



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ & ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕ ΘΕΜΑ:

«ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΤΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ ΤΟΥ
ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ ΣΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΣΤΕΡΕΩΝ
ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ-ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΣΤΟ ΔΗΜΟ ΒΥΡΩΝΑ»



Διπλωματική εργασία του:
Ζήσιμου Δημήτρη

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ
Δρ Αραβώσης Κωνσταντίνος
Λέκτορας Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Ιούλιος 2010

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η διπλωματική εργασία που τεκμηριώνεται στο παρόν έγγραφο έχει ως αντικείμενο αφενός την παρουσίαση και την συγκριτική αξιολόγηση των τεσσάρων μεθόδων εκτίμησης των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου από την διαχείριση στερεών αποβλήτων και αφετέρου την εφαρμογή της μεθόδου της Ανάλυσης Κύκλου Ζωής στην διαχείριση των στερεών αποβλήτων του δήμου Βύρωνα.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή μου κύριο Κωνσταντίνο Αραβώση, για την ανάθεση της εργασίας και για την άψογη συνεργασία και καθοδήγηση καθ' όλη την διάρκεια της εκπόνησης της, τον κύριο Μαυρική Γιάννη, προϊστάμενο του τμήματος Καθαριότητας του δήμου Βύρωνα, τους γονείς μου και την φίλη μου Αντωνίνα για την στήριξη που μου παρείχαν.

Ζήσιμος Δημήτρης

Αθήνα, Ιούλιος 2010



ΕΠΟΨΗ

Στόχος της συγκεκριμένης εργασίας είναι η παρουσίαση και η συγκριτική αξιολόγηση των τεσσάρων μεθόδων εκτίμησης των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου από την διαχείριση στερεών αποβλήτων και αφετέρου η αποτίμηση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου με την μέθοδο της Ανάλυσης Κύκλου Ζωής στην διαχείριση των στερεών αποβλήτων του δήμου Βύρωνα.

Αρχικά γίνεται μια εισαγωγή στην ραγδαία αλλαγή του κλίματος και στον ρόλο της διαχείρισης των στερεών αποβλήτων στην κλιματική αλλαγή. Παρουσιάζεται το νομοθετικό πλαίσιο που έχει θεσπιστεί για τον περιορισμό του και αναφέρονται κάποια παραδείγματα διαχείρισης στερεών αποβλήτων από την Ευρώπη και την Βόρεια Αμερική.

Στη συνέχεια παρουσιάζεται και αναλύεται το περιεχόμενο των τεσσάρων μεθόδων εκτίμησης των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου στην διαχείριση των στερεών αποβλήτων και η μεθοδολογία υπολογισμού που ακολουθεί κάθε μέθοδος.

Ακόμη γίνεται η συγκριτική αξιολόγηση των μεθόδων, αναφέρονται τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα τους καθώς επίσης και το πεδίο εφαρμογής της κάθε μίας.

Έπειτα γίνεται μελέτη περίπτωσης στην διαχείριση στερεών αποβλήτων του δήμου Βύρωνα εφαρμόζοντας την μέθοδο της Ανάλυσης Κύκλου Ζωής χρησιμοποιώντας το λογισμικό πρόγραμμα SimaPro. Τέλος δημιουργείται μοντέλο εκτίμησης των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου βασισμένο στην μελέτη περίπτωσης για τον δήμο Βύρωνα.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

| | |
|--|----|
| 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ | |
| 1.1. Αλλαγή του κλίματος | 6 |
| 1.2. Αέρια του Θερμοκηπίου | 7 |
| 1.3. Μέτρηση των αερίων του Θερμοκηπίου..... | 11 |
| 1.4. Λήψη μέτρων από την Ευρωπαϊκή Ένωση | 12 |
| 1.5. Ορισμός στερεών αποβλήτων | 13 |
| 1.6. Ορισμός διαχείρισης στερεών αποβλήτων | 14 |
| 1.7. Ευρωπαϊκή πολιτική και Θεσμικό πλαίσιο..... | 14 |
| 1.7.1. Ευρωπαϊκή πολιτική για τη Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων..... | 14 |
| 1.7.2. Εθνικό θεσμικό πλαίσιο για τη Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων | 15 |
| 1.8. Κλιματική αλλαγή και Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων | 19 |
| 1.9. Η Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων στην Ευρώπη | 25 |
| 1.10. Η Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων στην Βόρεια Αμερική..... | 30 |
| | |
| 2. ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΩΝ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ | |
| 2.1. Εισαγωγή..... | 33 |
| 2.2. Ορισμός άμεσων και έμμεσων εκπομπών | 34 |
| 2.3. Μέθοδοι μέτρησης των αερίων του θερμοκηπίου στη διαχείριση στερεών αποβλήτων..... | 35 |
| | |
| 3. ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΩΝ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ ΣΕ ΔΙΕΘΝΕΣ ΚΑΙ ΕΘΝΙΚΟ ΕΠΙΠΕΔΟ | |
| 3.1. Εισαγωγή..... | 37 |
| 3.2. Μέτρηση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου σε Χώρους Τελικής Διάθεσης και Επεξεργασίας στερεών αποβλήτων..... | 42 |
| 3.2.1. Επιλογή μεθόδου υπολογισμού των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου ανάλογα με τα διαθέσιμα δεδομένα κάθε χώρας | 42 |
| 3.2.2. Παρουσίαση της μεθόδου υπολογισμού των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου σε χώρους τελικής διάθεσης και επεξεργασίας των στερεών αποβλήτων..... | 44 |
| 3.3. Μέτρηση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου σε Χώρους Βιολογικής Επεξεργασίας των στερεών αποβλήτων..... | 49 |
| 3.3.1. Επιλογή μεθόδου υπολογισμού των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου ανάλογα με τα διαθέσιμα δεδομένα κάθε χώρας | 50 |
| 3.3.2. Παρουσίαση της μεθόδου υπολογισμού των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου στους χώρους βιολογικής επεξεργασίας..... | 51 |
| 3.4. Μέτρηση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου κατά την Αποτέφρωση και την Υπαίθρια Καύση των στερεών αποβλήτων | 53 |
| 3.4.1. Επιλογή μεθόδου υπολογισμού των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου ανάλογα με τα διαθέσιμα δεδομένα κάθε χώρας | 54 |
| 3.4.2. Παρουσίαση της μεθόδου υπολογισμού των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου εγκαταστάσεις αποτέφρωσης και υπαίθριας καύσης | 56 |

| | |
|---|-----|
| 4. ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΩΝ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ ΣΕ ΦΟΡΕΙΣ (ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΙΣ, ΤΟΠΙΚΗ ΑΥΤΟΔΙΟΙΚΗΣΗ, ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ) | |
| 4.1. Εισαγωγή..... | 59 |
| 4.2. Ορισμός Άμεσων και Έμμεσων εκπομπών κατά το Πρωτόκολλο για την Ποσοτικοποίηση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου | 61 |
| 4.3. Παρουσίαση της μεθόδου υπολογισμού των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου στους φορείς | 63 |
| 5. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΕΣ ΑΝΤΙΣΤΑΘΜΙΣΗΣ ΡΥΠΩΝ | |
| 5.1. Εισαγωγή..... | 70 |
| 5.2. Μηχανισμός Καθαρής Ανάπτυξης | 73 |
| 5.3. Μηχανισμός Κοινής Εφαρμογής..... | 78 |
| 6. Η ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ | |
| 6.1. Εισαγωγή..... | 80 |
| 6.2. Ανάλυση διαδικασιών και τεχνολογικών μεθόδων- Άμεσες εκπομπές..... | 82 |
| 6.2.1. Συλλογή αποβλήτων και μεταφορά | 82 |
| 6.2.2. Ανακύκλωση | 83 |
| 6.2.3. Κομποστοποίηση και αναερόβια επεξεργασία στερεών αποβλήτων | 84 |
| 6.2.4. Αποτέφρωση | 86 |
| 6.2.5. Υγειονομική ταφή αποβλήτων | 87 |
| 6.2.6. Μηχανική – Βιολογική επεξεργασία | 89 |
| 6.2.7. Λοιπές διαδικασίες και τεχνολογίες | 90 |
| 6.3. Έμμεσες εκπομπές | 91 |
| 6.3.1. Ανάκτηση πρώτων υλών..... | 91 |
| 6.3.2. Ανάκτηση οργανικών υλών | 93 |
| 6.3.3. Ανάκτηση ενέργειας | 94 |
| 7. ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ | |
| 7.1. Αξιολόγηση της μεθόδου μέτρησης των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου σε εθνικό και διεθνές επίπεδο | 97 |
| 7.2. Αξιολόγηση της μεθόδου μέτρησης των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου σε φορείς..... | 100 |
| 7.3. Αξιολόγηση των μεθοδολογιών αντιστάθμισης ρύπων..... | 102 |
| 7.4. Αξιολόγηση της μεθόδου υπολογισμού των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου με την Ανάλυση Κύκλου Ζωής | 104 |
| 7.5. Σύγκριση των μεθόδων υπολογισμού των αερίων του θερμοκηπίου..... | 106 |

| | |
|--|------------|
| 8. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΒΥΡΩΝΑ | |
| 8.1. Παρουσίαση του μοντέλου SimaPro | 108 |
| 8.2. Παρουσίαση του Δήμου Βύρωνα | 109 |
| 8.3. Διαχείριση στερεών αποβλήτων στον Δήμο Βύρωνα | 111 |
| 8.4. Εκτίμηση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου από την διαχείριση των στερεών αποβλήτων του δήμου Βύρωνα με την χρήση του προγράμματος SimaPro..... | 116 |
| 8.4.1 Εφαρμογή του SimaPro στην Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων του Δήμου Βύρωνα | 120 |
| 8.5. Παρουσίαση και Ανάλυση των αποτελεσμάτων | 135 |
| 8.6. Δημιουργία μοντέλου εκτίμησης των εκπομπών βασισμένο στην μελέτη περίπτωσης του Δήμου Βύρωνα | 145 |
| 9. ΤΕΛΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ | 152 |
| 10. ΑΝΑΦΟΡΕΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ..... | 155 |
| 11. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ | 157 |

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Αλλαγή του κλίματος

Το κλίμα παρουσιάζε, και θα παρουσιάζει για πάντα, αποκλίσεις που οφείλονται σε φυσικά αίτια. Οι φυσικές αυτές αιτίες συμπεριλαμβάνουν τις ανεπαίσθητες μεταβολές της ηλιακής ακτινοβολίας, τις ηφαιστειακές εκρήξεις, οι οποίες μπορούν να καλύψουν τη γη με σκόνη που αντανακλά την ηλιακή θερμότητα στο διάστημα, καθώς και τις φυσικές αποκλίσεις του ίδιου του κλιματικού συστήματος.

Εντούτοις, οι φυσικές αιτίες μπορούν να εξηγήσουν μόνο ένα μικρό μέρος αυτών των αλλαγών. Το μεγαλύτερο μέρος τους οφείλεται στις ανθρώπινες δραστηριότητες, απτά αποτελέσματα των οποίων είναι οι θερμοκρασίες που γίνονται όλο και υψηλότερες, τα επίπεδα της θάλασσας που ανεβαίνουν συνεχώς, οι όλο και συχνότερες καταιγίδες, οι πλημμύρες, οι ξηρασίες και τα κύματα καύσωνα. Μακροπρόθεσμα, η αλλαγή του κλίματος θα θέσει σε κίνδυνο εκατομμύρια κατοίκους των παράκτιων περιοχών και θα προκαλέσει ελλείψεις σε νερό και τρόφιμα σε πολλά σημεία του πλανήτη. Η κλιματική αλλαγή λοιπόν είναι ένα από τα σοβαρότερα περιβαλλοντικά προβλήματα που όχι μόνο απειλεί το περιβάλλον αλλά, ταυτόχρονα, υπονομεύει τις οικονομίες μας και αποσταθεροποιεί τις κοινωνίες μας.

Η συντριπτική πλειοψηφία των επιστημόνων συμφωνεί ότι η αλλαγή του κλίματος οφείλεται στην αυξανούσα συγκέντρωση αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα, τα οποία δεσμεύουν τη θερμότητα.

Η ατμόσφαιρα λειτουργεί όπως τα τοιχώματα ενός θερμοκηπίου, αφήνοντας το ορατό ηλιακό φως να εισέλθει. Η ενέργεια του ήλιου θερμαίνει την επιφάνεια της γης και, καθώς η θερμοκρασία αυξάνεται, η θερμότητα αντανακλάται στην ατμόσφαιρα ως ενέργεια υπεριώδους ακτινοβολίας. Ένα μέρος της εξερχόμενης ενέργειας υπεριώδους ακτινοβολίας απορροφάται στην ατμόσφαιρα από τα «αέρια του θερμοκηπίου», διατηρώντας ζεστή την επιφάνεια της γης. Αυτή η φυσική διαδικασία ονομάζεται "φαινόμενο του θερμοκηπίου". Χωρίς αυτό, η μέση θερμοκρασία στη γη θα ήταν -18°C , ενώ αυτή τη στιγμή φθάνει τους $+15^{\circ}\text{C}$.

Ωστόσο, οι ανθρωπογενείς δραστηριότητες συντελούν στην αύξηση της συγκέντρωσης στην ατμόσφαιρα αερίων του θερμοκηπίου, ιδιαίτερα διοξειδίου του άνθρακα (CO_2), μεθανίου και πρωτοξειδίου του αζώτου, τα οποία ενισχύουν το

φυσικό φαινόμενο του θερμοκηπίου και αυξάνουν τη θερμοκρασία. Αυτή η υπερθέρμανση που προκαλεί ο ανθρώπινος παράγοντας ονομάζεται "ενισχυμένο" φαινόμενο του θερμοκηπίου.

1.2 Αέρια του θερμοκηπίου

Υδρατμοί: Το κυριότερο αέριο του θερμοκηπίου είναι οι υδρατμοί (H_2O), οι οποίοι ευθύνονται για περίπου τα δύο τρίτα του φυσικού φαινομένου του θερμοκηπίου. Στην ατμόσφαιρα, τα μόρια νερού δεσμεύουν τη θερμότητα που εκπέμπει η γη και έπειτα την εκπέμπουν εκ νέου προς όλες τις κατευθύνσεις, θερμαίνοντας έτσι την επιφάνεια της γης πριν επιστρέψουν τελικά στο διάστημα.

Οι υδρατμοί της ατμόσφαιρας αποτελούν τμήμα του υδρολογικού κύκλου, ενός κλειστού συστήματος κυκλοφορίας του νερού -το οποίο είναι διαθέσιμο σε πεπερασμένες ποσότητες στη γη- από τους ωκεανούς και το έδαφος στην ατμόσφαιρα και από εκεί πίσω στο έδαφος μέσω της εξάτμισης και της διαπνοής, της συμπύκνωσης και της κατακρήμνισης.

Οι ανθρώπινες δραστηριότητες δεν αυξάνουν τους υδρατμούς στην ατμόσφαιρα. Ωστόσο, ο θερμότερος αέρας μπορεί να κατακρατήσει πολύ περισσότερη υγρασία και, συνεπώς, οι αυξημένες θερμοκρασίες εντείνουν περαιτέρω τις κλιματικές αλλαγές.

Διοξείδιο του άνθρακα: Ο κυριότερος συντελεστής του ενισχυμένου (ανθρωπογενούς) φαινομένου του θερμοκηπίου είναι το διοξείδιο του άνθρακα (CO_2). Ευθύνεται παγκοσμίως για τουλάχιστον το 60% του ενισχυμένου φαινομένου των αερίων θερμοκηπίου. Στις βιομηχανικές χώρες, το διοξείδιο του άνθρακα αποτελεί τουλάχιστον το 80% των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου.

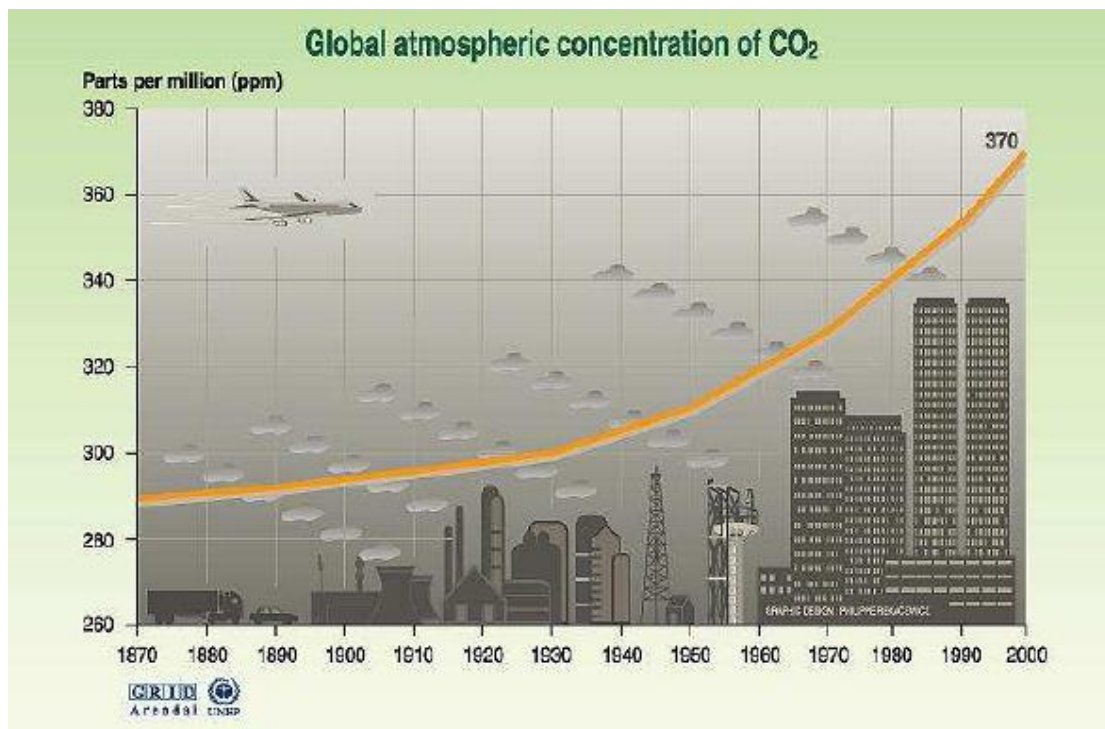
Στη γη υπάρχουν πεπερασμένες ποσότητες άνθρακα, οι οποίες, όπως και το νερό, ανακυκλώνονται με τον "κύκλο του άνθρακα". Πρόκειται για ένα ιδιαίτερα πολύπλοκο σύστημα στο οποίο ο άνθρακας κινείται μεταξύ της ατμόσφαιρας, της επίγειας βιόσφαιρας και των ωκεανών. Τα φυτά απορροφούν CO_2 από την ατμόσφαιρα κατά τη φωτοσύνθεση. Χρησιμοποιούν τον άνθρακα για να συνθέσουν τους ιστούς τους και τον απελευθερώνουν στην ατμόσφαιρα, όταν ξεραίνονται και αποσυντίθενται. Ο οργανισμός των ζώων (και των ανθρώπων) περιέχει κι αυτός άνθρακα, τον οποίο λαμβάνει από τα βρώσιμα φυτά ή από τα ζώα που καταναλώνουν αυτά τα φυτά. Ο άνθρακας απελευθερώνεται ως CO_2 με την αναπνοή, καθώς και με το θάνατο και την αποσύνθεση.

Τα ορυκτά καύσιμα είναι τα απολιθωμένα υπολείμματα νεκρών ζώων και φυτών, τα οποία συντίθενται υπό συγκεκριμένες συνθήκες σε διάστημα εκατομμυρίων ετών και, συνεπώς, έχουν μεγάλη περιεκτικότητα σε άνθρακα. Με

την ευρεία έννοια, το κάρβουνο δεν είναι παρά υπολείμματα καμένων δασών, ενώ το πετρέλαιο προέρχεται από τη χλωρίδα των ωκεανών. (Οι ωκεανοί απορροφούν CO₂, που χρησιμοποιείται σε διαλυμένη μορφή για τη φωτοσύνθεση της θαλάσσιας χλωρίδας.

Πολλά δισεκατομμύρια τόνοι άνθρακα ανταλλάσσονται με φυσικό τρόπο κάθε χρόνο μεταξύ της ατμόσφαιρας, των ωκεανών και της επίγειας χλωρίδας. Τα επίπεδα διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα παρουσίαζαν αποκλίσεις μικρότερες από 10% κατά τη διάρκεια των 10.000 χρόνων που προηγήθηκαν της βιομηχανικής επανάστασης. Ωστόσο, από το 1800 η συγκέντρωσή του έχει αυξηθεί κατά περίπου 30%, καθώς τεράστιες ποσότητες ορυκτών καυσίμων καίγονται για να παραχθεί ενέργεια, κυρίως στις ανεπτυγμένες χώρες. Σήμερα εκπέμπουμε στην ατμόσφαιρα τουλάχιστον 25 δισεκατομμύρια τόνους CO₂ το χρόνο. Πρόσφατα, Ευρωπαίοι ερευνητές ανακάλυψαν ότι οι τρέχουσες συγκεντρώσεις CO₂ στην ατμόσφαιρα είναι τώρα υψηλότερες από ποτέ κατά τα τελευταία 650.000 χρόνια. Πραγματοποιήθηκε πυρηνοληψία πάγου σε βάθος άνω των 3 χιλιομέτρων στους πάγους της Ανταρκτικής οι οποίοι διαμορφώθηκαν εκατοντάδες χιλιάδες χρόνια πριν. Ο πάγος περιέχει φυσαλίδες αέρα, οι οποίες μας δίνουν πληροφορίες για την ατμοσφαιρική σύσταση σε διάφορες εποχές της ιστορίας του πλανήτη.

Το CO₂ μπορεί να παραμείνει στην ατμόσφαιρα για 50-200 χρόνια, ανάλογα με τον τρόπο ανακύκλωσης και επιστροφής του στο έδαφος και τους ωκεανούς.



Εικόνα 1.1: Συγκέντρωση του CO₂ στην ατμόσφαιρα έως το 2000

(πηγή: Ινστιτούτο Ωκεανογραφίας, Πανεπιστήμιο της Καλιφόρνια, 1999)

Μεθάνιο: Το δεύτερο σημαντικότερο αέριο που ευθύνεται για το ενισχυμένο φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι το μεθάνιο (CH_4). Από τις απαρχές της βιομηχανικής επανάστασης, οι ατμοσφαιρικές συγκεντρώσεις μεθανίου έχουν διπλασιαστεί και συμβάλλουν κατά περίπου 20% στην ενίσχυση του φαινομένου των αερίων θερμοκηπίου. Στις βιομηχανικές χώρες, το μεθάνιο αποτελεί συνήθως το 15% των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου.

Το μεθάνιο συντίθεται, κατά κύριο λόγο, από βακτήρια που ενισχύονται με οργανικές ύλες ελλείψει οξυγόνου. Συνεπώς, εκπέμπεται από διάφορες φυσικές και πηγές που επηρεάζονται από την ανθρώπινη δραστηριότητα, με κυριότερες τις ανθρωπογενείς εκπομπές. Οι φυσικές πηγές περιλαμβάνουν υγρότοπους, τερμίτες και ωκεανούς. Οι πηγές που επηρεάζονται από την ανθρώπινη δραστηριότητα περιλαμβάνουν την εξόρυξη και την καύση ορυκτών καυσίμων, την κτηνοτροφία (τα βοοειδή καταναλώνουν φυτά, τα οποία ζυμώνονται στο πεπτικό τους σύστημα και τα οποία εκπέμπουν μεθάνιο μέσω της εκπνοής και των περιττωμάτων τους), τις ορυζοκαλλιέργειες (οι ορυζώνες παράγουν μεθάνιο καθώς οι οργανικές ύλες του εδάφους αποσυντίθενται χωρίς αρκετό οξυγόνο) και τους χώρους ταφής (κι εδώ τα οργανικά απόβλητα αποσυντίθενται χωρίς αρκετό οξυγόνο).

Το μεθάνιο στην ατμόσφαιρα δεσμεύει θερμότητα 23 φορές πιο αποτελεσματικά από το CO_2 . Ωστόσο, η διάρκεια ζωής του είναι μικρότερη και κυμαίνεται από 10 έως 15 χρόνια.

Υποξείδιο του αζώτου: Το υποξείδιο του αζώτου (N_2O) απελευθερώνεται με φυσικό τρόπο από τους ωκεανούς και τα παρθένα δάση, καθώς και από τα βακτήρια του εδάφους. Οι πηγές που επηρεάζονται από την ανθρώπινη δραστηριότητα περιλαμβάνουν τα αζωτούχα λιπάσματα, την καύση ορυκτών καυσίμων και τη βιομηχανική χημική παραγωγή με χρήση αζώτου, όπως είναι η επεξεργασία λυμάτων. Στις βιομηχανικές χώρες, το N_2O αποτελεί το 6% των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.

Όπως το διοξείδιο του άνθρακα και το μεθάνιο, έτσι και το υποξείδιο του αζώτου είναι ένα αέριο θερμοκηπίου, του οποίου τα μόρια απορροφούν θερμότητα που προσπαθεί να διαφύγει στο διάστημα. Το N_2O είναι 310 φορές πιο αποτελεσματικό από το CO_2 στην απορρόφηση της θερμότητας. Από τις απαρχές της βιομηχανικής επανάστασης, οι συγκεντρώσεις υποξειδίου του αζώτου στην ατμόσφαιρα έχουν αυξηθεί κατά περίπου 16% και συμβάλλουν κατά 4 έως 6% στην ενίσχυση του φαινομένου του θερμοκηπίου.

Φθοριούχα αέρια θερμοκηπίου: Είναι τα μόνα αέρια θερμοκηπίου που δεν έχουν συντεθεί με φυσικό τρόπο, αλλά έχουν δημιουργηθεί από τον άνθρωπο για βιομηχανικούς σκοπούς. Το μερίδιό τους στις εκπομπές αερίων θερμοκηπίου από τις βιομηχανικές χώρες είναι περίπου 1,5%. Όντας όμως εξαιρετικά ισχυρά,

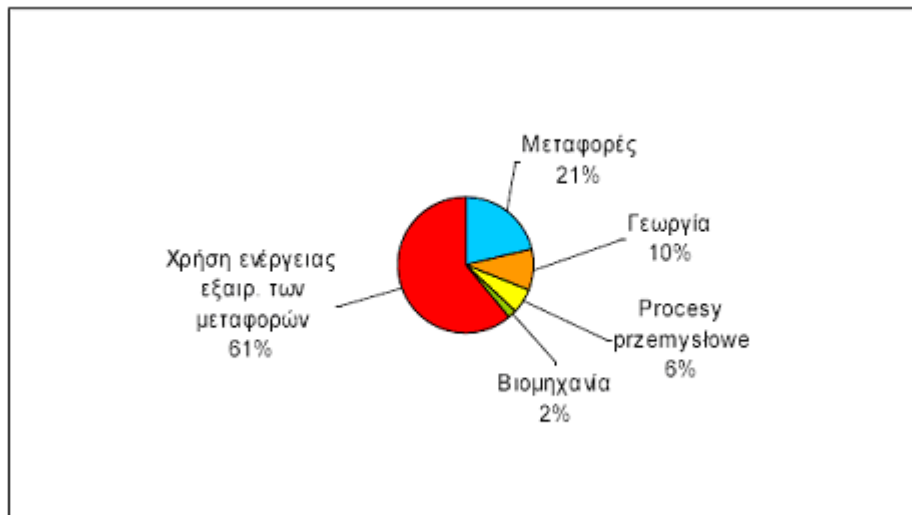
«ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΤΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ ΣΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ-ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΣΤΟ ΔΗΜΟ ΒΥΡΩΝΑ»

μπορούν να δεσμεύσουν θερμότητα 22.000 φορές πιο αποτελεσματικά από ότι το CO₂, και παραμένουν στην ατμόσφαιρα για χιλιάδες χρόνια.

Τα φθοριούχα αέρα θερμοκηπίου περιλαμβάνουν τους υδροφθοράνθρακες (HFCs) που χρησιμοποιούνται για την ψύξη και την κατάψυξη, συμπεριλαμβανομένων των συστημάτων κλιματισμού, το εξαφθοριούχο θείο (SF₆) που χρησιμοποιείται για παράδειγμα στην ηλεκτρονική βιομηχανία και τους υπερφθοράνθρακες (PFCs) που εκπέμπονται κατά την παραγωγή αλουμινίου και χρησιμοποιούνται στην ηλεκτρονική βιομηχανία.

Αδιαμφισβήτητα, τα γνωστότερα από αυτά τα αέρια είναι οι χλωροφθοράνθρακες (CFCs) που δεν είναι μόνον φθοριούχα αέρια θερμοκηπίου, αλλά καταστρέφουν και το στρώμα του όζοντος. Αποσύρονται σταδιακά από την κυκλοφορία σύμφωνα με το Πρωτόκολλο του Μόντρεαλ του 1987 για τις ουσίες που καταστρέφουν το στρώμα του όζοντος.

(ec.europa.eu/environment/climat/campaign/pdf/gases_el.pdf)



Εικόνα 1.2: Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου στην Ε.Ε. το 2003 κατά τομείς δραστηριοτήτων (Πηγή: europa.eu)

1.3 Μέτρηση των αερίων του θερμοκηπίου

Οι συγκεντρώσεις αερίων στην ατμόσφαιρα μπορούν να εκφραστούν σε μέρη ανά εκατομμύριο (ppm) ή δισεκατομμύριο (ppb). Το ppm αντιστοιχεί σε 1 κυβικό εκατοστό (cm³) αερίου ανά κυβικό μέτρο αέρα. Επίσης, 1 ppm σημαίνει ότι υπάρχει 1 μόριο του εν λόγω αερίου ανά 1.000.000 μόρια όλων των αερίων που περιέχονται στον αέρα.

Ωστόσο, ορισμένα αέρια θερμοκηπίου απορροφούν ραδιενέργεια πιο αποτελεσματικά από άλλα, καθώς απορροφούν ραδιενέργεια σε διαφορετικά μήκη κύματος και άλλα αλληλοκαλύπτονται μεταξύ τους. Για να εξηγηθούν οι διαφορές απορρόφησης, έχει υιοθετηθεί η έννοια του δυναμικού πλανητικής υπερθέρμανσης, όπου όλα τα αέρια συγκρίνονται με το CO₂, του οποίου το δυναμικό υπερθέρμανσης ισούται με 1. Για παράδειγμα, για μία περίοδο 100 ετών, το δυναμικό υπερθέρμανσης του μεθανίου (CH₄) είναι 23 φορές μεγαλύτερο του δυναμικού του CO₂. Το υποξείδιο του αζώτου (N₂O) είναι 296 φορές πιο αποτελεσματικό στην απορρόφηση από το CO₂, και το δυναμικό υπερθέρμανσης του εξαφθοριούχου θείου(SF₆) είναι τουλάχιστον 22.000 φορές μεγαλύτερο από αυτό του CO₂.

Είναι σημαντικό το δυναμικό υπερθέρμανσης να ορίζεται για συγκεκριμένη χρονική περίοδο, εφόσον η ατμοσφαιρική διάρκεια ζωής των αερίων θερμοκηπίου παρουσιάζει σημαντικές αποκλίσεις. Το διοξείδιο του άνθρακα μπορεί να παραμείνει στην ατμόσφαιρα για 50-200 έτη, ανάλογα με τον τρόπο ανακύκλωσής του στην ξηρά ή τους ωκεανούς, το μεθάνιο έχει διάρκεια ζωής στην ατμόσφαιρα 10 έως 15 έτη, ενώ ορισμένα από τα φθοριούχα αέρια του θερμοκηπίου έχουν διάρκεια ζωής αρκετών χιλιάδων ετών.

Από τη βιομηχανική επανάσταση και έπειτα, η συγκέντρωση αερίων θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα έχει αυξηθεί κατά τουλάχιστον 50%, από 280 σε 360 ppm μόνο για το CO₂. Σ' αυτό προστίθεται η αύξηση άλλων αερίων θερμοκηπίου, η οποία εκφράζεται σε ισοδύναμα του CO₂ και φθάνει σήμερα τα 425 μέρη ισοδύναμων του CO₂ ανά εκατομμύριο.

**«ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΤΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ ΣΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ-ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΣΤΟ ΔΗΜΟ ΒΥΡΩΝΑ»**

| Common Name | Formula | Chemical Name | GWP |
|----------------------------------|---|---------------------------------------|--------|
| Carbon dioxide | CO ₂ | | 1 |
| Methane | CH ₄ | | 21 |
| Nitrous oxide | N ₂ O | | 310 |
| Sulfur hexafluoride | SF ₆ | | 23,900 |
| Hydrofluorocarbons (HFCs) | | | |
| HFC-23 | CHF ₃ | trifluoromethane | 11,700 |
| HFC-32 | CH ₂ F ₂ | difluoromethane | 650 |
| HFC-41 | CH ₃ F | fluoromethane | 150 |
| HFC-43-10mee | C ₅ H ₂ F ₁₀ | 1,1,1,2,3,4,4,5,5,5-decafluoropentane | 1,300 |
| HFC-125 | C ₂ HF ₅ | pentafluoroethane | 2,800 |
| HFC-134 | C ₂ H ₂ F ₄ | 1,1,2,2-tetrafluoroethane | 1,000 |
| HFC-134a | C ₂ H ₂ F ₄ | 1,1,1,2-tetrafluoroethane | 1,300 |
| HFC-143 | C ₂ H ₃ F ₃ | 1,1,2-trifluoroethane | 300 |
| HFC-143a | C ₂ H ₃ F ₃ | 1,1,1-trifluoroethane | 3,800 |
| HFC-152 | C ₂ H ₄ F ₂ | 1,2-difluoroethane | 43* |
| HFC-152a | C ₂ H ₄ F ₂ | 1,1-difluoroethane | 140 |
| HFC-161 | C ₂ H ₅ F | fluoroethane | 12* |
| HFC-227ea | C ₃ HF ₇ | 1,1,1,2,3,3,3-heptafluoropropane | 2,900 |
| HFC-236cb | C ₃ H ₂ F ₆ | 1,1,1,2,2,3-hexafluoropropane | 1,300* |
| HFC-236ea | C ₃ H ₂ F ₆ | 1,1,1,2,3,3-hexafluoropropane | 1,200* |
| HFC-236fa | C ₃ H ₂ F ₆ | 1,1,1,3,3,3-hexafluoropropane | 6,300 |
| HFC-245ca | C ₃ H ₃ F ₅ | 1,1,2,2,3-pentafluoropropane | 560 |
| HFC-245fa | C ₃ H ₃ F ₅ | 1,1,1,3,3-pentafluoropropane | 950* |
| HFC-365mfc | C ₄ H ₅ F ₅ | 1,1,1,3,3-pentafluorobutane | 890* |
| Perfluorocarbons (PFCs) | | | |
| Perfluoromethane | CF ₄ | tetrafluoromethane | 6,500 |
| Perfluoroethane | C ₂ F ₆ | hexafluoroethane | 9,200 |
| Perfluoropropane | C ₃ F ₈ | octafluoropropane | 7,000 |
| Perfluorobutane | C ₄ F ₁₀ | decafluorobutane | 7,000 |
| Perfluorocyclobutane | c-C ₄ F ₈ | octafluorocyclobutane | 8,700 |
| Perfluoropentane | C ₅ F ₁₂ | dodecafluoropentane | 7,500 |
| Perfluorohexane | C ₆ F ₁₄ | tetradecafluorohexane | 7,400 |

Εικόνα 1.3: Χημική ονομασία, χημικός τύπος και δυναμικό πλανητικής υπερθέρμανσης των αερίων του θερμοκηπίου όπως αυτά παρουσιάζονται στην τρίτη έκθεση της Διακυβερνητικής Επιτροπής για την Κλιματική Αλλαγή. Η περίοδος υπολογισμού είναι τα 100 χρόνια.

(Πηγή: http://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_and_data_reports.htm)

1.4 Λήψη μέτρων από την Ευρωπαϊκή Ένωση

Ήδη από τις αρχές της δεκαετίας του 90, η Ευρωπαϊκή Ένωση εργάζεται για να αντιμετωπίσει την αλλαγή του κλίματος. Έχει συμμετάσχει ενεργά στην έγκριση και την εφαρμογή της Σύμβασης Πλαισίου των Ηνωμένων Εθνών του 1992 για την αλλαγή του κλίματος και του Πρωτοκόλλου του Κιότο, το οποίο τέθηκε σε ισχύ στις 16 Φεβρουαρίου 2005.



Το 2000, δρομολογήθηκε το ευρωπαϊκό πρόγραμμα για την αλλαγή του κλίματος (ΕΠΑΚ), βάσει του οποίου αναπτύχθηκε μία δέσμη μέτρων, με την καλύτερη σχέση κόστους/αποτελεσματικότητας, στοχεύοντας στη μείωση των εκπομπών. Τα μέτρα αυτά θα βοηθήσουν την Ευρωπαϊκή Ένωση να επιτύχει τους στόχους της σύμβασης του Κιότο (μείωση κατά 8% των επιπέδων του 1990 για την ΕΕ-15, και μείωση κατά 6% ή 8% για τα περισσότερα από τα νέα κράτη μέλη). Πρωτεύουσα θέση μεταξύ των μέτρων του ΕΠΑΚ κατέχει το σύστημα εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπών που ξεκίνησε την 1η Ιανουαρίου 2005. Πρόκειται για το πρώτο και μεγαλύτερο διεθνώς σύστημα εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπών και καλύπτει περίπου 11.500 εγκαταστάσεις στην Ευρωπαϊκή Ένωση, οι οποίες ευθύνονται για το ήμισυ περίπου των εκπομπών CO₂ στην Ένωση.

Ωστόσο, είναι σαφές ότι το πρωτόκολλο του Κιότο είναι μόνο το πρώτο, αν και πολύ σημαντικό, βήμα. Κατά τη διάσκεψη των Ηνωμένων Εθνών με θέμα την αλλαγή του κλίματος στο Μόντρεαλ το 2005, επιτεύχθηκε συμφωνία μεταξύ 188 κρατών για έναρξη συνομιλιών σχετικά με τις ενέργειες που πρέπει να αναληφθούν μελλοντικά όσον αφορά την αλλαγή του κλίματος του πλανήτη (μετά το 2012). Στις συνομιλίες αυτές συμμετέχουν και χώρες που δεν έχουν υπογράψει το πρωτόκολλο του Κιότο, όπως οι ΗΠΑ και η Αυστραλία.

1.5 Ορισμός στερεών αποβλήτων

Στερεά Απόβλητα είναι τα στερεά ή ημιστερεά υλικά τα οποία κάτω από κάποιες συγκεκριμένες συνθήκες δεν έχουν αρκετή αξία ή χρησιμότητα για τον κάτοχό τους, έτσι ώστε να συνεχίσει να υφίσταται τη δαπάνη ή το βάρος της διατήρησής τους. Δηλαδή, το κόστος απόρριψης ή αποβολής είναι μικρότερο από το κόστος διατήρησής τους. Στην κατηγορία αυτή εντάσσονται τα στερεά υλικά που ανακύπτουν ως παραπροϊόντα από τις δραστηριότητες των νοικοκυριών, των βιομηχανικών εγκαταστάσεων, των εμπορικών εγκαταστάσεων κ.λ.π. Τέλος, είναι υλικά από τα οποία ο κάτοχός τους θέλει ή υποχρεούται να απαλλαγεί. (Παναγιωτακόπουλος, Θεσσαλονίκη 2002)

1.6 Ορισμός διαχείρισης στερεών αποβλήτων

Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων είναι το σύνολο των δραστηριοτήτων της προσωρινής αποθήκευσης, συλλογής, μεταφοράς, μεταφόρτωσης, επεξεργασίας, αξιοποίησης, επαναχρησιμοποίησης, ή τελικής διάθεσης σε φυσικούς αποδέκτες συμπεριλαμβάνοντας την εποπτεία των εργασιών αυτών καθώς και τη μετέπειτα φροντίδα των χώρων διάθεσης. (Παναγιωτακόπουλος, Θεσσαλονίκη 2002)

1.7 Ευρωπαϊκή πολιτική και θεσμικό πλαίσιο

1.7.1 Ευρωπαϊκή πολιτική για τη διαχείριση στερεών αποβλήτων

Η ΕΕ διαθέτει πλαίσιο συντονισμένης διαχείρισης των αποβλήτων στην Κοινότητα με στόχο την μείωση της παραγωγής τους. Η Οδηγία 2006/12/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 5ης Απριλίου 2006, για τα στερεά απόβλητα, διατυπώθηκε για αυτό το σκοπό. Εν συντομία, κωδικοποιεί και αντικαθιστά την οδηγία 75/442/ΕΟΚ και τις μετέπειτα τροποποιήσεις της. Με αυτή την κωδικοποίηση επιχειρείται η διευκρίνιση και ο ορθολογισμός της κείμενης νομοθεσίας για θέματα αποβλήτων, χωρίς να μεταβάλλεται το περιεχόμενο των κανόνων που είδη ισχύουν. Η οδηγία άρχισε να ισχύει από τις 17/5/2006. (Europa.eu.int/environment/waste/strategy.htm)

Με την παραπάνω οδηγία τα κράτη – μέλη απαγορεύουν την εγκατάλειψη, την απόρριψη και την ανεξέλεγκτη διάθεση των αποβλήτων και οφείλουν να δώσουν προτεραιότητα στην πρόληψη, την ανακύκλωση και τη μετατροπή των αποβλήτων έτσι ώστε να επιτύχουν την επαναχρησιμοποίησή τους. Η Επιτροπή προτρέπει να μειωθούν οι ποσότητες ορισμένων αποβλήτων, να γίνει επεξεργασία των αποβλήτων στοχεύοντας στην ανακύκλωση ή την επαναχρησιμοποίησή τους, να αξιοποιηθεί η ενέργεια από καθορισμένα απόβλητα και να ελαχιστοποιηθεί η χρήση των φυσικών πόρων που έχουν τη δυνατότητα να αντικατασταθούν από ανακτηθέντα υλικά. (Europa.eu/scadplus/leg/el/lvb/l21197.htm)

Επιπλέον, στις 14 Δεκεμβρίου του 1994 έγινε δεκτό από το Συμβούλιο Υπουργών το τελικό κείμενο της οδηγίας για τη συσκευασία και τα απόβλητα συσκευασίας. Η Οδηγία πήρε τον αριθμό ΕΕ 94/62/20.12.94 και αποτελεί ένα σημαντικό νομοθετικό κείμενο της ΕΕ για τα στερεά απόβλητα. (Καρακασίδης, Αθήνα 1999)

Επιπροσθέτως, η ΕΕ έχει θεσπίσει μια Στρατηγική για την πρόληψη και την ανακύκλωση των αποβλήτων. Σκοπό έχει να χαράξει κατευθύνσεις περιγράφοντας μέτρα τα οποία θα μειώσουν τις πιέσεις που αντιμετωπίζει το περιβάλλον από την παραγωγή και τη μη σωστή διαχείριση των αποβλήτων. Τα βασικά σημεία αυτής της στρατηγικής αποσκοπούν στην τροποποίηση της νομοθεσίας και στοχεύουν στη βελτίωση της εφαρμογής της. Ακόμη, σκοπό έχει να ενισχύσει την πρόληψη της παραγωγής αποβλήτων και να οδηγήσει σε έναν αποτελεσματικό σχεδιασμό της ανακύκλωσής τους. (europa.eu/scadplus/leg/el/lvb/l28168.htm)

Τέλος, σε ένα ευρύτερο πλαίσιο η ΕΕ έχει υιοθετήσει το 6ο Πρόγραμμα Δράσης για το Περιβάλλον. Αυτό το πρόγραμμα προσδιορίζει τις προτεραιότητες και τις επιδιώξεις της ευρωπαϊκής πολιτικής για το περιβάλλον, για τη χρονική περίοδο έως το 2010 και αργότερα. Ακόμη, σκιαγραφεί διεξοδικά τα μέτρα τα οποία ενδείκνυται να ληφθούν για να συνεισφέρουν στην πραγματοποίηση της στρατηγικής της σε θέματα αειφόρου ανάπτυξης . (europa.eu/scadplus/leg/el/lvb/l28027.htm)

1.7.2 Εθνικό θεσμικό πλαίσιο για τη διαχείριση στερεών αποβλήτων

Η πρώτη διάταξη για τη διαχείριση των αποβλήτων στην Ελλάδα, ήταν η ΥΑ ΕΙΒ/301/64 «περί συλλογής, αποκομιδής και διάθεσης απορριμμάτων», η οποία και καθόριζε τις τεχνικές προδιαγραφές για τη διαχείριση των απορριμμάτων και πιο συγκεκριμένα για τη συλλογή αλλά και τη διάθεση αυτών, Σύμφωνα με το άρθρο 7 «Επιτρέπονται κατόπιν αποφάσεως του Νομάρχου εκδιδόμενη μετά σύμφωνον γνώμην του Υγειονομικού Κέντρου τη αιτήσει του Δήμου ή της Κοινότητας, αι κάτωθι παρεκκλίσεις των δια της παρούσης καθοριζομένων όρων», δινόταν ουσιαστικά ή δυνατότητα για παρέκκλιση από τα άρθρα της ρύθμισης με απλή απόφαση νομάρχη.

Λίγα χρόνια αργότερα ψηφίζονται οι Νομοθετικές ρυθμίσεις Ν.Δ. 703/1970, Ν. 25/1975, Ν. 429/1976, Ν. 1080/1980 οι οποίες καθορίζουν τον υπολογισμό των δημοτικών τελών καθαριότητας (αποκομιδή απορριμμάτων) με βάση τα τ.μ. του νοικοκυριού. Με βάση τις προαναφερθείσες ρυθμίσεις καθορίζονται σε ετήσια βάση τα δημοτικά τέλη που καλούνται να πληρώσουν οι πολίτες. Η σύνδεση των τελών διαχείρισης απορριμμάτων με το μέγεθος του οικοπέδου και όχι με την παραγωγή αυτών, έχει ως αποτέλεσμα ο πολίτης είτε να μη γνωρίζει είτε δεν να μην έχει κίνητρο να μειώσει τα παραγόμενα απορρίμματα. Για το λόγο αυτό είναι

απαραίτητη η εφαρμογή ενός συστήματος κοστολόγησης με βάση τη συμπεριφορά του πολίτη ή της επιχείρησης και όχι την αντικειμενική αξία του ακινήτου και το συνολικό εμβαδόν του.

Το 1985 ψηφίζεται ο Νόμος 1650 «για την προστασία του Περιβάλλοντος», ο οποίος και θέτει το γενικό πλαίσιο αλλά και τους στόχους και τα μέσα για την προστασία του Περιβάλλοντος. Σύμφωνα με το άρθρο 12 ορίζονταν αρμόδιοι φορείς για τη διαχείριση των στερεών αποβλήτων, οι ΟΤΑ η οποίοι όμως είχαν τη δυνατότητα να μην διαχειρίζονται απόβλητα που λόγω της σύστασής τους δεν μπορούν να διατεθούν μαζί με τα οικιακά απορρίμματα. Σε αυτή την περίπτωση αρμόδιος για τη διαχείριση με βάση το Νόμο, είναι τα φυσικά ή νομικά πρόσωπα από τις δραστηριότητες των οποίων παράγονται τα συγκεκριμένα απόβλητα.

Η πρώτη προσπάθεια προσαρμογής της Ελληνικής Νομοθεσίας για τη διαχείριση των απορριμμάτων με την αντίστοιχη Κοινοτική έγινε με την ΚΥΑ 49541/1424/86 «Στερεά απόβλητα σε συμμόρφωση με την Οδηγία 75/442/ΕΟΚ». Με την ΚΥΑ αυτή, διατυπώνονται οι βασικές αρχές που πρέπει να διέπουν τη διαχείριση των απορριμμάτων, ώστε να μην τίθεται σε κίνδυνο, άμεσα ή έμμεσα η Δημόσια Υγεία και να μην δημιουργούνται βλάβες στο περιβάλλον, ενώ περιγράφεται για πρώτη φορά η αναγκαιότητα σύνταξης Σχεδίων Διαχείρισης, καθώς και οι διαδικασίες που πρέπει να τηρούνται. Επιπροσθέτως: (α) δίνεται ο ορισμός των βασικών εννοιών και ορίζονται οι φορείς διαχείρισης των απορριμμάτων, (β) καθορίζονται οι φάσεις του σχεδιασμού διαχείρισης, (γ) ρυθμίζεται το θέμα των αδειών για τη διαχείριση των στερεών αποβλήτων, που χορηγούνται σε φυσικά ή νομικά πρόσωπα, πέρα των ΟΤΑ. Προβλέπεται επίσης, η άσκηση ελέγχου στις εγκαταστάσεις, βιομηχανίες και επιχειρήσεις που διαχειρίζονται στερεά απόβλητα, (δ) καθορίζονται οι υπόχρεοι καταβολής δαπάνης διαχείρισης και αναφέρονται οι κατά περίπτωση κυρώσεις για τη μη συμμόρφωση των υπόχρεων προς τις οδηγίες των αρμόδιων υπηρεσιών, που μπορεί να είναι ποινικές, διοικητικές ή και χρηματικά πρόστιμα.

Το 1994 συγκροτείται με το Ν. 2242/1994 (άρθρο 4) «Ειδικό Σώμα Ελεγκτών για την Προστασία του Περιβάλλοντος», που τελούσε υπό την «εποπτεία» του Υπουργού Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων, καθώς και του οικείου Νομάρχη και του Περιφερειάρχη. Ανάμεσα στις αρμοδιότητές του ήταν «η προστασία του περιβάλλοντος από τις καταστροφές του δασικού πλούτου, τις καταπατήσεις των δημόσιων εκτάσεων, τις παράνομες κατατμήσεις γης, τις αυθαίρετες κατασκευές, τις παράνομες επεμβάσεις στα ρέματα, στον αιγιαλό και στη ζώνη παραλίας και σε κάθε άλλη παράνομη δραστηριότητα, που μπορεί να έχει δυσμενείς επιπτώσεις στο περιβάλλον». Επίσης, ασκούσε τον έλεγχο για την τήρηση των περιβαλλοντικών όρων σε περιπτώσεις κατασκευής έργων ή εκτέλεσης

δραστηριοτήτων που θέτουν σε κίνδυνο το περιβάλλον. Επρόκειτο, όπως αποδείχθηκε, για μια ελάχιστα ευέλικτη υπηρεσιακή μονάδα, που την έφερναν συχνά σε αντιπαράθεση με τις υπηρεσίες της Τοπικής Αυτοδιοίκησης. Με το άρθρο 9 του Ν. 2947/2001, καταργήθηκε το Ειδικό Σώμα Ελεγκτών για την Προστασία του Περιβάλλοντος και προβλέφθηκε η αντικατάστασή του από μια νέα οργανωτική μονάδα. Η «Ειδική Υπηρεσία Επιθεωρητών Περιβάλλοντος» (Ε.Υ.Ε.Π.) υπάγεται απευθείας στον Υπουργό ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε. και διαθέτει αρμοδιότητες με περιεχόμενο κυρίως ελεγκτικό και γνωμοδοτικό.

Το 1996 εκδίδεται η ΚΥΑ 69728/824 (καταργήθηκε) στην οποία εκτός από τις γενικές κατευθύνσεις και την κατάρτιση πλαισίου τεχνικών προδιαγραφών, δίδεται ιδιαίτερη σημασία στη σύνταξη Σχεδίων Διαχείρισης των αποβλήτων και ορίζονται οι αρμόδιοι φορείς τόσο για τον σχεδιασμό, όσο και για την εφαρμογή τους. Σε επίπεδο Νομού, η αρμοδιότητα ανήκει στη Νομαρχιακή Αυτοδιοίκηση και σε Περίπτωση αδυναμίας της, στην οικεία Περιφέρεια. Δίνεται ιδιαίτερη σημασία στην εξυγίανση των χώρων διάθεσης, μετά το τέλος της λειτουργίας τους και στην αποκατάσταση ανεξέλεγκτων χώρων διάθεσης. Τέλος, προσαρτώνται σ' αυτήν ως παραρτήματα οι Ευρωπαϊκοί κατάλογοι αποβλήτων (ΕΚΑ), όπως καταγράφονται στην Απόφαση 94/3/ΕΚ. Το ίδιο έτος εκδίδεται η εγκύκλιος 9/96/30-01-1996 του ΥΠΕΧΩΔΕ, με την οποία καθορίζεται πιο αναλυτικά το περιεχόμενο του φακέλου προέγκρισης χωροθέτησης των εγκαταστάσεων διάθεσης απορριμμάτων.

Ένα χρόνο αργότερα με την έκδοση της ΚΥΑ 113944/97 (καταργήθηκε) για τον Εθνικό Σχεδιασμό Διαχείρισης των Στερεών Αποβλήτων και της ΚΥΑ 114218/97 για την Κατάρτιση πλαισίου προδιαγραφών και γενικών προγραμμάτων ολοκληρώνεται και εξειδικεύεται το νομοθετικό πλαίσιο για την διαχείριση των στερεών αποβλήτων.

Λίγα χρόνια αργότερα ο Νόμος 2939/2001 διαμορφώνει το θεσμικό πλαίσιο για την εναλλακτική διαχείριση συσκευασιών και άλλων προϊόντων. Με τον νόμο αυτόν, ενσωματώνεται η Οδηγία 94/62/ΕΟΚ στο Εθνικό Δίκαιο, και καθορίζεται το πλαίσιο για την υλοποίηση προγραμμάτων ανακύκλωσης/ επαναχρησιμοποίησης/ αξιοποίησης συσκευασιών και άλλων προϊόντων (μπαταρίες, ηλεκτρονικά, ελαστικά κ.α.), με τη θέσπιση συγκεκριμένων ποσοτικών στόχους και χρονικών ορίων για την προσέγγισή τους. Ειδικά, τα σχετικά προεδρικά διατάγματα καθορίζουν τους επιμέρους όρους για το κάθε ρεύμα αποβλήτου. Ως σήμερα έχουν εκδοθεί τα Π.Δ. 82/2004, 109/2004, 115/2004, 116/2004, 117/2004 και 15/2006 για τα ορυκτέλαια, τα ελαστικά, τις ηλεκτρικές στήλες και τους συσσωρευτές, τα οχήματα στο τέλος κύκλου ζωής τους και τα απόβλητα ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού αντίστοιχα. Μέχρι την έναρξη λειτουργίας του Ε.Ο.Ε.Δ.Σ.Α.Π. οι αρμοδιότητες που ανατίθενται σε αυτόν με το Νόμο 2939, ασκούνται από τη Γενική Διεύθυνση

Περιβάλλοντος του Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε. Για το σκοπό αυτό έχει συσταθεί το Γραφείο εναλλακτικής διαχείρισης Συσκευασιών/ άλλων προϊόντων, το οποίο υπάγεται στη Διεύθυνση Περιβαλλοντικού Σχεδιασμού και στο οποίο έχει ανατεθεί η εποπτεία και ο έλεγχος εφαρμογής του Νόμου.

Το 2003 δημοσιεύεται η ΚΥΑ 37591/2031/2003 για τη διαχείριση των αποβλήτων από υγειονομικές μονάδες. Με βάση την παραπάνω ΚΥΑ, υποχρεούνται οι Υγειονομικές Μονάδες να εκπονήσουν Εσωτερικό Κανονισμό Διαχείρισης Επικινδύνων Ιατρικών Αποβλήτων ενώ απαιτείται και η παράλληλη ενεργοποίηση και συμμετοχή των Επιτροπών Υγιεινής και Ασφάλειας των ΥΜ, οι οποίες θα πρέπει να παίξουν καθοριστικό ρόλο τόσο στην ενημέρωση των εργαζομένων όσο και στην εποπτεία της ορθής λειτουργίας του συστήματος διαχείρισης των ΕΙΑ. Την ίδια χρονιά δημοσιεύεται η ΚΥΑ 50910/2727/2003 «Μέτρα και Όροι για τη Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων. Εθνικός και Περιφερειακός Σχεδιασμός Διαχείρισης» για την πλήρη συμμόρφωση με τις διατάξεις της Οδηγίας 91/156/ΕΟΚ. Στην προαναφερθείσα ΚΥΑ καθορίζονται οι στόχοι και οι αρχές της διαχείρισης των στερεών αποβλήτων, καθώς και οι προδιαγραφές του εθνικού (ΕΣΔΑ) αλλά και των περιφερειακών σχεδίων (ΠΕΣΔΑ) για την ολοκληρωμένη διαχείριση των αποβλήτων. Επιπλέον καθορίζονται οι υπόχρεοι φορείς για τη διαχείριση των στερεών αποβλήτων (ΦοΣΔΑ) καθώς και μέτρα για την αποκατάσταση και αξιοποίηση των χώρων διάθεσης. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι με την προαναφερθείσα ΚΥΑ.

Οι πιο πρόσφατες νομοθετικές ρυθμίσεις αφορούν στη δημοσίευση της ΚΥΑ 13588/725/2006 «Μέτρα όροι και περιορισμοί για την διαχείριση επικίνδυνων αποβλήτων», την έγκριση του Εθνικού Σχεδιασμού Διαχείρισης Επικίνδυνων Αποβλήτων (Υ.Α. 8668/2007) και τη δημοσίευση του Ν. 3536/2007 ο οποίος καθορίζει τη νομική μορφή των Φορέων Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων (ΦοΔΣΑ) και προβλέπει τη δημοσίευση κοινής υπουργικής απόφασης, η οποία θα εξειδικεύει οργανωτικά τους ζητήματα και ζητήματα τιμολογιακής πολιτικής. Θα πρέπει να σημειωθεί τέλος και ο Ν.3688/08, στο άρθρο 15 του οποίου συμπληρώνονται ορισμένες διατάξεις του Ν.33536/07 για τους ΦΟΔΣΑ. (www.eedsa.gr/νομοθεσία/ελληνικό_νομοθετικό_πλαίσιο_ΔΣΑ)

1.8 Κλιματική αλλαγή και διαχείριση στερεών αποβλήτων

Η αλλαγή του κλίματος είναι ένα σημαντικό πρόβλημα των σύγχρονων κοινωνιών σε παγκόσμια κλίμακα. Από την προ-βιομηχανική εποχή ως σήμερα οι συγκεντρώσεις του διοξειδίου του άνθρακα (CO_2) στη ατμόσφαιρα έχουν αυξηθεί κατά 35 % και οι συγκεντρώσεις του μεθανίου (CH_4) έχουν υπερδιπλασιαστεί. Οι επιστήμονες πιστεύουν ότι η παρατηρούμενη αύξηση στη μέση θερμοκρασία της γης από τα μέσα του εικοστού αιώνα έως τώρα οφείλεται στη αύξηση των συγκεντρώσεων, στην ατμόσφαιρα, των αερίων του θερμοκηπίου που παράχθηκαν από διάφορες ανθρώπινες δραστηριότητες και κυρίως από την καύση των ορυκτών καυσίμων όπως ο άνθρακας, το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο.

Η κλιματική αλλαγή έχει ήδη αρνητικές επιπτώσεις σε πολλά φυσικά και ανθρώπινα συστήματα. Οι επιπτώσεις αυτές θα γίνονται όλο και πιο δυσμενείς για τα συστήματα αυτά καθώς η μέση θερμοκρασία της γης αυξάνει. Αν και υπάρχει μεγάλη καθυστέρηση στην ανάληψη κάποιας δράσης οι επιστήμονες πιστεύουν ότι υπάρχει ακόμα χρόνος για να αποφευχθούν οι πιο ζημιογόνες από αυτές τις αρνητικές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής εάν υπάρξει συντονισμένη δράση σε παγκόσμιο επίπεδο άμεσα.

Καμία μεμονωμένη πολιτική πρωτοβουλία ή μεμονωμένη τεχνολογική μέθοδος δεν μπορεί να πετύχει την απαιτούμενη, για την σταθεροποίηση του κλίματος, μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου. Αντίθετα απαιτείται ένα συντονισμένο σχέδιο λύσεων για την μείωση των εκπομπών. Ο τομέας της διαχείρισης των στερεών αποβλήτων πρέπει να είναι μέρος αυτού του σχεδίου καθώς μπορεί να πετύχει σημαντικές μειώσεις στις συνολικές εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου.

Οι παγκόσμιες άμεσες εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου που οφείλονται σε δραστηριότητες της διαχείρισης στερεών αποβλήτων έφθασαν προσεγγιστικά τους 1,3 δισεκατομμύρια ισοδύναμους τόνους CO_2 ή περίπου το 3 έως 5 % των συνολικών ανθρωπογενών εκπομπών για το 2005. Παρόλα αυτά υπάρχουν πλέον αξιόπιστες ενδείξεις ότι υπολογίζοντας και τις συσχετιζόμενες εκπομπές που έχουν αποφευχθεί, ο τομέας της διαχείρισης στερεών αποβλήτων μπορεί να ανατρέψει αυτήν την εικόνα.

Τόσο στις επαρχίες όσο και στις πόλεις ο τομέας της διαχείρισης των στερεών αποβλήτων έχει την ευκαιρία να μετατραπεί από ένα δίκτυο εκπομπών σε ένα

δίκτυο μείωσης των εκπομπών του φαινομένου του θερμοκηπίου. Με σωστή επιλογή και χρήση των διαθέσιμων συστημάτων και τεχνολογιών διαχείρισης στερεών αποβλήτων πολλές επαρχιακές και αστικές πόλεις μπορούν να πετύχουν σημαντική μείωση στις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου.

Στις τελευταίες δεκαετίες έχει γίνει σημαντική πρόοδος στις τεχνολογικές μεθόδους που εφαρμόζονται στη συλλογή, την διαχείριση, την ανακύκλωση και την επαναχρησιμοποίηση των στερεών αποβλήτων. Αυτή η πρόοδος είχε ως στόχο αφενός την βελτίωση των συνθηκών της δημόσιας υγείας στις τοπικές και αστικές κοινωνίες και αφετέρου να ελαχιστοποιήσει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις που συνδέονται με τη διαχείριση των αποβλήτων.

Αποτέλεσμα αυτής της προόδου είναι να χρησιμοποιούνται ήδη, πολλές ώριμες και αποτελεσματικές τεχνολογικές μέθοδοι που μπορούν να συνεισφέρουν θετικά στον μετριασμό των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου, η επιλογή των οποίων πρέπει να γίνει με κριτήριο τις εκάστοτε τοπικές συνθήκες.

Η επιλογή των κατάλληλων τεχνολογιών είναι συνήθως στα χέρια των τοπικών εξουσιών. Ωστόσο σημαντικό ρόλο στην διαδικασία επιλογής, παίζουν και οι εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου της κάθε μεθόδου. Οι αστικές και τοπικές κοινότητες περιλαμβάνουν την διαχείριση στερεών αποβλήτων στην προσπάθεια τους για μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου. Είναι σημαντικό λοιπόν οι πολιτικοί σε διεθνές αλλά και σε εθνικό επίπεδο να αναγνωρίσουν αυτές τις προσπάθειες αλλά και να προωθήσουν τις δυνατότητες που προσφέρει ο τομέας της διαχείρισης των στερεών αποβλήτων για περαιτέρω μείωση των εκπομπών.

Καθώς οι τεχνολογικές μέθοδοι της διαχείρισης των στερεών αποβλήτων έχουν εξελιχθεί και υπάρχει αυξημένη ενημέρωση για την έλλειψη των φυσικών πόρων, έχει αρχίσει να γίνεται στροφή από την απλή διαχείριση των αποβλήτων στην φιλοσοφία της ολοκληρωμένης διαχείρισης των φυσικών πόρων. Μέσα από την ανάκτηση της ενέργειας και την ανάκτηση των πρώτων υλών ο τομέας της διαχείρισης των στερεών αποβλήτων υπόσχεται πολλά στην μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου. (ISWA “waste and climate change” conference, white paper/climate change)

Ο τομέας της διαχείρισης των αποβλήτων θα πρέπει να δει την κλιματική αλλαγή όχι σαν ένα ρίσκο αλλά σαν μια ευκαιρία καθώς ο συνδυασμός νέων και υπάρχοντων τεχνολογιών, υποστηριζόμενος από την έως τώρα εμπειρία στον τομέα, μπορούν να δημιουργήσουν ένα νέο πλαίσιο για ακόμη αποτελεσματικότερη διαχείριση των αποβλήτων αλλά και μεγαλύτερη μείωση των συγκεντρώσεων των αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα. Έτσι η επανεκτίμηση του ρόλου που μπορεί να παίξει ο τομέας της διαχείρισης των

στερεών αποβλήτων στην γενικότερη μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου καθίσταται επιτακτική και αυτό γιατί:

1. Ο τομέας της διαχείρισης των αποβλήτων καταλαμβάνει περίοπτη θέση ανάμεσα στους υπόλοιπους τομείς για την μείωση των εκπομπών των αερίων. Καθώς οι χώρες και οι βιομηχανίες δυσκολεύονται να εξακριβώσουν το αποτύπωμα άνθρακα που τους αναλογεί, ο τομέας των αποβλήτων αντιπροσωπεύει μία ευκαιρία για την μείωση του άνθρακα που ακόμη δεν έχουμε εκμεταλλευτεί πλήρως.

Ανάμεσα στο 1990 και το 2003, οι παγκόσμιες εκπομπές από τον τομέα των στερεών αποβλήτων μειώθηκαν κατά 14 – 19% για 36 βιομηχανοποιημένες χώρες και Οικονομίες σε Μετάβαση. Αυτή η μείωση έγκειται κυρίως στο αυξημένο ποσοστό ανάκτησης του μεθανίου από τους ΧΥΤΑ.

Στην Ευρωπαϊκή Ένωση, μόνο οι δημοτικές δραστηριότητες διαχείρισης στερεών αποβλήτων θα μπορούσαν να πετύχουν το 18% της μείωσης που απαιτείται από το Πρωτόκολλο του Κιότο ως το 2012.

2. Ο τομέας των στερεών αποβλήτων προσφέρει ένα μεγάλο εύρος αναγνωρισμένων, πρακτικών και οικονομικά αποδοτικών τεχνολογιών οι οποίοι μπορούν να συνεισφέρουν στον μετριασμό των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου. Εάν επιλεγούν και χρησιμοποιηθούν κατάλληλα και ανάλογα με τις τοπικές συνθήκες που επικρατούν, μπορούν να πετύχουν σημαντικές μειώσεις σε παγκόσμια κλίμακα.

Αυτές οι τεχνολογίες περιλαμβάνουν την πρόληψη της δημιουργίας των αποβλήτων, την ανακύκλωση και επαναχρησιμοποίηση τους, την βιολογική επεξεργασία τους και τη μετέπειτα χρήση τους στην γεωργική καλλιέργεια, την ανάκτηση ενέργειας και της ανάκτησης του βιοαερίου από τους ΧΥΤΑ. Τα προγράμματα έρευνας και περαιτέρω ανάπτυξης είναι κρίσιμα να συνεχιστούν για να μας παρέχουν και στο μέλλον, λύσεις που ελαχιστοποιούν τις επιδράσεις στους φυσικούς πόρους, στο περιβάλλον και στο κλίμα μας.

3. Η πρόληψη της δημιουργίας των απορριμμάτων, η επαναχρησιμοποίηση και η ανακύκλωση τους διαδίδονται όλο και περισσότερο ανά τον κόσμο δίνοντας έτσι την ευκαιρία για ακόμη μεγαλύτερη μείωση των εκπομπών, διαφυλάσσοντας τους φυσικούς πόρους και τα ορυκτά καύσιμα.

Οι πιθανές μειώσεις από την πρόληψη ή ελαχιστοποίηση της δημιουργίας των αποβλήτων υπερβαίνει κατά πολύ, τις αντίστοιχες μειώσεις από την προηγμένες τεχνολογίες διαχείρισης τους.

Η ανακύκλωση είναι ένα αναπόσπαστο κομμάτι των συστημάτων διαχείρισης στερεών αποβλήτων και ένα θεμελιώδες εργαλείο τους. Η ανακύκλωση υλικών όπως το χαρτί, το χαρτόνι, τα μέταλλα και το γυαλί μπορούν να περιορίσουν την κατανάλωση των φυσικών πόρων και να πετύχουν μεγαλύτερη οικονομία ενέργειας.

Το 2007, 85 εκατομμύρια τόνοι υλικών ανακυκλώθηκαν από τα δημοτικά απόβλητα στην Αμερική (συμπεριλαμβανομένου των υλικών που επεξεργάστηκαν με την μέθοδο της κομποστοποίησης) πετυχαίνοντας ένα εθνικό ποσοστό της τάξης του 33,4 %.

4. Μέσα από την αερόβια και αναερόβια βιολογική επεξεργασία, τα οργανικά απόβλητα μπορούν να ανακτηθούν και να μετατραπούν σε λιπάσματα και βελτιωτικά εδάφους. Αυτές οι τεχνικές μειώνουν τις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου, με την εναπόθεση του βιογενή άνθρακα στο έδαφος, βελτιώνοντας τις φυσικές ιδιότητες του και προσθέτοντας πλούσια θρεπτικά συστατικά.

Η οργανική σύσταση των αποβλήτων ανέρχεται σε 30 – 70% των συνολικών δημοτικών αποβλήτων. Έτσι εάν συλλεχθούν ξεχωριστά μπορεί να προσφέρει μία αξιόλογη συνεισφορά στην μείωση των εκπομπών.

5. Τα απόβλητα μπορούν να προσφέρουν μία σημαντική ανανεώσιμη πηγή ενέργειας. Η αποτέφρωση και οι άλλες θερμικές μέθοδοι επεξεργασίας των απορριμμάτων για παραγωγή ενέργειας από τα απόβλητα, η συλλογή του βιοαερίου από τους ΧΥΤΑ και η χρήση του, και η χρησιμοποίηση του βιοαερίου από την αναερόβια επεξεργασία μπορούν να παίξουν σημαντικό ρόλο στην μείωση της κατανάλωσης της ενέργειας και των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου.

Παγκόσμια, πάνω από 130 εκατομμύρια τόνοι απορριμμάτων αποτεφρώνονται κάθε χρόνο σε περισσότερα από 600 εργοστάσια παραγωγής ενέργειας από απόβλητα, παράγοντας πάνω από $1000 \cdot 10^{15}$ J ηλεκτρικής ενέργειας τον χρόνο όσες και οι απαιτήσεις για 10 εκατομμύρια Ευρωπαίους καταναλωτές ($100 \cdot 10^{12}$ J τον χρόνο).

Το 2008, μόνο στις ΗΠΑ, η χρήση του βιοαερίου από τους ΧΥΤΑ αντιστάθμισε 84,3 εκατομμύρια ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα- ένα μέγεθος που είναι συγκρίσιμο με τις εκπομπές 15,5 εκατομμυρίων επιβατικών οχημάτων.

6. Η μεταβίβαση της τεχνολογίας στις αναπτυσσόμενες χώρες είναι ζωτικής σημασίας για την μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου. Ο Μηχανισμός Καθαρής Ανάπτυξης, που εισήχθη από το Πρωτόκολλο του Κιότο, δίνει την ευκαιρία στον τομέα των αποβλήτων να κάνει μεγάλα βήματα προόδου

προς αυτήν την κατεύθυνση. Ωστόσο οι διαρθρωτικές και διοικητικές βελτιώσεις στον Μηχανισμό Καθαρής Ανάπτυξης κρίνονται αναγκαίες.

Ο τομέας της διαχείρισης των στερεών αποβλήτων αντιπροσωπεύεται επαρκώς στα καταχωρημένα έργα Καθαρής Ανάπτυξης καθώς ως τον Οκτώβριο του 2009 το 18% των 1834 έργων είναι συνδεδεμένα με τον τομέα των αποβλήτων.

Τα έργα που έχουν καταχωρηθεί ως έργα του Μηχανισμού Καθαρής Ανάπτυξης και συνδέονται με την διαχείριση των στερεών αποβλήτων υπολογίζεται ότι θα πετύχουν την μείωση 209 εκατομμυρίων ισοδύναμων τόνων άνθρακα ως το 2012.

Ως τώρα τα περισσότερα έργα του Μηχανισμού Καθαρής Ανάπτυξης που συνδέονται με τον τομέα των αποβλήτων έχουν επικεντρωθεί στην συλλογή του βιοαερίου από τους ΧΥΤΑ. Όμως υπάρχουν δυνατότητες και για άλλα τέτοια έργα επικεντρωμένα στην ανακύκλωση, την κομποστοποίηση, την αποτέφρωση και την αναερόβια επεξεργασία.

7. Οι κανονισμοί και οι πολιτικές του τομέα των αποβλήτων μπορούν να γίνουν οδηγός για την μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου μέσα σε κάθε χώρα.

Μεγάλη πρόοδος σημειώθηκε στην μείωση των εκπομπών στην Ευρωπαϊκή Ένωση ανάμεσα στο 1990 και το 2007 μέσα από τους κανονισμούς που βασίζονταν στην Ιεραρχία της διαχείρισης των αποβλήτων. Αυτό το νομοθετικό πλαίσιο περιλάμβανε συγκεκριμένους στόχους και οδηγίες όσον αφορά τα απόβλητα που προέρχονται από τις συσκευασίες και τα οργανικά απόβλητα που κατέληγαν στους ΧΥΤΑ.



Εικόνα 1.4: Ιεραρχία της διαχείρισης των στερεών αποβλήτων στην Ευρώπη. (πηγή: www.wasteawarebusiness.wordpress.com)

Στις ΗΠΑ, οι εκπομπές του μεθανίου μειώθηκαν κατά 11% ανάμεσα στο 1990 και το 2007 λόγω της συλλογής του βιοαερίου η οποία προήλθε με οικονομικά κίνητρα, κανονισμούς και πολιτικές.

8. Η ακριβής μέτρηση και ποσοτικοποίηση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου είναι εξέχουσας σημασίας έτσι ώστε να τεθούν ρεαλιστικοί στόχοι. Οι υπάρχουσες μεθοδολογίες διαμορφώνουν ένα αξιόλογο εύρος εργαλείων για την ανάλυση των εκπομπών από τις δραστηριότητες της διαχείρισης στερεών αποβλήτων αν και χρειάζονται ορισμένες βελτιώσεις για να περιγράψουν επαρκώς τον πλήρη κύκλο ζωής των υλικών και της ενέργειας.

Οι μεθοδολογίες της Διακυβερνητικής Επιτροπής για την Κλιματική Αλλαγή υπολογίζει τις άμεσες εκπομπές αλλά δεν περιλαμβάνει τις έμμεσες και τα περιβαλλοντικά οφέλη που αποκομίζονται στα διάφορα στάδια. (ISWA “waste and climate change” conference, white paper/re-evaluating waste)

1.9 Η Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων στην Ευρώπη

Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει εισάγει καθ' όλη την ιστορία της περιεκτικές πολιτικές και κανονισμούς όσον αφορά τη διαχείριση των αποβλήτων. Τα αποτελέσματά τους είναι ενδιαφέροντα καθώς η εξέλιξη τους έχει καταγραφεί τις τελευταίες δεκαετίες για μια ολόκληρη ήπειρο που περιέχει χώρες με διαφορετικές κοινωνικό-οικονομικές δομές και διαφορετικές υποδομές.

Μέχρι το 1990, οι πολιτικές της Ευρωπαϊκής Ένωσης είχαν εστιαστεί στον περιορισμό του συνολικού όγκου των απορριμμάτων που καταλήγουν στους Χώρους Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων ενώ είχε δοθεί προτεραιότητα και στην ανακύκλωση των αποβλήτων αλλά μόνο με γενικούς όρους και δεσμεύσεις που ήταν μόνο διοικητικές. Για παράδειγμα τα μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης υποχρεούνταν να αναπτύξουν γενικά σχέδια για τη διαχείριση των αποβλήτων τους ενώ οι διαχειριστές των αποβλήτων σε επίπεδο επεξεργασίας και συλλογής υποχρεούνταν να αποκτήσουν άδεια διαχείρισης και να καταγράψουν τις ποσότητες των απορριμμάτων που διαχειριζόντουσαν.

Δεσμευτικοί όροι εισήχθησαν μόνο μετά το 1990 για την ανακύκλωση και την ανάκτηση πρώτων υλών καθώς και για την μείωση των βιοδιασπώμενων δημοτικών αποβλήτων που κατέληγαν στους Χώρους Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων.

| Μέθοδοι Διαχείρισης | Παράδειγμα πολιτικών και κανονισμών |
|---|---|
| Παραγωγή και Συλλογή Αποβλήτων | -Ευθύνη του «παραγωγού» -Κόστος Συλλογής -Ξεχωριστοί μηχανισμοί συλλογής για συγκεκριμένους τύπους αποβλήτων |
| Τομέας Ανακύκλωσης | -Ακριβή σχέδια και στόχοι για την ανακύκλωση συγκεκριμένων προϊόντων -Ευθύνη του παραγωγού των απορριμμάτων -Καταβολή φόρου για επεξεργασία στον ΧΥΤΑ -Εξαιρέσεις καταβολής φόρου για ανακυκλώσιμα υλικά |
| Καύση και Αναερόβια Επεξεργασία Αποβλήτων | -Σχεδιασμός για ανάκτηση ενέργειας -Επιδότησεις για την κατασκευή τους -Απαγόρευση των βιοδιασπώμενων αποβλήτων στους ΧΥΤΑ -Εξαίρεση καταβολής φόρου για ανάκτηση ενέργειας -Περιορισμός των Εκπομπών |

| | |
|---------------------------------------|---|
| Χώρος Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων | <ul style="list-style-type: none">-Σχέδια για την σταδιακή εξάλειψη των παλιών ΧΥΤΑ-Απαγόρευση των βιοδιασπώμενων ή μη επεξεργασμένων αποβλήτων στους ΧΥΤΑ-Υψηλό τεχνικό επίπεδο στην κατασκευή με κύριο γνώμονα την μείωση των αποβλήτων- Μείωση των εκπομπών από την συλλογή των αερίων και χρήση τους στον τομέα της ενέργειας-Φόρος για διάθεση στον ΧΥΤΑ |
|---------------------------------------|---|

Πίνακας 1.1: Παραδείγματα πολιτικών και κανονισμών για την μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου

Δύο οδηγίες ρυθμίζουν τα βιοδιασπώμενα απόβλητα: η Οδηγία του 1994 περί συσκευασιών και η οδηγία του 1999 για τους ΧΥΤΑ. Το 1994 η Ευρωπαϊκή Ένωση εισήγαγε τον στόχο του 25%, για την ανακύκλωση των αποβλήτων που προέρχονται από τις συσκευασίες μέχρι το 2001. Το 2004 αυτός ο στόχος αυξήθηκε στο επίπεδο του 60% μέχρι το 2008. Ο όγκος των αποβλήτων που προέρχονται από τις συσκευασίες και στέλνονται στους ΧΥΤΑ στη Ευρωπαϊκή Ένωση των 15 μελών μειώθηκε από 28 εκατομμύρια τόνους το 1997 σε 21 εκατομμύρια τόνους το 2006, ενώ ο όγκος αυτών που ανακτήθηκαν μέσα από την διαδικασία της ανακύκλωσης αυξήθηκε από 27 εκατομμύρια τόνους σε 43 . Δηλαδή, αν και ο συνολικός όγκος των παραγόμενων αποβλήτων από συσκευασίες αυξανόταν όλο και λιγότερα απόβλητα αυτού του είδους κατέληγε στους ΧΥΤΑ.

Η Οδηγία για τους ΧΥΤΑ από το 1999 υπαγορεύει ότι τα μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης πρέπει να συμμορφωθούν με τα μοντέρνα πρότυπα έως και το 2009, κάτι που σημαίνει ότι οι νέοι ΧΥΤΑ πρέπει να διαθέτουν σύστημα συγκράτησης του βιοαερίου. Επιπροσθέτως οφείλουν να μειώσουν τον όγκο των βιοδιασπώμενων δημοτικών αποβλήτων που κατέληγαν στους ΧΥΤΑ ως το 2006 σε ένα μέγιστο όριο του 75% του όγκου που είχαν το 1995, του 50% του όγκου τους έως το 2009 και του 35% έως το 2016. (ΕΥ, 1999)

Ο Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος (ΕΟΠ,2009) έχει διεξάγει μελέτες σε πέντε χώρες οι οποίες αντιπροσωπεύουν τόσο παλιά όσο και νέα μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης αλλά και χώρες που είτε έχουν παράδοση στη νομοθεσία και στον σχεδιασμό της διαχείρισης των στερεών αποβλήτων είτε όχι. Οι μελέτες αυτές κατέληξαν σε τέσσερα κύρια συμπεράσματα:

- Η Οδηγία για τους ΧΥΤΑ (1999) έφερε αποτελέσματα στο κλείσιμο των παλαιών ΧΥΤΑ και αύξησε την εφαρμογή των εναλλακτικών μεθόδων διαχείρισης των απορριμμάτων όπως η ανακύκλωση και η καύση με ανάκτηση ενέργειας.
- Η επιτυχία της Οδηγίας για τους ΧΥΤΑ βασίζεται σε δύο βασικούς παράγοντες: 1) ο τελικός στόχος για το 2016 και 2) οι ενδιάμεσοι στόχοι για το 2006 και το 2009. Η ευελιξία της ήταν ένα σημαντικό κεφάλαιο για την επιτυχία της καθώς έδωσε στα μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης τον απαιτούμενο χρόνο να

«ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΤΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ ΣΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ-ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΣΤΟ ΔΗΜΟ ΒΥΡΩΝΑ»

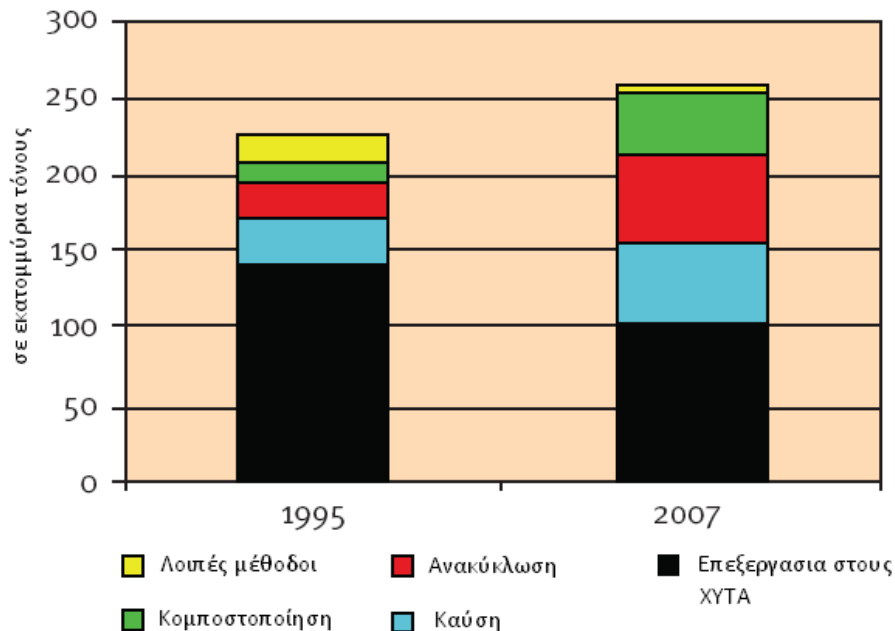
δοκιμάσουν εναλλακτικές πολιτικές και να προσαρμόσουν την νομοθεσία τους ώστε να ταιριάζουν την εθνική πραγματικότητα και τα διεθνή πρότυπα.

- Η μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα υπήρξε στις χώρες όπου η διαδικασία μείωσης των αποβλήτων που κατέληγαν στους ΧΥΤΑ δεν είχε καν ξεκινήσει, όπως για παράδειγμα στην Ιταλία την Ουγγαρία και την Εσθονία. Μικρότερη αποτελεσματικότητα παρατηρήθηκε στην Γερμανία και στην Φλαμανδία, όπου η εφαρμογή της συγκεκριμένης διαδικασίας είχε ξεκινήσει πριν την εφαρμογή της Οδηγίας (1999).
- Δεν υπάρχει καμία ένδειξη ότι η Οδηγία για τους ΧΥΤΑ μείωσε την παραγωγή των δημοτικών απορριμμάτων.

| Χρόνος που εισήχθη το νομοθετικό πλαίσιο | Τύπος των αποβλήτων | Όγκος των αποβλήτων (σε εκατομμύρια τόνους ανά χρόνο) |
|--|---|---|
| 1994 | Ανακύκλωση και ανάκτηση των συσκευασιών των αποβλήτων | 82 |
| 1999 | Μέγιστο όριο βιοδιασπώμενων αποβλήτων που καταλήγουν στους ΧΥΤΑ | 100-120 |
| 2001 | Ανακύκλωση των ηλεκτρονικών και ηλεκτρικών συσκευών | 9 |
| 2002 | Ανακύκλωση των οχημάτων | 7-9 |
| 2006 | Ανακύκλωση των μπαταριών | 1,2 |
| 2008 | Ανακύκλωση των υλικών κατασκευής και κατεδάφισης | 900 |
| 2008 | Ανακύκλωση του γυαλιού, των μετάλλων, των πλαστικών και του χαρτιού από τα νοικοκυριά | 20-30 |
| Συνολικός όγκος αποβλήτων | | 1120-1150 |
| Συνολική παραγωγή αποβλήτων στην Ευρωπαϊκή Ένωση | | 2800 |

Πίνακας 1.2: Η νομοθεσία στην Ευρωπαϊκή Ένωση και ο όγκος των αποβλήτων που διαχειρίστηκαν κατ' αυτήν (Eurostat, 2009, ETC/SCP, 2009)

Οι διάφορες πολιτικές και ρυθμίσεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης όσον αφορά τα απόβλητα σε συνδυασμό με πρωτοβουλίες σε εθνικό επίπεδο, είχαν ως αποτέλεσμα την μείωση των δημοτικών αποβλήτων που κατέληγαν στους ΧΥΤΑ. Η εικόνα 1.5 δείχνει ότι ενώ το 62% των δημοτικών αποβλήτων κατέληγε στους ΧΥΤΑ το 1995, μόλις το 41% αυτών κατέληξε στους ΧΥΤΑ το 2007.



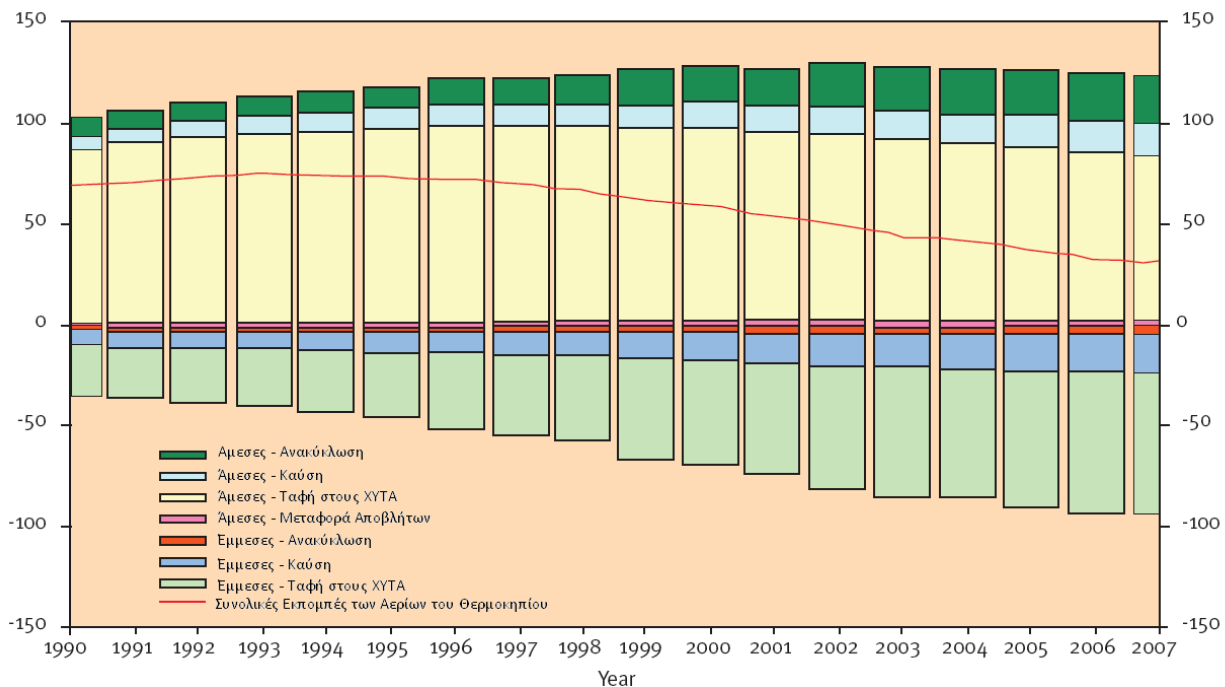
Εικόνα 1.5: Εξέλιξη της διαχείρισης των δημοτικών αποβλήτων στην Ευρωπαϊκή Ένωση από το 1995 έως το 2007 (Πηγή: Eurostat 2009)

Η μείωση των δημοτικών απορριμμάτων που καταλήγουν στους ΧΥΤΑ, ενισχυμένη από την βελτίωση των υπόλοιπων τεχνολογιών διαχείρισης των στερεών αποβλήτων έχει επιφέρει ουσιαστικά αποτελέσματα στην μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου.

Η εικόνα 1.6 παρουσιάζει τις άμεσες και τις έμμεσες εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου που συσχετίζονται με την διαχείριση των στερεών αποβλήτων από το 1990 έως και το 2007. Οι αυξανόμενες παραγόμενες ποσότητες αποβλήτων προκάλεσαν μια αύξηση στις άμεσες εκπομπές που σχετίζονται με την επεξεργασία στους ΧΥΤΑ, την καύση, την ανακύκλωση και την μεταφορά των αποβλήτων. Οι έμμεσες εκπομπές υποδεικνύουν τις εκπομπές που έχουν αποφευχθεί μέσα από την διαδικασία της ανάκτησης πρώτων υλών ή ενέργειας, οι οποίες αντικαθιστούν την χρήση φυσικών πόρων.

Η παρατηρούμενη συνολική μείωση των εκπομπών (κόκκινη γραμμή) οφείλεται κυρίως στην διάδοση της ανακύκλωσης και της αποτέφρωσης. Η συλλογή και η χρήση της ενέργειας από τους ΧΥΤΑ αν και παρουσιάζεται, συνεισφέρει ελάχιστα στην συνολική μείωση των εκπομπών. Οι άμεσες εκπομπές από τους ΧΥΤΑ έχουν μειωθεί κατά λιγότερο από 10% αλλά τα οφέλη από την ανακύκλωση είναι σχεδόν τα διπλά. Έτσι η στροφή από την απλή ταφή στους ΧΥΤΑ στην ανακύκλωση προσδίδει σπουδαίες μειώσεις των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου.

«ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΤΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ ΣΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ-ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΣΤΟ ΔΗΜΟ ΒΥΡΩΝΑ»



Εικόνα 1.6: Εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου από την διαχείριση των δημοτικών αποβλήτων από το 1990 έως το 2007 στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Το μέγιστο όριο ανάκτησης του μεθανίου από τους ΧΥΤΑ έχει ληφθεί 50% σε μία προοπτική ανάλυσης κύκλου ζωής 100 χρόνων. (Πηγή: ΕΕΑ, 2008 και ETC/SCP,2009a)

Οι ετήσιες ισοδύναμες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα από την διαχείριση των αποβλήτων στην Ευρωπαϊκή Ένωση μειώθηκαν από 69 εκατομμύρια τόνους το 1990 σε 32 εκατομμύρια τόνους το 2007, δηλαδή μείωση περισσότερο από 50%. Υπολογίζεται ότι οι μειώσεις των εκπομπών θα είναι 6 εκατομμύρια ετησίως ως το 2012 (ETC/ SCP, 2009a). Αυτό σημαίνει ότι ο τομέας της διαχείρισης των αποβλήτων θα παραμένει ακόμη ένα δίκτυο εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου το 2012 με συνολικές ισοδύναμες εκπομπές 9 εκατομμύρια τόνους διοξειδίου του άνθρακα ή περίπου 17 κιλά διοξείδιο του άνθρακα ανά άτομο ανά χρόνο.

Σύμφωνα με το πρωτόκολλο του Κιότο, η Ευρωπαϊκή Ένωση πρέπει να μειώσει τις εκπομπές της κατά 8% το 2012 σε σχέση με αυτές του 1990 (8% των 4233 εκατομμυρίων τόνων διοξειδίου του άνθρακα). Καλύτερη διαχείριση των στερεών αποβλήτων στην Ευρωπαϊκή Ένωση σημαίνει μείωση κατά 62 εκατομμύρια τόνους –ισοδύναμα- διοξειδίου του άνθρακα μεταξύ του 1990 και του 2012 δηλαδή του 18% της απαιτούμενης μείωσης(ETC/SCP, 2009a).

Η αποτελεσματικότητα των ήδη υπάρχοντων κανονισμών και πολιτικών θα κριθεί το 2020. Με δεδομένο ότι η μείωση των ετήσιων ισοδύναμων εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα κατά 20% (780 εκατομμύρια τόνους) το 2020 συγκριτικά με το 2005, η βελτιωμένη ολοκληρωμένη διαχείριση στερεών αποβλήτων από την Ευρωπαϊκή Ένωση στην διάρκεια αυτής της περιόδου μπορεί να συνεισφέρει περίπου το 25% των απαραίτητων μειώσεων για την επίτευξη του στόχου το 2020 (Prognos, 2008). Εκτιμάται ότι η διαχείριση των δημοτικών αποβλήτων θα είναι ένας πυρήνας μείωσης των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου από το 2015 περίπου(ETC/SCP, 2009a).

1.10 Η Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων στην Βόρεια Αμερική

Τα τελευταία χρόνια το κλίμα που επικρατεί στην Βόρεια Αμερική όσον αφορά τον περιορισμό των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου έχει θεαματική αλλαγή. Οι δημοσκοπήσεις δείχνουν ξεκάθαρα ότι η πλειοψηφία των πολιτών τάσσεται υπέρ της ανάληψης συντονισμένης δράσης για τον περιορισμό των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου και κυρίως πιστεύουν ότι αυτό μπορεί να επιτευχθεί χωρίς μεγάλο κόστος. Οι πολιτείες, οι επαρχιακές και τοπικές κυβερνήσεις και οι βιομήχανοι, τόσο στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής όσο και στον Καναδά, αναγνωρίζουν την ιδιαίτερη σημασία που έχει η μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου:

- Στις Ηνωμένες Πολιτείες, εφτά πολιτείες έχουν συνάψει συμφωνία σε τοπικό επίπεδο με τις αντίστοιχες γείτονες-επαρχίες του Καναδά για την μείωση των εκπομπών.
- Έντεκα πολιτείες έχουν θέσει τον στόχο για την μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου στο 80% των επιπέδων του 1990 έως το 2020.
- Πάνω από 20 πολιτείες έχουν θεσπίσει πρότυπα όσον αφορά την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες μορφές ενέργειας.
- Πάνω από 800 δήμαρχοι έχουν υπογράψει την Συμφωνία για την Προστασία του Κλίματος με την οποία υποχρεώνονται να επιτύχουν ή να ξεπεράσουν τους στόχους που έχουν τεθεί στο Πρωτόκολλο του Κιότο.
- Πάνω από 1000 Αμερικάνικες εταιρίες συμμετέχουν σε προγράμματα μείωσης των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου και ανανεώσιμων πηγών ενέργειας του Υπουργείου Ενέργειας και της υπηρεσίας Προστασίας του περιβάλλοντος.

Εκτός από αυτές τις ουσιαστικές προσπάθειες των βιομηχανιών και των πολιτειών, αυξημένη προσπάθεια καταβάλλεται και από την Ομοσπονδιακή Κυβέρνηση των ΗΠΑ μετά την ορκομοσία του νέου προέδρου το 2009.

Σε πολύ μικρό χρονικό διάστημα η νέα κυβέρνηση πρότεινε εκτεταμένες και σημαντικές νομοθετικές ρυθμίσεις ώστε να αναθεωρηθεί η πολιτική των ΗΠΑ για την κλιματική αλλαγή και την ενέργεια με ρυθμό πρωτοφανή για τα δεδομένα του τομέα της ενέργειας.

- Τον Φεβρουάριο, ο Αμερικανός Πρόεδρος νομοθέτησε την «δράση για την ανάκτηση των φυσικών πόρων στις ΗΠΑ», ένα πρόγραμμα ύψους 789 δισεκατομμυρίων, το οποίο προσφέρει σημαντικές φοροαπαλλαγές για την παραγωγή ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές συμπεριλαμβανομένου του

βιοαερίου από τους ΧΥΤΑ και το οποίο διαθέτει αρκετά δισεκατομμύρια και επιχορηγήσεις για δραστηριότητες όπως η ανακύκλωση.

- Τον Οκτώβριο η Υπηρεσία Προστασίας του Περιβάλλοντος των ΗΠΑ εξέδωσε την τελική ρύθμιση για την υποχρεωτική αναφορά των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου από διάφορες εγκαταστάσεις στις οποίες περιλαμβάνεται ο ΧΥΤΑ αλλά και άλλες εγκαταστάσεις που ανακτούν ενέργεια από τα απόβλητα. Η ρύθμιση απαιτεί από τις εγκαταστάσεις που εκπέμπουν πάνω από 25000 ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα τον χρόνο να παρακολουθούν και να καταβάλλουν ετησίως, αναφορές των εκπομπών τους από το 2010 και έπειτα. Προσεγγιστικά το 80 έως 90% των συνολικών εθνικών εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου από περίπου 13000 εγκαταστάσεις θα υπαχθούν σε αυτή τη ρύθμιση.
- Τον Μάιο, η Βουλή των Αντιπροσώπων των ΗΠΑ ψήφισε το «Σχέδιο για Καθαρή Ενέργεια» το οποίο περιλαμβάνει προγράμματα για ανώτατα όρια εκπομπών και προγράμματα εμπορίας. Μέχρι το 2020 οι εκπομπές των αερίων θα βρίσκονται κατά 17% κάτω από τις εκπομπές του 2005 και μέχρι το 2050 θα μειωθούν κατά 80% από το επίπεδο που βρίσκονταν το 2005. Το σχέδιο αυτό καθιστά και νέα πρότυπα τα οποία απαιτούν από τις εταιρίες παραγωγής ηλεκτρισμού να παράγουν το 20% των απαιτήσεων τους σε ηλεκτρισμό από ανανεώσιμες πηγές όπως το βιοαέριο των ΧΥΤΑ, ενώ η δέσμευση του μεθανίου από τους ΧΥΤΑ θα ήταν ένας εμπορεύσιμος μηχανισμός.

Δραστηριότητες μείωσης των εκπομπών του αερίου του θερμοκηπίου στις ΗΠΑ:

- **Ανάκτηση και χρήση του βιοαερίου από τους ΧΥΤΑ ως καύσιμο:** Σήμερα υπάρχουν 425 εγκαταστάσεις ανάκτησης βιοαερίου από τους ΧΥΤΑ στις ΗΠΑ οι οποίες προσφέρουν ισχύ 1180 MW ηλεκτρικής ενέργειας και 235 εκατομμύρια κυβικά πόδια καυσίμου ανά ημέρα. Ωστόσο υπάρχουν πολλές περισσότερες εγκαταστάσεις ΧΥΤΑ στην Βόρεια Αμερική με τη δυνατότητα της συλλογής και της χρήσης του βιοαερίου. Η Υπηρεσία Προστασίας του Περιβάλλοντος των ΗΠΑ έχει εντοπίσει 570 υποψήφιους ΧΥΤΑ που έχουν την δυνατότητα συλλογής του βιοαερίου και από τις οποίες θα μπορούν να αποκομίσουν οφέλη της τάξης των 1370 MW ηλεκτρικής ενέργειας και 695 κυβικά πόδια καυσίμου ανά ημέρα. Έτσι η συλλογή και η χρήση του βιοαερίου θα μπορούσε να συνεισφέρει ένα πολύ σημαντικό ποσοστό των εθνικών μειώσεων των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου.

- **Εγκαταστάσεις Μετατροπής των Αποβλήτων σε Ενέργεια:** Σήμερα υπάρχουν 89 τέτοιες εγκαταστάσεις στις ΗΠΑ οι οποίες δέχονται 90000 τόνους απορριμμάτων την ημέρα και παράγουν 2700 MW ηλεκτρικής ενέργειας (αρκετή για να καλύψουν τις ενεργειακές απαιτήσεις 2,3 εκατομμυρίων νοικοκυριών). Οι ήδη υπάρχοντες εγκαταστάσεις αυξάνουν την χωρητικότητα των απορριμμάτων που μπορούν να δεχθούν ενώ μερικές νέες σχεδιάζονται να κατασκευασθούν καθώς υπάρχει αυξανόμενο ενδιαφέρον για τις τεχνικές μετατροπής των απορριμμάτων σε ενεργειακούς πόρους όπως είναι η υδρόλυση, η αναερόβια επεξεργασία, η αεριοποίηση και η τεχνική του «τόξου πλάσματος» η οποία μπορεί να μετατρέψει τα στερεά απόβλητα σε βιομηχανικά βιοχημικά προϊόντα και καύσιμα. Αξίζει να αναφερθεί όμως ότι αυτές οι μέθοδοι βρίσκονται ακόμη σε δοκιμαστικό στάδιο.
- **Μείωση των Απορριμμάτων, Ανακύκλωση και Κομποστοποίηση:** Η μείωση του όγκου των αποβλήτων συνεισφέρει στην μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου που συνδέονται με την παραγωγή, την χρήση και την μετέπειτα επεξεργασία των προϊόντων. Αν και είναι δύσκολο να υπολογιστεί, η Υπηρεσία Προστασίας του Περιβάλλοντος εκτιμά ότι 55 εκατομμύρια τόνοι δημοτικών στερεών αποβλήτων λιγότεροι παράχθηκαν μέσα από δραστηριότητες μείωσης των αποβλήτων(US EPA 2005).

Για τα περισσότερα υλικά, η τεχνική της μείωσης των αποβλήτων είναι πιο συμφέρουσα από κάθε άλλη μέθοδο διαχείρισης και επεξεργασίας τους(US EPA 2006). Ακόμη, αφού τα ανακυκλωμένα υλικά είναι πιο αποδοτικά ενεργειακά από την χρήση παρθένων πρώτων υλών, η ανακύκλωση υλικών όπως το αλουμίνιο, το ασφάλι και το γυαλί μπορούν να μειώσουν σημαντικά τις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου. Η ανακύκλωση του χαρτιού και η κομποστοποίηση των οργανικών αποβλήτων μπορεί να μειώσει τις εκπομπές μεθανίου των ΧΥΤΑ. Το 2007, 85 εκατομμύρια τόνοι υλικών ανακυκλώθηκαν από τα δημοτικά στερεά απόβλητα στις ΗΠΑ ανεβάζοντας τα εθνικά επίπεδα της ανακύκλωσης στο 33,4%(US EPA 2007).

(ISWA “waste and climate change” conference, white paper/policy and regulation)

2 ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΩΝ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

2.1 Εισαγωγή

Η μέτρηση και η αναφορά των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου στον τομέα της διαχείρισης των στερεών αποβλήτων είναι μια διαδρομή γεμάτη προκλήσεις. Οι δραστηριότητες από την διαχείριση των απορριμμάτων προκαλούν, εκτός των άλλων, εκπομπές μεθανίου, διοξειδίου του άνθρακα και υποξειδίου του αζώτου στην ατμόσφαιρα. Ωστόσο ο τομέας της διαχείρισης των στερεών αποβλήτων ευθύνεται και για την μείωση ενός ποσοστού των εκπομπών των αερίων μέσα από δραστηριότητες ανάκτησης υλικών και ενέργειας.

Η ακριβής μέτρηση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου που διέφυγαν στην ατμόσφαιρα αλλά και η ακριβής αξιολόγηση εκείνων που αποφεύχθηκαν είναι ιδιαιτέρως σημαντικές στην προσπάθεια που καταβάλλεται από τον τομέα της διαχείρισης των απορριμμάτων να μειωθούν οι άμεσες και οι έμμεσες εκπομπές των αερίων.

Η μεγαλύτερη δυσκολία που συναντούν οι εταιρίες στην μέτρηση των εκπομπών των δραστηριοτήτων τους έγκειται στο γεγονός ότι εμπλέκονται μόνο με το τελευταίο στάδιο του κύκλου ζωής ενός προϊόντος. Εφόσον δεν συμμετέχουν στο στάδιο της δημιουργίας είναι δύσκολο για αυτές να καταλογίσουν τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις που έχει το προϊόν.

Ακόμη, η ποσοτικοποίηση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου παρουσιάζει αβεβαιότητα εξαιτίας δύο παραγόντων:

- Υπάρχουν αρκετές τεχνολογίες επεξεργασίας των αποβλήτων που περιέχουν σύνθετες διαδικασίες (κυρίως βιολογικές) για τις οποίες είναι δύσκολη η ποσοτικοποίηση των εκπομπών των αερίων στο επίπεδο της ακρίβειας που υπάρχει σε άλλες βιομηχανικές δραστηριότητες.
- Η σύσταση των διαχειριζόμενων αποβλήτων είναι συχνά ετερογενής. Αυτό οδηγεί πολλές φορές σε στατιστικές εκτιμήσεις που ίσως αποκλίνουν από την πραγματικότητα.

Ένα πλήθος εργαλείων έχει αναπτυχθεί για να αντιμετωπίσει αυτές τις πολύπλοκες διαδικασίες και για να καταστήσει την ποσοτικοποίηση των εκπομπών των αερίων δυνατή. Όλα αυτά τα εργαλεία έχουν διαφορετικό αντικείμενο, όρια και στόχους. Η επιλογή του κατάλληλου μετρητικού μηχανισμού εξαρτάται από τον σκοπό που ορίζει η αναγκαιότητα της μέτρησης αλλά όλοι οι μηχανισμοί βασίζονται πάνω στα ίδια στοιχειώδη δεδομένα που προσφέρουν οι τεχνολογίες διαχείρισης των αποβλήτων. Ωστόσο τα αποτελέσματα των μεθόδων ποικίλουν αρκετά αναλόγως αν στην μέθοδο μέτρησης συμπεριλαμβάνονται τόσο οι διαδικασίες εκπομπής των αερίων όσο και οι διαδικασίες αποφυγής των εκπομπών. Έτσι αν και

όλες οι μέθοδοι φαίνονται πλήρως σωστές θα πρέπει να συγκρίνονται με εξαιρετική προσοχή.

2.2 Ορισμός άμεσων και έμμεσων εκπομπών

Ως **άμεσες εκπομπές** των αερίων του θερμοκηπίου ορίζονται οι εκπομπές που πηγάζουν άμεσα από δραστηριότητες της διαχείρισης των στερεών αποβλήτων, δηλαδή της μεταφοράς και της επεξεργασίας τους. Άμεσες εκπομπές για παράδειγμα είναι οι εκπομπές μεθανίου από τους ΧΥΤΑ, οι εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα από τις εγκαταστάσεις ανακύκλωσης και αποτέφρωσης, κ.α.

Ως **έμμεσες εκπομπές** των αερίων του θερμοκηπίου ορίζονται τα οφέλη που προκύπτουν καθ' όλο τον κύκλο ζωής των προϊόντων και τα οποία προέρχονται από την ανάκτηση πρώτων υλών ή ενέργειας αντικαθιστώντας έτσι την ζήτηση για παρθένες πρώτες ύλες ή καύσιμα.

(ISWA “Waste and Climate Change” conference, presentation of Birgit Munck-Kampmann)

2.3 Μέθοδοι μέτρησης των αερίων του θερμοκηπίου στη διαχείριση στερεών αποβλήτων

1. Μέτρηση των αερίων του θερμοκηπίου σε εθνικό και διεθνές επίπεδο

Η ετήσια αναφορά των εκπομπών που προκύπτουν από την διαχείριση των αποβλήτων κάθε χώρας διεξάγεται με την μέθοδο που ορίζει η Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή (IPCC guidelines) και παρουσιάζεται στην εθνική έκθεση απογραφής των εκπομπών (NIR). Περιλαμβάνει τις άμεσες εκπομπές από την Δραστηριότητα της Υγειονομικής Ταφής και της αποτέφρωσης και υπαίθριας καύσης των αποβλήτων.

Η «διαχείριση των αποβλήτων» διαφέρει στην μέθοδο της Διακυβερνητικής Επιτροπής για την Κλιματική Αλλαγή από τον συνήθη ορισμό που συναντάται στον Κλάδο της Διαχείρισης των Αποβλήτων όπου συμπεριλαμβάνονται και πολλοί άλλοι τύποι αποβλήτων και δραστηριοτήτων. Έτσι σε αυτήν την μέθοδο, ο τομέας της διαχείρισης των αποβλήτων αλληλεπιδρά με άλλους τομείς της μεθόδου όπως η Ενέργεια (ENERGY), οι Βιομηχανικές διαδικασίες και Προϊόντα (Industrial Processes and Products US- IPPU) και ο τομέας της Γεωργίας, της Δασοπονίας και των Άλλων χρήσεων της Γης (Agriculture, Forestry and Other Land Use – AFOLU).

2. Μέτρηση των αερίων του θερμοκηπίου σε φορείς

Στο επίπεδο των οργανισμών (όπως μία εταιρία, η τοπική αυτοδιοίκηση ή και απλές εγκαταστάσεις) η μέτρηση των εκπομπών αποκτά ιδιαίτερη σημασία και μπορεί να είναι είτε υποχρεωτική είτε προαιρετική. Παίζει όμως ένα σημαντικό ρόλο στην εφαρμογή των στρατηγικών που ορίζει κάθε επιχείρηση για την αειφόρο ανάπτυξη της και για το πρόγραμμα Εταιρικής Κοινωνικής Ευθύνης.

Ένα πλήθος πρωτοκόλλων και μεθοδολογιών υπολογισμού των εκπομπών έχει αναπτυχθεί, βασισμένα σε εθελοντικά προγράμματα από επιχειρήσεις και ορισμένες φορές υποστηριζόμενα από μη κυβερνητικές οργανώσεις. Η πιο διαδεδομένη και αποδεκτή σε παγκόσμια κλίμακα μεθοδολογία είναι το Πρωτόκολλο των Αερίων του Θερμοκηπίου (Greenhouse Gas Protocol) που δημιουργήθηκε από το Παγκόσμιο Ινστιτούτο Φυσικών Πόρων (World Resources Institute) και το Παγκόσμιο Συμβούλιο Επιχειρήσεων υπέρ της Αειφόρου Ανάπτυξης (World Business Council for Sustainable Development). Το πρωτόκολλο αυτό εφαρμόστηκε ειδικά στον τομέα της διαχείρισης των αποβλήτων με αποτέλεσμα την δημιουργία του Πρωτοκόλλου για την Ποσοτικοποίηση των Εκπομπών των

Αερίων του Θερμοκηπίου στις δραστηριότητες της διαχείρισης των στερεών αποβλήτων από την ΕΡΕ (2007).

Διαδικασίες τυποποίησης των διάφορων μοντέλων έχουν αναπτυχθεί στην σειρά των ISO 14064 (ISO, 2006) οι οποίες όμως παρέχουν μεθοδολογία μόνο για την αναφορά των εκπομπών και όχι για τον υπολογισμό τους.

3. Μέτρηση των αερίων του θερμοκηπίου με τις μεθοδολογίες αντιστάθμισης ρύπων

Όπως θα περιγραφεί και στο κεφάλαιο 5, στο Πρωτόκολλο του Κιότο αναπτύχθηκαν δύο ευέλικτοι μηχανισμοί, ο Μηχανισμός Καθαρής Ανάπτυξης και η Από Κοινού Εφαρμογή οι οποίοι τέθηκαν ήδη σε εφαρμογή. Ο υπολογισμός των ποσοτικών μειώσεων των εκπομπών που πετυχαίνουν ύστερα από την εφαρμογή τους, γίνεται με την προσέγγιση «Εκπομπές πριν έναντι εκπομπών μετά». Δηλαδή, συγκρίνονται οι εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου πριν την εφαρμογή του μηχανισμού με τις εκπομπές που θα προκύψουν μετά την εφαρμογή του. Πιο συγκεκριμένες οδηγίες για την ποσοτικοποίηση των εκπομπών δίνονται μετά την εφαρμογή του κάθε μηχανισμού.

4. Μέτρηση των αερίων του θερμοκηπίου με την μέθοδο της ανάλυσης κύκλου ζωής

Η ανάλυση κύκλου ζωής έχει εφαρμοστεί στα συστήματα διαχείρισης αποβλήτων εδώ και μερικά χρόνια με σκοπό να σχηματιστεί μία τεχνική και περιβαλλοντική πλατφόρμα που θα βοηθήσει στην λήψη αποφάσεων σε θέματα όπως:

- Εισόδου νέων στρατηγικών σε εθνικό επίπεδο
- Επιλογής του κατάλληλου συστήματος και της κατάλληλης τεχνολογίας στο επίπεδο της τοπικής αυτοδιοίκησης.
- Βελτίωση των υπάρχοντων τεχνολογιών διαχείρισης στερεών αποβλήτων.

Η τεχνική της Ανάλυσης Κύκλου Ζωής επιτρέπει μία περιβαλλοντική ανάλυση σε παγκόσμιο επίπεδο ερευνώντας τις επιρροές από περισσότερες από δέκα διαφορετικές δραστηριότητες. Η μεθοδολογία αυτή έχει ενσωματώσει τις περιβαλλοντικές πτυχές και επιρροές τόσο των άμεσων όσο και των έμμεσων εκπομπών.

(ISWA “waste and climate change” conference, white paper/greenhouse gas accounting)

Οι τέσσερις μεθοδολογίες παρουσιάζονται αναλυτικά στα επόμενα κεφάλαια.

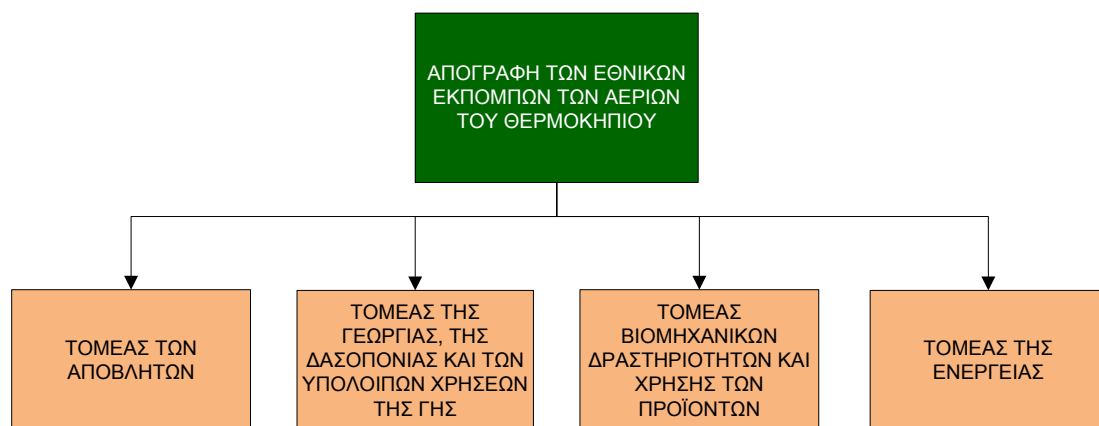


3 ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΩΝ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ ΣΕ ΔΙΕΘΝΕΣ ΚΑΙ ΕΘΝΙΚΟ ΕΠΙΠΕΔΟ

3.1 Εισαγωγή

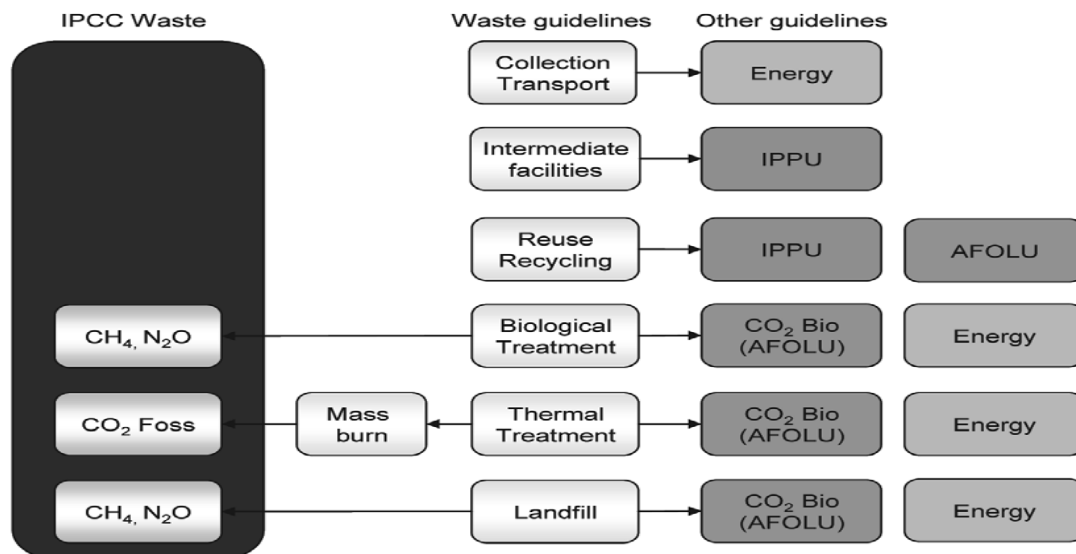
Η αναφορά των εθνικών εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου ξεκίνησε το 1988 από την Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή (IPCC) ύστερα από την υπογραφή της Σύμβασης-Πλαισίου των Ηνωμένων Εθνών για την Κλιματική Αλλαγή (United Nations 1992). Περιλαμβάνει τον ετήσιο απολογισμό των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου που προέρχονται από όλες τις δραστηριότητες που λαμβάνουν μέρος μέσα σε μία χώρα. Η μέτρηση των εκπομπών γίνεται από έναν εθνικό οργανισμό ο οποίος μεταφέρει τα αποτελέσματα στην Διακυβερνητική Επιτροπή και επιθεωρείται σύμφωνα με την Σύμβαση- Πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για την Κλιματική Αλλαγή.

Οι Οδηγίες του 2006 της Διακυβερνητικής Επιτροπής για την Κλιματική Αλλαγή ορίζουν την μεθοδολογία που πρέπει να ακολουθήσουν οι διάφορες χώρες για να διαμορφώσουν την έκθεση με τις ετήσιες εκπομπές τους. Στην μεθοδολογία της Διακυβερνητικής Επιτροπής ορίζεται διαφορετικά «ο τομέας των αποβλήτων» από τον συνήθη ορισμό που συναντάται στην βιβλιογραφία της διαχείρισης των στερεών αποβλήτων. Συγκεκριμένα η λογική πάνω στην οποία οικοδομήθηκε η μεθοδολογία είναι η εξής: οι δραστηριότητες στις οποίες οφείλονται όλες οι εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου διαχωρίζονται σε τέσσερις μεγάλες κατηγορίες: τον Τομέα της Ενέργειας (ENERGY), τον Τομέα των Βιομηχανικών Δραστηριοτήτων και της Χρήσης των Προϊόντων (IPPU), τον Τομέα της Γεωργίας, της Δασοπονίας και των υπόλοιπων Χρήσεων της Γης (AFOLU), και τον Τομέα των Αποβλήτων (WASTE).



Εικόνα 3.1: Δομή της μεθοδολογίας της Διακυβερνητικής Επιτροπής για την Κλιματική Αλλαγή

Έτσι ο τομέας της διαχείρισης των αποβλήτων (με τον συνήθη του ορισμό), αλληλεπιδρά με τους υπόλοιπους τομείς της μεθοδολογίας που προτείνει η Διακυβερνητική Επιτροπή ενώ του καταλογίζονται μόνο οι άμεσες εκπομπές.

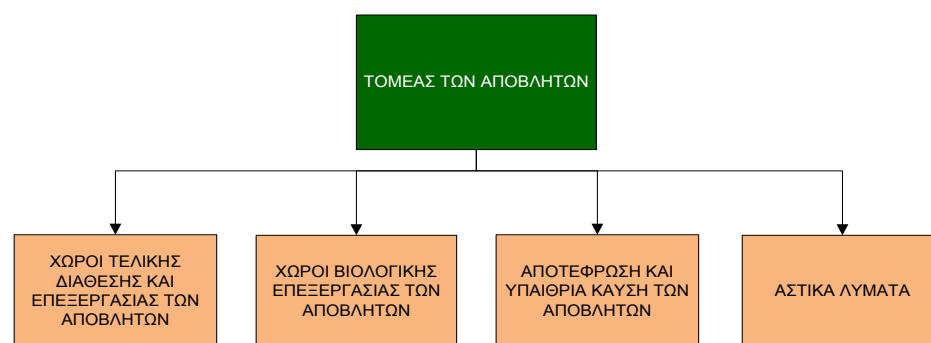


Εικόνα: 3.2: Οι δραστηριότητες της διαχείρισης των στερεών αποβλήτων κατανεμημένες στους τομείς που ορίζει η μεθοδολογία της IPCC.

(Πηγή: Greenhouse gas accounting and waste management by Emmanuel Gentil)

Η μέτρηση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου με τη μεθοδολογία της Διακυβερνητικής Επιτροπής για την Κλιματική Αλλαγή γίνεται σε τρία επίπεδα. Το πρώτο επίπεδο παρέχει κάποια γενικά δεδομένα, κοινά για τις χώρες που διαθέτουν λίγα ή και καθόλου δεδομένα. Το δεύτερο επίπεδο περιλαμβάνει εξισώσεις της μεθόδου FOD (First Order Decay), με κάποιες γενικές από την Διακυβερνητική Επιτροπή παραμέτρους, ενώ το επίπεδο 3 βασίζεται και αυτό στις εξισώσεις της μεθόδου FOD με τη διαφορά όμως ότι οι παράμετροι που απαιτούνται, όπως το αποικοδομήσιμο οργανικό περιεχόμενο των αποβλήτων, στηρίζονται σε εθνικούς υπολογισμούς.

Η μεθοδολογία του τομέα των αποβλήτων περιλαμβάνει υπολογισμούς για την δημιουργία των αποβλήτων, για τους χώρους τελικής διάθεσης και επεξεργασίας τους, για τους χώρους Βιολογικής επεξεργασίας και για την διαδικασία της αποτέφρωσης και ανοιχτής καύσης. Αξίζει να αναφερθεί ότι η διαδικασία της ανακύκλωσης και της μεταφοράς των απορριμμάτων εξαιρούνται από τον Τομέα των Αποβλήτων όπως αυτός ορίζεται στην μεθοδολογία.



Εικόνα 3.3: Δομή του Τομέα των Αποβλήτων

**«ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΤΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ ΣΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ-ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΣΤΟ ΔΗΜΟ ΒΥΡΩΝΑ»**

Πριν γίνει η παρουσίαση των υποκατηγοριών του τομέα των Αποβλήτων, όπως ορίζεται από την Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή, αναφέρονται ως παράδειγμα κάποια γενικά, προϋπολογισμένα δεδομένα που παρέχονται από την Επιτροπή για την ήπειρο της Ευρώπης και μετά για την Ελλάδα συγκεκριμένα.

| ΧΩΡΑ | Ρυθμός Δημιουργίας Δημοτικών Αποβλήτων IPCC -1996 (tonnes/cap/yr) | Ρυθμός Δημιουργίας Δημοτικών Αποβλήτων Year 2000 (tonnes/cap/yr) | Ποσοστό Δημοτικών Αποβλήτων που κατέληξαν σε χώρους τελικής διάθεσης (1996) | Ποσοστό Δημοτικών Αποβλήτων που κατέληξαν σε χώρους τελικής διάθεσης | Ποσοστό των δημοτικών αποβλήτων που αποτεφρώθηκαν | Ποσοστό των δημοτικών αποβλήτων που κομποστοποιήθηκαν | Ποσοστό των δημοτικών αποβλήτων που διαχειρίστηκαν με άλλη μέθοδο |
|------------------------|---|--|---|--|---|---|---|
| Europe | | | | | | | |
| Eastern Europe | | 0.38 | | 0.9 | 0.04 | 0.01 | 0.02 |
| Bulgaria | | 0.52 | | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Croatia | | | | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Czech Republic | | 0.33 | | 0.75 | 0.14 | 0.04 | 0.06 |
| Estonia | | 0.44 | | 0.98 | 0.00 | 0.00 | 0.02 |
| Hungary | | 0.45 | | 0.92 | 0.08 | 0.00 | 0.00 |
| Latvia | | 0.27 | | 0.92 | 0.04 | 0.02 | 0.02 |
| Lithuania | | 0.31 | | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Poland | | 0.32 | | 0.98 | 0.00 | 0.02 | 0.00 |
| Romania | | 0.36 | | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Russian Federation | 0.32 | 0.34 | 0.94 | 0.71 | 0.19 | 0.00 | 0.10 |
| Slovakia | | 0.32 | | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Slovenia | | 0.51 | | 0.90 | 0.00 | 0.08 | 0.02 |
| Northern Europe | | 0.64 | | 0.47 | 0.24 | 0.08 | 0.20 |
| Denmark | 0.46 | 0.67 | 0.2 | 0.10 | 0.53 | 0.16 | 0.22 |
| Finland | 0.62 | 0.50 | 0.77 | 0.61 | 0.1 | 0.07 | 0.22 |
| Iceland | | 1.00 | | 0.86 | 0.06 | 0.01 | 0.06 |
| Norway | 0.51 | 0.62 | 0.75 | 0.55 | 0.15 | 0.09 | 0.22 |
| Sweden | 0.37 | 0.43 | 0.44 | 0.23 | 0.39 | 0.10 | 0.29 |
| Southern Europe | | 0.52 | | 0.85 | 0.05 | 0.05 | 0.05 |
| Cyprus | | 0.68 | | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Greece | 0.31 | 0.41 | 0.93 | 0.91 | 0.00 | 0.01 | 0.08 |
| Italy | 0.34 | 0.50 | 0.88 | 0.70 | 0.07 | 0.14 | 0.09 |
| Malta | | 0.48 | | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Portugal | 0.33 | 0.47 | 0.86 | 0.69 | 0.19 | 0.05 | 0.07 |
| Spain | 0.36 | 0.60 | 0.85 | 0.68 | 0.07 | 0.16 | 0.09 |
| Turkey | | 0.50 | | 0.99 | 0.00 | 0.01 | 0.00 |
| Western Europe | 0.45 | 0.56 | 0.57 | 0.47 | 0.22 | 0.15 | 0.15 |
| Austria | 0.34 | 0.58 | 0.4 | 0.30 | 0.10 | 0.37 | 0.23 |
| Belgium | 0.40 | 0.47 | 0.43 | 0.17 | 0.32 | 0.23 | 0.28 |
| France | 0.47 | 0.53 | 0.46 | 0.43 | 0.33 | 0.12 | 0.13 |
| Germany | 0.36 | 0.61 | 0.66 | 0.30 | 0.24 | 0.17 | 0.29 |
| Ireland | 0.31 | 0.60 | 1.0 | 0.89 | 0.00 | 0.01 | 0.11 |
| Luxemburg | 0.49 | 0.66 | 0.35 | 0.27 | 0.55 | 0.18 | 0.00 |
| Netherlands | 0.58 | 0.62 | 0.67 | 0.11 | 0.36 | 0.28 | 0.25 |
| Switzerland | 0.40 | 0.40 | 0.23 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| UK | 0.69 | 0.57 | 0.90 | 0.82 | 0.07 | 0.03 | 0.08 |

Πίνακας 3.1: Προϋπολογισμένα δεδομένα που παρέχει η Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή και αναφέρονται στους τρόπους διαχείρισης των στερεών αποβλήτων (πηγή: <http://www.ipcc.ch>)



«ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΤΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ ΣΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ-ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΣΤΟ ΔΗΜΟ ΒΥΡΩΝΑ»

Για την Ελλάδα η Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή παρέχει δεδομένα για τον ρυθμό παραγωγής οικιακών απορριμμάτων ανά έτος και κάτοικο, μία μέση σύσταση των αποβλήτων, το ποσοστό των αποβλήτων που κατέληξαν σε χωματερές ή ΧΥΤΑ, το ποσοστό των αποβλήτων που κατέληξαν σε μονάδες αποτέφρωσης και αυτών που κομποστοποιήθηκαν. Περιλαμβάνει ακόμη τα βιομηχανικά απόβλητα που παράγονται κατά μέσο όρο το έτος. Τα δεδομένα που αφορούν τα απόβλητα, όπως η περιεκτικότητα σε οργανικό άνθρακα σε κάθε τύπο αποβλήτων, είναι κοινά για όλες τις χώρες όπως παρουσιάζονται παρακάτω.

| ΓΕΝΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ | ΕΛΛΑΔΑ |
|---|--------|
| Ρυθμός Παραγωγής Δημοτικών Στερεών Αποβλήτων-1996 (τόνοι ανά έτος ανά κάτοικο) | 0,31 |
| Ρυθμός Παραγωγής Δημοτικών Στερεών Αποβλήτων-2000 (τόνοι ανά έτος ανά κάτοικο) | 0,41 |
| Ποσοστό των Δημοτικών Στερεών Αποβλήτων που κατέληξαν σε Χώρους Τελικής Διάθεσης 1996 | 0,93 |
| Ποσοστό των Δημοτικών Στερεών Αποβλήτων που κατέληξαν σε Χώρους Τελικής Διάθεσης 2000 | 0,91 |
| Ποσοστό των Δημοτικών Στερεών Αποβλήτων που αποτεφρώθηκαν | 0,00 |
| Ποσοστό των Δημοτικών Στερεών Αποβλήτων που κομποστοποιήθηκαν | 0,01 |
| Ποσοστό των Δημοτικών Στερεών Αποβλήτων που διαχειρίστηκαν με άλλη μέθοδο | 0,08 |

Πίνακας 3.2: Προϋπολογισμένα δεδομένα που παρέχει η Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή και αναφέρονται στους τρόπους διαχείρισης των δημοτικών στερεών αποβλήτων και στην παραγωγή αποβλήτων για την Ελλάδα (πηγή: <http://www.ipcc.ch>)

| ΓΕΝΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ | ΕΛΛΑΔΑ |
|--|--------|
| Τομέας Κατασκευών (1000 τόνοι ανά έτος) | 6680 |
| Τομέας Οικοδόμησης (1000 τόνοι ανά έτος) | 1800 |

Πίνακας 3.3: Προϋπολογισμένα δεδομένα που παρέχει η Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή και αναφέρονται στην παραγωγή βιομηχανικών αποβλήτων για την Ελλάδα (πηγή: <http://www.ipcc.ch>)



«ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΤΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ ΣΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ-ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΣΤΟ ΔΗΜΟ ΒΥΡΩΝΑ»

Η Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή παρέχει ακόμη, κάποια δεδομένα για την σύσταση των αποβλήτων χωρίζοντας κάθε ήπειρο σε περιοχές. Ωστόσο για κάποιες ηπείρους τα δεδομένα είναι ελλιπή (Ευρώπη, Ωκεανία) ενώ για άλλες υπάρχει λεπτομερής καταγραφή (Αμερική, Ασία, Αφρική). Έτσι για την Ελλάδα που ανήκει στην Νότιο Ευρώπη η σύσταση των αποβλήτων περιορίζεται μόνο στα οικιακά, στο χαρτί και το χαρτόνι και στο ξύλο όπως φαίνεται παρακάτω.

| ΤΥΠΟΣ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ | ΧΩΡΕΣ ΝΟΤΙΑΣ ΕΥΡΩΠΗΣ |
|-------------------|----------------------|
| Οικιακά Απόβλητα | 36,9 |
| Χαρτί και χαρτόνι | 17,0 |
| Ξύλο | 10,6 |
| Ύφασμα | - |
| Δέρμα και Λάστιχο | - |
| Πλαστικό | - |
| Μέταλλα | - |
| Γυαλί | - |
| Υπόλοιπα | - |

Πίνακας 3.4: Προϋπολογισμένα δεδομένα που παρέχει η Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή και αναφέρονται σύσταση των δημοτικών στερεών αποβλήτων για τις χώρες της Νότιας Ευρώπης, επομένως και για την Ελλάδα (πηγή: <http://www.ipcc.ch>)

3.2 Μέτρηση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου σε Χώρους Τελικής Διάθεσης και Επεξεργασίας στερεών αποβλήτων

Η διάθεση και η επεξεργασία των αστικών, των βιομηχανικών και των άλλων κατηγοριών αποβλήτων εκπέμπουν σημαντικές ποσότητες μεθανίου (CH_4), βιογενούς διοξειδίου του άνθρακα (CO_2), πτητικές οργανικές ενώσεις (NMVOCs) και μικρότερα ποσοστά υποξειδίου του αζώτου (N_2O), οξειδίων του αζώτου (N_xO) και μονοξειδίου του άνθρακα (CO). Το μεθάνιο μόνο, που παράγεται σε χώρους τελικής επεξεργασίας των αποβλήτων, αποτελεί το 3 με 4% των ετήσιων ανθρωπογενών εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου.

Η αποσύνθεση των οργανικών υλών που προέρχεται από «πράσινα» απόβλητα (κλαδιά, ξύλο, κ.ά.) είναι η κύρια πηγή εκπομπής του CO_2 . Ωστόσο η μέτρηση αυτών των εκπομπών δεν συμπεριλαμβάνεται στον τομέα των Αποβλήτων αυτής της μεθοδολογίας καθώς ο άνθρακας με την βιογενή του προέλευση ανήκει στον Τομέα της Γεωργίας, της Δασοπονίας και των Υπόλοιπων χρήσεων της Γης (AFOLU). Επίσης ο υπολογισμός των εκπομπών των NMVOCs, των N_xO και του CO περιγράφονται από άλλες συμβάσεις ενώ οι εκπομπές του N_2O που προέρχεται από τους χώρους τελικής διάθεσης και επεξεργασίας των στερεών αποβλήτων δεν υπολογίζονται από κάποια μεθοδολογία αφού τα ποσοστά τους είναι ιδιαίτερος χαμηλά.

3.2.1 Επιλογή μεθόδου υπολογισμού των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου ανάλογα με τα διαθέσιμα δεδομένα κάθε χώρας

Η μεθοδολογία της Διακυβερνητικής Επιτροπής για την Κλιματική Αλλαγή από τους χώρους τελικής διάθεσης και επεξεργασίας των στερεών αποβλήτων βασίζεται στην μέθοδο FOD (First Order Decay). Αυτή η μέθοδος στηρίζεται στο γεγονός ότι τα αποικοδομήσιμα οργανικά συστατικά των αποβλήτων (degradable organic carbon, DOC), αποικοδομούνται με αργό ρυθμό μέσα σε τρεις ή τέσσερις δεκαετίες κατά τις οποίες σχηματίζεται μεθάνιο και διοξείδιο του άνθρακα. Εάν οι συνθήκες παραμείνουν σταθερές, ο ρυθμός που το μεθάνιο παράγεται εξαρτάται αποκλειστικά από το ποσό του άνθρακα που παραμένει στα απόβλητα. Έτσι οι εκπομπές του μεθανίου είναι υψηλότερες τα πρώτα χρόνια μετά την εναπόθεση τους στους χώρους αυτούς και ύστερα σταδιακά μειώνονται καθώς ο άνθρακας αντιδρά με τα βακτήρια του εδάφους.

Η μετατροπή των αποικοδομήσιμων υλών σε μεθάνιο και διοξείδιο του άνθρακα στους χώρους τελικής διάθεσης και επεξεργασίας γίνεται με μια σειρά από χημικές αντιδράσεις. Ένα πλήρες μοντέλο υπολογισμού θα ήταν πολύπλοκο και θα εξαρτιόταν από τις εκάστοτε συνθήκες που υπάρχουν σε κάθε χώρο τελικής διάθεσης και επεξεργασίας των απορριμμάτων. Όμως, εργαστηριακές

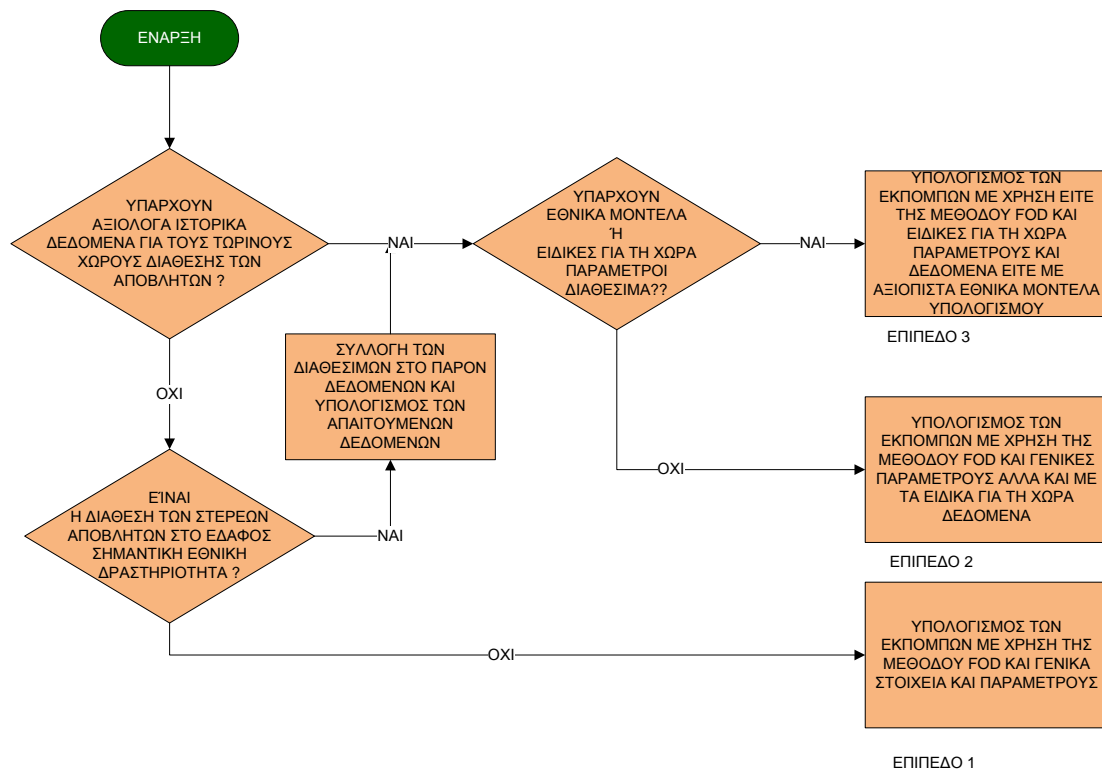
«ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΤΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ ΣΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ-ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΣΤΟ ΔΗΜΟ ΒΥΡΩΝΑ»

παρατηρήσεις και υπολογισμοί έχουν δείξει ότι η διαδικασία της αποσύνθεσης μπορεί να περιγραφεί από μοντέλα FOK (first order kinetics, π.χ. Hoeks 1983) κάτι που είναι ευρέως αποδεχτό. Η Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή έχει υιοθετήσει την απλή μέθοδο FOD για την εκτίμηση των εκπομπών του μεθανίου από τους χώρους τελικής διάθεσης και επεξεργασίας των αποβλήτων.

Υπάρχουν τρία επίπεδα με βάση τα οποία μπορεί να γίνει ο υπολογισμός των εκπομπών του μεθανίου:

- Επίπεδο 1: Οι υπολογισμοί των εκπομπών στο επίπεδο 1 γίνεται με την μέθοδο IPCC FOD χρησιμοποιώντας κυρίως γενικά δεδομένα και παραμέτρους.
- Επίπεδο 2 : Οι υπολογισμοί των εκπομπών στο επίπεδο 2 γίνεται με την μέθοδο IPCC FOD και κάποιες γενικές παραμέτρους αλλά απαιτούνται ιστορικά (σε βάθος 50 ετών) και ειδικά δεδομένα τα οποία κάθε χώρα καλείται να έχει καταγράψει.
- Επίπεδο 3 : Οι υπολογισμοί των εκπομπών στο επίπεδο 3 απαιτούν τα ιστορικά δεδομένα του επιπέδου 2 για κάθε χώρα και την εφαρμογή της μεθόδου FOD με παραμέτρους όμως ειδικές για την χώρα. Τέτοιες παράμετροι μπορούν να είναι ο χρόνος ημιζωής, το ενδεχόμενο δημιουργίας μεθανίου, το περιεχόμενο DOC (αποικοδομήσιμα οργανικά συστατικά) των αποβλήτων και το ποσοστό του DOC που αποσυντίθεται (DOC_f). Ακόμη στο επίπεδο 3 η απογραφή των εκπομπών μπορεί να γίνει με βάση εθνικά μοντέλα ίσης ή μεγαλύτερης ποιότητας από την μέθοδο FOD.

Ακολουθεί ένα δέντρο αποφάσεων που βοηθάει στην επιλογή της κατάλληλης μεθόδου.



3.2.2 Παρουσίαση της μεθόδου υπολογισμού των αερίων του θερμοκηπίου στους χώρους τελικής διάθεσης και επεξεργασίας των στερεών αποβλήτων.

Οι εκπομπές του μεθανίου από τους χώρους τελικής διάθεσης και επεξεργασίας των στερεών αποβλήτων για ένα χρόνο μπορεί να υπολογιστεί με την παρακάτω εξίσωση:

$$ΕΚΠΟΜΠΕΣ CH_4 = \left[\sum_x ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΟΥ_{x,T} CH_4 - R_T \right] \times (1 - OX_T)$$

Όπου:

- $ΕΚΠΟΜΠΕΣ CH_4$, είναι οι εκπομπές του μεθανίου το έτος T, σε Gg
- T , είναι το έτος απογραφής
- X , είναι ο τύπος των αποβλήτων
- R_T , είναι η ποσότητα του μεθανίου που ανακτήθηκε το έτος T, σε Gg
- OX_T , είναι ο συντελεστής οξείδωσης για τον χρόνο T

Το μεθάνιο που ανακτήθηκε αφαιρείται από την ποσότητα του μεθανίου που δημιουργήθηκε. Μόνο το ποσοστό του μεθανίου που δεν ανακτήθηκε γίνεται αντικείμενο οξείδωσης.

Το παραγόμενο μεθάνιο που σχηματίζεται από τα αποικοδομήσιμα υλικά των απορριμμάτων υπολογίζεται από τη σχέση:

$$ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΟ_{T} CH_4 = DDOCmdecomp_T \times F \times \frac{16}{12}$$

Όπου:

- $CH_4 ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΟ_{T} CH_4$, είναι η ποσότητα μεθανίου που παράγεται από τα αποικοδομήσιμα υλικά
- T , είναι το έτος απογραφής
- F , το ποσοστό του μεθανίου, κατ' όγκο, στο παραγόμενο βιοαέριο
- $DDOCmdecomp$, είναι η ποσότητα DDOCm που αποσυντέθηκε το έτος T

- 16/12, είναι το μοριακό βάρος CH₄/C

Το μέγεθος **F**, είναι το ποσοστό του μεθανίου που περιέχεται στο παραγόμενο βιοαέριο. Οι περισσότεροι χώροι τελικής διάθεσης των στερεών αποβλήτων παράγουν βιοαέριο με περίπου 50% μεθάνιο. Μόνο με απόβλητα που περιέχουν μεγάλες ποσότητες λίπους και ελαίων μπορεί να παραχθεί βιοαέριο με μεγαλύτερο ποσοστό μεθανίου από το 50%. Η προϋπολογισμένη-γενική τιμή που παρέχεται από την μεθοδολογία της IPCC είναι 0,5.

Το μέγεθος **DDOC_{mdecomp_T}**, δηλαδή η ποσότητα των αποικοδομήσιμων υλικών που αποσυντέθηκε το έτος T, βρίσκεται από τις σχέσεις:

$$DDOC_{m\,decomp\,T} = DDOC_{ma\,T-1} \times (1 - e^{-k})$$

και

$$DDOC_{ma\,T} = DDOC_{md\,T} + (DDOC_{ma\,T-1} \times e^{-k})$$

Όπου:

- $DDOC_{ma\,T}$, είναι η ποσότητα DDOCm που έχει συσσωρευθεί στο τέλος του χρόνου T, στον χώρο τελικής διάθεσης των αποβλήτων
- T, είναι το έτος απογραφής
- $DDOC_{ma\,T-1}$, είναι η ποσότητα DDOCm που έχει συσσωρευθεί στο τέλος του χρόνου T-1, στον χώρο τελικής διάθεσης των αποβλήτων
- $DDOC_{m\,decomp}$, είναι η ποσότητα DDOCm που αποσυντέθηκε στον χρόνο διάθεσης το έτος T
- $DDOC_{md\,T}$, είναι η ποσότητα DDOCm που διατέθηκε στον χώρο τελικής διάθεσης των αποβλήτων όλο το έτος T
- k, είναι η σταθερά αντίδρασης

Η **σταθερά αντίδρασης k**, σχετίζεται με τον **χρόνο ημιζωής t_{1/2}**, με την σχέση: $k = \ln 2 / t_{1/2}$. Ο χρόνος ημιζωής είναι ο χρόνος που χρειάζεται η μάζα των αποικοδομήσιμων οργανικών υλών (DOCm) να αποσυντεθεί στο μισό της αρχικής της τιμής. Ο χρόνος ημιζωής εξαρτάται από πολλούς παράγοντες μερικοί από τους οποίους είναι η σύσταση των αποβλήτων, οι κλιματικές συνθήκες που επικρατούν στην κάθε περιοχή όπου βρίσκεται ο χώρος τελικής διάθεσης και επεξεργασίας των

«ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΤΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ ΣΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ-ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΣΤΟ ΔΗΜΟ ΒΥΡΩΝΑ»

αποβλήτων, τα χαρακτηριστικά του κάθε χώρου, κ.ά.. Οι γενικές τιμές της σταθεράς αντίδρασης k που προτείνεται από την IPCC παρουσιάζονται παρακάτω:

| ΤΥΠΟΣ ΤΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ | | ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ | | | | | | | |
|--------------------------------------|------------------------------------|---|-------------|------------|-------------|--------------------------------------|-------------|------------|--------------|
| | | ΑΡΚΤΙΚΗ ΚΑΙ ΕΥΚΡΑΤΗ ΜΕΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ≤ 20 C | | | | ΤΡΟΠΙΚΗ ΜΕΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ > 20 C | | | |
| | | ΞΗΡΟ ΚΛΙΜΑ | | ΥΓΡΟ ΚΛΙΜΑ | | ΞΗΡΟ ΚΛΙΜΑ | | ΥΓΡΟ ΚΛΙΜΑ | |
| | | ΓΕΝΙΚΕΣ | ΕΥΡΟΣ | ΓΕΝΙΚΕΣ | ΕΥΡΟΣ | ΓΕΝΙΚΕΣ | ΕΥΡΟΣ | ΓΕΝΙΚΕΣ | ΕΥΡΟΣ |
| ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΜΕ ΧΑΜΗΛΟ ΡΥΘΜΟ ΑΠΟΣΥΝΘΕΣΗΣ | ΧΑΡΤΙ/ΥΦΑΣΜΑ | 0.04 | 0.03 – 0.05 | 0.06 | 0.05 – 0.07 | 0.045 | 0.04 – 0.06 | 0.07 | 0.06 – 0.085 |
| | ΞΥΛΟ/ ΑΧΥΡΑ | 0.02 | 0.01 – 0.03 | 0.03 | 0.02 – 0.04 | 0.025 | 0.02 – 0.04 | 0.035 | 0.03 – 0.05 |
| ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΜΕ ΜΕΤΡΙΟ ΡΥΘΜΟ ΑΠΟΣΥΝΘΕΣΗΣ | ΑΛΛΑ ΟΡΓΑΝΙΚΑ ΚΑΙ ΠΡΑΣΙΝΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ | 0.05 | 0.04 – 0.06 | 0.1 | 0.06 – 0.1 | 0.065 | 0.05 – 0.08 | 0.17 | 0.15 – 0.2 |
| ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΜΕ ΥΨΗΛΟ ΡΥΘΜΟ ΑΠΟΣΥΝΘΕΣΗΣ | ΟΙΚΙΑΚΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ | 0.06 | 0.05 – 0.08 | 0.185 | 0.1 – 0.2 | 0.085 | 0.07 – 0.1 | 0.4 | 0.17 – 0.7 |
| ΟΓΚΩΣΗ ΑΠΟΒΛΗΤΑ | | 0.05 | 0.04 – 0.06 | 0.09 | 0.08 – 0.1 | 0.065 | 0.05 – 0.08 | 0.17 | 0.15 – 0.2 |

Εικόνα 3.4: Προτεινόμενες τιμές για την σταθερά αντίδρασης k από την IPCC.
(Πηγή: IPCC 2006 guidelines for National Greenhouse Gas Inventory)

Ενώ η ποσότητα $DDOC_m$, δηλαδή η ποσότητα του οργανικού άνθρακα που θα αποσυντεθεί στον χώρο τελικής διάθεσης των αποβλήτων, υπολογίζεται από τη σχέση:

$$DDOC_m = W \times DOC \times DOC_f \times MCF$$

Όπου:

- $DDOC_m$, είναι η ποσότητα του οργανικού άνθρακα που θα αποσυντεθεί στον χώρο τελικής διάθεσης των αποβλήτων το έτος T ,
- W , είναι η μάζα των αποβλήτων που διατέθηκε στον χώρο διάθεσης
- DOC , είναι το ποσοστό του αποικοδομήσιμου οργανικού άνθρακα στα απόβλητα για το έτος της διάθεσης τους
- DOC_f , είναι το ποσοστό DOC που μπορεί να αποικοδομηθεί
- MCF , είναι ο παράγοντας απόκλισης του μεθανίου για την αερόβια αποσύνθεση κατά το έτος της διάθεσης των αποβλήτων

Ουσιαστικά το μέγεθος $DDOC_{mdT}$ ισούται με το μέγεθος $DDOC_m$ εάν η μάζα των αποβλήτων που διατέθηκε στον χώρο διάθεσης, W αφορά την ετήσια μάζα των απορριμμάτων που καταλήγουν στον συγκεκριμένο χώρο διάθεσης.

Το **μέγεθος DOC** για όλο τον όγκο των αποβλήτων (αποικοδομήσιμος οργανικός άνθρακας που μπορεί να αποσυντεθεί) μπορεί να υπολογιστεί ως το άθροισμα των γινομένων του DOC_i κάθε τύπου αποβλήτου επί το ποσοστό του W_i στην συνολική μάζα των αποβλήτων (**$\sum DOC_i * W_i$**). Εάν δεν υπάρχουν ειδικά δεδομένα για αυτά τα μεγέθη υπολογισμένα από την κάθε χώρα, η μεθοδολογία της IPCC προσφέρει γενικά στοιχεία για κάθε τύπο αποβλήτων στις οδηγίες της.

Το **μέγεθος DOC_f** , είναι το ποσοστό του οργανικού άνθρακα που μπορεί να αποικοδομηθεί και τελικά αποσυντίθεται. Η τιμή του εξαρτάται από πολλούς παράγοντες όπως η θερμοκρασία, η υγρασία, οι τιμές του pH του εδάφους, η σύσταση των απορριμμάτων, κ.ά.. Η προτεινόμενη από την IPCC τιμή είναι 0,5.

Η **ποσότητα R** στην εξίσωση υπολογισμού εκφράζει την **ποσότητα του μεθανίου που ανακτήθηκε**. Εάν το μεθάνιο που ανακτήθηκε χρησιμοποιηθεί ως πηγή ενέργειας τότε το αποτέλεσμα των εκπομπών του στην ατμόσφαιρα αναφέρονται στον Τομέα της Ενέργειας της μεθοδολογίας. Η γενική τιμή που προτείνει η Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή είναι 0 εκτός εάν υπάρχει κάποια άλλη μέτρηση.

Το **μέγεθος MCF** είναι ο παράγοντας απόκλισης της παραγωγής μεθανίου και η ύπαρξη του έγκειται στο γεγονός ότι οι ανεξέλεγκτοι χώροι τελικής διάθεσης και επεξεργασίας των αποβλήτων παράγουν λιγότερο μεθάνιο από τους αναερόβιους χώρους. Οι τιμές που μπορεί να πάρει είναι οι εξής:

| ΧΩΡΟΙ ΤΕΛΙΚΗΣ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ | ΠΑΡΑΓΟΝΤΑΣ ΑΠΟΚΛΙΣΗΣ ΜΕΘΑΝΙΟΥ (MCF) |
|--|-------------------------------------|
| ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΟΙ-ΑΝΑΕΡΟΒΙΟΙ | 1,0 |
| ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΟΙ- ΗΜΙ-ΑΕΡΟΒΙΟΙ | 0,5 |
| ΑΝΕΞΕΛΕΓΚΤΟΙ- ΠΑΝΩ ΑΠΟ 5 ΜΕΤΡΑ ΒΑΘΟΣ | 0,8 |
| ΑΝΕΞΕΛΕΓΚΤΟΙ- ΛΙΓΟΤΕΡΟ ΑΠΟ 5 ΜΕΤΡΑ ΒΑΘΟΣ | 0,4 |
| ΥΠΟΛΟΙΠΟΙ | 0,6 |

Πίνακας 3.5: Γενικές τιμές του παράγοντα απόκλισης της παραγωγής μεθανίου που ορίζει η μεθοδολογία της Διακυβερνητικής Επιτροπής για την Κλιματική Αλλαγή (Πηγή: IPCC 2000)

Ο **Συντελεστής οξείδωσης ΟΧ**, αντιπροσωπεύει την ποσότητα του μεθανίου που οξειδώνεται στο έδαφος με το οποίο καλύπτονται οι χώροι τελικής διάθεσης των αποβλήτων. Η οξείδωση του μεθανίου εξαρτάται από τις φυσικές ιδιότητες των αποβλήτων, το πάχος τους και την υγρασία που περιέχουν.

| ΧΩΡΟΙ ΤΕΛΙΚΗΣ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ | ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΟΞΕΙΔΩΣΗΣ (ΟΧ) |
|---|----------------------------|
| ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΟΙ, ΕΝΕΞΕΛΕΓΚΤΟΙ ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΙΠΕΣ ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΠΟΥ ΚΑΛΥΠΤΟΝΤΑΙ ΑΠΟ ΥΛΙΚΑ ΠΟΥ ΔΕΝ ΟΞΕΙΔΩΝΟΝΤΑΙ ΜΕ ΤΟ ΜΕΘΑΝΙΟ | 0,0 |
| ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΟΙ ΠΟΥ ΚΑΛΥΠΤΟΝΤΑΙ ΑΠΟ ΥΛΙΚΑ ΠΟΥ ΟΞΕΙΔΩΝΟΝΤΑΙ ΜΕ ΤΟ ΜΕΘΑΝΙΟ | 0,1 |

Πίνακας 3.6 : Γενικές τιμές του παράγοντα οξείδωσης του μεθανίου όπως ορίζεται από την μεθοδολογία της Διακυβερνητικής Επιτροπής για την Κλιματική Αλλαγή. (Πηγή: IPCC 2000)

Η σωστή λειτουργία της μεθόδου FOD απαιτεί την χρήση δεδομένων που καλύπτουν τα τελευταία πενήντα χρόνια. Οι χώρες που δεν διαθέτουν αυτά τα δεδομένα θα πρέπει να τα υπολογίσουν με βάση κάποια δημογραφικά, οικονομικά και άλλα στατιστικά στοιχεία που διαθέτουν, έτσι ώστε η επιλογή του κατάλληλου επιπέδου στο οποίο θα υπολογιστούν οι εθνικές εκπομπές να γίνει με βάση την διαθεσιμότητα των στοιχείων κάθε χώρας.

3.3 Μέτρηση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου σε Χώρους Βιολογικής Επεξεργασίας των στερεών αποβλήτων

Η κομποστοποίηση και η αναερόβια επεξεργασία των οργανικών αποβλήτων (οικιακά και πράσινα απόβλητα), είναι συνήθης στις ανεπτυγμένες και αναπτυσσόμενες χώρες. Μερικά από τα πλεονεκτήματά τους είναι η μείωση του συνολικού όγκου των αποβλήτων, η καταστροφή των παθογόνων μικροοργανισμών και η παραγωγή βιοαερίου για μετέπειτα ενεργειακή χρήση. Το αποτέλεσμα αυτών των μεθόδων διαχείρισης είναι η παραγωγή λιπασμάτων και βελτιωτικών εδάφους- ποιότητας ανάλογης με αυτή των αποβλήτων.

Η κομποστοποίηση είναι μία αερόβια διαδικασία κατά την οποία ένα μεγάλο μέρος του αποικοδομήσιμου οργανικού άνθρακα (DOC) που περιέχεται στα στερεά απόβλητα μετατρέπεται σε διοξείδιο του άνθρακα (CO_2). Ακόμη κατά την διαδικασία της κομποστοποίησης παράγεται μεθάνιο (CH_4), το μεγαλύτερο μέρος του οποίου οξειδώνεται με αποτέλεσμα το τελικό ποσό μεθανίου που διαφεύγει στην ατμόσφαιρα να βρίσκεται μεταξύ του 0,5 - 4% της αρχικής ποσότητας άνθρακα που περιέχεται στα απόβλητα. Η διαδικασία αυτή προκαλεί επίσης και εκπομπές υποξειδίου του αζώτου (N_2O) που υπολογίζονται στο 0,2 – 5 % της αρχικής ποσότητας άνθρακα που περιέχεται στα απόβλητα.

Η αναερόβια επεξεργασία επιταχύνει την φυσική αποσύνθεση των οργανικών αποβλήτων υπό την έλλειψη οξυγόνου αφού διατηρεί την θερμοκρασία, την υγρασία και τα επίπεδα pH στα βέλτιστα επίπεδα. Το παραγόμενο μεθάνιο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή θερμικής ή ηλεκτρικής ενέργειας. Ωστόσο η αναφορά των εκπομπών από αυτήν την διαδικασία γίνεται στον Τομέα της Ενέργειας καθώς το παραγόμενο διοξείδιο του άνθρακα έχει βιογενή προέλευση. Ακόμη εξαιτίας ανεπιθύμητων διαρροών οι τελικές εκπομπές του μεθανίου ανέρχονται στο 0-10 % της ποσότητας του μεθανίου που δημιουργείται, ενώ οι εκπομπές του υποξειδίου του αζώτου θεωρούνται αμελητέες για αυτήν την μέθοδο.

Η μηχανική – βιολογική επεξεργασία των αποβλήτων γίνεται όλο και πιο δημοφιλής στην Ευρώπη. Κατά την διαδικασία αυτή τα απόβλητα υπόκεινται σε μια σειρά μηχανικών και βιολογικών δραστηριοτήτων με σκοπό την μείωση του συνολικού τους όγκου. Οι δραστηριότητες αυτές ποικίλουν. Στην κοινή τους βάση όμως οι μηχανικές δραστηριότητες (διαχωρισμός, τεμαχισμός και σύνθλιψη αποβλήτων) διαχωρίζουν τα απόβλητα τα οποία μετά δέχονται βιολογική επεξεργασία (κομποστοποίηση και αναερόβια επεξεργασία). Τα απόβλητα που διαχειρίζονται με την μέθοδο της μηχανικής - βιολογικής επεξεργασίας θα παράγουν 95% λιγότερο μεθάνιο από τα απόβλητα που δεν θα επεξεργαστούν καθόλου.

3.3.1 Επιλογή μεθόδου υπολογισμού των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου ανάλογα με τα διαθέσιμα δεδομένα κάθε χώρας

Όπως και στους χώρους τελικής διάθεσης και επεξεργασίας των αποβλήτων έτσι και στους χώρους βιολογικής επεξεργασίας η μέτρηση των εκπομπών γίνεται σε τρία επίπεδα ανάλογα με τα δεδομένα που διαθέτει κάθε χώρα.

Έτσι στο πρώτο επίπεδο ανήκουν οι χώρες που δεν διαθέτουν εξειδικευμένα δεδομένα παρά μόνο χρησιμοποιούν προϋπολογισμένα-γενικά δεδομένα που παρέχει η Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή. Στο δεύτερο επίπεδο, οι παράγοντες των εκπομπών που χρησιμοποιούνται στη μέθοδο θα πρέπει να βασίζονται σε αντιπροσωπευτικά δεδομένα που προέρχονται από τους εθνικούς χώρους βιολογικής επεξεργασίας. Στο τρίτο επίπεδο, οι παράγοντες των εκπομπών που απαιτούνται θα πρέπει να υπολογιστούν για κάθε εγκατάσταση που διαθέτει η χώρα ξεχωριστά.

Παρακάτω παρουσιάζονται τα γενικά δεδομένα που προσφέρει η Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή στις χώρες που δεν διαθέτουν λίγα ή και καθόλου στοιχεία.

| ΜΕΘΟΔΟΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ | ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΕΚΠΟΜΠΩΝ CH ₄ (g CH ₄ /kg διαχειριζόμενων αποβλήτων) | | ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΕΚΠΟΜΠΩΝ N ₂ O (g CH ₄ /kg διαχειριζόμενων αποβλήτων) | |
|---------------------------------------|--|-----------------|---|-----------------------|
| | ΣΕ ΞΗΡΗ ΜΑΖΑ | ΣΕ ΥΓΡΗ ΜΑΖΑ | ΣΕ ΞΗΡΗ ΜΑΖΑ | ΣΕ ΥΓΡΗ ΜΑΖΑ |
| ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗ | 10 (0,08-20) | 4 (0,03-8) | 0,6 (0,2-1,6) | 0,3 (0,06-0,6) |
| ΑΝΑΕΡΟΒΙΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ | 2 (0-20) | 1 (0-8) | ΘΕΩΡΕΙΤΑΙ ΑΜΕΛΗΤΕΟ | ΘΕΩΡΕΙΤΑΙ ΑΜΕΛΗΤΕΟ |

Εικόνα 3.5: Γενικά δεδομένα για τις εκπομπές μεθανίου και υποξειδίου του αζώτου που παρέχει η Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή
(Πηγή: IPCC 2006 guidelines for National Greenhouse Gas Inventory)

3.3.2 Παρουσίαση της μεθόδου υπολογισμού των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου στους χώρους βιολογικής επεξεργασίας

Οι εκπομπές του μεθανίου (CH_4) από τους χώρους βιολογικής επεξεργασίας των στερεών αποβλήτων μπορούν να υπολογιστούν με χρήση της σχέσης:

$$\text{ΕΚΠΟΜΠΕΣ } \text{CH}_4 = \left[\sum_i (M_i \times EF_i) \times 10^{-3} \right] - R$$

Όπου:

- $\text{ΕΚΠΟΜΠΕΣ } \text{CH}_4$, είναι οι συνολικές εκπομπές μεθανίου για το έτος T,
- M_i , είναι η μάζα των οργανικών αποβλήτων που διατέθηκε στον χώρο βιολογικής επεξεργασίας
- EF , είναι ο συντελεστής εκπομπών για την επεξεργασία i
- i , κομποστοποίηση ή αναερόβια επεξεργασία
- R , είναι η συνολική ποσότητα μεθανίου που ανακτήθηκε το έτος T από τον χώρο βιολογικής επεξεργασίας

Οι εκπομπές του υποξειδίου του αζώτου (N_2O) από τους χώρους βιολογικής επεξεργασίας των στερεών αποβλήτων μπορούν να υπολογιστούν με χρήση της σχέσης:

$$\text{ΕΚΠΟΜΠΕΣ } \text{N}_2\text{O} = \sum_i (M_i \times EF_i) \times 10^{-3}$$

Όπου:

- $\text{ΕΚΠΟΜΠΕΣ } \text{N}_2\text{O}$, είναι οι συνολικές εκπομπές υποξειδίου του αζώτου για το έτος T,
- M_i , είναι η μάζα των οργανικών αποβλήτων που διατέθηκε στον χώρο βιολογικής επεξεργασίας
- EF , είναι ο συντελεστής εκπομπών για την επεξεργασία i
- i , κομποστοποίηση ή αναερόβια επεξεργασία

«ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΤΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ ΣΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ-ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΣΤΟ ΔΗΜΟ ΒΥΡΩΝΑ»

Όπως αναφέρθηκε οι παράγοντες των εκπομπών που χρησιμοποιούνται στις εξισώσεις υπολογισμού των εκπομπών του μεθανίου και του υποξειδίου του αζώτου μπορούν να προκύψουν είτε από τα προϋπολογισμένα-γενικά δεδομένα που προσφέρει η Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή (επίπεδο 1), είτε από όλους τους εθνικούς χώρους βιολογικής επεξεργασίας κάθε χώρας (επίπεδο 2), είτε από κάθε εγκατάσταση βιολογικής επεξεργασίας ξεχωριστά (επίπεδο 3).



3.4 Μέτρηση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου κατά την Αποτέφρωση και την Υπαίθρια Καύση των στερεών αποβλήτων

Η αποτέφρωση των αποβλήτων ορίζεται ως η καύση των στερεών αποβλήτων και των λυμάτων σε ελεγχόμενες εγκαταστάσεις αποτέφρωσης. Οι μοντέρνοι αποτεφρωτήρες απορριμμάτων διαθέτουν ψηλές καπνοδόχους και ειδικά σχεδιασμένους θαλάμους καύσης οι οποίοι παρέχουν υψηλές θερμοκρασίες καύσης. Οι τύποι των αποβλήτων που αποτεφρώνονται είναι δημοτικά στερεά απόβλητα, βιομηχανικά, επικίνδυνα απόβλητα, νοσοκομειακά και λύματα υπονόμων. Η αποτέφρωση των δημοτικών στερεών αποβλήτων είναι συνήθης στις ανεπτυγμένες χώρες ενώ η αποτέφρωση των νοσοκομειακών αποβλήτων συναντάται ευρέως τόσο στις αναπτυγμένες όσο και στις αναπτυσσόμενες χώρες.

Οι εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου από την αποτέφρωση των στερεών αποβλήτων που γίνεται χωρίς ανάκτηση ενέργειας υπολογίζονται στον Τομέα των Αποβλήτων όπως αυτός ορίζεται στην μέθοδο της Διακυβερνητικής Επιτροπής για την Κλιματική Αλλαγή. Στον τομέα της ενέργειας αναφέρονται οι εκπομπές από την διαδικασία της αποτέφρωσης που συνοδεύεται με ανάκτηση ενέργειας. Επίσης η καύση των γεωργικών υπολειμμάτων παρουσιάζεται στον τομέα της Γεωργίας, της Δασοπονίας και των υπόλοιπων Χρήσεων της Γης (AFOLU).

Η υπαίθρια καύση των αποβλήτων ορίζεται ως η καύση των άχρηστων πλέον υλικών, όπως το χαρτί, το ξύλο, τα πλαστικά, τα χαρτόνια, το καουτσούκ, τα χρησιμοποιημένα ορυκτέλαια και άλλα, στην φύση ή σε ανοικτές χωματερές, όπου ο καπνός και οι υπόλοιπες εκπομπές διαφεύγουν απευθείας στην ατμόσφαιρα.

Η διαδικασία της αποτέφρωσης και της υπαίθριας καύσης είναι πηγές εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου. Τα αέρια που υπολογίζονται οι εκπομπές τους στην μεθοδολογία της Διακυβερνητικής Επιτροπής για την Κλιματική Αλλαγή είναι το διοξείδιο του άνθρακα (CO_2), το μεθάνιο (CH_4) και το υποξείδιο του αζώτου (N_2O). Συνήθως οι εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα είναι πιο ζημιογόνες για το περιβάλλον από τις εκπομπές του μεθανίου και του υποξειδίου του αζώτου.

Η μεθοδολογία δεν παρέχει τρόπους υπολογισμού για άλλα αέρια του θερμοκηπίου που προκύπτουν από την καύση των απορριμμάτων, όπως οι οργανικές και πτητικές ενώσεις (NMVOCs), το μονοξείδιο του άνθρακα (CO), τα οξείδια του αζώτου (NO_x) και τα οξείδια του αζώτου (SO_x). Προτείνει ωστόσο ο υπολογισμός τους να γίνει με βάση άλλες επιστημονικά αποδεκτές μεθόδους.

3.4.1 Επιλογή μεθόδου υπολογισμού των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου ανάλογα με τα διαθέσιμα δεδομένα κάθε χώρας

Ο υπολογισμός των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα στην διαδικασία της αποτέφρωσης και της υπαίθριας καύσης γίνεται σε τρία επίπεδα ανάλογα με τα δεδομένα που διαθέτει κάθε χώρα.

Στο πρώτο επίπεδο υπολογίζονται οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα για χώρες που διαθέτουν λίγα ή και καθόλου στοιχεία, τα οποία παραλαμβάνουν από την Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή.

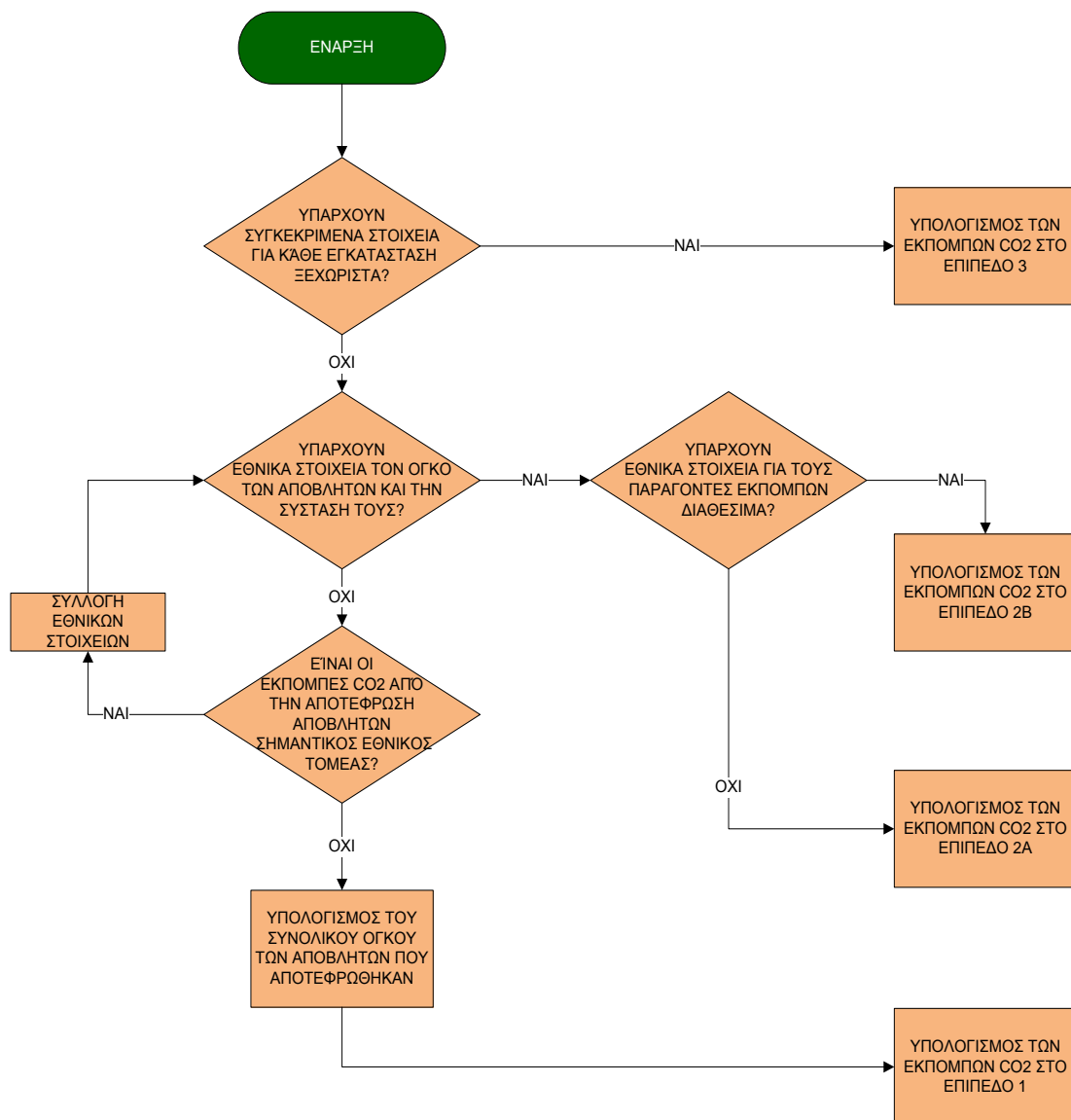
Το δεύτερο επίπεδο χωρίζεται σε δύο υποκατηγορίες. Στην πρώτη υποκατηγορία ανήκουν οι χώρες που γνωρίζουν την σύσταση των αποβλήτων τους αλλά δεν έχουν κανένα άλλο δεδομένο για τις υπόλοιπες παραμέτρους (περιεκτικότητα σε ξηρές ουσίες, ποσοστό άνθρακα στα απόβλητα, ποσοστό ορυκτού άνθρακα στα απόβλητα και συντελεστής οξείδωσης). Στην δεύτερη υποκατηγορία ανήκουν οι χώρες που διαθέτουν εθνικά δεδομένα για όλες τις παραμέτρους.

Τέλος στην τρίτη κατηγορία υπολογίζονται οι εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου μιας χώρας που διαθέτει συγκεκριμένα για κάθε εγκατάσταση δεδομένα.

| ΕΠΙΠΕΔΑ ΚΑΙ ΠΡΟΕΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ | ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΟΓΚΟΣ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ | ΣΥΣΤΑΣΗ ΤΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ | ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΕ ΞΗΡΕΣ ΟΥΣΙΕΣ | ΠΟΣΟΣΤΟ ΑΝΘΡΑΚΑ ΣΤΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ | ΠΟΣΟΣΤΟ ΟΡΥΚΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ ΣΤΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ | ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΟΞΕΙΔΩΣΗΣ |
|--------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------------------|------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------|
| ΕΠΙΠΕΔΟ 3 | ΕΙΔΙΚΑ ΓΙΑ ΚΑΘΕ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ | ΕΙΔΙΚΑ ΓΙΑ ΚΑΘΕ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ | ΕΙΔΙΚΑ ΓΙΑ ΚΑΘΕ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ | ΕΙΔΙΚΑ ΓΙΑ ΚΑΘΕ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ | ΕΙΔΙΚΑ ΓΙΑ ΚΑΘΕ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ | ΕΙΔΙΚΑ ΓΙΑ ΚΑΘΕ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ |
| ΕΠΙΠΕΔΟ 2B | ΕΘΝΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ | ΕΘΝΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ | ΕΘΝΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ | ΕΘΝΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ | ΓΕΝΙΚΑ Ή ΕΘΝΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ | ΓΕΝΙΚΑ Ή ΕΘΝΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ |
| ΕΠΙΠΕΔΟ 2A | ΕΘΝΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ | ΕΘΝΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ | ΓΕΝΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ | ΓΕΝΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ | ΓΕΝΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ | ΓΕΝΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ |
| ΕΠΙΠΕΔΟ 1 | ΓΕΝΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ | ΓΕΝΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ | ΓΕΝΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ | ΓΕΝΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ | ΓΕΝΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ | ΓΕΝΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ |

Πίνακας 3.7: Προέλευση δεδομένων που απαιτούνται για κάθε επίπεδο (Πηγή: IPCC guidelines 2006)

«ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΤΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ ΣΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ-ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΣΤΟ ΔΗΜΟ ΒΥΡΩΝΑ»



Εικόνα 3.6 : Δέντρο απόφασης για την επιλογή του κατάλληλου επιπέδου υπολογισμού των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου για την διαδικασία της αποτέφρωσης και υπαίθριας καύσης.

Ο υπολογισμός των εκπομπών του μεθανίου και του υποξειδίου του αζώτου, στην διαδικασία της αποτέφρωσης και της υπαίθριας καύσης γίνεται και αυτός σε τρία επίπεδα αντίστοιχα (χωρίς υποκατηγορίες), ανάλογα με τα διαθέσιμα δεδομένα κάθε χώρας. Στο πρώτο επίπεδο χρησιμοποιούνται γενικά δεδομένα από την Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή, στο δεύτερο εθνικά δεδομένα που αφορούν τις δραστηριότητες της αποτέφρωσης και της υπαίθριας καύσης και στο τρίτο ειδικά στοιχεία για κάθε εγκατάσταση ξεχωριστά.

3.4.2 Παρουσίαση της μεθόδου υπολογισμού των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου στις εγκαταστάσεις Αποτέφρωσης και Υπαίθρια καύσης των στερεών αποβλήτων

Οι εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα (CO_2) στις εγκαταστάσεις αποτέφρωσης και υπαίθριας καύσης μπορούν να υπολογιστούν με τις εξής σχέσεις:

$$ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO_2 = \left[\sum_i (SW_i \times dm_i \times CF_i \times FCF_i \times OF_i) \right] \times \frac{44}{12}$$

Όπου:

- $ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO_2$, είναι οι συνολικές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα για το έτος T,
- SW_i , είναι η συνολική μάζα στερεών αποβλήτων που αποτεφρώθηκε
- dm_i , είναι η περιεκτικότητα σε ξηρή μάζα των αποβλήτων που αποτεφρώθηκαν
- i , είναι ο τύπος αποβλήτων που αποτεφρώθηκε (δημοτικά στερεά απόβλητα, βιομηχανικά απόβλητα, νοσοκομειακά, επικίνδυνα απόβλητα)
- CF_i , είναι το ποσοστό άνθρακα σε ξηρή μάζα των αποβλήτων
- FCF_i , είναι το ποσοστό ορυκτού άνθρακα στον συνολικό άνθρακα
- OF_i , είναι ο συντελεστής οξείδωσης
- $44/12$, είναι ο συντελεστής μετατροπή του άνθρακα σε διοξείδιο του άνθρακα

Οι εκπομπές του μεθανίου (CH_4) στις εγκαταστάσεις αποτέφρωσης και υπαίθριας καύσης μπορούν να υπολογιστούν με την εξής σχέση:

$$\text{ΕΚΠΟΜΠΕΣ } \text{CH}_4 = \sum_i (IW_i \times EF_i) \times 10^{-6}$$

Όπου:

- $\text{ΕΚΠΟΜΠΕΣ } \text{CH}_4$, είναι οι συνολικές εκπομπές μεθανίου για το έτος T
- IW_i , είναι η συνολική μάζα στερεών αποβλήτων που αποτεφρώθηκε
- EF_i , είναι ο συντελεστής εκπομπών του μεθανίου
- i , είναι ο τύπος αποβλήτων που αποτεφρώθηκε (δημοτικά στερεά απόβλητα, βιομηχανικά απόβλητα, νοσοκομειακά, επικίνδυνα απόβλητα)

Οι εκπομπές του υποξειδίου του αζώτου (N_2O) στις εγκαταστάσεις αποτέφρωσης και υπαίθριας καύσης μπορούν να υπολογιστούν με τις εξής σχέσεις:

$$\text{ΕΚΠΟΜΠΕΣ } \text{N}_2\text{O} = \sum_i (IW_i \times EF_i) \times 10^{-6}$$

Όπου:

- $\text{ΕΚΠΟΜΠΕΣ } \text{N}_2\text{O}$, είναι οι συνολικές εκπομπές υποξειδίου του αζώτου για το έτος T
- IW_i , είναι η συνολική μάζα στερεών αποβλήτων που αποτεφρώθηκε
- EF_i , είναι ο συντελεστής εκπομπών του υποξειδίου του αζώτου
- i , είναι ο τύπος αποβλήτων που αποτεφρώθηκε (δημοτικά στερεά απόβλητα, βιομηχανικά απόβλητα, νοσοκομειακά, επικίνδυνα απόβλητα)

«ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΤΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ ΣΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ-ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΣΤΟ ΔΗΜΟ ΒΥΡΩΝΑ»

Το **μέγεθος SW_i** , είναι η συνολική μάζα του τύπου i των στερεών αποβλήτων που αποτεφρώθηκε. Εάν δεν διαθέτει κάποια χώρα δικά της, εξειδικευμένα δεδομένα μπορεί να χρησιμοποιήσει τα γενικά δεδομένα που παρέχει η Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή (βλ. ενότητα 3.1)

Το **μέγεθος dm** , είναι η περιεκτικότητα σε ξηρή μάζα των αποβλήτων. Μπορεί να υπολογιστεί ως το άθροισμα των γινομένων του ποσοστού κάθε τύπου αποβλήτου i στον συνολικό όγκο των αποβλήτων επί την περιεκτικότητα του τύπου i σε ξηρές ουσίες.

Το **μέγεθος CF** , είναι το ποσοστό άνθρακα σε ξηρή μάζα των αποβλήτων. Μπορεί να υπολογιστεί ως το άθροισμα των γινομένων του ποσοστού κάθε τύπου αποβλήτου i στον συνολικό όγκο των αποβλήτων επί την περιεκτικότητα του τύπου i σε άνθρακα. Ορισμένες γενικές τιμές που παρέχει η IPCC:

| ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ | ΤΡΟΠΟΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ | ΔΗΜΟΤΙΚΑ ΣΤΕΡΕΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ | ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ | ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΑΚΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ | ΛΥΜΑΤΑ ΥΠΟΝΟΜΩΝ |
|---|--------------------|--------------------------|----------------------|-----------------------|-----------------|
| ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΕ ΞΗΡΕΣ ΟΥΣΙΕΣ | | ΣΗΜ 1 | Μ/Δ | Μ/Δ | Μ/Δ |
| ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΕ ΑΝΘΡΑΚΑ | | ΣΗΜ 1 | 50 | 60 | 40 – 50 |
| ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΕ ΟΡΥΚΤΟ ΑΝΘΡΑΚΑ | | ΣΗΜ 1 | 90 | 40 | 0 |
| ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΟΞΕΙΔΩΣΗΣ | ΑΠΟΤΕΦΡΩΣΗ | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | ΥΠΑΙΘΡΙΑ ΚΑΥΣΗ | 58 | Δ/Π | Δ/Π | Δ/Π |
| Μ/Δ : ΜΗ ΔΙΑΘΕΣΙΜΟ, Δ/Π : ΔΕΝ ΠΡΟΒΛΕΠΕΤΑΙ | | | | | |
| ΣΗΜΕΙΩΣΗ 1: ΤΑ ΜΕΓΕΘΗ ΥΠΑΡΧΟΥΝ ΑΝΑΛΥΤΙΚΑ ΣΤΗΝ ΟΔΗΓΙΑ ΤΗΣ IPCC | | | | | |

Πίνακας 3.8 : Γενικά δεδομένα που παρέχει η Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή για τον υπολογισμό των εκπομπών των CO_2 , N_2O , CH_4 , στις εγκαταστάσεις Αποτέφρωσης και υπαίθριας καύσης των αποβλήτων (Πηγή: IPCC, οδηγίες 2006)

Το **μέγεθος FCF** , είναι το ποσοστό του ορυκτού άνθρακα στον συνολικό άνθρακα. Μπορεί να υπολογιστεί ως το άθροισμα των γινομένων του ποσοστού κάθε τύπου αποβλήτου i στον συνολικό όγκο των αποβλήτων επί την περιεκτικότητα του τύπου i σε ορυκτό άνθρακα.

Το **μέγεθος OX** , είναι ο συντελεστής οξείδωσης. Όταν τα απόβλητα αποτεφρώνονται ή καίγονται υπαίθρια το μεγαλύτερο μέρος του άνθρακα αντιδρά με το οξυγόνο και σχηματίζει CO_2 .

(<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol5.html>)

4 ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΩΝ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ ΣΕ ΦΟΡΕΙΣ (ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΙΣ, ΤΟΠΙΚΗ ΑΥΤΟΔΙΟΙΚΗΣΗ, ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ)

4.1 Εισαγωγή

Ο υπολογισμός των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου στις επιχειρήσεις, στους δήμους και στις εγκαταστάσεις που συνδέονται με την διαχείριση των στερεών αποβλήτων αποκτά, με την ραγδαία αλλαγή του κλίματος, μεγάλη σημασία. Η μέτρηση και η αναφορά τους μπορεί να είναι είτε υποχρεωτική είτε εθελοντική αλλά σε κάθε περίπτωση παίζει σημαντικό ρόλο στην διαμόρφωση πολιτικών για την μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου.

Ένα πλήθος πρωτοκόλλων και μεθοδολογιών υπολογισμού των εκπομπών έχει αναπτυχθεί, βασισμένα σε εθελοντικά προγράμματα από επιχειρήσεις και ορισμένες φορές υποστηριζόμενα από μη κυβερνητικές οργανώσεις. Η πιο διαδεδομένη και αποδεκτή σε παγκόσμια κλίμακα μεθοδολογία είναι το Πρωτόκολλο των Αερίων του Θερμοκηπίου (Greenhouse Gas Protocol) που δημιουργήθηκε από το Παγκόσμιο Ινστιτούτο Φυσικών Πόρων (World Resources Institute) και το Παγκόσμιο Συμβούλιο Επιχειρήσεων υπέρ της Αειφόρου Ανάπτυξης (World Business Council for Sustainable Development). Το πρωτόκολλο αυτό εφαρμόστηκε ειδικά στον τομέα της διαχείρισης των αποβλήτων με αποτέλεσμα την δημιουργία του Πρωτοκόλλου για την Ποσοτικοποίηση των Εκπομπών των Αερίων του Θερμοκηπίου στις δραστηριότητες της διαχείρισης των στερεών αποβλήτων από την ΕΡΕ (2007).

Διαδικασίες τυποποίησης των διάφορων μοντέλων έχουν αναπτυχθεί στην σειρά των ISO 14064 (ISO, 2006) οι οποίες όμως παρέχουν μεθοδολογία μόνο για την αναφορά των εκπομπών και όχι για τον υπολογισμό τους.

Το Πρωτόκολλο της ΕΡΕ υπολογίζει τις «κύριες» εκπομπές, οι οποίες περιλαμβάνουν τα αέρια CO_2 biogenic, CO_2 fossil, CH_4 και N_2O . Οι εκπομπές N_2O από τις εξατμίσεις (των οχημάτων και των μηχανών βιοαερίου) εξαιρούνται. «Κύριες» είναι οι συνολικές άμεσες εκπομπές που δημιουργούν οι δραστηριότητες της διαχείρισης των στερεών αποβλήτων.

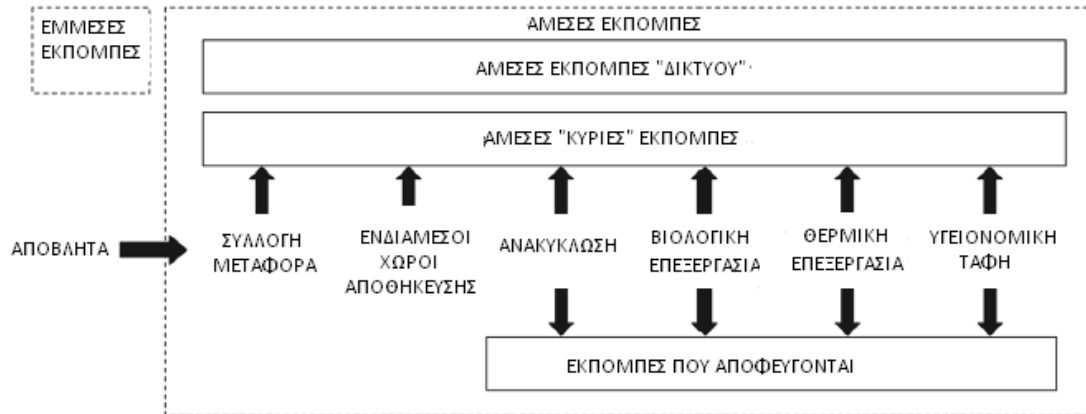
Υπολογίζει ακόμη τις εκπομπές «δικτύου» που αποτελούνται από τις εκπομπές CO_2 fossil, CH_4 και N_2O . Οι εκπομπές «δικτύου» είναι εκείνες που τελικά λαμβάνονται υπόψη στον υπολογισμό και την αναφορά των εκπομπών μετά την εφαρμογή της σύμβασης για την βιομάζα κατά την οποία οι εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου που προέρχονται από την καύση της βιομάζας είναι μηδενικές.

Συμπεριλαμβάνονται ακόμα οι έμμεσες εκπομπές (όπως η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας) οι οποίες χωρίζονται σε δύο κατηγορίες. Η πρώτη κατηγορία περιλαμβάνει τις εκπομπές από την ηλεκτρική, την θερμική και την παραγόμενη

«ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΤΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ ΣΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ-ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΣΤΟ ΔΗΜΟ ΒΥΡΩΝΑ»

από ατμό ενέργεια ενώ η δεύτερη κατηγορία περιλαμβάνει τις υπόλοιπες έμμεσες εκπομπές.

Τέλος, το Πρωτόκολλο της ΕΡΕ περιλαμβάνει τις εκπομπές που έχουν αποφευχθεί και που προκύπτουν από την ανάκτηση της ενέργειας και των πρώτων υλών (όπως η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από το βιοαέριο των ΧΥΤΑ).



Εικόνα 4.1 : Η μεθοδολογία του Πρωτοκόλλου της ΕΡΕ για τον υπολογισμό των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου στους φορείς που συνδέονται με τον τομέα της διαχείρισης των αποβλήτων (Πηγή: ΕΡΕ Protocol 2007)

4.2 Ορισμός Άμεσων και Έμμεσων εκπομπών κατά το Πρωτόκολλο για την Ποσοτικοποίηση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου

-**Άμεσες εκπομπές:** είναι οι εκπομπές που προέρχονται από δραστηριότητες ή εξοπλισμό που ελέγχονται από τον φορέα, όπως οι εκπομπές CO₂, N₂O από τις εγκαταστάσεις αποτέφρωσης, οι εκπομπές CH₄, CO₂ από τους ΧΥΤΑ ή οι εκπομπές N₂O, CO₂ από οχήματα που ανήκουν στον φορέα.

-**Έμμεσες εκπομπές:** είναι οι εκπομπές που συνδέονται με τις δραστηριότητες του φορέα αλλά λαμβάνουν μέρος σε χώρους και δραστηριότητες που ελέγχονται από άλλους φορείς, όπως η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (εκπομπές N₂O, CO₂) που καταναλώνεται από τον φορέα αλλά παράγεται από έναν άλλον οργανισμό ή η μεταφορά των απορριμμάτων (εκπομπές N₂O, CO₂) με οχήματα που δεν ανήκουν στον φορέα. Οι έμμεσες εκπομπές χωρίζονται σε δύο κατηγορίες όπως έχει αναφερθεί. Η πρώτη περιλαμβάνει την εισαγωγή ηλεκτρικής, θερμικής και παραγόμενης από ατμό ενέργειας που δεν παράγεται από τον ίδιο τον φορέα και η δεύτερη κατηγορία τις υπόλοιπες εκπομπές όπως η κατασκευή κάποιου είδους εξοπλισμού.

- **Εκπομπές που αποφεύγονται:** Είναι οι εκπομπές που αποφεύγονται εξαιτίας της παραγωγής ενέργειας ή πρώτων υλών από τα απόβλητα, που αντικαθιστούν την ζήτηση για επιπλέον ενέργεια, πρώτες ύλες ή καύσιμα. Οι εκπομπές αυτές προκύπτουν από την παραγωγή ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας από το βιοαέριο των ΧΥΤΑ ή από την αποτέφρωση των στερεών αποβλήτων (αντικαθιστώντας τις απαιτήσεις σε ενέργεια άρα και εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου που απαιτούνται για την παραγωγή της) και από την ανακύκλωση των υλικών (αντικαθιστώντας τις απαιτήσεις σε παρθένες πρώτες ύλες).

Ακολουθεί ένας πίνακας όπου συνοψίζονται όλες οι άμεσες, οι έμμεσες και οι εκπομπές των δραστηριοτήτων που αποφεύγονται και συνδέονται με τη διαχείριση των στερεών αποβλήτων και υπολογίζονται με την χρήση του Πρωτοκόλλου για την Ποσοτικοποίηση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου.

**«ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΤΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ ΣΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ-ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΣΤΟ ΔΗΜΟ ΒΥΡΩΝΑ»**

| ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ | ΑΜΕΣΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ | | ΕΜΜΕΣΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ | ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΠΟΥ ΑΠΟΦΕΥΧΟΝΤΑΙ |
|--|---|---|---|--|
| | «ΚΥΡΙΕΣ» | «ΔΙΚΤΥΟΥ» | | |
| ΣΥΛΛΟΓΗ ΚΑΙ ΜΕΤΑΦΟΡΑ | CO ₂ ΑΠΟ ΚΑΥΣΙΜΑ | CO ₂ ΑΠΟ ΚΑΥΣΙΜΑ | CO ₂ ΑΠΟ ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΟΧΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΑΠΟ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΠΗΓΗ | Χ |
| ΥΓΕΙΟΝΟΜΙΚΗ ΤΑΦΗ | CH ₄ , CO ₂ ΑΠΟ ΤΟΥΣ ΧΥΤΑ | CH ₄ ΠΟΥ ΔΕΝ ΣΥΛΛΕΧΘΗΚΕ ΚΑΙ CO ₂ ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΑΥΣΙΜΟΥ ΤΟΥ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ | CO ₂ ΑΠΟ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΠΗΓΗ ΕΚΤΟΣ ΤΟΥ ΦΟΡΕΑ | CO ₂ ΛΟΓΩ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ |
| ΑΠΟΤΕΦΡΩΣΗ | N ₂ O, CO ₂ ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΑΥΣΗ | N ₂ O, CO ₂ ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΑΥΣΗ (ΕΚΤΟΣ ΤΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ) | CO ₂ ΑΠΟ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΠΗΓΗ ΕΚΤΟΣ ΤΟΥ ΦΟΡΕΑ | CO ₂ ΛΟΓΩ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗΣ ΤΗΣ ΤΕΦΡΑΣ |
| ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ | CO ₂ ΑΠΟ ΤΗΝ ΒΙΟΜΑΖΑ | CO ₂ ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΑΥΣΙΜΟΥ ΤΟΥ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ | CO ₂ ΑΠΟ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΠΗΓΗ ΕΚΤΟΣ ΤΟΥ ΦΟΡΕΑ | CO ₂ ΛΟΓΩ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ |
| ΑΠΟΤΕΦΡΩΣΗ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ | CO ₂ ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΑΥΣΗ | CO ₂ ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΑΥΣΗ | CO ₂ ΑΠΟ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΠΗΓΗ ΕΚΤΟΣ ΤΟΥ ΦΟΡΕΑ | CO ₂ ΛΟΓΩ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ |
| ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΣ, ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΚΑΙ ΑΝΑΚΤΗΣΗ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ | CO ₂ ΑΠΟ ΚΑΥΣΙΜΑ | CO ₂ ΑΠΟ ΚΑΥΣΙΜΑ | CO ₂ ΑΠΟ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΠΗΓΗ ΕΚΤΟΣ ΤΟΥ ΦΟΡΕΑ | CO ₂ ΛΟΓΩ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΒΙΟΜΑΖΑ ΚΑΙ ΑΛΛΑ ΑΕΡΙΑ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ ΠΟΥ ΣΥΝΔΕΟΝΤΑΙ ΜΕ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΤΩΝ ΑΝΑΚΥΚΛΩΜΕΝΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ |

Πίνακας 4.1 : Διαδικασίες και εκπομπές που συνδέονται με την διαχείριση των στερεών αποβλήτων από φορείς όπως αναγνωρίζονται στο Πρωτόκολλο για την Ποσοτικοποίηση των Εκπομπών των Αερίων του Θερμοκηπίου (Πηγή: EPE Protocol 2007)

4.3 Παρουσίαση της μεθόδου υπολογισμού των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου στους φορείς

Στη μεθοδολογία που προτείνεται από το Πρωτόκολλο της ΕΡΕ υπολογίζονται οι εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα (CO₂), του μεθανίου (CH₄) και του υποξειδίου του αζώτου (N₂O). Για το υποξείδιο του αζώτου ο υπολογισμός γίνεται μόνο στη διαδικασία της αποτέφρωσης καθώς προς το παρόν δεν υπάρχει κάποια διαθέσιμη μέθοδος υπολογισμού των εκπομπών του για τις υπόλοιπες διαδικασίες. Ακόμη υποτίθεται ότι οι δραστηριότητες διαχείρισης των στερεών αποβλήτων δεν δημιουργούν σε συνήθεις συνθήκες καθόλου εξαφθοριούχο θείο (SF₆), υδροφθοράνθρακες (HFC) και περφθοράνθρακες (PFC).

Η μονάδα μέτρησης που χρησιμοποιείται είναι οι τόνοι ισοδύναμου άνθρακα στο μετρικό σύστημα και η περίοδος που πρέπει να αναφέρει κάθε φορέας τις εκπομπές του-άρα και να τις μετρήσει- είναι ένας χρόνος. Ο υπολογισμός των εκπομπών έχει γίνει με χρήση του δυναμικού πλανητικής υπερθέρμανσης (GWP) που αναφέρεται στην δεύτερη έκθεση της Διακυβερνητικής Επιτροπής για την Κλιματική Αλλαγή και έχει τιμή 1 για το διοξείδιο του άνθρακα, 21 για το μεθάνιο και 310 για το οξείδιο του αζώτου.

Για την ποσοτικοποίηση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου χρησιμοποιείται το πρόγραμμα Excel της Microsoft. Το αρχείο υπολογισμού των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου αποτελείται από λογιστικά φύλλα που περιλαμβάνουν τις εξής κατηγορίες:

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ 1

Μεταφορά των αποβλήτων: όπου γίνεται ο υπολογισμός των εκπομπών που προκύπτουν από τις δραστηριότητες της συλλογής και της μεταφοράς των απορριμμάτων.

| Fuel | Consumption (litre) | | kg CO ₂ -e per litre | t CO ₂ -e | |
|------------|-------------------------------|--|---------------------------------|-------------------------------|--|
| | owned, controlled or operated | outsourced goods transportation activity | | owned, controlled or operated | outsourced goods transportation activity |
| Gasoline | | | 2,425 | - | - |
| Diesel oil | | | 2,662 | - | - |
| LPG | | | 1,584 | - | - |
| Other fuel | | | 1,00 | - | - |
| Total | | | | - | - |

Εικόνα 4.2 : Παράδειγμα υπολογισμού των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου από την καύση των καυσίμων με βάση τις ποσότητες προμήθειας τους (Πηγή: EPE Protocol)

«ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΤΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ ΣΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ-ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΣΤΟ ΔΗΜΟ ΒΥΡΩΝΑ»

| Vehicle's designation | vehicle.km | | litres aux 100 | kg CO2-e par litre | t CO2-e | |
|-----------------------|-------------------------------------|--|-------------------|-----------------------|-------------------------------------|--|
| | owned, controlled or operated | outsourced goods transportation activity | | | owned, controlled or operated | outsourced goods transportation activity |
| Gasoline vehicle, 1 | | | | 2.425 | - | - |
| Gasoline vehicle, 2 | | | | 2.425 | - | - |
| Gasoline vehicle, 3 | | | | 2.425 | - | - |
| Diesel oil vehicle, 1 | | | | 2.662 | - | - |
| Diesel oil vehicle, 2 | | | | 2.662 | - | - |
| Diesel oil vehicle, 3 | | | | 2.662 | - | - |
| Other vehicle, 1 | | | | | - | - |
| Other vehicle, 2 | | | | | - | - |
| Other vehicle, 3 | | | | | - | - |
| Total | | | | | - | - |

Εικόνα 4.3 : Παράδειγμα υπολογισμού των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου από τα οχήματα του φορέα με βάση τον τύπο του οχήματος, την απόσταση που διανύει και την μέση κατανάλωση καυσίμου (Πηγή: EPE Protocol)

Το γαλάζιο χρώμα προορίζεται για τις άμεσες εκπομπές του φορέα, το ροζ (δεν φαίνεται στο παράδειγμα) για τις έμμεσες από τα ηλεκτρικά ή υβριδικά οχήματα της εταιρίας και το πράσινο για τις έμμεσες εκπομπές από οχήματα που δεν ανήκουν στον φορέα.

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ 2

Εγκαταστάσεις που απαιτούν μόνιμη καύση καυσίμων και έμμεσες εκπομπές: όπου γίνεται ο υπολογισμός των εκπομπών από την συνεχή κατανάλωση καυσίμου (άμεσες εκπομπές) και των εκπομπών από την κατανάλωση ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας.

| Fuel type | Used quantities | Emission factor | CO2 gross accounting | Accounting | CO2 net emissions |
|--------------------------|-----------------|-----------------|-------------------------|------------|-------------------|
| | tons | kgCO2 / t | t CO2 | % | t CO2 |
| Gas oil | | 3,15 | | 100 | |
| Diesel | | 3,15 | | 100 | |
| Heavy Fuel oil | | 3,10 | | 100 | |
| Natural gas | | 2 827 | | 100 | |
| Others (to be specified) | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Total | | | | | - |

Εικόνα 4.4: Παράδειγμα υπολογισμού των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου από την καύση των καυσίμων με βάση τις ποσότητες χωρητικότητας των δεξαμενών τους (Πηγή: EPE Protocol)

«ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΤΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ ΣΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ-ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΣΤΟ ΔΗΜΟ ΒΥΡΩΝΑ»

| Consumed electricity or heat production area | Energie consommée MWh | Emission factor (*) kgCO2 / MWh | Indirect net emissions t CO2 | Accounting (0 or 100%) % | Indirect net emissions t CO2 |
|--|--------------------------|------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|
| | | | | 100 | |
| | | | | 100 | |
| | | | | 100 | |
| | | | | 100 | |
| | | | | 100 | |
| | | | | 100 | |
| | | | | 100 | |
| | | | | 100 | |
| | | | | 100 | |
| | | | | 100 | |
| * see factors given in the 'Factors' tab | | | | | |
| Total | | | | | |

Εικόνα 4.5: Παράδειγμα υπολογισμού των έμμεσων εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου από την ηλεκτρική ή θερμική ενέργεια που καταναλώνει ο φορέας και που δεν παράγει ο ίδιος (Πηγή: EPE Protocol)

Το γκρι χρώμα αφορά τιμές που έχουν υπολογιστεί σε προηγούμενο στάδιο της μεθόδου, το ροζ σε κάποια γενικά στοιχεία – σταθερές που έχουν προϋπολογιστεί από το Πρωτόκολλο της EPE και το πράσινο προορίζεται για τα δεδομένα που πρέπει να συμπληρώσει ο χρήστης.

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ 3

Χώροι Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων : όπου προτείνονται τέσσερις μεθοδολογίες που υπάρχουν για τον υπολογισμό των εκπομπών του μεθανίου. Μία από αυτές είναι και η μεθοδολογία που προτείνει η Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή για τους ΧΥΤΑ (μέθοδος FOD, επίπεδο 2).

| Model | Methane production calculation equation | Major parameters | | Emissions calculation |
|--|---|---|---|--|
| | | k ^e (year-1) | Methane generation potential L0 (Nm3 CH4 / t) | |
| GIEC (Tier 2) First order decay model (GIEC, 2005) | $P_{CH4} = A * k * DSM_p(x) * DSM_y * I_0(x) * e^{-k(t-x)}$ A = normalisation factor* DSMT = Total MSW produced DSMF= Fraction of total MSW disposed in landfill | 0,05 | $L_0 = FCM * COD * COD_p * F * 16 / 12$ With : FCM= Methane correction factor F (fraction of CH4 in landfill gas) = 0.5 COD= degradable organic carbon, based on the waste's flow | Theoretical production – collected volume * (1-oxidation rate) Oxidation = 10 % (default) |
| ADEME First order multiphase (Taramini, 2002) | $P_{CH4} = \sum_{i=1}^n FE_0 * (\sum A_i * p_i * k_i * e^{-k_i(t-x)})$ Ai= normalisation factor* pi= fraction of waste with a methane generation rate constant ki | k1=0,5 k2= 0,1 k3= 0,04 May: :0.14 | $FE_0 = 0,934 * C_0 * (0,014 * T + 0,28)$ FE0= 100 (MSW) et 50 (Non hazardous industrial waste) | Depending on a theoretical collection rate, defined by zone, + 10% oxidation Collection rate by zone : - in operation : 35% - semi-permeable cover : 65% - natural impermeable cover :85% - geomembrane : 90% |
| GasSIM First order multiphase (UK, 2005) | $C_t = C_0 - (C_{0,1}e^{-k_1t} + C_{0,2}e^{-k_2t} + C_{0,3}e^{-k_3t})$ $C_x = C_t - C_{t-1}$ C = quantity of degradable carbon | k1 = 0,116 k2 = 0,076 k3 = 0,046 | Calculated by the model according to waste's composition | Calculated by the software according to the cover type |
| LandGEM First order (US-EPA, 2005) | $Q_{CH4} = \sum_{i=1}^n kL_0M_i (e^{-k_i t})$ M= Quantity of waste disposed in landfill | 0,04 (Inv) 0,05 (CAA) | 100 (Inv) US EPA's pollutants' emissions inventory 170 (CAA) Emissions control within the US Clean Air Act | Theoretical production – collected volume * (1-oxidation rate) Oxidation = 10 % (default) |

Εικόνα 4.6: Προτείνονται οι τεσσερις μεθοδολογίες για τον υπολογισμό των εκπομπών του μεθανίου των ΧΥΤΑ (Πηγή: EPE Protocol)



«ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΤΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ ΣΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ-ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΣΤΟ ΔΗΜΟ ΒΥΡΩΝΑ»

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ 4

Διαδικασία της Αποτέφρωσης : όπου γίνεται ο υπολογισμός των εκπομπών CO₂ και N₂O κατά την αποτέφρωση των δημοτικών, των βιομηχανικών και των νοσοκομειακών απορριμμάτων. Για τον υπολογισμό τους απαιτούνται κάποιοι συντελεστές εκπομπών που παρέχονται από την μεθοδολογία σε ειδικό κεφάλαιο.

| | Incinerated quantity | Annual flue gas volume | CO ₂ content | CO ₂ gross accounting | Biogenic carbon content | Emissions that are accounted for |
|--|----------------------|------------------------|------------------------------------|----------------------------------|----------------------------|----------------------------------|
| Incinerated waste type | Tonnes | m ³ | t CO ₂ / m ³ | t CO ₂ | tCO ₂ / t waste | t CO ₂ |
| Household waste | | | | - | | - |
| Non-hazardous industrial waste | | | | - | | - |
| Hazardous waste | | | | - | | - |
| Others (waste type to be specified; the chosen emission factors need to be documented) | | | | - | | - |
| | | | | - | | - |
| | | | | - | | - |
| Total | | | | - | | - |

Εικόνα 4.7: Παράδειγμα υπολογισμού των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα από την αποτέφρωση των αστικών στερεών αποβλήτων (Πηγή: EPE Protocol)

| | Incinerated quantity (1) | Emissions factor (Source : CITEPA) | N ₂ O gross direct emissions | Accounting (0 or 100%) | N ₂ O emissions that are accounted for | GHG emissions that are accounted for |
|---|--------------------------|------------------------------------|---|------------------------|---|--------------------------------------|
| | Tonnes | kgN ₂ O / t waste | Tonnes | % | Tonnes | t CO ₂ eq. |
| Total quantity (Household waste + non-dangerous industrial waste) | | 0,031 | - | 100 | - | - |
| Hazardous waste | | 0,127 | - | 100 | - | - |
| Hospital waste | | 0,060 | - | 100 | - | - |

Εικόνα 4.8: Παράδειγμα υπολογισμού των εκπομπών του υποξειδίου του αζώτου από την αποτέφρωση των αστικών στερεών αποβλήτων (Πηγή: EPE Protocol)

Το γκρι χρώμα αφορά τιμές που έχουν υπολογιστεί σε προηγούμενο στάδιο της μεθόδου, το ροζ σε κάποια γενικά στοιχεία – σταθερές που έχουν προϋπολογιστεί από το Πρωτόκολλο της EPE και το πράσινο προορίζεται για τα δεδομένα που πρέπει να συμπληρώσει ο χρήστης.

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ 5

Εκπομπές που αποφεύγονται : όπου γίνεται ο υπολογισμός των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου που έχουν αποφευχθεί σε όλες τις δραστηριότητες του τομέα της διαχείρισης των στερεών αποβλήτων.

| Sold electricity production area | Produced and sold quantity MWh | Emissions factor (*) kgCO ₂ / MWh | CO ₂ avoided emissions t CO ₂ |
|----------------------------------|-----------------------------------|--|--|
| | | | - |
| | | | - |
| | | | - |
| | | | - |
| | | | - |
| | | | - |
| | | | - |

* see factors proposed in the 'Factors' sheet

| | |
|--------------|---|
| Total | - |
|--------------|---|

Εικόνα 4.9: Παράδειγμα υπολογισμού των εκπομπών που αποφεύγονται από την ποσότητα της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται κατά την διαδικασία της αποτέφρωσης (Πηγή: EPE Protocol)

| Recovered waste | Sold tonnages t | Emissions factor t CO ₂ / t | CO ₂ avoided emissions t CO ₂ |
|-----------------|--------------------|---|--|
| Bottom ash | | | - |
| Slag | | | - |
| Others | | | - |
| Total | | | - |

Εικόνα 4.10: Παράδειγμα υπολογισμού των εκπομπών που αποφεύγονται από την ποσότητα των ανακτώμενων, κατά την διαδικασία της αποτέφρωσης, υλικών (σκουριά, στάχτη) (Πηγή: EPE Protocol)

| Waste type | Sold tonnages t | Emissions factor (*) t CO ₂ / t | CO ₂ avoided emissions t CO ₂ |
|--------------------------|--------------------|--|--|
| Paper / Cardboard | | | - |
| Glass | | | - |
| Steel | | | - |
| Aluminium | | | - |
| Plastics (HDPE) | | | - |
| Plastics (PET) | | | - |
| Others (to be specified) | | | - |
| Others (to be specified) | | | - |
| Others (to be specified) | | | - |
| Others (to be specified) | | | - |
| Others (to be specified) | | | - |

* see factors proposed in the 'Factors' sheet

| | |
|--------------|---|
| Total | - |
|--------------|---|

Εικόνα 4.11: Παράδειγμα υπολογισμού των εκπομπών που αποφεύγονται από την ποσότητα των ανακτώμενων, κατά την διαδικασία της ανακύκλωσης, υλικών (κατηγορίες: χαρτί, χαρτόνι, γυαλί, αλουμίνιο, πλαστικά, χάλυβας) (Πηγή: EPE Protocol)

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ 6

Συντελεστές εκπομπών : όπου γίνεται η περιληπτική αναφορά των απαραίτητων, για την λειτουργία του μοντέλου, συντελεστών εκπομπών. Οι συντελεστές αυτοί αναφέρονται: στους διάφορους τύπους καυσίμων (εκπομπές αερίων ανά τόνο καιόμενου καυσίμου), στους διάφορους τύπου πηγής θερμικής ενέργειας (εκπομπές ανά kWh), σε συντελεστές διαφορετικούς για κάθε χώρα, στην περιεκτικότητα σε οργανικό άνθρακα των αποβλήτων, σε συντελεστές ανάκτησης της στάχτης και της σκουριάς κατά την διαδικασία της αποτέφρωσης και σε συντελεστές εκπομπών που αποφεύχθησαν με την δραστηριότητα της ανακύκλωσης. Παρουσιάζονται συνοπτικά ορισμένοι:

| Material | Unit | Avoided emissions | | | | | |
|---------------|-----------------------|-------------------|----------------|-----------------------|------|---------------------------|----------------------------|
| | | | PET | † CO ₂ / † | 1,70 | Dimensional Lumber | † CO ₂ / † 2,71 |
| Aluminum Cans | † CO ₂ / † | 14,96 | Corrugated Box | † CO ₂ / † | 3,43 | Fiberboard | † CO ₂ / † 2,72 |
| Steel Cans | † CO ₂ / † | 1,97 | Magazines | † CO ₂ / † | 3,38 | Mixed Paper Board | † CO ₂ / † 3,90 |
| Copper Wire | † CO ₂ / † | 5,42 | Newspaper | † CO ₂ / † | 3,08 | Mixed Paper - Residential | † CO ₂ / † 3,90 |
| Glass | † CO ₂ / † | 0,31 | Office Paper | † CO ₂ / † | 3,14 | Mixed Plastics | † CO ₂ / † 1,64 |
| HDPE | † CO ₂ / † | 1,53 | Phonebook | † CO ₂ / † | 2,93 | Mixed Recyclables | † CO ₂ / † 3,21 |
| LDPE | † CO ₂ / † | 1,86 | Textbook | † CO ₂ / † | 3,43 | Carpets | † CO ₂ / † 7,91 |

Εικόνα 4.12: Παράδειγμα υπολογισμού των εκπομπών που αποφεύγονται από την ποσότητα των ανακτώμενων, κατά την διαδικασία της ανακύκλωσης, υλικών (Πηγή: EPE Protocol)

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ 7

Σύνοψη των εκπομπών: Σε αυτήν την τελευταία κατηγορία γίνεται η περίληψη των εκπομπών του φορέα. Το κίτρινο χρώμα αναφέρεται στις άμεσες εκπομπές, το πορτοκαλί στις έμμεσες και το μοβ χρώμα σε αυτές που αποφεύγονται από τις δραστηριότητες διαχείρισης του φορέα.

| Source | Net direct emissions |
|-------------------------------|----------------------|
| | t CO ₂ eq |
| Permanent combustion facility | - |
| Operated transport | - |
| Landfill | - |
| Incineration | - |
| Total direct emissions | - |

| | |
|---|---|
| Emissions related to the use of electricity or thermal energy | - |
| Indirect emissions related to transport | - |
| Total indirect emissions | - |

| | |
|--------------|---|
| TOTAL | - |
|--------------|---|

| Source | Total avoided emissions |
|--|-------------------------|
| | t CO ₂ eq |
| Energy recovery from the produced biogas | - |
| Energy production from incineration | - |
| Recovery of incineration by-products | - |
| Alternative fuels | - |
| Sorting and recycling | - |
| Total avoided emissions | - |

Εικόνα 4.13: Σύνοψη των άμεσων, των έμμεσων και αυτών που αποφεύγονται εκπομπών του φορέα στην τελευταία κατηγορία του αρχείου που παρέχει το Πρωτόκολλο της ΕΡΕ.

(Πηγή: EPE Protocol)

(http://www.epe-asso.org/ang/5-1.php?id_rap=20)

5 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΕΣ ΑΝΤΙΣΤΑΘΜΙΣΗΣ ΡΥΠΩΝ

5.1 Εισαγωγή

Το 1992 υπογράφηκε υπό την αιγίδα του ΟΗΕ η Συνθήκη Πλαίσιο για την Αντιμετώπιση των Κλιματικών Αλλαγών (UN Framework Convention on Climate Change –UNFCCC) στην παγκόσμια συνδιάσκεψη του Ρίο στη Βραζιλία. Μια από τις αρχές της Συνθήκης είναι ότι τα μέτρα που λαμβάνονται για την προστασία του κλίματος πρέπει να είναι αποδοτικά (cost effective), έτσι ώστε να εξασφαλίζονται παγκόσμια οφέλη με το χαμηλότερο δυνατό κόστος. Η φράση αυτή αποτελεί το νομικό υπόβαθρο της έννοιας των «ευέλικτων μηχανισμών». Δηλαδή, ως «ευέλικτος μηχανισμός» ορίζεται κάθε μέθοδος εφαρμογής πολιτικών και μέτρων που μειώνει τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου με οικονομικά αποδοτικό τρόπο. Οι χώρες που υπογράφουν τη Συνθήκη ταξινομούνται σε τρεις κατηγορίες:

- Οι χώρες του Παραρτήματος Ι, οι οποίες περιλαμβάνουν τα 15 «παλαιά» μέλη της Ε.Ε., τις χώρες της Ανατολικής Ευρώπης και τη Ρωσία, τις χώρες της Βόρειας Αμερικής (ΗΠΑ, Καναδάς), καθώς και τις: Ιαπωνία, Νέα Ζηλανδία, Αυστραλία, Ισλανδία, Νορβηγία και Ελβετία,
- Οι χώρες του Παραρτήματος ΙΙ, οι οποίες περιλαμβάνουν τις χώρες του Παραρτήματος Ι, εκτός εκείνων της Ανατολικής Ευρώπης, και
- Οι χώρες που δεν αναφέρονται σε Παράρτημα της Συνθήκης (non-Annex) και περιλαμβάνουν όλες τις υπόλοιπες (μεταξύ των οποίων πολύ μεγάλες χώρες όπως Κίνα, Ινδία, Βραζιλία κ.λπ.).

Οι δεσμεύσεις που αναλαμβάνει κάθε χώρα, ανάλογα με την κατηγορία στην οποία ανήκει, περιλαμβάνονται κυρίως στο άρθρο 4 της Συνθήκης. Στην παράγραφο 2α του συγκεκριμένου άρθρου αναφέρεται ότι οι χώρες του Παραρτήματος Ι έχουν τη δυνατότητα να εφαρμόζουν από κοινού (implement jointly) πολιτικές και μέτρα με άλλες χώρες προκειμένου να συμβάλλουν στους σκοπούς της Σύμβασης. Η φράση αυτή αποτελεί το θεμέλιο λίθο του ευέλικτου μηχανισμού που αργότερα ονομάστηκε «από κοινού εφαρμογή» (Joint Implementation, JI). Στο ίδιο άρθρο, στην παράγραφο 5, αναφέρεται ότι οι χώρες του Παραρτήματος ΙΙ «λαμβάνουν κάθε εφικτό μέτρο για να προωθήσουν, να διευκολύνουν και να χρηματοδοτήσουν, όπως ενδείκνυται, τη μεταφορά σε άλλα συμβαλλόμενα μέρη, και ιδιαίτερα σε συμβαλλόμενες αναπτυσσόμενες χώρες, τεχνολογίας και τεχνογνωσίας, ή την πρόσβασή τους σε αυτές προκειμένου να

μπορέσουν να εφαρμόσουν τις διατάξεις της σύμβασης». Η φράση αυτή αποτελεί την αρχή του ευέλικτου μηχανισμού που αργότερα ονομάστηκε «μηχανισμός καθαρής ανάπτυξης» (Clean Development Mechanism, CDM).

Η απλούστερη, αλλά ταυτόχρονα η σημαντικότερη, δέσμευση που αναλαμβάνουν όλες οι χώρες του Παραρτήματος Ι (και σε εθελοντική βάση όσες από τις υπόλοιπες – non-Annex – το επιθυμούν), είναι η ποσοτικοποίηση των εκπομπών τους σε εθνικό επίπεδο. Η ποσοτικοποίηση επιτυγχάνεται με το «λογιστικό» υπολογισμό των εκπομπών σε εθνικό επίπεδο και την αναφορά των αποτελεσμάτων σε ειδική Γραμματεία του ΟΗΕ μέσω εθνικών εκθέσεων. Η ποσοτικοποίηση των εκπομπών είναι το απαραίτητο λογιστικό εργαλείο προκειμένου να γίνει δυνατή η εφαρμογή οποιουδήποτε ευέλικτου μηχανισμού.

Στη Συνθήκη- Πλαίσιο προβλέφθηκε η δημιουργία ενός ανώτατου οργάνου, το οποίο θα είχε τακτικές συναντήσεις προκειμένου να εξετάζει την περίοδο της εφαρμογής της Συνθήκης και να λαμβάνει τις αναγκαίες αποφάσεις για να προάγει την αποτελεσματική εφαρμογή της. Το όργανο αυτό ονομάστηκε «Συνδιάσκεψη των Συμβαλλόμενων Μερών», (Conference of Parties, COP) και αποφασίστηκε να συνεδριάζει ετησίως.

Μια από τις σημαντικότερες Συνδιασκέψεις των Συμβαλλόμενων Μερών, και σίγουρα η πιο γνωστή παγκοσμίως, είναι αυτή που πραγματοποιήθηκε στο **Κιότο** το 1997. Τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης Συνδιάσκεψης των Συμβαλλόμενων Μερών είναι γνωστά ως «Πρωτόκολλο του Κιότο». Στο Πρωτόκολλο του Κιότο περιλαμβάνονται πολλές διατάξεις, μεταξύ των οποίων και οι υποχρεωτικές ποσοτικές δεσμεύσεις μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου που αποφασίστηκαν για τις χώρες του Παραρτήματος Ι της Σύμβασης- Πλαισίου. Παράλληλα, το Πρωτόκολλο του Κιότο εισήγαγε τη «λογιστική ορολογία», η οποία χρησιμοποιείται διεθνώς όταν γίνεται αναφορά σε θέματα κλιματικών αλλαγών.

Στο πλαίσιο του Πρωτοκόλλου του Κιότο αποφασίστηκε ότι κάθε χώρα του Παραρτήματος Ι έχει την υποχρέωση να εκπέμψει μια συγκεκριμένη ποσότητα αερίων του θερμοκηπίου για κάθε περίοδο δέσμευσης (commitment period), όπου η πρώτη περίοδος δέσμευσης είναι η πενταετία 2008 - 2012. Η ποσότητα αυτή ονομάζεται «καταλογιζόμενη ποσότητα» (Assigned Amount) και εκφράζεται σε ισοδύναμους μετρικούς τόνους διοξειδίου του άνθρακα (όπου για κάθε άλλο αέριο του θερμοκηπίου εκτός του CO₂ δίνεται μια αναλογία που ονομάζεται «δυναμικό θέρμανσης» (warming potential), η οποία συνδέει μια μονάδα μάζας του αερίου με μια ποσότητα CO₂). Η καταλογιζόμενη ποσότητα κάθε χώρας υπολογίζεται με βάση τις εκπομπές ενός «έτους βάσης» (συνήθως το 1990) και την αναφερόμενη στο Παράρτημα Β του Πρωτοκόλλου δέσμευση ποσοστιαίας μείωσης. Η Μονάδα Καταλογιζόμενης Ποσότητας (Assigned Amount Unit) αναφέρεται σε έναν τόνο

διοξειδίου του άνθρακα, συνιστά τη βάση για τους μηχανισμούς του Κιότο και επιτρέπει σε μια χώρα να πιστωθεί με το όφελος από δράσεις που υλοποιήθηκαν σε άλλες χώρες.

Το Πρωτόκολλο του Κιότο αναφέρει τρεις καινοτόμους ευέλικτους μηχανισμούς προκειμένου να μετριάσει το συνολικό κόστος της επίτευξης των στόχων μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Οι ευέλικτοι μηχανισμοί προσφέρουν τη δυνατότητα στα Συμβαλλόμενα Μέρη του Παραρτήματος Ι να περιορίσουν το κόστος που συνεπάγεται η μείωση των εκπομπών τους, εκμεταλλευόμενα ευκαιρίες προκειμένου να περιορίσουν τις εκπομπές ή να αυξήσουν τις απομακρύνσεις αερίων του θερμοκηπίου σε χώρες όπου το κόστος είναι μικρότερο από ότι στη δική τους χώρα. Ουσιαστικά, οι εν λόγω μηχανισμοί επιτρέπουν στα Συμβαλλόμενα Μέρη να έχουν πρόσβαση σε οικονομικά αποδοτικές ευκαιρίες προκειμένου να ικανοποιηθούν οι στόχοι του Πρωτοκόλλου. Ενώ το κόστος περιορισμού των εκπομπών ποικίλει αρκετά από περιοχή σε περιοχή, το όφελος για την ατμόσφαιρα από τον περιορισμό των εκπομπών είναι το ίδιο, ανεξάρτητα από την περιοχή που υλοποιούνται οι σχετικές δράσεις περιορισμού των εκπομπών.

Οι τρεις μηχανισμοί του Πρωτοκόλλου του Κιότο είναι:

- Ο Μηχανισμός Κοινής Εφαρμογής (Joint Implementation - JI)
- Ο Μηχανισμός Καθαρής Ανάπτυξης (Clean Development Mechanism – CDM)
- Ο Μηχανισμός Εμπορίας Εκπομπών (Emission Trading – ET)

Αξίζει να αναφερθεί ότι ο Μηχανισμός Εμπορίας Εκπομπών δεν εφαρμόζεται στον τομέα διαχείρισης των στερεών αποβλήτων.

Ακόμη, ο μηχανισμός Κοινής Εφαρμογής και ο μηχανισμός Καθαρής Ανάπτυξης που εφαρμόζονται σε μία εγκατάσταση, απαιτούν την συνεχή και λεπτομερή καταγραφή των εκπομπών της. Μερικά από τα στοιχεία που πρέπει να καταγράφονται είναι: ο λόγος του ορυκτού προς τον βιογενή άνθρακα ($C_{\text{fossil}} / C_{\text{biogenic}}$), η παραγωγή μεθανίου, η ποσότητα αποικοδομήσιμου άνθρακα κ.ά.. **Η μεθοδολογία υπολογισμού των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου που εφαρμόζεται και στους τρεις μηχανισμούς, βασίζεται στις εξισώσεις FOD της Διακυβερνητικής Επιτροπής για την Κλιματική Αλλαγή και στους γενικούς συντελεστές εκπομπών που οι τελευταίες χρησιμοποιούν.** Το κέρδος από την εφαρμογή των μηχανισμών γίνεται με την προσέγγιση «Εκπομπές πριν έναντι εκπομπών μετά». Δηλαδή, συγκρίνονται οι εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου πριν την εφαρμογή του μηχανισμού με τις εκπομπές που θα προκύψουν μετά την εφαρμογή του. **Πιο συγκεκριμένες οδηγίες για την ποσοτικοποίηση των εκπομπών δίνονται μετά την εφαρμογή του κάθε μηχανισμού.** (<http://cdm.unfccc.int/index.html>)

5.2 Μηχανισμός Καθαρής Ανάπτυξης

Ο Μηχανισμός Καθαρής Ανάπτυξης (CDM), όπως προσδιορίζεται από το Άρθρο 12 του Πρωτοκόλλου του Κιότο, προβλέπει ότι οι χώρες του Παραρτήματος Ι μπορούν να υλοποιήσουν δραστηριότητες που μειώνουν τις εκπομπές στις χώρες που δεν υπάγονται στο Παράρτημα Ι, με αντάλλαγμα Επικυρωμένες Μονάδες Μείωσης Εκπομπών (CERs). Οι CERs που προκύπτουν από αυτού του είδους τις δραστηριότητες μπορούν να χρησιμοποιηθούν από τις χώρες του Παραρτήματος Ι για την επίτευξη των στόχων τους, σε σχέση με το Πρωτόκολλο του Κιότο. Στο Άρθρο 12 τονίζεται ότι στόχος τέτοιων δράσεων είναι να βοηθηθούν οι αναπτυσσόμενες χώρες στην επίτευξη της βιώσιμης ανάπτυξης και στην ενίσχυση της συνεισφοράς τους προς την υλοποίηση των στόχων της Σύμβασης για την Κλιματική Αλλαγή.

Οι σημερινές μεθοδολογίες και διαδικασίες εστιάζουν σε έργα CDM που συνεπάγονται μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Μια δραστηριότητα CDM δύναται να αποτελεί π.χ. ένα έργο συλλογής και αξιοποίησης του βιοαερίου που παράγεται σε ένα ΧΥΤΑ. Τα Συμβαλλόμενα Μέρη του Παραρτήματος Ι δεν επιτρέπεται να αξιοποιήσουν προς όφελός τους μονάδες CERs, οι οποίες προκύπτουν από την εγκατάσταση πυρηνικών εγκαταστάσεων.

Σχετικά με τις δραστηριότητες δάσωσης και αναδάσωσης (ή αλλιώς καλούμενες ως “καταβόθρες” ρύπων) έχουν διατυπωθεί οι απαραίτητοι ορισμοί και έχει αναπτυχθεί η σχετική μεθοδολογία προκειμένου να ενταχθούν στο πλαίσιο έργων CDM κατά την πρώτη περίοδο δέσμευσης του Πρωτοκόλλου (2008 –2012). Εντούτοις, υπάρχει περιορισμός για το πόσες μονάδες CERs μπορούν να αξιοποιήσουν τα Συμβαλλόμενα Μέρη του Παραρτήματος Ι, προκειμένου να επιτύχουν τους στόχους τους, καθώς το κάθε Συμβαλλόμενο Μέρος δεν μπορεί να ξεπεράσει το 1% των εκπομπών του έτους βάσης, για το κάθε έτος της περιόδου δέσμευσης.

Το Πρωτόκολλο προέβλεπε ότι τα έργα CDM θα ξεκινούσαν εγκαίρως, ώστε να υπάρχουν διαθέσιμες μονάδες CERs από το 2000 και μετά. Η εκλογή του Εκτελεστικού Συμβουλίου CDM κατά την 7η Διάσκεψη των Συμβαλλόμενων Μερών στο Μαρρακές και η έναρξη των εργασιών του αποτέλεσαν τα πρώτα βήματα στην πορεία υλοποίησης αυτού του στόχου. Τα πρώτα έργα CDM εγκρίθηκαν επίσημα το 2004.

Οι ανεξάρτητοι φορείς πιστοποίησης (Designated Operational Entities, DOE) διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο για την ολοκλήρωση έργων CDM και, κυρίως, σε

ότι αφορά την αξιολόγηση των προτεινόμενων προγραμμάτων και την πιστοποίηση των μειώσεων και των απορροφήσεων εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Τα διοικητικά έξοδα της έγκρισης των έργων καλύπτονται από την επιβολή εντός τέλους εγγραφής (registration fee), το οποίο εξαρτάται από το μέγεθος τους.

Τα έργα CDM αναμένεται να προκαλέσουν επενδύσεις στις αναπτυσσόμενες χώρες, ειδικά από τον ιδιωτικό τομέα, και να προωθήσουν τη μεταφορά φιλικών προς το περιβάλλον τεχνολογιών προς την κατεύθυνση αυτή. Επιπλέον, οι δεσμεύσεις για τη χρηματοδότηση και τη μεταφορά τεχνογνωσίας από τα Συμβαλλόμενα Μέρη του Παραρτήματος II, στο πλαίσιο της Σύμβασης για την Κλιματική Αλλαγή και του Πρωτοκόλλου του Κιότο, είναι διακριτές και παραμένουν σε ισχύ. Τέλος, η δημόσια χρηματοδότηση για δραστηριότητες CDM θα πρέπει να γίνει με τέτοιο τρόπο, ώστε να μην προκαλέσει εκτροπή από την επίσημη οδό βοήθειας που παρέχεται για την ανάπτυξη των χωρών αυτών.

Στο πλαίσιο του CDM τα έργα διακρίνονται σε μικρής και μεγάλης κλίμακας. Για τα μικρής κλίμακας έργα, και προκειμένου να επιτευχθεί ταχύς ρυθμός διείσδυσης και επέκτασης, αποφασίστηκαν απλοποιημένες διαδικασίες για την υλοποίησή τους. Στην κατηγορία αυτή εντάσσονται:

- Έργα για την προώθηση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ), μέγιστης ισχύος μέχρι 15 MW.
- Έργα βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης, για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης, με έλεγχο της προσφοράς ή της ζήτησης ενέργειας, συνολικής εξοικονόμησης μέχρι 15 GWh, το έτος.
- Έργα που ταυτόχρονα επιτυγχάνουν μείωση των ανθρωπογενών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και δεν εκπέμπουν άμεσα περισσότερο από 15 ktp ισοδύναμου CO₂, το έτος.

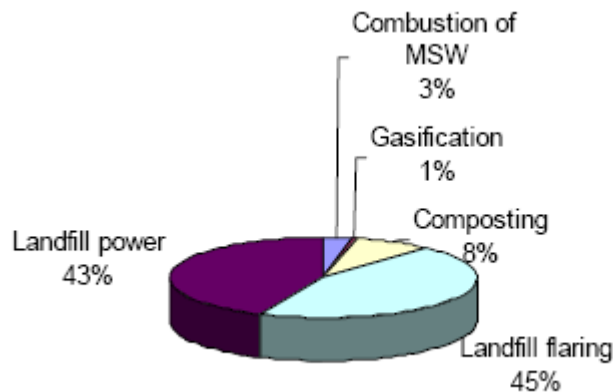
Στον **τομέα της διαχείρισης των στερεών αποβλήτων** αναλογεί το 18% των 1834 έργων που έχουν συνολικά καταγραφεί ως έργα CDM, ενώ ακόμη περισσότερα είναι προς ένταξη (Οκτώβριος 2009). Τα οφέλη που θα αποφέρουν υπολογίζονται στις 209 εκατομμύρια «πιστώσεις ρύπων» έως το τέλος του 2012. (Μία «πίστωση ρύπων» αντιστοιχεί στην μείωση των εκπομπών ενός ισοδύναμου τόνου διοξειδίου του άνθρακα).

Τα έργα αυτά αποσκοπούν τόσο στην βελτίωση των δραστηριοτήτων της διαχείρισης των στερεών αποβλήτων (όπως η συλλογή του βιοαερίου από τους ΧΥΤΑ, η κομποστοποίηση και η αποτέφρωση των αποβλήτων) όσο και στην ανάπτυξη τεχνολογιών αποφυγής των εκπομπών του μεθανίου (κομποστοποίηση, αναερόβια και αερόβια επεξεργασία) των γεωργικών και πράσινων αποβλήτων.

Τα 138 από τα 407 καταγεγραμμένα ως έργα CDM της διαχείρισης στερεών αποβλήτων συσχετίζονται με τα δημοτικά στερεά απόβλητα ενώ το 90% των έργων CDM της διαχείρισης στερεών αποβλήτων συνδέονται με την καύση και την συλλογή του βιοαερίου των ΧΥΤΑ.

Ως τον Νοέμβριο του 2009 το Εκτελεστικό Συμβούλιο CDM (Clean Development Mechanism Executive Board – CDMEB) είχε αναγνωρίσει 13 έργα (7

έργα μεγάλης και 6 μικρής κλίμακας) που μπορούν να εφαρμοστούν στις δραστηριότητες της διαχείρισης των στερεών αποβλήτων και αυτά περιλαμβάνουν την συλλογή και την καύση του βιοαερίου των ΧΥΤΑ, την κομποστοποίηση των οργανικών αποβλήτων, τις διαδικασίες μετατροπής των αποβλήτων σε πηγές ενέργειας, την αναερόβια επεξεργασία και την παραγωγή καυσίμων από τα απόβλητα.



Εικόνα 5.1 : Έργα CDM της διαχείρισης στερεών αποβλήτων
(Πηγή: CD4CDM, cdmpipeline.org)

Τα έργα CDM των στερεών αποβλήτων είναι γεωγραφικά άνισα κατανομημένα και δεν έχουν ωφελήσει ακόμη τις λιγότερο ανεπτυγμένες χώρες. Το 44% των έργων αναπτύσσεται στην Ασία, με την Κίνα να διαθέτει τα περισσότερα προγράμματα CDM της διαχείρισης στερεών αποβλήτων και την Ινδία να ακολουθεί. Το 42% αναπτύσσεται στην Λατινική Αμερική με την Βραζιλία και το Μεξικό να έχουν το μεγαλύτερο μερίδιο. Από τα υπόλοιπα έργα CDM μόλις το 7% προορίζεται για την Αφρική και το ακόμη μικρότερο 5% για την Μέση Ανατολή (Οκτώβριος 2009).

Για την ανάπτυξη ενός έργου CDM είναι προαπαιτούμενο η χώρα υποδοχέας της επένδυσης (host country) και η χώρα στην οποία έχει την έδρα του το νομικό πρόσωπο, το οποίο πραγματοποιεί την επένδυση, να πληρούν κάποια κριτήρια επιλεξιμότητας.

Η διαδικασία ξεκινά με τη συμπλήρωση ενός Εγγράφου Σχεδιασμού Έργου (Project Design Document, PDD) από τους συμμετέχοντες στο έργο (Project Participants, PP). Το PDD συμπληρώνεται σύμφωνα με τις οδηγίες που δίνονται από το CDMEB και περιλαμβάνει τις εξής πληροφορίες:

- Γενική περιγραφή του έργου: Σε αυτό το κεφάλαιο δίνονται τα στοιχεία των συμμετεχόντων στο έργο και η τεχνική του περιγραφή.
- Μεθοδολογία προσδιορισμού των εκπομπών βάσης (baseline emissions) και των διαδικασιών παρακολούθησης (monitoring) της απόδοσης του έργου: Το

CDMEB έχει αναπτύξει τις εγκεκριμένες μεθοδολογίες που πρέπει να ακολουθηθούν για να υπολογιστεί η ισοδύναμη ποσότητα των εκπομπών CO₂ που αποφεύγονται λόγω της λειτουργίας του προτεινόμενου έργου. Οι μεθοδολογίες αυτές είναι υποχρεωτικό να ακολουθούνται από τους συμμετέχοντες στο έργο. Σε περίπτωση που δεν υπάρχει εγκεκριμένη μεθοδολογία για ένα προτεινόμενο έργο, τότε πρέπει να προταθεί μια νέα μεθοδολογία, η οποία στη συνέχεια πρέπει να αξιολογηθεί από ανεξάρτητο φορέα DOE και να υποβληθεί στο CDMEB για έγκριση πριν την υποβολή του ίδιου του έργου.

- Διάρκεια του έργου: Πρέπει να αναφέρεται ο αναμενόμενος χρόνος ζωής του έργου. Ωστόσο, ανεξάρτητα από το χρόνο ζωής, κάθε περίοδος έκδοσης (crediting period) των CERs διαρκεί επτά έτη. Μετά την πάροδο κάθε περιόδου το έργο επαναξιολογείται.

- Μεθοδολογία παρακολούθησης: Πρέπει να προτείνεται μια μεθοδολογία παρακολούθησης της απόδοσης του έργου, με βάση μετρήσιμους δείκτες απόδοσης (π.χ. παραγόμενη ενέργεια).

- Εκτίμηση περιβαλλοντικών επιπτώσεων: Η πρόταση για την υλοποίηση ενός έργου CDM πρέπει να συνοδεύεται από Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων του έργου. Η ΜΠΕ είναι υποχρεωτική ακόμη και αν το συγκεκριμένο είδος έργου απαλλάσσεται από την υποχρέωση υποβολής ΜΠΕ, σύμφωνα με τη κείμενη νομοθεσία της χώρας – υποδοχέα της επένδυσης.

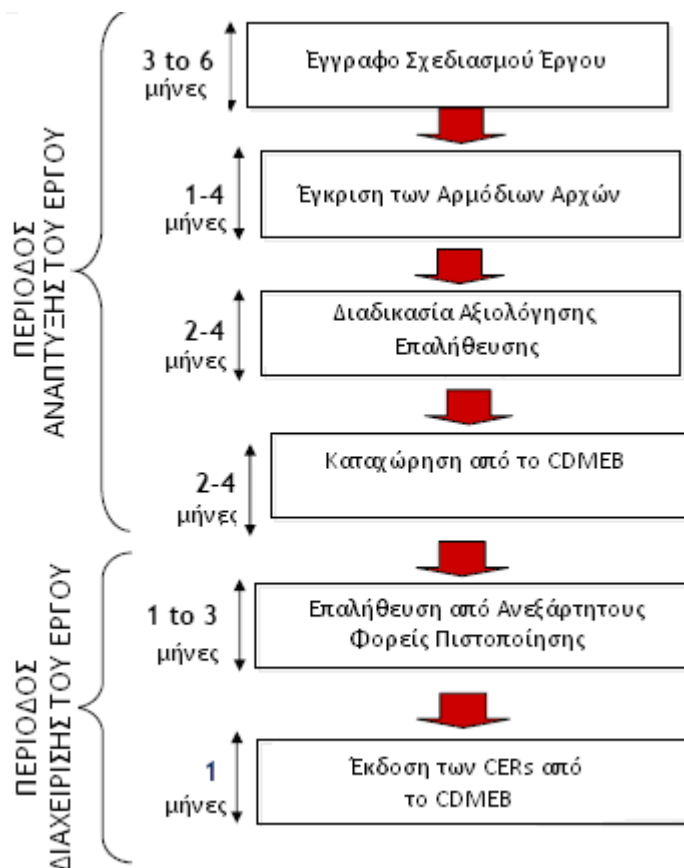
- Δημόσια διαβούλευση: Κάθε προτεινόμενο έργο πρέπει να δίνεται σε δημόσια διαβούλευση κατά την οποία το κοινό θα έχει την ευκαιρία να εκφράσει τις απόψεις του.

Το Έγγραφο Σχεδιασμού Έργου πρέπει στη συνέχεια να κατατεθεί στις αρμόδιες αρχές (Designated National Authorities, DNA) της χώρας υποδοχέα της επένδυσης και της χώρας στην οποία εδρεύει το νομικό πρόσωπο που πραγματοποιεί την επένδυση, προκειμένου να λάβουν σχετική έγκριση (letter of approval).

Στη συνέχεια, ο φάκελος του έργου υποβάλλεται σε διαπιστευμένο φορέα αξιολόγησης (designated operational entity, DOE), ο οποίος, αφού αξιολογεί το φάκελο με βάση τις οδηγίες που έχει αναπτύξει το CDMEB, εκδίδει μια έκθεση αξιολόγησης (validation report). Εφόσον η έκθεση αξιολόγησης είναι θετική, ο φορέας αξιολόγησης έχει την ευθύνη να υποβάλλει το φάκελο του έργου στο CDMEB. Το Εκτελεστικό Συμβούλιο των έργων CDM εξετάζει το φάκελο του έργου και αποφαινεται επί αυτού. Σε περίπτωση που το έργο εγκρίνεται, εγγράφεται (registered) στο μητρώο των έργων CDM. Η εγγραφή του έργου συνεπάγεται την

πληρωμή ενός κόστους εγγραφής (registration fee), το οποίο εξαρτάται από την ποσότητα CERs που εκδίδονται και κυμαίνεται μεταξύ 10 – 20 c€/CER.

Η έκδοση (issuance) των CERs απαιτεί να εφαρμοστούν οι διαδικασίες παρακολούθησης που έχουν εγκριθεί με βάση το PDD και αυτές να επαληθευτούν από έναν ανεξάρτητο φορέα (DOE). Συγκεκριμένα, ο φορέας του έργου CDM ετοιμάζει μια ετήσια έκθεση παρακολούθησης (monitoring report) με όλα τα στοιχεία λειτουργίας του έργου, την οποία υποβάλλει στο DOE. Οι ελεγκτές του DOE ελέγχουν τα έγγραφα και ενδεχομένως επισκέπτονται το ίδιο το έργο και εκδίδουν μια έκθεση επαλήθευσης (verification report) και μια έκθεση πιστοποίησης (on report), τις οποίες αποστέλλουν μαζί με την έκθεση παρακολούθησης και μια τυποποιημένη αίτηση έκδοσης CERs (quest for issuance) στο CDMEB. Τέλος, το CDMEB μεταφέρει στο λογαριασμό του δικαιούχου στο Μητρώο CDM τις εκδιδόμενες μονάδες CERs. Σε περίπτωση που ο δικαιούχος είναι νομικό πρόσωπο που εδρεύει σε χώρα όπου εφαρμόζεται η εμπορία ρύπων (π.χ. Ελλάδα), μπορεί να μεταφέρει τις μονάδες CERs στο λογαριασμό που διαθέτει στο αντίστοιχο εθνικό μητρώο και να τις αντικαταστήσει με δικαιώματα εκπομπών (allowances). (ISWA “waste and climate conference”, white paper, Clean Development Mechanism)



Εικόνα 5.2 : Διαδικασία Έγκρισης ενός έργου CDM και ο χρόνος που απαιτείται μέχρι την έκδοση των CERs (Πηγή: CD4CDM, cdmpipeline.org)

5.3 Μηχανισμός Κοινής Εφαρμογής

Ο δεύτερος ευέλικτος μηχανισμός που δημιουργήθηκε με το Πρωτόκολλο του Κιότο είναι ο **μηχανισμός Κοινής εφαρμογής** (Joint Implementation) . Στο πλαίσιο του Μηχανισμού Κοινής Εφαρμογής, μια χώρα του Παραρτήματος Ι μπορεί να υλοποιήσει συγκεκριμένο έργο, το οποίο στοχεύει είτε στη μείωση των ανθρωπογενών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου (π.χ. έργο βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης μιας εγκατάστασης), είτε στην αύξηση της απορρόφησης ανθρωπογενών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου από καταβόθρες (π.χ. έργο αναδάσωσης) στο έδαφος μιας άλλης χώρας του Παραρτήματος Ι.

Οι δυνατότητες του μηχανισμού Κοινής Εφαρμογής για μείωση των εκπομπών του θερμοκηπίου δεν πρέπει να υποτιμηθούν αν και έως τώρα η προσοχή που λαμβάνει σε επίπεδο δημόσιας προβολής, συνολικού αριθμού έργων που έχουν αναπτυχθεί και Μονάδων Μείωσης Εκπομπών είναι ελάχιστη.

Οι Μονάδες Μείωσης Εκπομπών (ERUs) είναι η πιστωτική μονάδα που προκύπτει από την εφαρμογή έργων ΙΙ. Κάθε μονάδα ERU εκφράζει τη μείωση των εκπομπών ή την αύξηση των απορροφήσεων μέσω καταβόθρας που επιτυγχάνεται στο πλαίσιο ενός έργου ΙΙ.

Πολλές χώρες έχουν καθυστερήσει να εφαρμόσουν τις απαραίτητες, για την συμμετοχή τους στον μηχανισμό, διαδικασίες. Ωστόσο ο μηχανισμός Κοινής Εφαρμογής μπορεί να παίξει κρίσιμο ρόλο στην μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου **στον τομέα της διαχείρισης των στερεών αποβλήτων**.

Σύμφωνα με τα δεδομένα του Νοεμβρίου του 2009 ανάμεσα στα 73 καταγεγραμμένα έργα Κοινής εφαρμογής, τα 19 συνδέονται με τα στερεά απόβλητα. Από αυτά τα περισσότερα θα εφαρμοστούν στην Ανατολική Ευρώπη (8 στην Τσεχία, 5 στην Πολωνία, 3 στην Ουγγαρία και 1 στην Ουκρανία) και τα υπόλοιπα 2 θα εφαρμοστούν στην Νέα Ζηλανδία και αφορούν έργα καύσης του βιοαερίου των ΧΥΤΑ ή παραγωγής ενέργειας από τους ΧΥΤΑ.

Για την ανάπτυξη ενός έργου ΙΙ, είναι προαπαιτούμενο η χώρα υποδοχέας της επένδυσης (host country) και η χώρα στην οποία έχει την έδρα του το νομικό πρόσωπο που πραγματοποιεί την επένδυση να πληρούν τα κριτήρια επιλεξιμότητας που αναφέρθηκαν προηγουμένως και να έχουν ορίσει αρμόδιες αρχές (Designated Focal Point, DFP) για την έγκριση και την επίβλεψη των έργων ΙΙ.

Συνήθως, πριν το σχεδιασμό των έργων ΙΙ, η χώρα – επενδυτής υπογράφει μνημόνια συνεργασίας (Memorandum of Understanding) με χώρες που ενδιαφέρονται να υποδεχτούν στο έδαφός τους έργα ΙΙ. Στη συνέχεια, η Αρμόδια Αρχή της χώρας – επενδυτή δημοσιεύει προσκλήσεις ενδιαφέροντος (Call for

Proposals), με βάση τις οποίες νομικά πρόσωπα που εδρεύουν στην επικράτεια της καλούνται να καταθέσουν προτάσεις για έργα JI. Οι προτάσεις αυτές κατατίθενται με δύο τρόπους:

- Ο ενδιαφερόμενος καταθέτει μια σύντομη έκθεση (Project Idea Note, PIN) στην οποία περιγράφει τη βασική ιδέα του προτεινόμενου έργου. Σε περίπτωση που κριθεί θετικά, λαμβάνει σχετική έγκριση (Letter Of No Objection, LONO) και προχωρά στην εκπόνηση του Εγγράφου Σχεδιασμού Έργου (Project Design Document) κατά τα πρότυπα των έργων CDM

- Ο ενδιαφερόμενος έχει το δικαίωμα να καταθέσει απευθείας το αξιολογημένο Έγγραφο Σχεδιασμού Έργου κατά τα πρότυπα των έργων CDM.

Η αξιολόγηση των PDD γίνεται κατά τα πρότυπα των έργων CDM. Δηλαδή, ο ενδιαφερόμενος υποβάλλει το φάκελο του έργου σε διαπιστευμένο φορέα αξιολόγησης (Accredited Independent entity, AIE), ο οποίος αφού αξιολογεί το φάκελο με βάση τις οδηγίες που έχει αναπτύξει η JISC, εκδίδει μια έκθεση αξιολόγησης (validation report).

Το αξιολογημένο Έγγραφο Σχεδιασμού Έργου μαζί με την Επιστολή Αποδοχής του Έργου (Letter of Approval) που ο ενδιαφερόμενος πρέπει να εξασφαλίσει από την Αρμόδια Αρχή (DFP) της χώρας – υποδοχέα της επένδυσης, πρέπει να κατατεθούν στην Αρμόδια Αρχή της χώρας – επενδυτή. Ακολουθεί μια φάση διαπραγματεύσεων μεταξύ των δύο χωρών και του ενδιαφερόμενου επενδυτή, με στόχο να καθοριστούν οι λεπτομέρειες του προτεινόμενου έργου. Το σημαντικότερο ζήτημα της διαπραγμάτευσης είναι ο καθορισμός της τιμής κάθε μονάδας ERU που θα παραχθεί από την υλοποίηση του έργου.

Σε περίπτωση που οι διαπραγματεύσεις έχουν αίσιο τέλος, δίνεται η τελική έγκριση (Letter of Approval) από την Αρμόδια Αρχή της χώρας – επενδυτή και υπογράφεται μια «Συμφωνία Αγοράς Μονάδων Μείωσης Εκπομπών» (Emissions Reduction Purchase Agreement, ERPA).

Αντίθετα από την περίπτωση των έργων CDM, σε πολλές περιπτώσεις η Αρμόδια Αρχή της χώρας – επενδυτή είναι δυνατό να πληρώσει ένα ποσοστό των ERUs ως προκαταβολή στον επενδυτή, αμέσως μετά την υπογραφή του ERPA. Κατά τα άλλα, η διαδικασία υλοποίησης του έργου είναι αντίστοιχη με εκείνη των έργων CDM. Δηλαδή, ο φορέας του έργου JI ετοιμάζει ετήσιες εκθέσεις παρακολούθησης (monitoring report) με όλα τα στοιχεία λειτουργίας του έργου, την οποία υποβάλλει σε ανεξάρτητο φορέα επαλήθευσης (AIE). Οι ελεγκτές του AIE ελέγχουν τα έγγραφα και, ενδεχομένως, επισκέπτονται το ίδιο το έργο και εκδίδουν μια έκθεση επαλήθευσης (verification report) και μια έκθεση πιστοποίησης (certification report), τις οποίες αποστέλλουν στην Αρμόδια Αρχή της χώρας - επενδυτή. Στη συνέχεια, οι μονάδες ERU μεταφέρονται από το Μητρώο της χώρας – υποδοχέα του έργου στο Μητρώο της χώρας – επενδυτή και η τελευταία καταβάλλει το συμφωνηθέν τίμημα (σύμφωνα με την ERPA) στον επενδυτή. (ISWA “waste and climate conference”, white paper, Clean Development Mechanism)

6 Η ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

6.1 Εισαγωγή

Η Ανάλυση Κύκλου Ζωής, που αρχικά σχεδιάστηκε για την ανάλυση συγκεκριμένων προϊόντων, εδώ και μερικά χρόνια εφαρμόζεται και στην διαχείριση των στερεών αποβλήτων. Ξεκίνησε σαν ιδέα να αναπτύσσεται το 1960 όταν ορισμένοι επιστήμονες θεώρησαν ότι θα υπάρξει γρήγορη εξάντληση των ορυκτών καυσίμων και έτσι ανέπτυξαν μια προσέγγιση για να κατανοήσουν τις επιδράσεις στο περιβάλλον από την κατανάλωση της ενέργειας (από τα ορυκτά καύσιμα). Το 1970, η ιδέα τελειοποιήθηκε από την Υπηρεσία Προστασίας του Περιβάλλοντος των ΗΠΑ (EPA), δημιουργώντας μια προσέγγιση γνωστή ως Ανάλυση των Φυσικών Πόρων και του Περιβαλλοντικού Προφίλ (REPA). Το 1980, η περιβαλλοντική ανησυχία στράφηκε στο ζήτημα της διαχείρισης των επικίνδυνων αποβλήτων, όπου η ανάλυση κύκλου ζωής αναπτύχθηκε στις μελέτες REPAs. Τέλος, το 1990, η Ανάλυση Κύκλου Ζωής υιοθετήθηκε από πολλούς περιβαλλοντικούς οργανισμούς στον κόσμο (όπως Blue Angel, Green Cross, Green Seal) και τις περισσότερες βιομηχανίες και εταιρείες.

Αντικείμενο της Ανάλυσης Κύκλου Ζωής στην διαχείριση των στερεών αποβλήτων είναι η βελτίωση των συστημάτων διαχείρισης ώστε να διευκολυνθεί η λήψη αποφάσεων σε τεχνικό και περιβαλλοντικό επίπεδο. Τα αποτελέσματα που επιδιώκονται μέσα από το εργαλείο της Ανάλυσης είναι η δημιουργία νέων πολιτικών σε μία χώρα, η κατάλληλη επιλογή των τεχνολογιών διαχείρισης σε έναν δήμο και η βελτίωση των τεχνολογικών μεθόδων σε μία εγκατάσταση διαχείρισης.

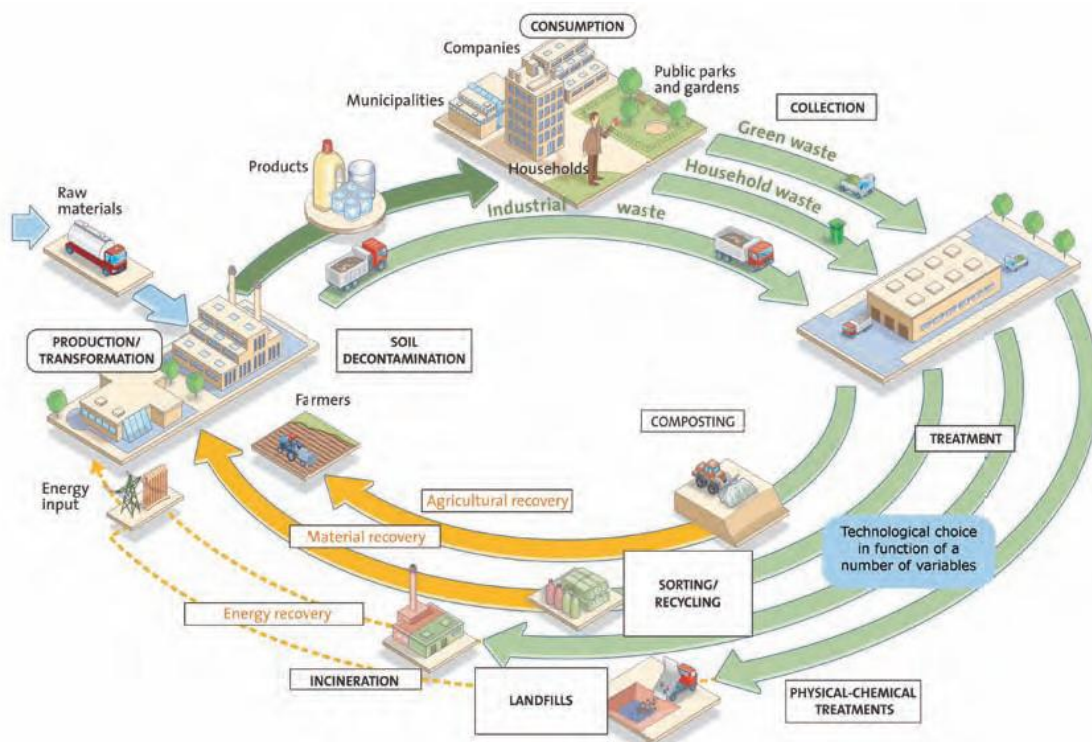
Η Ανάλυση Κύκλου Ζωής όταν εφαρμοστεί στον τομέα των στερεών αποβλήτων μας επιτρέπει να δημιουργήσουμε ένα ολοκληρωμένο σύστημα διαχείρισης στερεών αποβλήτων μέσα από την ανάλυση όλων των δραστηριοτήτων στις οποίες υπόκεινται τα στερεά απόβλητα. Οι δραστηριότητες αυτές ξεκινούν για ένα υλικό αφού αυτό χάσει την χρησιμότητα του για τον κάτοχο του, όταν δηλαδή μετατραπεί σε απόβλητο, και περιλαμβάνουν την συλλογή και την μεταφορά των αποβλήτων στους χώρους διαχείρισης, την διαδικασία της ανακύκλωσης, τους τρόπους διαχείρισης τους (κομποστοποίηση, αναερόβια επεξεργασία, αποτέφρωση, υγειονομική ταφή, μηχανική- βιολογική επεξεργασία, κ.ά.) και την ανάκτηση φυσικών πόρων (ενέργειας ή πρώτων υλών).

Η Ανάλυση Κύκλου Ζωής συνήθως χρησιμοποιείται για την σύγκριση μεταξύ του υπάρχοντος και ενός νέου συστήματος διαχείρισης των στερεών αποβλήτων. Αυτό συνήθως προϋποθέτει τον κατάλληλο ορισμό των ορίων των δύο συστημάτων με σκοπό, πανομοιότυπα συστήματα με το ήδη υπάρχον να αποκλείονται από τα

«ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΤΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ ΣΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ-ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΣΤΟ ΔΗΜΟ ΒΥΡΩΝΑ»

όρια του νέου έτσι ώστε να διακρίνονται εμφανώς οι διαφορές μεταξύ τους. Ένα πρόβλημα που συνήθως προκύπτει στον σαφή ορισμό των ορίων των δύο συστημάτων είναι οι αλληλεπιδράσεις που αυτά έχουν με άλλους τομείς. Για παράδειγμα ο τομέας της διαχείρισης των στερεών αποβλήτων απαιτεί για την λειτουργία του κατανάλωση ενέργειας αλλά επίσης παράγει και ενέργεια (όπως από την διαδικασία της αποτέφρωσης).

Η μεθοδολογία της Ανάλυσης Κύκλου Ζωής διαφέρει από τους υπόλοιπους μηχανισμούς μέτρησης των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου (πρωτόκολλο GHG /ΕΡΕ, μεθοδολογία IPCC, μηχανισμοί αντιστάθμισης ρύπων), αφού σκοπός της είναι η μέτρηση των εκπομπών ανεξαρτήτου του χρόνου. Ωστόσο χρησιμοποιεί τα ίδια, με τις υπόλοιπες μεθοδολογίες, δεδομένα που προέρχονται από τις εγκαταστάσεις διαχείρισης των στερεών αποβλήτων.



Εικόνα 6.1: Η ανάλυση του κύκλου ζωής εφαρμοσμένη στην διαχείριση των στερεών αποβλήτων. (Πηγή: ISWA, Waste and Climate Change white paper)

6.2 Ανάλυση διαδικασιών και τεχνολογικών μεθόδων- Άμεσες εκπομπές

Οι διαδικασίες και οι τεχνολογικές μέθοδοι που πρέπει να εφαρμοστούν σε κάθε χώρα με σκοπό την δημιουργία ενός ολοκληρωμένου συστήματος διαχείρισης των στερεών αποβλήτων τους, εξαρτώνται από τις τοπικές συνθήκες, τους φυσικούς πόρους που διαθέτει η κάθε χώρα και από την σύσταση των αποβλήτων τους. Έτσι η δυνατότητα για μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου εξαρτάται επίσης από αυτούς τους παράγοντες. Παρακάτω περιγράφονται οι πηγές των εκπομπών από τις δραστηριότητες διαχείρισης των στερεών αποβλήτων όπως επίσης και κάποιες ενέργειες που μπορούν να γίνουν για να αποφευχθούν.

6.2.1 Συλλογή αποβλήτων και μεταφορά

Η συλλογή και η μεταφορά των αποβλήτων περιλαμβάνει αναπόφευκτα την χρήση απορριμματοφόρων και άρα την κατανάλωση καυσίμων. Τόσο ο τύπος των καυσίμων που χρησιμοποιείται όσο και τα επίπεδα κατανάλωσης ποικίλουν. Έτσι η ποσότητα των καυσίμων που χρησιμοποιείται για την συλλογή ενός τόνου απορριμμάτων ποικίλει αντίστοιχα.

Πηγές των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου:

- CO₂ από την κατανάλωση ορυκτών καυσίμων και ηλεκτρικής ενέργειας

Ενέργειες για την αποφυγή ή την μείωση των εκπομπών:

- Βελτίωση των δραστηριοτήτων συλλογής και της αποδοτικότητας των καυσίμων
- Κατανάλωση εναλλακτικών καυσίμων όπως το βιοντίζελ, η βιοαιθανόλη ή το βιοαέριο
- Ανάπτυξη εναλλακτικών μέσων μεταφοράς των απορριμμάτων
- Ελαχιστοποίηση των αποστάσεων
- Εφαρμογή εκπαιδευτικών προγραμμάτων για οικολογικότερη οδήγηση από τους οδηγούς των απορριμματοφόρων

6.2.2 Ανακύκλωση

Έχουν αναπτυχθεί πολλές τεχνολογίες ανακύκλωσης των στερεών αποβλήτων που αποτελούνται από υλικά όπως το χαρτί, τα μέταλλα, τα πλαστικά, το γυαλί και το ξύλο. Η διαδικασία της ανακύκλωσης μειώνει τις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου ελαχιστοποιώντας τον όγκο των αποβλήτων και αντικαθιστώντας παρθένες πρώτες ύλες που απαιτούνται για την παραγωγή των διαφόρων προϊόντων. Πολλές βιομηχανίες χρησιμοποιούν ανακυκλωμένα υλικά για να αποφύγουν τις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου που σχετίζονται με την εξαγωγή πρώτων υλών, την μεταφορά τους στο εργοστάσιο και την κατανάλωση ενέργειας για την παραγωγή νέων προϊόντων.

Ο διαχωρισμός των υλικών που προορίζονται για ανακύκλωση μπορεί να γίνει είτε στην πηγή συλλογής τους (π.χ. στα νοικοκυριά ή σε ειδικούς κάδους συλλογής του κάθε υλικού) είτε μετά την συλλογή τους σε ειδικές εγκαταστάσεις ανακύκλωσης. Και στις δύο περιπτώσεις η ποιότητα των υλικών και το επίπεδο της ανάκτησης τους είναι σημαντικοί παράγοντες για τον υπολογισμό των μειώσεων των εκπομπών του αερίου του θερμοκηπίου.

Κάθε ανάλυση για την εφαρμογή ενός σχεδίου ανακύκλωσης θα πρέπει να συγκρίνει τις ιδιότητες του ανακυκλωμένου υλικού (απώλεια της ποσότητας του υλικού που προκύπτει κατά την διαδικασία της ανακύκλωσης, την εμπορική αποδοχή των ανακυκλωμένων υλικών και την ενέργεια που απαιτείται για την ανακύκλωση) με την χρήση παρθένων πρώτων υλών για την κατασκευή νέων προϊόντων.

Πηγές των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου:

- CO₂ από την κατανάλωση ορυκτών καυσίμων για την ανακύκλωση των αποβλήτων και για την μεταφορά τους, και CO₂ από την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας

Ενέργειες για την αποφυγή ή την μείωση των εκπομπών:

- Αύξηση του ποσοστού των ανακυκλωμένων υλικών



Εικόνα 6.2 : Το λογότυπο της ανακύκλωσης που χρησιμοποιείται σε παγκόσμιο επίπεδο

6.2.3 Κομποστοποίηση και αναερόβια επεξεργασία στερεών αποβλήτων (βιολογική επεξεργασία)

Το λίπασμα από τα πράσινα απόβλητα (compost), δηλαδή το προϊόν της βιολογικής επεξεργασίας, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως βελτιωτικό εδάφους στον τομέα της γεωργίας. Έρευνες έχουν δείξει ότι οι εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου που προέρχονται από την διαδικασία της κομποστοποίησης εξαρτώνται από τις πρακτικές που ακολουθούνται κατά την διαδικασία και από την ποιότητα των αποβλήτων, με αποτέλεσμα οι εκπομπές του μεθανίου, του οξειδίου του αζώτου και αυτών που οφείλονται στην κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, να ποικίλουν.

Ως φυσική βιολογική διεργασία, η κομποστοποίηση απαιτεί σχετικά μεγάλους χρόνους για σταθεροποίηση και ωρίμανση των Αστικών Στερεών Αποβλήτων, με αποτέλεσμα την ανάγκη για μεγάλους χώρους. Σε μικρή κλίμακα, κομποστοποίηση μπορεί να γίνει και σε μεμονωμένες κατοικίες ή συγκροτήματα κατοικιών (μέσα σε ειδικούς κάδους ή απλές ιδιοκατασκευές), ή σε μικρούς οικισμούς με Διαλογή στην πηγή και απλές εγκαταστάσεις με σειράδια. Πλεονεκτήματα της μικρής κλίμακας μπορεί να είναι ο αποτελεσματικότερος έλεγχος της ποιότητας και του συστήματος διάθεσης του προϊόντος.

Η διαδικασία της κομποστοποίησης αποδείχθηκε ιδιαίτερα χρήσιμη τόσο στις αναπτυγμένες όσο και στις αναπτυσσόμενες χώρες. Στις αναπτυσσόμενες χώρες όπου τα επίπεδα επένδυσης στις τεχνολογίες διαχείρισης στερεών αποβλήτων είναι χαμηλά, όπου υπάρχει μεγάλο ποσοστό οργανικών υλών (μερικές φορές υπερβαίνει το 50%) και μεγάλο ποσοστό υγρασίας στα απόβλητα, η κομποστοποίηση είναι μία χρήσιμη και πρακτική λύση έναντι προηγμένων τεχνολογιών όπως η αποτέφρωση. Στις αναπτυγμένες χώρες που εφαρμόζουν σωστό διαχωρισμό των βιολογικών αποβλήτων τους η κομποστοποίηση έχει ακόμη πιο εξέχοντα ρόλο στην μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου. Παράδειγμα αποτελεί η Ολλανδία όπου το 97% των βιολογικών της αποβλήτων έχει διαχωριστεί σωστά και επεξεργάζεται σε εγκαταστάσεις κομποστοποίησης.

Η αναερόβια επεξεργασία είναι μία βιολογική μέθοδος διαχείρισης στερεών αποβλήτων κατά την οποία πραγματοποιείται η αποικοδόμηση των οργανικών ουσιών των αποβλήτων με τη βοήθεια μικροοργανισμών υπό την απουσία οξυγόνου. Προϊόν αυτής της μεθόδου είναι το βιοαέριο (μεθάνιο και διοξείδιο του άνθρακα) το οποίο συλλέγεται και χρησιμοποιείται για την παραγωγή ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας.

Η αναερόβια επεξεργασία απαιτεί καλύτερο διαχωρισμό των αποβλήτων και δέχεται λιγότερες κατηγορίες αποβλήτων από την κομποστοποίηση. Μπορεί επίσης να εξαγει το 50 – 70% της ενέργειας που περιέχουν τα οργανικά απόβλητα και να πετύχει την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με απόδοση 35% σε σχέση με την ενέργεια που περιέχει το παραγόμενο βιοαέριο. Κατά τον υπολογισμό των

«ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΤΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ ΣΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ-ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΣΤΟ ΔΗΜΟ ΒΥΡΩΝΑ»

εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου αυτής της μεθόδου θα πρέπει να υπολογίζονται και οι διαρροές μεθανίου και υποξειδίου του αζώτου από την καύση του βιοαερίου.

Πηγές των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου:

- CO₂ από την κατανάλωση ορυκτών καυσίμων και ηλεκτρικής ενέργειας
- CH₄ και N₂O κατά την διαδικασία της κομποστοποίησης και της αναερόβιας επεξεργασίας

Ενέργειες για την αποφυγή ή την μείωση των εκπομπών:

- Αύξηση της παραγωγής compost και εφαρμογή πρακτικών με λιγότερες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου.
- Βελτίωση της απόδοσης της διαδικασίας με την παραγωγή ενέργειας από το μεθάνιο ελαχιστοποιώντας τις διαρροές.



Εικόνα 6.3 : Εγκαταστάσεις κομποστοποίησης των αποβλήτων στο Edmonton του Καναδά

Πηγή: (http://www.edmonton.ca/for_residents/garbage_recycling/edmonton-composting-facility)

6.2.4 Αποτέφρωση

Κατά την αποτέφρωση γίνεται ελεγχόμενη καύση των στερεών αποβλήτων σε μοντέρνους κλίβανους, εξοπλισμένους με σύγχρονα όργανα ελέγχου της ρύπανσης. Πρόκειται για μία αποδοτική μέθοδο παραγωγής ενέργειας από τα απόβλητα μειώνοντας ταυτόχρονα τον όγκο των αποβλήτων που θα διατεθούν τελικά στους ΧΥΤΑ. Σε ορισμένες περιπτώσεις που είναι οικονομικά και τεχνικά εφικτό, οι εγκαταστάσεις αποτέφρωσης παρέχουν υψηλή ενεργειακή απόδοση και σημαντικό ποσοστό μείωσης των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου αφού χρησιμοποιούν την ηλεκτρική και θερμική ενέργεια που οι ίδιες παράγουν μειώνοντας έτσι την κατανάλωση των ορυκτών καυσίμων.

Οι εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου από την διαδικασία της αποτέφρωσης προκύπτουν από την κατανάλωση της ηλεκτρικής ενέργειας και των ορυκτών καυσίμων για την λειτουργία της εγκατάστασης, από το διοξείδιο του άνθρακα που προέρχεται από την καύση του ορυκτού άνθρακα ο οποίος περιέχεται στα προς καύση απόβλητα και από την ανάκτηση της ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας που παράγει η εγκατάσταση.

Πηγές των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου:

- CO₂ από την κατανάλωση ορυκτών καυσίμων και ηλεκτρικής ενέργειας
- CO₂ από την καύση των αποβλήτων

Ενέργειες για την αποφυγή ή την μείωση των εκπομπών:

- Αντικατάσταση της ενέργειας που προκύπτει από την καύση των ορυκτών καυσίμων με ηλεκτρική και θερμική ενέργεια που προκύπτει από την καύση των αποβλήτων.
- Ανάκτηση των μετάλλων από την στάχτη των εγκαταστάσεων της αποτέφρωσης και ανακύκλωσή τους.



Εικόνα 6.4 :Εγκαταστάσεις αποτέφρωσης των αποβλήτων στο Oberhausen της Γερμανίας
(Πηγή : <http://www.oberhausen.de/en/index.php>)

6.2.5 Υγειονομική ταφή αποβλήτων

Με τον όρο υγειονομική ταφή εννοούμε την διαδικασία κατά την οποία τα απορρίμματα διαστρώνονται, συμπιέζονται και ακολούθως καλύπτονται με ύλη που συνήθως είναι το χώμα, μέσω των διαδικασιών της ξήρανσης, της αποσάθρωσης και του στραγγίσματος. Με την υγειονομική ταφή των απορριμμάτων παράγονται διοξείδιο του άνθρακα και μεθάνιο. Οι εκπομπές μεθανίου από τους ΧΥΤΑ είναι η μεγαλύτερη πηγή εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου στον τομέα της διαχείρισης των στερεών αποβλήτων. Πολλές χώρες έχουν εξοπλίσει τους ΧΥΤΑ που δέχονται οργανικά απόβλητα με συστήματα στραγγίσματος και συλλογής του βιοαερίου.

Το μεγαλύτερο πλεονέκτημα των μοντέρνων ΧΥΤΑ είναι η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από την καύση του βιοαερίου με μέση απόδοση 35% της ενέργειας που περιέχει το βιοαέριο. Όμως συγκριτικά με τις μεθόδους της αναερόβιας επεξεργασίας και της αποτέφρωσης η ενεργειακή απόδοση των ΧΥΤΑ είναι σχετικά χαμηλή.

Ένα δεύτερο πλεονέκτημα της μεθόδου είναι ότι όλες οι άλλες μέθοδοι διαχείρισης των στερεών αποβλήτων (θερμικές μέθοδοι, μηχανική διαλογή, βιολογικές μέθοδοι) οδηγούν ανάμεσα σε άλλα, στην παραγωγή καταλοίπων για τα οποία είναι απαραίτητη η τελική διάθεση.

Στον υπολογισμό των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου η ηλεκτρική και η θερμική ενέργεια που καταναλώνεται για την λειτουργία των ΧΥΤΑ θα πρέπει να συνυπολογιστεί.

Πηγές των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου:

- CO₂ από την κατανάλωση ορυκτών καυσίμων και ηλεκτρικής ενέργειας
- CH₄ από την αναερόβια αποσύνθεση των οργανικών αποβλήτων
- N₂O από την διαδικασία του στραγγίσματος

Ενέργειες για την αποφυγή ή την μείωση των εκπομπών:

- Εγκατάσταση συστημάτων συλλογής του βιοαερίου σε όλους τους ΧΥΤΑ
- Χρήση του βιοαερίου ως καύσιμο για την παραγωγή ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας
- Χρήση μηχανικού καλύμματος στους ΧΥΤΑ για τον έλεγχο των διαρροών



Εικόνα 6.5 : Εγκαταστάσεις ΧΥΤΑ με καύση του μεθανίου στο Fort Smith του Arkansas
(Πηγή : <http://www.thecitywire.com/?q=node/2065>)

6.2.6 Μηχανική – Βιολογική επεξεργασία

Η ΜΒΕ είναι ένα μίγμα μηχανικών και βιολογικών διαδικασιών που στοχεύουν στην σταθεροποίηση των βιοαποικοδομήσιμων υλικών πριν την τελική τους διάθεση στους ΧΥΤΑ, στην ανάκτηση ανακυκλώσιμων υλικών όπως τα μέταλλα, και στην παραγωγή, υψηλής θερμογόνου ικανότητας καυσίμων, για την ανάκτηση ενέργειας από θερμικές διαδικασίες διαχείρισης στερεών αποβλήτων.

Πηγές των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου:

- CO₂ από την κατανάλωση ορυκτών καυσίμων και ηλεκτρικής ενέργειας
- CH₄ και N₂O από την βιολογική επεξεργασία των οργανικών αποβλήτων
- CO₂ από την καύση των αποβλήτων
- CH₄ που διαφεύγει από τους ΧΥΤΑ και οφείλεται στα οργανικά απόβλητα

Ενέργειες για την αποφυγή ή την μείωση των εκπομπών:

- Μείωση των αποικοδομήσιμων υλικών που καταλήγουν στους ΧΥΤΑ
- Παραγωγή RDF (πλαστικό, χαρτί και άλλα καύσιμα υλικά) που αντικαθιστά τα ορυκτά καύσιμα



Εικόνα 6.6: Εγκαταστάσεις Μηχανικής-Βιολογικής Επεξεργασίας στο Neumuenster της Γερμανίας
(Πηγή : <http://www.belfastcity.gov.uk/wastetreatment/whatisMBT.asp>)

6.2.7 Λοιπές διαδικασίες και τεχνολογίες

Υπάρχουν και άλλες προηγμένες διαδικασίες και τεχνολογίες όπως η αποστείρωση με ατμό, η πυρόλυση και η αεριοποίηση που χρησιμοποιούνται στην διαχείριση των στερεών αποβλήτων. Ωστόσο η πρακτική εφαρμογή τους σε μεγάλη κλίμακα και η δυνατότητα τους να πετύχουν μειώσεις στις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου δεν έχει ακόμα αποδειχθεί.

(ISWA “waste and climate conference”, white paper, Technologies)

6.3 Έμμεσες εκπομπές

6.3.1 Ανάκτηση πρώτων υλών

Μέσα από την διαδικασία της ανακύκλωσης μπορούμε να ανακτήσουμε πρώτες ύλες και να αποφύγουμε την χρησιμοποίηση παρθένων πρώτων υλών. Η ανακύκλωση είναι μία απαραίτητη για κάθε σύστημα διαχείρισης διαδικασία. Οι εταιρίες, η τοπική αυτοδιοίκηση και η «βιομηχανία» των στερεών αποβλήτων μπορούν να πετύχουν μεγαλύτερη οικονομία ενέργειας και συντήρησης των αποθεμάτων των φυσικών πόρων ανακυκλώνοντας υλικά όπως το χαρτί, το χαρτόνι, τα μέταλλα, το γυαλί και το πλαστικό. Άλλωστε η διαδικασία της Ανακύκλωσης τοποθετείται ψηλά στην ιεραρχία της διαχείρισης των στερεών αποβλήτων σε πολλές χώρες και παίζει σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση των στρατηγικών για την δημιουργία ενός ολοκληρωμένου συστήματος διαχείρισης στερεών αποβλήτων.

Όπως έχει αναφερθεί σε πολλές έρευνες οι δυνατότητες που έχει η ανακύκλωση για ουσιαστική μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου είναι σημαντικές. Παρακάτω ακολουθεί ένας πίνακας που βασίζεται στη σύσταση ενός τόνου δημοτικών στερεών αποβλήτων ενός τυπικού δήμου της Βόρειας Ευρώπης που παρουσιάζει την σημασία της ανακύκλωσης.

| Υλικό | Kg ανακυκλώσιμων υλικών ανά 1000kg δημοτικών στερεών αποβλήτων | Kg που ανακτήθηκαν ανά 1000kg δημοτικών στερεών αποβλήτων | Kg ισοδύναμου CO2 που αποφευχθήκαν ανά 1000kg υλικού | Kg ισοδύναμου CO2 που αποφευχθήκαν ανά 1000kg δημοτικών στερεών αποβλήτων |
|---------------|--|---|--|---|
| Χαρτί | 200 | 140 | 600-2.500 | 350-85 |
| Αλουμίνιο | 10 | 6 | 10000 | 60 |
| Ατσάλι | 25 | 15 | 2000 | 30 |
| Γυαλί | 50 | 30 | 500 | 15 |
| Πλαστικό | 80 | 50 | 0-1000 | 0-50 |
| ΣΥΝΟΛΟ | 365 | 241 | X | 190-505 |

Πίνακας 6.1: Ανακυκλώσιμα υλικά ανά έναν τόνο στερεών αποβλήτων ενός τυπικού δήμου της Βόρειας Ευρώπης και η μείωση των εκπομπών που αποφέρει η ανακύκλωσή τους (Πηγή: ISWA "Waste and Climate Change" White Paper)

Η μεγάλη απόκλιση που εμφανίζεται στα ισοδύναμα Kg CO₂ που αποφεύγονται ανά 1000 kg χαρτιού βασίζεται στην υπόθεση ότι η ανακύκλωση του αποτρέπει την χρήση παρθένων πρώτων υλών (ξύλου) για την παραγωγή χαρτιού (2500). Αυτές οι πρώτες ύλες (ξύλο) θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν ως βιοκαύσιμο για παραγωγή ενέργειας αντικαθιστώντας έτσι τα ορυκτά καύσιμα (600).

Μεγάλη απόκλιση εμφανίζει και το πλαστικό καθώς γίνεται η υπόθεση ότι η αποφυγή των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου είναι δυνατή μόνο αν το πλαστικό είναι πλήρως διαχωρισμένο από τα άλλα υλικά και καθαρό.

Τα στοιχεία που εμφανίζονται στον πίνακα 6.1 μπορούν να εκφραστούν και σε αποφυγή εκπομπών κατ' άτομο ετησίως. Εάν για παράδειγμα γίνει η υπόθεση ότι κάθε άτομο δημιουργεί 800 kg στερεών αποβλήτων ετησίως τότε αποφεύγονται 440-150 ισοδύναμα kg CO₂ κατ' άτομο ετησίως. Έτσι ένα αποδοτικό πρόγραμμα ανακύκλωσης μπορεί να συνεισφέρει ουσιαστικά στην επίτευξη του στόχου της μείωσης των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου.

(ISWA “waste and climate conference”, white paper, Material Recovery)

6.3.2 Ανάκτηση οργανικών υλών

Προσεγγιστικά το 30 – 70% των δημοτικών στερεών αποβλήτων αποτελείται από οργανικά απόβλητα όπως είναι τα απόβλητα των τροφίμων, τα βιο-απόβλητα και τα «πράσινα» απόβλητα (κλαδιά, ξύλα, κ.ά.). Μέσα από τον διαχωρισμό ή τη βιολογική επεξεργασία (κομποστοποίηση ή αναερόβια επεξεργασία) των απορριμμάτων, τα οργανικά απόβλητα μπορούν να μετατραπούν σε βελτιωτικά εδάφους και να χρησιμοποιηθούν στην γεωργική καλλιέργεια, στους χώρους πρασίνου και στις εκχερσώσεις. Ακόμη, τα απόβλητα της βιομηχανίας των τροφίμων και η λυματολάσπη μπορούν να προστεθούν στο οργανικό κλάσμα των δημοτικών στερεών αποβλήτων και να βοηθήσουν την ανάκτηση των οργανικών υλικών που τα τελευταία περιέχουν.

Η χρήση των βιολογικά επεξεργασμένων προϊόντων (compost) σαν βελτιωτικό εδάφους μπορεί να συνεισφέρει στην μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου με τους εξής τρόπους:

- Απομόνωση του άνθρακα στο έδαφος
- Μείωση της παραγωγής και χρήσης των ανόργανων λιπασμάτων
- Αντικατάσταση της τύρφης (ποάνθρακα)

Τα οφέλη από την ανάκτηση των οργανικών υλικών εξαρτώνται από την σύσταση των –προς επεξεργασία- απορριμμάτων, το κλίμα της κάθε περιοχής, την μορφή της καλλιέργειας και τον τύπο του εδάφους. Μία πρόσφατη έρευνα (Progros, 2008) κατέληξε στα εξής συμπεράσματα:

- Απομόνωση άνθρακα: πιθανή αποφυγή εκπομπών ισοδύναμων 58 kg CO₂ ανά τόνο συλλεγμένων και επεξεργασμένων αποικοδομήσιμων αποβλήτων
- Αντικατάσταση Τύρφης και λιπασμάτων: πιθανή αποφυγή ισοδύναμων 8 kg CO₂ ανά τόνο συλλεγμένων και επεξεργασμένων αποικοδομήσιμων αποβλήτων
- ΣΥΝΟΛΟ: 60 kg CO₂ ανά τόνο συλλεγμένων και επεξεργασμένων αποικοδομήσιμων αποβλήτων

Ακόμη πρέπει να αναφερθεί ότι η ανάκτηση των οργανικών υλικών των αποβλήτων μπορεί να έχει και άλλα, έμμεσα οφέλη στην μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου. Μπορεί για παράδειγμα να αποτρέψει κάποιες ασθένειες των φυτών, περιορίζοντας την χρήση των φυτοφαρμάκων και μειώνοντας έτσι τις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου που συνδέονται με την παραγωγή τους.

(ISWA “waste and climate conference”, white paper, Organic Recovery)

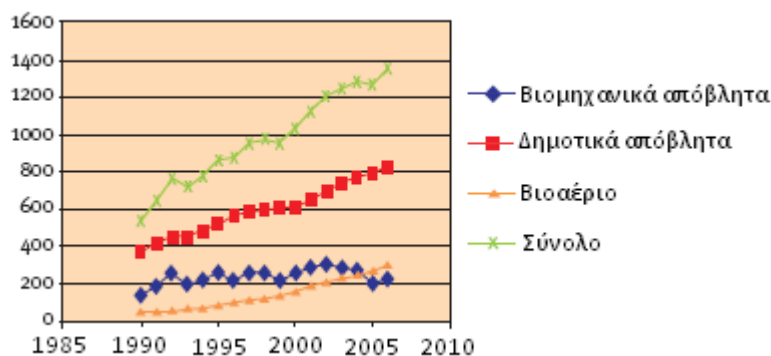
6.3.3 Ανάκτηση ενέργειας

Τα απόβλητα αποτελούν μία σημαντική ανανεώσιμη πηγή ενέργειας. Η ενεργειακή τους αξία μπορεί να εκμεταλλευθεί μέσα από θερμικές διαδικασίες διαχείρισης (όπως η αποτέφρωση), από την χρήση του βιοαερίου των ΧΥΤΑ και του βιοαερίου από την αναερόβια επεξεργασία. Το 2006 τα απόβλητα παρείχαν περισσότερα από $1400 * 10^6$ PJ παγκοσμίως, ικανά να τροφοδοτήσουν με ηλεκτρικό ρεύμα τις απαιτήσεις περίπου 140 εκατομμύρια Ευρωπαίων καταναλωτών (100 GJ ετησίως).

Τα απόβλητα έχουν ένα οικονομικό πλεονέκτημα έναντι άλλων πηγών βιομάζας καθώς συλλέγονται με δημόσιες δαπάνες μέσω μία υπάρχουσας υποδομής - έμπειρης στην συλλογή, την μεταφορά και την διαχείριση των απορριμμάτων. Οι μοντέρνες τεχνολογίες που μετατρέπουν τα απόβλητα σε ενέργεια είναι πλέον ώριμες, προστατεύουν την δημόσια υγεία και το περιβάλλον και έχουν εφαρμοστεί επιτυχώς σε πολλές χώρες.

Η ανάκτηση του βιοαερίου των ΧΥΤΑ και η άμεση χρησιμοποίησή του μείωσε το έτος 2007 την μεγαλύτερη πηγή εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στο 50% των επιπέδων που βρίσκονταν το 2004-2005 όπως καταγράφηκε από την μεθοδολογία της IPCC (Bogner 2007). Πολλοί από τους ΧΥΤΑ χρησιμοποιούν πλέον οριζόντιους συλλέκτες που εγκαθίστανται ταυτόχρονα με την ταφή των απορριμμάτων έτσι ώστε η συλλογή του βιοαερίου να ξεκινά πριν ο ΧΥΤΑ φθάσει στο τελικό του μέγεθος.

Το 2005, η συνολική κατανάλωση ενέργειας παγκοσμίως ήταν 500000 PJ και μόνο το 10% αντλήθηκε από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Εάν εφαρμοστούν μέτρα και ληφθούν οικονομικές πρωτοβουλίες σήμερα κιάλας, ο ρόλος των αποβλήτων σαν ανανεώσιμη πηγή ενέργειας μπορεί να γίνει σημαντικότερος και να αντισταθμίσει την χρήση ορυκτών καυσίμων.



Εικόνα 6.7 : Η ενέργεια σε (PJ) που προκύπτει από τα απόβλητα από το 1990 ως το 2006. Ως βιοαέριο ορίζεται το βιοαέριο των ΧΥΤΑ και της αναερόβιας επεξεργασίας (Πηγή: ISWA "Waste and Climate Change" White paper)

Μετατροπή αποβλήτων σε πηγή ενέργειας : Παγκόσμια, περισσότεροι από 130 εκατομμύρια τόνοι αποβλήτων αποτεφρώνονται κάθε χρόνο σε πάνω από 600 εγκαταστάσεις (Themelis 2003, IEA 2009). Το ποσό αυτό ισοδυναμεί με 1000 PJ ηλεκτρικής ενέργειας ετησίως. Το ενεργειακό περιεχόμενο των αποβλήτων αξιοποιείται αποδοτικότερα με την εφαρμογή θερμικών διαδικασιών διαχείρισης των στερεών αποβλήτων. Κατά την καύση, η ενέργεια αντλείται τόσο από την βιομάζα (χαρτί, ξύλο, τρόφιμα, φυσικά υφάσματα) όσο και από τις πηγές ορυκτού άνθρακα (πλαστικές και συνθετικές ύλες).

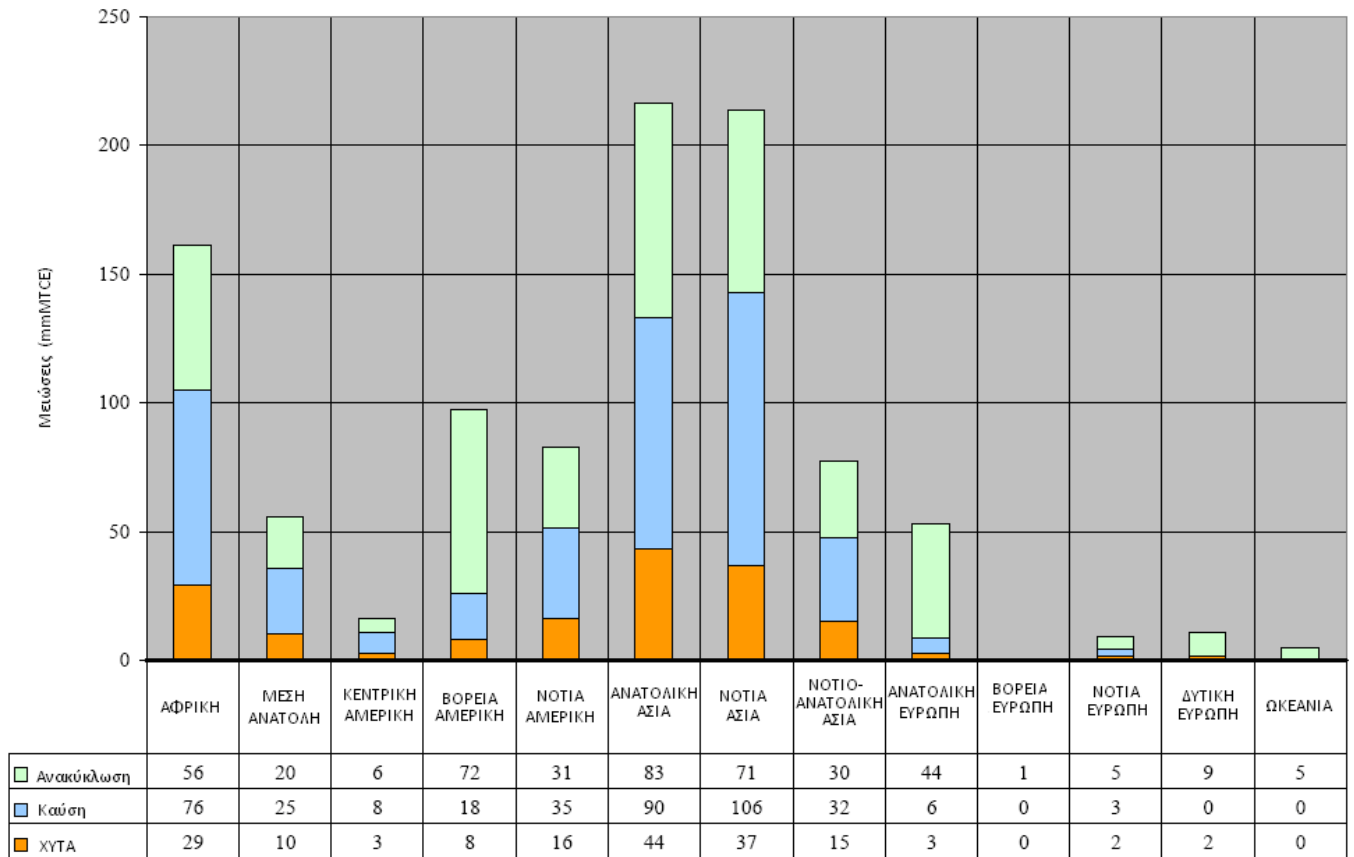
Σε μερικές περιπτώσεις τα ανακυκλωμένα υλικά μετασχηματίζονται σε τυποποιημένο καύσιμο από απορρίμματα (RDF) το οποίο μπορεί να καεί ταυτόχρονα με τα υπόλοιπα καύσιμα. Οι χώρες που έχουν μακρά και επιτυχημένη προϊστορία στην διαδικασία της αποτέφρωσης για την παραγωγή θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας, μπορούν να αποκομίσουν από αυτήν σημαντικά οφέλη όσον αφορά τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Στη Δανία, η αποτέφρωση των αποβλήτων παρέχει το 4,2 % της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας συμπεριλαμβανομένου του 4,5% της ηλεκτρικής παραγωγής και του 20% της παραγωγής θερμικής ενέργειας.

Οι θερμικές διαδικασίες διαχείρισης στερεών αποβλήτων με προηγμένο έλεγχο των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου που προκύπτουν από αυτές, αποτελούν μία αναγνωρίσιμη τεχνολογία ωστόσο είναι λιγότερο οικονομικές από την δημιουργία των ΧΥΤΑ με την συλλογή του βιοαερίου. Ωστόσο, καθώς η τιμή της ενέργειας αυξάνει ίσως οι θερμικές διαδικασίες να αποδειχθούν οικονομικά βιώσιμες.

Βιοαέριο από τους ΧΥΤΑ και από την αναερόβια επεξεργασία των αποβλήτων : Το βιοαέριο από τους ΧΥΤΑ και από την αναερόβια επεξεργασία των αποβλήτων περιέχει προσεγγιστικά ίσες ποσότητες μεθανίου και διοξειδίου του άνθρακα, με θερμότητα ίση με $16-22 \text{ MJ Nm}^{-3}$ (εξαρτάται από την περιεκτικότητα σε μεθάνιο). Και οι δύο τεχνολογίες χρησιμοποιούνται παγκόσμια για την παραγωγή ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας. Το βιοαέριο των ΧΥΤΑ μπορεί να μετατραπεί σε υποκατάστατο του φυσικού αερίου ή του συμπιεσμένου φυσικού αερίου μετά την απομόνωση του διοξειδίου του άνθρακα από αυτό- κάτι που μπορεί να αποδειχθεί ιδιαίτερα οικονομικό εάν η τιμή του φυσικού αερίου συνεχίζει να ανεβαίνει.

Το 2008 η χρήση του βιοαερίου των ΧΥΤΑ στις ΗΠΑ αντιστάθμισαν 84,3 ισοδύναμους Mt CO₂-ποσότητα που ισοδυναμεί με τις εκπομπές από 15,5 εκατομμύρια επιβατικά οχήματα. Αν και δεν υπάρχουν διαθέσιμα πιο σύγχρονα δεδομένα υπολογίζεται ότι οι τωρινές αντισταθμίσεις φθάνουν τις 200 ισοδύναμους Mt CO₂ συμπεριλαμβανομένου και των έργων CDM. (ISWA “waste and climate conference”, white paper, Energy Recovery)

«ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΤΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ ΣΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ-ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΣΤΟ ΔΗΜΟ ΒΥΡΩΝΑ»



Εικόνα 6.8 : Μειώσεις των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου από τις διαδικασίες της Ανακύκλωσης, της Καύσης και της Υγειονομικής Ταφής των Απορριμμάτων ανά γεωγραφικά περιοχή (Πηγή : Presentation of Brian Bahor for DIAKOFA/ ISWA Waste and Climate Conference)

7 ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ

7.1 Αξιολόγηση της μεθόδου μέτρησης των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου σε εθνικό και διεθνές επίπεδο

Σύντομη Σύνοψη

Με την υπογραφή της Σύμβασης-Πλαισίου των Ηνωμένων Εθνών για την Κλιματική Αλλαγή (United Nations 1992) και του πρωτοκόλλου του Κιότο (1997) οι χώρες των Ηνωμένων Εθνών καλούνται να μειώσουν τις εθνικές εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου. Σχηματίστηκε λοιπόν η Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή (IPCC) η οποία δημιούργησε μία μέθοδο για τον υπολογισμό των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου μίας χώρας.

Η μεθοδολογία αυτή χωρίζει τις διάφορες δραστηριότητες που εκπέμπουν αέρια του θερμοκηπίου σε μία χώρα σε τέσσερις τομείς: τον Τομέα της Ενέργειας (ENERGY), τον Τομέα των Βιομηχανικών Δραστηριοτήτων και της Χρήσης των Προϊόντων (IPPU), τον Τομέα της Γεωργίας, της Δασοπονίας και των υπόλοιπων Χρήσεων της Γης (AFOLU), και τον Τομέα των Αποβλήτων (WASTE).

Η μέτρηση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου με τη μεθοδολογία της Διακυβερνητικής Επιτροπής για την Κλιματική Αλλαγή γίνεται σε τρία επίπεδα. Το πρώτο επίπεδο παρέχει κάποια γενικά δεδομένα, κοινά για τις χώρες που διαθέτουν λίγα ή και καθόλου δεδομένα. Το δεύτερο επίπεδο περιλαμβάνει εξισώσεις της μεθόδου FOD (First Order Decay), με κάποιες γενικές από την Διακυβερνητική Επιτροπή παραμέτρους, ενώ το επίπεδο 3 βασίζεται και αυτό στις εξισώσεις της μεθόδου FOD με τη διαφορά όμως ότι οι παράμετροι που απαιτούνται, όπως το αποικοδομήσιμο οργανικό περιεχόμενο των αποβλήτων, στηρίζονται σε εθνικούς υπολογισμούς.

Στον τομέα των Αποβλήτων της μεθόδου υπολογίζονται τα αέρια του θερμοκηπίου που εκπέμπονται στις εγκαταστάσεις αποτέφρωσης και την υπαίθριας καύσης των στερεών αποβλήτων, σε χώρους Βιολογικής Επεξεργασίας των στερεών αποβλήτων και σε χώρους τελικής διάθεσης και επεξεργασίας τους. Αξίζει να αναφερθεί ότι η διαδικασία της ανακύκλωσης και της μεταφοράς των απορριμμάτων εξαιρούνται από τον Τομέα των Αποβλήτων όπως αυτός ορίζεται στην μεθοδολογία. Τέλος οι έμμεσες εκπομπές του τομέα των Αποβλήτων καταλογίζονται στον τομέα της Ενέργειας. Παράδειγμα αποτελεί η διαδικασία της Αποτέφρωσης που αν γίνεται χωρίς ανάκτηση ενέργειας καταγράφεται στον τομέα των Αποβλήτων ενώ αν ακολουθείται από παραγωγή ενέργειας καταγράφεται στον τομέα της Ενέργειας.

Πλεονεκτήματα της μεθόδου

- Παρέχει γενικά δεδομένα για 11 χαρακτηριστικά των αποβλήτων (π.χ. σύσταση, περιεκτικότητα σε οργανικό άνθρακα, περιεκτικότητα σε αποικοδομήσιμο άνθρακα, κ.ά.) βοηθώντας έτσι τις χώρες που δεν διαθέτουν καθόλου δεδομένα να υπολογίσουν τις εθνικές εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου.
- Ο υπολογισμός των εκπομπών γίνεται κάθε χρόνο και τα αποτελέσματα αναφέρονται στην Διακυβερνητική Επιτροπή.
- Προβλέπονται υπολογιστικές μέθοδοι και για τα CO και NMVOC εκτός από τα έξι αέρια του θερμοκηπίου που προβλέπει το πρωτόκολλο του Κιότο (CO₂, CH₄, N₂O, PFCs, SF₆, HFCs)
- Μέτρηση και ξεχωριστή αναφορά του CO₂^{biogenic} και του CO₂^{fossil}.
- Καθορίζεται σαφώς η απομόνωση του C_{biogenic} στο έδαφος ανάλογα με τον τομέα υπολογισμού των εκπομπών
- Παρέχει κάποιους Συντελεστές Εκπομπών για τα διάφορα υλικά και τις διάφορες δραστηριότητες, βοηθώντας έτσι τις χώρες που δεν διαθέτουν καθόλου δεδομένα να υπολογίσουν τις εθνικές εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου.
- Έχει σχεδιαστεί για να αποφεύγεται η διπλή μέτρηση των εκπομπών

Μειονεκτήματα της μεθόδου

- Δεν υπολογίζονται καθόλου τα φθοριούχα αέρια (HFCs, PFCs)
- Δεν παρέχονται καθόλου δεδομένα για απόβλητα που προκύπτουν από οχήματα, για τα λάστιχα που αποτεφρώνονται και για ηλεκτρικό και ηλεκτρονικό εξοπλισμό.
- Τα γενικά δεδομένα που παρέχονται βασίζονται σε εκτιμήσεις και υπολογισμούς που γίνονται σε παγκόσμιο επίπεδο. Μπορεί λοιπόν να υπάρχει σημαντική απόκλιση των υπολογισμένων εκπομπών με τις πραγματικές λόγω διαφορετικών κοινωνικό-οικονομικών συστημάτων.
- Για τον υπολογισμό σε κάποιες δραστηριότητες διαχείρισης των αποβλήτων (κομποστοποίηση, ΧΥΤΑ) απαιτούνται δεδομένα από την διαχείριση των απορριμμάτων από άλλα έτη. Εάν αυτά δεν υπάρχουν θα πρέπει να υπολογιστούν με βάση κάποια δημογραφικά και ιστορικά δεδομένα, οπότε και ίσως προκύψει απόκλιση ανάμεσα στις υπολογισμένες εκπομπές και στις πραγματικές.
- Το δυναμικό πλανητικής υπερθέρμανσης (GWP) έχει αλλάξει τιμή για το μεθάνιο (από 21 σε 25) και για το υποξείδιο του αζώτου (από 310 σε 298) από

την δεύτερη έκθεση της IPCC έως σήμερα. Ένα μέρος της διαφοράς των εκπομπών από έτος σε έτος μίας χώρας μπορεί να οφείλεται και σε αυτόν τον παράγοντα.

- Οι τομείς της μεθοδολογίας της IPCC είναι καθορισμένοι με τέτοιο τρόπο που να μην επιτρέπουν να δοθεί μια ξεκάθαρη εικόνα του τομέα των αποβλήτων αφού αυτός αλληλεπιδρά με τους υπόλοιπους τομείς της μεθοδολογίας. Για παράδειγμα, οι εκπομπές της διαδικασίας της αποτέφρωσης εάν συνδυάζεται με ανάκτηση ενέργειας υπολογίζονται από τον τομέα της Ενέργειας ενώ εάν δεν γίνεται ανάκτηση ενέργειας υπολογίζονται στον τομέα των Αποβλήτων. Ένα άλλο παράδειγμα είναι ότι οι εκπομπές από την κατανάλωση ενέργειας για τον διαχωρισμό και την συλλογή του χαρτιού προς ανακύκλωση υπολογίζονται από τον τομέα των Αποβλήτων. Οι έμμεσες εκπομπές όμως που προκύπτουν από την διαδικασία της ανακύκλωσης καταχωρούνται στον τομέα της ενέργειας.

Πεδίο εφαρμογής της μεθόδου

Η μεθοδολογία που προτείνει η Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή εφαρμόζεται από τις χώρες που ανήκουν στον Οργανισμό των Ηνωμένων Εθνών για να υπολογίζουν τις εθνικές εκπομπές τους ετησίως, ώστε να παρακολουθείται η σύγκλιση ή η απόκλιση από τον στόχο που έχει τεθεί για την μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου στο Πρωτόκολλο του Κιότο.

7.2 Αξιολόγηση της μεθόδου μέτρησης των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου σε φορείς

Σύντομη Σύνοψη

Για τον υπολογισμό των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου στις επιχειρήσεις, στους δήμους και στις διάφορες εγκαταστάσεις που εκπέμπουν αέρια του θερμοκηπίου έχει αναπτυχθεί ένα πλήθος πρωτοκόλλων και μεθοδολογιών. Η πιο διαδεδομένη και αποδεκτή σε παγκόσμια κλίμακα μεθοδολογία είναι το Πρωτόκολλο των Αερίων του Θερμοκηπίου (Greenhouse Gas Protocol).

Το πρωτόκολλο αυτό εφαρμόστηκε ειδικά στον τομέα της διαχείρισης των αποβλήτων με αποτέλεσμα την δημιουργία του Πρωτοκόλλου για την Ποσοτικοποίηση των Εκπομπών των Αερίων του Θερμοκηπίου στις δραστηριότητες της διαχείρισης των στερεών αποβλήτων από την ΕΡΕ (2007).

Το Πρωτόκολλο της ΕΡΕ υπολογίζει τις «κύριες» εκπομπές, οι οποίες περιλαμβάνουν τα αέρια CO_2 biogenic, CO_2 fossil, CH_4 και N_2O . Οι εκπομπές N_2O από τις εξατμίσεις (των οχημάτων και των μηχανών βιοαερίου) εξαιρούνται. «Κύριες» είναι οι συνολικές άμεσες εκπομπές που δημιουργούν οι δραστηριότητες της διαχείρισης των στερεών αποβλήτων.

Υπολογίζει ακόμη τις εκπομπές «δικτύου» που αποτελούνται από τις εκπομπές CO_2 fossil, CH_4 και N_2O . Οι εκπομπές «δικτύου» είναι εκείνες που τελικά λαμβάνονται υπόψη στον υπολογισμό και την αναφορά των εκπομπών μετά την εφαρμογή της σύμβασης για την βιομάζα κατά την οποία οι εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου που προέρχονται από την καύση της βιομάζας είναι μηδενικές.

Συμπεριλαμβάνονται ακόμα οι έμμεσες εκπομπές (όπως η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας) οι οποίες χωρίζονται σε δύο κατηγορίες. Η πρώτη κατηγορία περιλαμβάνει τις εκπομπές από την ηλεκτρική, την θερμική και την παραγόμενη από ατμό ενέργεια ενώ η δεύτερη κατηγορία περιλαμβάνει τις υπόλοιπες έμμεσες εκπομπές.

Το Πρωτόκολλο της ΕΡΕ περιλαμβάνει ακόμα τις εκπομπές που έχουν αποφευχθεί και που προκύπτουν από την ανάκτηση της ενέργειας και των πρώτων υλών (όπως η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από το βιοαέριο των ΧΥΤΑ).

Ο υπολογισμός γίνεται βάσει του λογιστικού φύλλου Excell της Microsoft που παρέχεται από το πρωτόκολλο το οποίο απαιτεί κάποια δεδομένα να υπολογιστούν από τον κάθε φορέα αλλά και προσφέρει κάποια άλλα για τον τελικό υπολογισμό των εκπομπών.

Πλεονεκτήματα της μεθόδου

- Τα χαρακτηριστικά των αποβλήτων (σύσταση, περιεκτικότητα σε οργανικό άνθρακα, κ.ά.) μπορούν να υπολογιστούν ειδικά για κάθε εγκατάσταση.
- Ο υπολογισμός των εκπομπών γίνεται κάθε χρόνο
- Γίνεται μέτρηση και ξεχωριστή αναφορά των $CO_{2\text{biogenic}}$ και $CO_{2\text{fossil}}$
- Τα σύνορα της μεθόδου και οι εκπομπές που πρέπει να αναφερθούν είναι καλά καθορισμένα-αυτά του κάθε φορέα
- Υπολογίζονται οι εκπομπές που προκύπτουν από την κατανάλωση και την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και τα οφέλη πιστώνονται στον φορέα

Μειονεκτήματα της μεθόδου

- Υπολογίζονται μόνο τα τρία κύρια αέρια του θερμοκηπίου (CO_2 , CH_4 , N_2O) και εξαιρούνται τα υπόλοιπα (PFCs, SF_6 , HFCs)
- Το δυναμικό πλανητικής υπερθέρμανσης (GWP) έχει αλλάξει τιμή για το μεθάνιο (από 21 σε 25) και για το υποξείδιο του αζώτου (από 310 σε 298) από την δεύτερη έκθεση της IPCC έως σήμερα. Έτσι κάποιιοι φορείς μπορεί να χρησιμοποιούν διαφορετικές τιμές του GWP από τους υπόλοιπους.
- Δεν καθορίζεται η απομόνωση του C_{biogenic} στο έδαφος που αποτελεί πηγή έμμεσων εκπομπών για κάποιον φορέα που χρησιμοποιεί αυτήν την τεχνική.
- Οι εκπομπές N_2O από τις εξατμίσεις των οχημάτων και των μηχανών βιοαερίου δεν συμπεριλαμβάνονται στον υπολογισμό.

Πεδίο εφαρμογής της μεθόδου

Το πρωτόκολλο της EPE εφαρμόζεται για τον υπολογισμό των εκπομπών των επιχειρήσεων, της τοπικής αυτοδιοίκησης και των εγκαταστάσεων που σχετίζονται με την διαχείριση των στερεών αποβλήτων.

7.3 Αξιολόγηση των μεθοδολογιών αντιστάθμισης ρύπων

Σύντομη Σύνοψη

Το Πρωτόκολλο του Κιότο προώθησε τρεις καινοτόμους ευέλικτους μηχανισμούς προκειμένου να μετριάσει το συνολικό κόστος της επίτευξης των στόχων μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Οι ευέλικτοι μηχανισμοί προσφέρουν τη δυνατότητα στα Συμβαλλόμενα Μέρη του Παραρτήματος Ι του Πρωτοκόλλου, να περιορίσουν το κόστος που συνεπάγεται η μείωση των εκπομπών τους, εκμεταλλευόμενα ευκαιρίες προκειμένου να περιορίσουν τις εκπομπές ή να αυξήσουν τις απομακρύνσεις αερίων του θερμοκηπίου σε χώρες όπου το κόστος είναι μικρότερο από ότι στη δική τους χώρα. Ουσιαστικά, οι εν λόγω μηχανισμοί επιτρέπουν στα Συμβαλλόμενα Μέρη να έχουν πρόσβαση σε οικονομικά αποδοτικές ευκαιρίες προκειμένου να ικανοποιηθούν οι στόχοι του Πρωτοκόλλου.

Οι τρεις μηχανισμοί του Πρωτοκόλλου του Κιότο είναι:

- Ο Μηχανισμός Κοινής Εφαρμογής (Joint Implementation - JI)
- Ο Μηχανισμός Καθαρής Ανάπτυξης (Clean Development Mechanism – CDM)
- Ο Μηχανισμός Εμπορίας Εκπομπών (Emission Trading – ET)

(Ο Μηχανισμός Εμπορίας Εκπομπών δεν εφαρμόζεται στον τομέα διαχείρισης των στερεών αποβλήτων)

Η μεθοδολογία υπολογισμού των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου που εφαρμόζεται και στους τρεις μηχανισμούς, βασίζεται στις εξισώσεις FOD της Διακυβερνητικής Επιτροπής για την Κλιματική Αλλαγή και στους γενικούς συντελεστές εκπομπών που οι τελευταίες χρησιμοποιούν. Πιο συγκεκριμένες οδηγίες για την ποσοτικοποίηση των εκπομπών δίνονται μετά την εφαρμογή του κάθε μηχανισμού. Το κέρδος από την εφαρμογή των μηχανισμών γίνεται με την προσέγγιση «Εκπομπές πριν έναντι εκπομπών μετά». Δηλαδή, συγκρίνονται οι εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου πριν την εφαρμογή του μηχανισμού με τις εκπομπές που θα προκύψουν μετά την εφαρμογή του.

Πλεονεκτήματα της μεθόδου

- Τα χαρακτηριστικά των αποβλήτων (σύσταση, περιεκτικότητα σε οργανικό άνθρακα, κ.ά.) μπορούν να υπολογιστούν ειδικά για κάθε εγκατάσταση
- Ο υπολογισμός των εκπομπών γίνεται κάθε χρόνο

«ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΤΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ ΣΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ-ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΣΤΟ ΔΗΜΟ ΒΥΡΩΝΑ»

- Τα σύνορα της μεθόδου είναι καλά καθορισμένα (αυτά του έργου CDM/JI) και έτσι αποφεύγονται οι αλληλεπιδράσεις με άλλους τομείς που εκπέμπουν αέρια του θερμοκηπίου.
- Υπολογίζονται οι εκπομπές που προκύπτουν από την κατανάλωση και την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και τα οφέλη πιστώνονται στο κάθε έργο CDM/JI
- Κάθε έργο CDM/JI αναπτύσσει δικούς του συντελεστές εκπομπών με αποτέλεσμα η μέτρηση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου να είναι πιο ακριβής

Μειονεκτήματα της μεθόδου

- Το δυναμικό πλανητικής υπερθέρμανσης (GWP) έχει αλλάξει τιμή για το μεθάνιο (από 21 σε 25) και για το υποξείδιο του αζώτου (από 310 σε 298) από την δεύτερη έκθεση της IPCC έως σήμερα. Έτσι σε κάποια έργα CDM/JI μπορεί να χρησιμοποιείται διαφορετικό GWP από κάποιο άλλο έργο δυσκολεύοντας την σύγκριση μεταξύ τους ή από έτος σε έτος να διαφέρει η τιμή του GWP στο ίδιο το έργο
- Δεν υπολογίζεται καθόλου το $CO_{2biogenic}$
- Δεν καθορίζεται η απομόνωση του $C_{biogenic}$ στο έδαφος που αποτελεί πηγή έμμεσων εκπομπών για κάποιον φορέα που χρησιμοποιεί αυτήν την τεχνική
- Δεν υπάρχει ενιαία μεθοδολογία για όλα τα έργα CDM/JI που να καθιστά έτσι την σύγκριση τους πλήρως αξιόπιστη

Πεδίο εφαρμογής της μεθόδου

Η μέθοδος της αντιστάθμισης ρύπων εφαρμόζεται στα έργα - εγκαταστάσεις που έχουν χαρακτηρισθεί ως έργα CDM/JI από το CDMEB σύμφωνα με το πρωτόκολλο του Κιότο.



7.4 Αξιολόγηση της μεθόδου υπολογισμού των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου με την Ανάλυση Κύκλου Ζωής

Σύντομη Σύνοψη

Η Ανάλυση Κύκλου Ζωής όταν εφαρμοστεί στον τομέα των στερεών αποβλήτων μας επιτρέπει να δημιουργήσουμε ένα ολοκληρωμένο σύστημα διαχείρισης στερεών αποβλήτων μέσα από την ανάλυση όλων των δραστηριοτήτων στις οποίες υπόκεινται τα στερεά απόβλητα. Οι δραστηριότητες αυτές ξεκινούν για ένα υλικό αφού αυτό χάσει την χρησιμότητα του για τον κάτοχο του, όταν δηλαδή μετατραπεί σε απόβλητο, και περιλαμβάνουν την συλλογή των αποβλήτων και την μεταφορά τους στους χώρους διαχείρισης, την διαδικασία της ανακύκλωσης, τους τρόπους διαχείρισης τους (κομποστοποίηση, αναερόβια επεξεργασία, αποτέφρωση, υγειονομική ταφή, μηχανική- βιολογική επεξεργασία, κ.ά.) και την ανάκτηση από τα απόβλητα φυσικών πόρων (ενέργειας ή πρώτων υλών).

Με την Ανάλυση του Κύκλου Ζωής υπολογίζονται σε κάθε στάδιο της «ζωής» των αποβλήτων οι εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου που προκύπτουν-τόσο οι άμεσες όσο και οι έμμεσες. Μπορεί λοιπόν να αποτελέσει ένα σημαντικό εργαλείο στα χέρια των ανθρώπων που ασχολούνται με τον τομέα της διαχείρισης των στερεών αποβλήτων.

Πλεονεκτήματα της μεθόδου

- Τα χαρακτηριστικά των αποβλήτων (σύσταση, περιεκτικότητα σε οργανικό άνθρακα, κ.ά.) μπορούν να υπολογιστούν ειδικά για κάθε εγκατάσταση
- Η περίοδος της μέτρησης είναι ανεξάρτητη του χρόνου
- Υπολογίζονται οι εκπομπές για όλα τα αέρια του θερμοκηπίου που υπάρχουν διαθέσιμα δεδομένα
- Μέτρηση και ξεχωριστή αναφορά του $CO_{2\text{biogenic}}$ και του $CO_{2\text{fossil}}$
- Καθορίζεται σαφώς η απομόνωση του C_{biogenic} στο έδαφος και η τιμή του GWP που λαμβάνει
- Τα σύνορα της μεθόδου είναι καλά καθορισμένα (η εφαρμογή της ξεκινάει από τη στιγμή που ένα προϊόν θα γίνει απόβλητο)
- Υπολογίζονται οι εκπομπές που προκύπτουν από την κατανάλωση και την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και τα οφέλη πιστώνονται στον φορέα που παράγει την ενέργεια

- Χρησιμοποιούνται επιστημονικά δεδομένα για όλους τους τύπους των αποβλήτων
- Εάν χρησιμοποιηθεί στο επίπεδο της τοπικής αυτοδιοίκησης μπορεί να πετύχει μέσω της σύγκρισης των μεθόδων τον πιο φιλικό προς το περιβάλλον τρόπο διαχείρισης των απορριμμάτων

Μειονεκτήματα της μεθόδου

- Το δυναμικό πλανητικής υπερθέρμανσης (GWP) έχει αλλάξει τιμή για το μεθάνιο (από 21 σε 25) και για το υποξείδιο του αζώτου (από 310 σε 298) από την δεύτερη έκθεση της IPCC έως σήμερα. Έτσι σε κάποιες μελέτες Ανάλυσης Κύκλου Ζωής μπορεί να χρησιμοποιούνται διαφορετικές τιμές από κάποιες άλλες δημιουργώντας σύγχυση στην σύγκριση των εκπομπών
- Η μέθοδος της Ανάλυσης Κύκλου Ζωής περιλαμβάνει όλα τα στάδια της ζωής των απορριμμάτων με αποτέλεσμα να μην επιτρέπει σε μεμονωμένες εγκαταστάσεις και επιχειρήσεις που συνδέονται με ένα μόνο στάδιο των απορριμμάτων να αναφέρουν τις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου λόγω έλλειψης στοιχείων που συνδέονται με τα άλλα στάδια
- Ο υπολογισμός του GWP γίνεται για συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. Οι μελέτες της Ανάλυσης Κύκλου Ζωής μπορεί να χρησιμοποιούν τα 20, τα 50 και τα 100 χρόνια κάτι που προσφέρει ανομοιομορφία στα αποτελέσματα των υπολογισμών

Πεδίο εφαρμογής της μεθόδου

Η ανάλυση του κύκλου ζωής των αποβλήτων δεν εφαρμόζεται υποχρεωτικά από κάποιον φορέα. Μπορεί όμως να χρησιμοποιηθεί από την τοπική αυτοδιοίκηση και τους υπεύθυνους για την λήψη αποφάσεων στην διαχείριση των στερεών αποβλήτων ώστε να δημιουργηθεί ένα ολοκληρωμένο σύστημα διαχείρισης των απορριμμάτων που θα είναι φιλικό προς το περιβάλλον και θα αποφέρει συνολικά τα περισσότερα οφέλη στην εξοικονόμηση φυσικών πόρων.

7.5 Σύγκριση των μεθόδων υπολογισμού των αερίων του θερμοκηπίου

Όλες οι μεθοδολογίες που αναπτύχθηκαν έχουν και θετικά και αρνητικά χαρακτηριστικά όπως αυτά παρουσιάστηκαν παραπάνω. Η κατάλληλη επιλογή της μεθόδου εξαρτάται από τον στόχο που προορίζεται να πετύχει.

Αν ο σκοπός της μέτρησης είναι η αναφορά των εθνικών εκπομπών ώστε να παρακολουθείται κάθε χρόνο η πιθανή απόκλιση ή σύγκλιση με τις απαιτούμενες από το πρωτόκολλο του Κιότο μειώσεις τότε η μεθοδολογία της IPCC είναι κατάλληλη.

Αν η μέτρηση έχει ως στόχο να περιγράψει την κατάσταση που επικρατεί στον τομέα της διαχείρισης των στερεών αποβλήτων όσον αφορά τις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου ή να διευκολύνει την λήψη αποφάσεων και τον σχεδιασμό στρατηγικών ώστε να αντιμετωπισθεί το πρόβλημα της διαχείρισης του, όλο και αυξανόμενου, όγκου των αποβλήτων η προσέγγιση που προσφέρει η μέθοδος της Ανάλυσης Κύκλου Ζωής εμφανίζεται ως η ιδανικότερη.

Το πρωτόκολλο της EPE είναι μία πιο απλή μέθοδος (αφού χρησιμοποιεί και το λογιστικό πρόγραμμα EXCEL) για τον υπολογισμό των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου μίας επιχείρησης ή μίας εγκατάστασης που επεξεργάζεται απόβλητα. Εάν ο σκοπός του φορέα είναι η απλή αναφορά των εκπομπών του τότε λόγω της απλότητας του πρωτοκόλλου της EPE είναι το επικρατέστερο.

Τέλος οι μέθοδοι της αντιστάθμισης ρύπων είναι προσανατολισμένες στην μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου μίας χώρας με το λιγότερο δυνατό κόστος μέσα από την ανάπτυξη νέων εγκαταστάσεων διαχείρισης στερεών αποβλήτων όπως ορίζει το πρωτόκολλο του Κιότο.

(Emmanuel Gentil, “Greenhouse gas accounting and Waste management”)

**«ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΤΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ ΣΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ-ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΣΤΟ ΔΗΜΟ ΒΥΡΩΝΑ»**

| <u>Μέθοδοι</u> | Πρωτόκολλο της ΕΡΕ | Μεθοδολογία της IPCC | Μεθοδολογίες Αντιστάθμισης Ρύπων | Ανάλυση Κύκλου Ζωής |
|--|---|--|---|-------------------------------|
| <u>Χαρακτηριστικά</u> | | | | |
| Αέρια που υπολογίζονται | CO ₂ ,CH ₄ , N ₂ O | CO ₂ ,CH ₄ , N ₂ O, CO, NMVOC | CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, PFCs,SF ₆ , HFCs | Εξαρτάται από την κάθε μελέτη |
| Υπολογισμός CO ₂ biogenic | Γίνεται ξεχωριστά | Γίνεται ξεχωριστά | Δεν υπολογίζεται | Γίνεται |
| Υπολογισμός CO ₂ fossil | Γίνεται | Γίνεται | Γίνεται | Γίνεται |
| Τιμή του GWP του CO ₂ biogenic | 0 | 0 | N/A | Συνήθως 0 |
| Καθορισμός της απομόνωσης του C _{biogenic} στο έδαφος | Δεν γίνεται | Γίνεται | Δεν γίνεται | Γίνεται |
| Τιμή GWP των CH ₄ , N ₂ O | Εξαρτάται από την κάθε μελέτη | Εξαρτάται από την κάθε μελέτη | Εξαρτάται από την κάθε μελέτη | Εξαρτάται από την κάθε μελέτη |
| Υπολογισμός του GWP για: | 100 έτη | 100 έτη | 100 έτη | 20,50 ή 100 έτη |
| Σύσταση των Αποβλήτων | Καθορισμένη | Καθορισμένη | Καθορισμένη | Καθορισμένη |
| Προορίζεται για εφαρμογή: | από φορείς | από χώρες | σε έργα | Ποικίλες εφαρμογές |
| Περίοδος μέτρησης | 1 έτος | 1 έτος | 1 έτος | ανεξαρτήτου χρόνου |
| Περιλαμβάνονται όλες οι πιθανές πηγές/καταβόθρες: | ΝΑΙ/ΟΧΙ | ΝΑΙ/ΝΑΙ | ΝΑΙ/ΟΧΙ | ΝΑΙ/ΝΑΙ |

Πίνακας 7.1 : Χαρακτηριστικά της κάθε μεθόδου υπολογισμού των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου στη διαχείριση στερεών αποβλήτων

8. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΒΥΡΩΝΑ

8.1 Παρουσίαση του μοντέλου SimaPro

Το λογισμικό πρόγραμμα SimaPro είναι ειδικά σχεδιασμένο για την ανάλυση του κύκλου ζωής των προϊόντων. Διαθέτει διάφορες βάσεις δεδομένων οι οποίες καλύπτουν τις ανάγκες των περισσότερων προϊόντων ενώ καλύπτει τα πρότυπα ISO που έχουν διαμορφωθεί για την ανάπτυξη εφαρμογών ανάλυσης κύκλου ζωής:

ISO 14040: Αρχές και πλαίσιο

ISO 14041: Καθορισμός των στόχων και του πλαισίου και ανάλυση της καταγραφής του κύκλου ζωής γραφής

ISO 14042: Επιπτώσεις της Ανάλυσης Κύκλου Ζωής

ISO 14043: Ερμηνεία των αποτελεσμάτων

Η λειτουργία του SimaPro βασίζεται στην διάσπαση του προς ανάλυση προϊόντος σε απλούστερα υλικά που με τη σειρά τους διαχωρίζονται σε ακόμη πιο βασικά υλικά και διαδικασίες που απαιτούνται για την παραγωγή τους. Η περιβαλλοντική αξιολόγηση του προϊόντος στηρίζεται στις εκπομπές των βασικών υλικών και των διαδικασιών που απαιτούνται για την παραγωγή τους και οι οποίες είναι καταχωρημένες στις βάσεις δεδομένων που διαθέτει το πρόγραμμα.

Η αξιολόγηση γίνεται σε δύο τμήματα. Στο πρώτο τμήμα υπολογίζονται οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις που προκύπτουν από την παραγωγή του υλικού και στις οποίες φαίνεται ποια υλικά ή διαδικασίες συμβάλλουν περισσότερο και ποια λιγότερο στην παραγωγή. Δημιουργείται έτσι μία συνδεσμολογία (assembly) υλικών και διαδικασιών που φθάνουν στην δημιουργία μίας μονάδας από το προϊόν. Στο δεύτερο τμήμα κλείνει ο κύκλος ζωής του προϊόντος με το σενάριο διαχείρισης του όταν αυτό θα γίνει απόβλητο και συνδέεται άμεσα με το assembly που δημιουργήθηκε για την παραγωγή του. Προκύπτουν έτσι οι επιπτώσεις που έχει το προϊόν στο περιβάλλον καθ' όλη την διάρκεια ζωής του, από την στιγμή που θα ξεκινήσει η παραγωγή του έως και την διαχείριση του ως απόβλητο.

Στο SimaPro ο χρήστης που θα αναπτύξει την ανάλυση του κύκλου ζωής ενός προϊόντος καλείται να γνωρίζει τα υλικά από τα οποία αποτελείται, τις ποσότητες τους, τις διαδικασίες που απαιτούνται για την παραγωγή του και τον τρόπο που αυτό θα διαχειριστεί όταν χάσει την χρησιμότητα του και τα οποία εισάγει ως δεδομένα (input). Το SimaPro υπολογίζει τα εξαγόμενα στοιχεία (output) που είναι οι εκπομπές που προκύπτουν από όλη την διάρκεια ζωής του προϊόντος δημιουργώντας ένα δέντρο στην κορυφή του οποίου βρίσκονται οι συνολικές εκπομπές και οι οποίες αναλύονται σε όλο και απλούστερες διαδικασίες (άρα και εκπομπές) φτάνοντας στην βάση του δέντρου. (<http://www.pre.nl/simapro/>)

8.2 Παρουσίαση του Δήμου Βύρωνα

Ο Δήμος **Βύρωνα** είναι ένα προάστιο στα βορειοανατολικά του Νομού Αττικής και πήρε το όνομά του από τον Λόρδο Βύρωνα, τον Ιανουάριο του 1924. Χαρακτηριστικό της περιοχής είναι ότι γεννήθηκε από τις στάχτες της Μικρασιατικής Καταστροφής καθώς το 1922 στις πλαγιές του Υμηττού, έκαναν «κονάκι» οι πρώτοι κυνηγημένοι.

Τον Ιανουάριο του 1924, σε επίσημη τελετή, ο συνοικισμός Παγκρατίου μετονομάζεται σε συνοικισμό Βύρωνα με την ευκαιρία του εορτασμού των 100 χρόνων από το θάνατο του Λόρδου Βύρωνα, του μεγάλου Φιλέλληνα ποιητή, που πέθανε στο Μεσολόγγι το 1824.

Το 1934, έχοντας μεγαλώσει αρκετά, γίνεται ανεξάρτητος Δήμος. Ο Βύρωνας είχε το δικό του μερτικό στην πάλη και τις θυσίες κατά του Γ' Ράιχ, με κορυφαία στιγμή της Αντίστασης του Βυρωνιώτικου Λαού το Μπλόκο της 7ης Αυγούστου 1944. Έντεκα άνδρες εκτελούνται επιτόπου και 283 οδηγούνται όμηροι στα χιτλερικά στρατόπεδα. Ένα μνημείο σε κεντρικό σημείο του Δήμου θυμίζει σε όλους, σε παλαιότερους αλλά και σε νεότερους την ιστορία του δήμου.

Το 1961, στο Άλσος της Αγίας Τριάδας, εγκαινιάζεται η πρώτη παιδική χαρά, ενώ το 1962 ο Βύρωνας αποκτά το πρώτο δικό του Γυμνάσιο, που θεμελιώνεται από τον τότε Υπουργό Παιδείας Γρηγόρη Κασιμάτη.

Το 1971, στην πλατεία Σμύρνης γίνονται τα αποκαλυπτήρια του αγάλματος του Χρυσοστόμου, Βυρωνιώτη Αρχιεπισκόπου Αθηνών & πάσης Ελλάδος. Προς τιμή του έχει ονομασθεί η κεντρική λεωφόρος του Δήμου Βύρωνα, που οδηγεί προς τη λεωφόρο Κατεχάκη.

Η συνολική έκταση του Δήμου Βύρωνα είναι 9.000 στρέμματα και σύμφωνα με την τελευταία απογραφή, ζουν 61.102 κάτοικοι.

(www/dimosbyrona.gr)

| Πληθυσμός Δήμου Βύρωνα κατά την απογραφή του 2001 | |
|---|---------------|
| Ηλικία | Πληθυσμός |
| 0-14 | 8.163 |
| 15-24 | 8.675 |
| 25-39 | 15.182 |
| 40-54 | 12.817 |
| 55-64 | 6.584 |
| 65-79 | 7.776 |
| 80 και άνω | 1.905 |
| ΣΥΝΟΛΟ | 61.102 |

Πίνακας 8.1: Πληθυσμός του δήμου Βύρωνα κατά την απογραφή του 2001

(Πηγή: Ελληνική Στατιστική Αρχή (www.statistics.gr))

8.3 Διαχείριση στερεών αποβλήτων στον Δήμο Βύρωνα

Η υπηρεσία καθαριότητας του δήμου Βύρωνα είναι υπεύθυνη για την καθαριότητα της πόλης στους κοινόχρηστους, εσωτερικούς και δημοτικούς χώρους. Στις αρμοδιότητες του τμήματος ανήκει τόσο το πλύσιμο των κάδων και των δρόμων, όσο και η αποκομιδή των προς ανακύκλωση υλικών ενώ ακόμη είναι υπεύθυνη για την κίνηση, στάθμευση και φύλαξη των οχημάτων και των μηχανημάτων του Δήμου, καθώς και για την προμήθεια καυσίμων και υλικών.

Η διαχείριση των στερεών αποβλήτων στον δήμο Βύρωνα περιλαμβάνει την διαχείριση τεσσάρων «ρευμάτων» αποβλήτων. Η πρώτη κατηγορία περιλαμβάνει την συλλογή των απορριμμάτων από τους κοινούς (συνήθεις) κάδους όπου οι δημότες απορρίπτουν τα απόβλητα τους ανεξαρτήτως υλικής προέλευσης καθώς και την μεταφορά τους στους Χώρους Υγειονομική Ταφής Απορριμμάτων και Μηχανικής Διαλογής των Άνω Λιοσίων.

Η δεύτερη κατηγορία περιλαμβάνει τα ογκώδη αντικείμενα που οι δημότες απορρίπτουν αφού έχουν χάσει πλέον την χρησιμότητα τους που στην συντριπτική τους πλειοψηφία αποτελούνται από έπιπλα και ένα μικρότερο ποσοστό από χαλιά.

Στην τρίτη κατηγορία ανήκει το ρεύμα των προς ανακύκλωση υλικών. Ο Δήμος Βύρωνα σχεδίασε και υλοποίησε το πρώτο Πρότυπο Δημόσιο Πρόγραμμα Ανακύκλωσης με Διαλογή στην Πηγή, το οποίο ξεκίνησε στις 17 Νοεμβρίου 2008 και για το οποίο τιμήθηκε το 2010 για δεύτερη συνεχόμενη χρονιά με το βραβείο «Οικόπολις 2010 - Περιβαλλοντική Διαχείριση».

Το πρόγραμμα δίνει τη δυνατότητα ανακύκλωσης γυαλιού, αλουμινίου, χαρτιού και πλαστικού με 55 στάσεις ανακύκλωσης που έχουν τοποθετηθεί σε όλη την πόλη και βασίζεται στη διαλογή των υλικών στην πηγή, δηλαδή από τους δημότες. Η αποκομιδή και η μεταφορά των υλικών γίνεται με ειδικά απορριμματοφόρα που κινούνται με φυσικό αέριο. Η αποκομιδή γίνεται κατά υλικό, ώστε τα ήδη διαλεγμένα από τους δημότες υλικά να δίνονται κατευθείαν για ανακύκλωση.

Το πρόγραμμα περιλαμβάνει, επίσης, 4 κέντρα ανταποδοτικής ανακύκλωσης σε συνεργασία με ιδιωτικές εταιρείες. Οι καταναλωτές που θα επιλέξουν να χρησιμοποιήσουν αυτά τα κέντρα κερδίζουν είτε ένα εκπτωτικό κουπόνι για τα ψώνια τους, είτε μπορούν να δωρίσουν το χρηματικό αυτό ποσό στο Χαμόγελο του Παιδιού. Σε μια προσπάθεια περιβαλλοντικής εκπαίδευσης και ευαισθητοποίησης των μελλοντικών πολιτών αυτής της χώρας, των παιδιών, στο πρόγραμμα εντάχθηκε και η λειτουργία του Πρότυπου Κέντρου Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης στο σχολικό συγκρότημα της Εργάνης.

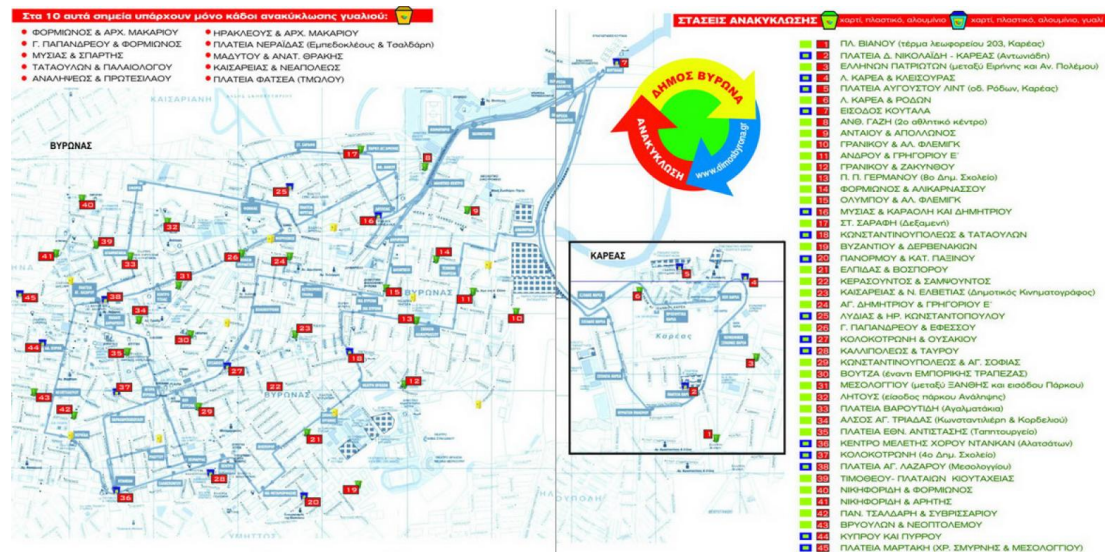
Το συγκεκριμένο πρόγραμμα επιλέχτηκε γιατί εξασφαλίζει τη συλλογή καθαρού υλικού το οποίο μπορεί να δοθεί σε μονάδες ανακύκλωσης, ενώ ταυτόχρονα εκπαιδεύονται οι δημότες στη σωστή ανακύκλωση. Η εναλλακτική λύση ήταν ένα σύστημα με «ξεκλείδωτους» κάδους, όπως αυτό των μπλε κάδων. Η

«ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΤΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ ΣΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ-ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΣΤΟ ΔΗΜΟ ΒΥΡΩΝΑΣ»

εμπειρία των δήμων που το έχουν εφαρμόσει, δείχνει ότι συχνά μέσα στους κάδους ρίπτονται όχι μόνο υλικά ανακύκλωσης αλλά και οικιακά απορρίμματα, με αποτέλεσμα τα ανακυκλώσιμα υλικά να μην μπορούν να ανακυκλωθούν και να καταλήγουν τελικά στη χωματερή. (www.dimosbyrona.gr)

Το τελευταίο ρεύμα αποτελούν τα λεγόμενα «πράσινα» απόβλητα που περιλαμβάνουν απόβλητα από πάρκα ή απόβλητα που προέρχονται από την μέριμνα του δήμου για τα δέντρα και τους χώρους πρασίνου για τους οποίους είναι υπεύθυνος.

Για την συλλογή των απορριμμάτων ο δήμος χρησιμοποιεί 2 απορριμματοφόρα φυσικού αερίου τύπου πρέσας 16 κυβικών, 13 καυσίμου πετρελαίου τύπου μύλου από 12 έως 17 κυβικών και 5 απορριμματοφόρα Euro5 τύπου μύλου 12 κυβικών.



Εικόνα 8.1: Χάρτης του δήμου Βύρωνας και τοποθεσίες που υπάρχουν οι σταθμοί ανακύκλωσης υλικών για την ενημέρωση των πολιτών.
(Πηγή: [/www.dimosbyrona.gr](http://www.dimosbyrona.gr))

Κατόπιν συνέντευξης με τον προϊστάμενο του τμήματος Καθαριότητας του δήμου Βύρωνα κ. Μαυρική Γιάννη παρουσιάζονται τα στοιχεία για την διαχείριση των τεσσάρων ρευμάτων των αποβλήτων του δήμου Βύρωνα.

Ο δήμος Βύρωνα παράγει 110 τόνους αποβλήτων του **κεντρικού ρεύματος** την ημέρα. Η συλλογή του κεντρικού ρεύματος από τους συνήθεις κάδους γίνεται έξι φορές την εβδομάδα και η απόσταση που καλύπτεται από τα απορριμματοφόρα είναι 8 - 10 km. Κατόπιν τα συλλεχθέντα απόβλητα μεταφέρονται για 1,5 – 5 km ως τον σταθμό μεταφόρτωσης όπου και τα παραλαμβάνουν φορτηγά για να τα μεταφέρουν το 90% στον ΧΥΤΑ των Άνω Λιοσίων και το υπόλοιπο 10% στο εργοστάσιο Μηχανικής Διαλογής. Η αποστολή των αποβλήτων από τον σταθμό μεταφόρτωσης στην μονάδα των Άνω Λιοσίων γίνεται πέντε φορές την εβδομάδα και η απόσταση που διανύουν είναι συνολικά 72 km (36 km η μεταφορά των αποβλήτων και 36 km η επιστροφή των φορτηγών).

Ο δήμος Βύρωνα συλλέγει 20 τόνους **ογκωδών αντικειμένων** την ημέρα που στην πλειοψηφία τους (κατά ένα ποσοστό της τάξης του 90%) είναι έπιπλα ενώ το υπόλοιπο 10% αποτελείται από χαλιά. Η συλλογή τους γίνεται από τα απορριμματοφόρα του δήμου τα οποία καλύπτουν απόσταση 8 – 12 km και στην συνέχεια τα μεταφέρουν στον σταθμό μεταφόρτωσης. Από εκεί τα φορτηγά του δήμου τα μεταφέρουν στον ΧΥΤΑ των Άνω Λιοσίων διανύοντας απόσταση 72 km (36 km η μεταφορά τους στον ΧΥΤΑ και 36 km η επιστροφή των φορτηγών).

Η **ανακύκλωση** στον δήμο Βύρωνα περιλαμβάνει τα εξής υλικά: **χαρτί, πλαστικό, γυαλί και αλουμίνιο**. Η συλλογή τους γίνεται για 8 – 12 km για κάθε υλικό από τα απορριμματοφόρα του δήμου, τα οποία και τα μεταφέρουν στις αντίστοιχες μονάδες ανακύκλωσης.

Η μάζα του προς ανακύκλωση χαρτιού είναι 1,499 τόνοι την ημέρα, συλλέγεται από την υπηρεσία καθαριότητας 3 φορές την εβδομάδα και αποστέλλεται σε μονάδα ανακύκλωσης στον Βοτανικό. Η απόσταση που διανύεται για την μεταφορά του προς ανακύκλωση χαρτιού είναι 20 km (10 km η μεταφορά του χαρτιού και 10 km η επιστροφή των απορριμματοφόρων).

Η μάζα των προς ανακύκλωση πλαστικών αποβλήτων είναι 0,219 τόνοι την ημέρα, συλλέγεται από την υπηρεσία καθαριότητας 2 φορές την εβδομάδα και αποστέλλεται σε μονάδα ανακύκλωσης στα Άνω Λιόσια. Η απόσταση που διανύεται για την μεταφορά των προς ανακύκλωση πλαστικών αποβλήτων είναι 72 km (36 km η μεταφορά του χαρτιού και 36 km η επιστροφή των απορριμματοφόρων).

Η μάζα του προς ανακύκλωση αλουμινίου είναι 24,96 κιλά την ημέρα, συλλέγεται από την υπηρεσία καθαριότητας 1 φορά την εβδομάδα και αποστέλλεται σε μονάδα ανακύκλωσης στα Άνω Λιόσια. Η απόσταση που διανύεται για την μεταφορά του προς ανακύκλωση αλουμινίου είναι 72 km (36 km η μεταφορά του χαρτιού και 36 km η επιστροφή των απορριμματοφόρων).

Η μάζα του προς ανακύκλωση γυαλιού είναι 0,125 τόνοι την ημέρα, συλλέγεται από την υπηρεσία καθαριότητας 1 φορά την εβδομάδα και αποστέλλεται σε μονάδα ανακύκλωσης στην Μαγούλα Αττικής. Η απόσταση που διανύεται για την μεταφορά του προς ανακύκλωση γυαλιού είναι 98 km (49 km η μεταφορά του χαρτιού και 49 km η επιστροφή των απορριμματοφόρων).

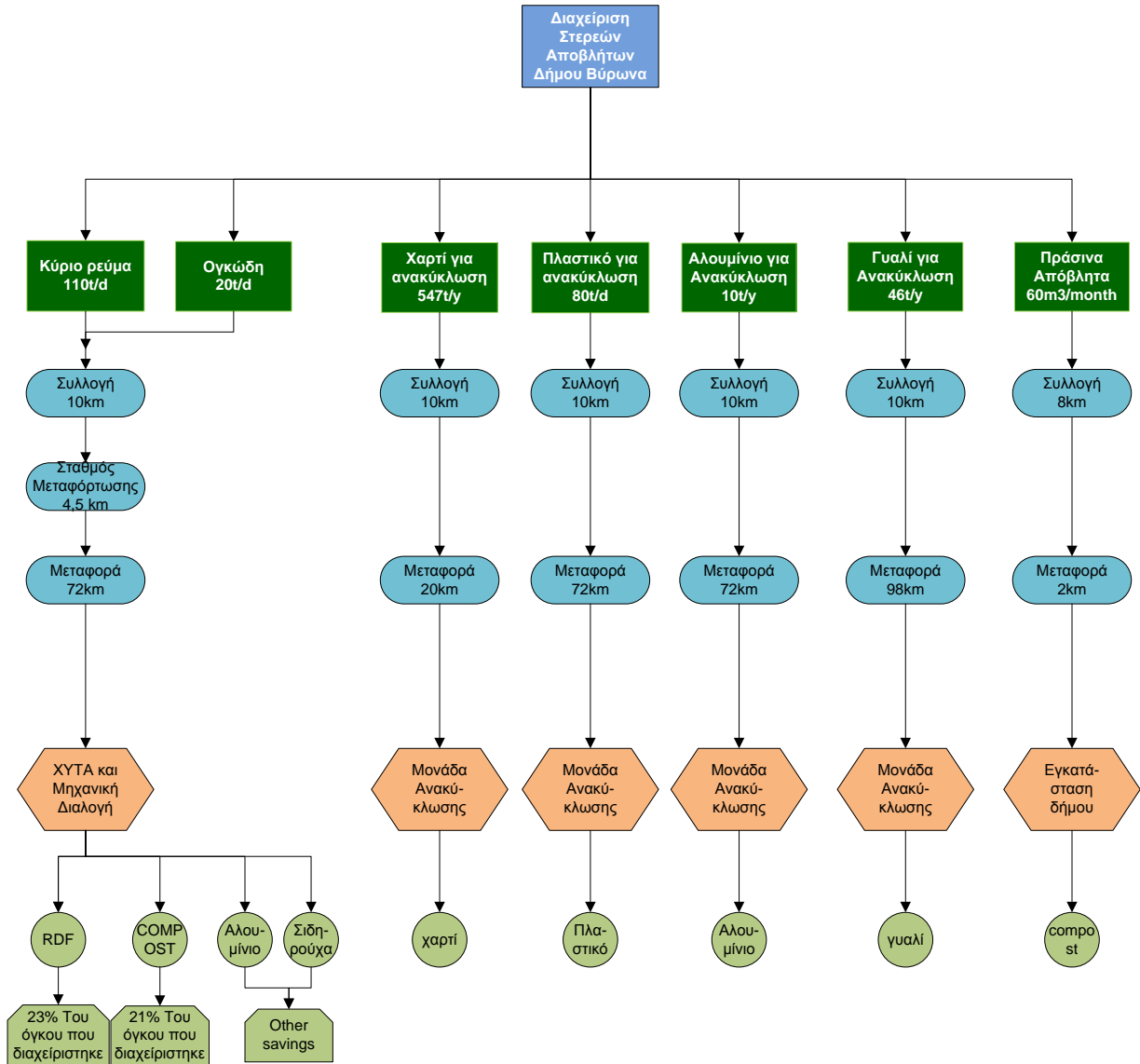
«ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΤΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ ΣΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ-ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΣΤΟ ΔΗΜΟ ΒΥΡΩΝΑ»

Τα **πράσινα απόβλητα** του δήμου Βύρωνα αποτελούνται από κλαδιά δένδρων. Ο όγκος τους είναι 60 m³ τον μήνα και η συλλογή τους γίνεται μία φορά τον μήνα. Κατόπιν μεταφέρονται σε εγκατάσταση του δήμου Βύρωνα όπου και μετατρέπονται σε πριονίδι με σκοπό την δημιουργία compost. Η συνολική απόσταση για την συλλογή και την μεταφορά στην εγκατάσταση του δήμου είναι 10km.

| | Ρεύματα/ Δεδομένα | Κεντρικό Ρεύμα | Ογκώδη αντικείμενα | Ρεύμα προς Ανακύκλωση | | | | Πράσινα Απόβλητα |
|-----------------|---|-------------------|-----------------------|-----------------------|----------------|------------|---------------|---------------------|
| | | | | γυαλί | Αλου- μίνιο | χαρτί | Πλα- στικό | |
| ΗΜΕΡΗΣΙΑ | Μάζα | 110t | 20t | 0.125t | 24.96 kg | 1.499 t | 0.219t | 2 m ³ |
| | Συλλογή | 8-12km | 8-12km | 8-12 km | 8-12 km | 8-12 km | 8-12 km | 8-12 km |
| | Σταθμός Μετα- φόρτωσης | 1,5-5km | 1,5-5km | - | - | - | - | - |
| | Μεταφο- ρά σε Χώρο Τελικής Διάθεσης | 72km | 72km | 98km | 72km | 20km | 72km | - |
| ΕΤΗΣΙΑ | Μάζα | 40150t | 7300t | 46t | 10t | 547t | 80t | 720 m ³ |
| | Συλλογή | 3120 km | 3120 km | 520km | 520km | 1560 km | 1040 km | 120km |
| | Σταθμός Μετα- φόρτωσης | 468- 1560 km | 468-1560 km | - | - | - | - | - |
| | Μεταφο- ρά σε Χώρο Τελικής Διάθεσης | 22464 km | 22464 km | 5096 km | 3744 km | 3120 km | 7488 km | - |

Πίνακας 8.2: Δεδομένα διαχείρισης στερεών αποβλήτων (μάζα, αποστάσεις συλλογής, μεταφοράς σε σταθμό μεταφόρτωσης και σε χώρους τελικής διάθεσης για όλα τα ρεύματα των αποβλήτων) (Πηγή: συνέντευξη με τον προϊστάμενο της υπηρεσίας καθαριότητας του δήμου)

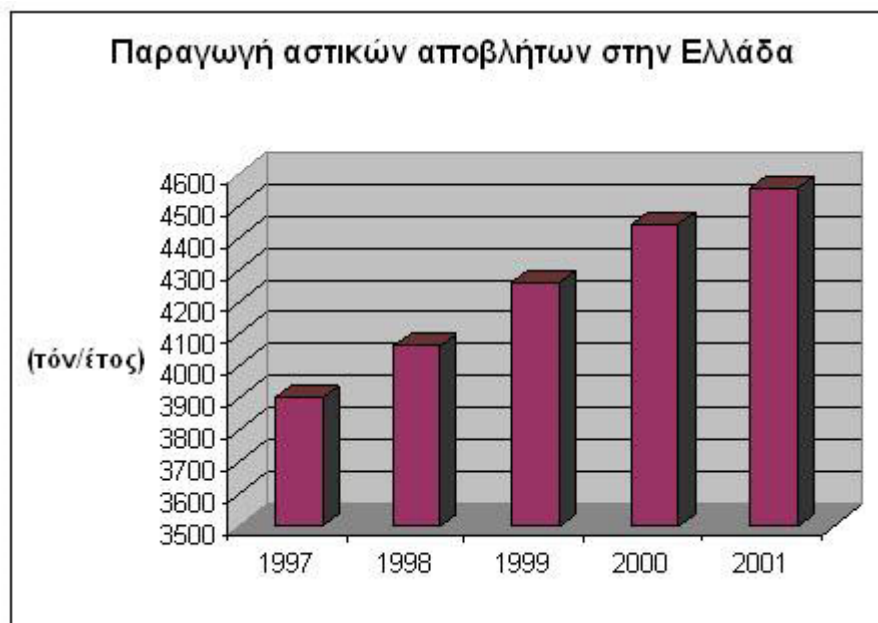
**«ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΤΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ ΣΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ-ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΣΤΟ ΔΗΜΟ ΒΥΡΩΝΑ»**



Εικόνα 8.2 : Σχηματική αναπαράσταση της διαχείρισης των στερεών αποβλήτων του δήμου Βύρωνα. Με πράσινο χρώματα είναι τα ρεύματα των αποβλήτων που διαχειρίζεται, με γαλάζιο οι διαδικασίες της συλλογής και της μεταφοράς των απορριμμάτων, με πορτοκαλί οι χώροι τελικής διάθεσής τους και με λαχανί χρώμα τα οφέλη που απορρέουν από τον τρόπο διαχείρισης των αποβλήτων.

8.4 Εκτίμηση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου από την διαχείριση των στερεών αποβλήτων του δήμου Βύρωνα με την χρήση του προγράμματος SimaPro

Για την εφαρμογή του SimaPro στην διαχείριση στερεών αποβλήτων του δήμου Βύρωνα χρειάστηκε να διασπαστούν τα τέσσερα ρεύματα σε απλά, βασικά υλικά. Έτσι τα πράσινα απόβλητα αποτελούνται από ξύλο δένδρων, το ρεύμα των αποβλήτων προς ανακύκλωση από τα βασικά υλικά χαρτί, πλαστικό, γυαλί και αλουμίνιο. Το κεντρικό ρεύμα των αποβλήτων όμως αποτελείται από διάφορα υλικά για τα οποία έγινε η παραδοχή ότι η σύσταση τους είναι εκείνη που αναφέρει η ΕΕΔΣΑ (Ελληνική Εταιρία Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων) κατά την δεύτερη έρευνα της σύστασης των οικιακών απορριμμάτων της Αθήνας από το Εργαστήριο Περιβαλλοντικής Χημείας του Πανεπιστημίου Αθηνών (επικεφαλής ο καθηγητής Μιχαήλ Σκούλλος) για λογαριασμό του ΕΣΔΚΝΑ :



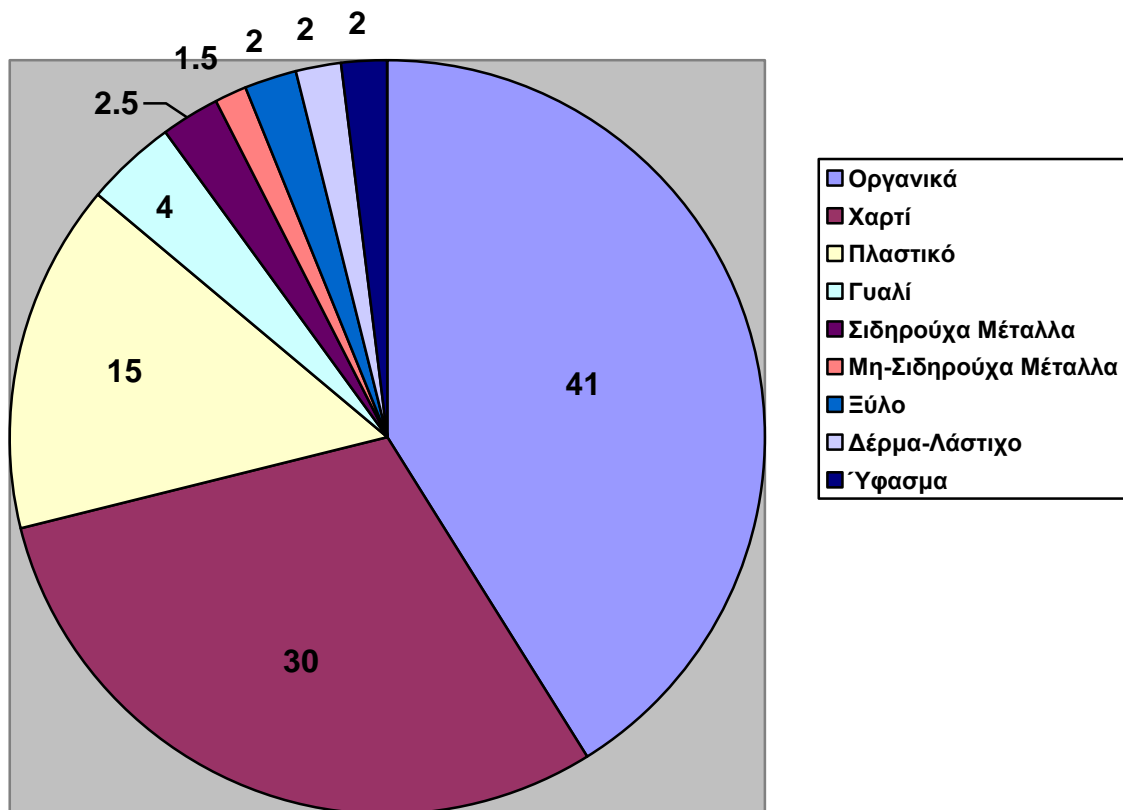
Εικόνα 8.3: παραγωγή αστικών αποβλήτων συνολικά στην Ελλάδα για τα έτη 1997 – 2001 (Πηγή: <http://www.eedsa.gr/Contents.aspx?CatId=95>)

Σύμφωνα με την έρευνα ο κύριος όγκος των αστικών αποβλήτων σήμερα στην Αθήνα εξακολουθεί να αποτελείται από ζυμώσιμα υλικά (41%), αν και πλέον σε μικρότερο ποσοστό από τα προηγούμενα έτη. Αντίθετα έχει αυξηθεί από το ένα πέμπτο στο ένα τρίτο (30%) η παρουσία χαρτιού και χαρτονιού, ενώ διπλασιάστηκε

το ποσοστό των πλαστικών (15%). Στα ίδια επίπεδα περίπου εκτιμάται ότι περιέχεται στα απορρίμματά γυαλί (4%), μέταλλα (4%) και το υπόλοιπο (6%) από διάφορα άλλα υλικά. (<http://www.eedsa.gr/Contents.aspx?CatId=95>)

Για την διάσπαση του 6% σε βασικά υλικά και με δεδομένο ότι ο δήμος Βύρωνα δεν διαχειρίζεται καθόλου αδρανή υλικά (υπεύθυνοι είναι ιδιώτες για την συλλογή τους) έγινε η παραδοχή βάσει των σημειώσεων του μαθήματος «Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων» του εργαστηρίου Μετάδοσης Θερμότητας και Περιβαλλοντικής Μηχανικής» του Αριστοτέλειου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης ότι η σύσταση του 6% είναι: ξύλο (2%) , δέρμα- λάστιχο (2%) και ύφασμα (2%). Η παραδοχή βασίζεται σε έρευνες που έχουν γίνει για διάφορες περιοχές της Ελλάδας (πηγές: ΠΕΡΠΑ, 1980, Σκορδίλης, 1986, Παπαχρήστου κ.ά.,1987, Παπαχρήστου κ.ά., 1989, Λέκκας κ.ά., 1991, Χαλβαδάκης, 1994, Λώλος, 1993, Λώλος κ.ά., 1995 και Γιαννακοπούλου, 1993). Ακόμη έγινε η υπόθεση ότι από το 4% των μετάλλων το 1,5% αφορά μη-σιδηρούχα μέταλλα (αλουμίνιο) και το υπόλοιπο 2,5% σιδηρούχα μέταλλα. Η διάκριση αυτή γίνεται για την ανακύκλωση σιδηρούχων και μη-σιδηρούχων μετάλλων στην Μονάδα Μηχανικής Διαλογής των Άνω Λιοσίων.

Σύσταση Αποβλήτων Δήμου Βύρωνα



Εικόνα 8.4 : Διάγραμμα Μέσης Ποιοτική Σύστασης Αποβλήτων δήμου Βύρωνα

«ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΤΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ ΣΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ-ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΣΤΟ ΔΗΜΟ ΒΥΡΩΝΑ»

Για το ρεύμα των ογκωδών αντικειμένων χρειάστηκε επίσης να διασπαστούν σε απλούστερα υλικά. Από τα δεδομένα του δήμου Βύρωνα είναι γνωστό ότι το 90% των ογκωδών αντικειμένων αποτελούν τα συνήθη οικιακά έπιπλα (κυρίως καναπέδες και καρέκλες) και το υπόλοιπο 10% από χαλιά. Εδώ έγινε η παραδοχή βάσει επικοινωνίας με επιλοποιούς ότι για αυτού του τύπου τα έπιπλα μία τυπική σύσταση είναι η εξής: ξύλο 65%, πλαστικό 20%, ύφασμα 10% και σιδηρούχα υλικά 5%. Ακόμη για την μέση σύσταση των υλικών των χαλιών έγινε η παραδοχή ότι αποτελούνται από: πλαστικό 50% και από ύφασμα 50% (βαμβακερά).

| Ρεύμα αποβλήτων/ Υλικό | Κεντρικό Ρεύμα (ΧΥΤΑ) | Κεντρικό Ρεύμα (ΜΔ) | Ογκώδη αντικείμενα (ΧΥΤΑ) | ΣΥΝΟΛΟ ΧΥΤΑ(t) |
|---------------------------|--------------------------|------------------------|---------------------------------|-------------------|
| Ζυμώσιμα (t) | 14815 | 1646 | - | 14815 |
| Χαρτί (t) | 10841 | 1205 | - | 10841 |
| Πλαστικό (t) | 5420 | 602 | 1679 | 7099 |
| Γυαλί (t) | 1445 | 161 | - | 1445 |
| Σιδηρούχα (t) | 903 | 100 | 329 | 1232 |
| Μη-Σιδηρούχα (t) | 542 | 60 | - | 542 |
| Δέρμα-Λάστιχο (t) | 723 | 80 | - | 723 |
| Ξύλο (t) | 723 | 80 | 4271 | 4993 |
| Ύφασμα (t) | 723 | 80 | 1022 | 1745 |
| ΣΥΝΟΛΟ (t) | 36135 | 4015 | 7300 | 43435 |

Πίνακας 8.3: Μάζα των στερεών αποβλήτων του κεντρικού ρεύματος του δήμου Βύρωνα για ένα έτος. Γίνεται διαχωρισμός των υλικών που κατευθύνεται στον ΧΥΤΑ, των ογκωδών αντικειμένων και των υλικών που κατευθύνονται στην Μηχανική Διαλογή

Επίσης για το κεντρικό ρεύμα και για το ποσοστό 10% που πηγαίνει στην Μονάδα Μηχανικής Διαλογής των Άνω Λιοσίων είναι γνωστό ότι στόχος της Μονάδας Μηχανικής Διαλογής είναι ο διαχωρισμός των εισερχόμενων σύμμεικτων απορριμμάτων προς παραγωγή τεσσάρων κλασμάτων, από τα οποία παράγονται

προϊόντα τελικώς εμπορεύσιμα από πλευράς προσμίξεων και λοιπών προδιαγραφών:

α) Του κλάσματος προς κομποστοποίηση, για την παραγωγή εμπορεύσιμου compost κατόπιν ελεγχόμενης βιοαποδόμησης των οργανικών. Το προϊόν compost δύναται να διατεθεί σε αναπλάσεις τοπιών, ανάπτυξη περιαστικού πρασίνου ή και ως υλικό ημερήσιας κάλυψης ΧΥΤΑ .

β) Του κλάσματος προς παραγωγή καύσιμης ύλης RDF (Refuse Derived Fuel), από μίγμα χαρτιού, πλαστικού και άλλων ελαφρών καύσιμων υλικών, σε τελική μορφή δεμάτων. Το εν λόγω καύσιμο υλικό μπορεί να διατεθεί προς θερμικής αξιοποίηση και παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

γ) Σιδηρούχα (μαγνητιζόμενα) μέταλλα προς ανακύκλωση

δ) Αλουμίνιο προς ανακύκλωση

Για την ποσότητα RDF, compost, αλουμινίου και σιδηρούχων μετάλλων που θα παραχθούν από την διαδικασία της Μηχανικής Διαλογής έχουν γίνει οι εξής παραδοχές:

α).Θα παραχθεί ποσότητα RDF (Refuse Derived Fuel) περίπου ίση με το 23% της συνολικής ποσότητας των στερεών αποβλήτων που θα διαχειριστεί η Μονάδα Μηχανικής Διαλογής. (πηγή: *EU Commission RDF study – www.ec.europa.eu/environment/waste/studies/pdf/rdf.pdf* και της εταιρίας ECOTEC από το επίσημο site: <http://www.ecotec.gr/article.php?ID=107>)

β).Θα παραχθεί ποσότητα compost περίπου ίση με το 20% της συνολικής ποσότητας των στερεών αποβλήτων που θα διαχειριστεί η Μονάδα Μηχανικής Διαλογής. (πηγή:εταιρία ECOTEC από το επίσημο site: www.ecotec.gr/article.php?ID=107)

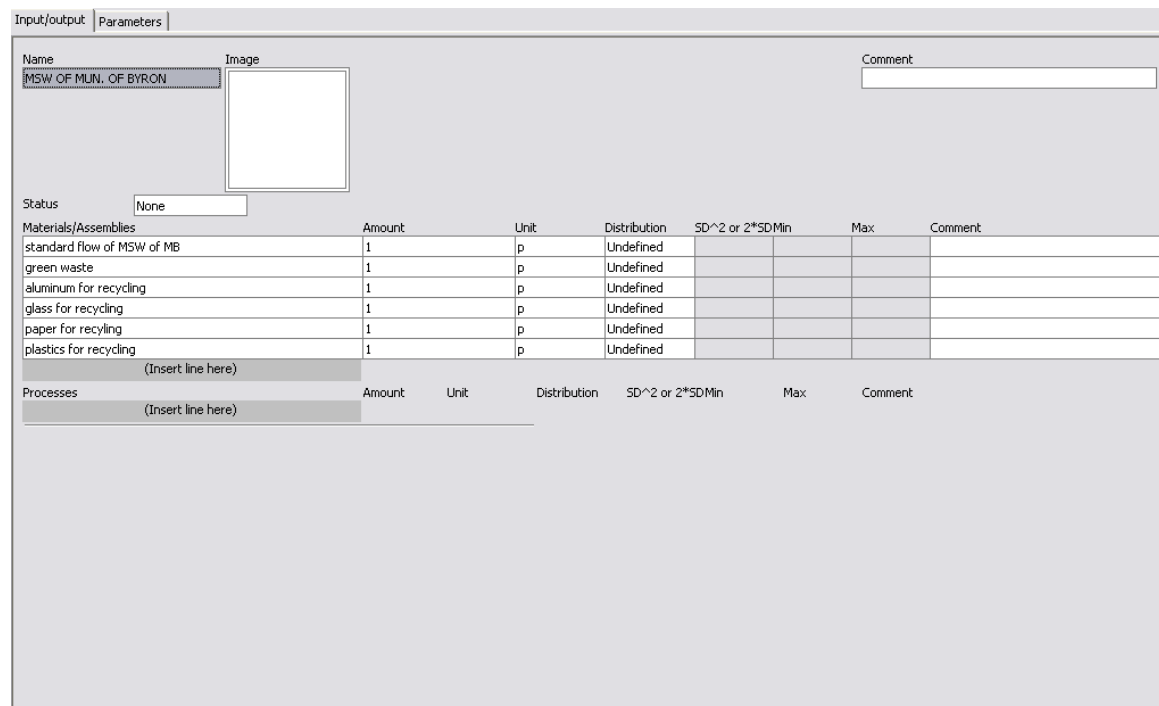
γ). Θα παραχθεί ποσότητα αλουμινίου με συντελεστή ανάκτησης 85% της ποσότητας του αλουμινίου που υπάρχει στο σύνολο των στερεών αποβλήτων που θα διαχειριστεί η Μονάδα Μηχανικής Διαλογής.(πηγή: *σημειώσεις του μαθήματος «Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων» του εργαστηρίου Μετάδοσης Θερμότητας και Περιβαλλοντικής Μηχανικής» του Αριστοτέλειου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης - <http://aix.meng.auth.gr/lhtee/education/swm4.pdf>*)

δ). Θα παραχθεί ποσότητα σιδηρούχων μετάλλων με συντελεστή ανάκτησης 90% της ποσότητας των σιδηρούχων μετάλλων που υπάρχει στο σύνολο των στερεών αποβλήτων που θα διαχειριστεί η Μονάδα Μηχανικής Διαλογής.(πηγή: *σημειώσεις του μαθήματος «Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων» του εργαστηρίου Μετάδοσης Θερμότητας και Περιβαλλοντικής Μηχανικής» του Αριστοτέλειου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης - <http://aix.meng.auth.gr/lhtee/education/swm4.pdf>*)

8.4.1 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΒΥΡΩΝΑ ΜΕ ΤΟ SIMAPRO

1). Δημιουργία συνδεσμολογίας (assembly)

Για την δημιουργία της συνδεσμολογίας (assembly) που θα αναφέρεται στο σύνολο των στερεών αποβλήτων του δήμου Βύρωνα απαιτήθηκε η δημιουργία έξι υπο-συνδέσμων (sub-assemblies): ένα για το κύριο ρεύμα των αποβλήτων, ένα για το χαρτί προς ανακύκλωση, ένα για το πλαστικό προς ανακύκλωση, ένα για το αλουμίνιο προς ανακύκλωση, ένα για το γυαλί προς ανακύκλωση και ένα για το ρεύμα των πράσινων αποβλήτων.



| Name | Image | Comment |
|----------------------|-------|---------|
| MSW OF MUN. OF BYRON | | |

Status: None

| Materials/Assemblies | Amount | Unit | Distribution | SD ² or 2*SDMin | Max | Comment |
|----------------------------|--------|------|--------------|----------------------------|-----|---------|
| standard flow of MSW of MB | 1 | p | Undefined | | | |
| green waste | 1 | p | Undefined | | | |
| aluminum for recycling | 1 | p | Undefined | | | |
| glass for recycling | 1 | p | Undefined | | | |
| paper for recycling | 1 | p | Undefined | | | |
| plastics for recycling | 1 | p | Undefined | | | |
| (Insert line here) | | | | | | |

| Processes | Amount | Unit | Distribution | SD ² or 2*SDMin | Max | Comment |
|--------------------|--------|------|--------------|----------------------------|-----|---------|
| (Insert line here) | | | | | | |

Εικόνα 8.5: Εικόνα από το SimaPro του assembly MSW of Municipality of Byron

Ακολουθεί η παρουσίαση των έξι υπο-συνδέσμων (sub-assemblies).

2). Κύριο ρεύμα αποβλήτων

Ο υπο-σύνδεσμος του κύριου ρεύματος των στερεών αποβλήτων (*standard flow of MSW of Mun. Of Byron*) του δήμου Βύρωνα αποτελείται από την σύσταση του κεντρικού ρεύματος των αποβλήτων του δήμου Βύρωνα και από την σύσταση των ογκωδών αντικειμένων όπως αυτές περιγράφηκαν παραπάνω.

| Name | Image | Comment |
|----------------------------|-------|---------|
| standard flow of MSW of MB | | |
| Status | None | |

| Materials/Assemblies | Amount | Unit | Distribution | SD^2 or 2*SDMin | Max | Comment |
|--|----------|------|--------------|-----------------|-----|---------|
| Biowaste xwris metafora | 14815000 | kg | Undefined | | | |
| Waste paper, mixed, from public collection, xwris metafora | 10841000 | kg | Undefined | | | |
| plastics xwris metafora | 7099000 | kg | Undefined | | | |
| Glass xwris metafora | 1606000 | kg | Undefined | | | |
| Iron scrap xwris metafora | 1232000 | kg | Undefined | | | |
| Aluminium scrap, old, at plant xwris metafores | 542000 | kg | Undefined | | | |
| Synthetic rubber, xwris metafora | 803000 | kg | Undefined | | | |
| Waste wood mixed, from industry, u=40% xwris metafora | 4993000 | kg | Undefined | | | |
| Textile, woven cotton, xwris metafora | 1745000 | kg | Undefined | | | |
| (Insert line here) | | | | | | |

| Processes | Amount | Unit | Distribution | SD^2 or 2*SDMin | Max | Comment |
|---|---------|------|--------------|-----------------|-----|---------|
| Transport, municipal waste collection, lorry 21t/CH U | 547560 | tkm | Undefined | | | |
| Transport, lorry 20-28t, fleet average/CH U | 2433600 | tkm | Undefined | | | |
| (Insert line here) | | | | | | |

Εικόνα 8.6: Εικόνα από το SimaPro του sub-assembly Standard flow of MSW of Municipality of Byron

Στο πεδίο *Materials/Assemblies* τοποθετούνται τα υλικά που αποτελούν τα απόβλητα και δίπλα τοποθετείται η μάζα των αποβλήτων σε κιλά που προορίζονται για ταφή στον ΧΥΤΑ των Άνω Λιοσίων. Τα υλικά αυτά υπάρχουν στο SimaPro και συνήθως ακολουθούνται από κάποια διαδικασία η οποία περιγράφεται στο πρόγραμμα. Για παράδειγμα στη συγκεκριμένη περίπτωση το υλικό “*biowaste xwris metafora*” αναφέρεται στα οικιακά ζυμώσιμα απόβλητα και είναι προϊόν επεξεργασίας της διαδικασίας “*biowaste, at collection point*” που διαθέτει το SimaPro για τα ζυμώσιμα οικιακά και περιλαμβάνει την διαδικασία μεταφοράς τους. Ωστόσο μετά την επεξεργασία της διαδικασίας αφαιρέθηκε η μεταφορά τους (καθώς στην εφαρμογή στον δήμο Βύρωνα μεταφέρονται μαζί με άλλου τύπου απόβλητα) και παρέμεινε μόνο η αναφορά στα ζυμώσιμα οικιακά απόβλητα. Το ίδιο ισχύει και για τα υπόλοιπα υλικά.

Στο πεδίο *Processes* περιλαμβάνονται οι διαδικασίες της συλλογής των αποβλήτων, της μεταφοράς τους στο σταθμό μεταφόρτωσης και της μεταφοράς στον ΧΥΤΑ. Η μονάδα μέτρησης είναι τα tkm (τόνο-χιλιόμετρα), 1 tkm ισοδυναμεί με την μεταφορά 1 τόνου για ένα χιλιόμετρο ή 1 kg για 1000 km, κτλ. Το SimaPro

περιέχει την διαδικασία της μεταφοράς με διάφορους τύπους οχημάτων και χωρητικότητας (πετρελαίου, φυσικού αερίου, Euro5, κ.ά.) και εκεί υπολογίζει τις εκπομπές που προκύπτουν από την διαδικασία αυτή ανάλογα με τα εισαγόμενα δεδομένα (απόσταση και μάζα). Στην διαδικασία μεταφοράς έχει υπολογιστεί ότι ο συντελεστής φορτίου είναι 50% αφού το όχημα επιστρέφει άδειο.

Για τον υπολογισμό της συνολικής ποσότητας έχει υποθεθεί ότι η συλλογή γίνεται για 10 km και η απόσταση μέχρι τον σταθμό μεταφόρτωσης είναι 3,5 km, δηλαδή ο μέσος όρος των δεδομένων που παρείχε ο δήμος. Επίσης επειδή η συλλογή και η μεταφορά στον σταθμό μεταφόρτωσης γίνεται από το ίδιο όχημα και για την ίδια μάζα των αποβλήτων η διαδικασία της συλλογής στο SimaPro αναφέρεται στο άθροισμα των επιμέρους αποστάσεων (13,5 km). Για την μεταφορά των αποβλήτων στον ΧΥΤΑ χρησιμοποιείται η διαδικασία της μεταφοράς με φορτηγό 20t και για απόσταση 72 km.

Παράδειγμα υπολογισμού: Για την συλλογή του κεντρικού ρεύματος των αποβλήτων έχουμε :

$$\left[(0 + 3,5) \text{ km} \times 6 \frac{\text{ημέρες}}{\text{εβδ}} \times 52 \frac{\text{εβδ}}{\text{έτος}} \times 130 \frac{\text{t}}{\text{ημέρα}} = 547560 \text{ t km} \right]$$

3). Χαρτί προς ανακύκλωση

Ο υπο-σύνδεσμος (sub-assembly) «χαρτί προς ανακύκλωση» (*paper for recycling*) αποτελείται από το χαρτί που συλλέγεται από τον δήμο με διαλογή στην πηγή.

The screenshot shows the SimaPro software interface for a sub-assembly named "paper for recycling". The interface includes a Name field with the value "paper for recycling", an empty Image field, and a Status dropdown set to "None". Below this, there are two tables:

| Materials/Assemblies | Amount | Unit | Distribution | SD^2 or 2*SDMin | Max | Comment |
|---|--------|------|--------------|-----------------|-----|---------|
| Waste paper, mixed, from public collection,xwris metafora (Insert line here) | 547000 | kg | Undefined | | | |

| Processes | Amount | Unit | Distribution | SD^2 or 2*SDMin | Max | Comment |
|---|--------|------|--------------|-----------------|-----|---------|
| Transport, lorry 7.5-16t, EURO5/RER U (Insert line here) | 16410 | tkm | Undefined | | | |

Εικόνα 8.7: Εικόνα από το SimaPro του sub-assembly “Paper for recycling”

Στο πεδίο *Materials/Assemblies* τοποθετείται το υλικό χαρτί χωρίς να το συνδέει κάποια διαδικασία (π.χ. μεταφορά) και η μάζα που συλλέγεται το έτος από τις στάσεις ανακύκλωσης του δήμου (547000 kg).

Στο πεδίο *Processes* περιλαμβάνεται η διαδικασία συλλογής και μεταφοράς του για όλο το έτος και είναι υπολογισμένη σε τόνο-χιλιόμετρα. Για την συλλογή και την μεταφορά του χαρτιού χρησιμοποιείται απορριμματοφόρο EURO5 του δήμου. Στην διαδικασία μεταφοράς έχει υπολογιστεί ότι ο συντελεστής φορτίου είναι 50% αφού το όχημα επιστρέφει άδειο.

Παράδειγμα υπολογισμού: Για την συλλογή και την μεταφορά του προς ανακύκλωση χαρτιού έχουμε :

$$\left[(0 + 20) \text{ km} \times 547 \frac{\text{t}}{\text{έτος}} = 16410 \text{ tkm} \right]$$

4). Πλαστικό προς ανακύκλωση

Ο υπο-σύνδεσμος (sub-assembly) «πλαστικό προς ανακύκλωση» (*Plastics for recycling*) αποτελείται από το πλαστικό που συλλέγεται από τον δήμο με διαλογή στην πηγή.

The screenshot shows the SimaPro interface for a sub-assembly named 'plastics for recycling'. It includes a 'Name' field, an 'Image' placeholder, and a 'Comment' field. The 'Status' is set to 'None'. Below this, there are two tables: 'Materials/Assemblies' and 'Processes'.

| Materials/Assemblies | Amount | Unit | Distribution | SD^2 or 2*SDMin | Max | Comment |
|-------------------------|--------|------|--------------|-----------------|-----|---------|
| plastics xwris metafora | 80000 | kg | Undefined | | | |
| (Insert line here) | | | | | | |

| Processes | Amount | Unit | Distribution | SD^2 or 2*SDMin | Max | Comment |
|---------------------------------------|--------|------|--------------|-----------------|-----|---------|
| Transport, lorry 7.5-16t, EURO5/RER U | 6560 | tkm | Undefined | | | |
| (Insert line here) | | | | | | |

Εικόνα 8.8: Εικόνα από το SimaPro του sub-assembly “Plastics for recycling”

Στο πεδίο *Materials/Assemblies* τοποθετείται το υλικό πλαστικό χωρίς να το συνδέει κάποια διαδικασία (π.χ. μεταφορά) και η μάζα που συλλέγεται το έτος από τις στάσεις ανακύκλωσης του δήμου (80000 kg).

Στο πεδίο *Processes* περιλαμβάνεται η διαδικασία συλλογής και μεταφοράς του για όλο το έτος και είναι υπολογισμένη σε τόνο-χιλιόμετρα. Για την συλλογή και την μεταφορά του πλαστικού χρησιμοποιείται απορριμματοφόρο EURO5 του δήμου. Στην διαδικασία μεταφοράς γίνει υπολογιστεί ότι ο συντελεστής φορτίου είναι 50% αφού το όχημα επιστρέφει άδειο.

Παράδειγμα υπολογισμού: Για την συλλογή και την μεταφορά του προς ανακύκλωση πλαστικού έχουμε :

$$0 + 72 \text{ km} \times 80 \text{ t} = 6560 \text{ tkm}$$

5). Γυαλί προς ανακύκλωση

Ο υπο-σύνδεσμος (sub-assembly) «γυαλί προς ανακύκλωση» (*Glass for recycling*) αποτελείται από το γυαλί που συλλέγεται από τον δήμο με διαλογή στην πηγή.

The screenshot shows the SimaPro software interface for configuring a sub-assembly. The main window is titled 'Input/output Parameters'. It contains several input fields and two tables.

Name: glass for recycling

Image: (Empty image box)

Status: None

Materials/Assemblies Table:

| Materials/Assemblies | Amount | Unit | Distribution | SD^2 or 2*SDMin | Max | Comment |
|----------------------|--------|------|--------------|-----------------|-----|---------|
| Glass xwis metafora | 46000 | kg | Undefined | | | |
| (Insert line here) | | | | | | |

Processes Table:

| Processes | Amount | Unit | Distribution | SD^2 or 2*SDMin | Max | Comment |
|---------------------------------------|--------|------|--------------|-----------------|-----|---------|
| Transport, lorry 7.5-16t, EURO5/RER U | 4968 | tkm | Undefined | | | |
| (Insert line here) | | | | | | |

Εικόνα 8.9: Εικόνα από το SimaPro του sub-assembly “Glass for recycling”

Στο πεδίο *Materials/Assemblies* τοποθετείται το υλικό γυαλί χωρίς να το συνδέει κάποια διαδικασία (π.χ. μεταφορά) και η μάζα που συλλέγεται το έτος από τις στάσεις ανακύκλωσης του δήμου (46000 kg).

Στο πεδίο *Processes* περιλαμβάνεται η διαδικασία συλλογής και μεταφοράς του για όλο το έτος και είναι υπολογισμένη σε τόνο-χιλιόμετρα. Για την συλλογή και την μεταφορά του γυαλιού χρησιμοποιείται απορριμματοφόρο EURO5 του δήμου. Στην διαδικασία μεταφοράς έχει υπολογιστεί ότι ο συντελεστής φορτίου είναι 50% αφού το όχημα επιστρέφει άδειο.

Παράδειγμα υπολογισμού: Για την συλλογή και την μεταφορά του προς ανακύκλωση γυαλιού έχουμε :

$$0 + 98 \frac{tkm}{t} \times 46t = 4968 tkm$$

6). Αλουμίνιο προς ανακύκλωση

Ο υπο-σύνδεσμος (sub-assembly) «αλουμίνιο προς ανακύκλωση» (*Aluminum for recycling*) αποτελείται από το αλουμίνιο που συλλέγεται από τον δήμο με διαλογή στην πηγή.

| Materials/Assemblies | Amount | Unit | Distribution | SD^2 or 2*SDMin | Max | Comment |
|---|--------|------|--------------|-----------------|-----|---------|
| Aluminium scrap, old, at plant xwis metafores (Insert line here) | 10000 | kg | Undefined | | | |

| Processes | Amount | Unit | Distribution | SD^2 or 2*SDMin | Max | Comment |
|--|--------|------|--------------|-----------------|-----|---------|
| Transport, lorry 3.5-7.5t, EURO5/RER U (Insert line here) | 820 | tkm | Undefined | | | |

Εικόνα 8.10: Εικόνα από το SimaPro του sub-assembly “Aluminum for recycling”

Στο πεδίο *Materials/Assemblies* τοποθετείται το υλικό αλουμίνιο χωρίς να το συνδέει κάποια διαδικασία (π.χ. μεταφορά) και η μάζα που συλλέγεται το έτος από τις στάσεις ανακύκλωσης του δήμου (10000 kg).

Στο πεδίο *Processes* περιλαμβάνεται η διαδικασία συλλογής και μεταφοράς του για όλο το έτος και είναι υπολογισμένη σε τόνο-χιλιόμετρα. Για την συλλογή και την μεταφορά του αλουμινίου χρησιμοποιείται απορριμματοφόρο EURO5 του δήμου. Στην διαδικασία μεταφοράς έχει υπολογιστεί ότι ο συντελεστής φορτίου είναι 50% αφού το όχημα επιστρέφει άδειο.

Παράδειγμα υπολογισμού: Για την συλλογή και την μεταφορά του προς ανακύκλωση αλουμινίου έχουμε :

$$\left[10 + 72 \frac{t}{\text{έτος}} \times 10 = 820 \text{tkm} \right]$$

7). Πράσινα απόβλητα

Ο υπο-σύνδεσμος (sub-assembly) «πράσινα απόβλητα» (green waste) αποτελείται από κλαδιά δέντρων που προκύπτουν από την μέριμνα του δήμου για τους χώρους πρασίνου. Η διαδικασία που ακολουθεί ο δήμος είναι η εξής: Το συνεργείο του τμήματος καθαριότητας κόβει τα κλαδιά των δέντρων και τα τοποθετεί στο απορριμματοφόρο. Η απόσταση που διανύει είναι 10 km για την συλλογή. Αφού γίνει η συλλογή όλων των πράσινων αποβλήτων μεταφέρονται για 2 km στις εγκαταστάσεις του δήμου προκειμένου να μετατραπούν σε πριονίδι ώστε να διατεθούν για την παραγωγή compost.

Στο SimaPro για την περιγραφή της διαχείρισης των πράσινων αποβλήτων του δήμου Βύρωνα η διαδικασία ξεκινάει από την βάση του δένδρου- την κοπή των πράσινων αποβλήτων με αλυσοπρίονο. Η διαδικασία (*cut branches*) έχει ως προϊόν 1 kg κομμένων κλαδιών και έχει γίνει η υπόθεση ότι από ένα κιλό κλαδιών που κόβονται συλλέγονται όλα (απώλειες 0%- δεν αφήνεται τίποτα στο έδαφος) ενώ το κλάδεμα ενός κιλού ξύλου γίνεται με αλυσοπρίονο που διαθέτει καταλύτη και διαρκεί μισό λεπτό (0,5 min).

| Products | | | | | | | |
|---|-----------------|--------|--------------|-------------------------------|-------------------------------|----------|---------|
| Known outputs to technosphere. Products and co-products | | | | | | | |
| Name | Amount | Unit | Quantity | Allocation % | Waste type | Category | |
| cut branches | 1 | kg | Mass | 100 % | Wood | Wood | |
| (Insert line here) | | | | | | | |
| Known outputs to technosphere. Avoided products | | | | | | | |
| Name | Amount | Unit | Distribution | SD [^] 2 or 2*SD Min | Max | Comment | |
| (Insert line here) | | | | | | | |
| Inputs | | | | | | | |
| Known inputs from nature (resources) | | | | | | | |
| Name | Sub-compartment | Amount | Unit | Distribution | SD [^] 2 or 2*SD Min | Max | Comment |
| Wood, unspecified, standing/kg | | 1 | kg | Undefined | | | |
| (Insert line here) | | | | | | | |
| Known inputs from technosphere (materials/fuels) | | | | | | | |
| Name | Amount | Unit | Distribution | SD [^] 2 or 2*SD Min | Max | Comment | |
| (Insert line here) | | | | | | | |
| Known inputs from technosphere (electricity/heat) | | | | | | | |
| Name | Amount | Unit | Distribution | SD [^] 2 or 2*SD Min | Max | Comment | |
| Power sawing, with catalytic converter/RER U dimoy vyrona | 0,5 | min | Undefined | | | | |
| (Insert line here) | | | | | | | |
| Outputs | | | | | | | |
| Emissions to air | | | | | | | |
| Name | Sub-compartment | Amount | Unit | Distribution | SD [^] 2 or 2*SD Min | Max | Comment |
| (Insert line here) | | | | | | | |
| Emissions to water | | | | | | | |
| Name | Sub-compartment | Amount | Unit | Distribution | SD [^] 2 or 2*SD Min | Max | Comment |
| (Insert line here) | | | | | | | |
| Emissions to soil | | | | | | | |
| Name | Sub-compartment | Amount | Unit | Distribution | SD [^] 2 or 2*SD Min | Max | Comment |
| (Insert line here) | | | | | | | |

Εικόνα 8.11: Εικόνα από το SimaPro της διαδικασίας κλαδέματος (cut branches)

«ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΤΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ ΣΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ-ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΣΤΟ ΔΗΜΟ ΒΥΡΩΝΑ»

Στη συνέχεια πρέπει να περιγραφεί η διαδικασία της μετατροπής των κομμένων κλαδιών σε πριονίδι. Δημιουργείται μία νέα διαδικασία που έχει ως προϊόν της 1 kg πριονίδι. Για την παραγωγή ενός κιλού από πριονίδι απαιτούνται 1,8 kg κομμένων κλαδιών (της διαδικασίας *cut branches* που ορίστηκε παραπάνω), η μεταφορά των κομμένων κλαδιών για 12 km (10 km η συλλογή και 2 km η μεταφορά στις εγκαταστάσεις του δήμου) και η χρήση ηλεκτρικής ενέργειας 0,15 kWh. Η διαδικασία της μεταφοράς μετريέται σε τόνο-χιλιόμετρα και υπολογίζεται ως εξής: $12km \times 0,001t = 0.012tkm$. Ο υπολογισμός της απαιτούμενης ηλεκτρικής ενέργειας και των απωλειών της μετατροπής του κομμένου ξύλου σε πριονίδι έγινε με την βοήθεια των τεχνικών της εγκατάστασης του δήμου.

| Products | | | | | | | |
|--|-----------------|--------|--------------|-----------------|-----------------|----------|---------|
| Known outputs to technosphere. Products and co-products | | | | | | | |
| Name | Amount | Unit | Quantity | Allocation % | Waste type | Category | |
| sawdust dimou virona | 1 | kg | Mass | 100 % | Wood | Wood | |
| (Insert line here) | | | | | | | |
| Known outputs to technosphere. Avoided products | | | | | | | |
| Name | Amount | Unit | Distribution | SD^2 or 2*SDMin | Max | Comment | |
| (Insert line here) | | | | | | | |
| Inputs | | | | | | | |
| Known inputs from nature (resources) | | | | | | | |
| Name | Sub-compartment | Amount | Unit | Distribution | SD^2 or 2*SDMin | Max | Comment |
| (Insert line here) | | | | | | | |
| Known inputs from technosphere (materials/fuels) | | | | | | | |
| Name | Amount | Unit | Distribution | SD^2 or 2*SDMin | Max | Comment | |
| cut branches | 1,8 | kg | Undefined | | | | |
| (Insert line here) | | | | | | | |
| Known inputs from technosphere (electricity/heat) | | | | | | | |
| Name | Amount | Unit | Distribution | SD^2 or 2*SDMin | Max | Comment | |
| Transport, lorry >16t, fleet average/RER U | 0,012 | tkm | Undefined | | | | |
| Electricity, medium voltage, production UCTE, at grid/UCTE U | 0,150 | kWh | Undefined | | | | |
| (Insert line here) | | | | | | | |
| Outputs | | | | | | | |
| Emissions to air | | | | | | | |
| Name | Sub-compartment | Amount | Unit | Distribution | SD^2 or 2*SDMin | Max | Comment |
| (Insert line here) | | | | | | | |
| Emissions to water | | | | | | | |
| Name | Sub-compartment | Amount | Unit | Distribution | SD^2 or 2*SDMin | Max | Comment |
| (Insert line here) | | | | | | | |
| Emissions to soil | | | | | | | |
| Name | Sub-compartment | Amount | Unit | Distribution | SD^2 or 2*SDMin | Max | Comment |
| (Insert line here) | | | | | | | |

Εικόνα 8.12: Εικόνα από το SimaPro της διαδικασίας μετατροπής των κομμένων κλαδιών (*cut branches*) σε πριονίδι (*sawdust dimou virona*)

«ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΤΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ ΣΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ-ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΣΤΟ ΔΗΜΟ ΒΥΡΩΝΑ»

Στην κορυφή του δένδρου, βρίσκεται η συνδεσμολογία (assembly) “green waste” που τελικώς αποτελείται από το πριονίδι που παράχθηκε από τον δήμο.

Στο πεδίο *Materials/Assemblies* τοποθετείται το υλικό «πριονίδι» (“*sawdust dimou virona*”) το οποίο και περιγράφει όλες τις διαδικασίες που απαιτούνται για την παραγωγή του συμπεριλαμβανομένου της συλλογής του, του κλαδέματος και της μετατροπής των κλαδιών σε πριονίδι. Τα δεδομένα από τον δήμο Βύρωνα δόθηκαν σε κυβικά μέτρα. Για την μετατροπή τους σε κιλά χρησιμοποιήθηκε ο ειδικός όγκος του ξύλου που ισούται με $0,7\text{g/cm}^3$.

Στο πεδίο *Processes* περιλαμβάνεται η διαδικασία της μεταφοράς του μόνο, για όλο το έτος, και είναι υπολογισμένη σε τόνο-χιλιόμετρα. Για την μεταφορά του πριονιδίου χρησιμοποιείται μικρό απορριματοφόρο EURO5 του δήμου. Στην διαδικασία μεταφοράς έχει υπολογιστεί ότι ο συντελεστής φορτίου είναι 50% αφού το όχημα επιστρέφει άδειο.

Παράδειγμα υπολογισμού: Για την μεταφορά του πριονιδίου έχουμε :

$$\left[2 \text{ km} \times 277,2 \frac{\text{t}}{\text{έτος}} = 19958 \text{tkm} \right]$$

The screenshot shows the SimaPro software interface for configuring an assembly. The 'Name' field is set to 'green waste'. The 'Materials/Assemblies' table contains one entry: 'sawdust dimou virona' with an amount of 277200 kg. The 'Processes' table contains one entry: 'Transport, lorry 3.5-7.5t, EUROS/RER U' with an amount of 19958 tkm. The interface also includes fields for 'Image' and 'Status' (set to 'None').

| Materials/Assemblies | Amount | Unit | Distribution | SD^2 or 2*SDMin | Max | Comment |
|----------------------|--------|------|--------------|-----------------|-----|---------|
| sawdust dimou virona | 277200 | kg | Undefined | | | |

| Processes | Amount | Unit | Distribution | SD^2 or 2*SDMin | Max | Comment |
|--|--------|------|--------------|-----------------|-----|---------|
| Transport, lorry 3.5-7.5t, EUROS/RER U | 19958 | tkm | Undefined | | | |

Εικόνα 8.13: Εικόνα από το SimaPro του υπο-συνδέσμου *sawdust dimou virona*

8). Σενάριο διάθεσης των υπο-συνδέσμων (sub-assemblies)

Κάθε υπο-σύνδεσμος πρέπει να έχει και ένα σενάριο διάθεσης-διαχείρισης ώστε να είναι δυνατή η ανάλυση του κύκλου ζωής του. Τα σενάρια διάθεσης αποτελούνται από τρόπους-μεθόδους διαχείρισης των αποβλήτων. Για την εφαρμογή στον δήμο Βύρωνα χρησιμοποιήθηκαν οι μέθοδοι της ανακύκλωσης για κάθε υλικό ξεχωριστά και η μέθοδος της ταφής δημοτικών αποβλήτων στον ΧΥΤΑ ανάλογα με την απαίτηση που έχει κάθε ρεύμα αποβλήτων. Οι μέθοδοι διαχείρισης που διαθέτει το SimaPro αναφέρονται σε συγκεκριμένα υλικά και παρέχουν τις εκπομπές που προκύπτουν από την μέθοδο διαχείρισης για ένα κιλό του υλικού. Η ποσότητα των εκπομπών που προκύπτει από την μέθοδο διαχείρισης είναι υπολογισμένη από έρευνες ευρωπαϊκών χωρών.

9). Σενάριο διαχείρισης του υπο-συνδέσμου «κεντρικό ρεύμα αποβλήτων του δήμου Βύρωνα»

Το σενάριο διαχείρισης που χρησιμοποιήθηκε είναι το «disposal, municipal solid waste, to sanitary landfill» το οποίο επεξεργάστηκε για να αφαιρεθούν οι διαδικασίες της μεταφοράς των αποβλήτων που έχουν υπολογιστεί από την δημιουργία του υπο-συνδέσμου. Η διαδικασία αυτή υπολογίζει τις εκπομπές στον αέρα από την καύση του βιοαερίου και από τις διαρροές του ΧΥΤΑ, τις επιβαρύνσεις από την διαχείριση των διαρροών αυτών και τις εκπομπές στα υπόγεια ύδατα εάν οι σωληνώσεις στραγγισμού αποτύχουν.

Τα σενάρια διαχείρισης διαθέτουν ακόμη, ένα πεδίο όπου περιγράφονται τα προϊόντα των οποίων η παραγωγή έχει αποφευχθεί μέσω της μεθόδου διαχείρισης. Έτσι μέσω της παραγωγής compost, RDF, της ανακύκλωσης των σιδηρούχων μετάλλων και του αλουμινίου από την Μηχανική Διαλογή και της παραγωγής βιοαερίου από τον ΧΥΤΑ μπορεί να γίνει η υπόθεση ότι αποφεύγουμε την παραγωγή άλλων προϊόντων όπως:

- 1 τόνος RDF μπορεί να σώσει την παραγωγή ενός κιλού λιγνίτη («*Potential for energy generation in Greece by combustion of as-received or pre-processed (RDF/SRF) municipal solid wastes*», Ψωμόπουλος, Θέμελης) και για την παραγωγή 1 KWh απαιτείται η καύση 1,85 Kg λιγνίτη περίπου (<http://www.allaboutenergy.gr/LigniteMakedonia.html>)

- Από την παραγωγή του compost στην Μονάδα Μηχανικής Διαλογής μπορούμε να αποφύγουμε την παραγωγή λιπάσματος χρησιμοποιώντας το ως εδαφοβελτιωτικό. Ωστόσο επειδή η ποιότητα του compost διαφέρει αρκετά από μονάδα σε μονάδα θεωρούμε ότι με την παραγωγή ενός κιλού compost αποφεύγεται η παραγωγή ενός κιλού compost ίδιας ποιότητας σε κάποιο άλλο εργοστάσιο.
- 1 κιλό ανακυκλωμένου αλουμινίου μπορεί να σώσει 14 kwh ηλεκτρικής ενέργειας. (*International Aluminium Institute- http://resourcities.acrplus.org/recycling/recycling_did.htm*)
- 1 τόνος σιδηρούχου μετάλλου (ατσάλι) που ανακυκλώθηκε μπορεί να σώσει 3,5 kwh ηλεκτρικής ενέργειας (<http://www.green-networld.com/tips/steel.htm>)

Άρα με βάση τις παραδοχές που έχουν γίνει για το ποσοστό του compost, του RDF, του αλουμινίου και των σιδηρούχων μετάλλων (βλ. σελ. 108) που θα ανακτηθούν από το ρεύμα των αποβλήτων που θα καταλήξει στην Μονάδα Μηχανικής Διαλογής, θα παραχθούν συνολικά:

- $4015t \times 23\% = 923t$ RDF
- $4015t \times 20\% = 803t$ compost
- 90t σιδηρούχων μετάλλων
- 51t αλουμινίου

Οι ποσότητες αυτές θα πρέπει για να αποφευχθεί ο διπλός υπολογισμός τους να αναχθούν σε ένα κιλό του ρεύματος των αποβλήτων που καταλήγουν στον ΧΥΤΑ (δηλαδή διαίρεση με τα 43435t).

Ακόμη από τον ΧΥΤΑ με βάση την εμπειρία και τα βιβλιογραφικά δεδομένα, η παραγωγή βιοαερίου κυμαίνεται μεταξύ 160-240 m³/ton απορριμμάτων, σε μια χρονική περίοδο 10-15 ετών (http://www.biofuels.gr/biogas_liosia.html). Στη παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκε ο μέσος όρος 200 m³/ton απορριμμάτων ή 0,2m³/kg απορριμμάτων.

**«ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΤΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ ΣΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ-ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΣΤΟ ΔΗΜΟ ΒΥΡΩΝΑ»**

Documentation | Input/output | Parameters | System description

Products

Waste specification

| Name | Default material / waste type | Amount | Unit | Quantity | Category | Comment |
|--|-------------------------------|--------|------|----------|-------------------|---------|
| Disposal, municipal solid waste, 22.9% water, to sanitary landfill XWRIS | All waste types | 1 | kg | Mass | Sanitary landfill | SWITZER |

Known outputs to technosphere. Avoided products

| Name | Amount | Unit | Distribution | SD^2 or 2*SDMin | Max | Comment |
|--|------------|------|--------------|-----------------|-----|---------|
| Electricity, lignite, at power plant/UCTE U | 0,01151265 | kWh | Undefined | | | |
| Compost, at plant/CH U dimou virona | 0,018487 | kg | Undefined | | | |
| Electricity, medium voltage, production UCTE, at grid/UCTE U | 0,01644 | kWh | Undefined | | | |
| Electricity, medium voltage, production UCTE, at grid/UCTE U | 0,00723 | kWh | Undefined | | | |
| Biogas, production mix, at storage/CH U | 0,2 | m3 | Undefined | | | |
| (Insert line here) | | | | | | |

Inputs

Known inputs from nature (resources)

| Name | Sub-compartment | Amount | Unit | Distribution | SD^2 or 2*SDMin | Max | Comment |
|--------------------|-----------------|--------|------|--------------|-----------------|-----|---------|
| (Insert line here) | | | | | | | |

Known inputs from technosphere (materials/fuels)

| Name | Amount | Unit | Distribution | SD^2 or 2*SDMin | Max | Comment |
|--|---------|------|--------------|-----------------|-----|---|
| Sodium hydroxide, 50% in H2O, production mix, at plant/RER U | 1,32E-7 | kg | Lognormal | 2,97 | | burden from incineration wastewater treatment leachate (0-100a). U calculated from unce composition and trar incinerator and unce decomposition and s sanitary landfill |
| Quicklime, milled, packed, at plant/CH U | 2,39E-8 | kg | Lognormal | 2,98 | | burden from incineration wastewater treatment leachate (0-100a). U calculated from unce composition and trar incinerator and unce decomposition and s sanitary landfill |
| Hydrochloric acid, 30% in H2O, at plant/RER U | 4,03E-9 | kg | Lognormal | 5,42 | | burden from incineration |

Εικόνα 8.14: Εικόνα από το SimaPro που απεικονίζει τα προϊόντα που έχουν αποφευχθεί ύστερα από την παραγωγή compost, RDF αλουμινίου και σιδηρούχων μετάλλων.

Παράδειγμα υπολογισμού για το RDF:

Στην Μονάδα Μηχανικής Διαλογής καταλήγουν 4015 τόνοι αποβλήτων ετησίως. Το 23% της ποσότητας αυτής θα γίνει RDF, δηλαδή περίπου 923 τόνοι. Επομένως ο δήμος Βύρωνα βάσει του τρόπου διαχείρισης των αποβλήτων που εφαρμόζει ετησίως, «παράγει» 923 τόνους RDF ετησίως. Για κάθε κιλό που καταλήγει στον ΧΥΤΑ αντιστοιχεί 0,0213 κιλά RDF. Άρα για κάθε κιλό που καταλήγει στον ΧΥΤΑ ο δήμος Βύρωνα αποφεύγει την παραγωγή:

$$\frac{1}{1,85} \times 0.0213 \text{ kg} = 0.01151265 \text{ kWh ηλεκτρικής ενέργειας από λιγνίτη.}$$

(έχει γίνει η υπόθεση ότι για την παραγωγή 1 kWh χρειάζεται 1,85 kg λιγνίτη και ότι ένα κιλό RDF “αποφεύγει” την παραγωγή ενός κιλού λιγνίτη)



«ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΤΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ ΣΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ-ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΣΤΟ ΔΗΜΟ ΒΥΡΩΝΑ»

10). Σενάριο διαχείρισης των προς ανακύκλωση υλικών

Για κάθε ένα από τα τέσσερα προς ανακύκλωση υλικά (χαρτί, γυαλί, αλουμίνιο και πλαστικά) το SimaPro διαθέτει την διαδικασία ανακύκλωσης τους υπολογίζοντας τα οφέλη που αποφέρουν αφού αποφεύγονται οι εκπομπές που θα προέκυπταν αν παραγόntonταν από παρθένες πρώτες ύλες καθώς και τις εκπομπές που προκύπτουν από τις μονάδες της ανακύκλωσης. Γίνεται δηλαδή η υπόθεση ότι μέσω της ανακύκλωσης αποφεύγεται η παραγωγή νέων υλικών.

| Products | | | | | | | |
|--|-------------------------------|-------------|------|--------------|-----------------|---------|---------|
| Waste specification | | | | | | | |
| Name | Default material / waste type | Amount | Unit | Quantity | Category | Comment | |
| recycling PAPER dimou virona apo demo | Paper | 1 | kg | Mass | Recycling | | |
| Outputs | | | | | | | |
| Emissions to air | | | | | | | |
| Name | Sub-compartment | Amount | Unit | Distribution | SD^2 or 2*SDMin | Max | Comment |
| Acetic acid | | 3,8908E-8 | kg | Undefined | | | |
| Aluminum | | 1,0426E-5 | kg | Undefined | | | |
| Ammonia | | -1,7393E-6 | kg | Undefined | | | |
| Antimony | | 3,798E-11 | kg | Undefined | | | |
| Arsenic | | 2,277E-10 | kg | Undefined | | | |
| Benzene | | -4,3089E-6 | kg | Undefined | | | |
| Benzene, hexachloro- | | -8,322E-11 | kg | Undefined | | | |
| Benzo(a)pyrene | | -1,1558E-9 | kg | Undefined | | | |
| Beryllium | | 5,6971E-11 | kg | Undefined | | | |
| Butadiene | | -7,8115E-15 | kg | Undefined | | | |
| Cadmium | | -1,3714E-9 | kg | Undefined | | | |
| Carbon dioxide, biogenic | | 0,00028675 | kg | Undefined | | | |
| Carbon dioxide, fossil | | -0,17163 | kg | Undefined | | | |
| Carbon monoxide, biogenic | | -3,0532E-5 | kg | Undefined | | | |
| Carbon monoxide, Fossil | | -0,0007169 | kg | Undefined | | | |
| Chlorine | | -2,4946E-11 | kg | Undefined | | | |
| Chromium | | -1,8768E-8 | kg | Undefined | | | |
| Chromium VI | | -6,3801E-12 | kg | Undefined | | | |
| Cobalt | | 3,685E-10 | kg | Undefined | | | |
| Copper | | -9,3709E-8 | kg | Undefined | | | |
| Dinitrogen monoxide | | -4,2638E-6 | kg | Undefined | | | |
| Dioxins, measured as 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin | | -4,8399E-14 | kg | Undefined | | | |
| Ethane, 1,1,1,2-tetrafluoro-, HFC-134a | | -4,0808E-7 | kg | Undefined | | | |
| Ethane, 1,1,2-trichloro-1,2,2-trifluoro-, CFC-113 | | 0 | kg | Undefined | | | |
| Ethane, hexafluoro-, HFC-116 | | -9,3228E-9 | kg | Undefined | | | |
| Ethylene oxide | | -7,5377E-14 | kg | Undefined | | | |
| Ethyne | | 7,7133E-11 | kg | Undefined | | | |
| Fluorine | | 8,3678E-14 | kg | Undefined | | | |
| Formaldehyde | | 5,2905E-8 | kg | Undefined | | | |

Εικόνα 8.15: Εικόνα από το SimaPro που απεικονίζει μερικά από τα οφέλη της ανακύκλωσης χαρτιού

11). Σενάριο διαχείρισης των πράσινων αποβλήτων

Ο δήμος Βύρωνα παράγει με την διαδικασία που περιγράφηκε προιόνι το οποίο και διαθέτει για την δημιουργία compost. Συνεπώς το σενάριο διαχείρισης αποτελείται μόνο από τα οφέλη που προκύπτουν από την παραγωγή compost καθώς οι εκπομπές των διαδικασιών που απαιτούνται για την παραγωγή του προιονιδιού έχουν περιγραφεί στην δημιουργία του υπο-συνδέσμου των πράσινων αποβλήτων ενώ τα απορρίμματα που προκύπτουν από την διαδικασία παραγωγής του προιονιδιού ανήκουν στο κεντρικό ρεύμα των αποβλήτων του δήμου Βύρωνα. Γίνεται η υπόθεση ότι η παραγωγή compost είναι το 20% του συνολικού όγκου των αποβλήτων που διαχειρίζεται η μονάδα.

The screenshot shows the SimaPro software interface with the following sections and data:

Products

| Name | Default material / waste type | Amount | Unit | Quantity | Category | Comment |
|---------------------------------|-------------------------------|--------|------|----------|----------|---------|
| Wt. of sawdust of Mun. of Byron | sawdust dimou virona | 1 | kg | Mass | Others | |

Known outputs to technosphere. Avoided products

| Name | Amount | Unit | Distribution | SD^2 or 2*SDMin | Max | Comment |
|-------------------------------------|--------|------|--------------|-----------------|-----|---------|
| Compost, at plant/CH U dimou virona | 0,2 | kg | Undefined | | | |
| (Insert line here) | | | | | | |

Inputs

Known inputs from nature (resources)

| Name | Sub-compartment | Amount | Unit | Distribution | SD^2 or 2*SDMin | Max | Comment |
|--------------------|-----------------|--------|------|--------------|-----------------|-----|---------|
| (Insert line here) | | | | | | | |

Known inputs from technosphere (materials/fuels)

| Name | Amount | Unit | Distribution | SD^2 or 2*SDMin | Max | Comment |
|--------------------|--------|------|--------------|-----------------|-----|---------|
| (Insert line here) | | | | | | |

Known inputs from technosphere (electricity/heat)

| Name | Amount | Unit | Distribution | SD^2 or 2*SDMin | Max | Comment |
|--------------------|--------|------|--------------|-----------------|-----|---------|
| (Insert line here) | | | | | | |

Outputs

Emissions to air

| Name | Sub-compartment | Amount | Unit | Distribution | SD^2 or 2*SDMin | Max | Comment |
|--------------------|-----------------|--------|------|--------------|-----------------|-----|---------|
| (Insert line here) | | | | | | | |

Emissions to water

| Name | Sub-compartment | Amount | Unit | Distribution | SD^2 or 2*SDMin | Max | Comment |
|--------------------|-----------------|--------|------|--------------|-----------------|-----|---------|
| (Insert line here) | | | | | | | |

Emissions to soil

| Name | Sub-compartment | Amount | Unit | Distribution | SD^2 or 2*SDMin | Max | Comment |
|--------------------|-----------------|--------|------|--------------|-----------------|-----|---------|
| (Insert line here) | | | | | | | |

Final waste flows

| Name | Sub-compartment | Amount | Unit | Distribution | SD^2 or 2*SDMin | Max | Comment |
|--------------------|-----------------|--------|------|--------------|-----------------|-----|---------|
| (Insert line here) | | | | | | | |

Εικόνα 8.16: Εικόνα από το SimaPro που παρουσιάζει το σενάριο διαχείρισης των πράσινων αποβλήτων

8.5 Παρουσίαση και ανάλυση των αποτελεσμάτων

Το SimaPro μέσω της διαδικασίας που αναφέρθηκε υπολογίζει τις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου από την διαχείριση των στερεών αποβλήτων του δήμου Βύρωνα. Για τον υπολογισμό των εκπομπών έχει χρησιμοποιηθεί η μέθοδος CML Baseline 2000 που έχει αναπτυχθεί από το Κέντρο Περιβαλλοντικών Ερευνών του Πανεπιστημίου του Λέιντεν στην Ολλανδία. Η μέθοδος CML baseline 2000 είναι εξέλιξη της μεθόδου CML 92 που ήταν από τις πρώτες μεθόδους ανάλυσης κύκλου ζωής που αναπτύχθηκαν. Στο SimaPro υπάρχουν διάφορες μέθοδοι υπολογισμού, ωστόσο προτιμήθηκε η CML Baseline 2000 γιατί ήταν η μόνη Ευρωπαϊκή μέθοδος που μπορούσε να υπολογίσει τις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου σε ισοδύναμους τόνους διοξειδίου του άνθρακα. Για την παρουσίαση των αποτελεσμάτων χρησιμοποιείται ένα διάγραμμα δικτύου που περιγράφει τις εκπομπές από κάθε μία διαδικασία ξεχωριστά. Έτσι στο αριστερό μέρος του δικτύου απεικονίζονται οι εκπομπές που προέρχονται από την συλλογή των αποβλήτων με τα απορριμματοφόρα και από την μεταφορά των αποβλήτων με φορτηγά στις μονάδες τελικής διάθεσης τους (ΧΥΤΑ, Μονάδα Μηχανικής Διαλογής ή μονάδες ανακύκλωσης) και στο δεξιό τμήμα του δικτύου εμφανίζονται οι εκπομπές που προέρχονται από την διαχείριση των αποβλήτων στους χώρους τελικής διάθεσης.

Στο διάγραμμα δικτύου που παρουσιάζεται παρακάτω, οι συνολικές εκπομπές ανέρχονται στα $1,63 \times 10^7$ ισοδύναμα κιλά διοξειδίου του άνθρακα χρησιμοποιώντας το δυναμικό πλανητικής υπερθέρμανσης των διάφορων αερίων για 100 χρόνια.

Ακόμη παρουσιάζεται η συμμετοχή κάθε διαδικασίας ως ποσοστό των συνολικών εκπομπών. Παρατηρούμε ότι οι εκπομπές από την διαδικασία της συλλογής και της μεταφοράς των αποβλήτων αποτελούν το 7,71% των συνολικών εκπομπών, ενώ οι εκπομπές από την διάθεση τους το 92,3%.

Όπως αναμενόταν οι περισσότερες εκπομπές προέρχονται από την διαχείριση του κεντρικού ρεύματος των αποβλήτων (κύριο ρεύμα-οικιακά και ογκώδη απόβλητα) τόσο στην διαδικασία της συλλογής και μεταφοράς όσο και στην διαχείριση τους στον χώρο τελικής διάθεσης. Αυτό οφείλεται στην μεγάλη διαφορά της μάζας των αποβλήτων που υπάρχει καθώς τα ποσοστά της ανακύκλωσης των υλικών είναι ακόμη πολύ μικρά σε σχέση με τα απόβλητα που καταλήγουν στον ΧΥΤΑ.

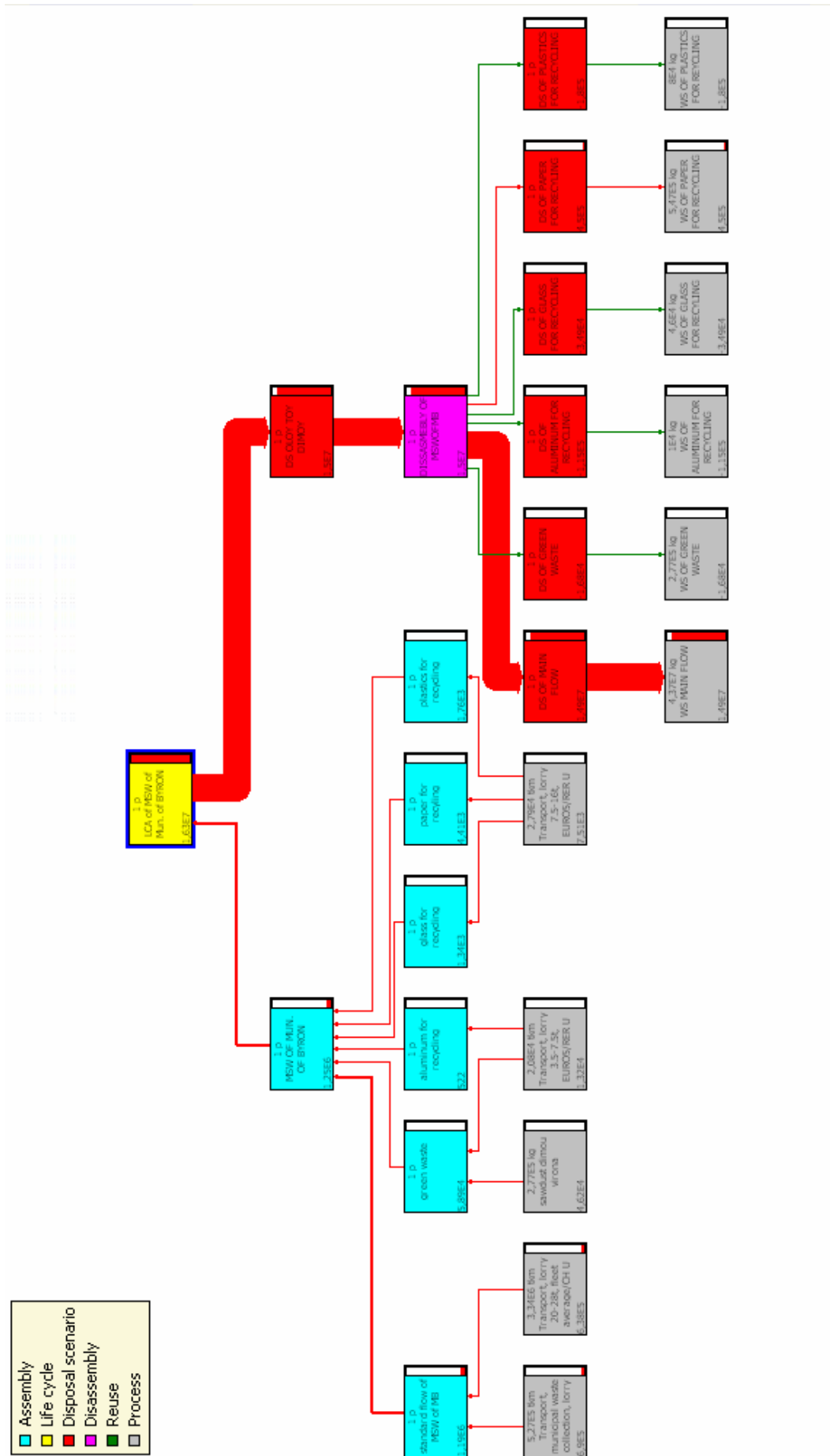
Πιο αναλυτικά, οι εκπομπές από την συλλογή και τη μεταφορά του κεντρικού ρεύματος των αποβλήτων αποτελούν το 7,3% των συνολικών εκπομπών από τις οποίες το 4,24% οφείλεται στην διαδικασία της συλλογής των αποβλήτων και το 3,92% στην διαδικασία της μεταφοράς τους στον ΧΥΤΑ. Οι εκπομπές από την συλλογή και τη μεταφορά του αλουμινίου το 0,00321%, οι εκπομπές από την συλλογή και τη μεταφορά του χαρτιού το 0,0271%, οι εκπομπές από την συλλογή

και τη μεταφορά του γυαλιού το 0,00821%, οι εκπομπές από την συλλογή και τη μεταφορά του πλαστικού το 0,0108% και οι εκπομπές από την συλλογή, τη μεταφορά και την επεξεργασία (μετατροπή σε πριονίδι) των πράσινων αποβλήτων το 0,362%.

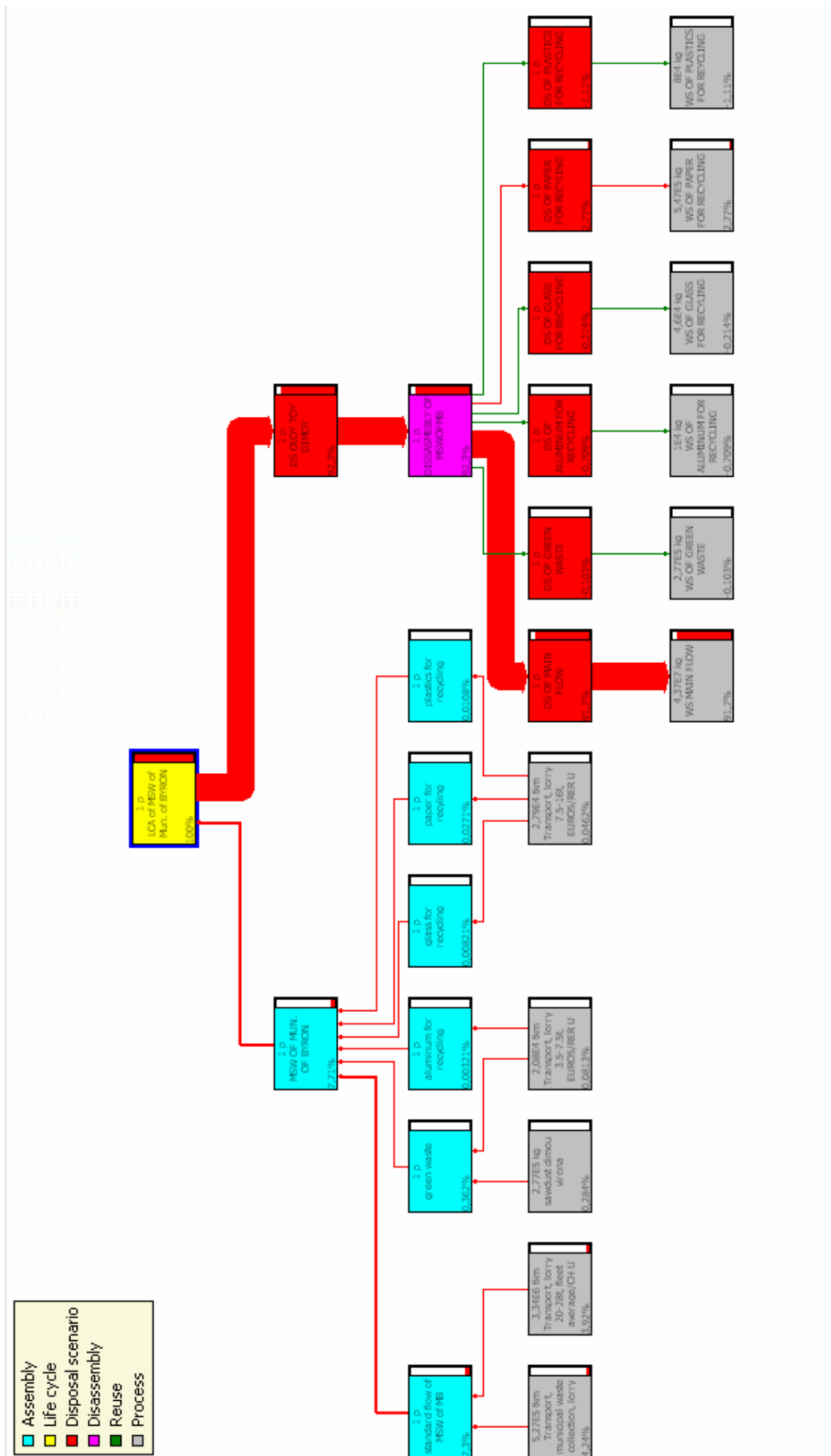
Ακόμη η διάθεση του κεντρικού ρεύματος των αποβλήτων (κύριο ρεύμα-οικιακά και ογκώδη απόβλητα) αποτελεί το 91,7% των συνολικών εκπομπών κάτι που οφείλεται στον μεγάλο όγκο των αποβλήτων που καταλήγουν στον ΧΥΤΑ. Επίσης το 2,77% των συνολικών εκπομπών οφείλεται στην ανακύκλωση του χαρτιού. Αυτό όμως δεν σημαίνει ότι η ανακύκλωση χαρτιού δεν συνεισφέρει στην μείωση των εκπομπών του αερίου του θερμοκηπίου ή δεν έχει άλλα περιβαλλοντικά οφέλη. Για να γίνει πιο διακριτή η συνεισφορά της ανακύκλωσης χαρτιού θα πρέπει να συγκριθούν οι εκπομπές που προέκυψαν από την ανακύκλωση της μάζας του χαρτιού με τις εκπομπές που θα προέκυπταν αν η ίδια μάζα χαρτιού κατευθυνόταν στον ΧΥΤΑ.

Τέλος υπάρχουν περιβαλλοντικά οφέλη της τάξης του 0,103% των συνολικών εκπομπών από την διάθεση του πριονιδιού που παράγει ο δήμος για compost, 0,709% από την ανακύκλωση του αλουμινίου, 0,214% από την ανακύκλωση του χαρτιού και 1,11% από την ανακύκλωση των πλαστικών αποβλήτων.

«ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΤΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ ΣΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ-ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΣΤΟ ΔΗΜΟ ΒΥΡΩΝΑ»



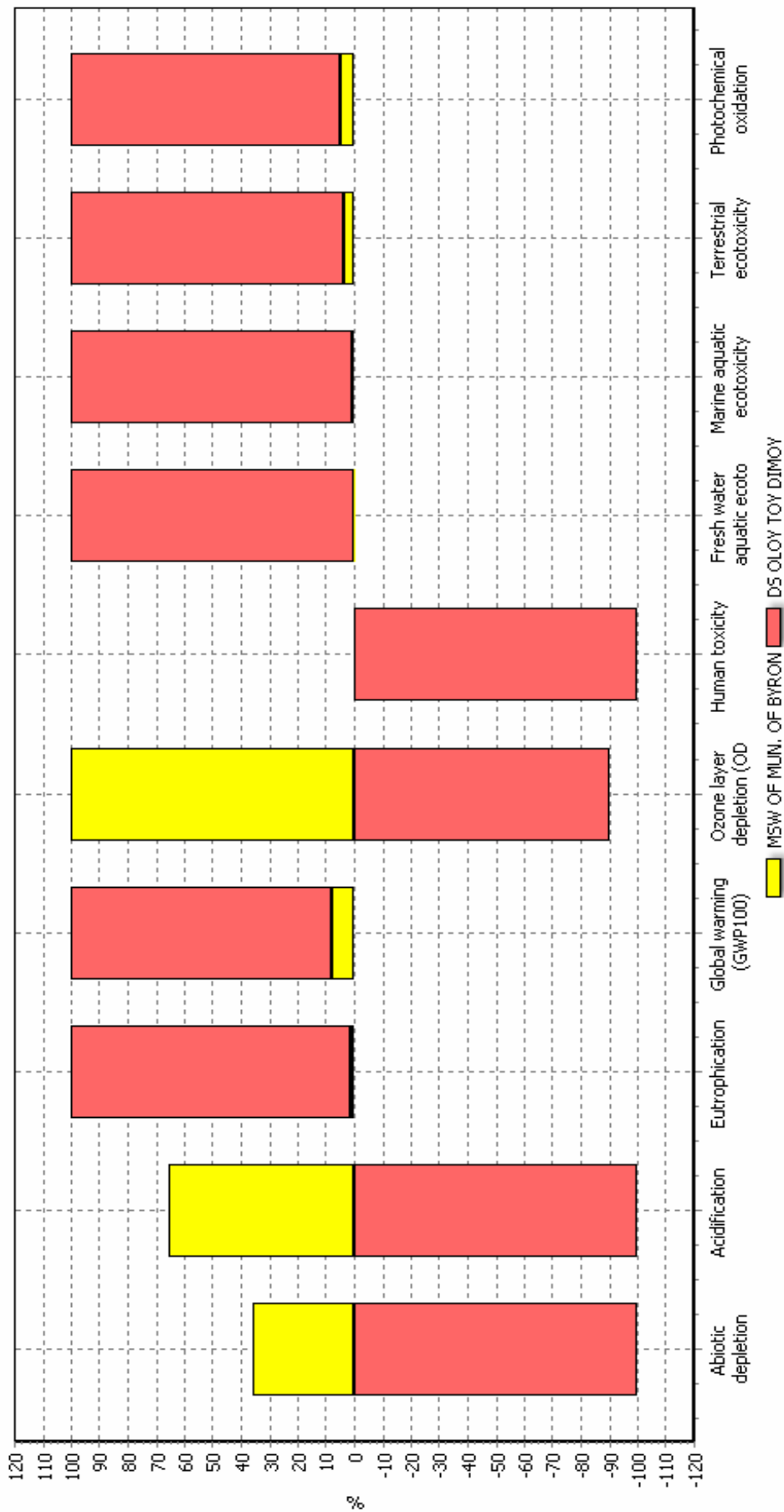
«ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΤΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ ΣΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ-ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΣΤΟ ΔΗΜΟ ΒΥΡΩΝΑ»



Ακόμη παρουσιάζεται η ανάλυση της επίδρασης της διαδικασίας της συλλογής και μεταφοράς των αποβλήτων και της διαδικασίας της διαχείρισης τους ως απόβλητα σε διάφορες κατηγορίες, από τις οποίες οι πιο σημαντικές για την παρούσα εργασία είναι η όξυνση του περιβάλλοντος, το δυναμικό πλανητικής υπερθέρμανσης και η καταστροφή του όζοντος.

Τέλος παρουσιάζονται σε έναν πίνακα οι ποσότητες των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου που συμμετέχουν στην διαδικασία της διαχείρισης των στερεών αποβλήτων, τόσο συνολικά όσο και στις επιμέρους διαδικασίες (συλλογή και μεταφορά των αποβλήτων και διαχείριση στους χώρους διάθεσης τους).

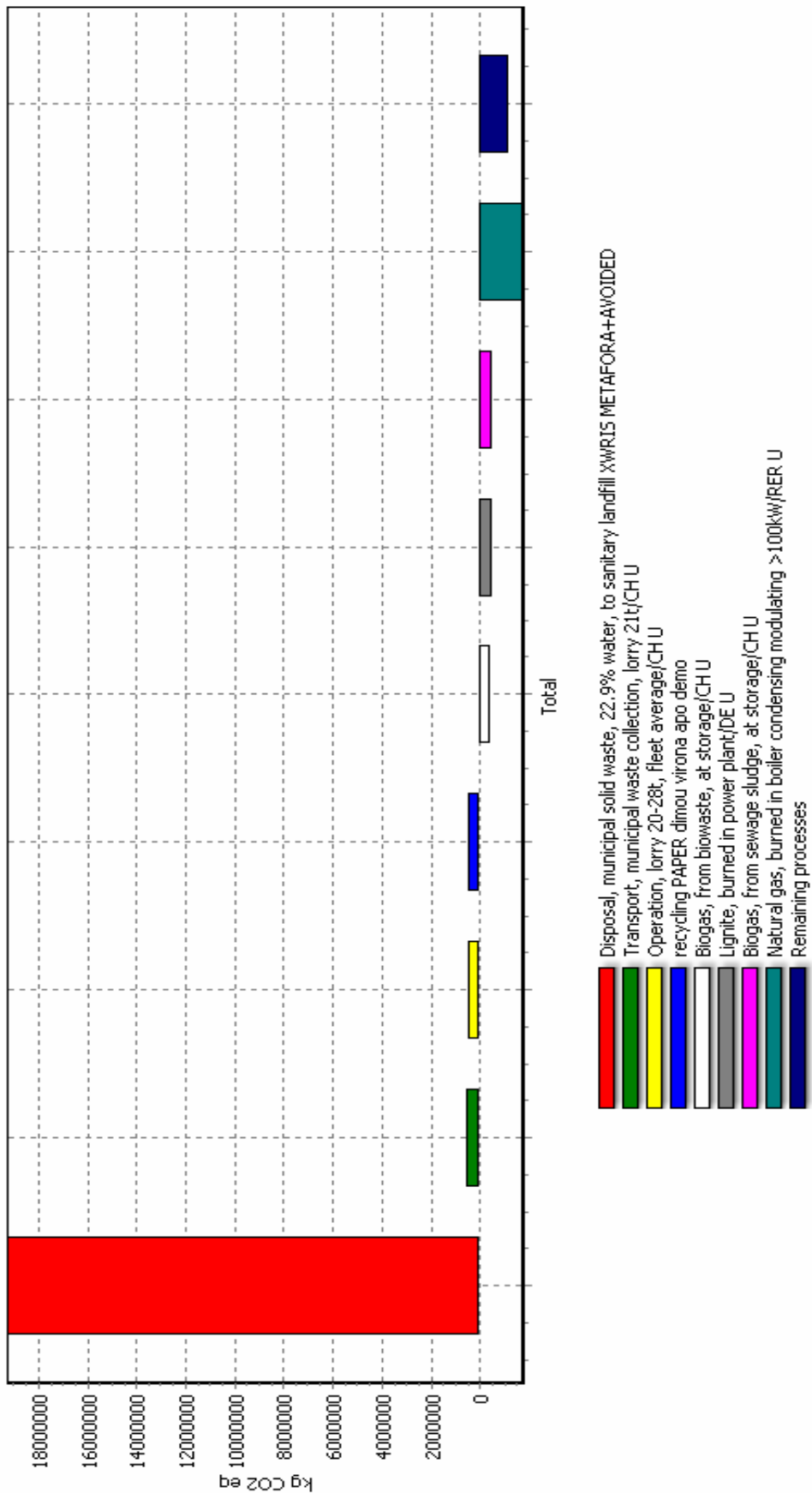
«ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΤΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ ΣΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ-ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΣΤΟ ΔΗΜΟ ΒΥΡΩΝΑ»



Analysing 1 p LCA of MSW of Mun. of BYRON;
Method: CML 2 baseline 2000 V2.05 / World, 1990 / Characterisation



«ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΤΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ ΣΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ-ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΣΤΟ ΔΗΜΟ ΒΥΡΩΝΑ»



Analysing 1 p LCA of MSW of Mun. of BYRON;
 Method: CML 2 baseline 2000 V2.05 / World, 1990 / Characterisation



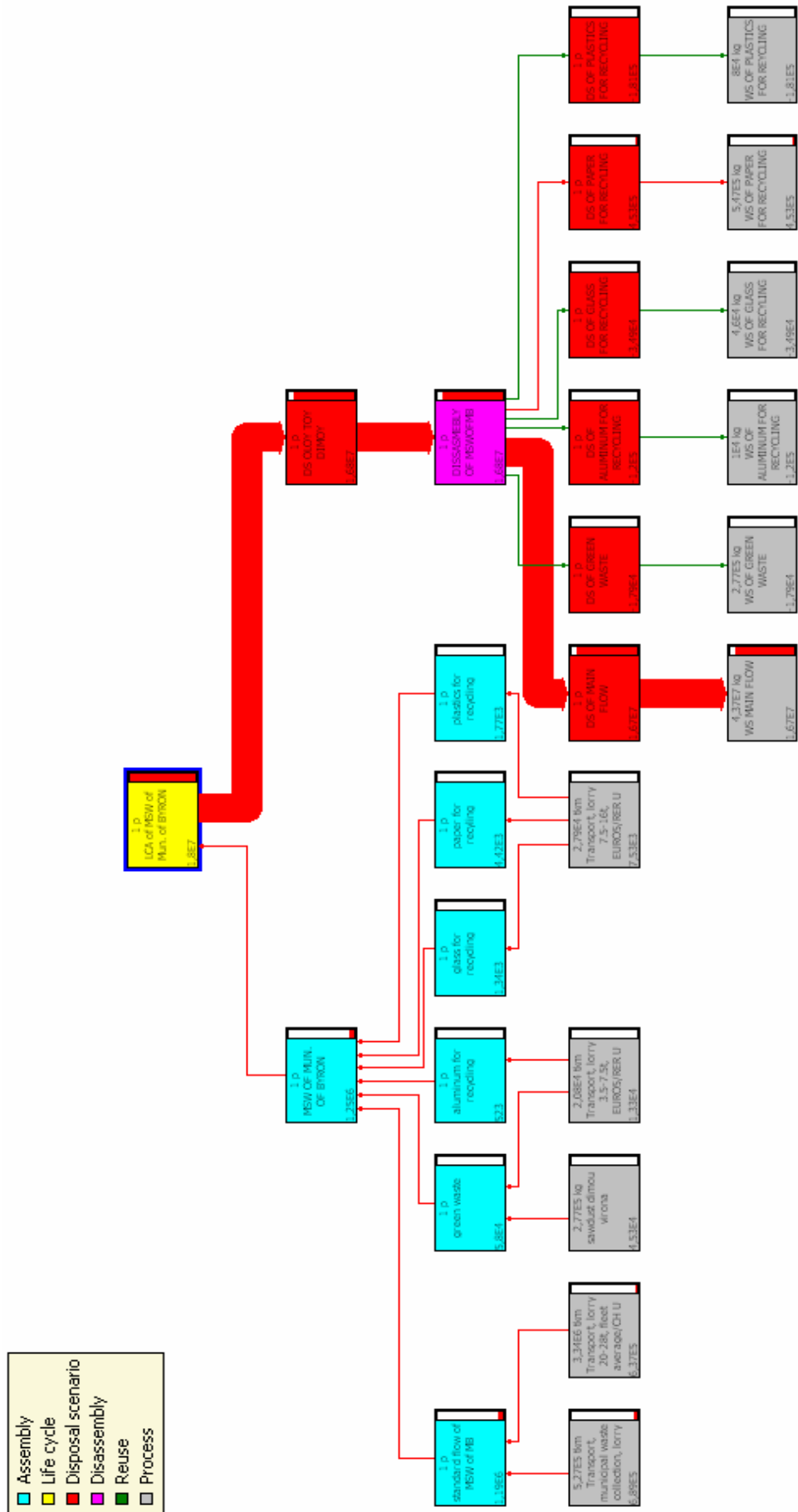
«ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΤΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ ΣΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ-ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΣΤΟ ΔΗΜΟ ΒΥΡΩΝΑ»

| No | Substance | Compartment / | Unit | Total | MSW OF MUN. OF BYRON | DS OLOY TOY ΔΙΩΜΟΥ |
|----|--|---------------|-----------|-----------|----------------------|--------------------|
| | Total of all compartments | | kg CO2 eq | 1,63E7 | 1,25E6 | 1,5E7 |
| 1 | Carbon dioxide, fossil | Air | kg CO2 eq | -1,36E6 | 1,2E6 | -2,56E6 |
| 2 | Carbon dioxide, land transformation | Air | kg CO2 eq | -45,3 | 9,98 | -55,3 |
| 3 | Carbon monoxide, fossil | Air | kg CO2 eq | 3,66E3 | 5,7E3 | -2,04E3 |
| 4 | Chloroform | Air | kg CO2 eq | -0,0206 | 0,00501 | -0,0257 |
| 5 | Dinitrogen monoxide | Air | kg CO2 eq | -8,39E4 | 1,39E4 | -9,78E4 |
| 6 | Ethane, 1,1-difluoro-, HFC-152a | Air | kg CO2 eq | -0,101 | 0,00743 | -0,108 |
| 7 | Ethane, 1,1,1-trichloro-, HCFC-140 | Air | kg CO2 eq | -0,000686 | 4,86E-5 | -0,000734 |
| 8 | Ethane, 1,1,1,2-tetrafluoro-, HFC-134a | Air | kg CO2 eq | 1,52E3 | 1,38E3 | 137 |
| 9 | Ethane, 1,1,2-trichloro-1,2,2-trifluoro-, CFC-113 | Air | kg CO2 eq | 0,04 | 0,0416 | -0,00168 |
| 10 | Ethane, 1,2-dichloro-1,1,2,2-tetrafluoro-, CFC-114 | Air | kg CO2 eq | -214 | 12,3 | -226 |
| 11 | Ethane, hexafluoro-, HFC-116 | Air | kg CO2 eq | -3,33E3 | 99,7 | -3,43E3 |
| 12 | Methane, biogenic | Air | kg CO2 eq | 1,69E7 | 43,2 | 1,69E7 |
| 13 | Methane, bromo-, Halon 1001 | Air | kg CO2 eq | 2,57E-11 | 2,53E-11 | 4,19E-13 |
| 14 | Methane, bromochlorodifluoro-, Halon 1211 | Air | kg CO2 eq | -61,3 | 0,658 | -62 |
| 15 | Methane, bromotrifluoro-, Halon 1301 | Air | kg CO2 eq | 159 | 107 | 52,5 |
| 16 | Methane, chlorodifluoro-, HCFC-22 | Air | kg CO2 eq | -281 | 4,08 | -285 |
| 17 | Methane, dichloro-, HCC-30 | Air | kg CO2 eq | -0,047 | 0,000111 | -0,0471 |
| 18 | Methane, dichlorodifluoro-, CFC-12 | Air | kg CO2 eq | 0,0185 | 0,246 | -0,228 |
| 19 | Methane, dichlorofluoro-, HCFC-21 | Air | kg CO2 eq | 6,76E-6 | 9,68E-6 | -2,92E-6 |
| 20 | Methane, fossil | Air | kg CO2 eq | 8,47E5 | 3,33E4 | 8,14E5 |
| 21 | Methane, monochloro-, R-40 | Air | kg CO2 eq | -0,00206 | 0,000149 | -0,00221 |
| 22 | Methane, tetrachloro-, CFC-10 | Air | kg CO2 eq | 9,42 | 0,706 | 8,71 |
| 23 | Methane, tetrafluoro-, CFC-14 | Air | kg CO2 eq | -1,44E4 | 405 | -1,48E4 |
| 24 | Methane, trichlorofluoro-, CFC-11 | Air | kg CO2 eq | 0,00024 | 0,000344 | -0,000104 |
| 25 | Methane, trifluoro-, HFC-23 | Air | kg CO2 eq | 0,123 | 0,176 | -0,0532 |
| 26 | Sulfur hexafluoride | Air | kg CO2 eq | -2,78E3 | 370 | -3,15E3 |

Παρουσιάζονται ακόμη τα αποτελέσματα που προκύπτουν από το SimaPro εάν εφαρμοστεί η μέθοδος της Διακυβερνητικής Επιτροπής για την Κλιματική Αλλαγή.

Σύμφωνα με την μέθοδο IPCC οι εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου από την διαχείριση των στερεών αποβλήτων του δήμου Βύρωνα ανέρχονται στους $1,8 \times 10^7$ ισοδύναμα κιλά διοξειδίου του άνθρακα. Παρατηρείται δηλαδή πολύ μικρή απόκλιση από την μέθοδο της Ανάλυσης Κύκλου Ζωής. Ωστόσο πρέπει να αναφερθεί ότι το αποτέλεσμα αυτό αφορά ολόκληρη την διαδικασία της διαχείρισης των στερεών αποβλήτων του δήμου Βύρωνα χωρίς να εντάσσονται οι επιμέρους δραστηριότητες της διαχείρισης των αποβλήτων, στις τέσσερις κατηγορίες που περιγράφει η μεθοδολογία. Για παράδειγμα εάν έπρεπε να υπολογιστούν οι εκπομπές από τον Τομέα των Αποβλήτων, όπως αυτός περιγράφεται στην συγκεκριμένη μεθοδολογία δεν θα περιλάμβανε καθόλου τα οφέλη της ανακύκλωσης.

«ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΤΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ ΣΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ-ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΣΤΟ ΔΗΜΟ ΒΥΡΩΝΑ»



8.6 Δημιουργία μοντέλου εκτίμησης των εκπομπών βασισμένο στην μελέτη περίπτωσης του Δήμου Βύρωνα

Στην μελέτη περίπτωσης του δήμου Βύρωνα δημιουργήθηκε μια ακολουθία διαδικασιών με την οποία υπολογίζονται με την χρήση του SimaPro οι ετήσιες εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου στην διαχείριση των στερεών αποβλήτων. Αυτή η διαδικασία μπορεί να διευρυνθεί και να χρησιμοποιηθεί και από άλλους ενδιαφερόμενους δήμους ανεξαρτήτου χρόνου. Δημιουργήθηκε ένα μοντέλο δηλαδή εκτίμησης των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου για δήμους που διαχειρίζονται τα απόβλητα τους με παρόμοιο τρόπο με τον δήμο Βύρωνα. Στο μοντέλο αυτό ο χρήστης εισάγει τα δεδομένα (μάζα αποβλήτων και αποστάσεις ως τα κέντρα διαχείρισης) στο SimaPro το οποίο εξάγει μέσω του μοντέλου που δημιουργήθηκε τις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου.



Εικόνα 8.17 : Μοντέλο εκτίμησης των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου στην διαχείριση στερεών αποβλήτων


Παρακάτω περιγράφεται αναλυτικά η διαδικασία που πρέπει να ακολουθηθεί.

Στον υπο-σύνδεσμο του κεντρικού ρεύματος των αποβλήτων θα πρέπει να εισαχθούν οι ποσότητες των αποβλήτων (ανάλογα με την σύσταση τους διαχωρίζονται σε ζυμώσιμα, χαρτί, γυαλί, πλαστικό, σιδηρούχα μέταλλα, αλουμίνιο, λάστιχο, ξύλο, ύφασμα) που προορίζονται για ταφή στον ΧΥΤΑ. Είναι δυνατό εάν για κάποιον λόγο ο δήμος δεν διαχειρίζεται κάποιο από τον τύπο αποβλήτων που περιλαμβάνεται στην διαδικασία, η ποσότητα του να είναι ίση με 0.

Θα πρέπει επίσης να υπολογιστούν οι αποστάσεις. Η μέτρηση γίνεται σε τόνο-χιλιόμετρα. Υπενθυμίζεται ότι ένα τόνο-χιλιόμετρο είναι η μεταφορά ενός τόνου για ένα χιλιόμετρο ή δέκα τόνων για εκατό μέτρα, κ.ο.κ.. Οι αποστάσεις αφορούν την συλλογή των αποβλήτων και την μεταφορά τους ξεχωριστά. Θα πρέπει να υπολογιστούν η συνολική απόσταση για την συλλογή των αποβλήτων με τα απορριμματοφόρα, η απόσταση από τον σταθμό μεταφόρτωσης (εάν υπάρχει) ως τον ΧΥΤΑ και να πολλαπλασιαστούν με την συνολική μάζα των αποβλήτων που καταλήγει είτε στον ΧΥΤΑ είτε στην Μονάδα Μηχανικής Διαλογής. Εάν δεν

«ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΤΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ ΣΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ-ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΣΤΟ ΔΗΜΟ ΒΥΡΩΝΑ»

υπάρχουν απόβλητα που να καταλήγουν στην Μονάδα Μηχανικής Διαλογής η μάζα τους θα ισούται με 0.


| Name | | Image | | Comment | | | |
|---|----------|---|--------------|-----------------|-----|---------|--|
| standard flow of MSW of MB | |  | | | | | |
| Status | | None | | | | | |
| Materials/Assemblies | Amount | Unit | Distribution | SD^2 or 2*SDMin | Max | Comment | |
| Biowaste xwris metafora | 14815000 | kg | Undefined | | | | |
| Waste paper, mixed, from public collection,xwris metafora | 10841000 | kg | Undefined | | | | |
| plastics xwris metafora | 7099000 | kg | Undefined | | | | |
| Glass xwris metafora | 1606000 | kg | Undefined | | | | |
| Iron scrap xwris metafora | 1232000 | kg | Undefined | | | | |
| Aluminium scrap, old, at plant xwris metafores | 542000 | kg | Undefined | | | | |
| Synthetic rubber, xwris metafora | 803000 | kg | Undefined | | | | |
| Waste wood mixed, from industry, u=40% xwris metafora | 4993000 | kg | Undefined | | | | |
| Textile, woven cotton, xwris metafora | 1745000 | kg | Undefined | | | | |
| (Insert line here) | | | | | | | |
| Processes | Amount | Unit | Distribution | SD^2 or 2*SDMin | Max | Comment | |
| Transport, municipal waste collection, lorry 21t/CH U | 547560 | tkm | Undefined | | | | |
| Transport, lorry 20-28t, fleet average/CH U | 2433600 | tkm | Undefined | | | | |
| (Insert line here) | | | | | | | |

Εικόνα 8.18: Εικόνα από το μοντέλο εκτίμησης των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου με χρήση του SimaPro

Η ίδια διαδικασία ακολουθείται και για τα προς ανακύκλωση υλικά τα οποία θα πρέπει να έχουν διαχωριστεί με διαλογή στην πηγή όπως συμβαίνει και στον δήμο Βύρωνα. Εάν ένας δήμος δεν διαθέτει απόβλητα προς ανακύκλωση με διαλογή στην πηγή η τιμή της μάζας των αποβλήτων και της απόστασης μπορεί να είναι 0. Το κάθε υλικό διαθέτει τον δικό του υπο-σύνδεσμο έτσι ώστε να είναι δυνατή η διαφοροποίηση της απόστασης ανάλογα δηλαδή με την τοποθεσία της Μονάδας Ανακύκλωσης του κάθε υλικού.

**«ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΤΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ ΣΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ-ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΣΤΟ ΔΗΜΟ ΒΥΡΩΝΑ»**

Input/output | Parameters

Name: paper for recycling Image:  Comment:


Status: None

| Materials/Assemblies | Amount | Unit | Distribution | SD ² or 2*SDMin | Max | Comment |
|---|--------|------|--------------|----------------------------|-----|---------|
| Waste paper, mixed, from public collection,xwris metafora (Insert line here) | 547000 | kg | Undefined | | | |

| Processes | Amount | Unit | Distribution | SD ² or 2*SDMin | Max | Comment |
|---|--------|------|--------------|----------------------------|-----|---------|
| Transport, lorry 7.5-16t, EUROS/RER U (Insert line here) | 16410 | tkm | Undefined | | | |

Εικόνα 8.19: Εικόνα από το μοντέλο εκτίμησης των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου με χρήση του SimaPro

Input/output | Parameters

Name: aluminum for recycling Image:  Comment:

Status: None


| Materials/Assemblies | Amount | Unit | Distribution | SD ² or 2*SDMin | Max | Comment |
|--|--------|------|--------------|----------------------------|-----|---------|
| Aluminium scrap, old, at plant xwris metafores (Insert line here) | 10000 | kg | Undefined | | | |

| Processes | Amount | Unit | Distribution | SD ² or 2*SDMin | Max | Comment |
|--|--------|------|--------------|----------------------------|-----|---------|
| Transport, lorry 3.5-7.5t, EUROS/RER U (Insert line here) | 820 | tkm | Undefined | | | |

Εικόνα 8.20: Εικόνα από το μοντέλο εκτίμησης των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου με χρήση του SimaPro

**«ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΤΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ ΣΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ-ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΣΤΟ ΔΗΜΟ ΒΥΡΩΝΑ»**

Input/output Parameters

Name: glass for recycling Image:  Comment:


Status: None

| Materials/Assemblies | Amount | Unit | Distribution | SD^2 or 2*SDMin | Max | Comment |
|----------------------|--------|------|--------------|-----------------|-----|---------|
| Glass xwris metafora | 46000 | kg | Undefined | | | |
| (Insert line here) | | | | | | |

| Processes | Amount | Unit | Distribution | SD^2 or 2*SDMin | Max | Comment |
|---------------------------------------|--------|------|--------------|-----------------|-----|---------|
| Transport, lorry 7.5-16t, EUROS/RER U | 4968 | tkm | Undefined | | | |
| (Insert line here) | | | | | | |

Εικόνα 8.21: Εικόνα από το μοντέλο εκτίμησης των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου με χρήση του SimaPro

Input/output Parameters

Name: plastics for recycling Image:  Comment:

Status: None

| Materials/Assemblies | Amount | Unit | Distribution | SD^2 or 2*SDMin | Max | Comment |
|-------------------------|--------|------|--------------|-----------------|-----|---------|
| plastics xwris metafora | 80000 | kg | Undefined | | | |
| (Insert line here) | | | | | | |

| Processes | Amount | Unit | Distribution | SD^2 or 2*SDMin | Max | Comment |
|---------------------------------------|--------|------|--------------|-----------------|-----|---------|
| Transport, lorry 7.5-16t, EUROS/RER U | 6560 | tkm | Undefined | | | |
| (Insert line here) | | | | | | |

Εικόνα 8.22: Εικόνα από το μοντέλο εκτίμησης των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου με χρήση του SimaPro

«ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΤΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ ΣΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ-ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΣΤΟ ΔΗΜΟ ΒΥΡΩΝΑ»

Για τον υπο-σύνδεσμο των πράσινων αποβλήτων θα πρέπει να εισαχθεί η ποσότητα του πριονιδιού καθώς επίσης και η απόσταση σε τόνο-χιλιόμετρα που διανύθηκε για την μεταφορά του.

Input/output Parameters

| | | | | | | |
|--|-------------|-------|--------------|-----------------|-----|---------|
| Name | green waste | Image | | Comment | | |
| Status | None | | | | | |
| Materials/Assemblies | Amount | Unit | Distribution | SD^2 or 2*SDMin | Max | Comment |
| sawdust dimou virona | 277200 | kg | Undefined | | | |
| (Insert line here) | | | | | | |
| Processes | Amount | Unit | Distribution | SD^2 or 2*SDMin | Max | Comment |
| Transport, lorry 3.5-7.5t, EURO5/RER U | 19958 | tkm | Undefined | | | |
| (Insert line here) | | | | | | |

Εικόνα 8.23: Εικόνα από το μοντέλο εκτίμησης των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου με χρήση του SimaPro

«ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΤΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ ΣΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ-ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΣΤΟ ΔΗΜΟ ΒΥΡΩΝΑ»

Το τελευταίο δεδομένο που θα πρέπει να εισαχθεί από τον χρήστη αφορά τα προϊόντα που αποφεύγονται μέσω της παραγωγής RDF, compost, αλουμινίου και σιδηρούχων μετάλλων. Εδώ θα πρέπει ο χρήστης να υπολογίσει βάσει των παραδοχών που έχουν γίνει (βλ. σελίδα 108 και 120) την συνολική ποσότητα RDF, compost, αλουμινίου και σιδηρούχων μετάλλων που παράγεται από την ποσότητα των αποβλήτων που διαχειρίζεται η Μονάδα Μηχανικής Διαλογής. Στη συνέχεια για να αποφευχθεί ο διπλός υπολογισμός των εκπομπών από την διαχείριση των αποβλήτων από την Μονάδα Μηχανικής Διαλογής θα πρέπει να αντιστοιχηθούν οι ποσότητες αυτές στην συνολική ποσότητα των αποβλήτων που προορίζονται για ταφή στον ΧΥΤΑ (βλ. σελίδα 121). Η παραγωγή του βιοαερίου βάσει των παραδοχών που έχει γίνει (βλ. σελίδα 120) προέρχεται από την ταφή των αποβλήτων και είναι σταθερή για κάθε δήμο.

Documentation | Input/output | Parameters | System description

Products

| Waste specification | | | | | | | |
|---|-------------------------------|--------|--------------|----------------------------|----------------------------|---|---------|
| Name | Default material / waste type | Amount | Unit | Quantity | Category | Comment | |
| Disposal, municipal solid waste, 22.9% water, to sanitary landfill XWRIS | All waste types | 1 | kg | Mass | Sanitary landfill | SWITZER | |
| Known outputs to technosphere. Avoided products | | | | | | | |
| Name | Amount | Unit | Distribution | SD ² or 2*SDMin | Max | Comment | |
| Electricity, lignite, at power plant/UCTE U | 0,01151265 | kWh | Undefined | | | | |
| Compost, at plant/CH U dimou virona | 0,018487 | kg | Undefined | | | | |
| Electricity, medium voltage, production UCTE, at grid/UCTE U | 0,01644 | kWh | Undefined | | | | |
| Electricity, medium voltage, production UCTE, at grid/UCTE U | 0,00723 | kWh | Undefined | | | | |
| Biogas, production mix, at storage/CH U | 0,2 | m3 | Undefined | | | | |
| (Insert line here) | | | | | | | |
| Inputs | | | | | | | |
| Known inputs from nature (resources) | | | | | | | |
| Name | Sub-compartment | Amount | Unit | Distribution | SD ² or 2*SDMin | Max | Comment |
| (Insert line here) | | | | | | | |
| Known inputs from technosphere (materials/fuels) | | | | | | | |
| Name | Amount | Unit | Distribution | SD ² or 2*SDMin | Max | Comment | |
| Sodium hydroxide, 50% in H ₂ O, production mix, at plant/RER U | 1,32E-7 | kg | Lognormal | 2,97 | | burden from incineration wastewater treatment leachate (0-100a). U calculated from unce composition and trar incinerator and unce decomposition and s sanitary landfill | |
| Quicklime, milled, packed, at plant/CH U | 2,39E-8 | kg | Lognormal | 2,98 | | burden from incineration wastewater treatment leachate (0-100a). U calculated from unce composition and trar incinerator and unce decomposition and s sanitary landfill | |
| Hydrochloric acid, 30% in H ₂ O, at plant/RER U | 4,03E-9 | kg | Lognormal | 5,42 | | burden from incineration | |

Εικόνα 8.24: Εικόνα από το μοντέλο εκτίμησης των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου με χρήση του SimaPro για τα προϊόντα των οποίων η παραγωγή αποφεύγεται

Έτσι ένας χρήστης εφαρμόζοντας τις διαφοροποιήσεις που περιγράφηκαν μπορεί να υπολογίσει τις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου για την διαχείριση των στερεών αποβλήτων ενός δήμου.

«ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΤΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ ΣΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ-ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΣΤΟ ΔΗΜΟ ΒΥΡΩΝΑ»

Παρακάτω συνοψίζονται τα δεδομένα που πρέπει να εισαχθούν στο μοντέλο (input data) υπολογισμού των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου που πρέπει να εισάγει ένας χρήστης.

| ΕΙΣΑΓΟΜΕΝΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ |
|--|
| ΚΕΝΤΡΙΚΟ ΡΕΥΜΑ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ |
| 1. Μάζα Οργανικών-Οικιακών Αποβλήτων |
| 2. Μάζα Αποβλήτων Χαρτιού |
| 3. Μάζα Αποβλήτων Πλαστικού |
| 4. Μάζα Αποβλήτων Γυαλιού |
| 5. Μάζα Αποβλήτων Σιδηρούχων Μετάλλων |
| 6. Μάζα Αποβλήτων Μη-Σιδηρούχων Μετάλλων |
| 7. Μάζα Αποβλήτων Δέρματος-Λάστιχου |
| 8. Μάζα Αποβλήτων Ξύλου |
| 9. Μάζα Αποβλήτων Υφάσματος |
| 10. Αποστάση για την συλλογή του κεντρικού ρεύματος |
| 11. Αποστάση για την μεταφορά του κεντρικού ρεύματος στον ΧΥΤΑ |
| ΡΕΥΜΑ ΠΡΟΣ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ |
| 12. Μάζα Χαρτιού |
| 13. Απόσταση για την συλλογή και την μεταφορά στο κέντρο Ανακύκλωσης |
| 14. Μάζα Γυαλιού |
| 15. Απόσταση για την συλλογή και την μεταφορά στο κέντρο Ανακύκλωσης |
| 16. Μάζα Αλουμινίου |
| 17. Απόσταση για την συλλογή και την μεταφορά στο κέντρο Ανακύκλωσης |
| 18. Μάζα Πλαστικού |
| 19. Απόσταση για την συλλογή και την μεταφορά στο κέντρο Ανακύκλωσης |
| ΠΡΑΣΙΝΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ |
| 20. Μάζα πριονιδιού |
| 21. Απόσταση για την συλλογή ως το κέντρο επεξεργασίας |
| ΠΡΟΪΟΝΤΑ ΠΟΥ ΑΠΟΦΕΥΓΕΤΑΙ Η ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΤΟΥΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΔΙΑΛΟΓΗ |
| 22. Λιγνίτης (λόγω παραγωγής RDF) |
| 23. Ηλεκτρική Ενέργεια (λόγω ανακύκλωσης του αλουμινίου και των σιδηρούχων μετάλλων) |
| 24. Compost (από τα οργανικά απόβλητα) |

Πίνακας 8.3: Εισαγόμενα δεδομένα (INPUT data) που απαιτεί το μοντέλο υπολογισμού των εκπομπών του αερίου του θερμοκηπίου από την διαχείριση στερεών αποβλήτων



9. ΤΕΛΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Οι επιπτώσεις του φαινομένου του θερμοκηπίου έχουν ήδη γίνει ορατές σε παγκόσμια κλίμακα και για αυτό, κρίνεται αναγκαία η λήψη μέτρων και αποφάσεων που θα περιορίσουν τις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου σε όλους τους τομείς των ανθρώπινων δραστηριοτήτων.

Ο Τομέας των Αποβλήτων δίνει την ευκαιρία να περιοριστούν οι εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου μέσα από τις δραστηριότητες διαχείρισης των απορριμμάτων. Έως σήμερα έχουν αναπτυχθεί πολλές τεχνολογίες διαχείρισης των αποβλήτων οι οποίες με σωστό σχεδιασμό μπορούν να αποφέρουν σημαντικές μειώσεις των εκπομπών. Ωστόσο ο σχεδιασμός ενός ολοκληρωμένου συστήματος διαχείρισης των αποβλήτων πρέπει να γίνει σε τοπικό επίπεδο λόγω των διαφορετικών γεωγραφικών, πληθυσμιακών, οικονομικών και κοινωνικών δομών που υπάρχουν παγκόσμια.

Υπάρχουν τέσσερις μέθοδοι υπολογισμού των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου από την διαχείριση των στερεών αποβλήτων. Κάθε μία μέθοδος έχει συγκεκριμένο σκοπό, συγκεκριμένα όρια και συγκεκριμένο πεδίο εφαρμογής τα οποία και καθορίζουν τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα τους. Ωστόσο δεν παρουσιάζουν όλες οι μέθοδοι τον σημαντικό ρόλο που μπορεί να διαδραματίσει ο Τομέας των Αποβλήτων στην απαιτούμενη μείωση των αερίων του θερμοκηπίου.

Η μέθοδος που προτείνεται από την *Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή* θέτει ως στόχο την καταγραφή και αναφορά των εθνικών εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου από όλες τις χώρες των Ηνωμένων Εθνών. Στην μέθοδο αυτή οι ανθρώπινες δραστηριότητες που είναι υπεύθυνες για εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου εντάσσονται σε τέσσερις κατηγορίες, τον τομέα της Ενέργειας, τον Τομέα των Βιομηχανικών Δραστηριοτήτων και της χρήσης των προϊόντων, τον Τομέα της Γεωργίας, της Δασοπονίας και των υπόλοιπων χρήσεων της Γης και τον Τομέα των Αποβλήτων. Όμως δραστηριότητες του Τομέα της διαχείρισης των στερεών αποβλήτων όπως αυτός συναντάται στην βιβλιογραφία εντάσσονται εκτός από τον Τομέα των Αποβλήτων της μεθόδου και στους υπόλοιπους τομείς. Παράδειγμα αποτελεί η τεχνολογία της Ανακύκλωσης που ενώ είναι τρόπος διαχείρισης των αποβλήτων, εντάσσεται στον Τομέα της Ενέργειας της συγκεκριμένης μεθοδολογίας. Παρόλα αυτά η μέθοδος που προτείνει η *Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή* είναι κατάλληλη για τον συνολικό υπολογισμό των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου μίας χώρας, από το σύνολο των δραστηριοτήτων της, ώστε να επιβλέπεται η σύγκλιση προς τους στόχους που έχουν τεθεί στο Πρωτόκολλο του Κιότο.

Η μέθοδος που προτείνεται από το *Πρωτόκολλο για την Ποσοτικοποίηση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου*, θέτει ως στόχο τον υπολογισμό των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου από μεμονωμένους φορείς και οργανισμούς. Κάθε φορέας δηλαδή εφαρμόζοντας το Πρωτόκολλο αυτό στα διακριτά όρια του, μπορεί να υπολογίσει τις εκπομπές που προκύπτουν από τις δραστηριότητες του. Ωστόσο το Πρωτόκολλο αυτό δεν μπορεί να δώσει ξεκάθαρη

εικόνα για τον ρόλο που μπορεί να διαδραματίσει ο Τομέας των Αποβλήτων στην μείωση των εκπεμπόμενων αερίων του θερμοκηπίου. Παρόλα αυτά είναι ιδανικό εργαλείο για τον υπολογισμό των εκπομπών των δραστηριοτήτων των φορέων.

Ακόμη υπάρχουν οι *μεθοδολογίες αντιστάθμισης ρύπων* οι οποίες δεν παρέχουν τόσο μία νέα ευρεία μέθοδο υπολογισμού των εκπομπών, όσο κυρίως οικονομικά κίνητρα για την κατασκευή έργων που θα μετριάσουν τα εκπεμπόμενα αέρια του θερμοκηπίου. Ο *Μηχανισμός Καθαρής Ανάπτυξης* και η *Από Κοινού Εφαρμογή* αποτελούν δηλαδή, μεθόδους υπολογισμού των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου που βασίζονται στην προσέγγιση «εκπομπές μετά την δημιουργία του έργου έναντι εκπομπών πριν την δημιουργία του έργου» και παρέχουν ταυτόχρονα οικονομικά κίνητρα για την μείωση των εκπομπών. Η μεθοδολογία που ακολουθείται για τον υπολογισμό των αερίων του θερμοκηπίου είναι διαφορετική για κάθε έργο CDM και JI και βασίζεται στις ήδη υπάρχουσες επιστημονικές μεθόδους. Ο Μηχανισμός Καθαρής Ανάπτυξης και η Από Κοινού Εφαρμογή είναι ιδανικές μέθοδοι για να προκαλέσουν επενδύσεις στην κατασκευή έργων που θα μετριάσουν τις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου.

Η μέθοδος της *Ανάλυσης Κύκλου Ζωής* που εφαρμόζεται στον Τομέα των στερεών αποβλήτων επιτρέπει την δημιουργία ενός ολοκληρωμένου συστήματος διαχείρισης στερεών αποβλήτων αφού μελετάει τα στερεά απόβλητα καθόλο τον κύκλο ζωής τους. Μπορεί να εφαρμοστεί σε τοπικό επίπεδο και με βάση τις οικονομικές, κοινωνικές, πληθυσμιακές και γεωγραφικές δομές της κάθε κοινωνίας να πετύχει την φιλικότερη-προς το περιβάλλον-διαχείριση των απορριμμάτων μίας κοινωνίας, μειώνοντας έτσι τις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου. Η μέθοδος της Ανάλυσης του Κύκλου Ζωής είναι ιδανική για να χρησιμοποιηθεί από την τοπική αυτοδιοίκηση και την πολιτική ηγεσία μίας κοινωνίας αποτελώντας ένα εργαλείο για την διευκόλυνση της λήψης αποφάσεων. Παρουσιάζει επίσης τον σημαντικό ρόλο που διαδραματίζει ο Τομέας των Στερεών Αποβλήτων στην προσπάθεια για μείωση των αερίων του θερμοκηπίου σε παγκόσμιο επίπεδο.

Η μέθοδος της Ανάλυσης Κύκλου Ζωής εφαρμόστηκε στην τρόπο διαχείρισης των απορριμμάτων του δήμου Βύρωνα, ενός τυπικού δήμου της Αττικής. Αν και είναι από τους πρωτοπόρους στην εφαρμογή της τεχνολογίας της Ανακύκλωσης είναι εμφανής η έλλειψη συνείδησης και ενημέρωσης των κατοίκων για τους εναλλακτικούς και φιλικούς προς το περιβάλλον τρόπους διαχείρισης των απορριμμάτων καθώς η συντριπτική πλειοψηφία των αποβλήτων καταλήγει στον ΧΥΤΑ των Άνω Λιοσίων ενώ τα ποσοστά των αποβλήτων προς ανακύκλωση είναι ιδιαίτερα χαμηλά. Ωστόσο παρατηρείται μία αύξηση των υλικών που καταλήγουν στην ανακύκλωση χρόνο με τον χρόνο.

Ακόμη, κατά την εφαρμογή της Ανάλυσης του Κύκλου Ζωής των αποβλήτων του δήμου Βύρωνα είναι εμφανή τα οφέλη που προκύπτουν από την ανακύκλωση όσον αφορά τις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου αν και τα ποσοστά των αποβλήτων που καταλήγουν στα κέντρα ανακύκλωσης είναι χαμηλά. Έτσι καθίσταται ακόμη πιο σημαντική η ανάπτυξη της ιδέας της ανακύκλωσης αφού τα οφέλη που μπορούν να προκύψουν είναι ιδιαίτερα σημαντικά για το περιβάλλον.

Σημαντικό όφελος αποκομίζεται και από την παραγωγή του βιοαερίου από τον ΧΥΤΑ αναδεικνύοντας την σημασία της εφαρμογής συστήματος συλλογής,

συγκράτησης και χρησιμοποίησης του βιοαερίου για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σε όλους τους ΧΥΤΑ που έχουν αδειοδοτηθεί και είναι έτοιμοι να κατασκευασθούν.

Τέλος με την δημιουργία ενός μοντέλου υπολογισμού των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου βασισμένο στον τρόπο διαχείρισης των απορριμμάτων του δήμου Βύρωνα, καθίσταται δυνατός ο υπολογισμός των εκπομπών και άλλων δήμων με παραπλήσιο σύστημα διαχείρισης των αποβλήτων τους. Ακόμη μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τους ενδιαφερόμενους δήμους για την καταγραφή των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου για περισσότερα από ένα έτη, δημιουργώντας έτσι ένα μητρώο όπου θα καταγράφονται οι ετήσιες εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου. Επιπρόσθετα ο τρόπος διαχείρισης που περιγράφεται στο μοντέλο μπορεί να βοηθήσει στην δημιουργία ενός νέου, πιο φιλικού προς το περιβάλλον, συστήματος διαχείρισης των στερεών αποβλήτων. Επίσης καθίσταται δυνατή η διεύρυνση του μοντέλου ώστε να συμπεριλάβει και άλλους δήμους που εφαρμόζουν λίγο διαφορετικό σύστημα διαχείρισης των αποβλήτων τους.

10. ΑΝΑΦΟΡΕΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

- 1) IPCC, *Waste Generation, Composition and Management data*, (http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/5_Volume5/V5_2_Ch2_Waste_Data.pdf)
- 2) IPCC, *Solid Waste Disposal*, (http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/5_Volume5/V5_3_Ch3_SWDS.pdf)
- 3) IPCC, *Biological Treatment of solid waste*, (http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/5_Volume5/V5_4_Ch4_Bio_Treat.pdf)
- 4) IPCC, *Incineration and Open Burning of Waste*, (http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/5_Volume5/V5_5_Ch5_IOB.pdf)
- 5) European Commission, (ec.europa.eu/environment/climat/campaign/pdf/gases_el.pdf)
- 6) European Commission, (Europa.eu.int/environment/waste/strategy.htm)
- 7) European Commission, (Europa.eu/scadplus/leg/el/lvb/l21197.htm)
- 8) European Commission, (europa.eu/scadplus/leg/el/lvb/l28168.htm)
- 9) European Commission, (europa.eu/scadplus/leg/el/lvb/l28027.htm)
- 10) European Commission, (ec.europa.eu/environment/waste/studies/pdf/rdf.pdf)
- 11) ISWA “Waste and Climate Change” Conference White Paper, (https://www.iswa.org/en/290/iswa_publications_detailview/publicationdetail/iswa-white-paper-on-waste-and-climate-change.html)
- 12) ISWA “Waste and Climate Change” conference, (presentation of Birgit Munk-Kampmann)
- 13) ECOTEC, Σύγχρονες μέθοδοι μηχανικής ανακύκλωσης-κομποστοποίησης, <http://www.ecotec.gr/article.php?ID=107>
- 14) Δήμος Βύρωνα, Υπηρεσίες, (<http://www.dimosbyrona.gr/article.php?cat=62>)
- 15) Δήμος Βύρωνα, Ιστορική Αναφορά, <http://www.dimosbyrona.gr/article.php?cat=69>

- 16) Δήμος Βύρωνα, Περιβάλλον- Ανακύκλωση, (<http://www.dimosbyrona.gr/article.php?cat=188>)
- 17) http://www.biofuels.gr/biogas_liosia.html
- 18) <http://www.green-networld.com/tips/steel.htm>
- 19) International Aluminium Institute, (<http://www.world-aluminium.org/Statistics/Current+statistics>)
- 20) Εργαστήριο Μετάδοσης Θερμότητας και Περιβαλλοντικής Μηχανικής» του Αριστοτέλειου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης, (<http://aix.meng.auth.gr/lhtee/>)
- 21) Εργαστήριο Μετάδοσης Θερμότητας και Περιβαλλοντικής Μηχανικής» του Αριστοτέλειου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης, (<http://aix.meng.auth.gr/lhtee/education/swm4.pdf>)
- 22) <http://www.allaboutenergy.gr/LigniteMakedonia.html>
- 23) EpE, Enterprise pour l' Environment, Protocol for the quantification of GHG (<http://www.epe-asso.org>)
- 24) Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής (www.yreka.gr)
- 25) ΕΕΔΣΑ, Ελληνική Εταιρία Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων, Νομοθετικό Πλαίσιο, (<http://www.eedsa.gr/Contents.aspx?CatId=36>)
- 26) ΕΕΔΣΑ, Ελληνική Εταιρία Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων, Σύσταση Αστικών Αποβλήτων, (<http://www.eedsa.gr/Contents.aspx?CatId=95>)
- 27) Emmanuel Gentil, Emmanuelle Aoustin, "Greenhouse gas accounting and Waste management" paper
- 28) Παναγιωτακόπουλος Δ.Χ.: «Βιώσιμη Ανάπτυξη Στερεών Αστικών Αποβλήτων», εκδόσεις Ζυγός, Θεσσαλονίκη 2002
- 29) Καρακασιδής Ν.Γ.: «Συσκευασία & Περιβάλλον», 2η έκδοση, εκδόσεις ΙΩΝ, Αθήνα 1999, σ. 215.
- 30) Clean Development Mechanism (CDM), (<http://cdm.unfccc.int/index.html>)
- 31) Pre consultants, SimaPro developers, (<http://www.pre.nl/simapro/>)



11. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Στο παράρτημα περιέχονται τα εξής:

- Αναλυτική παρουσίαση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου όλων των διαδικασιών της διαχείρισης των στερεών αποβλήτων του δήμου Βύρωνα
- Παρουσίαση της ποσότητας των αερίων που συνεισφέρουν στην καταστροφή του όζοντος
- Αναλυτική παρουσίαση των ποσοτήτων όλων των ουσιών που προκύπτουν από την διαχείριση των στερεών αποβλήτων του δήμου Βύρωνα

ΣΗΜΕΙΩΣΗ

(Λόγω του όγκου των ποσοτήτων όλων των ουσιών που προκύπτουν από την διαχείριση των στερεών αποβλήτων του δήμου Βύρωνα, δεν ήταν δυνατή η παρουσίαση τους στην ηλεκτρονική μορφή της εργασίας παρά μόνο στην έντυπη, καθώς το SimaPro δεν επέτρεπε την εξαγωγή τους και την χρήση τους στο MS word)

«ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΤΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ ΣΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ-ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΣΤΟ ΔΗΜΟ ΒΥΡΩΝΑ»

| No | Substance | Compartment | Unit | Total | MSW OF MUN. OF BYRON | D5 OLOY TOY DIMOY |
|----|--|-------------|--------------|----------|----------------------|-------------------|
| | Total of all compartments | | | 0,0189 | 0,19 | -0,171 |
| 1 | Ethane, 1,1,1-trichloro-, HCFC-140 | Air | kg CFC-11 eq | -5,39E-7 | 3,81E-8 | -5,77E-7 |
| 2 | Ethane, 1,1,2-trichloro-1,2,2-trifluoro-, CFC-113 | Air | kg CFC-11 eq | 5,99E-6 | 6,25E-6 | -2,52E-7 |
| 3 | Ethane, 1,2-dichloro-1,1,2,2-tetrafluoro-, CFC-114 | Air | kg CFC-11 eq | -0,0186 | 0,00107 | -0,0196 |
| 4 | Methane, bromo-, Halon 1001 | Air | kg CFC-11 eq | 1,91E-12 | 1,87E-12 | 3,1E-14 |
| 5 | Methane, bromochlorodifluoro-, Halon 1211 | Air | kg CFC-11 eq | -0,241 | 0,00258 | -0,243 |
| 6 | Methane, bromotrifluoro-, Halon 1301 | Air | kg CFC-11 eq | 0,277 | 0,186 | 0,0912 |
| 7 | Methane, chlorodifluoro-, HCFC-22 | Air | kg CFC-11 eq | -0,00563 | 8,16E-5 | -0,00571 |
| 8 | Methane, dichlorodifluoro-, CFC-12 | Air | kg CFC-11 eq | 1,43E-6 | 1,91E-5 | -1,76E-5 |
| 9 | Methane, monochloro-, R-40 | Air | kg CFC-11 eq | -2,57E-6 | 1,87E-7 | -2,76E-6 |
| 10 | Methane, tetrachloro-, CFC-10 | Air | kg CFC-11 eq | 0,00628 | 0,000471 | 0,00581 |
| 11 | Methane, trichlorofluoro-, CFC-11 | Air | kg CFC-11 eq | 5,22E-8 | 7,48E-8 | -2,26E-8 |

«ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΤΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ ΣΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ-ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΣΤΟ ΔΗΜΟ ΒΥΡΩΝΑ»

