτων	Κανονικές Συνθήκες	Έκτακτες Καταστάσεις	Συντελεστής Αμεσότητας	Βαθμός Επίπτωσης	Συντελεστής Ποσότητας-Έκτασης	Συντελεστής Συχνότητας	Σοβαρότητα Επίπτωσης	Σημαντικότητα
1.	ΑΣ	Αιωρούμενα Σωματίδια	-	2	2	1,75	2,50	3	52,50
2.	YA2	Υγρά απόβλητα από όμβρια ύδατα σε χώρους επεξεργασίας και αποθήκευσης	-	2	3	1,25	1,50	4	45
3.	YA1	Υγρά απόβλητα από έκλυση πρώτων υλών και νερού που περιέχεται	-	2	2	1,75	1,50	4	42
4.	YA2E	-	Υγρά απόβλητα από όμβρια ύδατα σε χώρους επεξεργασίας και αποθήκευσης	2	3	1,50	1	4	36
5.	ΔΒ	-	Υγρά απόβλητα από διαρροή βυτιοφόρου	2	3	1,5	1	4	36
6.	YA2E	-	Υγρά απόβλητα από όμβρια ύδατα σε χώρους επεξεργασίας και αποθήκευσης	2	3	1,50	1	4	36



7.	ΙνΑμ	Ίνες Αμιάντου		2	4	1	1	4	32
8.	ΕΨΥ	Χρήση ψυκτικών υγρών	Εκπομπές από διαρροή	2	3	1,25	1,50	2	22,50
9.	ΑΡ	Αέριοι Ρύποι κατά την ανασυσκευασία υλικών	-	2	2	1	1,50	3	18
10.	ΚΕκ	Κατανάλωση Ενέργειας Καυσίμων	-	1	2	1,25	2,50	2	12,54
11.	ΚΕη	Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας	-	1	2	1,25	2,50	2	12,50
12.	ΥΑ3	Υγρά Απόβλητα από αστικά λύματα	-	2	1	1,25	2,50	2	12,50
13.	Θ	Θόρυβος από μηχανήματα παραγωγικής διαδικασίας	-	2	1	1,50	2	2	12
14.	ΜΕ	Μπαταρίες εξαντλημένες	-	2	3	1	1	2	12
15.	ΛΕ	Λαμπτήρες εξαντλημένοι	-	2	3	1	1	2	12
16.	ΚΝ	Κατανάλωση Νερού	-	1	2	1,25	2	2	10
17.	ΣκΞ	Παραγωγή Πριονιδιού	-	1	2	1	2,50	2	10
18.	ΣΑ3	Στερεά Απόβλητα από δραστηριότητες προσωπικού	-	1	1	1,25	2,50	2	6,25
19.	ΣκΣ	Σκόνη και σωματίδια από	-	1	1	1,25	2	2	5



		αμαξώματα φορτηγών που κινούνται στο δρόμο							
20.	ΧΨΥ	Χρήση ψυκτικών υγρών	-	1	2	1,25	1	2	5
21.	ΥΑ4	Λιπαντικά από την συντήρηση μηχανημάτων	-	1	1	1	1,50	3	4,50
22.	ΣΑ1	Στερεά Απόβλητα από την παραγωγική διαδικασία	-	1	1	1,25	1,50	2	3,75
23.	ΣΑ2	Στερεά Απόβλητα από υλικά συσκευασίας	-	1	1	1,25	1,50	2	3,75
24.	ΣΑ4	Στερεά απόβλητα από την συντήρηση μηχανημάτων	-	1	1	1,25	1,50	2	3,75
25.	ΣΑ5	Στερεά απόβλητα (φίλτρο ενεργού άνθρακα, χρησιμοποιημένα μέσα αντρυπάνσης, απόβλητα από δειγματοληψία	-	1	2	1	1	1	2,00

**Πίνακας 2 : Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις Ταξινομημένες κατά Φθίνουσα Σειρά Σημαντικότητας.**

#### 5.10 Σκοποί / Στόχοι & Προγράμματα Περιβαλλοντικής Διαχείρισης

Οι **Περιβαλλοντικοί Σκοποί** προκύπτουν από την ανάλυση κατά τον καθορισμό και την αξιολόγηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Ο καθορισμός τους γίνεται έτσι ώστε να επιτυγχάνεται η ελαχιστοποίηση ή και εξάλειψη των συνθηκών, που συντελούν στην εμφάνιση των περιβαλλοντικών προβλημάτων.



Οι **Περιβαλλοντικοί Στόχοι** είναι καθορισμένοι και ποσοτικοποιημένοι δείκτες, οι οποίοι πρέπει να υλοποιηθούν σε συγκεκριμένα χρονικά όρια, έτσι ώστε να επιτευχθούν οι αντίστοιχοι Περιβαλλοντικοί Σκοποί. Ο καθορισμός τους γίνεται με βάση τις ανάγκες, οι οποίες έχουν καθορισθεί και συνδέονται άμεσα με κάποιον από τους Περιβαλλοντικούς Σκοπούς.

Για κάθε Περιβαλλοντικό Σκοπό και Στόχο καταρτίζεται το αντίστοιχο **Πρόγραμμα Περιβαλλοντικής Διαχείρισης**, όπου καθορίζονται, επακριβώς, με ποιο τρόπο θα επιτευχθούν οι Στόχοι, ποιος είναι υπεύθυνος για κάθε μία από τις ενέργειες που απαιτούνται γι' αυτό, όπως επίσης το κόστος και ο χρονικός ορίζοντας υλοποίησής τους.

Στον παρακάτω πίνακα απεικονίζονται οι σκοποί και οι στόχοι τους οποίους έθεσε η POLYECO για τη διαχείριση σημαντικών περιβαλλοντικών θεμάτων, καθώς και τα περιβαλλοντικά προγράμματα που καταρτίστηκαν για το χρονικό διάστημα 2019 ώστε να επιτύχει τους αντίστοιχους στόχους.

ΣΚΟΠΟΙ ΚΑΙ ΣΤΟΧΟΙ ΟΛΩΝ ΤΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ 2020					
ΠΕΡΙΒ. ΠΛΕΥΡΑ	ΕΠΙΠΤΩΣΗ	ΣΚΟΠΟΣ	ΜΕΣΑ	ΣΤΟΧΟΣ	ΧΡΟΝΟΔΙΑΓΡΑΜΜΑ
Κατανάλωση ηλ. Ενέργειας (Ασπρόπυργος, Θεσσαλονίκη, Μάνδρα)	Εξάντληση μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας	Παρακολούθηση και μείωση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας • Ανάπτυξη περιβαλλοντικής συνείδησης στους εργαζόμενους	Λογαριασμοί ρεύματος	1,5% ελάχιστη μείωση ετησίως 8 % μείωση στην 5ετία	2012-2022
Αιωρούμενα σωματίδια (Ασπρόπυργος)	Ρύπανση της ατμόσφαιρας	Παρακολούθηση εκπομπών σωματιδίων	Μετρήσεις	< 18 mg/Nm <sup>3</sup>	Ετησίως Συνεχές
Θόρυβος (Ασπρόπυργος, Θεσσαλονίκη, Μάνδρα)	Προβλήματα στην ακοή	• Παρακολούθηση θορύβου στα όρια της εγκατάστασης • Παρακολούθηση θορύβου στις θέσεις εργασίας	Μετρήσεις	<55 dBA  <85 dBA	Ετησίως Συνεχές
Υγρά απόβλητα από όμβρια ύδατα σε χώρους επεξεργασίας και αποθήκευσης (Ασπρόπυργος)	Ρύπανση του υδροφόρου	• Παρακολούθηση εκροών στο ρέμα Αγ. Γεωργίου	Μετρήσεις	Δες επιμέρους λίστα του Προγράμματος	Ετησίως Συνεχές
Κίνδυνος διαρροής ΕΑ και μη (Ασπρόπυργος & Θεσσαλονίκη)	Επίδραση στο περιβάλλον (έδαφος, αέριοι ρύποι), στην δημόσια υγεία	Αποφυγή επικινδύνων γεγονότων με μέτρα πρόληψης: • Συνεχής εκπαίδευση του προσωπικού τουλάχιστον 1 φορά τον χρόνο (ΔΑΥ-13, Α	Βιβλίο ατυχημάτων	0 ατυχήματα ετησίως	Ετησίως Συνεχές





		<p>βοήθειες κτλ)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Εφαρμογή της ΔΑΥ-13</li> <li>Εγκεκριμένοι προμηθευτές με ADR</li> <li>Παροχή ΜΑΠ και εκπαίδευση χρήσης</li> <li>Χρήση προστατευτικής μεμβράνης που καλύπτει όλο το χώρο αποθήκευσης και ανασυσκευασίας</li> <li>Λεκάνες διαρροής σε όλα τα ράφια του κτιρίου αποθήκευσης</li> </ul>			
<p>Κίνδυνος έκρηξης φωτιάς</p> <p>ή</p> <p>(Ασπρόπυργος, Θεσσαλονίκη, Μάνδρα)</p>	<p>Επίδραση στο περιβάλλον (έδαφος, αέριοι ρύποι), στην δημόσια υγεία</p> <p>Υποβάθμιση του Περιβάλλοντος</p>	<p>Αποφυγή επικίνδυνων γεγονότων με μέτρα πρόληψης:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Πυροσβεστήρες και αναγνώμηση</li> <li>Ομάδα πυρασφάλειας</li> <li>Συνεχής εκπαίδευση του προσωπικού τουλάχιστον 1 φορά τον χρόνο</li> <li>Εφαρμογή της ΔΑΥ-13</li> <li>Εγκεκριμένοι προμηθευτές με ADR</li> <li>Σύστημα ανίχνευσης εκρηκτικής ατμόσφαιρας στο κτίριο αποθήκευσης</li> <li>Προληπτική συντήρηση όλων των μηχανημάτων και του εξοπλισμού</li> </ul>	Βιβλίο ατυχημάτων	0 ατυχήματα ετησίως	Ετησίως Συνεχές
<p>Κίνδυνος έκρηξης φωτιάς</p> <p>ή</p> <p>(Ασπρόπυργος, Θεσσαλονίκη, Μάνδρα)</p>	<p>Επίδραση στο περιβάλλον (έδαφος, αέριοι ρύποι), στην δημόσια υγεία</p> <p>Υποβάθμιση του Περιβάλλοντος</p>	<p>Αποφυγή επικίνδυνων γεγονότων με μέτρα πρόληψης:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Ανίχνευση εκρηκτικών αερίων και πρόληψη σχετικών ατυχημάτων που σχετίζονται με αυτά</li> </ul>	Βιβλίο ατυχημάτων	0 ατυχήματα ετησίως	Ετησίως Συνεχές
<p>Κατανάλωση νερού</p> <p>(Ασπρόπυργος)</p>	Εξάντληση περιορισμένων αποθεμάτων	Παρακολούθηση και μείωση της κατανάλωσης του	Λογαριασμοί νερού	1,5% ελάχιστη μείωση ετησίως 8 % μείωση στην	2012-2022



Θεσσαλονίκη, Μάνδρα)	πόσιμο νερού	νερού		5ετία	
Κατανάλωση Χαρτιού (Ασπρόπυργος Θεσσαλονίκη, Μάνδρα)	Συμβολή στην παραγωγή στερεών αποβλήτων αν δεν ανακυκλωθούν	Παρακολούθηση κατανάλωσης χαρτιού	Τιμολόγια αγοράς χαρτιού Α4	7% στην 5ετία μείωση	2012-2022
Αποθήκευση επικινδύνων υλικών (Ασπρόπυργος, Θεσσαλονίκη, Μάνδρα)	Πιθανή διαρροή, που θα μπορούσε να επηρεάσει την ανθρώπινη υγεία και το περιβάλλον	Παρακολούθηση για τυχών διαρροές  Αποφυγή επικινδύνων περιστατικών	Επιθεωρήσεις μηνιαίες από τον Τεχνικό Ασφάλειας  Επιθεωρήσεις από τον Υπεύθυνο αποθήκευσης	0 ατυχήματα ετησίως	Ετησίως Συνεχές
Εκπομπή αερίων ρύπων VOCs κατά την ανασυσκευασία (Ασπρόπυργος)	Ρύπανση του Περιβάλλοντος, υπερθέρμανση του πλανήτη, πιθανή μείωση του όζοντος	Αποφυγή επικινδύνων γεγονότων με μέτρα πρόληψης: • Φίλτρο ενεργού άνθρακα • Χρήση ΜΑΠ • Εκπαίδευση του προσωπικού • Μετρήσεις των εκπομπών VOCs	Μετρήσεις από πιστοποιημένο φορέα	0 ατυχήματα - συμβάντα Μέτρηση $\leq 20\text{mg}/\text{Nm}^3$	Ετησίως Συνεχές
Χρήση αναλώσιμων γραφείου & συνεργείο (Ασπρόπυργο, Θεσσαλονίκη, Μάνδρα)	Συμβολή στην παραγωγή στερεών αποβλήτων αν δεν ανακυκλωθούν  Εξάντληση φυσικών πόρων	Μείωση της παραγωγής στερεών αποβλήτων  Αύξηση της ανακύκλωσης  Συμβολή στην διατήρηση των φυσικών πόρων	Τιμολόγια αγοράς αναλώσιμων  Παραστατικά ανακύκλωσης  Παραστατικά επαναχρησιμοποίησης	<u>Ανακύκλωση χαρτιού:</u> 60% της αγοραζόμενης ποσότητας <u>Ανακύκλωση μπαταριών:</u> 1 κάδοι ΑΦΗΣ/έτος Ασπρόπυργος 1 κάδος ΑΦΗΣ / 2 έτη Θεσ/νίκη 1 κάδος ΑΦΗΣ/2 έτη Μάνδρα <u>Ανακύκλωση λαμπών:</u> 100% της αντικαθιστάμενης ποσότητας (Ασπρόπυργο, Θεσσαλονίκη, Μάνδρα) <u>Διαχείριση μελανιών:</u> 100% της χρησιμοποιούμενης που δεν αναγομνεται ποσότητας (Ασπρόπυργο, Θεσσαλονίκη, Μάνδρα) <u>Κατανάλωση</u>	Ετησίως Κατανάλωση μελανιών 2012-2022



				<u>μελανιών:</u> % μείωση τα επόμενα 5 χρόνια (Ασπρόπυργο, Θεσσαλονίκη, Μάνδρα) <u>Ανακύκλωση ΑΗΗΕ:</u> 60% της αγορασμένης ποσότητας (Ασπρόπυργος) <u>Ανακύκλωση λιπαντικών ελαίων:</u> 100% (Ασπρόπυργο, Θεσσαλονίκη, Μάνδρα)	
--	--	--	--	--	--

**Πίνακας 3 : Σκοποί / Στόχοι Περιβαλλοντικής Διαχείρισης για την εγκατάσταση**

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6<sup>ο</sup> : ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΤΗΣ ΕΤΑΙΡΕΙΑΣ POLYECO**

### **6.1 : Εισαγωγή**

Το κεφάλαιο αυτό εξετάζει την κατανάλωση διαφόρων τύπων ενέργειας στις εγκαταστάσεις της Polyeco στον Ασπρόπυργο, τα αντίστοιχα μηχανήματα, οχήματα ή χώρους που την καταναλώνουν, καθώς και την ετήσια κατανάλωση ενέργειας τα τελευταία χρόνια.

### **6.2 : Μεθοδολογία - Συλλογή δεδομένων για την κατανάλωση ενέργειας**

Προκειμένου να ληφθούν τα ακριβέστερα αποτελέσματα στο πλαίσιο της παρούσας ΔΠ, πραγματοποιήθηκαν αρκετές συναντήσεις με τον διευθυντή του εργοστασίου της "Polyeco" για την ανάλυση όλων των πτυχών του έργου και τον προσδιορισμό των σημαντικότερων σημείων που έπρεπε να προσεχθούν. Στη συνέχεια καταρτίστηκε ένα ερωτηματολόγιο το οποίο συμπληρώθηκε από τον διευθυντή της εταιρείας. Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν ελέγχθηκαν ως προς την ποιότητα και επαληθεύτηκαν ως προς την ορθότητά τους σε συνεργασία με τους υπαλλήλους της εταιρείας. Το έτος βάσης (το οποίο θα είναι το έτος βάσης για μελλοντικές έρευνες) είναι το 2019, δηλαδή τα δεδομένα που καταγράφονται στο ερωτηματολόγιο αφορούν την περίοδο 01/01/2019 έως 31/12/2019. Τα αποτελέσματα του ερωτηματολογίου εξήχθησαν σε ένα αρχείο Excel και οι ερωτήσεις διαχωρίστηκαν και κατηγοριοποιήθηκαν με δύο τρόπους. Πρώτον, όσον αφορά τα δύο διαφορετικά όρια της παραγωγικής διαδικασίας και δεύτερον, αναφορικά με τη διαδικασία της επιλεγμένης μεθόδου (π.χ. πρωτόκολλο GHG), η οποία απαιτεί υποβολή εκθέσεων σε τρία επίπεδα (πεδίο εφαρμογής 1 - πεδίο εφαρμογής 2 - πεδίο εφαρμογής 3). Το πεδίο εφαρμογής 3 θεωρείται προαιρετικό στο πρωτόκολλο, οπότε η έμφαση δίνεται στα δύο πρώτα επίπεδα.

Παρακάτω στον Πίνακα 4 φαίνεται αναλυτικά η ετήσια κατανάλωση ανά είδος ενέργειας για τα έτη 2017, 2018 και 2019.



#### Πίνακας 4 : Συνολική κατανάλωση ενέργειας

\*το συνφ υποδηλώνει την σχέση-ποσοστό μεταξύ ζητούμενης και απορροφημένης ισχύος σε μία εγκατάσταση. Φορτία που απορροφούν άεργο ισχύ

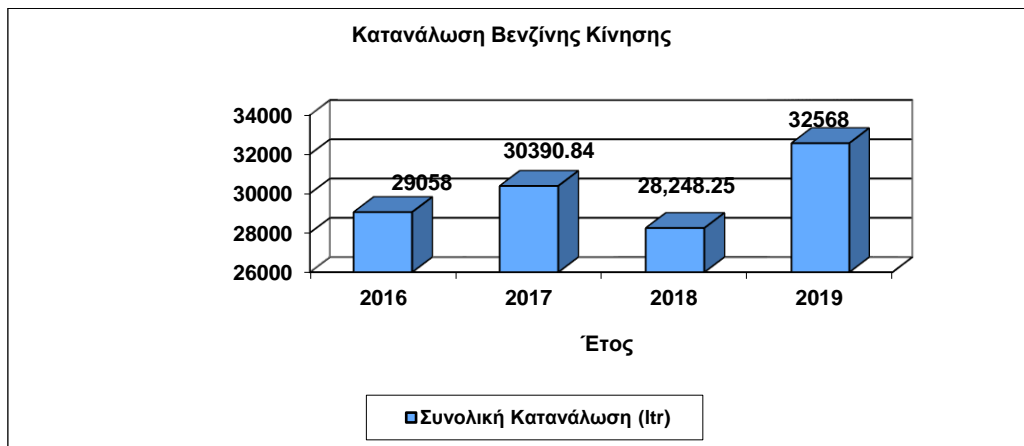
Είδος Ενέργειας	Μηχανήματα / Οχήματα / Χώροι	Ετήσια Κατανάλωση		
		2017	2018	2019
Βενζίνη Κίνησης lt	Οχήματα μεταφοράς προσωπικού	30.390,84	28.248,25	32.568
Πετρέλαιο Κίνησης lt	<ul style="list-style-type: none"> <li>Φορτωτές</li> <li>περονοφόρα</li> <li>φορτωτές τύπου bobcat</li> <li>αρπάγη</li> <li>τεμαχιστής</li> <li>φορτηγά</li> </ul>	278.508,39	288.898,43 (4,03lt/tn προϊόντων)	241.064 (3,2 lt/tn προϊόντων)
LPG Υγραέριο lt	Οχήματα μεταφοράς προσωπικού και δεξαμενή LPG	7.324,43	4.894,53	11.430
Ηλεκτρική Ενέργεια (KWh)/kg (κατανάλωση ανά κιλό παραγόμενου προϊόντος)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Γραφεία και αποδυτήρια</li> <li>Εγκαταστάσεις χημείου</li> <li>Τμήμα παραγωγής Ουρίας-Θεικού Σιδήρου: (κόσκινο, αναμίκτης, γερανογέφυρα, φωτισμός)</li> <li>Τμήμα στερεών καυσίμων: λειοτεμαχιστής, ταινίες μεταφοράς, φωτισμός.</li> <li>Τμήμα στερεών καυσίμων από λάσπες: μηχανήμα ανάμιξης, κόσκινο, ταινίες μεταφοράς, φωτισμός.</li> <li>Σταθμός αποθήκευσης: φωτισμός.</li> <li>Κτίριο ανασυσκευασίας: σύστημα αερισμού με φίλτρα, φωτισμός.</li> <li>Χώρος δεξαμενών: σύστημα τεσσάρων αντλιών, ελαιοδιαχωριστήρας</li> <li>Μηχανουργείο: φωτισμός, ηλεκτρικά εργαλεία</li> <li>Τμήμα παραγωγής πριονιδιού</li> <li>Τμήμα παραγωγής RAWCHEM</li> </ul>	2.102.576,80 (27,2 kWh/tn προϊόντων)  Συνφ=0,992 (μέση τιμή)	2.062.038,40 (28,8 kWh/tn προϊόντων)  Συνφ=0,99 (μέση τιμή)	2.627.316,90 (34,8 kWh/tn προϊόντων)  Συνφ= 1 (μέση τιμή)

είναι τα φορτία με κινητήρες. Για αυτό το λόγο μικρά συνφ συναντάμε στην βιοτεχνία-βιομηχανία όπου υπάρχουν πολλά μηχανήματα με κινητήρες. Σε αυτές τις κατηγορίες εγκαταστάσεων τοποθετούνται μετά από μελέτη της εγκατάστασης πίνακες-πεδία αντιστάθμισης(πυκνωτές) που βελτιώνουν το συνφ.

Στον **πίνακα 4** διαπιστώνεται μικρή διακύμανση σε όλες τις παρακολουθούμενες καταναλώσεις ενέργειας. Αναλυτικότερα όσον αφορά τη βενζίνη και το αέριο, παρατηρείται μια αύξηση στις τιμές κατανάλωσης ανάλογη με την αύξηση του προσωπικού της εταιρείας. Συνεπώς ένα τέτοιο αποτέλεσμα θεωρείται αναμενόμενο. Παράλληλα κάτι παρόμοιο παρατηρείται και στην ηλεκτρική ενέργεια που οφείλεται στις μεταβολές παραγωγικότητας χρόνο με το χρόνο λόγω μεγαλύτερης διάθεσης αποβλήτων.



Παρακάτω στο διάγραμμα (βλ. Διάγραμμα 1), αποτυπώνεται η κατανάλωση βενζίνης σε διάρκεια τεσσάρων ετών.



**Διάγραμμα 1 : Κατανάλωση βενζίνης κίνησης για τα έτη 2016 έως 2019**

Όπως φαίνεται και στο Διάγραμμα 1 υπάρχουν μικρές μεταβολές στην κατανάλωση βενζίνης χρόνο με το χρόνο καθώς παρότι το προσωπικό αυξάνεται, οι αλλαγές δεν είναι τεράστιες ώστε να αποτυπώνεται μεγάλη διαφορά στην ετήσια κατανάλωση.

### 6.3 : Πετρέλαιο Κίνησης

Το καύσιμο είναι πετρέλαιο diesel που χρησιμοποιείται για πετρελαιοκίνητα οχήματα και μηχανήματα, καθώς και για αντλίες diesel σε εξοπλισμό πυρόσβεσης..

Ειδικότερα για τα μηχανήματα έργου οι καταναλώσεις πετρελαίου κυμάνθηκαν στα εξής επίπεδα:

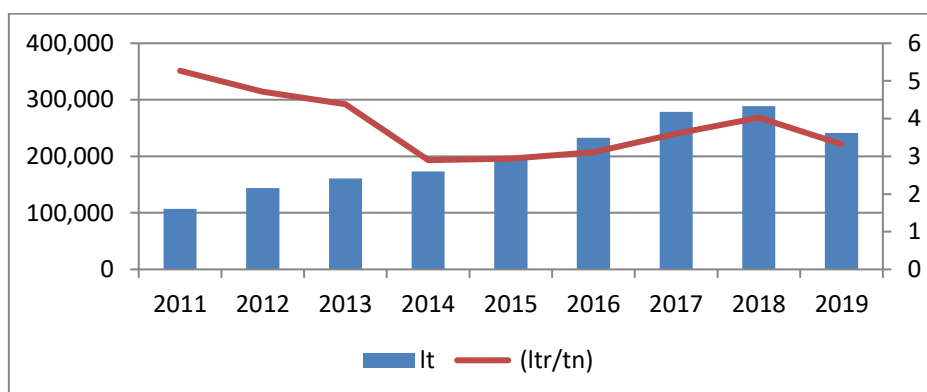
ΟΧΗΜΑ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (lt)
BOBCAT ME-81412	4.769
ΦΟΡΤ CAT ME-92893	29.231
ΑΡΠΑΓΗ ME-64376 FUCKS	17.011
ΚΛΑΡΚ 3Τ ME-66983	3.005
ΚΛΑΡΚ 3Τ CAT ME-107430	3.596
ΚΛΑΡΚ 4,5Τ CAT ME-105546	6.038
ΚΛΑΡΚ ME-78632	1.830
ΚΛΑΡΚ ME-64377	3.719
ΦΟΡΤ. CASE ME-66982	6.689
ΤΣΑΠΑ ME-105547	22.188
CATERPILLAR DP25N 121751	4310
ΕΣΚΑΦΕΑΣ IR BOBCAT ME 110466	2546



CATERPILLAR DP25N ME 121750	3900
DOOSAN LOADER DL200 124625	10767
ΤΣΑΠΑΚΙ BOB CAT	3519
ΓΕΡΑΝΟΣ - ΑΡΠΑΓΗ ME 132514	633
ΑΝΥΨΩΤΙΚΟ GENIE NEO	62
ΚΛΑΡΚ ME-128345	238
ΚΛΑΡΚ ME-127171	176

**Πίνακας 5 : Ετήσια κατανάλωση πετρελαίου ανά όχημα**

Με βάση τα παραπάνω στοιχεία του Πίνακα 5 αλλά και τις μελέτες της εταιρείας παλαιότερων ετών, δημιουργήθηκε διάγραμμα για την καλύτερη αποτύπωση της κατανάλωσης του πετρελαίου ανά χρόνο για τα έτη 2011 έως 2019.



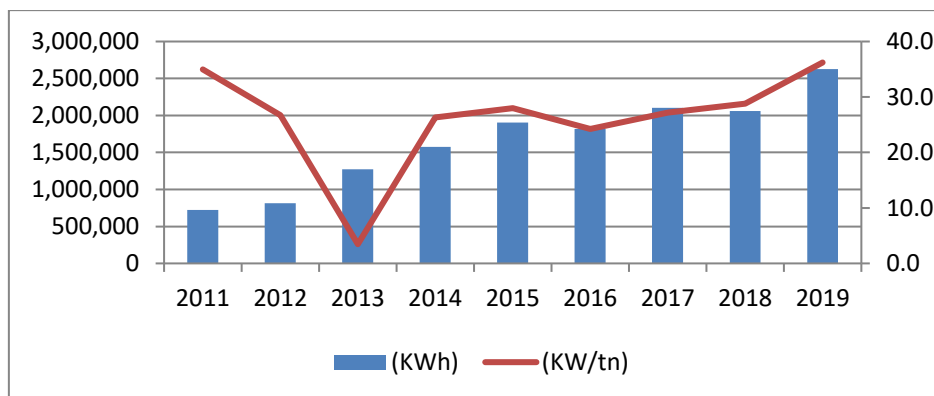
**Διάγραμμα 2 : Διακύμανση κατανάλωσης πετρελαίου ανά έτος**

Όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 2, υπάρχει μια ανοδική τάση έως και το 2018 ενώ για το έτος 2019 η κατανάλωση του πετρελαίου κίνησης κυμαίνεται στο επίπεδο των 241.064lt. Παρουσιάζεται μια ελαφρά μείωση της κατανάλωσης σε σχέση με το 2018, που εξαρτάται κατά βάση από τον όγκο των εισερχομένων αποβλήτων. Αναλυτικότερα, τα απόβλητα που εισήλθαν στην εγκατάσταση κατά το έτος 2018-2019 είχαν μειωθεί σε σχέση με τις προηγούμενες χρονιές και άρα ένα τέτοιο αποτέλεσμα είναι φυσιολογικό καθώς οι κινήσεις των φορτηγών που τα μετέφεραν ήταν λιγότερες.

#### 6.4 : Ηλεκτρική Ενέργεια

Στην συγκεκριμένη εγκατάσταση η ηλεκτροδότηση γίνεται μέσω ιδιωτικού υποσταθμού υποβιβασμού Μέσης Τάσεως με 2 μετασχηματιστές ισχύος 1.000 kVA εντός του χώρου του εργοστασίου. Με βάση τις μετρήσεις παλαιότερων ετών, ακολουθεί διάγραμμα (βλ. Διάγραμμα 3) όπου φαίνεται η διακύμανση της ηλεκτρικής ενέργειας κατά τα έτη 2011 έως 2019.





**Διάγραμμα 3 : Διακύμανση κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας ανά έτος**

Το 2019 σε σύγκριση με το 2018, η κατανάλωση ενέργειας που σχετίζεται με την παραγωγικότητα της εταιρείας αυξήθηκε, όπως φαίνεται στο **Διάγραμμα 3**. Για το 2019, η μέση τιμή του συνημιτόνου φ είναι επίσης 1, γεγονός που επιβεβαιώνει ότι η απώλεια των υποσταθμών ισχύος στην εγκατάσταση είναι μηδενική.

Βάσει του παραπάνω διαγράμματος(βλ. Διάγραμμα 3), η ηλεκτρική ενέργεια έχει μια σχετικά ανοδική πορεία, καθώς έχουν γίνει προσπάθειες επέκτασης και επένδυσής της σε νέα μηχανήματα λόγω της μεγάλης ζήτησης. Κάτι τέτοιο, είναι αναπόφευκτο, διότι οι γραμμές παραγωγής πλέον απορροφούν μεγαλύτερο όγκο αποβλήτων. Συμπερασματικά, όσον αφορά την ηλεκτρική ενέργεια, είναι αναμενόμενο ένα τέτοιο αποτέλεσμα, γιατί σε οποιαδήποτε άλλη περίπτωση θα υπήρχε μεγάλος όγκος αποβλήτων που θα επηρέαζε σε μεγαλύτερο βαθμό τόσο το φυσικό όσο και το ανθρωπογενές περιβάλλον.

Από την άποψη της εξοικονόμησης ενέργειας, από την κατασκευή του κτιρίου έχουν εγκατασταθεί ηλιακοί θερμοσίφωνες για την παροχή ζεστού νερού στα αποδυτήρια, καθώς και κουφώματα αλουμινίου για τη μόνωση του κτιρίου που στεγάζει τα γραφεία. Επιπλέον, σε όλα τα παράθυρα του κτιρίου έχουν τοποθετηθεί ειδικές ανακλαστικές μεμβράνες για τη βελτίωση της θερμομόνωσης.

Το 2007 εγκαταστάθηκαν ηλιακοί σωλήνες στο χώρο παραγωγής για τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7<sup>ο</sup> : ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΘΡΑΚΙΚΟΥ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑΤΟΣ ΤΗΣ ΕΤΑΙΡΕΙΑΣ POLYECO**

### **7.1 : Εισαγωγή**

Με βάση την κάθε κατανάλωση ενέργειας και γνωρίζοντας τον αντίστοιχο συντελεστή εκπομπής, στο συγκεκριμένο κεφάλαιο θα υπολογίσουμε τους αέριους ρύπους που ευθύνονται για το φαινόμενο του θερμοκηπίου.

### **7.2 : Αέριοι Ρύποι**

Το παρόν κεφάλαιο περιλαμβάνει βασικούς περιβαλλοντικούς δείκτες όπως ορίζονται στο παράρτημα IV του κανονισμού EMAS (συνολική ετήσια κατανάλωση νερού και ενέργειας καθώς και εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου και συνολικές ετήσιες εκπομπές αερίων ρύπων NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub> και σωματιδίων που προκύπτουν από την δραστηριότητα της μονάδας μας).



Παρακάτω ακολουθεί πίνακας (βλ. Πίνακα 6) με τις ετήσιες καταναλώσεις της εγκατάστασης Polyeco S.A. ανά είδος :

Ετήσια Κατανάλωση	Ποσότητα
Ηλεκτρικής ενέργειας (kWh)	2.627.317
Diesel (lt)	241.064
Βενζίνη (lt)	32.568
LPG (lt)	11.430

**Πίνακας 6 : Ετήσια κατανάλωση 2019**

Διευκρινίζεται πως στη μονάδα η κατανάλωση καυσίμου diesel (πετρέλαιο κίνησης χαμηλού θείου), αφορά την κίνηση των βαρέων οχημάτων και μηχανημάτων έργου, ενώ η κατανάλωση βενζίνης την μετακίνηση των εργαζομένων με τα ΙΧ επιβατικά οχήματα (καταλυτικά).

Για τον προσδιορισμό των αέριων ρύπων χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος και τα δεδομένα που περιγράφονται από την **'2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Chapter 3: Mobile Combustion'**.

Πιο συγκεκριμένα για την εκτίμηση των εκπεμπόμενων ποσοτήτων από την καύση **diesel** στα μηχανήματα έργου, επιλέχθηκε η προτεινόμενη από το προαναφερθέν εγχειρίδιο φόρμουλα:

EQUATION 3.3.1

$$Emissions = \sum_j (Fuel_j \times EF_j)$$

όπου,

- Emissions = Emissions (kg)
- Fuel<sub>j</sub> = fuel consumed (TJ)
- EF<sub>j</sub> = emission factor (kg/TJ)
- j = Fuel type

Οι συντελεστές EF<sub>j</sub> περιγράφονται στον πίνακα 3.3.1 σελ.3.36 του ιδίου εγχειριδίου ως εξής:

DEFAULT EMISSION FACTORS FOR OFF-ROAD MOBILE SOURCES AND MACHINERY									
	CO <sub>2</sub>			CH <sub>4</sub>			N <sub>2</sub> O		
Off-Road Source	Default (kg/TJ)	Lower	Upper	Default (kg/TJ)	Lower	Upper	Default (kg/TJ)	Lower	Upper
<b>DIESEL</b>									



Industry	74.100	72.600	74.800	4,15	1,67	10,4	28,6	14,3	85,8
----------	--------	--------	--------	------	------	------	------	------	------

**Πίνακας 7 : Συντελεστές εκπομπών για οχήματα και μηχανήματα**

Ο προσδιορισμός του SO<sub>2</sub> από την καύση diesel χαμηλού θείου, προσδιορίζεται με βάση τον αντίστοιχο συντελεστή του πίνακα A1 (Στοιχεία Καυσίμων) του παραρτήματος Ι, του **Οδηγού Ενεργειακών Επενδύσεων του ΥΠΑΝ** ίσος προς 0,7.

Στον παρακάτω πίνακα έγιναν οι κατάλληλοι πολλαπλασιασμοί ώστε να μπορέσουμε να υπολογίσουμε τα kg κάθε είδους.

	Κατανάλωση (lt)	Ειδικό βάρος d (kg/lt)	kg	NCV (TJ/kg)
Diesel	241.064	0,83	200083,12	4,30E-05
Βενζίνη	32.568	0,75	24426	4,43E-05
Ηλεκτρική Ενέργεια (kWh)	2.627.317			
LPG	11.430	0,55	6286,5	4,73E-05

**Πίνακας 8 : Πίνακας υπολογισμών για τα kg κάθε είδους**

Για τους υπολογισμούς και τις μετατροπές των μονάδων, λαμβάνεται υπόψη βοηθητικά το net calorific value (NCV) του diesel από τον πίνακα 1.2 του εγχειριδίου του volume 2 η τιμή 43 TJ/Gg, καθώς και το ειδικό του βάρος 0,83kg/lt (15 oC), όπως φαίνεται στον παραπάνω πίνακα.

Συνεπώς οι αέριες εκπομπές προσδιορίζονται σε ετήσια βάση πολλαπλασιάζοντας τις συνολικές ποσότητες της εκάστοτε ενέργειας που καταναλώθηκαν κατά το έτος 2019, με τον αντίστοιχο συντελεστή μετατροπής και έχουν ως εξής:

Diesel	Συντελεστής (kg/TJ)	Kg
CO <sub>2</sub>	74.100	6,38E+05
CH <sub>4</sub>	4,15	35,70
N <sub>2</sub> O	28,6	246,06
SO <sub>2</sub>	0,7	140,06

**Πίνακας 9 : Ετήσιες αέριες εκπομπές κατά την καύση diesel στα μηχανήματα έργου**

Επιπλέον, το 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Chapter 3: Mobile Combustion' περιγράφει τη σχετική φόρμουλα και τους συντελεστές για τον



προσδιορισμό των αέριων ρύπων από την **κίνηση των ΙΧ επιβατικών αυτοκινήτων** των εργαζομένων:

EQUATION 3.2.3

$$Emissions = \sum_{\alpha} (Fuel_{\alpha} \times EF_{\alpha})$$

*Emissions* = emission in kg

*EF<sub>α</sub>* = emission factor (kg/TJ)

*Fuel<sub>α</sub>* = fuel consumed, (TJ) (as represented by fuel sold)

α= fuel type a (e.g., diesel, gasoline, natural gas, LPG)

Οι αντίστοιχοι συντελεστές για το CO<sub>2</sub> περιγράφονται στην παρ. 3.2.1.2, στον πίνακα 3.2.1 ως εξής:

<b>ROAD TRANSPORT DEFAULT CO<sub>2</sub> EMISSION FACTORS AND UNCERTAINTY RANGES</b>			
<b>Fuel Type</b>	<b>Default (kg/TJ)</b>	<b>Lower</b>	<b>Upper</b>
<b>Motor Gasoline</b>	<b>69.300</b>	<b>67.500</b>	<b>73.000</b>
<b>LPG</b>	<b>63.100</b>	<b>61.600</b>	<b>65.600</b>

**Πίνακας 10 : Συντελεστές εκπομπών CO<sub>2</sub> για κάθε καύσιμο**

Για το CH<sub>4</sub> και το N<sub>2</sub>O

<b>ROAD TRANSPORT DEFAULT N<sub>2</sub>O AND CH<sub>4</sub> EMISSION FACTORS AND UNCERTAINTY RANGES</b>						
<b>Fuel Type / Representative vehicle category</b>	<b>CH<sub>4</sub> (kg/TJ)</b>			<b>N<sub>2</sub>O (kg/TJ)</b>		
	<b>Default (kg/TJ)</b>	<b>Lower</b>	<b>Upper</b>	<b>Default (kg/TJ)</b>	<b>Lower</b>	<b>Upper</b>
<b>Motor Gasoline</b>	<b>33</b>	<b>9,6</b>	<b>110</b>	<b>3,2</b>	<b>0,96</b>	<b>11</b>
<b>LPG</b>	<b>62</b>	<b>n/a</b>	<b>n/a</b>	<b>0,2</b>	<b>n/a</b>	<b>n/a</b>

**Πίνακας 11 : Συντελεστές εκπομπών για CH<sub>4</sub> και N<sub>2</sub>O**



Για τους υπολογισμούς και τις μετατροπές των μονάδων, λαμβάνεται υπόψη βοηθητικά το net calorific value (NCV) της βενζίνης από τον πίνακα 1.2 του εγχειριδίου του volume 2 η τιμή **44,3 TJ/Gg**, καθώς και το ειδικό βάρος της **0,75kg/lt** (15 °C).

Συνεπώς οι αέριες εκπομπές από τη χρήση **βενζίνης στα επιβατικά** προσδιορίζονται σε ετήσια βάση ως εξής:

<i>Βενζίνη</i>	<i>Συντελεστής (kg/TJ)</i>	<i>Kg</i>
<b>CO<sub>2</sub></b>	69.300	7,50E+04
<b>CH<sub>4</sub></b>	33	35,71
<b>N<sub>2</sub>O</b>	3,2	3,46

**Πίνακας 12 : Αέριες εκπομπές από την χρήση βενζίνης στα επιβατικά**

Αντιστοίχως για τη χρήση **LPG**, , λαμβάνοντας υπόψη βοηθητικά το net calorific value (NCV) του LPG από τον πίνακα 1.2 του εγχειριδίου του volume 2 η τιμή **47,3 TJ/Gg**, καθώς και το ειδικό βάρος **0,55kg/lt**, προκύπτει:

<i>LPG</i>	<i>Συντελεστής (kg/TJ)</i>	<i>Kg</i>
<b>CO<sub>2</sub></b>	63.100	1,88E+04
<b>CH<sub>4</sub></b>	62	18,44
<b>N<sub>2</sub>O</b>	0,2	5,95E-02

**Πίνακας 13 : Αέριες εκπομπές από την χρήση LPG**

Για την αναγωγή της καταναλωθείσης ηλεκτρικής ενέργειας υπολογίζεται η εκπομπή CO<sub>2</sub> με βάση τον συντελεστή από το εγχειρίδιο του volume 2.

Για την Ελλάδα ο συντελεστής μετατροπής ισούται με **0,724 kg / kwh**.

<i>Ηλεκτρική Ενέργεια</i>	<i>Συντελεστής (kg/TJ)</i>	<i>Kg</i>
<b>CO<sub>2</sub></b>	0,724	1,90E+06

**Πίνακας 14 : Αέριες εκπομπές από την χρήση Ηλεκτρικής Ενέργειας**

Επομένως για την καταναλωθείσα ισχύ των 2.627.317 kWh υπολογίζεται εκπομπή 1,90E+06kg CO<sub>2</sub> .



Οι συνολικές εκπομπές των παραπάνω αερίων είναι:

ΕΤΗΣΙΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ	Kg
CO <sub>2</sub>	2,63E+06
CH <sub>4</sub>	89,85
N <sub>2</sub> O	249,58
SO <sub>2</sub>	140,06

**Πίνακας 15 : Ετήσιες εκπομπές αερίων**

Για τον προσδιορισμό των αερίων ρύπων CO, NO<sub>x</sub>, HC (Non Methane VOCs) και PM χρησιμοποιούνται βιβλιογραφικά δεδομένα από 'EMEP/EEA emission inventory guidebook 2009, updated May 2012, ANNEX I, Table 9.12'.

Συνεπώς οι συντελεστές που επιλέγονται είναι οι κάτωθι:

	<i>Emission factors (diesel HDV) (g/kg fuel)</i>	<i>Emission factors (gasoline) (g/kg fuel)</i>	<i>Emission factors (LPG) (g/kg fuel)</i>
CO	8,49	69,4	120
NO <sub>x</sub>	35,6	6,99	37
HC	2,8	10,53	25
PM	1,24	0,03	

**Πίνακας 16 : Συντελεστές εκπομπών για τους αέριους ρύπους CO, NO<sub>x</sub>, HC (Non Methane VOCs) και PM**

Οι συνολικές ετήσιες εκπομπές με βάση τις ποσότητες κατανάλωσης καυσίμων διαμορφώθηκαν για το 2019 ως εξής:

ΕΤΗΣΙΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ	Kg (diesel)	Kg (gasoline)	Kg (LPG)	TOTAL (kg)
CO	1698,7	1695,2	754,38	4148,3
NO <sub>x</sub>	7123,0	170,7	232,6005	7526,3
HC	560,2	257,2	157,1625	974,6
PM	248,1	0,73		248,8

**Πίνακας 17 : Συνολικές ετήσιες εκπομπές κατανάλωσης καυσίμων για το 2019**





## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8ο : ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

### 8.1 Συμπεράσματα

Μετά την εκπόνηση αυτής της διπλωματικής εργασίας, περιγράφονται τα σημαντικότερα συμπεράσματα που μπορούν να εξαχθούν από την προηγούμενη ανάλυση, μαζί με ορισμένες συστάσεις που στοχεύουν στη βελτίωση των σχετικών αποτελεσμάτων στο μέλλον.

Από το πρώτο θεωρητικό μέρος της εργασίας, είναι σαφές ότι οι ανεπτυγμένες κοινωνίες και οι επιχειρήσεις που δραστηριοποιούνται μέσα σε αυτές απαιτούν ευρύτερα πλαίσια για τη λειτουργία τους, άρρηκτα συνδεδεμένα με τις προκύπτουσες περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Η περιβαλλοντική ουδετερότητα αποτελεί πλέον εθνική και επιχειρηματική απαίτηση και δεν πρέπει να αγνοείται σε καμία περίπτωση, καθώς είναι σαφές από την ιστορία ότι τα νομοθετικά πλαίσια γίνονται όλο και πιο αυστηρά.

Συνεχίζοντας, στην ενότητα της μελέτης περίπτωσης της εταιρείας διαχείρισης βιομηχανικών απορριμμάτων Polyeco S.A., το πρώτο και πιο θεμελιώδες συμπέρασμα που προκύπτει είναι ότι παρά τη γενική ανάπτυξη της εταιρείας και την αύξηση της ποσότητας των απορριμμάτων που επεξεργάζεται, το τελικό αποτέλεσμα που εξάγεται δεν είναι αρνητικό. Παρατηρήθηκε ότι ακόμη και σε τέτοιες βιομηχανίες, ενώ η βενζίνη, το υγραέριο και η ηλεκτρική ενέργεια αυξήθηκαν κατά 13,3%, 57,1% και 21,5% αντίστοιχα από το 2018 έως το 2019, το αποτύπωμα άνθρακα δεν αυξήθηκε αναλογικά όπως αναμενόταν.

Συγκεκριμένα, έπειτα από παράθεση των αποτελεσμάτων για την αποτύπωση του ανθρακικού αποτυπώματος της εταιρείας από προηγούμενα έτη, παρακάτω παρουσιάζεται σε πίνακα(βλ. Πίνακα 18) η διακύμανση του από το 2017 έως και το 2021.

	2017	2018	2019	2020	2021
<b>CO2 (kg)</b>	2,34E+06	2,33E+06	2,63E+06	3,28E+06	2,07+06
<b>Ηλεκτρική Ενέργεια (kWh)</b>	2.102.576	2.062.038	2.627.316	3.147.356	2.798.490
<b>Diesel (lt)</b>	278.508,39	288.898,43	241.064	346.465	356.250
<b>Βενζίνη (lt)</b>	30.390,84	28.248,25	32.568	34.859	35.356
<b>LPG (lt)</b>	7324,43	4894,53	11.430	5.375	4.746

**Πίνακας 18 : Συνολικό ανθρακικό αποτύπωμα**

Με βάση λοιπόν το παραπάνω πίνακα, προκύπτει ότι η εταιρεία Polyeco S.A. δεν έχει ανάλογο ανθρακικό αποτύπωμα σε σύγκριση με την αύξηση της κατανάλωσης ενέργειας. Κάτι τέτοιο, οδηγεί στο συμπέρασμα πως είναι πλήρως συμμορφωμένη με τους περιβαλλοντικούς όρους και περιορισμούς, καθώς και παρόλη τη συνεχώς αυξανόμενη ζήτηση για παράθεση των αποβλήτων, τα όρια του ανθρακικού αποτυπώματος δεν δείχνουν να ξεφεύγουν από την αναμενόμενη κλίμακα που θα περίμενε κανείς, αντιθέτως φαίνεται να έχει μειωθεί αισθητά σε σχέση με όλες τις προηγούμενες χρονιές. Επιπλέον, οι πιο πρόσφατες μετρήσεις είναι πλήρως ενθαρρυντικές καθώς το περιβαλλοντικό αποτύπωμα φαίνεται να έχει μειωθεί αισθητά σε σχέση με όλες τις προηγούμενες χρονιές.



Στόχος της εταιρείας έπεται και από τον πρόσφατο περιβαλλοντικό νόμο, είναι το 2030 να υπάρχει 30% μείωση του ανθρακικού αποτυπώματος σε σχέση με το 2019.

Τέλος, με μια εμπειρισταωμένη αποτίμηση, αξίζει να σημειωθεί ότι ένας σημαντικός παράγοντας στον οποίο πρέπει να δοθεί μεγάλη προσοχή σήμερα είναι ο σύγχρονος τρόπος ζωής, που σύμφωνα με πρόσφατη μελέτη ευθύνεται σε μεγάλο βαθμό για την κλιματική κρίση και το φαινόμενο του θερμοκηπίου των αερίων (WILLIAM J.RIPPLE,2019). Σύμφωνα με την ίδια μελέτη, η κλιματική αλλαγή συνδέεται στενά με την υπερκατανάλωση και τον υπερκαταναλωτικό τρόπο ζωής της σημερινής κοινωνίας, με τις πλουσιότερες χώρες να ευθύνονται σε μεγάλο βαθμό για τις υψηλότερες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου στην ιστορία. Μάλιστα, η μελέτη σημείωσε ότι οι χώρες με το υψηλότερο κατά κεφαλήν εισόδημα είχαν και τις υψηλότερες κατά κεφαλήν εκπομπές. Η κλιματική αλλαγή φαίνεται να έχει εισβάλει για πάντα στη ζωή μας και αν η μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των ανθρώπινων δραστηριοτήτων βρίσκεται στο επίκεντρο των κοινωνικών μας στόχων, τότε η μείωση του αποτυπώματος άνθρακα είναι ένα βέλος στη φαρέτρα μας.

## 8.2 Συζήτηση - Πρόταση

Στόχος του παρόντος κεφαλαίου αποτελεί η εξέταση εναλλακτικής λύσης για την υλοποίηση της μείωσης στο 30% του ανθρακικού αποτυπώματος.

Η περίπτωση της μηδενικής λύσης του υφιστάμενου έργου δεν θεωρείται βιώσιμη, καθώς έτσι δεν αξιοποιείται η δυνατότητα ανάπτυξης και εκσυγχρονισμού της εγκατάστασης με σκοπό τη βελτίωση περαιτέρω των περιβαλλοντικών συνθηκών. Επιπλέον μια τέτοια λύση θα οδηγούσε σε ανεξέλεγκτες αποθέσεις αποβλήτων με αρνητικές επιπτώσεις στο φυσικό και ανθρωπογενές περιβάλλον σε εθνικό επίπεδο, σε ευρύτερη δηλαδή περιοχή σε σχέση με εκείνη που επηρεάζεται άμεσα από το έργο. Με άλλα λόγια, η επένδυση και η ανάπτυξη της εγκατάστασης αποτελεί μονόδρομο και την πιο υλοποιήσιμη και στοχευμένη πρακτική.

Συνεπώς, η επιλεγείσα λύση της διατήρησης κρίθηκε η πιο βιώσιμη σε οικονομικό, κοινωνικό και περιβαλλοντικό επίπεδο με απαραίτητη προϋπόθεση την αυστηρή τήρηση των περιβαλλοντικών όρων της μονάδας ώστε να ελαχιστοποιούνται οι όποιες επιπτώσεις στο περιβάλλον.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9ο : ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΠΑΡΑΠΟΜΠΕΣ

1. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories(<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol2.html>)
2. EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook — 2009(<http://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-emission-inventory-guidebook-2009>)
3. Οδηγός ενεργειακών επενδύσεων, ΥΠΑΝ(<http://www.cres.gr/kape/ypan/odigos.ΣΕΚ>)
4. International Energy Agency (IEA), highlights version of CO2 Emissions from Fuel Combustion, <http://www.iea.org>



5. Alayón, C., Säfsten, K., & Johansson, G. (2017). Conceptual sustainable production principles in practice: do they reflect what companies do?. *Journal of Cleaner Production*, 141, 693-701.
6. Allenby, B. R. (1999). *Industrial ecology: policy framework and implementation* (Doctoral dissertation, Univerza v Mariboru, Ekonomsko-poslovna fakulteta).
7. Anderson, B., Bartlett, K. B., Frohling, S., Hayhoe, K., Jenkins, J. C., & Salas, W. A. (2010). Methane and nitrous oxide emissions from natural sources.
8. Battle, M., Bender, M., Sowers, T., Tans, P. P., Butler, J. H., Elkins, J. W. & Clark, A. D. (1996). Atmospheric gas concentrations over the past century measured in air from firn at the South Pole. *Nature*, 383(6597), 231-235.
9. Baumgärtner, S., & Arons, J. D. S. (2003). Necessity and inefficiency in the generation of waste: a thermodynamic analysis. *Journal of industrial ecology*, 7(2), 113-123.
10. Bullard, C. W., Penner, P. S., & Pilati, D. A. (1978). Net energy analysis: Handbook for combining process and input-output analysis. *Resources and energy*, 1(3), 267-313.
11. Carbon Trust (2007) "Carbon Footprint Measurement Methodology, Version 1.1". 27 February 2007, The Carbon Trust, London, UK. <http://www.carbontrust.co.uk>.
12. CEC. (1977). *Second EC Environment Action Programme*. Commission of the European Communities, Brussels.
13. Cheyne, I., & Purdue, M. (1995). Fitting definition to purpose: The search for a satisfactory definition of waste. *J. Env'tl. L.*, 7, 149.
14. Christensen, T. H., Simion, F., Tonini, D., & Møller, J. (2009). Global warming factors modelled for 40 generic municipal waste management scenarios. *Waste Management & Research*, 27(9), 871-884.
15. Chua, K. H., Sahid, E. J. M., & Leong, Y. P. (2011). Sustainable municipal solid waste management and GHG abatement in Malaysia. *ST-4: Green & Energy Management*, 4(02), 1-8.
16. DEFRA. (2007). "Step forward on reducing climate change impacts from products." DEFRA press release, 30 May 2007. <http://www.defra.gov.uk/news/2007/070530a.htm>.
17. Desrochers, P. (2002). Regional development and inter-industry recycling linkages: some historical perspectives. *Entrepreneurship & Regional Development*, 14(1), 49-65.
18. Desrochers, P. (2002). Industrial ecology and the rediscovery of inter-firm recycling linkages: historical evidence and policy implications. *Industrial and Corporate Change*, 11(5), 1031-1057.
19. DIRECTIVE, H. A. T. (1991). Council Directive 91/156/EEC of 18 March 1991 amending Directive 75/442/EEC on waste Official Journal L 78, 26 March 1991, pp. 32-37. Official Journal L, 78, 32-37.
20. Eckel, A. (2007). The Reality of Carbon Neutrality. *Energetics*, 21(2), 35-36.
21. Eggleston, S., Buendia, L., Miwa, K., Ngara, T., & Tanabe, K. (Eds.). (2006). 2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories (Vol. 5). Hayama, Japan: Institute for Global Environmental Strategies.



22. EIA. (2011). AEO 2011. Early Release Overview  
[www.eia.gov/forecasts/aeo/pdf/0383er%282011%29.pdf](http://www.eia.gov/forecasts/aeo/pdf/0383er%282011%29.pdf)
23. Etheridge, D. M., Steele, L. P., Langenfelds, R. L., Francey, R. J., Barnola, J. M., & Morgan, V. I. (1996). Natural and anthropogenic changes in atmospheric CO<sub>2</sub> over the last 1000 years from air in Antarctic ice and firn. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 101(D2), 4115-4128.
24. Eurostat. (2011). Waste statistics.[https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Waste\\_statistics](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Waste_statistics)
25. Farrell, A. E., Sperling, D., Arons, S. M., Brandt, A. R., Delucchi, M. A., Eggert, A. & Jones, A. D. (2007). A low-carbon fuel standard for California part 1: technical analysis.
26. Fong, W. K., C40, M. D., & Deng-Beck, C. (2014). Global protocol for community-scale greenhouse gas emission inventories.
27. Foran, B., Lenzen, M., & Dey, C. (2005). Balancing act: a triple bottom line analysis of the Australian economy.
28. Gertsakis, J., & Lewis, H. (2003). Sustainability and the Waste Management Hierarchy: a discussion paper on the waste management hierarchy and its relationship to sustainability. RMIT University, Melbourne, 1-15.
29. Gillingham, K., & Sweeney, J. (2010). Market failure and the structure of externalities (pp. 69-91). RFF Press.
30. Grant, T., James, K. L., Lundie, S., & Sonneveld, K. (2001). Stage 2 report for life cycle assessment for paper and packaging waste management scenarios in Victoria. Eco Recycle Victoria.
31. Hammond, G. (2007). Time to give due weight to the 'carbon footprint' issue. *Nature*, 445(7125), 256-256.
32. Haven, J. (2007). *Environment Business* 129: 27.
33. Heijungs, R., & Suh, S. (2002). The computational structure of life cycle assessment (Vol. 11). Springer Science & Business Media.
34. Heijungs, R., & Suh, S. (2006). Reformulation of matrix-based LCI: from product balance to process balance. *Journal of Cleaner Production*, 14(1), 47-51.
35. Heijungs, R., De Koning, A., Suh, S., & Huppes, G. (2006). Toward an information tool for integrated product policy: requirements for data and computation. *Journal of Industrial Ecology*, 10(3), 147-158.
36. Hempel, C. G. (1966). Criteria of confirmation and acceptability. C. Hempel. *Philosophy of Natural Science*. Englewood Cliffs, New York: Prentice-Hall, 33-46.
37. Hingane, L. S., Rupa Kumar, K., & Ramana Murty, B. V. (1985). Long-term trends of surface air temperature in India. *Journal of Climatology*, 5(5), 521-528.
38. Houghton, J. T. (1992). *Climate change 1992* (p. 212).
39. Houghton, J. T. (2001). *Climate Change 2001: The Scientific Basis*.
40. Indermühle, A., Stocker, T. F., Joos, F., Fischer, H., Smith, H. J., Wahlen, M. & Meyer, R. (1999). Holocene carbon-cycle dynamics based on CO<sub>2</sub> trapped in ice at Taylor Dome, Antarctica. *Nature*, 398(6723), 121-126.



41. Jackson, T. (1993). Clean Production Strategies Developing Preventive Environmental Management in the Industrial Economy. CRC Press.
42. Jackson, T. (2005). Motivating Sustainable Consumption—SDRN briefing 1. London: Policy Studies Institute. ([www.sdresearch.org.uk/researchreviews/documents/MotivatingSCfinal.pdf](http://www.sdresearch.org.uk/researchreviews/documents/MotivatingSCfinal.pdf), 30, 2010)
43. Keuning, S. J. (1994). The SAM and beyond: Open, SESAME!. Economic Systems Research, 6(1), 21-50.
44. Klundert, A., & Anschütz, J. (2001). Tools for decision makers: experiences from the Urban Waste Expertise Programme (1995-2001): Integrated sustainable waste management: the concept. WASTE.
45. Kollikkathara, N., Feng, H., & Stern, E. (2009). A preview of waste management evolution: Special emphasis on USA. Waste management, 29(2), 974-985.
46. Kumar, U., Jain, M. C., Pathak, H., Kumar, S., & Majumdar, D. (2000). Nitrous oxide emission from different fertilizers and its mitigation by nitrification inhibitors in irrigated rice. Biology and Fertility of Soils, 32(6), 474-478.
47. Lenzen, M. (2000). Errors in conventional and Input-Output—based Life—Cycle inventories. Journal of industrial ecology, 4(4), 127-148.
48. Lenzen, M. (2006). Uncertainty in impact and externality assessments-implications for decision-making (13 pp). The International journal of life cycle assessment, 11(3), 189-199.
49. Louis, G. E. (2004). A historical context of municipal solid waste management in the United States. Waste management & research, 22(4), 306-322.
50. McDougall, F. R., White, P. R., Franke, M., & Hindle, P. (2008). Integrated solid waste management: a life cycle inventory. John Wiley & Sons.
51. McKenzie-Mohr, D., & Smith, W. (1999). Fostering sustainable behavior: An introduction to community-based social marketing . Gabriola Island. British Columbia, Canada: New Society, 27.
52. Melosi, M. V. (1982). Garbage in the cities: refuse, reform, and the environment, 1880-1980. TEXAS A & M UNIV. PRESS, DRAWER C, COLLEGE STATION, TX 77843. 1982.
53. Neftel, A., Oeschger, H., Schwander, J., Stauffer, B., & Zumbunn, R. (1982). Ice core sample measurements give atmospheric CO<sub>2</sub> content during the past 40,000 yr. Nature, 295(5846), 220-223.
54. Noto, F. (2010). Overcoming NIMBY Opposition. Public Sector Digest, 1-5. <http://www.gcastrategies.com/booksandarticles/383/overcoming-nimby-opposition>
55. Pongrácz, E. (2002). Re-defining the concepts of waste and waste management: Evolving the Theory of Waste Management. Oulu: University of Oulu.
56. Price, J. L., & Joseph, J. B. (2000). Demand management—a basis for waste policy: a critical review of the applicability of the waste hierarchy in terms of achieving sustainable waste management. Sustainable Development, 8(2), 96-105.
57. Ragossnig, A., & Hilger, H. (2008). Waste management: stepping up to the climate change challenge.





58. Schall, J. (1992). Does the solid waste management hierarchy make sense?: A technical, economic and environmental justification for the priority of source reduction and recycling. School of Forestry and Environmental Studies, Yale University of Scotland.
59. Schatzki, T., & Stavins, R. N. (2018). GHG Cap-and-Trade: Implications for Effective and Efficient Climate Policy in Oregon. Available at SSRN 3287179.
60. Schübeler, P., Christen, J., & Wehrle, K. (1996). Conceptual framework for municipal solid waste management in low-income countries (Vol. 9). St. Gallen: SKAT (Swiss Center for Development Cooperation).
61. Scottish Executive. (2006). Changing Our Ways: Scotland's Climate Change Programme: Summary. Scottish Executive.
62. Seadon, J. K. (2006). Integrated waste management—Looking beyond the solid waste horizon. *Waste management*, 26(12), 1327-1336.
63. SEI, W. (2006). Counting Consumption-CO<sub>2</sub> emissions, material flows und Ecological Footprint of the UK by region und devolved country.
64. Southerton, D., McMeekin, A., & Evans, D. (2011). International review of behaviour change initiatives: climate change behaviours research programme. Scottish Government Social Research.
65. Stahmer, C. (2000, August). The magic triangle of input-output tables. In 13th International Conference on Input-Output Techniques (Vol. 21, p. 25). Italy: University of Macerata.
66. Stavins, R., Schatzki, T., & Borck, J. (2013). An economic perspective on building labeling policies. Harvard University.
67. Stern, D. I., Common, M. S., & Barbier, E. B. (1996). Economic growth and environmental degradation: the environmental Kuznets curve and sustainable development. *World development*, 24(7), 1151-1160.
68. Suh, S., Lenzen, M., Treloar, G. J., Hondo, H., Horvath, A., Huppes, G. & Munksgaard, J. (2004). System boundary selection in life-cycle inventories using hybrid approaches. *Environmental science & technology*, 38(3), 657-664.
69. Tchobanoglous, G., Eliassen, R., & Theisen, H. (1977). Solid wastes; engineering principles and management issues. McGraw-Hill.
70. Tukker, A., & Jansen, B. (2006). Environmental impacts of products: A detailed review of studies. *Journal of Industrial Ecology*, 10(3), 159-182.
71. Un-Habitat. (2010). Solid waste management in the world's cities. UN-HABITAT.
72. Villanueva, A., & Wenzel, H. (2007). Paper waste—recycling, incineration or landfilling? A review of existing life cycle assessments. *Waste management*, 27(8), S29-S46.
73. Wackernagel, M., Monfreda, C., Moran, D., Wermer, P., Goldfinger, S., Deumling, D., & Murray, M. (2005). National footprint and biocapacity accounts 2005: the underlying calculation method.
74. Wackernagel, M., & Rees, W. (1996). *Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth* New Society Publishers, Gabriola Island. British Columbia.





75. Weidema, B. P., Thrane, M., Christensen, P., Schmidt, J., & Løkke, S. (2008). Carbon footprint: a catalyst for life cycle assessment?. *Journal of industrial Ecology*, 12(1), 3-6.
76. Wiedmann, T., Barrett, J., & Lenzen, M. (2007, May). Companies on the scale: comparing and benchmarking the footprints of businesses. In *International Ecological Footprint Conference* (pp. 8-10).
77. Wilson, D. C. (2007). Development drivers for waste management. *Waste Management & Research*, 25(3), 198-207.
78. Wolsink, M. (2010). Contested environmental policy infrastructure: Socio-political acceptance of renewable energy, water, and waste facilities. *Environmental Impact Assessment Review*, 30(5), 302-311.
79. Woodward, D. (1985). "Swords into ploughshares": recycling in pre-industrial England. *Economic History Review*, 175-191.
80. Worrell, W. A., & Vesilind, P. A. (2011). *Solid waste engineering*. Cengage Learning.
81. Wu, P., Xia, B., & Zhao, X. (2014). The importance of use and end-of-life phases to the life cycle greenhouse gas (GHG) emissions of concrete—a review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 37, 360-369.
82. Yong, J. Y., Klemeš, J. J., Varbanov, P. S., & Huisingsh, D. (2016). Cleaner energy for cleaner production: modelling, simulation, optimization and waste management. *Journal of Cleaner Production*, 111, 1-16.
83. Zheng, B., Tong, D., Li, M., Liu, F., Hong, C., Geng, G. & Liu, Y. (2018). Trends in China's anthropogenic emissions since 2010 as the consequence of clean air actions. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 18(19), 14095-14111.

