



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΜΕΤΑΛΛΕΙΩΝ –
ΜΕΤΑΛΛΟΥΡΓΩΝ**

**ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΛΛΟΥΡΓΙΑΣ ΚΑΙ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΛΙΚΩΝ**

**Ο ρόλος της ενεργειακής αξιοποίησης αποβλήτων στην
Κυκλική Οικονομία. Σύγκριση της κατάστασης στην
Ελλάδα και στην Ευρωπαϊκή Ένωση**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Γεώργιος Τσέκερης

Επιβλέπων: Γεώργιος Αναστασάκης

Καθηγητής Ε.Μ.Π.

ΑΘΗΝΑ, ΙΟΥΛΙΟΣ 2021

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα Διπλωματική Εργασία εκπονήθηκε κατά την εαρινή περίοδο του Ακαδημαϊκού Έτους 2020-2021, στο πλαίσιο του μαθήματος του 9^{ου} εξαμήνου “Διάθεση Στερεών Αποβλήτων - Ανακύκλωση Υλικών” της κατεύθυνσης Περιβαλλοντικής Μηχανικής και Γεωπεριβάλλοντος της Σχολής Μηχανικών-Μεταλλείων Μεταλλουργών του Ε.Μ.Π.

Η παρούσα Διπλωματική Εργασία εστιάζει στην ενεργειακή αξιοποίηση αποβλήτων και στην δραστηριότητα που παρουσιάζουν τα Κράτη Μέλη της Ε.Ε., ως προς την συγκεκριμένη διαδικασία. Καθώς το καινοτόμο οικονομικό σύστημα, γνωστό ως Κυκλική Οικονομία, έχει στόχο την επίτευξη της βιώσιμης ανάπτυξης της Ευρώπης, επιφέρει μεγάλες αλλαγές, στον τρόπο παραγωγής προϊόντων και διαχείρισης αποβλήτων. Για τον λόγο αυτό, στην παρούσα Εργασία, διεξήχθη έρευνα, ώστε να προσδιοριστεί η διαφοροποίηση, όσον αφορά τις ποσότητες των αποβλήτων, που οδηγήθηκαν για ανάκτηση ενέργειας, πριν και μετά την εφαρμογή της Κυκλικής Οικονομίας.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα τον κ. Αναστασάκη Γεώργιο, για την καθοδήγηση του και την πολύτιμη βοήθεια που μου παρείχε, καθ' όλη την διάρκεια εκπόνησης της Διπλωματικής μου Εργασίας. Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Αραβώση Κωνσταντίνο και την κ. Ρεμουντάκη Εμμανουέλα, για την συμμετοχή τους στην εξεταστική επιτροπή. Επιπλέον θα ήθελα να εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου στην οικογένεια μου, για την αμέριστη υποστήριξή τους καθ' όλη την διάρκεια των σπουδών μου.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το επιβαρυνόμενο περιβάλλον, η αλόγιστη εκμετάλλευση των πόρων, η ρύπανση των χερσαίων και των θαλάσσιων περιοχών, καθώς και οποιαδήποτε άλλη δραστηριότητα, η οποία λειτουργεί εις βάρος του πλανήτη, αποτελούν αντικείμενα υψίστης ανησυχίας και προβληματισμού παγκοσμίως. Η τεράστια παραγωγή αποβλήτων, σε συνδυασμό με την αδυναμία ως προς την διαχείρισή τους, λειτουργεί αρνητικά στην προσπάθεια βελτίωσης του βιοτικού επιπέδου και επίτευξης, βιώσιμης ανάπτυξης. Συνεπώς, είναι αναγκαίο να περιοριστεί, όσο το δυνατόν περισσότερο, η παραγωγή αποβλήτων και αντιστοίχως να αυξηθούν τα επίπεδα διαχείρισής τους. Για την επίτευξη αυτού του σκοπού, το 2015 η Ευρωπαϊκή Επιτροπή παρουσίασε το σχέδιο δράσης για την Κυκλική Οικονομία, μέσω της Ανακοίνωσης 2015/614. Σύμφωνα με το έγγραφο της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, COM-(2015)-614, ως Κυκλική Οικονομία χαρακτηρίζεται ένα καινοτόμο οικονομικό σύστημα, το οποίο διαφέρει πάρα πολύ από το γραμμικό μοντέλο οικονομίας (παράγω - καταναλώνω - απορρίπτω), καθώς η αξία των προϊόντων παραμένει στην οικονομία και η εκμετάλλευση των πόρων περιορίζεται στο ελάχιστο. Το 2017, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή αναφέρθηκε στον ρόλο της παραγωγής ενέργειας από απόβλητα, σε μία Κυκλική Οικονομία, μέσω της Ανακοίνωσης COM-(2017)-34. Φαίνεται ότι η ενεργειακή αξιοποίηση των αποβλήτων, είναι δυνατόν να συνεισφέρει στην προώθηση της Κυκλικής Οικονομίας, καθώς μέσω της συγκεκριμένης διαδικασίας, μειώνεται ο όγκος των παραγόμενων αποβλήτων, ενώ ταυτόχρονα παράγεται ενέργεια. Επίσης συμβάλλει στην μείωση εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι η ανάκτηση ενέργειας από απόβλητα, προτιμάται μόνο από την υγειονομική ταφή, σύμφωνα με την ιεράρχηση των αποβλήτων, καθώς προτεραιότητα έχουν η πρόληψη, η επαναχρησιμοποίηση και η ανακύκλωση. Κατ' αρχάς, η ενεργειακή αξιοποίηση των αποβλήτων είναι μια πολύ διαδεδομένη μέθοδος επεξεργασίας τους, και εφαρμόζεται ευρέως τόσο στην Ευρώπη, όσο και σε χώρες εκτός αυτής. Η παρούσα Διπλωματική Εργασία πραγματεύεται το αντικείμενο της ενεργειακής αξιοποίησης αποβλήτων, στο πλαίσιο της Κυκλικής Οικονομίας, και την δραστηριότητα που παρουσιάζουν τα Κράτη Μέλη, αναφορικά με αυτό. Συνεπώς, στην συγκεκριμένη Εργασία, έχει γίνει μια προσπάθεια προσέγγισης του θέματος, βάσει στατιστικών στοιχείων, με σκοπό να προσδιοριστεί η διαφοροποίηση που επέφερε η Κυκλική Οικονομία, όσον αφορά στις ποσότητες των αποβλήτων, τα οποία οδηγήθηκαν για ενεργειακή αξιοποίηση, από τα Κράτη Μέλη, για τα έτη πριν και μετά την εφαρμογή της Κυκλικής Οικονομίας. Στο πρώτο κεφάλαιο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας, αναφέρονται στοιχεία σχετικά με τους ορισμούς και την κατηγοριοποίηση των αποβλήτων, την παραγωγή και τις πηγές προέλευσής τους, τις ποσότητες των επικίνδυνων και μη επικίνδυνων αποβλήτων που διακινήθηκαν μεταξύ χωρών, την ιεράρχηση των αποβλήτων, σύμφωνα με την Νομοθεσία, και τις εργασίες ανάκτησης και διάθεσής τους. Επίσης, αναφέρονται πληροφορίες σχετικά με το τμήμα των αποβλήτων, που οδηγήθηκε προς εργασίες ενεργειακής αξιοποίησης, για κάθε χώρα της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Στο δεύτερο κεφάλαιο έγιναν συγκρίσεις μεταξύ των Κρατών Μελών, όσον αφορά την παραγωγή πρωτογενούς ενέργειας και την παραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας από απόβλητα, καθώς επίσης και την κατανάλωση της προερχόμενης από απόβλητα ενέργειας. Στο

τρίτο κεφάλαιο περιγράφεται η έννοια της Κυκλικής Οικονομίας και οι Οδηγίες του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου, που σχετίζονται με αυτή. Όσον αφορά το τέταρτο κεφάλαιο αναλύονται οι θερμικές και βιολογικές μέθοδοι επεξεργασίας αποβλήτων, για ανάκτηση ενέργειας. Στο τελευταίο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στον ρόλο της παραγωγής ενέργειας από απόβλητα σε μια Κυκλική Οικονομία, σύμφωνα με την Ανακοίνωση COM-(2017)-34 της Ευρωπαϊκής Επιτροπής. Η παρούσα Διπλωματική Εργασία ολοκληρώνεται με την αναφορά των συμπερασμάτων, τα οποία προέκυψαν από την συνολική μελέτη.

The role of waste-to-energy evaluation in Circular Economy - Comparison of the condition between Greece and EU

ABSTRACT

High levels of environmental pollution, overexploitation of resources, water and land pollution, as well as all other activities that can hurt planet Earth, are objects of main concern worldwide. The huge production of waste, in combination with the inefficiency, of their management, works negatively in reference to the effort to improve the standard of living and achieve a sustainable development. It is therefore necessary to reduce waste production as much as possible and increase their management levels. In 2015, the European Commission presented the action plan for the Circular Economy, through Communication 2015/614. According to the European Union document, COM-(2015)-614, Circular Economy is characterized by an innovative economic system, which is hugely different from the linear economy (produce - consume - throw), as the value of products remains in the economy and resource utilization is kept to a minimum. In 2017, the European Union referred to the role of energy production from waste, in a circular economy concept, through Communication COM-(2017)-34. It seems that the energy recovery from waste can contribute to the promotion of the Circular Economy, as through reduces the volume of waste generated, while at the same time generating energy and helping to reduce greenhouse gas emissions. It is important to note that energy recovery from waste is preferred from landfill only, according to waste hierarchy, as prevention, reuse and recycling are of priority. At first, waste-to-energy is a very widespread method of waste treatment, and it is widely applied both in Europe and in other countries. This Thesis deals with the subject of waste-to-energy, in a circular economy, and the activity of EU Member States in this regard. Therefore, in this Thesis, an attempt has been made to approach the issue, based on statistics, in order to determine the changes brought about by the Circular Economy, in terms of the quantities of waste, which led to energy recovery operations, by the Member States, for the years before and after the implementation of the Circular Economy. The first chapter of this Thesis provides information on the definitions and the categorization of waste, the production and the waste sources, the quantities of hazardous and non-hazardous waste transported between countries, the hierarchy of waste according to the Legislation and their recovery and disposal operations. Information is also provided on the portion of waste, which led to energy recovery operations, for each Member State. The second chapter compares the Member States with regard to primary energy production and gross electricity and heat production from waste, as well as the consumption of energy from waste. The third chapter describes the concept of the Circular Economy and the European Parliament's Directives related to it. The fourth chapter analyzes the thermal and biological methods of waste treatment for energy recovery. The last chapter refers to the role of energy production from waste in a Circular Economy, according to the

Communication COM-(2017)-34 of the European Commission. The present Thesis was completed with the report of the conclusions, which emerged from the overall study.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ	11
-----------------------	-----------

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

1.1 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ	13
-----------------------------	-----------

1.2 ΟΡΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ	14
---	-----------

1.2.1 Ευρωπαϊκός Κατάλογος Αποβλήτων (ΕΚΑ)	15
--	-----------

1.2.2 Επικίνδυνα και μη Επικίνδυνα Απόβλητα	17
---	-----------

1.3 ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ...	18
--	-----------

1.3.1 Παραγωγή συνολικών Στερεών Αποβλήτων (ΣΑ) από οικονομικές δραστηριότητες και νοικοκυριά στην ΕΕ-27 2018	19
--	-----------

1.3.2 Παραγωγή συνολικών Στερεών Αποβλήτων στην ΕΕ-27 κατά την περίοδο 2004-2018	21
---	-----------

1.3.3 Κατηγορίες και Ποσότητες Στερεών Αποβλήτων στην ΕΕ-27 κατά την περίοδο 2004-2018	25
---	-----------

1.3.4 Παραγωγή Απορριμμάτων ανόργανων ουσιών στην ΕΕ-27 κατά την περίοδο 2004-2018	30
---	-----------

1.3.5 Παραγωγή Στερεών Αποβλήτων στην ΕΕ-27 την περίοδο 2008-2018, τα οποία δεν ανήκουν στις κατηγορίες των Απορριμμάτων ανόργανων ουσιών	31
--	-----------

1.3.6 Πηγές προέλευσης Στερεών Αποβλήτων που δεν ανήκουν στις κατηγορίες απορριμμάτων ανόργανων ουσιών	33
---	-----------

1.3.7 Παραγωγή Αστικών Στερεών Αποβλήτων στην ΕΕ-27- Σύγκριση μεταξύ των ετών 2010-2019 καθώς και 2005-2019	34
--	-----------

1.3.8 Παραγωγή Επικίνδυνων Αποβλήτων στην ΕΕ-27- Σύγκριση μεταξύ των ετών 2010 και 2018	39
--	-----------

1.4 ΕΜΠΟΡΙΟ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΕ-27- ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕΤΑΞΥ ΤΩΝ ΕΤΩΝ 2001 ΚΑΙ 2018	41
---	-----------

1.4.1 Εμπόριο Επικίνδυνων Αποβλήτων στην ΕΕ-27- Σύγκριση μεταξύ του 2001- 2018	43
---	-----------

1.5 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ	45
---	-----------

1.5.1 Εργασίες Διάθεσης και Ανάκτησης Στερεών Αποβλήτων	47
---	-----------

1.5.2 Εργασίες Ανάκτησης Αποβλήτων (Recovery)	47
---	-----------

1.5.3 Εργασίες Διάθεσης Αποβλήτων (Disposal)	49
--	-----------

1.6 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΕ-27	51
1.6.1 Ενεργειακή Αξιοποίηση Αποβλήτων	51
1.6.2 Ενεργειακή Αξιοποίηση (R1) μη Επικίνδυνων Αποβλήτων στην ΕΕ-27- Σύγκριση μεταξύ των ετών 2004 και 2018	53
1.6.3 Στατιστικά διαχείρισης Επικίνδυνων Αποβλήτων στην ΕΕ-27- Σύγκριση μεταξύ των ετών 2004 και 2018	56
1.6.4 Συνολικά Στερεά Απόβλητα που υποβλήθηκαν σε διεργασίες ανάκτησης ενέργειας (R1) στην ΕΕ-27 το 2018 και σύγκριση με το 2014	59
1.6.5 Εγκαταστάσεις ενεργειακής αξιοποίησης μη Επικίνδυνων Αποβλήτων στην Ευρώπη	65
1.6.6 Στατιστικά στοιχεία διαχείρισης Αστικών Στερεών Αποβλήτων στην ΕΕ-27 από το 1995 έως και το 2019	65
1.6.7 Ενεργειακή αξιοποίηση Αστικών Στερεών Αποβλήτων στην ΕΕ-27 την περίοδο 2010-2019	67
1.6.8 Καυστήρες Αστικών Στερεών Αποβλήτων στην Ευρώπη	76

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

2.1 ΠΑΡΑΓΩΓΗ, ΕΙΣΑΓΩΓΕΣ ΚΑΙ ΕΞΑΓΩΓΕΣ ΠΡΩΤΟΓΕΝΟΥΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΑΙΚΗ ΕΝΩΣΗ	77
2.2 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΠΡΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ	79
2.2.1 Ανώτερη (μικτή) και κατώτερη (χαμηλή, καθαρή) Θερμογόνος δύναμη	81
2.2.2 Παραγωγή πρωτογενούς ενέργειας από Βιομηχανικά (μη ανανεώσιμα) και Αστικά (ανανεώσιμα και μη ανανεώσιμα) απόβλητα στην ΕΕ-27	82
2.2.3 Μεικτή (ακαθάριστη) παραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας, στην ΕΕ-27 ...	87
2.2.4 Παραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας από Βιομηχανικά (μη ανανεώσιμα) και Αστικά (ανανεώσιμα και μη ανανεώσιμα) απόβλητα στην ΕΕ-27 το 2019	88
2.3 ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΠΡΩΤΟΓΕΝΟΥΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ, ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ, ΑΠΟ ΤΗΝ ΣΤΕΡΕΗ ΒΙΟΜΑΖΑ ΣΤΗΝ ΕΕ-27 ΤΟ 2019	97
2.4 ΤΕΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΕ-27 ΤΟ 2019	102
2.4.1 Τελική κατανάλωση ενέργειας στην ΕΕ-27 ανά τομέα για το έτος 2019	102
2.5 ΜΕΙΚΤΗ (ΑΚΑΘΑΡΙΣΤΗ) ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΣΤΗΝ ΕΕ-27	103

2.5.1 Δραστηριότητα της ΕΕ-27 αναφορικά με την ενεργειακή αξιοποίηση αποβλήτων για τα έτη 2015 και 2019	104
---	-----

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

3.1 ΚΥΚΛΙΚΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ	113
3.1.1 Οφέλη της Κυκλικής Οικονομίας	114
3.1.2 Η Κυκλική Οικονομία σε κάθε βήμα της αλυσίδας αξίας	114
3.2 ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΤΗΣ ΠΡΟΟΔΟΥ ΤΗΣ ΚΥΚΛΙΚΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ	116
3.2.1 Διαπιστώσεις δεικτών παρακολούθησης	118
3.2.2. Δευτερογενής πρώτες ύλες σε μια Κυκλική Οικονομία	119
3.3 ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΜΙΑΣ ΚΥΚΛΙΚΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ	119
3.4 ΑΝΑΘΕΩΡΗΜΕΝΟ ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΓΙΑ ΤΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ	120
3.5 ΝΕΟ ΣΧΕΔΙΟ ΔΡΑΣΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΥΚΛΙΚΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ	121

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

4.1 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΑΝΑΚΤΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΣΤΕΡΕΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ	123
4.1.1 Βιολογική επεξεργασία αποβλήτων (Αναερόβια Χώνευση)	123
4.1.2 Παραγωγή πρωτογενούς ενέργειας από βιοαέρια για τα έτη 2010 και 2019 στην ΕΕ-27	128
4.1.3 Παραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας από βιοαέρια στην ΕΕ-27 για τα έτη 2010 και 2019	129
4.2 ΘΕΡΜΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΓΙΑ ΑΝΑΚΤΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	131

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο

5.1 Ο ΡΟΛΟΣ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΣΤΗΝ ΚΥΚΛΙΚΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ	138
5.1.1 Αποδοτικότερες μέθοδοι ενεργειακής αξιοποίησης αποβλήτων σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Επιτροπή	139
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	140

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 145

Πίνακες

Σελ.

Πίνακας 1. Ευρωπαϊκός Κατάλογος Αποβλήτων	16
Πίνακας 2. Επικίνδυνες Ιδιότητες Αποβλήτων	17
Πίνακας 3. Ποσοστά παραγόμενων Στερεών Αποβλήτων ανά τομέα στην ΕΕ-27, κατά το 2018	20
Πίνακας 4. Μεταβολή των συνολικά παραγόμενων Στερεών Αποβλήτων στην ΕΕ-27 μεταξύ των ετών 2004 και 2018	23
Πίνακας 5. Παραγόμενα Στερεά Απόβλητα, που δεν ανήκουν στις κατηγορίες των Απορριμμάτων ανόργανων ουσιών στην ΕΕ-27 μεταξύ των ετών 2008-2018	32
Πίνακας 6. Προέλευση και παραγωγή Στερεών Αποβλήτων, που δεν ανήκουν στις κατηγορίες Απορριμμάτων ανόργανων αποβλήτων, ανά τομέα, στην ΕΕ-27 την περίοδο 2004-2018	34
Πίνακας 7. Συνολικά παραγόμενα Αστικά Στερεά Απόβλητα στην ΕΕ-27 μεταξύ των ετών 2010-2019	36
Πίνακας 8. Ποσότητα μείωσης παραγόμενων Αστικών Στερεών Αποβλήτων ανά κάτοικο στην ΕΕ-27 το 2019 σε σχέση με το 2005	38
Πίνακας 9. Ποσότητα αύξησης παραγόμενων Αστικών Στερεών Αποβλήτων ανά κάτοικο στην ΕΕ-27 το 2019 σε σχέση με το 2005	38
Πίνακας 10. Παραγόμενα Επικίνδυνα Απόβλητα στην ΕΕ-27 για τα έτη 2010-2018	40
Πίνακας 11. Διακίνηση Συνολικών και Επικίνδυνων Αποβλήτων από τα Κράτη Μέλη της ΕΕ-27 για το έτος 2018	45
Πίνακας 12. Ιεράρχηση των Αποβλήτων	46
Πίνακας 13. Εργασίες Ανάκτησης Αποβλήτων	48
Πίνακας 14. Εργασίες Διάθεσης Αποβλήτων	50
Πίνακας 15. Ενεργειακή Αξιοποίηση (R1) μη Επικίνδυνων Αποβλήτων στην ΕΕ-27 για τα έτη 2004-2018	54
Πίνακας 16. Ενεργειακή αξιοποίηση (R1) Επικίνδυνων Αποβλήτων στην ΕΕ-27 για τα έτη 2004-2018	57
Πίνακας 17. Συνολική ποσότητα Στερεών Αποβλήτων, από τα οποία ανακτήθηκε ενέργεια (R1) στην ΕΕ-27 την περίοδο 2014-2018	60
Πίνακας 18. Κατηγορίες αποβλήτων προς ενεργειακή αξιοποίηση (R1) και δραστηριότητα στην ΕΕ-27 τα έτη 2014-2018	62
Πίνακας 19. Καυστήρες μη Επικίνδυνων Αποβλήτων στην Ευρώπη το 2018	65

Πίνακας 20. Διαχείριση Αστικών Στερεών Αποβλήτων στην ΕΕ-27 την περίοδο 1995-2019	66
Πίνακας 21. Αποτέφρωση Αστικών Στερεών Αποβλήτων με ανάκτηση ενέργειας στην ΕΕ-27 τα έτη 2010-2019	68
Πίνακας 22. Ποσοστά Αστικών Στερεών Αποβλήτων που οδηγήθηκαν προς αποτέφρωση με ανάκτηση ενέργειας, ως προς τα συνολικά που παρήχθησαν στην ΕΕ-27 το 2019	70
Πίνακας 23. Βιολογική επεξεργασία (Κομποστοποίηση και Αναερόβια Χώνευση) Αστικών Στερεών Αποβλήτων στην ΕΕ-27 το 2010 και το 2019	72
Πίνακας 24. Ποσοστά Αστικών Στερεών Αποβλήτων που υποβλήθηκαν σε βιολογική επεξεργασία, ως προς τα συνολικά που παρήχθησαν στην ΕΕ-27 για το έτος 2019	73
Πίνακας 25. Κατηγοριοποίηση καυστήρων Αστικών Στερεών Αποβλήτων στην Ευρώπη σύμφωνα με την ενεργειακή τους απόδοση R1	76
Πίνακας 26. Παραγωγή πρωτογενούς ενέργειας στην ΕΕ-27 το 2018	78
Πίνακας 27. Χαρακτηριστικά καυσίμων, Στερεών Αποβλήτων	82
Πίνακας 28. Παραγωγή πρωτογενούς ενέργειας από Βιομηχανικά απόβλητα (μη ανανεώσιμα) και Αστικά απόβλητα (ανανεώσιμα και μη ανανεώσιμα) στην ΕΕ-27 το 2019	84
Πίνακας 29. Συνολική παραγωγή πρωτογενούς ενέργειας από Βιομηχανικά (μη ανανεώσιμα) και Αστικά (ανανεώσιμα και μη ανανεώσιμα) απόβλητα στην ΕΕ-27 το 2019 και ποσοστά ως προς την συνολική παραγωγή πρωτογενούς ενέργειας, κάθε χώρας	85
Πίνακας 30. Παραγωγή ηλεκτρισμού από Βιομηχανικά (μη ανανεώσιμα) και Αστικά (ανανεώσιμα και μη ανανεώσιμα) απόβλητα στην ΕΕ-27 το 2019	89
Πίνακας 31. Συνολική παραγωγή ηλεκτρισμού από Αστικά (ανανεώσιμα και μη ανανεώσιμα) και Βιομηχανικά (μη ανανεώσιμα) απόβλητα και ποσοστά ως προς την μεικτή (ακαθάριστη) παραγωγή ηλεκτρισμού κάθε χώρας το 2019	91
Πίνακας 32. Παραγωγή θερμότητας από Βιομηχανικά (μη ανανεώσιμα) και Αστικά (ανανεώσιμα και μη ανανεώσιμα) απόβλητα στην ΕΕ-27 το 2019	93
Πίνακας 33. Συνολική παραγωγή θερμότητας, από Αστικά (ανανεώσιμα και μη ανανεώσιμα) και Βιομηχανικά (μη ανανεώσιμα) απόβλητα και ποσοστά ως προς την μεικτή (ακαθάριστη) παραγωγή θερμότητας κάθε χώρας το 2019	95
Πίνακας 34. Παραγωγή πρωτογενούς ενέργειας, ηλεκτρισμού και θερμότητας από την στερεή βιομάζα στην ΕΕ-27 το έτος 2019	98

Πίνακας 35. Μεικτή (ακαθάριστη) εσωτερική ενεργειακή κατανάλωση στην ΕΕ-27 το 2018	104
Πίνακας 36. Κατανάλωση ενέργειας από απόβλητα και ποσοστά ως προς την μεικτή (ακαθάριστη) εσωτερική ενεργειακή κατανάλωση κάθε Κράτους Μέλους το 2015	106
Πίνακας 37. Κατανάλωση ενέργειας από απόβλητα και ποσοστά ως προς την μεικτή (ακαθάριστη) εσωτερική ενεργειακή κατανάλωση κάθε Κράτους Μέλους το 2019	107
Πίνακας 38. Αύξηση κατανάλωσης ενέργειας, από Βιομηχανικά (μη ανανεώσιμα) και Αστικά (ανανεώσιμα και μη ανανεώσιμα) απόβλητα στην ΕΕ-27 μεταξύ των ετών 2015-2019	109
Πίνακας 39. Αύξηση κατανάλωσης ενέργειας από πρωτογενή στερεά βιοκαύσιμα στην ΕΕ-27 μεταξύ των ετών 2015 και 2019	111
Πίνακας 40. Οφέλη της Κυκλικής Οικονομίας στην Ε.Ε.	114
Πίνακας 41. Στάδια και Πτυχές της Κυκλικής Οικονομίας	117
Πίνακας 42. Δείκτες της Κυκλικής Οικονομίας	117
Πίνακας 43. Οριακές τιμές χωνεύματος τύπου Α	124
Πίνακας 44. Κοινή Βιομάζα, για την παραγωγή βιοαερίου	127
Πίνακας 45. Παραγωγή πρωτογενούς ενέργειας από βιοαέρια για τα έτη 2010 και 2019 στην ΕΕ-27	128
Πίνακας 46. Παραγωγή ηλεκτρισμού από βιοαέρια στην ΕΕ-27 το 2010 και 2019	129
Πίνακας 47. Παραγωγή θερμότητας από βιοαέρια στην ΕΕ-27 το 2010 και 2019 ...	130
Πίνακας 48. Κατηγοριοποίηση SRF, σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ EN 15359:2011	133
Πίνακας 49. Ταξινόμηση καυσίμων από απόβλητα	133
Πίνακας 50. Σύγκριση εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου από την αποτέφρωση αποβλήτων στην ΕΕ-27 μεταξύ των ετών 2010 και 2019	143

Διάγραμμα 1. Αναλυτικότερα ποσοστά προέλευσης Στερεών Αποβλήτων ανά τομέα στην ΕΕ-27 το 2018	21
Διάγραμμα 2. Συνολικά παραγόμενα Στερεά Απόβλητα ανά κάτοικο στην ΕΕ-27 το έτος 2018	22
Διάγραμμα 3. Ποσοστά αύξησης των συνολικών παραγόμενων Στερεών Αποβλήτων στην ΕΕ-27 το 2018 σε σχέση με το 2004	24
Διάγραμμα 4. Διαφορά μεταξύ παραγόμενων Στερεών Αποβλήτων, που δεν ανήκουν στις κατηγορίες Απορριμμάτων ανόργανων ουσιών στην ΕΕ-27 κατά την περίοδο 2008-2018	33
Διάγραμμα 5. Ποσοστά αύξησης των παραγόμενων Αστικών Στερεών Αποβλήτων στην ΕΕ-27 το 2019 σε σχέση με το 2010	37
Διάγραμμα 6. Παραγωγή Αστικών Στερεών Αποβλήτων ανά κάτοικο της ΕΕ-27 τα έτη 2005 και 2019	37
Διάγραμμα 7. Παραγόμενα Επικίνδυνα Απόβλητα στην ΕΕ-27- Σύγκριση μεταξύ των ετών 2010 και 2018	41
Διάγραμμα 8. Διακίνηση συνολικών αποβλήτων από τις χώρες ΕΕ-27 τα έτη 2001 και 2018	42
Διάγραμμα 9. Διακίνηση Επικίνδυνων Αποβλήτων από τις χώρες της ΕΕ-27 τα έτη 2001 και 2018	43
Διάγραμμα 10. Επεξεργασία (R1) μη Επικίνδυνων Αποβλήτων για ανάκτηση ενέργειας στην ΕΕ-27 τα έτη 2004-2018	55
Διάγραμμα 11. Επεξεργασία (R1) Επικίνδυνων Αποβλήτων για ανάκτηση ενέργειας στην ΕΕ-27 το 2004 και 2018	58
Διάγραμμα 12. Συνολικά Στερεά Απόβλητα που υποβλήθηκαν σε διεργασίες ανάκτησης ενέργειας (R1) στην ΕΕ-27 το 2018	61
Διάγραμμα 13. Ποσοστά Αστικών Στερεών Αποβλήτων, που αποτεφρώθηκαν με ανάκτηση ενέργειας, ως προς τα συνολικά που παρήχθησαν στην ΕΕ-27 το 2019	71
Διάγραμμα 14. Ποσοστά Αστικών Στερεών Αποβλήτων, που υποβλήθηκαν σε βιολογική επεξεργασία, ως προς τα συνολικά που παρήχθησαν στην ΕΕ-27 το 2019	74
Διάγραμμα 15. Αποτέφρωση με ανάκτηση ενέργειας και βιολογική επεξεργασία Αστικών Στερεών Αποβλήτων στην ΕΕ-27 το 2019	75
Διάγραμμα 16. Παραγωγή πρωτογενούς ενέργειας από Βιομηχανικά (μη ανανεώσιμα) και Αστικά (ανανεώσιμα και μη ανανεώσιμα) απόβλητα στην ΕΕ-27 το 2019	86

Διάγραμμα 17. Παραγωγή ηλεκτρισμού από Βιομηχανικά (μη ανανεώσιμα) και Αστικά (ανανεώσιμα και μη ανανεώσιμα) απόβλητα στην ΕΕ-27 το 2019	92
Διάγραμμα 18. Παραγωγή θερμότητας από Βιομηχανικά (μη ανανεώσιμα) και Αστικά (ανανεώσιμα και μη ανανεώσιμα) απόβλητα στην ΕΕ-27 το 2019	96
Διάγραμμα 19. Παραγωγή πρωτογενούς ενέργειας από πρωτογενή στερεά βιοκαύσιμα στην ΕΕ-27 το 2019	99
Διάγραμμα 20. Παραγωγή ηλεκτρισμού από πρωτογενή στερεά βιοκαύσιμα στην ΕΕ-27 το 2019	100
Διάγραμμα 21. Παραγωγή θερμότητας από πρωτογενή στερεά βιοκαύσιμα στην ΕΕ-27 το 2019	101
Διάγραμμα 22. Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τομέα στην ΕΕ-27 το 2019	103
Διάγραμμα 23. Κατανάλωση ενέργειας από Βιομηχανικά (μη ανανεώσιμα) και Αστικά (ανανεώσιμα και μη ανανεώσιμα) απόβλητα στην ΕΕ-27 μεταξύ των ετών 2015-2019	110
Διάγραμμα 24. Κατανάλωση ενέργειας από πρωτογενή στερεά βιοκαύσιμα στην ΕΕ-27 μεταξύ των ετών 2015-2019	112

Εικόνες

Σελ.

Εικόνα 1. Ιεράρχηση των Αποβλήτων	47
Εικόνα 2. Σύγκριση της Γραμμικής και Κυκλικής Οικονομίας	113

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

ΑΣΑ: Αστικά Στερεά Απόβλητα.

ΕΑ: Επικίνδυνα Απόβλητα.

ΕΕ: Ευρωπαϊκή Ένωση.

ΕΕ-27: Οι 27 χώρες που ανήκουν στην Ευρωπαϊκή Ένωση (Κράτη Μέλη).

ΕΚΑ: Ευρωπαϊκός Κατάλογος Αποβλήτων.

Εκ. τ. : Εκατομμύρια τόνοι.

ΕΤΠΠ: Εκατομμύρια Τόνοι Ισοδύναμου Πετρελαίου.

ΚΟ: Κυκλική Οικονομία.

ΠΛΟ: Πτητικά λιπαρά οξέα.

ΣΑ: Στερεά Απόβλητα.

ΣΗΘ: Συνδυαστικά θερμικής και ηλεκτρική ενέργεια (Combined Heat and Power).

ΥΑ: Υγρά Απόβλητα.

ΧΥΤΑ: Χώροι υγειονομικής ταφής αποβλήτων.

PJ: Petajoule.

TWh: Terawatt hours.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα που απασχολεί τον πληθυσμό παγκοσμίως, είναι εκείνο της διαχείρισης των αποβλήτων. Δεν πρόκειται για ένα σύγχρονο πρόβλημα καθώς οι ρίζες του ξεκίνησαν να υφίστανται παράλληλα με την δραστηριοποίηση των ανθρώπων, από την στιγμή που έκαναν την εμφάνισή τους στην Γη. Στην προσπάθειά τους να επιβιώσουν και να βελτιώσουν το βιοτικό τους επίπεδο, η παραγωγή αποβλήτων ήταν αναπόφευκτη. Παρόλο που οι άνθρωποι, οι οποίοι έζησαν πριν από χιλιάδες χρόνια, είχαν άπλετη έκταση ούτως ώστε να αποθέσουν τα παραγόμενα απόβλητα, παρατηρείται ότι οι έννοιες της ανακύκλωσης και της επαναχρησιμοποίησης κάποιων προϊόντων δεν ήταν καθόλου άγνωστες, πράγμα που σημαίνει ότι η διαχείριση και η αξιοποίηση των απορριμμάτων απασχολούσε τους ανθρώπους από αρχαιοτάτων χρόνων.

Για παράδειγμα στην Αρχαία Ελλάδα παρατηρείται ότι δίνονταν αρκετή σημασία στις διάφορες κατηγορίες αποβλήτων και στον τρόπο διαχείρισής τους, όπως γίνεται αντιληπτό μέσα από αρχαία ελληνικά κείμενα. Επίσης, και ο Πλάτωνας είχε κάνει αναφορά στην έννοια της ανακύκλωσης. Η βασική ιδέα της ανακύκλωσης δεν έχει αλλάξει μέχρι σήμερα, καθώς αναφέρεται στην αξιοποίηση απορριφθέντων αντικειμένων, ώστε με απαραίτητη επεξεργασία να ξαναχρησιμοποιηθούν για τον ίδιο ή διαφορετικό σκοπό. Έτσι λοιπόν, οι αρχαίοι, εφαρμόζοντας μεθόδους ανακύκλωσης, εξοικονομούσαν πρώτες ύλες, ώρες δουλειάς και φυσικά ήταν οικονομικά εξυπνότερο -σε σχέση με την παραγωγή νέων προϊόντων. Κάποια από τα υλικά προς ανακύκλωση θεωρούνταν τα αγάλματα, κομμάτια από σπασμένα αγγεία, υλικά που προέρχονταν από οικοδομικές κατασκευές, κ.α. Επιπλέον κατηγορίες προϊόντων που αξιοποιούνταν ήταν χρυσά και ασημένια αντικείμενα με σκοπό την μετατροπή τους σε κέρματα, μεταλλικά αντικείμενα από τα οποία μπορούσαν να παραχθούν διάφορων ειδών εργαλεία και όπλα ή ακόμα και να επισκευαστούν τα ήδη υπάρχοντα. Επίσης, περιττώματα ζώων, καθώς ήταν γνωστή η ιδιότητα του φυσικού αυτού λιπάσματος ως προς την καλλιέργεια των εδαφών, και κομμάτια σπασμένων αγγείων, τα οποία σε περίπτωση θραύσης ή σπασίματος, όταν δεν υπήρχε η δυνατότητα επισκευής τους, με απαραίτητη επεξεργασία αποκτούσαν νέα χρήση (Γαζή 2012).

Με το πέρασμα των αιώνων, η ταχύτερη και συνεχής εξέλιξη των γνώσεων, της τεχνολογίας και της βιομηχανίας έχουν αδιαμφισβήτητα βελτιώσει πάρα πολύ το βιοτικό επίπεδο των ανθρώπων. Παράλληλα όμως με το γεγονός της ανόδου του βιοτικού επιπέδου, συμβαδίζει αυτόματα και η αύξηση της μέσης παραγωγής απορριμμάτων σε καθημερινή βάση (Tchobanoglous et al. 1993). Σύμφωνα με τα σημερινά δεδομένα, έχουν παραχθεί αλόγιστα ποσοστά αποβλήτων, αρκετά εκ των οποίων είναι εξαιρετικά επικίνδυνα για την ατμόσφαιρα, τις χερσαίες και τις θαλάσσιες περιοχές του πλανήτη, καθώς και όλων των έμβιων όντων που κατοικούν πάνω σε αυτόν. Τα κυριότερα περιβαλλοντικά προβλήματα που σχετίζονται με την ανεξέλεγκτη απόθεση αποβλήτων είναι η μόλυνση του εδάφους, των επιφανειακών και των υπόγειων νερών, η αέρια ρύπανση, η εκδήλωση οσμών, ο κίνδυνος πρόκλησης φωτιάς, η συσσώρευση διάφορων τροφτικών και εντόμων και ο τεράστιος κίνδυνος για την υγεία των ανθρώπων (Tchobanoglous et al. 1993). Συνεπώς, λόγω των δεδομένων

συνθηκών, οι τεχνολογίες αναφορικά με την διαχείριση των αποβλήτων έχουν αναπτυχθεί σε πολύ υψηλό βαθμό και συνεχίζουν να αναπτύσσονται προκειμένου να μειωθεί έως και να μηδενιστεί το υφιστάμενο πρόβλημα, χρησιμοποιώντας διαδικασίες ικανές να αξιοποιήσουν τα παραγόμενα, αλλά και ήδη υπάρχοντα απόβλητα προς όφελος των ανθρώπινων αναγκών και του περιβάλλοντος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

1.1 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Η προστασία του περιβάλλοντος είναι βασική προτεραιότητα παγκοσμίως. Συνεπώς, οι διαδικασίες αναφορικά με την διαχείριση των αποβλήτων πρέπει να λειτουργούν υπό αυτήν την βάση. Όπως αναφέρεται και στο Άρθρο 13 της Οδηγίας 2008/98/ΕΚ της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, “τα κράτη μέλη λαμβάνουν τα αναγκαία μέτρα για να εξασφαλίζουν ότι η διαχείριση των αποβλήτων πραγματοποιείται χωρίς να τίθεται σε κίνδυνο η ανθρώπινη υγεία και χωρίς να βλάπτεται το περιβάλλον” (Οδηγία 2008/98/ΕΚ). Με την κατανόηση των εννοιών που σχετίζονται με την επιβάρυνση του περιβάλλοντος μπορούν να δοθούν λύσεις για την σωστή διαχείριση των αποβλήτων. Ο Νόμος 1650/1986 είναι ιδιαίτερα σημαντικός, καθώς ο σκοπός για τον οποίο δημιουργήθηκε είναι η προστασία του περιβάλλοντος και η βελτίωση του επιπέδου του, εντός του οποίου ζει ο άνθρωπος. Συγκεκριμένα ως προστασία του περιβάλλοντος θεωρείται “το σύνολο των ενεργειών, μέτρων και έργων που έχουν στόχο την πρόληψη της υποβάθμισης του περιβάλλοντος ή την αποκατάσταση, διατήρηση ή βελτίωσή του” (ΦΕΚ 160/Α/16-10-86). Παρακάτω παρουσιάζεται ο ορισμός του περιβάλλοντος και οι σχετικές έννοιες, οι οποίες αφορούν την επιβάρυνσή του, όπως αναφέρονται στον Νόμο 1650/1986. Αναλυτικά (ΦΕΚ 160/Α/16-10-86):

- 1) **Περιβάλλον:** “Το σύνολο των φυσικών και ανθρωπογενών παραγόντων και στοιχείων που βρίσκονται σε αλληλεπίδραση και επηρεάζουν την οικολογική ισορροπία, την ποιότητα της ζωής, την υγεία των κατοίκων, την ιστορική και πολιτιστική παράδοση και τις αισθητικές αξίες”.
- 2) **Ρύπανση:** “Η παρουσία στο περιβάλλον ρύπων, δηλαδή κάθε είδους ουσιών, θορύβου, ακτινοβολίας ή άλλων μορφών ενέργειας, σε ποσότητα, συγκέντρωση ή διάρκεια που μπορούν να προκαλέσουν αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία, στους ζωντανούς οργανισμούς και στα οικοσυστήματα ή υλικές ζημιές και γενικά να καταστήσουν το περιβάλλον ακατάλληλο για τις επιθυμητές χρήσεις του”.
- 3) **Μόλυνση:** “Η μορφή ρύπανσης που χαρακτηρίζεται από την παρουσία παθογόνων μικροοργανισμών στο περιβάλλον ή δεικτών που υποδηλώνουν την πιθανότητα παρουσίας τέτοιων μικροοργανισμών”.
- 4) **Υποβάθμιση:** “Η πρόκληση από ανθρώπινες δραστηριότητες ρύπανσης ή οποιασδήποτε άλλης μεταβολής στο περιβάλλον, η οποία είναι πιθανό να έχει αρνητικές επιπτώσεις στην οικολογική ισορροπία, στην ποιότητα ζωής και στην υγεία των κατοίκων, στην ιστορική και πολιτιστική κληρονομιά και στις αισθητικές αξίες”.

1.2 ΟΡΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

Η ρύπανση της ατμόσφαιρας, των υδατικών και των χερσαίων περιοχών του πλανήτη οφείλεται στην παραγωγή αποβλήτων, τα οποία προκύπτουν είτε από ανθρώπινες είτε από φυσικές δραστηριότητες σε οποιαδήποτε φυσική κατάσταση και αν βρίσκονται. Στην συνέχεια γίνεται ανάλυση στην έννοια των αποβλήτων, στην διαφοροποίηση τους ανάλογα με την φυσική τους κατάσταση και στην κατηγοριοποίηση τους σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Επιτροπή.

Έχουν δοθεί αρκετοί ορισμοί σε βιβλία και στην Νομοθεσία σχετικά με το τι θεωρείται απόβλητο, όμως παρά τις μικρές διαφορές τους, ως προς την διατύπωση, από όλους προκύπτει το ίδιο συμπέρασμα, καθώς όλοι περιγράφουν ως απόβλητο οτιδήποτε απορρίπτεται από τον κάτοχο του. Ένας σχετικά πρόσφατος και αντιπροσωπευτικός ορισμός, αναφορικά με την έννοια των αποβλήτων, περιγράφεται στην πρώτη Παράγραφο του Άρθρου 3 της Οδηγίας 2008/98/ΕΚ όπου ως «απόβλητο» χαρακτηρίζεται “κάθε ουσία ή αντικείμενο το οποίο ο κάτοχός του απορρίπτει ή προτίθεται ή υποχρεούται να απορρίψει” (Οδηγία 2008/98/ΕΚ). Τα απόβλητα μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σύμφωνα με την φυσική τους κατάσταση σε στερεά απόβλητα, υγρά απόβλητα και αέριους ρύπους.

Στερεά Απόβλητα (ΣΑ): Με τον όρο «στερεά απόβλητα» εννοούνται τα “στερεά και ημιστερεά απόβλητα” από τα οποία ο δημιουργός τους θέλει να απαλλαγεί καθώς πιστεύει ότι δεν έχουν πλέον κάποια χρησιμότητα. Η παραγωγή στερεών αποβλήτων προκύπτει από ανθρώπινες και φυσικές διαδικασίες (Αναστασάκης 2001). Τα στερεά απόβλητα μπορούν να διαχωριστούν σε οικιακά, βιομηχανικά (που δεν προήλθαν από την παραγωγική διαδικασία), εμπορικά, ιδρυματικά, απόβλητα από εγκαταστάσεις επεξεργασιών, βιομηχανικά, γεωργικά, απόβλητα δημοτικών υπηρεσιών και κατασκευών/κατεδαφίσεων. Αναφορικά με τις τέσσερις πρώτες κατηγορίες διαχωρισμού αποβλήτων, εννοώντας τα οικιακά, βιομηχανικά (που δεν προήλθαν από την παραγωγική διαδικασία), εμπορικά και ιδρυματικά μπορούν να ενταχθούν σε μια κατηγορία, αυτή των αστικών (ή δημοτικών) στερεών αποβλήτων (ΑΣΑ) (Tchobanoglous and Kreith 2002).

Υγρά Απόβλητα (ΥΑ): Όπως αναφέρεται στην Οδηγία 1999/31/ΕΚ ως υγρό απόβλητο εννοείται: “οποιοδήποτε απόβλητο σε υγρή μορφή συμπεριλαμβανομένων των λυμάτων, αλλά εξαιρούμενης της ιλύος” (Οδηγία 1999/31/ΕΚ). Επίσης σύμφωνα με το Άρθρο 2 της υπ’ αριθμ. 145116/2011 ΚΥΑ, ως υγρά απόβλητα ορίζονται “τα οικιακά λύματα, τα αστικά λύματα και τα υγρά απόβλητα από βιομηχανικές και λοιπές δραστηριότητες” (Φ.Ε.Κ. 354/Β’ 8.3.2011). Οι παραπάνω όροι αναλύονται ως εξής (ΦΕΚ 192/Β/14-3-1997):

Α) Οικιακά λύματα: “τα λύματα από περιοχές κατοικίας και υπηρεσιών που προέρχονται κυρίως από τις λειτουργίες του ανθρώπινου οργανισμού και τις εμπορικές δραστηριότητες”.

β) Αστικά λύματα: “τα οικιακά λύματα ή το μείγμα οικιακών με βιομηχανικά υγρά απόβλητα ή και όμβρια ύδατα”.

γ) **Βιομηχανικά υγρά απόβλητα:** “οποιαδήποτε υγρά απόβλητα που απορρίπτονται από κτίρια και χώρους που χρησιμοποιούνται για οποιαδήποτε εμπορική ή βιομηχανική δραστηριότητα, και τα οποία δεν είναι οικιακά λύματα ή όμβρια ύδατα” .

Ρύπος: ο συγκεκριμένος όρος αναφέρεται σε “οιαδήποτε ουσία εμφανίζεται στον ατμοσφαιρικό αέρα και ενδέχεται να έχει αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία του ανθρώπου και/ή στο περιβάλλον στο σύνολό του” (ΦΕΚ 488/Β/30-3-2011). Οι ρύποι παράγονται είτε από ανθρώπινη δραστηριότητα (π.χ. χρήση καυσίμων, γεωργικές διεργασίες, οδικές μεταφορές, κτλ.) είτε από φυσική (π.χ. αμμοθύελλες, ηφαίστεια) (www.eea.eu). Παραδείγματα ρύπων είναι: 1) Οξείδια του αζώτου (NO, NO₂), 2) Μονοξείδιο του άνθρακα (CO), 3) Οζον (O₃), 4) Διοξείδιο του θείου (SO₂), 5) Βενζόλιο (C₆H₆), 6) Αιωρούμενα σωματίδια (ΑΣ₁₀–ΑΣ_{2,5}), 7) Βαρέα Μέταλλα (ypen.gov.gr).

1.2.1 Ευρωπαϊκός Κατάλογος Αποβλήτων (ΕΚΑ)

Αρχικά, στην Απόφαση 94/3/ΕΚ της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, στις 20 Δεκεμβρίου του 1993, αναφέρεται ο Ευρωπαϊκός Κατάλογος Αποβλήτων (ΕΚΑ) (Απόφαση 94/3/ΕΚ). Η Απόφαση 94/3/ΕΚ αντικαταστάθηκε από την νεότερη απόφαση της Ευρωπαϊκής Επιτροπής 2000/532/ΕΚ, όπου θεσπίστηκε ο νέος ΕΚΑ (Απόφαση 200/532/ΕΚ). Σύμφωνα με την Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης στις 9 Απριλίου του 2018, αναφέρεται ότι ο κατάλογος που υπήρχε από το 2000, αναθεωρήθηκε με την Απόφαση 2014/955/ΕΕ της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, “προκειμένου ο κατάλογος αποβλήτων να προσαρμοστεί στις επιστημονικές προόδους και να ευθυγραμμιστεί με τις εξελίξεις στη νομοθεσία για τα χημικά” (Εφημερίδα της ΕΕ, C124). Στην νεότερη Απόφαση της Ευρωπαϊκής Επιτροπής 2014/955/ΕΕ, παρατηρούνται κάποιες διαφορές σε σχέση με τον προηγούμενο ΕΚΑ, που αναφέρεται στην Απόφαση 2000/532/ΕΚ. Συνεπώς, στον Πίνακα 1, αναγράφονται οι 20 βασικές κατηγορίες αποβλήτων, όπως αναφέρονται στην Απόφαση 2014/955/ΕΕ της Ευρωπαϊκής Επιτροπής.

Πίνακας 1. Ευρωπαϊκός Κατάλογος Αποβλήτων (Απόφαση 2014/955/ΕΕ)

01) “Απόβλητα από αναζήτηση, εξόρυξη, εργασίες λατομείου και φυσική και χημική επεξεργασία ορυκτών”.
02) “Απόβλητα από γεωργία, κηπευτική, υδατοκαλλιέργεια, δασοκομία, θήρα και αλιεία, προετοιμασία και επεξεργασία τροφίμων”.
03) “Απόβλητα από την κατεργασία ξύλου και την παραγωγή ταμπλάδων και επίπλων, καθώς και πολτοί, χαρτιού και χαρτονιού”.
04) “Απόβλητα από τις βιομηχανίες δέρματος, γούνας και υφαντουργίας”.
05) “Απόβλητα από τη διύλιση πετρελαίου, τον καθαρισμό φυσικού αερίου και την πυρολυτική επεξεργασία άνθρακα”.
06) “Απόβλητα από ανόργανες χημικές διεργασίες”.
07) “Απόβλητα από οργανικές χημικές διεργασίες”.
08) “Απόβλητα από την παραγωγή, διαμόρφωση, προμήθεια και χρήση (ΠΑΠΧ) επιστρώσεων (χρώματα, βερνίκια και σμάλτο υάλου), στεγανωτικών και μελανών εκτύπωσης”.
09) “Απόβλητα από τη φωτογραφική βιομηχανία”.
10) “Απόβλητα από θερμικές επεξεργασίες”.
11) “Απόβλητα από τη χημική επιφανειακή επεξεργασία και την επικάλυψη μετάλλων και άλλων υλικών· υδρομεταλλουργία μη σιδηρούχων μετάλλων”.
12) “Απόβλητα από τη μορφοποίηση και τη φυσική και μηχανική επιφανειακή επεξεργασία μετάλλων και πλαστικών”.
13) “Απόβλητα ελαίων και απόβλητα υγρών καυσίμων (εκτός βρωσίμων ελαίων 05 και 12)”.
14) “Απόβλητα από οργανικούς διαλύτες, ψυκτικές ουσίες και προωθητικά (εκτός 07 και 08)”.
15) “Απόβλητα από συσκευασίες· απορροφητικά υλικά, υφάσματα σκουπίσματος, υλικά φίλτρων και προστατευτικός ρουχισμός μη προδιαγραφόμενα άλλως”.
16) “Απόβλητα μη προδιαγραφόμενα άλλως στον κατάλογ”.
17) “Απόβλητα από κατασκευές και κατεδαφίσεις (περιλαμβάνεται χόμα εκσκαφής από μολυσμένες τοποθεσίες)”.
18) “Απόβλητα από την υγειονομική περίθαλψη ανθρώπων ή ζώων ή/και από σχετικές έρευνες (εξαιρούνται απόβλητα κουζίνας και εστιατορίων που δεν προκύπτουν άμεσα από το σύστημα υγείας)”.
19) “Απόβλητα από τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας αποβλήτων, εγκαταστάσεις επεξεργασίας υγρών αποβλήτων εκτός σημείου παραγωγής και προετοιμασίας ύδατος προοριζόμενου για κατανάλωση από τον άνθρωπο και ύδατος για βιομηχανική χρήση”.
20) “Αστικά απόβλητα (οικιακά απόβλητα και παρόμοια απόβλητα από εμπορικές δραστηριότητες, βιομηχανίες και ιδρύματα), συμπεριλαμβανόμενων των χωριστά συλλεγμένων μερών”.

Στην συγκεκριμένη Απόφαση (2014/955/ΕΕ), αναφέρονται αναλυτικά οι διάφορες υποκατηγορίες των 20 βασικών κατηγοριών που αναγράφονται παραπάνω. Για παράδειγμα, η πρώτη κατηγορία 01 του ΕΚΑ δηλαδή “απόβλητα από αναζήτηση, εξόρυξη, εργασίες λατομείου και φυσική και χημική επεξεργασία ορυκτών” αναλύεται σε 01 01: “απόβλητα από την εκσκαφή ορυκτών”, 01 03: “απόβλητα από τη φυσική και χημική επεξεργασία ορυκτών που περιέχουν μέταλλα”, 01 04: “απόβλητα από φυσική και χημική επεξεργασία ορυκτών που δεν περιέχουν μέταλλα” και 01 05:

“λάσπες γεωτρήσεων και άλλα απόβλητα γεωτρήσεων”. Κάθε μια από αυτές τις κατηγορίες έχει επιπλέον υποκατηγορίες. Για παράδειγμα, η υποκατηγορία 01 01 έχει δύο ακόμα υποκατηγορίες, την 01 01 01: “απόβλητα από την εκσκαφή ορυκτών που περιέχουν μέταλλα” και την 01 01 02: “απόβλητα από την εκσκαφή ορυκτών που δεν περιέχουν μέταλλα”. Με την ίδια λογική αναλύεται κάθε μια υποκατηγορία των 20 βασικών κατηγοριών του ΕΚΑ (Απόφαση 2014/955/ΕΕ).

1.2.2 Επικίνδυνα και μη Επικίνδυνα Απόβλητα

Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Επιτροπή τα απόβλητα μπορούν να διαχωριστούν σε επικίνδυνα και μη επικίνδυνα. Ο όρος επικίνδυνα απόβλητα (ΕΑ) εμφανίζεται στην Οδηγία 2008/98/ΕΚ, που ορίζονται ως “τα απόβλητα που εμφανίζουν μια ή περισσότερες από τις επικίνδυνες ιδιότητες που αναφέρονται στο Παράρτημα ΙΙΙ” (Οδηγία 2008/98/ΕΚ). Σύμφωνα με το Παράρτημα ΙΙΙ της Οδηγίας 2008/98/ΕΚ, για να θεωρηθεί ένα απόβλητο ως επικίνδυνο, πρέπει να έχει κάποιο από τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

Πίνακας 2. Επικίνδυνες Ιδιότητες Αποβλήτων (Οδηγία 2008/98/ΕΚ)

H1) “Εκρηκτικό”
H2) “Οξειδωτικό”
H3 A) “Πολύ εύφλεκτο”
H3 B) “Εύφλεκτο”
H4) “Ερεθιστικό”
H5) “Επιβλαβές”
H6) “Τοξικό”
H7) “Καρκινογόνο”
H8) “Διαβρωτικό”
H9) “Μολυσματικό”
H10) “Τοξικό για την αναπαραγωγή”
H11) “Μεταλλαξογόνο”
H12) “Απόβλητα που εκλύουν τοξικό ή πολύ τοξικό αέριο, όταν έλθουν σε επαφή με το νερό, τον αέρα ή με ένα οξύ”
H13 (*) “Ευαισθητοποιητικό”
H14) “Οικοτοξικό”
H15) “Απόβλητα ικανά μετά από διάθεση, να δημιουργήσουν, με οποιοδήποτε μέσο, άλλη ουσία”

Οι χαρακτηρισμοί των επικίνδυνων αποβλήτων, αναφέρονται και στο Παράρτημα ΙΙΙ της παλαιότερης Οδηγίας της Ευρωπαϊκής Επιτροπής 91/689/ΕΟΚ, με λίγες διαφορές σε κάποια σημεία, σε σχέση με το Παράρτημα ΙΙΙ, της νεότερης Οδηγίας 2008/98/ΕΚ. Για παράδειγμα, σε κάποιες κατηγορίες παρατηρούνται μικρές διαφορές ως προς την διατύπωσή τους. Επίσης, η κατηγορία H13 άλλαξε και έγινε H15 (στο Παράρτημα ΙΙΙ της Οδηγίας 91/689/ΕΟΚ, υπάρχει μέχρι και H14) και η προηγούμενη H13

αντικαταστάθηκε από την νέα κατηγορία (“Ευαισθητοποιητικό”, παρασκευάσματα και ουσίες, τα οποία διά της εισπνοής ή απορρόφησης μέσω του δέρματος, μπορούν να προκαλέσουν αντίδραση του οργανισμού). Ακόμα ένα παράδειγμα, είναι ότι η κατηγορία H10 από “τερατογόνο” άλλαξε σε “τοξικό για την αναπαραγωγή” (Οδηγία 2008/98/ΕΚ, Οδηγία 91/689/ΕΟΚ).

Όπως αναφέρεται στην Απόφαση 2014/955/ΕΕ, ως Επικίνδυνα Απόβλητα θεωρούνται εκείνα τα οποία επισημαίνονται με αστερίσκο (*) στις υποκατηγορίες των είκοσι βασικών κατηγοριών του ΕΚΑ (π.χ., Η κατηγορία του ΕΚΑ, 01 03 04*, όπου αναφέρεται σε οξεοπαράγωγα υπολείμματα από την επεξεργασία θειούχου μεταλλεύματος, επισημαίνεται με έναν αστερίσκο). Συνεπώς, πρόκειται για επικίνδυνα απόβλητα, εκτός αν ισχύουν οι διατάξεις του Άρθρου 20, της Οδηγίας 2008/98/ΕΚ (Απόφαση 2014/955/ΕΕ). Σύμφωνα όμως με την Οδηγία 2018/851, όπου δημιουργήθηκε για την τροποποίηση της Οδηγίας 2008/98/ΕΚ, το Άρθρο 20 αντικαταστάθηκε, με αυτό της νεότερης Οδηγίας (Οδηγία 2018/851/ΕΕ).

Ο όρος μη επικίνδυνα απόβλητα εμφανίζεται στην Οδηγία της Ευρωπαϊκής Ένωσης 2018/851, όπου ως μη Επικίνδυνα Απόβλητα, ορίζονται όλα εκείνα που δεν εμφανίζουν κάποια από τις επικίνδυνες ιδιότητες (Πίνακας 2) (Οδηγία 2018/851/ΕΕ).

1.3 ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

Ως παραγωγός αποβλήτων εννοείται “κάθε πρόσωπο του οποίου οι δραστηριότητες παράγουν απόβλητα (αρχικός παραγωγός αποβλήτων) ή κάθε πρόσωπο που πραγματοποιεί εργασίες προεπεξεργασίας, ανάμειξης ή άλλες οι οποίες οδηγούν σε μεταβολή της φύσης ή της σύνθεσης των αποβλήτων αυτών” (Οδηγία 2008/98/ΕΚ). Σε μια εξελιγμένη τεχνολογικά κοινωνία, απόβλητα παράγονται από την εξόρυξη των πρώτων υλών, από όλες τις διαδικασίες επεξεργασίας, έως ότου να παραχθεί το τελικό προς κατανάλωση προϊόν, και από την τελική διάθεση του (Tchobanoglous and Kreith 2002).

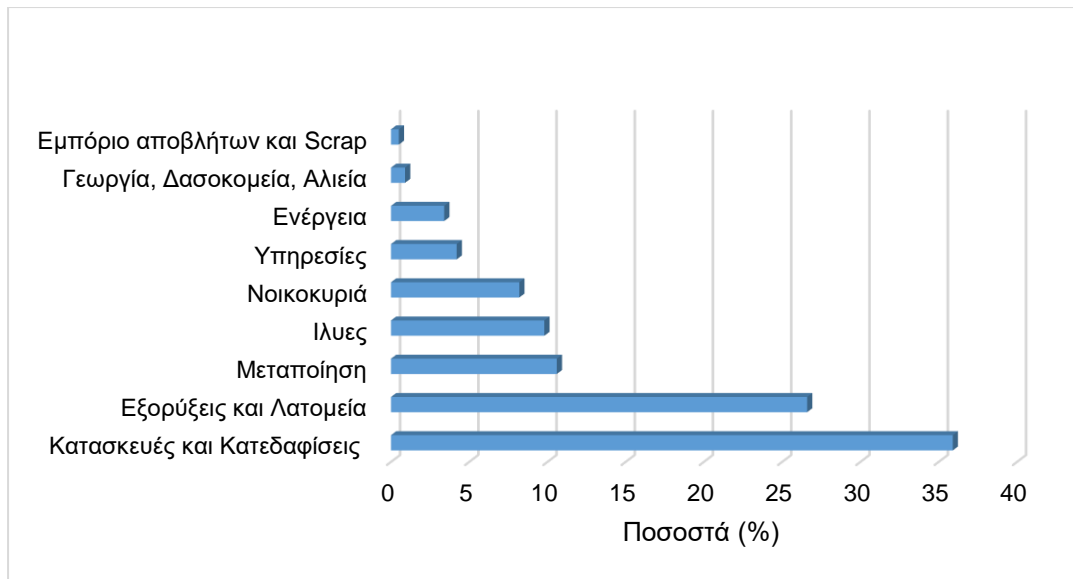
Στην συνέχεια της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας, αναφέρονται τα πιο πρόσφατα στοιχεία σχετικά με την παραγωγή αποβλήτων στην Ε.Ε., σύμφωνα με την Στατιστική Υπηρεσία της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, Eurostat. Η συγκεκριμένη Υπηρεσία ανανεώνει συνεχώς τα δεδομένα της, παρέχοντας μια πληθώρα πληροφοριών αναφορικά με τα στατιστικά παραγωγής και διαχείρισης των διαφόρων ρευμάτων αποβλήτων (π.χ. οχήματα στο τέλος κύκλου ζωής τους, απόβλητα συσκευασιών, απόβλητα ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού, κ.α.). Στην παρούσα Εργασία αναφέρονται τα γενικότερα στατιστικά στοιχεία παραγωγής και διαχείρισης επικίνδυνων και μη επικίνδυνων αποβλήτων, καθώς και των αστικών στερεών αποβλήτων στην ΕΕ-27.

1.3.1 Παραγωγή συνολικών Στερεών Αποβλήτων (ΣΑ) από οικονομικές δραστηριότητες και νοικοκυριά στην ΕΕ-27 το 2018

Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Στατιστική Υπηρεσία (Eurostat), τα συνολικά ΣΑ, τα οποία παρήχθησαν από όλες τις οικονομικές δραστηριότητες και τα νοικοκυριά το 2018, στις 27 χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, υπολογίζονται περίπου 2.336,7 εκατομμύρια τόνοι (εκ. τ.). Στον Πίνακα 3 αναφέρονται τα ποσοστά επί τοις εκατό των παραγόμενων ΣΑ, από τους διαφορετικούς τομείς από όπου προήλθαν, ως προς το συνολικά, για κάθε μια χώρα της Ε.Ε. (www.ec.europa.eu/eurostat). Για παράδειγμα, σύμφωνα με τα δεδομένα του Πίνακα 3, φαίνεται ότι στην Ελλάδα, το 56,4% των συνολικών παραγόμενων ΣΑ, του έτους 2018, προήλθε από τον τομέα των εξορύξεων και των λατομείων, το 11,8% από τον τομέα της μεταποίησης, το 10,1% από τον τομέα των νοικοκυριών, το 9,2% από τον τομέα των άλλων οικονομικών δραστηριοτήτων, το 7,6% από τον τομέα της ενέργειας, και το υπόλοιπο το 5% από τον τομέα των κατασκευών και κατεδαφίσεων.

Πίνακας 3. Ποσοστά παραγόμενων Στερεών Αποβλήτων ανά τομέα στην ΕΕ-27 κατά το 2018 (www.ec.europa.eu/eurostat)

Χώρες	Εξορύξεις και λατομεία (Mining and quarrying) (%)	Μεταποίηση (Manufacturing) (%)	Ενέργεια (Energy) (%)	Κατασκευές/κατεδαφίσεις (Construction and demolition) (%)	Άλλες οικονομικές δραστηριότητες (Other economic activities) (%)	Νοικοκυριά (Households) (%)
ΕΕ-27	26,6	10,6	3,4	35,9	15,4	8,2
Βέλγιο	0,1	24,9	1,2	33,5	33,1	7,2
Βουλγαρία	82,4	2	10	0,1	3,1	2,4
Τσεχία	0,2	14,6	1,5	41,7	26,7	15,3
Δανία	0	4,7	5,1	56	17,8	16,4
Γερμανία	2,2	13,9	2,3	55,5	16,8	9,2
Εσθονία	29,5	18,8	32,3	9,5	7,6	2,4
Ιρλανδία	14,2	24,7	1,1	13,6	35,1	11,4
Ελλάδα	56,4	11,8	7,6	5	9,2	10,1
Ισπανία	17,1	9,9	2,4	27,6	26,5	16,5
Γαλλία	0,4	6,6	0,4	70,2	13,7	8,7
Κροατία	12	8,9	1,3	22,7	31,7	23,3
Ιταλία	0,8	16,5	1,3	35,3	28,7	17,5
Κύπρος	6,6	16,3	0,1	45,8	14,5	16,8
Λετονία	0,1	21,7	2,5	17,5	25,7	32,6
Λιθουανία	1,6	37,2	2,1	8,8	30,3	20
Λουξεμβούργο	0	6,9	0,1	81,2	9,7	2,1
Ουγγαρία	1	14,3	11,2	33,2	25,4	14,9
Μάλτα	1,6	1	0	78,8	11,2	7,4
Ολλανδία	0	9,6	1,1	70	13,3	6
Αυστρία	0,1	8,7	0,8	74,4	9,3	6,7
Πολωνία	36,7	17	10,7	9,7	20,6	5,3
Πορτογαλία	0,2	19	1,1	8,8	38,1	32,8
Ρουμάνια	88,0	3,9	3,4	0,3	2,4	2,1
Σλοβενία	0,2	20,2	11,8	8,1	51,9	7,8
Σλοβακία	2,2	27,5	7,9	4,4	39,8	18,2
Φινλανδία	74,9	6,7	1	12,3	3,5	1,6
Σουηδία	74,7	3,7	1,4	8,9	8	3,2



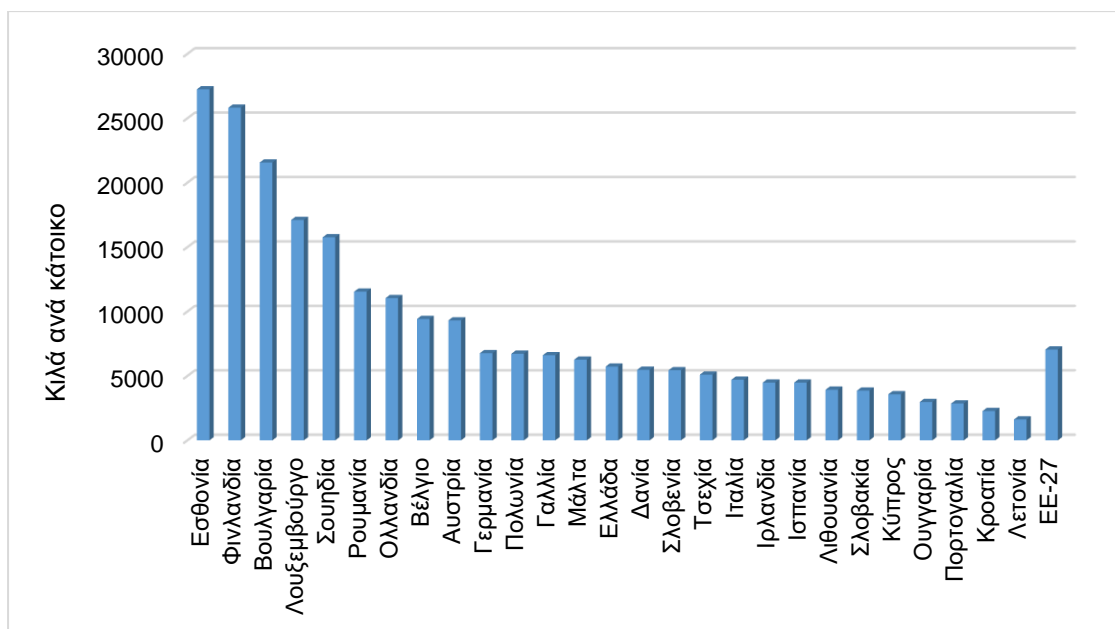
Διάγραμμα 1. Αναλυτικότερα ποσοστά προέλευσης Στερεών Αποβλήτων ανά τομέα στην ΕΕ-27 το 2018 (www.ec.europa.eu/eurostat)

Στο Διάγραμμα 1 παρουσιάζονται αναλυτικότερα, σε σχέση με τον Πίνακα 3, τα ποσοστά επί τοις εκατό, των συνολικών παραγόμενων ΣΑ στην ΕΕ-27 για το έτος 2018, τα οποία προέκυψαν από οικονομικές δραστηριότητες και νοικοκυριά. Αναλυτικά, 35,9% προήλθαν από κατασκευές και κατεδαφίσεις, 26,6% από εξορύξεις και λατομεία, 10,6% από μεταποίηση, 9,8% ιλυσ από επεξεργασία λυμάτων και νερού, 8,2% από νοικοκυριά, 4,2% από υπηρεσίες με εξαίρεση το εμπόριο αποβλήτων και scrap, 3,4% από την ενέργεια, 0,9% από τη γεωργία, τη δασοκομία και την αλιεία, και 0,5% από την διακίνηση αποβλήτων και Scrap.

1.3.2 Παραγωγή συνολικών Στερεών Αποβλήτων στην ΕΕ-27 κατά την περίοδο 2004-2018

Στο Διάγραμμα 2 έχουν καταγραφεί οι χώρες της ΕΕ-27, κατά φθίνουσα σειρά, ανάλογα με την συνολική παραγωγή ΣΑ, σύμφωνα με τα κιλά ανά κάτοικο που υπέδειξε η κάθε χώρα, για το έτος 2018. Μεγάλη παραγωγή ΣΑ ανά κάτοικο παρουσίασαν η Εσθονία (27250 κιλά ανά κάτοικο), η Φινλανδία (25822), η Βουλγαρία (21567), το Λουξεμβούργο (17106), η Σουηδία (15763), η Ρουμανία (11540) και η Ολλανδία (11041), καθώς στις συγκεκριμένες χώρες, όπως αποδεικνύεται και από τον Πίνακα 3, παρατηρείται μεγάλη παραγωγή ΣΑ, λόγω υψηλής εξορυκτικής δραστηριότητας (Φινλανδία (74,9%), Βουλγαρία (82,4%), Ρουμανία (88%), Σουηδία (74,7%) και Εσθονία (29,5%) και σημαντική παραγωγή ΣΑ, από τον τομέα των κατασκευών και κατεδαφίσεων (Λουξεμβούργο (81,2%), Ολλανδία (70%) και Εσθονία (32,3%). Αναφορικά με την συνολική παραγωγή ΣΑ στην Ελλάδα, για το έτος 2018, ήταν σχεδόν 45,59 εκατομμύρια τόνοι (Πίνακας 4) ή 5726 κιλά ανά κάτοικο (Διάγραμμα 2). Σε συνδυασμό με τις παραπάνω πληροφορίες και τα δεδομένα του

Πίνακα 3, όσον αφορά την Ελλάδα, για το έτος 2018, προέκυψε το συμπέρασμα ότι 25,71 εκ. τ. ΣΑ προέκυψαν από την εξορυκτική και λατομική δραστηριότητα, 5,38 εκ. τ. από τον τομέα της μεταποίησης, 4,6 εκ. τ. από νοικοκυριά, 4,19 εκ. τ. από τον τομέα των οικονομικών δραστηριοτήτων, 3,46 εκ. τ. από τον τομέα της ενέργειας, και οι υπόλοιποι 2,25 εκ. τ. προήλθαν από τον τομέα των κατασκευών και των κατεδαφίσεων.



Διάγραμμα 2. Συνολικά παραγόμενα Στερεά Απόβλητα ανά κάτοικο της ΕΕ-27 το έτος 2018 (www.ec.europa.eu/eurostat)

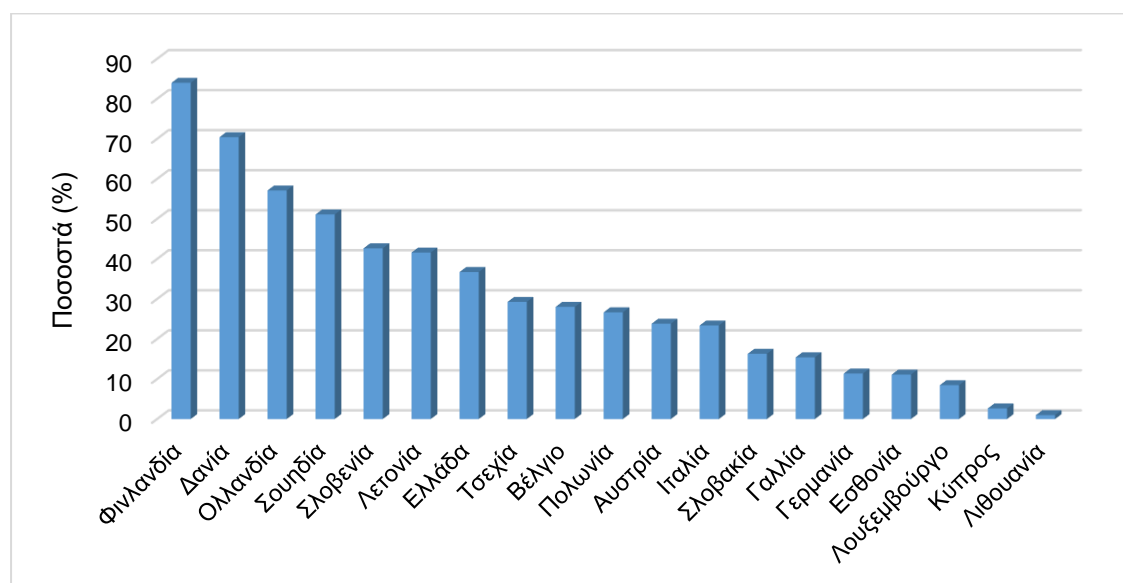
Πίνακας 4. Μεταβολή των συνολικά παραγόμενων Στερεών Αποβλήτων στην ΕΕ-27 μεταξύ των ετών 2004 και 2018 (www.ec.europa.eu/eurostat)

Χώρες	Ποσότητες παραγόμενων Στερεών Αποβλήτων το 2004 (Εκ. τ.)	Ποσότητες παραγόμενων Στερεών Αποβλήτων το 2018 (Εκ. τ.)	Ποσοστό μεταβολής μεταξύ των ετών 2004/ 2018 (%)
ΕΕ-27	2.248,8	2.336,7	3,9
Βέλγιο	52,8	67,61	28,04
Βουλγαρία	201,02	129,75	-35,45
Τσεχία	29,27	37,84	29,27
Δανία	12,58	21,44	70,42
Γερμανία	364,02	405,52	11,4
Εσθονία	20,86	23,18	11,12
Ιρλανδία	24,5	13,98	-42,93
Ελλάδα	33,34	45,59	36,74
Ισπανία	160,66	137,82	-14,21
Γαλλία	296,58	342,38	15,44
Κροατία	7,2	5,54	-23,05
Ιταλία	139,8	172,5	23,39
Κύπρος	2,24	2,3	2,67
Λετονία	1,25	1,77	41,6
Λιθουανία	7,01	7,08	0,99
Λουξεμβούργο	8,31	9,014	8,47
Ουγγαρία	24,66	18,36	-25,54
Μάλτα	3,14	2,5	-20,38
Ολλανδία	92,44	145,24	57,11
Αυστρία	53,02	65,66	23,84
Πολωνία	137,47	174,14	26,67
Πορτογαλία	29,31	15,89	-45,78
Ρουμανία	369,3	203,017	-45,02
Σλοβενία	5,77	8,22	42,46
Σλοβακία	10,66	12,4	16,32
Φινλανδία	69,7	128,25	84
Σουηδία	91,75	138,66	51,12

Σύμφωνα με το Πίνακα 4, παρατηρήθηκε ότι στην ΕΕ-27 το 2004, παρήχθησαν συνολικά 2.248,8 εκ. τ. ΣΑ, ενώ το 2018, είχαν παραχθεί 2.336,7 εκ. τ. Συνεπώς προέκυψε το συμπέρασμα, ότι οι συνολικοί τόνοι των ΣΑ που παρήχθησαν το 2018, αυξήθηκαν κατά 3,9%, σε σχέση με αυτούς που είχαν παραχθεί το 2004. Όπως διακρίνεται και στον Πίνακα 4, στα περισσότερα Κράτη Μέλη, αυξήθηκαν τα συνολικά παραγόμενα ΣΑ το 2018, σε σχέση με αυτά του 2004. Για παράδειγμα, στην Ελλάδα το 2018, παρήχθησαν 36,74% περισσότεροι τόνοι ΣΑ, σε σχέση με το 2004. Μεγάλες αυξήσεις παρατηρήθηκαν στις Σκανδιναβικές χώρες (Δανία (70,42%), Φινλανδία (84%) και Σουηδία (51,12%), καθώς επίσης και στην Ολλανδία (57,11%) και στη Σλοβενία (42,46%). Μόνο σε 8 Κράτη Μέλη παρατηρήθηκε μείωση των παραγόμενων

ΣΑ το 2018, σε σχέση με το 2004, και αυτά ήταν η Βουλγαρία (-35,45%), η Ιρλανδία (-42,93%), η Ισπανία (-14,21%), η Κροατία (-23,05%), η Ουγγαρία (-25,54%), η Μάλτα (-20,38%), η Πορτογαλία (-45,78%) και η Ρουμανία (-45,02%).

Στο Διάγραμμα 3, παρουσιάζονται οι χώρες της ΕΕ-27 κατά φθίνουσα σειρά, ανάλογα με τα ποσοστά αύξησης των ΣΑ που παρήχθησαν το 2018, σε σχέση με τους τόνους, που είχαν παραχθεί το 2004. Για παράδειγμα, στην Φινλανδία το έτος 2004, είχαν παραχθεί 69,7 εκ. τ. ΣΑ, ενώ το 2018, παρήχθησαν 128,25 εκ. τ., συνεπώς το 2018, αυξήθηκαν κατά 84%, σε σχέση με το 2004. Όπως παρατηρείται και από το Διάγραμμα 3, η Φινλανδία είχε το μεγαλύτερο ποσοστό αύξησης (84%). Ακολούθησαν οι υπόλοιπες χώρες, όπως η Δανία (70,42%), η Ολλανδία (57,11%), η Σουηδία (51,12%), κλπ. Όσον αφορά το Διάγραμμα 3, δεν περιλαμβάνονται οι χώρες, οι οποίες παρουσίασαν αρνητικά ποσοστά. Την μεγαλύτερη μείωση έδειξε η Πορτογαλία, καθώς τα συνολικά ΣΑ που παρήχθησαν στην συγκεκριμένη χώρα το 2018, σε σχέση με το 2004 μειώθηκαν κατά -45,78%. Ακολούθησαν η Ρουμανία (-45,02%), η Ιρλανδία (-42,93%), η Βουλγαρία (-35,45%), η Ουγγαρία (-25,54%), η Κροατία (-23,05%), η Μάλτα (-20,38%) και η Ισπανία (-14,21%).



Διάγραμμα 3. Ποσοστά αύξησης των συνολικών παραγόμενων Στερεών Αποβλήτων στην ΕΕ-27 το 2018 σε σχέση με το 2004 (www.ec.europa.eu/eurostat)

1.3.3 Κατηγορίες και Ποσότητες Στερεών Αποβλήτων στην ΕΕ-27 κατά την περίοδο 2004-2018

Σύμφωνα με τα δεδομένα της Eurostat, η ποσότητα των συνολικών παραγόμενων ΣΑ στην ΕΕ-27 προσδιορίζεται από το άθροισμα, των κατηγοριών αποβλήτων, που αναφέρονται παρακάτω. Εκτός από την ονομαστική αναφορά της κάθε κατηγορίας, δίνονται και κάποια παραδείγματα, σχετικά την κάθε μια. Επίσης, επισημαίνονται τα εκατομμύρια τόνων, τα οποία παρήχθησαν από την κάθε κατηγορία, για τα έτη 2004 (σε κάποιες περιπτώσεις χρησιμοποιείται το έτος 2010 λόγω έλλειψης στοιχείων του 2004) και 2018. Επιπλέον, παρουσιάζονται και τα ποσοστά, αύξησης ή μείωσης της κάθε κατηγορίας, τα οποία παρατηρήθηκαν, μεταξύ των δύο συγκεκριμένων ετών. Αναλυτικά (Κανονισμός 574/2004/ΕΚ, www.ec.europa.eu/eurostat, Manual on waste statistics, 2013, Κανονισμός 2150/2002/ΕΚ):

1) **Χρησιμοποιημένοι διαλύτες (Spent solvents), Επικίνδυνα και μη Επικίνδυνα:** χλωροφθοροϋδρογονάνθρακες, οργανικοί αλογονούχοι διαλύτες, υγρά πλυσίματος, λάσπες που περιέχουν αλογονωμένους διαλύτες, μη αλογονωμένα χρησιμοποιημένα διαλυτικά, κ.α. Στην ΕΕ-27, το 2004 παρήχθησαν 2,5 εκ. τ., ενώ το 2018 παρήχθησαν 2,17 εκ. τ. Συνεπώς, το 2018 υπήρξε μείωση της τάξεως του -13,2%, σε σχέση με το 2004.

2) **Όξινα, αλκαλικά ή αλατούχα απόβλητα (Acid, alkaline and saline wastes), Επικίνδυνα και μη Επικίνδυνα:** Οξέα (π.χ. υδροχλωρικό οξύ,θειικό οξύ, φωσφορικό οξύ, νιτρικό οξύ κ.α.), αλκαλικά (π.χ. αμμωνία, υδροξείδιο του ασβεστίου, απόβλητα που περιέχουν κυάνιο, κ.α.) και αλατούχα διαλύματα, απόβλητα από ηλεκτρολυτική διύλιση, μεταλλικά άλατα, κ.α. Στην ΕΕ-27, το 2004 παρήχθησαν 6,71 εκ. τ., ενώ το 2018 παρήχθησαν 5,68 εκ. τ. Συνεπώς, το 2018 υπήρξε μείωση της τάξεως του -15,35%, σε σχέση με το 2004.

3) **Χρησιμοποιημένα έλαια (Used oils), Επικίνδυνα και μη Επικίνδυνα:** Συνθετικά έλαια, έλαια μηχανών, κ.α. Σε αυτή την κατηγορία περιλαμβάνονται έλαια κινητήρα, έλαια κιβωτίου ταχυτήτων, υδραυλικά και λιπαντικά έλαια, υγρά φρένων, μη χλωριωμένα γαλακτώματα, κ.α. Στην ΕΕ-27, το 2004 παρήχθησαν 3,78 εκ. τ., ενώ το 2018 παρήχθησαν 3,94 εκ. τ. Συνεπώς, το 2018 υπήρξε αύξηση της τάξεως του 4,23%, σε σχέση με το 2004.

4) **Χημικά Απόβλητα: Χρησιμοποιημένοι χημικοί καταλύτες, Απόβλητα χημικών παρασκευασμάτων, Χημικά ιζήματα και υπολείμματα (Chemical waste: Spent Chemical catalysts, Chemical preparation wastes, Chemical deposits and residues), Επικίνδυνα και μη Επικίνδυνα:** Στερεοί ή υγροί χρησιμοποιημένοι χημικοί καταλύτες, αγροχημικά απόβλητα, φαρμακευτικά απόβλητα, απόβλητα χρωμάτων και βαφών, βερνίκια, μελάνια και συγκολλητικές ύλες, απόβλητα από την χημική επεξεργασία, απόβλητα από υλικά συντήρησης, απόβλητα θετικών ηλεκτροδίων, όξινες πίσσες, λυματολάσπες γαλακτωμάτων ελαίων, κ.α. Στην ΕΕ-27, το 2004 παρήχθησαν 28 εκ. τ., ενώ το 2018 παρήχθησαν 17,53 εκ. τ. Συνεπώς, το 2018 υπήρξε μείωση της τάξεως του -37,39%, σε σχέση με το 2004.

5) **Βιομηχανικές λυματολάσπες (Industrial effluent sludges), Επικίνδυνα και μη επικίνδυνα:** Λυματολάσπες από την επεξεργασία βιομηχανικών λυμάτων και λυματολάσπες που περιέχουν υδρογονάνθρακες. Στην ΕΕ-27, το 2004 παρήχθησαν 8,47 εκ. τ., ενώ το 2018 παρήχθησαν 13,01 εκ. τ. Συνεπώς, το 2018, υπήρξε αύξηση της τάξεως του 53,6%, σε σχέση με το 2004.

6) **Ιλύες και υγρά απόβλητα από την επεξεργασία απορριμμάτων (Sludges and liquid wastes from waste treatment), Επικίνδυνα και μη Επικίνδυνα:** Αυτά τα απόβλητα περιλαμβάνουν διαφορετικούς τύπους υγρών αποβλήτων και λάσπης, από εγκαταστάσεις επεξεργασίας αποβλήτων. Συμπεριλαμβάνονται τα απόβλητα από τη φυσικοχημική επεξεργασία επικίνδυνων αποβλήτων, υγρά και λάσπες από την αναερόβια επεξεργασία αποβλήτων, στραγγίσματα χώρων υγειονομικής ταφής, κ.α. Στην ΕΕ-27, το 2010 παρήχθησαν 4,87 εκ. τ., ενώ το 2018 παρήχθησαν 9,12 εκ. τ. Συνεπώς, το 2018 υπήρξε αύξηση της τάξεως του 87,26%, σε σχέση με το 2010.

7) **Απόβλητα από την υγειονομική περίθαλψη και βιολογικά απόβλητα (Healthcare and biological waste), Επικίνδυνα και μη Επικίνδυνα:** Πρόκειται για μολυσματικά και μη μολυσματικά απόβλητα από την υγειονομική περίθαλψη. Αυτά τα απόβλητα περιλαμβάνουν μόνο βιολογικά απόβλητα από την υγειονομική περίθαλψη ζώων και ανθρώπων. Προέρχονται κυρίως από κλινικές, νοσοκομεία, κτηνιατρικές δραστηριότητες, κ.α. Στην ΕΕ-27, το 2004 παρήχθησαν 1,39 εκ. τ., ενώ το 2018 παρήχθησαν 1,92 εκ. τ. Συνεπώς, το 2018 υπήρξε αύξηση της τάξεως του 38,12%, σε σχέση με το 2004.

8) **Απορρίμματα μετάλλων (σιδηρούχα, μη σιδηρούχα, συνδυασμός σιδηρούχων και μη σιδηρούχων) (Metallic wastes ferrous, non-ferrous and mixed ferrous and non-ferrous), Επικίνδυνα και μη επικίνδυνα:** Απορριπτόμενα καλούπια, σίδηρος και χάλυβας, αλουμίνιο, μόλυβδος, χαλκός, μπρούτζος, ψευδάργυρος, κασσίτερος, μεταλλικές κονσέρβες, ανάμεικτα μέταλλα, κ.α. Στην ΕΕ-27, το 2010 παρήχθησαν 74,03 εκ. τ., ενώ το 2018 παρήχθησαν 86,94 εκ. τ. Συνεπώς, το 2018 υπήρξε αύξηση της τάξεως του 17,43%, σε σχέση με το 2010.

9) **Απορρίμματα γυαλιού (Glass wastes), Επικίνδυνα και μη Επικίνδυνα:** Απόβλητα από γυάλινες συσκευασίες, απορρίμματα από την παραγωγή γυαλιού και προϊόντων του, απόβλητα γυαλιού από τις διεργασίες διαλογής και ανακύκλωσης, κ.α. Στην ΕΕ-27, το 2004 παρήχθησαν 12,63 εκ. τ., ενώ το 2018 παρήχθησαν 16,39 εκ. τ. Συνεπώς, το 2018 υπήρξε αύξηση της τάξεως του 29,77%, σε σχέση με το 2004.

10) **Απορρίμματα χαρτιού και χαρτονιού (Paper and cardboard wastes), Μη επικίνδυνα:** Πρόκειται για απόβλητα χαρτιού και χαρτονιού από την διαλογή και την ξεχωριστή διαλογή ανά επιχείρηση και νοικοκυριό. Σε αυτή τη κατηγορία περιλαμβάνονται συσκευασίες από απορρίμματα χαρτιού και χαρτονιού, απορρίμματα από περιοδικά και εφημερίδες, λάσπη από ίνες και χαρτί, και άλλα απορρίμματα χαρτιού και χαρτονιού. Στην ΕΕ-27, το 2004 παρήχθησαν 43,62 εκ. τ., ενώ το 2018 παρήχθησαν 42,83 εκ. τ. Συνεπώς, το 2018 υπήρξε μείωση της τάξεως του -1,81%, σε σχέση με το 2004.

11) **Απορρίμματα ελαστικού (Rubber wastes), Μη επικίνδυνα:** Αυτά τα απόβλητα είναι μόνο ελαστικά, στο τέλος του κύκλου ζωής τους, τα οποία προέρχονται από τη

συντήρηση οχημάτων και από οχήματα στο τέλος του κύκλου ζωής τους. Όλα τα απόβλητα ελαστικών είναι μη επικίνδυνα. Στην ΕΕ-27, το 2004 παρήχθησαν 2,63 εκ. τ., ενώ το 2018 παρήχθησαν 2,97 εκ. τ. Συνεπώς, το 2018 υπήρξε αύξηση της τάξεως του 12,92%, σε σχέση με το 2004.

12) Απορρίμματα πλαστικών (Plastic wastes), Μη επικίνδυνα: Πλαστικές συσκευασίες, πλαστικά απόβλητα από την παραγωγή και την κατεργασία πλαστικών, πλαστικά απορρίμματα από διαδικασίες διαλογής και προετοιμασίας, χωριστά συλλεγμένα πλαστικά απορρίμματα κ.α. Στην ΕΕ-27, το 2004 παρήχθησαν 9,54 εκ. τ., ενώ το 2018 παρήχθησαν 16,9 εκ. τ. Συνεπώς, το 2018 υπήρξε αύξηση της τάξεως του 77,14%, σε σχέση με το 2004.

13) Απορρίμματα ξυλείας (Wood wastes), μη Επικίνδυνα: Απόβλητα ξύλινων συσκευασιών, πριονίδι, ροκανίδια, ξέσματα, απόβλητα φλοιών και φελλών, ξύλο από την παραγωγή χαρτοπολτού και χαρτιού, ξύλο προερχόμενο από τον τομέα κατασκευών και κατεδαφίσεων κτιρίων, χωριστά συλλεγμένα απόβλητα ξύλου και άλλα απορρίμματα ξυλείας. Στην ΕΕ-27, το 2004 παρήχθησαν 62,79 εκ. τ., ενώ το 2018 παρήχθησαν 48,83 εκ. τ. Συνεπώς, το 2018 υπήρξε μείωση της τάξεως του -22,23%, σε σχέση με το 2004.

14) Απορρίμματα υφαντουργίας (Textile wastes), Μη επικίνδυνα: Απορρίμματα υφαντουργίας και δέρματος, απόβλητα συσκευασιών από υφαντουργικές ύλες, φθαρμένα ρούχα και μεταχειρισμένα υφάσματα, απόβλητα από την παρασκευή και την επεξεργασία ινών, απόβλητα από επεξεργασμένο δέρμα, κ.α. Στην ΕΕ-27, το 2004 παρήχθησαν 4,05 εκ. τ., ενώ το 2018 παρήχθησαν 2,17 εκ. τ. Συνεπώς, το 2018 υπήρξε μείωση της τάξεως του -46,41% σε σχέση με το 2004.

15) Απόβλητα που περιέχουν PCB (Waste containing PCB), Επικίνδυνα: Απόβλητα κατασκευών και κατεδαφίσεων, τα οποία περιέχουν PCB, συστατικά που περιέχουν PCB από προϊόντα των καταναλωτών, κ.α. Στην ΕΕ-27, το 2004 παρήχθησαν 0,05 εκ. τ., ενώ το 2018 παρήχθησαν 0,04 εκ. τ. Συνεπώς, το 2018 υπήρξε μείωση της τάξεως του -20%, σε σχέση με το 2004.

16) Απορριπτόμενος εξοπλισμός (Discarded equipment), Επικίνδυνα και μη Επικίνδυνα: Πρόκειται για ηλεκτρικά απόβλητα και απορρίμματα ηλεκτρονικού εξοπλισμού (π.χ. μικρός και μεγάλος οικιακός εξοπλισμός, εξοπλισμός πληροφορικής, ηλεκτρικά εργαλεία κ.α.). Όσον αφορά, τις μπαταρίες και τα οχήματα στο τέλος του κύκλου ζωής τους, εξαιρούνται από αυτήν την κατηγορία, καθώς αναφέρονται στις κατηγορίες των απορριπτόμενων οχημάτων (17) και απορριμμάτων ηλεκτρικών στηλών και συσσωρευτών (18). Τα συγκεκριμένα απόβλητα, μπορούν να δημιουργηθούν από όλους τους οικονομικούς τομείς, και πρέπει να συλλέγονται χωριστά, σύμφωνα με τις Οδηγίες της Ε.Ε. Στην ΕΕ-27, το 2004 παρήχθησαν 2,11 εκ. τ., ενώ το 2018 παρήχθησαν 5,32 εκ. τ. Συνεπώς, το 2018 υπήρξε αύξηση της τάξεως του 152,1%, σε σχέση με το 2004.

17) Απορριπτόμενα οχήματα (Discarded vehicles), Επικίνδυνα και μη Επικίνδυνα: Όλα τα είδη οχημάτων στο τέλος του κύκλου ζωής τους, τα οποία προέρχονται από επιχειρήσεις και νοικοκυριά. Είναι επικίνδυνα όταν περιέχουν επικίνδυνες ουσίες (π.χ. ψυκτικά υγρά, έλαια κινητήρα ή καύσιμο, κ.α.). Στην ΕΕ-27, το 2004 παρήχθησαν 6,94

εκ. τ., ενώ το 2018 παρήχθησαν 8,99 εκ. τ. Συνεπώς, το 2018 υπήρξε αύξηση της τάξεως του 29,53%, σε σχέση με το 2004.

18) Απορρίμματα ηλεκτρικών στηλών και συσσωρευτών (Batteries and accumulators wastes), Επικίνδυνα και μη Επικίνδυνα: Αυτά τα απόβλητα προέρχονται κυρίως από τα νοικοκυριά, αν και μπορούν να παραχθούν σε χαμηλότερες ποσότητες, από όλους τους τομείς. Οι μπαταρίες και οι συσσωρευτές είναι επικίνδυνα απορρίμματα, όταν περιέχει επικίνδυνες ουσίες, π.χ. νικέλιο, κάδμιο, υδράργυρο, μόλυβδο, κ.α. Στην ΕΕ-27, το 2004 παρήχθησαν 1,21 εκ. τ., ενώ το 2018 παρήχθησαν 1,58 εκ. τ. Συνεπώς, το 2018 υπήρξε αύξηση της τάξεως του 30,57%, σε σχέση με το 2004.

19) Ζωικά υπολείμματα από την παρασκευή τροφής και προϊόντα (Animal and mixed food wastes), Μη επικίνδυνα: Αυτά τα απόβλητα είναι ζωικά και μικτά απόβλητα από την παρασκευή τροφίμων και προϊόντων, συμπεριλαμβανομένων των λασπών από την πλύση και τον καθαρισμό, ξεχωριστά συλλεγόμενα βιοαποδομήσιμα απόβλητα κουζίνας και χώρων ενδιαιτήσης, βρώσιμα έλαια και λίπη, κ.α. Προέρχονται από την προετοιμασία και την παραγωγή τροφίμων και από την ξεχωριστή συλλογή. Στην ΕΕ-27, το 2010 παρήχθησαν 22,94 εκ. τ., ενώ το 2018 παρήχθησαν 22,52 εκ. τ. Συνεπώς, το 2018 υπήρξε μείωση της τάξεως του -1,83%, σε σχέση με το 2010.

20) Φυτικά υπολείμματα (Vegetal wastes), Μη επικίνδυνα: Αυτά τα απόβλητα είναι φυτικά υπολείμματα από την παρασκευή τροφίμων και προϊόντων. Περιλαμβάνονται λάσπες από την πλύση και τον καθαρισμό, απόβλητα ιστών φυτών, υλικά ακατάλληλα για κατανάλωση ή επεξεργασία, κ.α. Προέρχονται από την παραγωγή τροφίμων και ποτών, την γεωργία, την κηπουρική και την δασοκομία. Στην ΕΕ-27, το 2010 παρήχθησαν 44,75 εκ. τ., ενώ το 2018 παρήχθησαν 52,15 εκ. τ. Συνεπώς, το 2018 υπήρξε αύξηση της τάξεως του 16,53%, σε σχέση με το 2010.

21) Κόπρανα, ούρα και κοπριά ζώων (Animal faeces, urine and manure), Μη επικίνδυνα: Αυτά τα απόβλητα είναι υδαρής γεωπολτός και υδαρής κοπριά, ζωικά κόπρανα, ούρα και κόπρος (συμπεριλαμβάνονται και φθαρμένα άχυρα), κ.α. Τα συγκεκριμένα απόβλητα, προέρχονται από τη γεωργία. Στην ΕΕ-27, το 2004 παρήχθησαν 33,26 εκ. τ., ενώ το 2018 παρήχθησαν, 12,97 εκ. τ. Συνεπώς, το 2018 υπήρξε μείωση της τάξεως του -61%, σε σχέση με το 2004.

22) Οικιακά και παρόμοια απορρίμματα (Household and similar wastes), Μη επικίνδυνα: Αυτά τα απόβλητα είναι μεικτά αστικά απόβλητα, ογκώδη απόβλητα, υπολείμματα από τον καθαρισμό δρόμων (π.χ. συσκευασίες, απορρίμματα κουζίνας, οικιακός εξοπλισμός εκτός των χωριστά συλλεγμένων μερών), απόβλητα από αγορές, κ.α. Προέρχονται κυρίως από τα νοικοκυριά, αλλά μπορούν επίσης να δημιουργηθούν, από όλους τους τομείς. Στην ΕΕ-27, το 2004 παρήχθησαν 162,16 εκ. τ., ενώ το 2018 παρήχθησαν 133,8 εκ. τ. Συνεπώς, το 2018 υπήρξε μείωση της τάξεως του -17,48%, σε σχέση με το 2004.

23) Μεικτά και χύδη υλικά (Mixed and undifferentiated material), Επικίνδυνα και μη Επικίνδυνα: Αυτά είναι αόριστα και μεικτά απόβλητα, χωρίς κάποια γενική πηγή προέλευσης. Αυτή η κατηγορία δεν καλύπτει μόνο τις μικτές συσκευασίες αλλά κυρίως και τις υπόλοιπες κατηγορίες από διάφορους κλάδους της βιομηχανίας

(παραγωγή τροφίμων, κλωστοϋφαντουργία, εγκαταστάσεις καύσης, επιφανειακή επεξεργασία μετάλλων και πλαστικών υλών, κ.α.). Στην ΕΕ-27, το 2004 παρήχθησαν 34,33 εκ. τ., ενώ το 2018 παρήχθησαν 38,28 εκ. τ. Συνεπώς, το 2018 υπήρξε αύξηση της τάξεως του 11,5%, σε σχέση με το 2004.

24) Υπολείμματα διαλογών (Sorting residues), Επικίνδυνα και μη Επικίνδυνα: Αυτά τα απόβλητα είναι υπολείμματα διάλυσης οχημάτων και άλλα υπολείμματα διαλογών (απορρίμματα από την ανακύκλωση χαρτιού και χαρτονιού, υπολείμματα υλικού διάλυσης, μη λιπασματοποιημένο τμήμα ζωικών και φυτικών αποβλήτων, κ.α.). Προέρχονται κυρίως από την επεξεργασία αποβλήτων και τη χωριστή συλλογή. Τα υπολείμματα διαλογής από δραστηριότητες κατεδάφισης εξαιρούνται. Στην ΕΕ-27, το 2004 παρήχθησαν 32,16 εκ. τ., ενώ το 2018, παρήχθησαν 89,69 εκ. τ. Συνεπώς, το 2018 υπήρξε αύξηση της τάξεως του 178,88%, σε σχέση με το 2004.

25) Κοινές λυματολάσπες (Common sludges), Μη επικίνδυνα: Λυματολάσπες από την επεξεργασία λυμάτων υπονόμων, βιοαποδομήσιμες λυματολάσπες από την επεξεργασία υγρών αποβλήτων, λυματολάσπες από τον καθαρισμό πόσιμου νερού και νερού για βιομηχανική χρήση, μη μολυσματικές λυματολάσπες βυθοκόρησης και περιεχόμενα βόθρων. Προέρχονται κυρίως από τα νοικοκυριά και τους βιομηχανικούς κλάδους με οργανικά λύματα (κυρίως χαρτοπολτός και χαρτί καθώς και από την προετοιμασία και την επεξεργασία τροφίμων). Μπορούν επίσης να εμφανιστούν σε εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων ή στην αναερόβια επεξεργασία αποβλήτων. Στην ΕΕ-27, το 2004 παρήχθησαν 13,14 εκ. τ., ενώ το 2018 παρήχθησαν 17,54 εκ. τ. Συνεπώς, το 2018 υπήρξε αύξηση της τάξεως του 33,48%, σε σχέση με το 2004.

26) Ανόργανα απορρίμματα από κατασκευές και κατεδαφίσεις (Mineral waste from construction and demolition), Επικίνδυνα και μη Επικίνδυνα: Σκυρόδεμα, τούβλα, πλακάκια και κεραμικά, απόβλητα γύψου, μονωτικά υλικά, απόβλητα δομικών κατασκευών που περιέχουν γυαλί, πλαστικά και ξύλο, κ.α. Προέρχονται από δραστηριότητες κατασκευών και κατεδαφίσεων και είναι επικίνδυνα όταν περιέχουν οργανικούς ρύπους. Στην ΕΕ-27, το 2010 παρήχθησαν 277,23 εκ. τ., ενώ το 2018 παρήχθησαν 303,17 εκ. τ. Συνεπώς, το 2018 υπήρξε αύξηση της τάξεως του 9,35%, σε σχέση με το 2010.

27) Άλλα απορρίμματα ανόργανων ουσιών (Other mineral wastes), Επικίνδυνα και μη Επικίνδυνα: Απόβλητα από την εκσκαφή ορυκτών, χαλίκια, σπασμένοι βράχοι, απόβλητα αμμώδη και αργιλώδη, λάσπες και απόβλητα από εξορυκτικές βιομηχανίες, υδαρείς λάσπες που περιέχουν κεραμικά υλικά, απόβλητο μείγμα προπαρασκευής πριν από την θερμική κατεργασία, απόβλητα από την εξάμμωση, χώματα και πέτρες, άλλα μη βιοαποδομήσιμα απόβλητα, κ.α. Είναι επικίνδυνα όταν περιέχουν αμίαντο, έλαια ή βαρέα μέταλλα. Στην ΕΕ-27, το 2010 παρήχθησαν 734,98 εκ. τ., ενώ το 2018 παρήχθησαν 676,13 εκ. τ. Συνεπώς, το 2018 υπήρξε μείωση της τάξεως του -8%, σε σχέση με το 2010,

28) Υπολείμματα καύσης (Combustion wastes), Επικίνδυνα και μη Επικίνδυνα: Πρόκειται για απόβλητα καθαρισμού αερίων καπναγωγών (π.χ. απόβλητα αντιδράσεων με βάση ασβέστιο από αποθείωση καυσαερίων σε στερεά μορφή, στερεά απόβλητα από την επεξεργασία αερίων, λάσπες και πλάκες φίλτρων από την επεξεργασία αερίων, σκόνη καυσαερίων, κ.α.) και σκωρίες και τέφρες από διεργασίες

καύσης (π.χ. φωσφορική σκωρία, τέφρα κλιβάνου, πτητική τέφρα, άμμοι από ρευστοποιημένες κλίνες, άλλα σωματίδια και σκόνες, κ.α.). Τα υπολείμματα καύσεων είναι επικίνδυνα όταν περιέχουν οργανικούς ρύπους, έλαια και βαρέα μέταλλα. Στην ΕΕ-27, το 2004 παρήχθησαν 150,6 εκ. τ., ενώ το 2018 παρήχθησαν 113,03 εκ. τ. Συνεπώς, το 2018 υπήρξε μείωση της τάξεως του -24,94%, σε σχέση με το 2004.

29) Εδάφη (Soils), Επικίνδυνα και μη Επικίνδυνα: Πρόκειται για χώματα και πέτρες που προέρχονται κυρίως από τις κατασκευαστικές δραστηριότητες, την εκσκαφή μολυσμένων υλικών και την εξυγίανση εδαφών. Είναι επικίνδυνα όταν περιέχουν οργανικούς ρύπους, βαρέα μέταλλα ή έλαια. Στην ΕΕ-27, το 2010 παρήχθησαν 383,2 εκ. τ, ενώ το 2018 παρήχθησαν 468,6 εκ. τ. Συνεπώς, το 2018 υπήρξε αύξηση της τάξεως του 22,28%, σε σχέση με το 2010.

30) Λυματολάσπες βυθοκόρησης (Dredging spoils), Επικίνδυνα και μη επικίνδυνα: Πρόκειται για απόβλητα που προέρχονται κυρίως από την κατασκευή και την συντήρηση υδραυλικών έργων, βυθοκόρησης και υπογείων έργων. Είναι επικίνδυνα όταν περιέχουν βαρέα μέταλλα ή οργανικούς ρύπους. Στην ΕΕ-27, το 2004 παρήχθησαν 34,06 εκ. τ., ενώ το 2018 παρήχθησαν 76,87 εκ. τ. Συνεπώς, το 2018 υπήρξε αύξηση της τάξεως του 125,68%, σε σχέση με το 2004.

31) Απορρίμματα ανόργανων ουσιών από την επεξεργασία αποβλήτων και σταθεροποιημένα απόβλητα (Mineral waste from waste treatment and stabilised wastes), Επικίνδυνα και μη επικίνδυνα: Αυτά τα απόβλητα προέρχονται από την καύση και την πυρόλυση απορριμμάτων (π.χ. τέφρα κλιβάνου, σκωρία, πτητική τέφρα, άμμοι από ρευστοποιημένες κλίνες, σκόνη λέβητα, πλάκες φίλτρων από την επεξεργασία αερίων), ανόργανο κλάσμα από την μηχανική επεξεργασία αποβλήτων, κ.α. Στην ΕΕ-27, το 2010 παρήχθησαν 32,92 εκ. τ., ενώ το 2018 παρήχθησαν 45,62 εκ. τ. Συνεπώς, το 2018 υπήρξε αύξηση της τάξεως του 38,57%, σε σχέση με το 2010.

Σύμφωνα με τις παραπάνω 31 κατηγορίες αποβλήτων, παρατηρήθηκε ότι οι 19 παρουσίασαν αύξηση το 2018, σε σχέση με το 2004 και μόνο οι 12 παρουσίασαν μείωση. Παίρνοντας ως παράδειγμα την κατηγορία απορριμμάτων γυαλιού, παρατηρείται ότι το 2018, παρήχθησαν 29,77% περισσότεροι τόνοι, σε σχέση με το 2004. Οι μεγαλύτερες αυξήσεις παρατηρήθηκαν στην κατηγορία των υπολειμμάτων διαλογής (178,88%) και στην κατηγορία του απορριπτόμενου εξοπλισμού (152,1%). Επίσης, σημαντική αύξηση παρουσιάστηκε και στην κατηγορία των λυματολασπών βυθοκόρησης (125,68%). Οι μεγαλύτερες μειώσεις παρατηρήθηκαν στην κατηγορία των κοπράνων, ούρων και κοπριάς ζώων (-61%), στην κατηγορία των απορριμμάτων υφαντουργίας (-46,41%) και στην κατηγορία των χημικών αποβλήτων (-37,4%).

1.3.4 Παραγωγή Απορριμμάτων ανόργανων ουσιών στην ΕΕ-27 κατά την περίοδο 2004-2018

Σύμφωνα με την Eurostat, το 2018, στην ΕΕ-27 παρήχθησαν 1.524,7 εκ. τ. απορριμμάτων ανόργανων ουσιών, δηλαδή σχεδόν τα δύο τρίτα (περίπου 65,2%) των συνολικών ΣΑ (2.336,7 εκ.τ) που παρήχθησαν, για το συγκεκριμένο έτος. Στοιχεία

σχετικά με τις κατηγορίες των απορριμμάτων ανόργανων ουσιών (ανόργανα απορρίμματα από κατασκευές και κατεδαφίσεις, άλλα απορρίμματα ανόργανων ουσιών, εδάφη, ανόργανα απόβλητα από την επεξεργασία αποβλήτων και σταθεροποιημένα απόβλητα) αναφέρονται στην παράγραφο 1.3.3. Σύμφωνα με τα δεδομένα της Eurostat, το 2004, είχαν παραχθεί 1.468,3 εκ. τ. απορριμμάτων ανόργανων ουσιών, ενώ το 2018, ήταν περίπου 1.524,7 εκ. τ. Συνεπώς το 2018 παρατηρήθηκε αύξηση της τάξεως του 3,84%, σε σχέση με το 2004. (www.ec.europa.eu/eurostat).

1.3.5 Παραγωγή Στερεών Αποβλήτων στην ΕΕ-27 την περίοδο 2008-2018, τα οποία δεν ανήκουν στις κατηγορίες των Απορριμμάτων ανόργανων ουσιών

Τα στερεά απόβλητα, τα οποία δεν ανήκουν στις κατηγορίες των απορριμμάτων ανόργανων ουσιών (οι κατηγορίες αποβλήτων, οι οποίες αναφέρονται στην παράγραφο 1.3.3 με εξαίρεση τις κατηγορίες που επισημαίνονται στην παράγραφο 1.3.4), ήταν περίπου 812 εκ. τ. στην ΕΕ-27 το 2018 (Πίνακας 5). Συνεπώς, το ποσοστό των συγκεκριμένων ΣΑ, ήταν περίπου 34,8%, δηλαδή σχεδόν το ένα τρίτο των συνολικών ΣΑ (2.336,7 εκ. τ., Πίνακας 4) που παρήχθησαν στην ΕΕ-27, για το συγκεκριμένο έτος. Όπως αναφέρεται και από την Eurostat, τα παραγόμενα ΣΑ, τα οποία δεν ανήκουν στις κατηγορίες απορριμμάτων ανόργανων ουσιών, αντιστοιχούσαν σε περίπου 1,8 τόνους παραγωγής ανά κάτοικο της Ευρωπαϊκής Ένωσης, για το έτος 2018. Η παραγωγή αυτών των κατηγοριών ΣΑ, κυμάνθηκε μεταξύ 9,7 τόνων ανά κάτοικο στην Εσθονία (λόγω παραγωγής ενέργειας από σχιστόλιθο) και λιγότερο από ένα τόνο ανά κάτοικο στην Κύπρο, την Λετονία και την Κροατία. Σύμφωνα με τα στατιστικά της Eurostat, αύξηση των παραγόμενων στερεών αποβλήτων, τα οποία δεν ανήκουν στις κατηγορίες απορριμμάτων ανόργανων ουσιών, παρατηρήθηκε το 2018, συγκριτικά με το 2008, στο Βέλγιο (55,03%), στη Βουλγαρία (26,16%), στην Τσεχία (32,25%), στη Δανία (9,57%), στη Γερμανία (19,84%), στην Εσθονία (15,94%), στην Ιρλανδία (188,8%), στην Ισπανία (2,07%), στη Γαλλία (6,56%), στην Κροατία (15,62%), στην Ιταλία (19,08%), στο Λουξεμβούργο (27,27%), στη Μάλτα (33,33%), στην Ολλανδία (5,58%) και στην Πολωνία (33,88%). Αντίθετα, μείωση παρατηρήθηκε, στις υπόλοιπες δώδεκα χώρες της ΕΕ, όπως διακρίνεται και στον Πίνακα 5 (www.ec.europa.eu/eurostat).

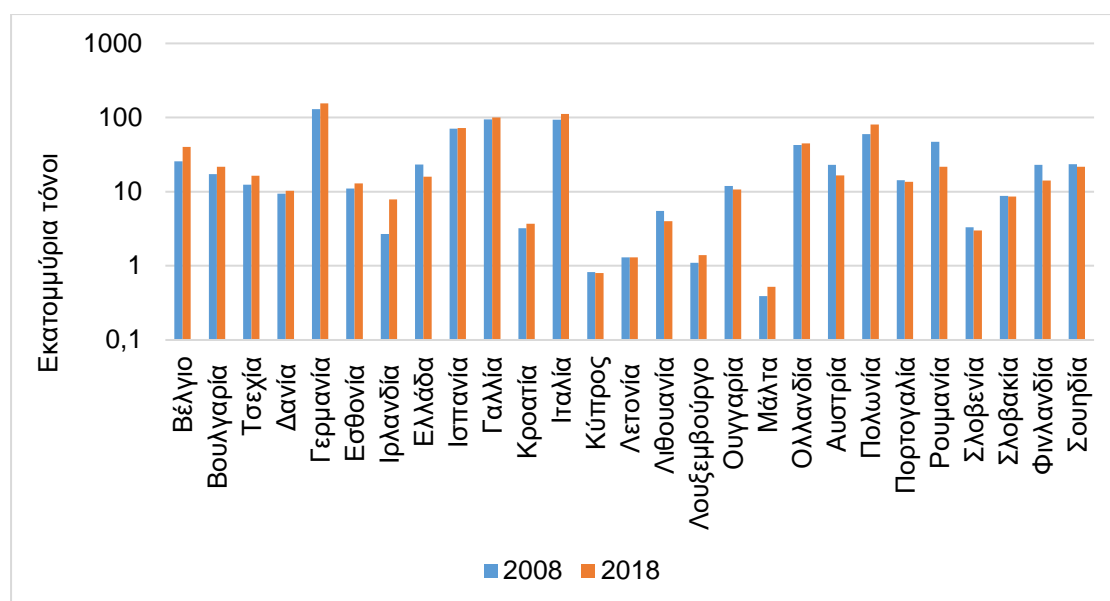
Πίνακας 5. Παραγόμενα Στερεά Απόβλητα, που δεν ανήκουν στις κατηγορίες των Απορριμμάτων ανόργανων ουσιών στην ΕΕ-27 μεταξύ των ετών 2008-2018
(www.ec.europa.eu/eurostat)

Χώρες	Ποσότητες παραγόμενων Στερεών Αποβλήτων, που δεν ανήκουν στα Απορρίμματα ανόργανων ουσιών το 2008 (Εκ. τ.)	Ποσότητες παραγόμενων Στερεών Αποβλήτων, που δεν ανήκουν στα Απορρίμματα ανόργανων ουσιών το 2018 (Εκ. τ.)	Ποσοστό μεταβολής μεταξύ των ετών 2008/ 2018 (%)
ΕΕ-27	760,5	812	6,77
Βέλγιο	25,8	40	55,03
Βουλγαρία	17,2	21,7	26,16
Τσεχία	12,4	16,4	32,25
Δανία	9,4	10,3	9,57
Γερμανία	129,5	155,2	19,84
Εσθονία	11,04	12,8	15,94
Ιρλανδία	2,7	7,8	188,8
Ελλάδα	23,2	15,9	-31,46
Ισπανία	70,6	72,067	2,07
Γαλλία	94,5	100,7	6,56
Κροατία	3,2	3,7	15,62
Ιταλία	93,8	111,7	19,08
Κύπρος	0,82	0,8	-2,43
Λετονία	1,37	1,35	-1,45
Λιθουανία	5,5	3,4	-38,18
Λουξεμβούργο	1,1	1,4	27,27
Ουγγαρία	11,99	10,7	-10,75
Μάλτα	0,39	0,52	33,33
Ολλανδία	42,62	45	5,58
Αυστρία	22,92	16,65	-27,35
Πολωνία	59,9	80,2	33,88
Πορτογαλία	14,3	13,5	-5,59
Ρουμανία	47	21,7	-53,82
Σλοβενία	3,3	3,067	-7,06
Σλοβακία	8,8	8,6	-2,27
Φινλανδία	23,11	14,16	-38,72
Σουηδία	23,4	21,7	-7,26

Σύμφωνα με τα δεδομένα του Πίνακα 5, παρατηρείται ότι το 2008 στην ΕΕ-27, παρήχθησαν 760,5 εκ. τ. των συγκεκριμένων κατηγοριών ΣΑ, και το 2018 παρήχθησαν 812 εκ. τ. Συνεπώς προκύπτει το συμπέρασμα ότι το 2018, υπήρξε αύξηση της τάξεως του 6,77%, σε σχέση με το 2008, όσον αφορά τα παραγόμενα ΣΑ, που δεν ανήκουν στις κατηγορίες απορριμμάτων ανόργανων ουσιών. Παρακάτω αναφέρονται τα Κράτη Μέλη κατά φθίνουσα σειρά, ανάλογα με τα ποσοστά αύξησης και μείωσης της παραγωγής των συγκεκριμένων ΣΑ, μεταξύ των ετών 2008 και 2018. Αύξηση το 2018, σε σχέση με το 2008, παρουσίασαν η Ιρλανδία (188,8%), το Βέλγιο (55,03%), η Πολωνία (33,88%), η Μάλτα (33,33%), η Τσεχία (32,25%), το Λουξεμβούργο

(27,27%), η Βουλγαρία (26,16%), η Γερμανία (19,84%), η Ιταλία (19,08%), η Εσθονία (15,94%), η Κροατία (15,62%), η Δανία (9,57%), η Γαλλία (6,56%), η Ολλανδία (5,58%) και η Ισπανία (2,07%). Αντίθετα, μείωση παρουσίασαν η Ρουμανία (-53,82%), η Φινλανδία (-38,72%) η Λιθουανία (-38,18%), η Ελλάδα (-31,46%), η Αυστρία (-27,35%), η Ουγγαρία (-10,75%), η Σουηδία (-7,26%), η Σλοβενία (-7,06%), η Πορτογαλία (-5,59%), η Κύπρος (-2,43%), η Σλοβακία (-2,27%) και η Λετονία (-1,45%).

Στο Διάγραμμα 4, παρατηρείται η διαφορά μεταξύ της παραγωγής ΣΑ, που δεν ανήκουν στις κατηγορίες απορριμμάτων ανόργανων ουσιών, για τα έτη 2008 και 2018, στην ΕΕ-27.



Διάγραμμα 4. Διαφορά μεταξύ παραγόμενων Στερεών Αποβλήτων, που δεν ανήκουν στις κατηγορίες Απορριμμάτων ανόργανων ουσιών στην ΕΕ-27 κατά την περίοδο 2008-2018 (www.ec.europa.eu/eurostat)

1.3.6 Πηγές προέλευσης Στερεών Αποβλήτων που δεν ανήκουν στις κατηγορίες Απορριμμάτων ανόργανων ουσιών

Στον Πίνακα 6 περιγράφονται οι διάφορες κατηγορίες προέλευσης στερεών αποβλήτων, τα οποία δεν ανήκουν στις κατηγορίες των απορριμμάτων ανόργανων ουσιών. Σύμφωνα με τον αυτόν, φαίνεται ότι μεγάλες ποσότητες παράγονται από τον τομέα των νοικοκυριών και από τον τομέα της μεταποίησης. Επίσης, παρατηρείται ότι το σύνολο των στερεών αποβλήτων, που δεν ανήκουν στις κατηγορίες των απορριμμάτων ανόργανων ουσιών και παρήχθησαν στην ΕΕ-27 το 2018, αυξήθηκαν κατά 4,2%, σε σχέση με το 2004. Τα προερχόμενα απόβλητα από κατασκευές και κατεδαφίσεις αυξήθηκαν κατά 20%, οι ιλύες από επεξεργασία λυμάτων και νερού αυξήθηκαν κατά 176%, καθώς επίσης και τα απόβλητα από νοικοκυριά, τα οποία αυξήθηκαν κατά 6,6%. Στις υπόλοιπες κατηγορίες παρατηρήθηκε μείωση, καθώς από

τον τομέα της γεωργίας, της δασοκομίας και της αλιείας τα παραγόμενα απόβλητα του έτους 2018, είχαν μειωθεί κατά -68,7%, σε σχέση με αυτά που είχαν παραχθεί το 2004. Από τον τομέα των εξορύξεων και λατομείων παρατηρήθηκε μείωση της τάξεως του -22,1%, από τον τομέα της μεταποίησης μείωση της τάξεως του -24,9 %, από τον τομέα της ενέργειας μείωση της τάξεως του -11,4% και από τους άλλους τομείς υπήρξε μείωση της τάξεως του -3,7% το 2018, σε σχέση με το 2004.

Πίνακας 6. Προέλευση και παραγωγή Στερεών Αποβλήτων, που δεν ανήκουν στις κατηγορίες Απορριμμάτων ανόργανων αποβλήτων, ανά τομέα, στην ΕΕ-27 την περίοδο 2004-2018 (www.ec.europa.eu/eurostat)

Προέλευση αποβλήτων	2004 (Εκ. τ.)	2006 (Εκ. τ.)	2008 (Εκ. τ.)	2010 (Εκ. τ.)	2012 (Εκ. τ.)	2014 (Εκ. τ.)	2016 (Εκ. τ.)	2018 (Εκ. τ.)	Ποσοστό μεταβολής μεταξύ 2018/2004
Συνολικά	779,5	789,9	760,5	758,7	758	769	784,7	812	4,2
Γεωργία, Δασοκομία, Αλιεία	62,3	56,7	45,5	20,2	20,4	17,7	19,7	19,5	-68,7
Εξορύξεις Λατομεία	10,4	7,1	10	7,9	7,5	7,7	6,9	8,1	-22,1
Μεταποίηση	239,9	225,8	216,8	190,5	176,4	175,9	178,9	180,1	-24,9
Ενέργεια	85,4	93,3	84,1	78,6	88,8	87,4	74,7	75,7	-11,4
Πύες από επεξεργασία λυμάτων και νερού	75,2	83,3	98,9	129,9	155	180,7	196,9	207,6	176
Κατασκευές Κατεδαφίσεις	34,4	33,4	34,8	42,5	39,8	38,6	37,8	41,3	20
Άλλοι τομείς	97,7	111,2	88,8	102,3	88,9	85,1	88,5	94	-3,7
Νοικοκυριά	174,1	179,2	181,6	186	180,7	175,9	181,4	185,7	6,6

1.3.7 Παραγωγή Αστικών Στερεών Αποβλήτων στην ΕΕ-27- Σύγκριση μεταξύ των ετών 2010-2019 καθώς και 2005-2019

Στην κατηγορία των αστικών στερεών αποβλήτων περιλαμβάνονται “τα ανάμεικτα απόβλητα και τα απόβλητα που συλλέγονται χωριστά από τα νοικοκυριά, μεταξύ άλλων χαρτί και χαρτόνι, γυαλί, μέταλλα, πλαστικά, βιολογικά απόβλητα, ξύλο, προϊόντα κλωστοϋφαντουργίας, απορρίμματα συσκευασίας, απόβλητα ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού, απόβλητα ηλεκτρικών στηλών και συσσωρευτών, και

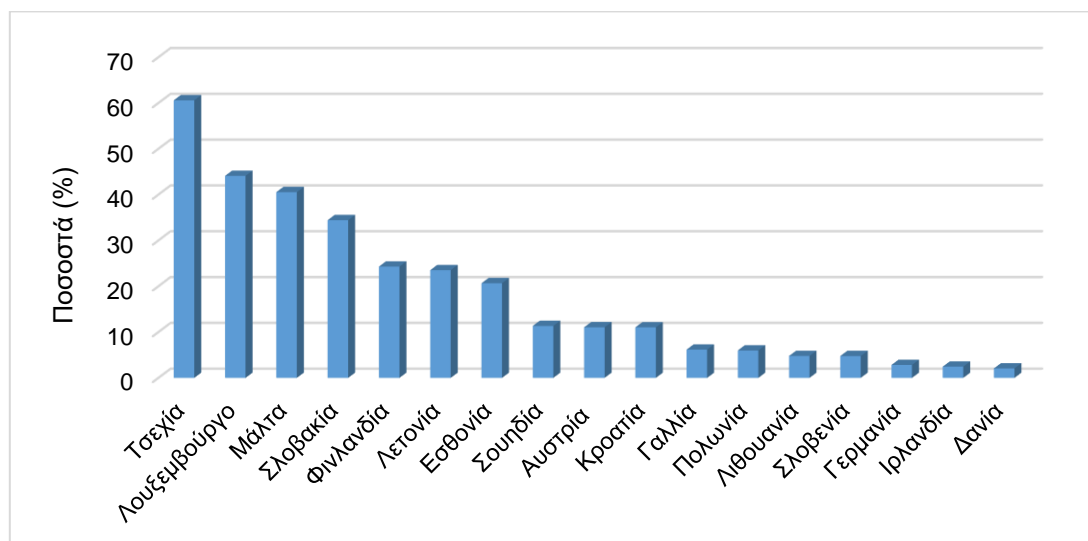
ογκώδη απόβλητα, συμπεριλαμβανομένων στρωμάτων και επίπλων” (Οδηγία 2018/851/ΕΕ). Επίσης ανήκουν “τα ανάμεικτα απόβλητα και τα απόβλητα που συλλέγονται χωριστά από άλλες πηγές, όταν είναι παρόμοια ως προς τη φύση και τη σύνθεση με τα οικιακά απόβλητα” (Οδηγία 2018/851/ΕΕ). Ο όρος μικτά αστικά απόβλητα περιλαμβάνει “τα απόβλητα από νοικοκυριά, καθώς και τα απόβλητα εμπορικών και βιομηχανικών δραστηριοτήτων και τα απόβλητα ιδρυμάτων, τα οποία, λόγω της φύσης και της σύνθεσής τους, είναι όμοια με τα απόβλητα των νοικοκυριών” (Οδηγία 2000/76/ΕΚ). Στα αστικά στερεά απόβλητα δεν περιλαμβάνονται “απόβλητα παραγωγής, γεωργίας, δασοκομίας, αλιείας, σηπτικών δεξαμενών και απόβλητα από δίκτυα αποχέτευσης και επεξεργασίας αποβλήτων, συμπεριλαμβανομένης της ιλύος καθαρισμού λυμάτων, οχήματα στο τέλος του κύκλου ζωής τους ή απόβλητα από κατασκευές και κατεδαφίσεις” (Οδηγία 2018/851/ΕΕ).

Πίνακας 7. Συνολικά παραγόμενα Αστικά Στερεά Απόβλητα στην ΕΕ-27 μεταξύ των ετών 2010-2019 (www.ec.europa.eu/eurostat)

Χώρες	Ποσότητες παραγόμενων Αστικών Στερεών Αποβλήτων το 2010 (Εκ. τ.)	Ποσότητες παραγόμενων Αστικών Στερεών Αποβλήτων το 2019 (Εκ. τ.)	Ποσοστό μεταβολής μεταξύ των ετών 2010/2019 (%)
ΕΕ-27	222	224,4	1,08
Βέλγιο	4,97	4,77	-4,02
Βουλγαρία	4,09	2,86	-30,07
Τσεχία	3,3	5,33	60,6
Δανία	4,8 (2011)	4,9	2,08 (2011-2019)
Γερμανία	49,2	50,6	2,84
Εσθονία	0,406	0,49	20,68
Ιρλανδία	2,84	2,91 (2018)	2,46 (2010-2018)
Ελλάδα	5,91	5,61	-5,07
Ισπανία	23,77	22,43	-5,63
Γαλλία	34,6	36,74	6,18
Κροατία	1,63	1,81	11,04
Ιταλία	32,44	30,02	-7,45
Κύπρος	0,57	0,56	-1,75
Λετονία	0,68	0,84	23,52
Λιθουανία	1,25	1,31	4,8
Λουξεμβούργο	0,34	0,49	44,11
Ουγγαρία	4,03	3,78	-6,2
Μάλτα	0,249	0,35	40,56
Ολλανδία	9,48	8,8	-7,17
Αυστρία	4,7	5,22	11,06
Πολωνία	12,03	12,75	5,98
Πορτογαλία	5,45	5,28	-3,11
Ρουμανία	6,34	5,43	-14,35
Σλοβενία	1,004	1,052	4,78
Σλοβακία	1,71	2,299	34,44
Φινλανδία	2,51	3,12	24,3
Σουηδία	4,14	4,61	11,35

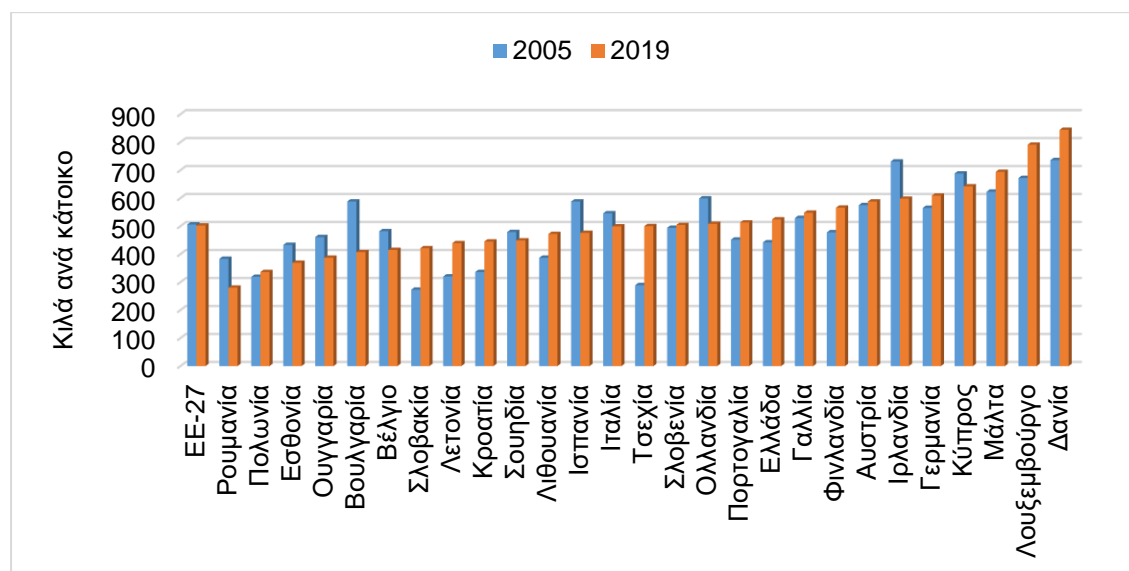
Σύμφωνα με τα δεδομένα του Πίνακα 7, παρατηρείται ότι στην ΕΕ-27 το 2010 είχαν παραχθεί 222 εκ. τ. ΑΣΑ, ενώ το 2019 παρήχθησαν 224,4 εκ. τ. Συνεπώς, το 2019 παρήχθησαν 1,08% περισσότεροι τόνοι, από αυτούς που είχαν παραχθεί το 2010. Μόνο σε 10 χώρες της ΕΕ-27, μειώθηκαν τα ποσοστά, ως προς την παραγωγή ΑΣΑ το έτος 2019, σε σχέση με το 2010, και αυτές ήταν η Βουλγαρία (-30,07%) (2010-2018), η Ρουμανία (-14,35%), η Ιταλία (-7,45%), η Ολλανδία (-7,17%), η Ουγγαρία (-6,2%), η Ισπανία (-5,63%), η Ελλάδα (-5,07%), το Βέλγιο (-4,02%), η Πορτογαλία (-3,11%) και η Κύπρος (-1,75%). Οι χώρες οι οποίες παρουσίασαν αύξηση παραγωγής ΑΣΑ, αναφέρονται στο παρακάτω Διάγραμμα. Για παράδειγμα, στην Τσεχία το 2019 παρήχθησαν 5,3 εκ. τ. ΑΣΑ, ενώ το 2010 είχαν παραχθεί 3,3 εκ. τ., δηλαδή υπήρξε αύξηση της τάξεως του 60,6%. Το ποσοστό που παρουσίασε η Τσεχία ήταν το

μεγαλύτερο. Ακολούθησαν το Λουξεμβούργο (44,11%), η Μάλτα (40,56%) και οι υπόλοιπες χώρες, όπως διακρίνονται στο Διάγραμμα 5. Επισημαίνεται ότι στο συγκεκριμένο Διάγραμμα δεν συμπεριλαμβάνονται οι χώρες που παρουσίασαν αρνητικά ποσοστά.



Διάγραμμα 5. Ποσοστά αύξησης των παραγόμενων Αστικών Στερεών Αποβλήτων στην ΕΕ-27 το 2019 σε σχέση με το 2010 (www.ec.europa.eu/eurostat)

Παρακάτω βρίσκεται το Διάγραμμα 6, στο οποίο παρουσιάζεται η διαφορά μεταξύ των ΑΣΑ, που παρήχθησαν ανά κάτοικο στην ΕΕ-27 κατά την περίοδο 2005 και 2019.



Διάγραμμα 6. Παραγωγή Αστικών Στερεών Αποβλήτων ανά κάτοικο της ΕΕ-27 για τα έτη 2005 και 2019 (www.ec.europa.eu/eurostat)

Μείωση παραγωγής ΑΣΑ παρατηρήθηκε το 2019 σε σχέση με το 2005 στις παρακάτω χώρες, οι οποίες αναφέρονται κατά φθίνουσα σειρά στον Πίνακα 8, ανάλογα με την διαφορά που παρουσίασαν, ως προς τα παραγόμενα ΑΣΑ μεταξύ των συγκεκριμένων ετών. Τα δεδομένα προέκυψαν από την αφαίρεση των παραγόμενων ΑΣΑ, του έτους 2005 από αυτά του 2019, σύμφωνα με τα δεδομένα της Eurostat.

Πίνακας 8. Ποσότητα μείωσης παραγόμενων Αστικών Στερεών Αποβλήτων ανά κάτοικο στην ΕΕ-27 το 2019 σε σχέση με το 2005 (www.ec.europa.eu/eurostat)

1) Βουλγαρία: 407-588=-181 Κιλά ανά κάτοικο
2) Ιρλανδία: 598-731=-133 Κιλά ανά κάτοικο
3) Ισπανία: 476-588=-112 Κιλά ανά κάτοικο
4) Ρουμανία: 280-383=-103 Κιλά ανά κάτοικο
5) Ολλανδία: 508-599=-91 Κιλά ανά κάτοικο
6) Ουγγαρία: 387-461=-74 Κιλά ανά κάτοικο
7) Βέλγιο: 415-482=-67 Κιλά ανά κάτοικο
8) Εσθονία: 369-433=-64 Κιλά ανά κάτοικο
9) Ιταλία: 499-546=-47 Κιλά ανά κάτοικο
10) Κύπρος: 642-688=-46 Κιλά ανά κάτοικο
11) Σουηδία: 449-479=-30 Κιλά ανά κάτοικο

Αντίθετα, αύξηση παραγωγής ΑΣΑ παρατηρήθηκε το 2005 σε σχέση με το 2019 στις παρακάτω χώρες της Ε.Ε. Τα αποτελέσματα προέκυψαν με την ίδια λογική του Πίνακα 8.

Πίνακας 9. Ποσότητα αύξησης παραγόμενων Αστικών Στερεών Αποβλήτων ανά κάτοικο στην ΕΕ-27 το 2019 σε σχέση με το 2005 (www.ec.europa.eu/eurostat)

1) Τσεχία: 500-289=211 Κιλά ανά κάτοικο
2) Σλοβακία: 421-273=148 Κιλά ανά κάτοικο
3) Λουξεμβούργο: 791-672=119 Κιλά ανά κάτοικο, 4) Λετονία: 439-320=119 Κιλά ανά κάτοικο
5) Κροατία: 445-336=109 Κιλά ανά κάτοικο
6) Δανία: 844-736=108 Κιλά ανά κάτοικο
7) Φινλανδία: 566-478=88 Κιλά ανά κάτοικο
8) Λιθουανία: 472-387=85 Κιλά ανά κάτοικο
9) Ελλάδα: 524-442=82 Κιλά ανά κάτοικο
10) Μάλτα: 694-623=71 Κιλά ανά κάτοικο
11) Πορτογαλία: 513-452=61 Κιλά ανά κάτοικο
12) Γερμανία: 609-565=44 Κιλά ανά κάτοικο
13) Γαλλία: 548-529=19 Κιλά ανά κάτοικο
14) Πολωνία: 336-319=17 Κιλά ανά κάτοικο
15) Αυστρία: 588-575=13 Κιλά ανά κάτοικο
16) Σλοβενία: 504-494=10 Κιλά ανά κάτοικο

Σύμφωνα με τους παραπάνω Πίνακες, μεγάλη μείωση ως προς την παραγωγή ΑΣΑ ανά κάτοικο, παρουσιάστηκε το 2019 σε σχέση με το 2015, στη Βουλγαρία (-181 κιλά ανά κάτοικο), στην Ιρλανδία (-133), στην Ισπανία (-112) και στη Ρουμανία (-103). Αντίθετα, μεγάλη αύξηση παρατηρήθηκε στη Τσεχία (211 κιλά ανά κάτοικο), στη Σλοβακία (148), στο Λουξεμβούργο (119) και στη Λετονία (119). Αναφορικά με την Ελλάδα, φαίνεται ότι η παραγωγή των ΑΣΑ, αυξήθηκε κατά 82 κιλά ανά κάτοικο το 2019 σε σχέση με το 2015.

1.3.8 Παραγωγή Επικίνδυνων Αποβλήτων στην ΕΕ-27- Σύγκριση μεταξύ των ετών 2010 και 2018

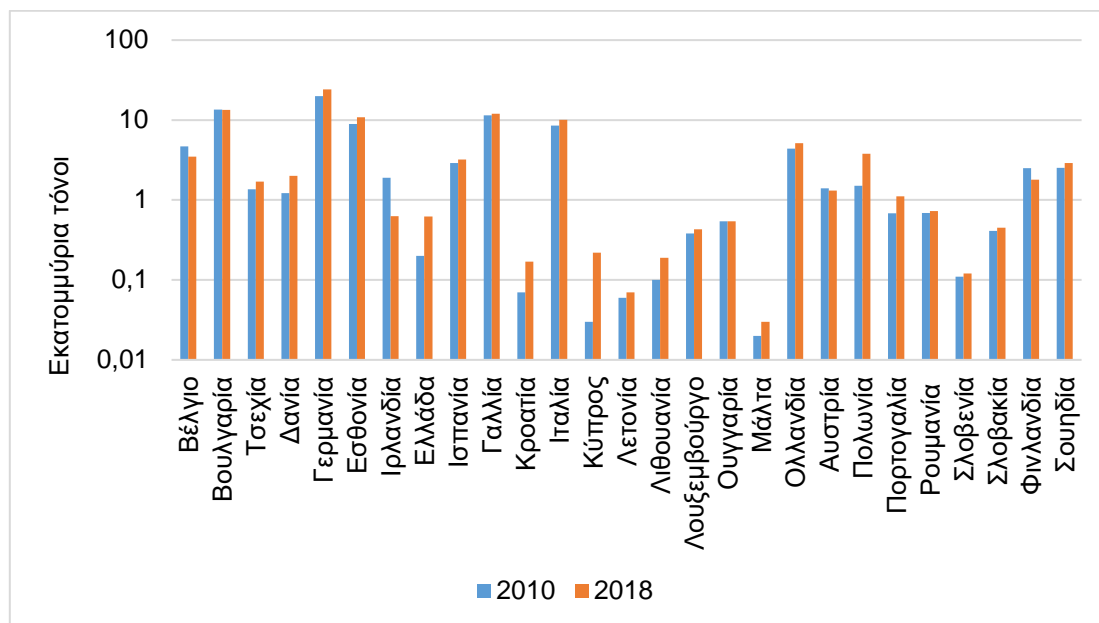
Τα επικίνδυνα απόβλητα (ΕΑ) πρέπει να υφίστανται διαχείριση με ασφάλεια, καθώς έχουν υψηλό κίνδυνο για την ανθρώπινη υγεία και το περιβάλλον. Το ποσοστό των ΕΑ στην ΕΕ-27 για το έτος 2018, ήταν περίπου 4,3% (101,65 εκ. τ, Πίνακας 10), ως προς τα συνολικά (2.336,7 εκ.τ, Πίνακας 4). Το 2018, το ποσοστό των ΕΑ στη συνολική παραγωγή ήταν κάτω από 10% σε όλα τα Κράτη Μέλη, εκτός από την Εσθονία και τη Βουλγαρία, που αντιστοιχούσαν σε ποσοστό 46,9% και 10,4% αντίστοιχα του συνόλου. Το πολύ υψηλό μερίδιο για την Εσθονία οφείλεται κυρίως στην παραγωγή ενέργειας από το σχιστόλιθο. Μεταξύ των υπολοίπων χωρών της Ευρώπης, η Σερβία κατέγραψε το υψηλότερο ποσοστό ΕΑ στη συνολική παραγωγή (30%), λόγω εντατικής δραστηριότητας στον τομέα της εξόρυξης. Ακολούθησαν το Μαυροβούνιο (27,8%), η Τουρκία (15,3%) και η Νορβηγία (11,6%) (www.ec.europa.eu/eurostat).

Πίνακας 10. Παραγόμενα Επικίνδυνα Απόβλητα στην ΕΕ-27 για τα έτη 2010-2018
(www.ec.europa.eu/eurostat)

Χώρες	Ποσότητες παραγόμενων Επικίνδυνων Αποβλήτων το 2010 (Εκ. τ.)	Ποσότητες παραγόμενων Επικίνδυνων Αποβλήτων το 2018 (Εκ. τ.)	Ποσοστό μεταβολής μεταξύ των ετών 2010/2018 (%)
ΕΕ-27	90,81	101,65	11,9
Βέλγιο	4,76	3,48	-26,89
Βουλγαρία	13,55	13,43	-0,88
Τσεχία	1,36	1,69	24,26
Δανία	1,22	2,091	71,39
Γερμανία	19,9	24,19	21,55
Εσθονία	8,96	10,88	21,42
Ιρλανδία	1,97	0,63	-68,02
Ελλάδα	0,29	0,623	114,8
Ισπανία	2,99	3,22	7,69
Γαλλία	11,53	12,09	4,85
Κροατία	0,072	0,17	136,11
Ιταλία	8,54	10,13	18,61
Κύπρος	0,037	0,224	505,4
Λετονία	0,067	0,077	14,92
Λιθουανία	0,105	0,192	82,85
Λουξεμβούργο	0,38	0,43	13,15
Ουγγαρία	0,54	0,542	0,37
Μάλτα	0,024	0,030	25
Ολλανδία	4,48	5,15	14,95
Αυστρία	1,47	1,31	-10,88
Πολωνία	1,49	3,8	155,03
Πορτογαλία	0,68	1,11	63,23
Ρουμανία	0,69	0,736	6,66
Σλοβενία	0,117	0,128	9,4
Σλοβακία	0,41	0,45	9,75
Φινλανδία	2,55	1,899	-25,52
Σουηδία	2,52	2,88	14,28

Όπως φαίνεται από τον Πίνακα 10, στην ΕΕ-27 το έτος 2010, παρήχθησαν 90,81 εκ. τ. ΕΑ, ενώ το 2019 παρήχθησαν 101,65 εκ. τ. Συνεπώς το 2019, παρήχθησαν 11,9% περισσότεροι τόνοι από αυτούς που είχαν παραχθεί το 2010. Σχεδόν σε όλα τα Κράτη Μέλη παρατηρήθηκε αύξηση ως προς τους τόνους των παραγόμενων ΕΑ το 2019, εκτός από το Βέλγιο, καθώς οι τόνοι που παρήχθησαν το 2019 μειώθηκαν κατά -26,89% σε σχέση με αυτούς που είχαν παραχθεί το 2010, τη Βουλγαρία (-0,88%), την Ιρλανδία (-68,2%), την Αυστρία (-10,88%) και τη Φινλανδία (-25,52%). Μεγάλα ποσοστά αύξησης παρουσίασαν η Κύπρος, η Πολωνία, η Κροατία και η Ελλάδα, καθώς οι τόνοι των παραγόμενων ΕΑ για τις συγκεκριμένες χώρες αυξήθηκαν κατά 505,4%, 155,03%, 136,11% και 114,8%, αντίστοιχα.

Στο παρακάτω Διάγραμμα απεικονίζεται η παραγωγή ΕΑ, στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, για τα έτη 2010 και 2018. Σύμφωνα με το Διάγραμμα 7, παρατηρείται ότι την μεγαλύτερη παραγωγή ΕΑ, είχε η Γερμανία (24,19 εκ. τ.). Αμέσως μετά ακολούθησε η Βουλγαρία (13,43 εκ. τ.), η Γαλλία (12,09 εκ. τ.) και οι υπόλοιπες χώρες όπως παρουσιάζονται στο συγκεκριμένο Διάγραμμα. Αναφορικά με την Ελλάδα φαίνεται το 2018, παρήχθησαν 0,623 εκ. τ. ΕΑ.



Διάγραμμα 7. Παραγόμενα Επικίνδυνα Απόβλητα στην ΕΕ-27- Σύγκριση μεταξύ των ετών 2010 και 2018 (www.ec.europa.eu/eurostat)

1.4 ΕΜΠΟΡΙΟ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΕ-27- ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕΤΑΞΥ ΤΩΝ ΕΤΩΝ 2001 ΚΑΙ 2018

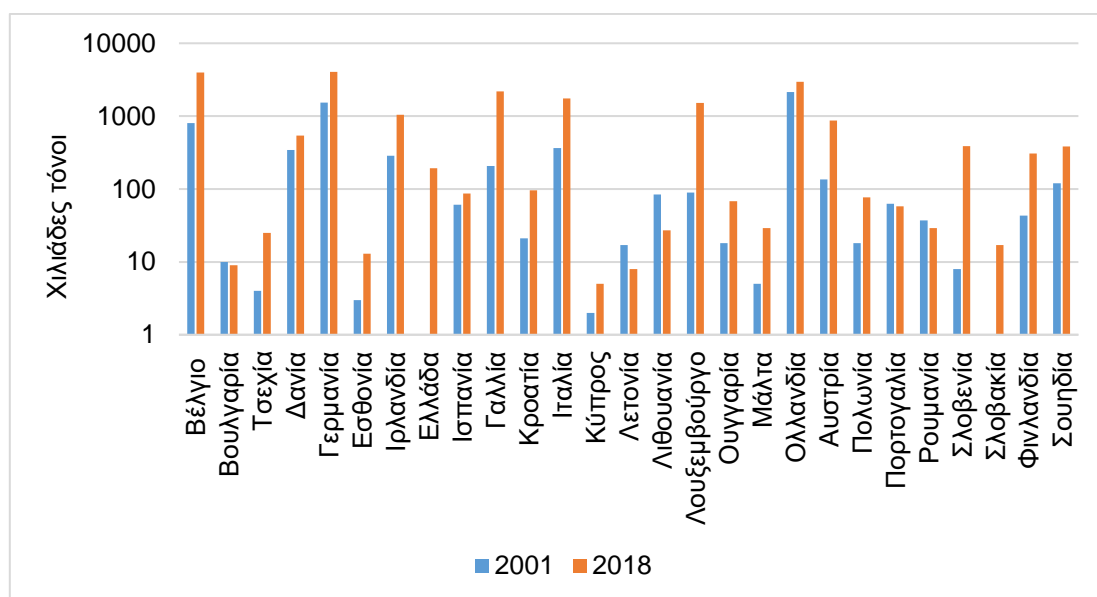
Διάφορα είδη αποβλήτων, είτε πρόκειται για επικίνδυνα, είτε πρόκειται για μη επικίνδυνα, εμπορεύονται μεταξύ χωρών. Παρακάτω αναλύονται οι έννοιες του κατόχου αποβλήτων, του εμπόρου και του μεσίτη, οι οποίες σχετίζονται με την διακίνηση αποβλήτων (Οδηγία 2008/98/ΕΚ).

Κάτοχος Αποβλήτων: “Ο παραγωγός αποβλήτων ή το φυσικό ή νομικό πρόσωπο στην κατοχή του οποίου ευρίσκονται τα απόβλητα”.

Έμπορος: “οιαδήποτε επιχείρηση η οποία ενεργεί ως εντολέας για την αγορά και την περαιτέρω πώληση αποβλήτων, συμπεριλαμβανομένων των εμπορών που δεν καθίστανται υλικοί κάτοχοι των αποβλήτων”.

Μεσίτης: “οιαδήποτε επιχείρηση η οποία οργανώνει την ανάκτηση ή τη διάθεση αποβλήτων για λογαριασμό τρίτων, συμπεριλαμβανομένων των μεσιτών που δεν καθίστανται υλικοί κάτοχοι των αποβλήτων”.

Η εξαγωγή όλων των αποβλήτων (επικίνδυνων και μη επικίνδυνων) έχει αυξηθεί στην Ε.Ε., από 6,28 εκατομμύρια τόνους το 2001, σε 20,9 εκατομμύρια τόνους το 2018. Συνεπώς, οι τόνοι που διακινήθηκαν το 2001, αυξήθηκαν κατά 232,8%, το 2018. Όσον αφορά τους τόνους των αποβλήτων, οι οποίοι διακινήθηκαν, εκτός από τα επικίνδυνα απόβλητα, συμπεριλαμβάνονται και τα μικτά απόβλητα νοικοκυριών, κατάλοιπα από την αποτέφρωση οικιακών αποβλήτων και ορισμένοι άλλοι τύποι αποβλήτων. Οι χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης με τις μεγαλύτερες εξαγωγές αποβλήτων, κατά φθίνουσα σειρά, για το έτος 2018, ήταν η Γερμανία (4,03 εκ. τ.), το Βέλγιο (3,95 εκ. τ.), η Γαλλία (2,18 εκ. τ.), η Ιταλία (1,75 εκ. τ.), το Λουξεμβούργο (1,51 εκ. τ.), η Ιρλανδία (1,04 εκ. τ.) και η Αυστρία (872 χιλ. τ.). Επίσης, η Ολλανδία, σύμφωνα με στοιχεία του 2017, διακίνησε 2,97 εκ. τ. αποβλήτων, το συγκεκριμένο έτος. Τα Κράτη Μέλη, τα οποία διακίνησαν τους λιγότερους τόνους αποβλήτων το 2018, ήταν η Κύπρος (5 χιλ. τ.), η Λετονία (8 χιλ. τ.) και η Βουλγαρία (9 χιλ. τ.) (www.ec.europa.eu/eurostat). Στο παρακάτω Διάγραμμα, παρουσιάζονται οι χιλιάδες τόνοι αποβλήτων, που διακινήθηκαν από τα Κράτη Μέλη, τα έτη 2001 και 2018. Καθώς δεν υπήρχαν πληροφορίες για το έτος 2001 όσον αφορά τη Βουλγαρία, τη Κροατία, τη Λιθουανία και τη Ρουμανία, χρησιμοποιήθηκαν μεταγενέστερα στοιχεία. Αναλυτικά, για τη Βουλγαρία χρησιμοποιήθηκαν τα στοιχεία του 2010, για τη Κροατία του 2012, για τη Λιθουανία του 2003 και για τη Ρουμανία του 2007. Επίσης, αναφορικά με το έτος 2018, δεν υπήρχαν στοιχεία για την Ολλανδία. Συνεπώς, χρησιμοποιήθηκαν εκείνα του 2017.



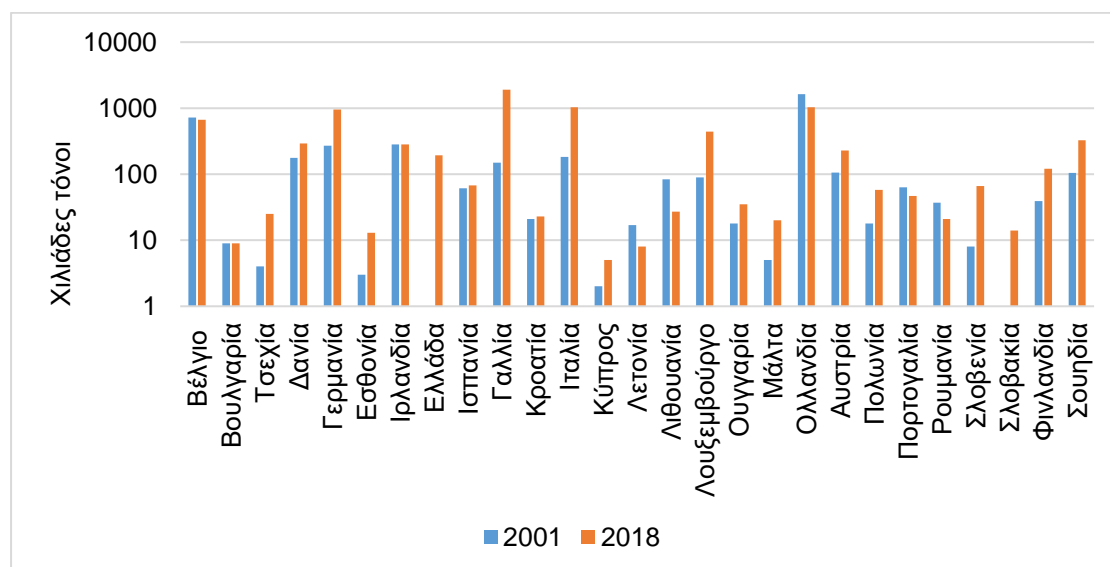
Διάγραμμα 8. Διακίνηση συνολικών αποβλήτων από τις χώρες της ΕΕ-27 τα έτη 2001 και 2018 (www.ec.europa.eu/eurostat)

Σύμφωνα με το Διάγραμμα 8, παρατηρήθηκε μεγάλη αύξηση στους τόνους των αποβλήτων, οι οποίοι διακινήθηκαν από την Γερμανία το 2018 σε σχέση με το 2001, καθώς από 1,54 εκ. τ., αυξήθηκαν σε 4,03 εκ. τ. Επίσης, στην Ιρλανδία, από 287 χιλ. τ., αυξήθηκαν σε 1,04 εκ. τ., στην Ελλάδα, από χίλιους τόνους, αυξήθηκαν σε 193 χιλ. τ., στην Γαλλία, από 207 χιλ. τ., αυξήθηκαν σε 2,18 εκ. τ., και στην Ιταλία, από 364

χιλ. τ., αυξήθηκαν σε 1,75 εκ. τ. Αντίθετα, μείωση παρατηρήθηκε στους τόνους των αποβλήτων, οι οποίοι διακινήθηκαν το 2018 σε σχέση το 2001, στη Λετονία, καθώς από 17 χιλ. τ., μειώθηκαν σε 8 χιλ. τ., στην Πορτογαλία, καθώς από 63 χιλ. τ., μειώθηκαν σε 58 χιλ. τ., στη Λιθουανία, καθώς από 84 χιλ. τ., μειώθηκαν σε 27 χιλ. τ. (2003-2018), στη Βουλγαρία, καθώς από 10 χιλ. τ., μειώθηκαν σε 9 χιλ. τ. (2010-2018), και στη Ρουμανία, καθώς από 37 χιλ. τ., μειώθηκαν σε 29 χιλ. τ. (2007-2018) (www.ec.europa.eu/eurostat).

1.4.1 Εμπόριο Επικίνδυνων Αποβλήτων στην ΕΕ-27- Σύγκριση μεταξύ του 2001-2018

Μεταξύ του 2001 και του 2018, η ποσότητα των εξαγωγών ΕΑ από τα Κράτη Μέλη της Ε.Ε., σε άλλα Κράτη Μέλη ή εκτός Ε.Ε., σχεδόν διπλασιάστηκε, από 4 εκατομμύρια τόνους το 2001, σε σχεδόν 7,8 εκατομμύρια τόνους, το 2018 (αύξηση περίπου 95%). Κρίνοντας από τα πιο πρόσφατα στοιχεία (2018) του Διαγράμματος 9, φαίνεται ότι οι χώρες της Ευρώπης με τις μεγαλύτερες εξαγωγές ΕΑ, ήταν η Γαλλία (1,9 εκ. τ.), η Ιταλία (1,03 εκ. τ.), η Γερμανία (951 χιλ. τ.), το Βέλγιο (666 χιλ. τ.) και το Λουξεμβούργο (440 χιλ. τ.). Αναφορικά με τη Βουλγαρία, την Κροατία, τη Λιθουανία και τη Ρουμανία, εφόσον υπήρχε έλλειψη στοιχείων για το έτος 2001, χρησιμοποιήθηκαν τα στοιχεία του 2010, 2012, 2003 και 2007 αντίστοιχα, όπως και στο Διάγραμμα 8. Καθώς επίσης, όσον αφορά την Ολλανδία, λόγω έλλειψης στοιχείων του 2018, χρησιμοποιήθηκαν τα στοιχεία του προηγούμενου έτους (2017) (www.ec.europa.eu/eurostat).



Διάγραμμα 9. Διακίνηση Επικίνδυνων Αποβλήτων από τις χώρες της ΕΕ-27 τα έτη 2001 και 2018 (www.ec.europa.eu/eurostat)

Όπως αναφέρεται και στην παράγραφο 1.4 της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας, τα συνολικά απόβλητα, τα οποία διακίνησε η Ελλάδα το 2018, ήταν περίπου 193 χιλ. τ., και σύμφωνα με το Διάγραμμα 9, παρατηρείται ότι η ποσότητα των επικίνδυνων αποβλήτων που διακινήθηκε από την Ελλάδα, ήταν η ίδια. Συνεπώς, προέκυψε το συμπέρασμα, ότι όλοι οι τόνοι αποβλήτων, οι οποίοι διακινήθηκαν από την Ελλάδα, ήταν επικίνδυνα απόβλητα. Λαμβάνοντας υπόψη τα δεδομένα του Πίνακα 10, στον οποίο αναφέρεται ότι τα συνολικά παραγόμενα επικίνδυνα απόβλητα της Ελλάδας το 2018 ήταν 0,623 εκ.τ και τα δεδομένα του Διαγράμματος 9, στο οποίο παρατηρείται ότι διακινήθηκαν περίπου 0,193 εκ. τ., προκύπτει το συμπέρασμα ότι η Ελλάδα διακίνησε σχεδόν το 31% των παραγόμενων επικίνδυνων αποβλήτων της το 2018. Σύμφωνα με τα δεδομένα της Eurostat, η Ελλάδα διακίνησε περισσότερους τόνους ΕΑ από τη Βουλγαρία (9 χιλ. τ.), την Τσεχία (25 χιλ. τ.), την Εσθονία (13 χιλ. τ.), την Ισπανία (68 χιλ. τ.), την Κροατία (23 χιλ. τ.), την Κύπρο (5 χιλ. τ.), τη Λετονία (8 χιλ. τ.), τη Λιθουανία (27 χιλ. τ.), την Ουγγαρία (35 χιλ. τ.), τη Μάλτα (20 χιλ. τ.), την Πολωνία (58 χιλ. τ.), την Πορτογαλία (47 χιλ. τ.), τη Ρουμανία (21 χιλ. τ.), τη Σλοβενία (66 χιλ. τ.), τη Σλοβακία (14 χιλ. τ.) και τη Φινλανδία (121 χιλ. τ.) (www.ec.europa.eu/eurostat).

Στον Πίνακα 11, παρουσιάζονται τα στοιχεία σχετικά με την διακίνηση των συνολικών και των επικίνδυνων αποβλήτων, από τις χώρες της ΕΕ-27 για τα έτη 2001 και 2018. Τα ποσοστά τα οποία διακρίνονται στην τελευταία στήλη του Πίνακα 11, αναφέρονται στο τμήμα των επικίνδυνων αποβλήτων, ως προς τα συνολικά. Για παράδειγμα, οι συνολικοί τόνοι αποβλήτων, οι οποίοι διακινήθηκαν από την Γερμανία το 2018, ήταν περίπου 4,034 εκ. τ., εκ των οποίων οι 951 χιλ. τ. ήταν ΕΑ. Συνεπώς το 23,57% των συνολικών αποβλήτων που διακινήθηκαν από τη Γερμανία, ήταν επικίνδυνα απόβλητα. Σύμφωνα με τα δεδομένα του Πίνακα 11, εκτός από την Ελλάδα, υπήρχαν και άλλα Κράτη Μέλη, τα οποία διακίνησαν μόνο επικίνδυνα απόβλητα το 2018. Αυτά ήταν η Βουλγαρία, η Τσεχία, η Εσθονία, η Κύπρος, η Λετονία και η Λιθουανία.

Πίνακας 11. Διακίνηση Συνολικών και Επικίνδυνων Αποβλήτων από τα Κράτη Μέλη της ΕΕ-27 για το έτος 2018 (www.ec.europa.eu/eurostat)

Χώρες	Συνολικά απόβλητα, που διακινήθηκαν από την ΕΕ-27 το 2018 (Χιλ. τ.)	Ποσότητα Επικίνδυνων απόβλητων που διακινήθηκε από την ΕΕ-27 το 2018 (Χιλ. τ.)	Ποσοστό Επικίνδυνων Αποβλήτων ως προς τα συνολικά που διακινήθηκαν από την ΕΕ-27 το 2018 (%)
ΕΕ-27	20.856	7.768	37,24
Βέλγιο	3.952	666	16,85
Βουλγαρία	9	9	100
Τσεχία	25	25	100
Δανία	542	291	53,7
Γερμανία	4.034	951	23,57
Εσθονία	13	13	100
Ιρλανδία	1.043	283	27,13
Ελλάδα	193	193	100
Ισπανία	87	68	78,16
Γαλλία	2.180	1.903	87,29
Κροατία	96	23	23,95
Ιταλία	1.750	1.032	58,97
Κύπρος	5	5	100
Λετονία	8	8	100
Λιθουανία	27	27	100
Λουξεμβούργο	1.515	440	29,04
Ουγγαρία	68	35	51,47
Μάλτα	29	20	68,96
Ολλανδία	2.970 (2017)	1.027 (2017)	34,57 (2017)
Αυστρία	872	228	26,14
Πολωνία	77	58	75,32
Πορτογαλία	58	47	81,03
Ρουμανία	29	21	72,41
Σλοβενία	389	66	6,96
Σλοβακία	17	14	82,35
Φινλανδία	307	121	39,41
Σουηδία	385	326	84,67

1.5 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

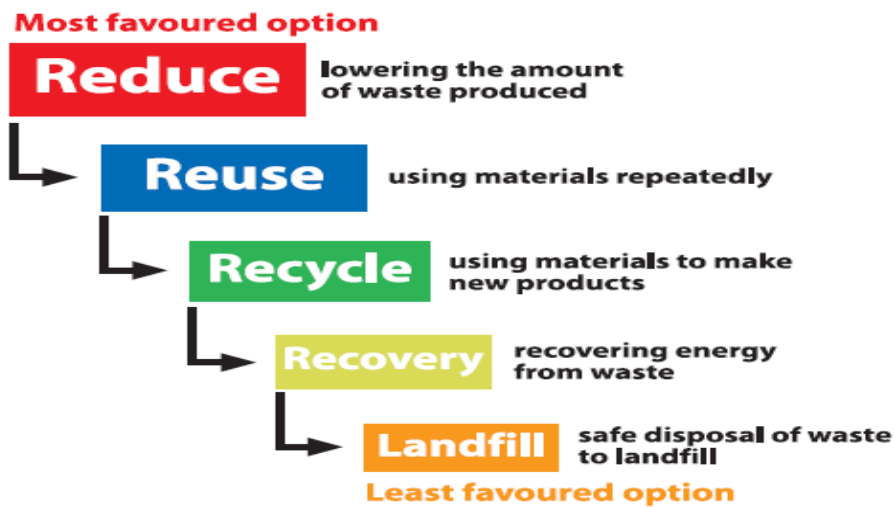
Με την έννοια διαχείριση αποβλήτων εννοείται “Η συλλογή, μεταφορά, ανάκτηση (συμπεριλαμβανομένης της διαλογής) και διάθεση αποβλήτων, συμπεριλαμβανομένης της εποπτείας των εργασιών αυτών, καθώς και της επίβλεψης των χώρων απόρριψης και των ενεργειών στις οποίες προβαίνουν οι έμποροι ή οι μεσίτες” (Οδηγία 2018/851/ΕΕ). Το πρώτο στάδιο της διαχείρισης των αποβλήτων, δηλαδή η συλλογή τους, ορίζεται ως “η συγκέντρωση αποβλήτων, συμπεριλαμβανομένης της προκαταρκτικής διαλογής και της προκαταρκτικής αποθήκευσης αποβλήτων με σκοπό τη μεταφορά τους σε εγκατάσταση επεξεργασίας αποβλήτων” (Οδηγία 2008/98/ΕΚ). Σύμφωνα με την οδηγίες 2008/98/ΕΚ και 2018/851, στον Πίνακα 12 αναφέρονται οι

προτεραιότητες σχετικά με την διαχείριση και την πρόληψη των αποβλήτων, κατά φθίνουσα σειρά.

Πίνακας 12. Ιεράρχηση των Αποβλήτων (Οδηγία 2008/98/ΕΚ, Οδηγία 2018/851/ΕΕ)

<p>1) Πρόληψη: “Τα μέτρα τα οποία λαμβάνονται πριν μία ουσία, υλικό ή προϊόν καταστούν απόβλητα, και τα οποία μειώνουν”: α) την ποσότητα των αποβλήτων, μέσω επαναχρησιμοποίησης ή παράτασης της διάρκειας ζωής των προϊόντων, β) τις αρνητικές επιπτώσεις των παραγόμενων αποβλήτων στο περιβάλλον και την ανθρώπινη υγεία και γ) την περιεκτικότητα των υλικών και προϊόντων σε επικίνδυνες ουσίες.</p>
<p>2) Προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση: “Κάθε εργασία ανάκτησης που συνιστά έλεγχο, καθαρισμό ή επισκευή, με την οποία προϊόντα ή συστατικά στοιχεία προϊόντων που αποτελούν πλέον απόβλητα προετοιμάζονται προκειμένου να επαναχρησιμοποιηθούν χωρίς άλλη προεπεξεργασία”.</p> <p>Με τον όρο επαναχρησιμοποίηση εννοείται “κάθε εργασία με την οποία προϊόντα ή συστατικά στοιχεία που δεν είναι απόβλητα χρησιμοποιούνται εκ νέου για τον ίδιο σκοπό για τον οποίο σχεδιάστηκαν”.</p>
<p>3) Ανακύκλωση: “Οιαδήποτε εργασία ανάκτησης με την οποία τα απόβλητα μετατρέπονται εκ νέου σε προϊόντα, υλικά ή ουσίες που προορίζονται είτε να εξυπηρετήσουν και πάλι τον αρχικό τους σκοπό είτε άλλους σκοπούς. Περιλαμβάνει την επανεπεξεργασία οργανικών υλικών αλλά όχι την ανάκτηση ενέργειας και την επανεπεξεργασία σε υλικά που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν ως καύσιμα ή σε εργασίες επίχωσης”.</p> <p>Η επίχωση χαρακτηρίζεται ως η “διαδικασία ανάκτησης κατά την οποία χρησιμοποιούνται κατάλληλα μη επικίνδυνα απόβλητα για σκοπούς αποκατάστασης σε χώρους όπου έχουν πραγματοποιηθεί εκσκαφές ή για λόγους μηχανικής στην αρχιτεκτονική τοπίου. Τα απόβλητα που χρησιμοποιούνται για επίχωση πρέπει να υποκαθιστούν μη απόβλητα υλικά, να είναι κατάλληλα για τους προαναφερόμενους σκοπούς και να περιορίζονται στην ποσότητα που είναι αυστηρά αναγκαία για την επίτευξη των σκοπών αυτών”.</p>
<p>4) Άλλου είδους ανάκτηση, π.χ. ανάκτηση ενέργειας: “Οιαδήποτε εργασία της οποίας το κύριο αποτέλεσμα είναι ότι απόβλητα εξυπηρετούν ένα χρήσιμο σκοπό αντικαθιστώντας άλλα υλικά τα οποία, υπό άλλες συνθήκες, θα έπρεπε να χρησιμοποιηθούν για την πραγματοποίηση συγκεκριμένης λειτουργίας, ή ότι απόβλητα υφίστανται προετοιμασία για την πραγματοποίηση αυτής της λειτουργίας, είτε στην εγκατάσταση είτε στο γενικότερο πλαίσιο της οικονομίας”.</p> <p>Στην παράγραφο 15, του Άρθρου 3, της νεότερης Οδηγίας (2018/851), προστέθηκε ο ορισμός της ανάκτησης υλικών, όπου εννοείται “κάθε εργασία ανάκτησης, εκτός από την ανάκτηση ενέργειας και την επανεπεξεργασία σε υλικά που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν ως καύσιμα ή άλλα μέσα παραγωγής ενέργειας. Περιλαμβάνει, μεταξύ άλλων, την προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση, την ανακύκλωση και την επίχωση”.</p>
<p>5) Διάθεση: “Οιαδήποτε εργασία η οποία δεν συνιστά ανάκτηση, ακόμη και στην περίπτωση που η εργασία έχει ως δευτερογενή συνέπεια την ανάκτηση ουσιών ή ενέργειας”.</p>

1.5.1 Εργασίες Διάθεσης και Ανάκτησης Στερεών Αποβλήτων



Εικόνα 1. Ιεράρχηση των Αποβλήτων

Στις εργασίες ανάκτησης περιλαμβάνονται η μείωση (Reduce), η επαναχρησιμοποίηση (Reuse), η ανακύκλωση (Recycle) και η ανάκτηση ενέργειας από απόβλητα ή ανάκτηση υλικών (Recovery), γνωστές και ως 4R. Η σειρά προτίμησης των εργασιών ανάκτησης είναι όπως παρουσιάζεται στην Εικόνα 1, με κύρια προτίμηση την μείωση παραγωγής αποβλήτων και στην συνέχεια ακολουθούν κατά φθίνουσα σειρά οι υπόλοιπες (επαναχρησιμοποίηση, ανακύκλωση και ανάκτηση). Αναφορικά με τις εργασίες διάθεσης (Disposal) πρόκειται για την ταφή των απορριμμάτων ή την καύση τους χωρίς την ανάκτηση ενέργειας από αυτά.

1.5.2 Εργασίες Ανάκτησης Αποβλήτων (Recovery)

Οι χώρες οι οποίες ανήκουν στην Ευρωπαϊκή Ένωση, λαμβάνουν μέτρα ώστε τα απόβλητα να υποβάλλονται σε εργασίες προετοιμασίας για επαναχρησιμοποίηση, ανακύκλωση ή άλλες εργασίες ανάκτησης, σύμφωνα με την ιεράρχηση των εργασιών των αποβλήτων και την προστασία της υγείας του ανθρώπου και του περιβάλλοντος (Οδηγία 2018/851/ΕΕ). Στον Πίνακα 13 παρουσιάζονται οι εργασίες ανάκτησης αποβλήτων, όπως αναφέρονται στο Παράρτημα II της Οδηγίας 2008/98/ΕΚ, με τις τροποποιήσεις που έγιναν σύμφωνα με την Οδηγία 2018/851 στις κατηγορίες R3, R4 και R5.

Πίνακας 13. Εργασίες Ανάκτησης Αποβλήτων (Οδηγία 2018/851/ΕΕ, Οδηγία 2008/98/ΕΚ)

R1) “Χρήση αποβλήτων κυρίως ως καύσιμο ή ως άλλο μέσο παραγωγής ενέργειας (*)”.
R2) “Ανάκτηση/αποκατάσταση διαλυτών”.
R3) “Ανακύκλωση/ανάκτηση οργανικών ουσιών που δεν χρησιμοποιούνται ως διαλύτες (συμπεριλαμβανομένων των εργασιών κομποστοποίησης και άλλων διεργασιών μετατροπής βιολογικού χαρακτήρα) (**)”.
R4) “Ανακύκλωση/ανάκτηση μετάλλων και μεταλλικών ενώσεων (***)”.
R5) “Ανακύκλωση/ανάκτηση άλλων ανόργανων υλικών (****)”.
R6) “Αναγέννηση οξέων ή βάσεων”.
R7) “Ανάκτηση προϊόντων που χρησιμεύουν για τη δέσμευση των ρύπων”.
R8) “Ανάκτηση προϊόντων από καταλύτες”.
R9) “Αναδιύλιση πετρελαίου ή άλλες επαναχρησιμοποιήσεις πετρελαίου”.
R10) “Επεξεργασία σε χερσαίο χώρο από την οποία προκύπτει όφελος για τη γεωργία ή οικολογικές βελτιώσεις”.
R11) “Χρήση αποβλήτων που προκύπτουν από τις εργασίες R1 ως R10”.
R12) “Ανταλλαγή αποβλήτων για να υποβληθούν σε κάποια από τις εργασίες R1 ως R11 (****)”.
R13) “Αποθήκευση αποβλήτων εν αναμονή υποβολής σε κάποια από τις εργασίες R1 ως R12 (εκτός από προσωρινή αποθήκευση, εν αναμονή συλλογής, στον τόπο παραγωγής των αποβλήτων) (****)”.

Οι αστερίσκοι των διαφόρων εργασιών ανάκτησης αναλύονται ως εξής:

(*): Η ενεργειακή απόδοση εγκαταστάσεων αποτέφρωσης αποβλήτων υπολογίζεται με τον εξής τύπο: $R1 = (E_p - (E_f + E_i)) / (0,97 \times (E_w + E_f))$. Αν το R1 ισούται ή είναι μεγαλύτερο από 0,60 για εγκαταστάσεις που λειτουργούν και επιτρέπονται σύμφωνα με την ισχύουσα κοινοτική νομοθεσία πριν από την 1/1/2009 και 0,65 για εγκαταστάσεις που επιτρέπονται μετά την 31/12/2008, τότε πρόκειται για εγκαταστάσεις ανάκτησης ενέργειας. Σε περίπτωση που το R1 είναι μικρότερο των παραπάνω αναγραφόμενων τιμών, τότε πρόκειται για εγκαταστάσεις αποτέφρωσης χωρίς ανάκτηση ενέργειας. Συνεπώς εντάσσονται στην κατηγορία D10 (αποτέφρωση στην ξηρά) των εργασιών διάθεσης (Πίνακας 14). Ο παραπάνω τύπος της ενεργειακής απόδοσης εγκαταστάσεων επεξεργασίας αναλύεται ως εξής:

Ep: Ετήσια παραγωγή ενέργειας υπό μορφή ηλεκτρισμού ή θερμότητας. Πολλαπλασιασμός ενέργειας υπό μορφή ηλεκτρισμού με 2,6 και θερμότητας που παράγεται για εμπορική χρήση με 1,1 (GJ/έτος).

Ef: Η ενέργεια που τροφοδοτείται ετησίως στο σύστημα από καύσιμα που συμβάλλουν στην παραγωγή ατμού (GJ/έτος).

Ew: Η ετήσια ενέργεια που περιέχεται στα κατεργασμένα απόβλητα και υπολογίζεται με χρήση της καθαρής θερμογόνου αξίας των αποβλήτων (GJ/έτος).

Ei: Η ετήσια ενέργεια που εισάγεται εκτός από την Ew και την Ef (GJ/έτος).

0,97: Συντελεστής που αντιπροσωπεύει τις ενεργειακές απώλειες λόγω τέφρας πυθμένα και ακτινοβολίας (Οδηγία 2008/98/ΕΚ).

(**): Περιλαμβάνεται η προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση, αεριοποίηση και πυρόλυση με χρήση των ενώσεων ως χημικών ουσιών και ανάκτηση οργανικών υλών υπό μορφή επίχωσης. (***) : Περιλαμβάνεται η προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση. (****): Περιλαμβάνονται η προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση, η ανακύκλωση ανόργανων υλικών κατασκευών, η ανάκτηση ανόργανων υλών υπό μορφή επίχωσης και η εξυγίανση του εδάφους που οδηγεί σε ανάκτηση εδάφους. (*****): Ως προσωρινή αποθήκευση, εννοείται η προκαταρκτική αποθήκευση (Οδηγία 2008/98/ΕΚ, Οδηγία 2018/851/ΕΕ).

1.5.3 Εργασίες Διάθεσης Αποβλήτων (Disposal)

Αναφορικά με τις εργασίες διάθεσης αποβλήτων, οι χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης μεριμνούν ώστε, σε περίπτωση που δεν μπορεί να γίνει ανάκτηση, τότε τα απόβλητα υποβάλλονται σε ασφαλείς εργασίες διάθεσης, ως προς το περιβάλλον και την υγεία του ανθρώπου (Οδηγία 2018/851/ΕΕ). Στον Πίνακα 14 παρουσιάζονται οι εργασίες διάθεσης, όπως αναφέρονται στο Παράρτημα Ι της Οδηγίας 2008/98/ΕΚ.

Πίνακας 14. Εργασίες Διάθεσης Αποβλήτων (Οδηγία 2008/98/ΕΚ)

D1) “Εναπόθεση εντός ή επί του εδάφους (π.χ. χώρος υγειονομικής ταφής, κλπ.)”.
D2) “Επεξεργασία σε χερσαίο χώρο (π.χ. βιοαποδόμηση υγρών αποβλήτων ή απόρριψη ιλύος στο έδαφος κλπ.)”.
D3) “Έγχυση σε βάθος (π.χ. έγχυση αντλήσιμων αποβλήτων σε φρέατα, σε θόλους άλατος, ή σε φυσικά γεωλογικά ρήγματα κλπ.)”.
D4) “Τελμάτωση (π.χ. έγχυση υγρών αποβλήτων ή ιλύων σε φρέατα, μικρές λίμνες ή λεκάνες κλπ.)”.
D5) “Ειδικά διευθετημένοι χώροι υγειονομικής ταφής (π.χ. τοποθέτηση σε χωριστές στεγανές κυψελοειδείς κατασκευές, επικαλυμμένες και στεγανοποιημένες τόσο μεταξύ τους όσο και σε σχέση με το περιβάλλον κλπ.)”.
D6) “Απόρριψη σε υδάτινο σώμα εκτός από θάλασσα/ωκεανό”.
D7) “Απόρριψη σε θάλασσα/ωκεανό συμπεριλαμβανομένης της ταφής στο θαλάσσιο βυθό”.
D8) “Βιολογική επεξεργασία που δεν προσδιορίζεται σε άλλο σημείο του παρόντος Παραρτήματος, από την οποία προκύπτουν τελικές ενώσεις ή μίγματα που διατίθενται με κάποια από τις εργασίες D1 ως D12”.
D9) “Φυσικοχημική επεξεργασία που δεν προσδιορίζεται σε άλλο σημείο του Παραρτήματος I της Οδηγίας 2008/98/ΕΚ, από την οποία προκύπτουν ενώσεις ή μίγματα που διατίθενται με κάποια από τις εργασίες D1 ως D12 (π.χ. εξάτμιση, ξήρανση, αποτέφρωση κλπ.)”.
D10) “Αποτέφρωση στην ξηρά”.
D11) “Αποτέφρωση στη θάλασσα (*)”.
D12) “Μόνιμη αποθήκευση (π.χ. τοποθέτηση κιβωτίων σε ορυχείο κλπ.)”.
D13) “Ανάδευση ή ανάμιξη πριν από την υποβολή σε κάποια από τις εργασίες D1 ως D12 (**)”.
D14) “Ανασυσκευασία πριν από την υποβολή σε κάποια από τις εργασίες D1 ως D13”.
D15) “Αποθήκευση εν αναμονή υποβολής σε μια από τις εργασίες D1 ως D14 (εκτός από προσωρινή αποθήκευση, εν αναμονή συλλογής, στον τόπο παραγωγής των αποβλήτων) (***)”.

Οι αστερίσκοι των διαφόρων εργασιών διάθεσης αποβλήτων αναλύονται ως εξής:

(*): Απαγορευμένη δραστηριότητα, (**): Εάν δεν υπάρχει άλλος κατάλληλος κωδικός D, στο σημείο αυτό μπορούν να περιλαμβάνονται προκαταρκτικές εργασίες πριν από τη διάθεση (π.χ. προεπεξεργασία, διαλογή, σύνθλιψη, κοκκοποίηση, αποξήρανση, ξέφτισμα, επανασυσκευασία ή διαχωρισμός), (***) : Ως προσωρινή αποθήκευση, εννοείται η προκαταρκτική αποθήκευση (Οδηγία 2008/98/ΕΚ).

Αναφορικά με την υγειονομική ταφή των αποβλήτων, γίνεται σε χώρο υγειονομικής ταφής (ΧΥΤΑ). Σύμφωνα με την Παράγραφο ζ, του Άρθρου 2, της Οδηγίας 1999/31/ΕΚ, ως ΧΥΤΑ ορίζεται “κάθε χώρος διάθεσης αποβλήτων για την απόθεση των αποβλήτων επί ή εντός του εδάφους ή υπογείως”. Οι ΧΥΤΑ διακρίνονται στις παρακάτω κατηγορίες α) “χώροι ταφής επικίνδυνων αποβλήτων”, β) “χώροι ταφής μη επικίνδυνων αποβλήτων” και γ) “χώροι ταφής αδρανών αποβλήτων”. Αναφορικά με την τελευταία κατηγορία ΧΥΤΑ (αδρανών αποβλήτων), ως αδρανή απόβλητα ορίζονται “τα απόβλητα που δεν υφίστανται καμία σημαντική φυσική, χημική ή

βιολογική μετατροπή. Τα αδρανή απόβλητα δεν διαλύονται, δεν καίγονται ούτε συμμετέχουν σε άλλες φυσικές ή χημικές αντιδράσεις, δεν βιοδιασπώνται ούτε επιδρούν δυσμενώς σε άλλα υλικά με τα οποία έρχονται σε επαφή κατά τρόπο ικανό να προκαλέσει ρύπανση του περιβάλλοντος ή να βλάψει την υγεία του ανθρώπου. Η συνολική αποπλυσιμότητα και περιεκτικότητα σε ρύπους των αποβλήτων και η οικοτοξικότητα των στραγγισμάτων πρέπει να είναι αμελητέες, και ειδικότερα να μη θέτει σε κίνδυνο την ποιότητα των επιφανειακών ή/και υπόγειων υδάτων” (Οδηγία 1999/31/ΕΚ).

1.6 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΕ-27

Το έτος 2018, περίπου 2.169 εκατομμύρια τόνοι αποβλήτων υποβλήθηκαν σε επεξεργασία στην ΕΕ-27 (δεν περιλαμβάνονται τα εξαγόμενα απόβλητα από την ΕΕ-27, αλλά περιλαμβάνονται τα απόβλητα που εισήχθησαν στην ΕΕ-27, για αυτό η ποσότητα δεν είναι άμεσα συγκρίσιμη με εκείνη της παραγωγής αποβλήτων). Κατά την περίοδο 2004 έως 2018, η ποσότητα των ΣΑ, που ανακτήθηκε (με ανακύκλωση, επίχωση και αποτέφρωση με ανάκτηση ενέργειας) αυξήθηκε κατά 33,9%, από 870 εκ. τ. το 2004, σε 1.184 εκ. τ. το 2018. Συνεπώς, το ποσοστό ανάκτησης στη συνολική επεξεργασία αποβλήτων, αυξήθηκε από 45,9% το 2004, σε 54,6% το 2018. Αναφορικά με την ποσότητα των αποβλήτων που υπέστησαν εργασίες διάθεσης, μειώθηκε από 1.027 εκ. τ. το 2004, σε 984 εκ. τ. το 2018 (μείωση κατά -4,2%). Το ποσοστό διάθεσης στη συνολική επεξεργασία αποβλήτων μειώθηκε από 54,1% το 2004, σε 45,4% το 2018. Το 54,6% των αποβλήτων που υποβλήθηκαν σε εργασίες ανάκτησης το 2018, στις 27 χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, αναλύεται ως εξής: ανακύκλωση 37,9%, επίχωση 10,7% και ανάκτηση ενέργειας 6%. Για το υπόλοιπο 45,4% του συνόλου των παραγόμενων αποβλήτων, που υποβλήθηκαν σε εργασίες διάθεσης, σύμφωνα με την Eurostat: το 38,4% οδηγήθηκε προς υγειονομική ταφή, το 0,7% αποτεφρώθηκε χωρίς ανάκτηση ενέργειας και το 6,3% απορρίφθηκε ανεξέλεγκτα. Παρατηρούνται μεγάλες διαφορές μεταξύ των Κρατών Μελών, όσον αφορά τις διαφορετικές μεθόδους επεξεργασίας. Για παράδειγμα, ορισμένα Κράτη Μέλη είχαν πολύ υψηλά ποσοστά ανακύκλωσης (π.χ. Ιταλία, Βέλγιο), ενώ σε άλλα (π.χ. Ελλάδα, Βουλγαρία, Ρουμανία) παρατηρούνται μεγάλες ποσότητες αποβλήτων προς υγειονομική ταφή (www.ec.europa.eu/eurostat).

1.6.1 Ενεργειακή Αξιοποίηση Αποβλήτων

Η παρούσα Διπλωματική Εργασία εστιάζει στην ενεργειακή αξιοποίηση αποβλήτων, συνεπώς παρακάτω αναφέρονται κάποια στοιχεία, σχετικά με την εργασία ανάκτησης R1 (Πίνακας 13), σύμφωνα με το εγχειρίδιο των στατιστικών της Eurostat για τα απόβλητα.

Ενεργειακή αξιοποίηση (R1) (Manual on waste statistics, 2013)

Η λειτουργία επεξεργασίας (R1) “Χρήση αποβλήτων κυρίως ως καύσιμο ή ως άλλο μέσο παραγωγής ενέργειας” (Πίνακας 13), καλύπτει την αποτέφρωση και την συναποτέφρωση αποβλήτων σε μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και βιομηχανικές εγκαταστάσεις, όπως κλίβανοι παραγωγής τσιμέντου (τσιμεντοκλίβανοι), έτσι ώστε η προκύπτουσα ενέργεια να μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή θερμότητας ή ηλεκτρικής ενέργειας.

Κοινά παραδείγματα ανάκτησης ενέργειας είναι:

- 1) Με την χρήση ελαστικών, χρησιμοποιημένων ορυκτελαίων ή χρησιμοποιημένων διαλυτών σε τσιμεντοκλιβάνους.
- 2) Με την συναποτέφρωση ιλύος καθαρισμού λυμάτων (λυματολάσπης) ή καυσίμων προερχόμενων από απόβλητα (RDF) σε σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής.

Για να χαρακτηριστεί η αποτέφρωση αποβλήτων ως διαδικασία ανάκτησης ενέργειας, πρέπει να πληροί τα ακόλουθα κριτήρια:

- 1) Ο κύριος σκοπός της διαδικασίας πρέπει να είναι η χρήση των αποβλήτων ως μέσω παραγωγής ενέργειας, αντικαθιστώντας τη χρήση μιας πηγής πρωτογενούς ενέργειας.
- 2) Η ενέργεια που παράγεται και ανακτάται από την καύση των αποβλήτων πρέπει να είναι μεγαλύτερη από την ποσότητα ενέργειας που καταναλώνεται κατά τη διαδικασία καύσης (καθαρή παραγωγή ενέργειας).
- 3) Η πλεονάζουσα ενέργεια πρέπει να χρησιμοποιείται αποτελεσματικά, είτε άμεσα με τη μορφή θερμότητας που παράγεται από την αποτέφρωση είτε, μετά από επεξεργασία, με τη μορφή ηλεκτρικής ενέργειας.
- 4) Το μεγαλύτερο μέρος των αποβλήτων πρέπει να καταναλώνεται κατά τη διάρκεια της διαδικασίας και το μεγαλύτερο μέρος της παραγόμενης ενέργειας πρέπει να ανακτάται και να χρησιμοποιείται.

Επίσης, η λειτουργία επεξεργασία R1 περιλαμβάνει εγκαταστάσεις αποτέφρωσης που είναι ειδικές για την επεξεργασία αστικών αποβλήτων, μόνο εφόσον η ενεργειακή τους απόδοση ισούται ή υπερβαίνει:

- 1) το 0,60 για εγκαταστάσεις που λειτουργούν και επιτρέπονται σύμφωνα με την ισχύουσα Κοινοτική Νομοθεσία πριν από την 1η Ιανουαρίου 2009 (παράγραφος 1.5.2 της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας).
- 2) το 0,65 για εγκαταστάσεις που επιτρέπονται μετά την 31η Δεκεμβρίου του 2008 (παράγραφος 1.5.2 της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας).

Η λειτουργία επεξεργασίας R1, δεν καλύπτει:

- 1) Την καύση αστικών στερεών αποβλήτων σε εγκαταστάσεις αποτέφρωσης που δεν πληρούν τα πρότυπα ενεργειακής απόδοσης ($R1 \geq 0,65$ και $R1 \geq 0,6$).
- 2) Την καύση μη αστικών αποβλήτων σε ειδικές μονάδες αποτέφρωσης αποβλήτων, όπου ο κύριος σκοπός της διαδικασίας είναι η θερμική επεξεργασία των αποβλήτων και όχι η παραγωγή ενέργειας (αποτέφρωση αποβλήτων χωρίς ανάκτηση ενέργειας, εργασία D10, Πίνακας 14).

Επισημάνσεις σχετικά με τις εργασίες ενεργειακής αξιοποίησης αποβλήτων

Σύμφωνα με την Οδηγία 2008/98/ΕΚ, οι βιολογικές επεξεργασίες ανάκτησης ενέργειας (κομποστοποίηση, αναερόβια χώνευση) και οι θερμικές επεξεργασίες (πυρόλυση, αεριοποίηση) ανήκουν στην κατηγορία ανάκτησης R3 (Πίνακας 13). Σύμφωνα με την βάση δεδομένων της Eurostat, πληροφορίες σχετικά με την εργασία ανάκτησης R3, περιλαμβάνονται εντός της ευρύτερης κατηγορίας ανάκτησης (R), στην οποία παρέχονται δεδομένα σχετικά με το σύνολο των εργασιών ανάκτησης (από R2 έως και R11) εκτός της εργασίας R1. Συνεπώς, δεν ήταν δυνατή η απομόνωση στοιχείων, σχετικά με τα απόβλητα, που υποβλήθηκαν σε εργασίες ανάκτησης R3 (www.ec.europa.eu/eurostat). Αντίθετα, στην βάση δεδομένων της Eurostat, παρέχονται πληροφορίες, σχετικά με τα απόβλητα, που υποβλήθηκαν σε εργασίες ανάκτησης R1 (Πίνακας 13). Στο εγχειρίδιο των στατιστικών της Eurostat για τα απόβλητα, επισημαίνεται ότι η εργασία R1 καλύπτει τις εγκαταστάσεις αποτέφρωσης και συναποτέφρωσης αποβλήτων, καθώς επίσης και τις ειδικές εγκαταστάσεις αποτέφρωσης αστικών αποβλήτων που πληρούν τα όρια ενεργειακής απόδοσης σύμφωνα με την Νομοθεσία (παράγραφος 1.5.2 της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας). Συνεπώς, τα δεδομένα των Πινάκων 15,16 και 17 αντιστοιχούν στα εκατομμύρια των τόνων αποβλήτων, που οδηγήθηκαν σε εγκαταστάσεις αποτέφρωσης και συναποτέφρωσης, καθώς επίσης και σε ειδικές μονάδες αποτέφρωσης αστικών αποβλήτων.

Στις παρακάτω παραγράφους παρατίθενται ο Πίνακας 15 και το Διάγραμμα 10 (παράγραφος 1.6.2 της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας) και ο Πίνακας 16 και το Διάγραμμα 11 (παράγραφος 1.6.3 της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας). Μέσω των συγκεκριμένων Πινάκων και Διαγραμμάτων αναφέρονται οι ποσότητες (σε εκατομμύρια τόνους), των μη επικίνδυνων και επικίνδυνων αποβλήτων αντίστοιχα, που υποβλήθηκαν σε εργασίες ενεργειακής αξιοποίησης (εργασίες ανάκτησης R1, όπως περιγράφεται στην αρχή της παραγράφου) τα έτη 2004 και 2018, για κάθε μια χώρα που ανήκει στην Ευρωπαϊκή Ένωση.

1.6.2 Ενεργειακή Αξιοποίηση (R1) μη Επικίνδυνων Αποβλήτων στην ΕΕ-27- Σύγκριση μεταξύ των ετών 2004 και 2018

Πιο κάτω παρατίθενται ο Πίνακας 15 και το Διάγραμμα 10, όπως έχει προαναφερθεί. Αναφορικά με τον Πίνακα 15 και το Διάγραμμα 10, για την Δανία χρησιμοποιήθηκαν

τα στοιχεία του 2006 και για το Λουξεμβούργο του 2008, καθώς υπήρχε έλλειψη στοιχείων για το 2004. Επίσης όσον αφορά την Αυστρία χρησιμοποιήθηκαν τα στοιχεία του 2012, καθώς υπήρχε έλλειψη στοιχείων για το 2018.

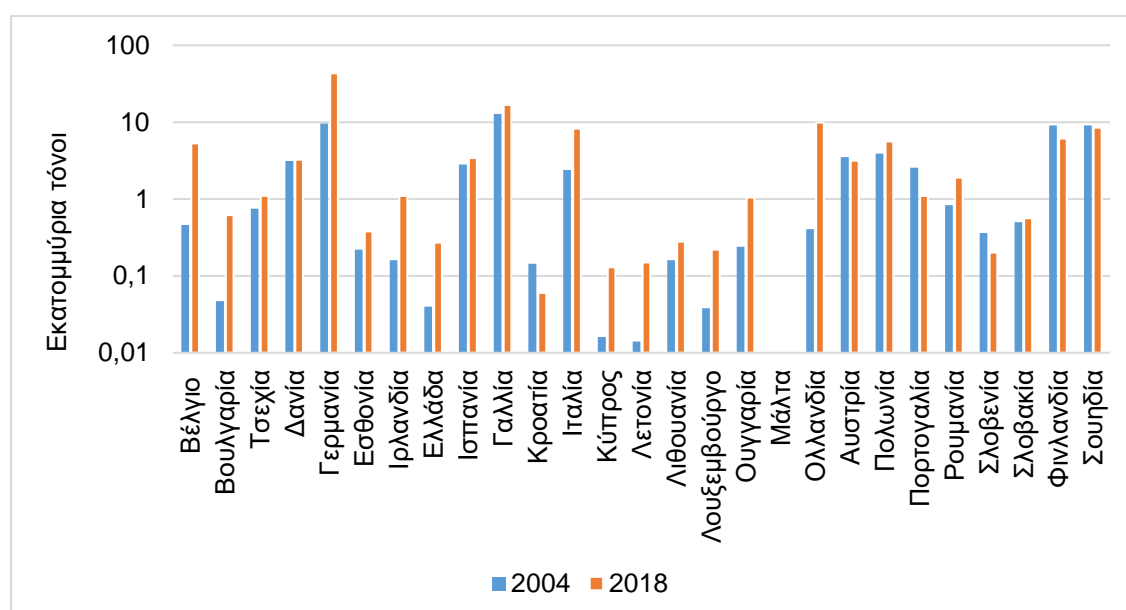
Πίνακας 15. Ενεργειακή Αξιοποίηση (R1) μη Επικίνδυνων Αποβλήτων στην ΕΕ-27 για τα έτη 2004-2018 (www.ec.europa.eu/eurostat)

Χώρες	Ποσότητα μη Επικίνδυνων Αποβλήτων, που αξιοποιήθηκαν ενεργειακά (R1) το 2004 (Εκ. τ.)	Ποσότητα μη Επικίνδυνων Αποβλήτων, που αξιοποιήθηκαν ενεργειακά (R1) το 2018 (Εκ. τ.)	Ποσοστό μεταβολής μεταξύ των ετών 2004/ 2018 (%)
ΕΕ-27	60,48	123,46	104,13
Βέλγιο	0,464	5,352	1053
Βουλγαρία	0,047	0,629	1238
Τσεχία	0,758	1,167	53,95
Δανία	3,136 (2006)	3,245	3,47 (2006-2018)
Γερμανία	9,65	43,396	349,7
Εσθονία	0,223	0,381	70,85
Ιρλανδία	0,162	1,134	600
Ελλάδα	0,042	0,272	547,6
Ισπανία	2,816	3,47	23,22
Γαλλία	12,776	16,7	30,7
Κροατία	0,144	0,063	-56,25
Ιταλία	2,451	8,251	236,63
Κύπρος	0,016	0,130	712,5
Λετονία	0,014	0,152	985,7
Λιθουανία	0,160	0,287	79,37
Λουξεμβούργο	0,038 (2008)	0,221	481,5 (2008-2018)
Ουγγαρία	0,243	1,050	332
Μάλτα	0	0	0
Ολλανδία	0,407	9,987	2353,8
Αυστρία	3,594	3,177 (2012)	-11,6 (2004-2012)
Πολωνία	3,959	5,641	42,48
Πορτογαλία	2,556	1,107	-56,7
Ρουμανία	0,832	1,94	133,1
Σλοβενία	0,36	0,202	-43,88
Σλοβακία	0,504	0,561	11,3
Φινλανδία	9,175	6,156	-32,9
Σουηδία	9,064	8,528	-5,91

Επισημαίνεται ότι, όταν γίνεται αναφορά σε εργασίες ενεργειακής αξιοποίησης, πρόκειται για εργασίες αποτέφρωσης και συναποτέφρωσης (βλ. επισημάνσεις σχετικά με τις εργασίες ενεργειακής αξιοποίησης αποβλήτων, παράγραφος 1.6.1 της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας).

Σύμφωνα με τον Πίνακα 15, παρατηρήθηκε ότι το 2004 οδηγήθηκαν 60,48 εκ. τ. μη επικίνδυνων αποβλήτων για ενεργειακή αξιοποίηση, ενώ το 2018 οδηγήθηκαν 123,46 εκ. τ., πράγμα που σημαίνει αύξηση κατά 104,13%. Συγκριτικά με το 2004, παρατηρείται ότι το έτος 2018, σε σχεδόν όλες τις χώρες αυξήθηκαν οι τόνοι των μη επικίνδυνων αποβλήτων, που οδηγήθηκαν προς εργασίες ενεργειακής αξιοποίησης, εκτός έξι χωρών (Κροατία, Σουηδία, Φινλανδία, Σλοβενία, Πορτογαλία και Αυστρία) και της Μάλτας, καθώς δεν διαχειρίστηκε μέρος των παραγόμενων αποβλήτων της, ώστε να ανακτηθεί ενέργεια από αυτά. Σύμφωνα με τα δεδομένα του Πίνακα 15, παρατηρήθηκαν τεράστιες αυξήσεις. Για παράδειγμα, η Ολλανδία το 2004 διαχειρίστηκε 0,407 εκ. τ., με σκοπό την ανάκτηση ενέργειας από αυτά, ενώ το 2018 διαχειρίστηκε 9,987 εκ. τ. Συνεπώς το 2018, υπήρξε αύξηση της τάξεως του 2353,8%. Επίσης, πολύ μεγάλες αυξήσεις παρατηρήθηκαν στη Βουλγαρία (1238%), στο Βέλγιο (1053%), στη Λετονία (985,7%), στη Κύπρο (712,5%), στην Ιρλανδία (600%) και στην Ελλάδα (547,6%). Μεταξύ των χωρών που παρουσίασαν μείωση, η μεγαλύτερη παρατηρήθηκε στην Πορτογαλία, καθώς από 2,556 εκ. τ. αποβλήτων, από τους οποίους ανακτήθηκε ενέργεια το 2004, μειώθηκαν κατά -56,7% το 2018. Ακολούθησε η Κροατία (-56,25%), η Σλοβενία (-43,88%), η Φινλανδία (-32,9%), η Αυστρία (-11,6%) και η Σουηδία (-5,91%).

Από τα δεδομένα του Πίνακα 15, προέκυψε το Διάγραμμα 10, στο οποίο παρουσιάζεται η διαφορά μεταξύ των τόνων μη επικίνδυνων αποβλήτων, που υποβλήθηκαν σε εργασίες ενεργειακής αξιοποίησης (R1) στα Κράτη Μέλη, τα έτη 2004 και το 2018.



Διάγραμμα 10. Επεξεργασία (R1) μη Επικίνδυνων Αποβλήτων για ανάκτηση ενέργειας στην ΕΕ-27 τα έτη 2004-2018 (www.ec.europa.eu/eurostat)

Από τα δεδομένα του Διαγράμματος 10, προκύπτει ότι, μεγάλες ποσότητες μη επικίνδυνων αποβλήτων υποβλήθηκαν σε εργασίες ενεργειακής αξιοποίησης το 2018, στη Γερμανία (43,396 εκ. τ.), στη Γαλλία (16,7 εκ. τ.), στην Ιταλία (8,25 εκ. τ.), στο Βέλγιο (5,352 εκ. τ.), στην Πολωνία (5,641 εκ. τ.), στην Ολλανδία (9,987 εκ. τ.), στη Φινλανδία (6,156 εκ. τ.), στη Σουηδία (8,528 εκ. τ.), στην Ισπανία (3,47 εκ. τ.), και στην Αυστρία (5,641 εκ. τ.). Αναφορικά με την Ελλάδα παρατηρήθηκε ότι δεν διαχειρίστηκε μεγάλες ποσότητες αποβλήτων προς ενεργειακή αξιοποίηση (0,272 εκ.

τ.), σε σύγκριση με τις χώρες που αναφέρονται πιο πάνω. Όμως αξιοποίησε περισσότερους τόνους μη επικίνδυνων αποβλήτων για ανάκτηση ενέργειας σε σχέση με την Κροατία (0,063 εκ. τ.), την Κύπρο (0,130 εκ. τ.), τη Λετονία (0,152 εκ. τ.), το Λουξεμβούργο (0,221 εκ. τ.), τη Μάλτα (0 εκ. τ.) και τη Σλοβενία (0,202 εκ. τ.).

1.6.3 Στατιστικά διαχείρισης Επικίνδυνων Αποβλήτων στην ΕΕ-27- Σύγκριση μεταξύ των ετών 2004 και 2018

Αναφορικά με την διαχείριση επικίνδυνων αποβλήτων, 82,3 εκ. τ. υποβλήθηκαν σε επεξεργασία στην ΕΕ-27 το 2018, με περισσότερα από τα δύο τρίτα αυτών να υποβάλλονται σε επεξεργασία σε μόνο τέσσερα Κράτη Μέλη, τη Γερμανία (27,3%), τη Βουλγαρία (16,5%), την Εσθονία (13%) και τη Γαλλία (11,6%). Το έτος 2018, σχεδόν τα μισά (45,1%) των επικίνδυνων αποβλήτων, που παρήχθησαν στην ΕΕ-27 υποβλήθηκαν σε επεξεργασία και ανακτήθηκαν. Αναλυτικά, το 37,5% (69 κιλά ανά κάτοικο) με ανακύκλωση ή επίχωση και το 7,6% (14 κιλά ανά κάτοικο) με ανάκτηση ενέργειας. Αναφορικά με το υπόλοιπο 54,7% επισημαίνονται τα εξής: το 32,8% (60 κιλά ανά κάτοικο) οδηγήθηκε προς υγειονομική ταφή, το 5,7% (10 κιλά ανά κάτοικο) αποτεφρώθηκε χωρίς ανάκτηση ενέργειας και το 16,2% (30 κιλά ανά κάτοικο) απορρίφθηκε ανεξέλεγκτα (www.ec.europa.eu/eurostat).

Στον Πίνακα 16 και το Διάγραμμα 11, που παρατίθενται πιο κάτω, για την Δανία χρησιμοποιήθηκαν τα στοιχεία του 2006 και για το Λουξεμβούργο του 2014, καθώς υπήρχε έλλειψη στοιχείων για το 2004. Επίσης, όσον αφορά την Αυστρία χρησιμοποιήθηκαν τα στοιχεία του 2012, καθώς υπήρχε έλλειψη στοιχείων για το 2018.

Πίνακας 16. Ενεργειακή αξιοποίηση (R1) Επικίνδυνων Αποβλήτων στην ΕΕ-27 για τα έτη 2004-2018 (www.ec.europa.eu/eurostat)

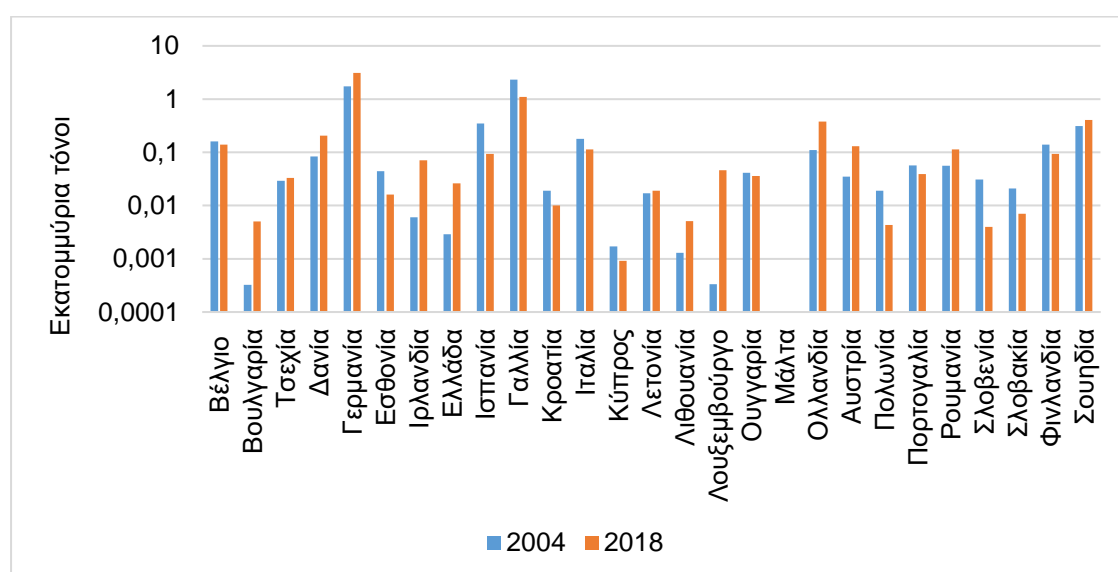
Χώρες	Ποσότητα Επικίνδυνων Αποβλήτων, που αξιοποιήθηκαν ενεργειακά (R1) το 2004 (Εκ. τ.)	Ποσότητα Επικίνδυνων Αποβλήτων, που αξιοποιήθηκαν ενεργειακά (R1) το 2018 (Εκ. τ.)	Ποσοστό μεταβολής μεταξύ των ετών 2004/ 2018 (%)
ΕΕ-27	5,74	6,26	9,05
Βέλγιο	0,165	0,142	-13,93
Βουλγαρία	0,0003	0,005	1566
Τσεχία	0,0291	0,033	13,4
Δανία	0,0846 (2006)	0,207	144,68 (2006-2018)
Γερμανία	1,74	3,12	79,3
Εσθονία	0,044	0,016	-63,63
Ιρλανδία	0,006	0,071	1083
Ελλάδα	0,0029	0,026	796,55
Ισπανία	0,357	0,094	-73,66
Γαλλία	2,33	1,11	-53,36
Κροατία	0,019	0,010	-47,36
Ιταλία	0,189	0,113	-40,21
Κύπρος	0,0017	0,0009	-47,05
Λετονία	0,017	0,019	11,76
Λιθουανία	0,0013	0,005	284,6
Λουξεμβούργο	0,035 (2010)	0,046	31,42 (2010-2018)
Ουγγαρία	0,041	0,036	-12,2
Μάλτα	0	0	0
Ολλανδία	0,111	0,389	250,45
Αυστρία	0,035	0,130 (2012)	271,42 (2004-2012)
Πολωνία	0,019	0,0043	-77,36
Πορτογαλία	0,057	0,039	-31,57
Ρουμανία	0,056	0,114	103,57
Σλοβενία	0,031	0,004	-87,09
Σλοβακία	0,021	0,007	-66,66
Φινλανδία	0,147	0,094	-36,05
Σουηδία	0,310	0,403	30

Επισημαίνεται ότι, όταν γίνεται αναφορά σε διεργασίες ενεργειακής αξιοποίησης, πρόκειται για εργασίες αποτέφρωσης και συναποτέφρωσης (βλ. επισημάνσεις σχετικά με τις εργασίες ενεργειακής αξιοποίησης αποβλήτων, παράγραφος 1.6.1 της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας).

Σύμφωνα με τον Πίνακα 16, παρατηρήθηκε ότι το 2004, στην ΕΕ-27, οδηγήθηκαν 5,74 εκ. τ. επικίνδυνων αποβλήτων για ενεργειακή αξιοποίηση, ενώ το 2018 οδηγήθηκαν 6,26 εκ. τ., πράγμα που σημαίνει ότι οι τόνοι των επικίνδυνων αποβλήτων, αυξήθηκαν κατά 9,05%. Από τα δεδομένα του Πίνακα 16, παρατηρήθηκε ότι οι μισές χώρες της ΕΕ αύξησαν τους τόνους των ΕΑ, για ανάκτηση ενέργειας το 2018, σε σχέση με το

2004. Για παράδειγμα, η Γερμανία το 2004 αξιοποίησε ενεργειακά 1,74 εκ. τ. ΕΑ, ενώ το 2018, 3,12 εκ. τ. Συνεπώς, το 2018 υπήρξε αύξηση της τάξεως του 79,3%. Επίσης, μεγάλα ποσοστά αύξησης παρουσίασαν η Βουλγαρία (1566%), η Ιρλανδία (1083%), η Ελλάδα (796,55%), η Λιθουανία (284,6%) και η Αυστρία (271,42%). Οι χώρες, οι που παρουσίασαν μείωση ήταν το Βέλγιο (-19,93%), η Εσθονία (-63,63%), η Σλοβακία (-66,66%), η Σλοβενία (-87,09%), η Πολωνία (-77,36%), η Πορτογαλία (-31,57%) η Ουγγαρία (-12,2%), η Κύπρος (-47,05%), η Κροατία (-47,36%), η Γαλλία (-53,36%), η Ισπανία (-73,66%) και η Φινλανδία (-36,05%).

Από τα δεδομένα του Πίνακα 16, προέκυψε το παρακάτω Διάγραμμα 11, στο οποίο παρουσιάζεται η μεταβολή της ποσότητας των επικίνδυνων αποβλήτων, που υποβλήθηκαν σε εργασίες ενεργειακής αξιοποίησης (R1) σε κάθε μια χώρα της ΕΕ-27, το 2004 και το 2018.



Διάγραμμα 11. Επεξεργασία (R1) επικίνδυνων αποβλήτων για ανάκτηση ενέργειας στην ΕΕ-27 το 2004 και 2018 (www.ec.europa.eu/eurostat)

Σύμφωνα με το Διάγραμμα 11, συμπεραίνεται ότι, και στην περίπτωση της ενεργειακής αξιοποίησης επικίνδυνων αποβλήτων το 2018, μεγάλη δραστηριότητα είχε η Γερμανία (3,12 εκ. τ.), η Γαλλία (1,11 εκ. τ.), η Ολλανδία (0,389 εκ. τ.), η Σουηδία (0,423 εκ. τ.), το Βέλγιο (0,142 εκ. τ.), η Δανία (0,207 εκ. τ.) και η Ιταλία (0,113 εκ. τ.). Αναφορικά με την Ελλάδα, φαίνεται ότι προηγείται αριθμητικά μεταξύ αρκετών χωρών, όσον αφορά τους τόνους επικίνδυνων αποβλήτων, από τους οποίους ανακτήθηκε ενέργεια (0,026 εκ. τ.), το έτος 2018, μεταξύ αυτών η Βουλγαρία (0,005 εκ. τ.), η Εσθονία (0,016 εκ. τ.), η Κροατία (0,01 εκ. τ.), η Κύπρος (0,0009 εκ. τ.), η Πολωνία (0,0043 εκ. τ.), η Σλοβενία (0,004 εκ. τ.), κ.α.

1.6.4 Συνολικά Στερεά Απόβλητα που υποβλήθηκαν σε διεργασίες ανάκτησης ενέργειας (R1) στην ΕΕ-27 το 2018 και σύγκριση με το 2014

Χρησιμοποιήθηκε το έτος 2014, καθώς ήταν η προηγούμενη χρονιά από την Ανακοίνωση το σχεδίου δράσης για την Κυκλική Οικονομία (βλ. Κεφάλαιο 3 της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας) από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή (COM-(2015)-614), και το έτος 2018 καθώς πρόκειται για το έτος με τα πιο πρόσφατα στοιχεία σύμφωνα με την Eurostat. Η σύγκριση μεταξύ των δύο ετών (2014-2018) περιγράφεται αναλυτικά παρακάτω.

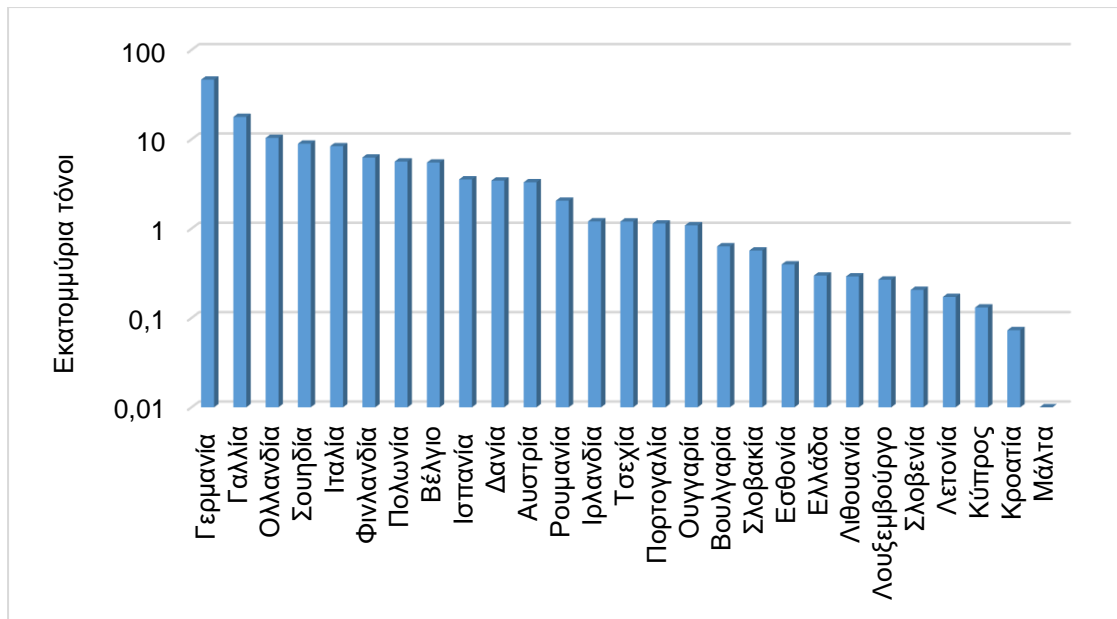
Επισημαίνεται ότι, όταν γίνεται αναφορά σε εργασίες ενεργειακής αξιοποίησης, πρόκειται για εργασίες αποτέφρωσης και συναποτέφρωσης (βλ. επισημάνσεις σχετικά με τις εργασίες ενεργειακής αξιοποίησης αποβλήτων, παράγραφος 1.6.1 της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας).

Στον Πίνακα 17, αναφέρονται οι τόνοι των ΣΑ, που υποβλήθηκαν σε διεργασίες ανάκτησης ενέργειας, τα έτη 2014 και 2018. Σύμφωνα με τον Πίνακα 17, στην ΕΕ-27, το 2014, υποβλήθηκαν σε διεργασίες ενεργειακής αξιοποίησης 106,97 εκ. τ. ΣΑ, ενώ το 2018, υποβλήθηκαν 129,7 εκ. τ. Συνεπώς, το 2018 υπήρξε αύξηση της τάξεως του 21,24%, σε σχέση με το 2014. Απ' ότι φαίνεται από τον Πίνακα 17, σχεδόν σε όλες τις χώρες της Ε.Ε., αυξήθηκαν οι τόνοι ΣΑ που αξιοποιήθηκαν ενεργειακά το 2018, σε σχέση με αυτούς που είχαν αξιοποιηθεί κατ' αυτόν τον τρόπο το 2014. Οι χώρες με τα μεγαλύτερα ποσοστά αύξησης ήταν η Κύπρος (333,33%), η Βουλγαρία (228,5%), η Ιταλία (222,72%), η Αυστρία (142,64%, περίοδος σύγκρισης 2010-2012) και η Ελλάδα (117,51%). Οι χώρες, οι οποίες αξιοποίησαν ενεργειακά λιγότερους τόνους ΣΑ το 2018, σχετικά με το 2014, ήταν το Βέλγιο (-0,72%), η Δανία (-2,81%), η Εσθονία (-22,61%), η Ουγγαρία (-10,9%), η Πορτογαλία (-10,93%), η Ρουμανία (-4,9%) και η Σλοβενία (-23,13%).

Πίνακας 17. Συνολική ποσότητα Στερεών Αποβλήτων, από τα οποία ανακτήθηκε ενέργεια (R1) στην ΕΕ-27 την περίοδο 2014-2018 (www.ec.europa.eu/eurostat)

Χώρες	Ποσότητα Συνολικών Στερεών Αποβλήτων, που αξιοποιήθηκαν ενεργειακά (R1) το 2014 (Εκ. τ.)	Ποσότητα Συνολικών Στερεών Αποβλήτων, που αξιοποιήθηκαν ενεργειακά (R1) το 2018 (Εκ. τ.)	Ποσοστό μεταβολής μεταξύ των ετών 2004/2018 (%)
ΕΕ-27	106,97	129,7	21,26
Βέλγιο	5,53	5,49	-0,72
Βουλγαρία	0,193	0,634	228,5
Τσεχία	1,016	1,2	18,11
Δανία	3,55	3,45	-2,81
Γερμανία	38,98	46,52	19,34
Εσθονία	0,513	0,397	-22,61
Ιρλανδία	0,721	1,2	66,43
Ελλάδα	0,137	0,298	117,51
Ισπανία	3,535	3,56	0,7
Γαλλία	13,38	17,81	33,1
Κροατία	0,048	0,073	52,08
Ιταλία	2,59	8,36	222,77
Κύπρος	0,03	0,13	333,3
Λετονία	0,169	0,172	1,77
Λιθουανία	0,186	0,292	57
Λουξεμβούργο	0,210	0,268	27,61
Ουγγαρία	1,22	1,087	-10,9
Μάλτα	0	0	0
Ολλανδία	10,25	10,37	1,17
Αυστρία	1,36 (2010)	3,3 (2012)	142,64 (2010-2012)
Πολωνία	5,012	5,64	12,52
Πορτογαλία	1,28	1,14	-10,93
Ρουμανία	2,16	2,054	-4,9
Σλοβενία	0,268	0,206	-23,13
Σλοβακία	0,313	0,57	82,1
Φινλανδία	4,485	6,251	39,3
Σουηδία	7,617	8,932	17,26

Το Διάγραμμα 12 δημιουργήθηκε με βάση τον Πίνακα 17. Σε αυτό παρουσιάζονται οι χώρες της ΕΕ-27, κατά φθίνουσα σειρά, σύμφωνα με τους συνολικούς τόνους των ΣΑ, που υποβλήθηκαν σε εργασίες ενεργειακής αξιοποίησης (R1) από την κάθε μια χώρα ξεχωριστά, για το έτος 2018. Επισημαίνεται ότι για την Αυστρία χρησιμοποιήθηκαν τα στοιχεία του 2012, διότι υπήρχε έλλειψη στοιχείων για το 2018.



Διάγραμμα 12. Συνολικά Στερεά Απόβλητα που υποβλήθηκαν σε διεργασίες ανάκτησης ενέργειας (R1) στην ΕΕ-27 το 2018 (www.ec.europa.eu/eurostat)

Όπως παρατηρείται και από το Διάγραμμα 12, το έτος 2018, η Γερμανία αξιοποίησε τους περισσότερους τόνους ΣΑ (46,52 εκ. τ.) για ανάκτηση ενέργειας. Ακολούθησε η Γαλλία (17,81 εκ. τ.), η Ολλανδία (10,37 εκ. τ.), η Σουηδία (8,932 εκ. τ.), η Ιταλία (8,36 εκ. τ.) και οι υπόλοιπες χώρες, όπως παρουσιάζονται στο Διάγραμμα 12. Αναφορικά με την Ελλάδα βρίσκεται χαμηλά στην κατάταξη, καθώς ο αριθμός των ΣΑ, από τα οποία ανακτήθηκε ενέργεια (0,298 εκ. τ.), προηγείται μόνο των εξής 7 χωρών της ΕΕ: της Λιθουανίας (0,292 εκ. τ.), Λουξεμβούργου (0,268 εκ. τ.), Σλοβενίας (0,57 εκ. τ.), Λετονίας (0,172 εκ. τ.), Κύπρου (0,13 εκ. τ.), Κροατίας (0,073 εκ. τ.) και Μάλτας (0 εκ. τ.).

Στο Πίνακα 18 αναφέρονται οι κατηγορίες των αποβλήτων, που οδηγήθηκαν σε εγκαταστάσεις αποτέφρωσης και συναποτέφρωσης για ανάκτηση ενέργειας, στην ΕΕ-27 τα έτη 2014 και 2018. Στην πρώτη στήλη του Πίνακα 18, αναφέρονται ονομαστικά οι κατηγορίες των αποβλήτων, στην δεύτερη στήλη αναφέρεται το σύνολο των τόνων της κάθε κατηγορίας, που υποβλήθηκαν σε εργασίες ανάκτησης ενέργειας, καθώς και το ποσοστό μεταβολής μεταξύ των ετών 2014 και 2018, ενώ στην τελευταία στήλη, αναφέρονται τα Κράτη Μέλη, τα οποία δραστηριοποιήθηκαν ως προς την συγκεκριμένη κατηγορία αποβλήτων, με σκοπό την ανάκτηση ενέργειας από αυτά. Πληροφορίες σχετικά με τις κατηγορίες που διακρίνονται στον παρακάτω Πίνακα, βρίσκονται στην παράγραφο 1.3.3 της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας.

Πίνακας 18. Κατηγορίες αποβλήτων προς ενεργειακή αξιοποίηση (R1) και δραστηριότητα στην ΕΕ-27 τα έτη 2014-2018 (www.ec.europa.eu/eurostat, COM (2009) 535)

Κατηγορίες αποβλήτων, που υποβλήθηκαν σε διεργασίες ανάκτησης ενέργειας (R1) στην ΕΕ-27 το 2014 και 2018	Ποσότητα αποβλήτων 2014/ 2018 (Εκ. τ.) Ποσοστό μεταβολής μεταξύ των δύο ετών (%)	Χώρες που της ΕΕ-27, οι οποίες δραστηριοποιήθηκαν ως προς την συγκεκριμένη κατηγορία αποβλήτων (1 ^η στήλη) με σκοπό την ανάκτηση ενέργειας
Συνολικά απόβλητα (επικίνδυνα και μη επικίνδυνα)	106,97 (2014) / 129,72 (2018) (21,26%)	Όλες οι χώρες της ΕΕ-27, εκτός της Μάλτας
Χρησιμοποιημένοι διαλύτες (επικίνδυνα)	0,48 (2014) / 0,51 (2018) (6,25%)	Όλες οι χώρες της ΕΕ-27, εκτός της Βουλγαρίας, της Ιρλανδίας, της Ελλάδας, της Κύπρου, της Λετονίας, του Λουξεμβούργου, της Μάλτας και της Πορτογαλίας
Όξινα, αλκαλικά ή αλατούχα απόβλητα (επικίνδυνα και μη επικίνδυνα)	0,06 / 0,04 (-33,33%)	Μόνο στο Βέλγιο, τη Δανία, τη Γερμανία, την Ιρλανδία, την Ισπανία, τη Γαλλία, τη Λιθουανία, την Ολλανδία, τη Πολωνία, τη Ρουμανία, τη Σλοβακία και τη Φινλανδία
Χρησιμοποιημένα έλαια (επικίνδυνα)	0,23 / 0,29 (26,08%)	Όλες οι χώρες της ΕΕ-27, εκτός της Ελλάδας, της Κύπρου, του Λουξεμβούργου, και της Μάλτας
Χημικά απόβλητα (επικίνδυνα και μη επικίνδυνα)	1,39 / 1,59 (14,38%)	Όλες οι χώρες της ΕΕ-27, εκτός της Λετονίας και της Μάλτας
Βιομηχανικές λυματολάσπες (επικίνδυνα και μη επικίνδυνα)	1,96 / 1,82 (-7,14%)	Όλες οι χώρες της ΕΕ-27, εκτός της Κύπρου, της Λετονίας, του Λουξεμβούργου και της Μάλτας
Γύες και υγρά απόβλητα από την επεξεργασία απορριμμάτων (επικίνδυνα και μη επικίνδυνα)	0,27 / 0,27 (0%)	Όλες οι χώρες της ΕΕ-27, εκτός του Βελγίου, της Βουλγαρίας, της Ιρλανδίας, της Ελλάδας, της Λετονίας, της Μάλτας και της Σλοβενίας
Απόβλητα από την υγειονομική περίθαλψη και βιολογικά απόβλητα (επικίνδυνα και μη επικίνδυνα)	0,37 / 0,57 (54,05%)	Όλες οι χώρες της ΕΕ-27, εκτός του Βελγίου, της Ελλάδας, της Κροατίας, της Κύπρου, του Λουξεμβούργου, της Μάλτας, της Πορτογαλίας, της Ρουμανίας, της Σλοβενίας και της Σουηδίας
Απορρίμματα μετάλλων (μη επικίνδυνα και επικίνδυνα)	0,08 / 0,09 (12,5%)	Μόνο στη Γερμανία και στη Δανία
Απορρίμματα μετάλλων μεικτά σιδηρούχα και μη σιδηρούχα	0,01 (2016) / 0,01 (2018) (0%)	Μόνο στη Γερμανία και στη Δανία
Απορρίμματα χαρτιού και χαρτονιού (μη επικίνδυνα)	0,3 / 0,41 (36,66%)	Όλες οι χώρες της ΕΕ-27, εκτός της Ελλάδας, της Κροατίας, της Λιθουανίας, του Λουξεμβούργου, της Μάλτας και της Ολλανδίας
Απορρίμματα ελαστικού (μη επικίνδυνα)	0,95 / 0,93 (-2,1%)	Όλες οι χώρες της ΕΕ-27, εκτός του Βελγίου, της Ιρλανδίας και της Μάλτας
Απορρίμματα πλαστικών ουσιών (μη επικίνδυνα)	1,73 / 2,29 (32,36%)	Όλες οι χώρες της ΕΕ-27, εκτός της Ελλάδας και της Μάλτας

Απορρίμματα ξυλείας (επικίνδυνα και μη επικίνδυνα)	22,45 / 23,36 (4,05%)	Όλες οι χώρες της ΕΕ-27, εκτός της Μάλτας
Απορρίμματα υφαντουργίας (μη επικίνδυνα)	0,15 / 0,21 (40%)	Όλες οι χώρες της ΕΕ-27, εκτός της Εσθονίας, της Γαλλίας, της Κύπρου, του Λουξεμβούργου, της Μάλτας, της Πολωνίας, της Σλοβενίας και της Σουηδίας
Απορριπτόμενος εξοπλισμός (επικίνδυνα και μη επικίνδυνα) (με εξαίρεση απορριπτόμενα οχήματα (επ. και μη επ.) και απορρίμματα ηλεκτρικών στηλών και συσσωρευτών (επ. και μη επ.))	0,05 / 0,08 (60%)	Μόνο στη Τσεχία, στη Δανία, στη Γερμανία, στην Ιρλανδία, στη Γαλλία, στην Ιταλία, στη Λιθουανία, στην Ουγγαρία, στην Ολλανδία και τη Σλοβακία
Απορριπτόμενα οχήματα (επικίνδυνα και μη επικίνδυνα)	0,01 / 0,01 (0%)	Μόνο στη Πορτογαλία
Ζωικά υπολείμματα από την παρασκευή τροφίμων και προϊόντων (μη επικίνδυνα)	1,3 / 1,25 (-3,84%)	Όλες οι χώρες της ΕΕ-27, εκτός της Βουλγαρίας, της Εσθονίας, της Λετονίας, του Λουξεμβούργου και της Μάλτας
Φυτικά υπολείμματα (μη επικίνδυνα)	1,96 / 1,95 (-0,51%)	Όλες οι χώρες της ΕΕ-27, εκτός της Λετονίας, της Μάλτας και της Σλοβενίας
Κόπρανα, ούρα και κοπριά ζώων (μη επικίνδυνα)	0,46 / 0,55 (19,56%)	Μόνο στη Δανία, στην Ελλάδα, στη Γαλλία, στην Ουγγαρία, στην Ολλανδία, στη Πολωνία, στη Πορτογαλία, στη Σλοβενία και στη Σλοβακία
Οικιακά και παρόμοια απορρίμματα (Μη επικίνδυνα)	38,76 / 49,21 (26,96%)	Όλες οι χώρες της ΕΕ-27, εκτός της Βουλγαρίας, της Ελλάδας, της Κροατίας, της Λετονίας, της Μάλτας, της Ρουμανίας και της Σλοβενίας
Μεικτά και χύδη υλικά (επικίνδυνα και μη επικίνδυνα)	8,02 / 8,55 (6,6%)	Όλες οι χώρες της ΕΕ-27, εκτός της Μάλτας
Υπολείμματα διαλογών (επικίνδυνα και μη επικίνδυνα)	21,92 / 31,63 (44,29%)	Όλες οι χώρες της ΕΕ-27, εκτός της Μάλτας
Κοινές λυματολάσπες (πλην λυματολασπών βυθοκόρησης) (μη επικίνδυνα)	1,7 / 1,83 (7,64%)	Όλες οι χώρες της ΕΕ-27, εκτός της Εσθονίας, της Γαλλίας, της Λετονίας, της Μάλτας, της Ρουμανίας και της Σλοβενίας
Απορρίμματα ανόργανων ουσιών από κατασκευές και κατεδαφίσεις (επικίνδυνα και μη επικίνδυνα)	1,32 / 1,38 (4,54%)	Όλες οι χώρες της ΕΕ-27, εκτός της Βουλγαρίας, της Ελλάδας, της Κύπρου, της Λετονίας, του Λουξεμβούργου, της Μάλτας, της Πολωνίας, της Πορτογαλίας, της Ρουμανίας και της Σλοβενίας
Άλλα απορρίμματα ανόργανων ουσιών (επικίνδυνα και μη επικίνδυνα)	0,22 / 0,25 (13,63%)	Μόνο η Βουλγαρία, η Δανία, η Γερμανία, η Ιταλία, η Λιθουανία, το Λουξεμβούργο, η Ουγγαρία, η Ολλανδία, η Πολωνία, η Σλοβακία και η Φινλανδία
Υπολείμματα καύσεων (επικίνδυνα και μη επικίνδυνα)	0,63 / 0,49 (-22,22%)	Μόνο η Δανία, η Γερμανία, η Γαλλία, η Κροατία, η Ιταλία, η

		Ολλανδία, η Σλοβακία, η Φινλανδία και η Σουηδία
Εδάφη (επικίνδυνα και μη επικίνδυνα)	0,14 / 0,07 (-50%)	Μόνο η Δανία, η Γερμανία, η Εσθονία, η Ιρλανδία, η Γαλλία, η Ιταλία, η Λιθουανία, η Ουγγαρία, η Σλοβακία και η Φινλανδία
Απορρίμματα ανόργανων ουσιών από την επεξεργασία αποβλήτων και σταθεροποιημένα απόβλητα (επικίνδυνα και μη επικίνδυνα)	0,06 / 0,09 (50%)	Μόνο το Βέλγιο, η Δανία, η Γερμανία, η Γαλλία, η Κύπρος, η Ολλανδία και η Φινλανδία

Επισημαίνεται ότι, όταν γίνεται αναφορά σε διεργασίες ενεργειακής αξιοποίησης, πρόκειται για εργασίες αποτέφρωσης και συναποτέφρωσης (βλ. επισημάνσεις σχετικά με τις εργασίες ενεργειακής αξιοποίησης αποβλήτων, παράγραφος 1.6.1 της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας).

Σύμφωνα με τα δεδομένα της Eurostat, οι συνολικοί τόνοι ΣΑ, που υποβλήθηκαν σε εργασίες ανάκτησης ενέργειας, το 2018, στην ΕΕ-27, ήταν περίπου 129,72 εκ. τ. Από αυτούς, οι 128,02 εκ. τ. (περίπου το 98,6% των συνολικών) προέκυψαν από ΣΑ, που δεν ανήκουν στις κατηγορίες απορριμμάτων ανόργανων ουσιών. Όσον αφορά τους υπόλοιπους τόνους, από τους οποίους ανακτήθηκε ενέργεια (1,7 εκ. τ. ή 1,4% των συνολικών), προέκυψαν από υπολείμματα ανόργανων ουσιών. Συνεπώς γίνεται κατανοητό ότι τα ΣΑ, που ανήκουν στις κατηγορίες των απορριμμάτων ανόργανων ουσιών έχουν πολύ μικρή συνεισφορά στην ενεργειακή αξιοποίηση αποβλήτων.

Σύμφωνα με τον Πίνακα 18, παρατηρείται ότι σχεδόν σε όλες της κατηγορίες ΣΑ, αυξήθηκαν οι τόνοι, που υποβλήθηκαν σε διεργασίες ενεργειακής αξιοποίησης το 2018 σε σχέση με το 2014. Παίρνοντας ως παράδειγμα την κατηγορία των οικιακών και παρόμοιων απορριμμάτων, φαίνεται ότι το 2014 υποβλήθηκαν σε διεργασίες ανάκτησης ενέργειας 38,76 εκ. τ., ενώ το 2018, 49,21 εκ. τ. Συνεπώς, το 2018 παρατηρήθηκε αύξηση της τάξεως του 26,96%, σε σχέση με το 2014. Επίσης, μεγάλες αυξήσεις παρατηρήθηκαν στην κατηγορία των υπολειμμάτων διαλογών (44,29%), στην κατηγορία των απορριμμάτων ανόργανων ουσιών από την επεξεργασία αποβλήτων και σταθεροποιημένων αποβλήτων (50%), στην κατηγορία του απορριπτόμενου εξοπλισμού (60%), στην κατηγορία απορριμμάτων πλαστικών ουσιών (32,36%), υφαντουργίας (40%) και χαρτιού και χαρτονιού (36,66%). Σε αντίθεση με την πλειοψηφία των κατηγοριών που αναφέρονται στον Πίνακα 18, στις οποίες φαίνεται ότι αυξήθηκαν οι τόνοι που αξιοποιήθηκαν ενεργειακά το 2018, σε σχέση με το 2014, υπάρχουν και επτά κατηγορίες, στις οποίες φαίνεται ότι οι τόνοι μειώθηκαν. Για παράδειγμα, στην κατηγορία των φυτικών υπολειμμάτων, το 2018, υποβλήθηκαν σε διεργασίες ανάκτησης ενέργειας 1,95 εκ. τ., ενώ το 2014, είχαν αξιοποιηθεί ενεργειακά 1,96 εκ. τ., που σημαίνει μείωση κατά -0,51%. Οι υπόλοιπες έξι κατηγορίες, στις οποίες παρατηρήθηκε μείωση ήταν, η κατηγορία των εδαφών (-50%), η κατηγορία των υπολειμμάτων καύσεως (-22,22%), η κατηγορία των ζωικών υπολειμμάτων από την παρασκευή τροφίμων και προϊόντων (-3,84%), η κατηγορία απορριμμάτων ελαστικού (-2,1%), η κατηγορία βιομηχανικών λυματολασπών (-7,14%) και η κατηγορία των όξινων αλκαλικών ή αλατούχων αποβλήτων (-33,33%).

1.6.5 Εγκαταστάσεις ενεργειακής αξιοποίησης μη Επικίνδυνων Αποβλήτων στην Ευρώπη

Σύμφωνα με την CEWEP (Confederation of European Waste to Energy Plants), στον Πίνακα 19 αναφέρονται τα πιο πρόσφατα στοιχεία (2018) σχετικά με τον αριθμό των καυστήρων, για μη επικίνδυνα απόβλητα, στις Ευρωπαϊκές χώρες.

*Πίνακας 19. Καυστήρες μη Επικίνδυνων Αποβλήτων στην Ευρώπη το 2018
(www.cewep.eu)*

1) Φινλανδία: 9	12) Σλοβακία: 2
2) Νορβηγία: 18	13) Γαλλία: 121
3) Σουηδία: 37	14) Ελβετία: 30
4) Εσθονία: 1	15) Αυστρία: 11
5) Λιθουανία: 1	16) Ουγγαρία: 1
6) Δανία: 26	17) Πορτογαλία: 4
7) Ολλανδία: 12	18) Ισπανία: 12
8) Πολωνία: 7	19) Λουξεμβούργο: 1
9) Βέλγιο: 17	20) Ιταλία: 38
10) Γερμανία: 96	21) Ιρλανδία: 2
11) Τσεχία: 4	22) Ηνωμένο Βασίλειο: 42

Συνδυάζοντας τις πληροφορίες των Πινάκων 15 και 19, προκύπτει το συμπέρασμα ότι η Γερμανία και η Γαλλία, έχουν πολύ μεγάλη δραστηριότητα ως προς την ενεργειακή αξιοποίηση αποβλήτων, καθώς ο αριθμός των υφιστάμενων καυστήρων, των δύο αυτών χωρών υπερτερεί των υπολοίπων. Συνεπώς, υπάρχει δυνατότητα αξιοποίησης περισσότερων τόνων αποβλήτων. Επίσης, μεγάλη δραστηριότητα ενεργειακής αξιοποίησης αποβλήτων φαίνεται να υπάρχει στις Σκανδιναβικές χώρες (Σουηδία, Δανία, Νορβηγία και Φινλανδία), καθώς επίσης και στην Ιταλία, στο Βέλγιο, στην Αυστρία, στην Ολλανδία, στη Πολωνία και στην Ισπανία.

Σύμφωνα με δεδομένα του 2016, ο συνολικός αριθμός των καυστήρων παγκοσμίως ήταν περίπου 1615, εκ των οποίων περίπου οι 510 να βρίσκονται στην Ευρώπη. Αναλυτικά 250 μονάδες συνδυαστικής παραγωγής θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας (ΣΗΘ), 160 μονάδες παραγωγής μόνο ηλεκτρικής ενέργειας και 94 μονάδες παραγωγής μόνο θερμικής ενέργειας, οι οποίες παρέχουν συνολική ικανότητα αποτέφρωσης 93 εκατομμυρίων τόνων αποβλήτων (Scarlat N. et al. 2019).

1.6.6 Στατιστικά στοιχεία διαχείρισης Αστικών Στερεών Αποβλήτων στην ΕΕ-27 από το 1995 έως και το 2019

Όπως αναφέρεται στην Οδηγία 2018/851 της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, τα αστικά απόβλητα αντιστοιχούν κατά προσέγγιση σε ποσοστό μεταξύ 7 και 10 % των συνολικών αποβλήτων που παράγονται στην Ε.Ε. Σύμφωνα με τον Πίνακα 4, τα συνολικά παραγόμενα ΣΑ το 2018 ήταν 2.336,7 εκ. τ. και σύμφωνα με τα στατιστικά της Eurostat τα συνολικά παραγόμενα ΑΣΑ για το ίδιο έτος ήταν 221,61 εκ. τ. Συνεπώς,

το ποσοστό των ΑΣΑ ως προς τα συνολικά ήταν περίπου 9,48%. Η συγκεκριμένη κατηγορία αποβλήτων είναι πολύ δύσκολη ως προς την διαχείριση λόγω της περίπλοκης και ανάμεικτης σύνθεσής της. Συνεπώς απαιτεί προσπάθεια από τους πολίτες και τις επιχειρήσεις, ούτως ώστε να επιτευχθούν υψηλότερα επίπεδα διαχείρισης (Οδηγία 2018/851/ΕΕ).

Στον Πίνακα 20 αναφέρονται οι τόνοι των ΑΣΑ, τους οποίους διαχειρίστηκαν τα Κράτη Μέλη, τα έτη 1995, 2005, 2015 και 2019. Στην κατηγορία της αποτέφρωσης, που αναφέρεται στον Πίνακα 20, περιλαμβάνονται όλα τα απόβλητα που οδηγήθηκαν προς καύση, εννοώντας και αυτά, από τα οποία ανακτήθηκε ενέργεια, αλλά και αυτά, από τα οποία δεν ανακτήθηκε. Επίσης, η τελευταία κατηγορία της ‘άλλης διαχείρισης’ αναφέρεται στην διαφορά του αθροίσματος των αποβλήτων που υποβλήθηκαν σε επεξεργασία από το άθροισμα αυτών που παρήχθησαν. Από τον Πίνακα 20 φαίνεται ότι, από το 1995 μέχρι το 2019 η υγειονομική ταφή αποβλήτων έχει μειωθεί κατά -56,2% (από 121 εκ. τ. σε 54 εκ. τ. ή από 286 κιλά ανά κάτοικο σε 120 κιλά ανά κάτοικο). Η αποτέφρωση (με και χωρίς ανάκτηση ενέργειας) έχει αυξηθεί κατά 100% (από 30 εκ. τ. σε 60 εκ. τ. ή από 70 κιλά ανά κάτοικο σε 134 κιλά ανά κάτοικο). Το ίδιο και η ανακύκλωση και η κομποστοποίηση, καθώς έχουν αυξηθεί κατά 195,6% (από 23 εκ. τ. σε 68 εκ. τ. ή από 54 κιλά ανά κάτοικο σε 152 κιλά ανά κάτοικο) και 178,5% (από 14 εκ. τ. σε 39 εκ. τ. ή από 33 κιλά ανά κάτοικο σε 87 κιλά ανά κάτοικο) αντίστοιχα. Αναφορικά με την κατηγορία της ‘άλλης διαχείρισης’ παρατηρήθηκε μείωση της τάξεως του -60%, πράγμα που σημαίνει ότι το 1995 δεν υποβλήθηκαν σε διαχείριση 10 εκ. τ. ΑΣΑ (ή 24 κιλά ΑΣΑ ανά κάτοικο), ενώ το 2019 η ποσότητα των ΑΣΑ, που δεν υποβλήθηκαν σε διαχείριση ήταν 4 εκ. τ. (ή 9 κιλά ανά κάτοικο) (www.ec.europa.eu/eurostat).

Πίνακας 20. Διαχείριση Αστικών Στερεών Αποβλήτων στην ΕΕ-27 την περίοδο 1995-2019 (www.ec.europa.eu/eurostat)

Εργασίες διαχείρισης αποβλήτων	1995 (Εκ. τ.)	2005 (Εκ. τ.)	2015 (Εκ. τ.)	2019 (Εκ. τ.)	Ποσοστό μεταβολής από το 1995 έως το 2019 (%)
Υγειονομική ταφή	121	88	57	53	-56,2
Αποτέφρωση	30	45	57	60	100
Ανακύκλωση υλικών	23	46	63	68	195,6
Κομποστοποίηση	14	26	33	39	178,5
Άλλη διαχείριση	10	16	4	4	-60

Στην Στατιστική Υπηρεσία της Eurostat, παρέχονται αναλυτικά στοιχεία, σχετικά με τον αριθμό των ΑΣΑ, που οδηγήθηκαν προς αποτέφρωση (με και χωρίς ανάκτηση ενέργειας) από το 2010 έως και το 2019 στην ΕΕ-27. Συνεπώς, σύμφωνα με την Eurostat, τα ΑΣΑ, που αποτεφρώθηκαν χωρίς ανάκτηση ενέργειας το έτος 2010, ήταν

περίπου 13,105 εκατομμύρια τόνοι. Αναφορικά με το έτος 2019 φαίνεται ότι οι τόνοι των ΑΣΑ, που οδηγήθηκαν προς καύση χωρίς ανάκτηση ενέργειας μειώθηκαν κατά 12 εκατομμύρια τόνους σε σχέση με το 2010, καθώς σύμφωνα με τα στατιστικά στοιχεία της Eurostat, το 2019, αποτεφρώθηκαν 1,121 εκατομμύρια τόνοι ΑΣΑ χωρίς ανάκτηση ενέργειας, πράγμα που σημαίνει ότι συγκριτικά με το 2010, το 2019 υπήρξε μείωση της τάξεως του -91,44%. Είναι χρήσιμο να σημειωθεί ότι η Γερμανία μείωσε κατά πάρα πολύ την ποσότητα των ΑΣΑ, που αποτεφρώθηκαν δίχως ανάκτηση ενέργειας από 10,534 εκ. τ. (2010) σε 0,484 εκ. τ. (2019), η Ολλανδία από 1,833 εκ. τ. (2010) σε 0,095 εκ. τ. (2019) και η Γαλλία από 0,42 εκ. τ. (2010) σε 0,069 εκ. τ. (2019) (www.ec.europa.eu/eurostat).

1.6.7 Ενεργειακή αξιοποίηση Αστικών Στερεών Αποβλήτων στην ΕΕ-27 την περίοδο 2010- 2019

Θερμική Επεξεργασία ΑΣΑ για ανάκτηση ενέργειας

Η ποσότητα των ΑΣΑ, που αποτεφρώθηκαν με ανάκτηση ενέργειας στην ΕΕ-27, το 2010 και το 2019, ήταν περίπου 40,1 εκ. τ. και 58,62 εκ. τ. αντίστοιχα. Συνεπώς το 2019 παρατηρήθηκε αύξηση της τάξεως του 46,18%, σε σχέση με το 2010. Στον Πίνακα 21 παρουσιάζονται τα στοιχεία, σχετικά με την ποσότητα των ΑΣΑ, που αποτεφρώθηκαν με ανάκτηση ενέργειας για τα έτη 2010 και 2019, καθώς επίσης και τα ποσοστά μεταβολής μεταξύ των δύο συγκεκριμένων ετών. Επισημαίνεται ότι, εφόσον υπήρχαν ελλείψεις σχετικά με τα στοιχεία κάποιων χωρών για τα έτη 2010 και 2019, έχουν χρησιμοποιηθεί στοιχεία άλλων ετών, τα οποία αναφέρονται εντός παρενθέσεων στους σχετικούς Πίνακες.

Πίνακας 21. Αποτέφρωση Αστικών Στερεών Αποβλήτων με ανάκτηση ενέργειας, στην ΕΕ-27 τα έτη 2010 και 2019 (www.ec.europa.eu/eurostat)

Χώρες	2010 (Εκ. τ)	2019 (Εκ. τ.)	Ποσοστό Μεταβολής μεταξύ του 2010/2019 (%)
ΕΕ-27	40,1	58,62	46,18
Βέλγιο	1,85	2,021	9,24
Βουλγαρία	0,049 (2013)	0,208 (2018)	324,48 (2013-2018)
Τσεχία	0,495	0,868	75,35
Δανία	2,643 (2011)	2,333	-11,72 (2011-2019)
Γερμανία	7,722	15,98	106,94
Εσθονία	0,047 (2012)	0,221	370,21 (2012-2019)
Ιρλανδία	0,108	1,243 (2018)	1050,92 (2010-2018)
Ελλάδα	0,016 (2011)	0,074	362,5 (2011-2019)
Ισπανία	2,044	2,533	23,92
Γαλλία	11,643	12,461	7,02
Κροατία	0,002 (2012)	0,001	-50 (2012-2019)
Ιταλία	5,387	5,711	6,01
Κύπρος	0,004 (2014)	0,005	25 (2014-2019)
Λετονία	0,003 (2012)	0,028	833,3 (2012-2019)
Λιθουανία	0,091 (2013)	0,194	113,18 (2013-2019)
Λουξεμβούργο	0,13	0,229	76,15
Ουγγαρία	0,406	0,515	28,84
Μάλτα	0	0	0
Ολλανδία	2,841	3,577	25,9
Αυστρία	1,636	2,004	22,49
Πολωνία	0,563 (2013)	2,742	387 (2013-2019)
Πορτογαλία	1,058	0,996	-5,86
Ρουμανία	0,021	0,251	1095,2
Σλοβενία	0,008	0,136	1600
Σλοβακία	0,171	0,125	-26,9
Φινλανδία	0,441	1,735	293,42
Σουηδία	2,124	2,427	14,26

Από τον Πίνακα 21, φαίνεται ότι σχεδόν σε όλες τις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, το 2019, αυξήθηκαν οι τόνοι των αστικών στερεών αποβλήτων, οι οποίοι αποτεφρώθηκαν και ανακτήθηκε ενέργεια, σε σχέση με το 2010. Για παράδειγμα, το 2010 στο Βέλγιο αποτεφρώθηκαν 1,85 εκατομμύρια τόνοι αστικών στερεών αποβλήτων για να ανακτηθεί ενέργεια, ενώ το 2019 αποτεφρώθηκαν 2,021 εκατομμύρια τόνοι ΑΣΑ για τον ίδιο σκοπό, δηλαδή το 2019 υπήρξε αύξηση της τάξεως του 9,24% σε σχέση με το 2010. Τεράστιες αυξήσεις παρατηρήθηκαν στη Σλοβενία (1600%), στη Ρουμανία (1095,2%), στην Ιρλανδία (1050,92%, περίοδος σύγκρισης 2010-2018) και στη Λετονία (833,3%, 2012-2019), καθώς επίσης αρκετά μεγάλη αύξηση παρουσίασαν και η Πολωνία (387%, 2013-2019), η Εσθονία (370,21%, 2012-2019), η Ελλάδα (362,5%, 2011-2019) και η Βουλγαρία (324,48%, 2013-2018). Σύμφωνα με τα δεδομένα του Πίνακα 21, σε τέσσερις χώρες, αποτεφρώθηκαν

λιγότεροι τόνοι ΑΣΑ για ανάκτηση ενέργειας το 2019, σε σχέση με το 2010. Για παράδειγμα, στην Σλοβακία το 2019 αποτεφρώθηκαν 0,125 εκατομμύρια τόνοι ΑΣΑ, ενώ το 2010 αποτεφρώθηκαν 0,171 εκ. τ. ΑΣΑ δηλαδή υπήρξε μείωση της τάξεως του -26,9% σε σχέση με το 2010. Οι υπόλοιπες τρεις χώρες στις οποίες παρουσιάστηκε μείωση ήταν η Πορτογαλία (- 5,86%) η Κροατία (-50%) και η Δανία (-11,72%).

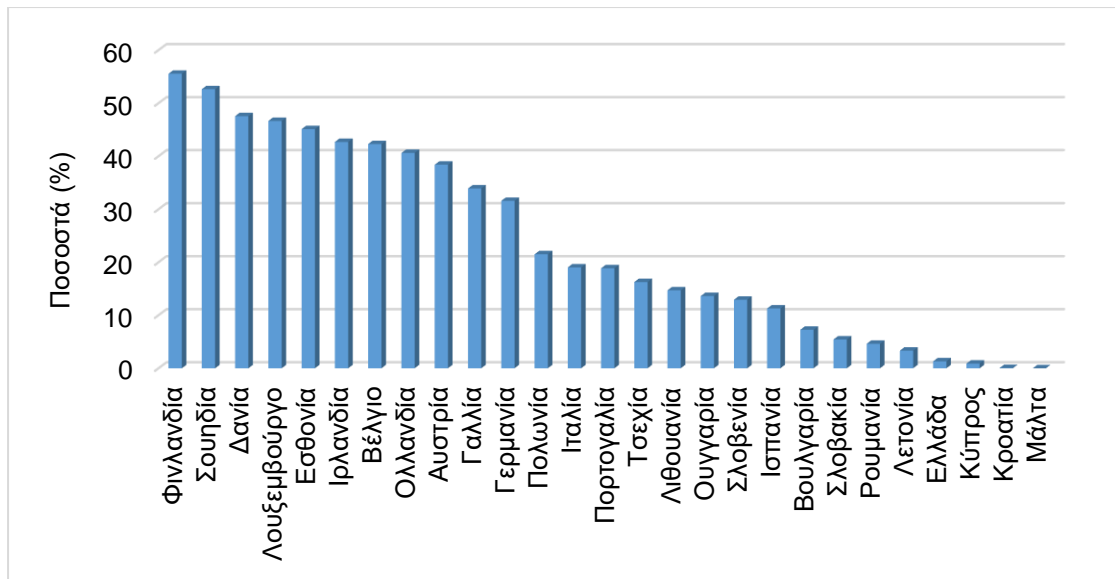
Λαμβάνοντας υπόψη τον Πίνακα 7, στον οποίο παρουσιάζονται οι συνολικοί τόνοι των ΑΣΑ που παρήχθησαν το 2019, και τον Πίνακα 21, στον οποίο παρουσιάζονται οι τόνοι των ΑΣΑ που αποτεφρώθηκαν και ανακτήθηκε ενέργεια για το ίδιο έτος, προέκυψε ο Πίνακας 22, στον οποίο παρουσιάζονται τα ποσοστά των ΑΣΑ που αποτεφρώθηκαν με ανάκτηση ενέργειας, ως προς τα συνολικά που παρήχθησαν, για κάθε χώρα της Ε.Ε. ξεχωριστά.

Πίνακας 22. Ποσοστά Αστικών Στερεών Αποβλήτων που οδηγήθηκαν προς αποτέφρωση με ανάκτηση ενέργειας, ως προς τα συνολικά που παρήχθησαν στην ΕΕ-27 το 2019

Χώρες	Ποσοστά 2019 (%)
ΕΕ-27	26,11
Βέλγιο	42,28
Βουλγαρία	7,26 (2018)
Τσεχία	16,26
Δανία	47,54
Γερμανία	31,57
Εσθονία	45,1
Ιρλανδία	42,68 (2018)
Ελλάδα	1,31
Ισπανία	11,28
Γαλλία	33,91
Κροατία	0,05
Ιταλία	19,02
Κύπρος	0,88
Λετονία	3,33
Λιθουανία	14,7
Λουξεμβούργο	46,63
Ουγγαρία	13,62
Μάλτα	0
Ολλανδία	40,62
Αυστρία	38,39
Πολωνία	21,5
Πορτογαλία	18,86
Ρουμανία	4,62
Σλοβενία	12,92
Σλοβακία	5,43
Φινλανδία	55,55
Σουηδία	52,63

Από τον Πίνακα 22 συμπεραίνεται ότι το 26,11% των συνολικών αστικών στερεών αποβλήτων, που παρήχθησαν στην Ε.Ε., το 2019, οδηγήθηκαν προς αποτέφρωση με ανάκτηση ενέργειας.

Από τα δεδομένα του Πίνακα 22, δημιουργήθηκε το Διάγραμμα 13, στο οποίο απεικονίζονται τα Κράτη Μέλη, κατά φθίνουσα σειρά, με βάση το ποσοστό αποτέφρωσης για ανάκτηση ενέργειας. Επισημαίνεται ότι για την Βουλγαρία και την Ιρλανδία χρησιμοποιήθηκαν τα στοιχεία του 2018.



Διάγραμμα 13. Ποσοστά Αστικών Στερεών Αποβλήτων, που αποτεφρώθηκαν με ανάκτηση ενέργειας, ως προς τα συνολικά που παρήχθησαν στην ΕΕ-27 το 2019 (www.ec.europa.eu/eurostat)

Σύμφωνα με το Διάγραμμα 13, οι χώρες της Σκανδιναβίας, χρησιμοποίησαν μεγάλες ποσότητες των παραγόμενων αστικών στερεών αποβλήτων τους, για την παραγωγή ενέργειας. Για παράδειγμα, στην Φινλανδία αποτεφρώθηκαν παραπάνω από τα μισά (55,55%) των συνολικών ΑΣΑ που παρήχθησαν, με σκοπό την ενεργειακή τους αξιοποίηση. Ακολούθησε η Σουηδία (52,63%), η Δανία (47,54%), το Λουξεμβούργο (46,63%) και η Εσθονία (45,10%). Επίσης, υψηλά ποσοστά αποτέφρωσης ΑΣΑ με ανάκτηση ενέργειας, παρουσίασαν και η Ιρλανδία (42,8%), το Βέλγιο (42,28%), η Ολλανδία (40,62%), η Αυστρία (38,39%), η Γαλλία (33,91%) και η Γερμανία (31,57%). Αναφορικά με την Ελλάδα (1,31%), την Κύπρο (0,88%) και την Κροατία (0,05%), σημείωσαν αρκετά μικρά ποσοστά σε σύγκριση με άλλα Κράτη Μέλη, όπως γίνεται αντιληπτό από το συγκεκριμένο Διάγραμμα και τον Πίνακα 22.

Βιολογική Επεξεργασία (κομποστοποίηση και αναερόβια χώνευση) ΑΣΑ

Η Eurostat παρέχει πληροφορίες, σχετικά με της ποσότητες των ΑΣΑ, που υποβλήθηκαν σε εργασίες βιολογικής επεξεργασίας (κομποστοποίηση και αναερόβια χώνευση). Στον Πίνακα 21, δίνονται οι ποσότητες των ΑΣΑ, που υποβλήθηκαν σε κομποστοποίηση και αναερόβια χώνευση στην ΕΕ-27, για τα έτη 2010 και 2019. Επισημαίνεται ότι έχουν χρησιμοποιηθεί οι ίδιες χρονολογίες, με αυτές που χρησιμοποιήθηκαν και στον Πίνακα 21 (π.χ. αντί για το 2010: Βουλγαρία (2013), Εσθονία (2012), Δανία (2011), Ελλάδα (2011), Κροατία (2012), Λιθουανία (2013), Κύπρος (2014), Λετονία (2012) και Πολωνία (2013) και αντί για το 2019: Βουλγαρία (2018) και Ιρλανδία (2018) προκειμένου να πραγματοποιηθεί η σύγκριση μεταξύ θερμικής και βιολογικής επεξεργασίας ΑΣΑ.

Πίνακας 23. Βιολογική επεξεργασία (Κομποστοποίηση και Αναερόβια Χώνευση)
 Αστικών Στερεών Αποβλήτων στην ΕΕ-27 το 2010 και το 2019
 (www.ec.europa.eu/eurostat)

Χώρες	2010 (Εκ. τ.)	2019 (Εκ. τ.)	Ποσοστά Μεταβολής μεταξύ του 2010/2019 (%)
ΕΕ-27	28,98	38,94	34,36
Βέλγιο	1,05	0,982	-6,47
Βουλγαρία	0,107 (2013)	0,052 (2018)	-51,4 (2013-2018)
Τσεχία	0,076	0,602	692,1
Δανία	0,672 (2011)	0,882	31,25 (2011-2019)
Γερμανία	8,298	9,442	13,78
Εσθονία	0,019 (2012)	0,012	-36,84 (2012-2019)
Ιρλανδία	0,107	0,245 (2018)	128,97 (2010-2018)
Ελλάδα	0,16 (2011)	0,283	76,87 (2011-2019)
Ισπανία	2,767	3,751	35,56
Γαλλία	5,536	7,394	33,56
Κροατία	0,026 (2012)	0,063	142,3 (2012-2019)
Ιταλία	3,943	6,387	61,98
Κύπρος	0,016 (2014)	0,008	-50 (2014-2019)
Λετονία	0,013 (2012)	0,042	223,07 (2012-2019)
Λιθουανία	0,095 (2013)	0,293	208,42 (2013-2019)
Λουξεμβούργο	0,067	0,094	40,29
Ουγγαρία	0,148	0,353	138,51
Μάλτα	0	0	0
Ολλανδία	2,31	2,569	11,21
Αυστρία	1,52	1,677	10,32
Πολωνία	0,212 (2013)	1,153	443,86 (2013-2019)
Πορτογαλία	0,399	0,883	121,3
Ρουμανία	0,650	0,239	-63,23
Σλοβενία	0,022	0,176	700
Σλοβακία	0,059	0,269	355,93
Φινλανδία	0,332	0,442	33,13
Σουηδία	0,564	0,653	15,78

Σύμφωνα με τον παραπάνω Πίνακα προκύπτει ότι σχεδόν σε όλες τις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, αυξήθηκαν οι ποσότητες των αστικών στερεών αποβλήτων, που υποβλήθηκαν σε βιολογική επεξεργασία το 2019, σε σχέση με το 2010. Για παράδειγμα, το 2010 φαίνεται ότι στη Γερμανία είχαν υποβληθεί σε βιολογική επεξεργασία 8,298 εκ. τ. ΑΣΑ, ενώ το 2019 υποβλήθηκαν 9,442 εκ. τ. ΑΣΑ, δηλαδή το έτος το 2019, υπήρξε αύξηση της τάξεως του 13,78%, σε σχέση με το έτος 2010. Μεγάλες αυξήσεις παρατηρήθηκαν στη Σλοβενία (700%), στην Τσεχία (692,1%), στην Πολωνία (443,86%, 2013-2019), στη Σλοβακία (355,93%), στη Λιθουανία (208,42%, 2013-2019) και στη Λετονία (223,07%, 2012-2019). Σύμφωνα με τα δεδομένα του Πίνακα 23, σε πέντε χώρες υποβλήθηκαν λιγότεροι τόνοι ΑΣΑ σε βιολογική επεξεργασία, το 2019 σε σχέση με το 2010. Για παράδειγμα, στη Ρουμανία το 2019

υποβλήθηκαν σε βιολογική επεξεργασία 0,239 εκ. τ. ΑΣΑ, ενώ το 2010 είχαν υποβληθεί 0,650 εκ. τ. ΑΣΑ, δηλαδή παρατηρήθηκε μείωση της τάξεως του -63,23%, το 2019 σε σχέση με το 2010. Οι υπόλοιπες τέσσερις χώρες, στις οποίες παρουσιάστηκε μείωση ήταν η Κύπρος (-50%), η Εσθονία (-36,84%), η Βουλγαρία (-51,4%) και το Βέλγιο (-6,47%).

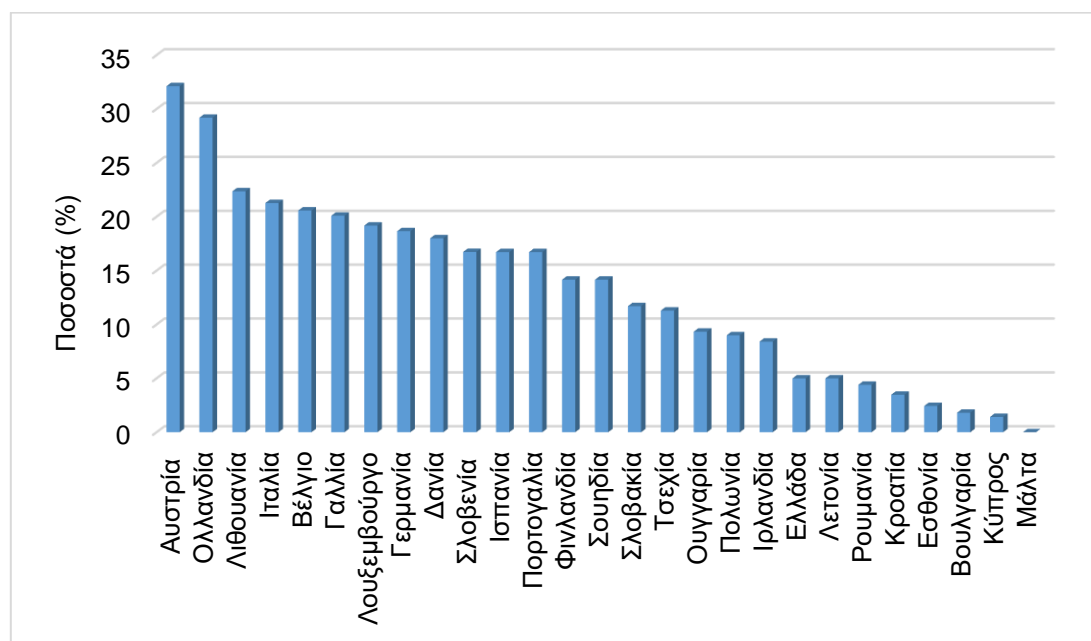
Λαμβάνοντας υπόψη τον Πίνακα 7, στον οποίο παρουσιάζονται τα συνολικά ΑΣΑ που παρήχθησαν το 2019 και τον Πίνακα 23, στον οποίο παρουσιάζονται οι ποσότητες των ΑΣΑ που υποβλήθηκαν σε βιολογική επεξεργασία και ανακτήθηκε ενέργεια για το ίδιο έτος, προέκυψε ο Πίνακας 24, στον οποίο αναφέρονται τα ποσοστά των ΑΣΑ, που υποβλήθηκαν σε εργασίες κομποστοποίησης και αναερόβιας χώνευσης, ως προς τα συνολικά που παρήχθησαν για κάθε χώρα της Ε.Ε. ξεχωριστά.

Πίνακας 24. Ποσοστά Αστικών Στερεών Αποβλήτων που υποβλήθηκαν σε βιολογική επεξεργασία, ως προς τα συνολικά που παρήχθησαν στην ΕΕ-27 για το έτος 2019

Χώρες	Ποσοστά 2019 (%)
ΕΕ-27	17,35
Βέλγιο	20,58
Βουλγαρία	1,81 (2018)
Τσεχία	11,29
Δανία	18
Γερμανία	18,66
Εσθονία	2,44
Ιρλανδία	8,41 (2018)
Ελλάδα	5
Ισπανία	16,72
Γαλλία	20,1
Κροατία	3,48
Ιταλία	21,27
Κύπρος	1,42
Λετονία	5
Λιθουανία	22,36
Λουξεμβούργο	19,18
Ουγγαρία	9,33
Μάλτα	0
Ολλανδία	29,19
Αυστρία	32,12
Πολωνία	9
Πορτογαλία	16,72
Ρουμανία	4,4
Σλοβενία	16,73
Σλοβακία	11,7
Φινλανδία	14,16
Σουηδία	14,16

Από τον παραπάνω Πίνακα συμπεραίνεται ότι το 17,35% των συνολικών αστικών στερεών αποβλήτων, που παρήχθησαν στην ΕΕ-27, το 2019, υποβλήθηκαν σε κομποστοποίηση και αναερόβια χώνευση.

Σύμφωνα με τα δεδομένα του Πίνακα 24, δημιουργήθηκε το Διάγραμμα 14, στο οποίο απεικονίζονται τα Κράτη Μέλη, κατά φθίνουσα σειρά, με βάση το ποσοστό των αστικών στερεών αποβλήτων που υποβλήθηκε σε βιολογική επεξεργασία (κομποστοποίηση, αναερόβια χώνευση). Επισημαίνεται ότι για τη Βουλγαρία και την Ιρλανδία χρησιμοποιήθηκαν τα στοιχεία του 2018.



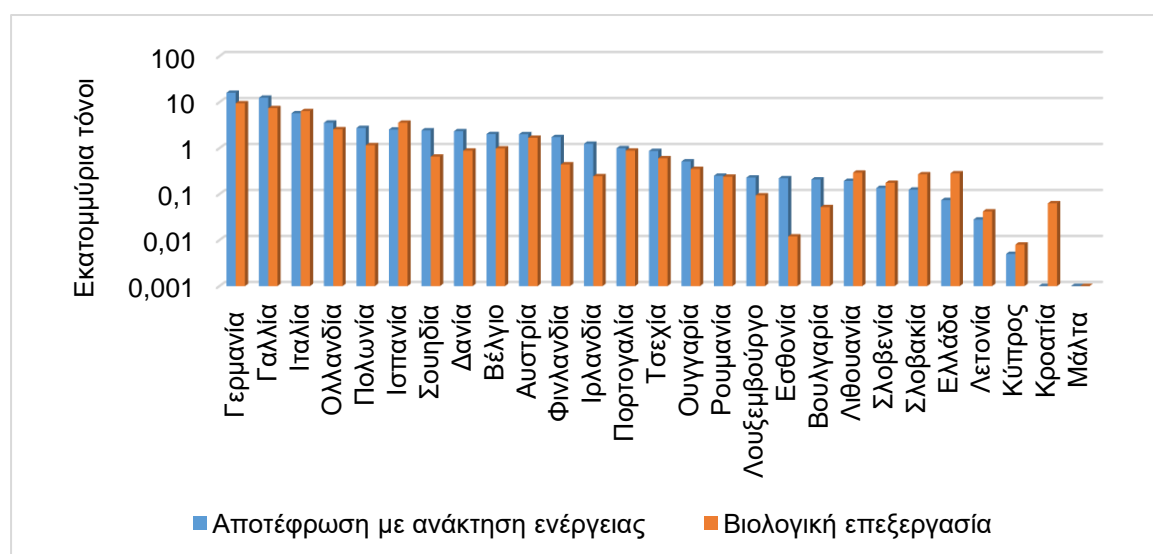
Διάγραμμα 14. Ποσοστά Αστικών Στερεών Αποβλήτων, που υποβλήθηκαν σε βιολογική επεξεργασία ως προς τα συνολικά που παρήχθησαν στην ΕΕ-27 το 2019
(www.ec.europa.eu/eurostat)

Όπως φαίνεται από το Διάγραμμα 14 και τον Πίνακα 24, στην Αυστρία το 32,12% των συνολικών αστικών στερεών αποβλήτων υποβλήθηκαν σε βιολογική επεξεργασία. Ακολουθεί η Ολλανδία με ποσοστό 29,19%, η Λιθουανία (22,36%), η Ιταλία (21,27%), το Βέλγιο (20,58%) και οι υπόλοιπες χώρες της ΕΕ, όπως παρουσιάζονται στο Διάγραμμα 14. Στην Ελλάδα μόνο το 5%, των συνολικών παραγόμενων ΑΣΑ, οδηγήθηκε για βιολογική επεξεργασία το 2019, που δεν θεωρείται μεγάλο ποσοστό σε σύγκριση με άλλες χώρες της Ε.Ε.

Σύγκριση μεταξύ θερμικής και βιολογικής επεξεργασίας ΑΣΑ στην ΕΕ-27 για το έτος 2019.

Όπως φαίνεται από τον Πίνακα 21, η ποσότητα των αστικών στερεών αποβλήτων, που οδηγήθηκαν προς αποτέφρωση με ανάκτηση ενέργειας, το 2019, ήταν περίπου 58,62

εκατομμύρια τόνοι, ενώ τα ΑΣΑ, που υποβλήθηκαν σε βιολογική επεξεργασία, για το ίδιο έτος, ήταν περίπου 38,94 εκ. τ. (Πίνακας 23), πράγμα που σημαίνει ότι τα ΑΣΑ, που αποτεφρώθηκαν με ανάκτηση ενέργειας, ήταν περίπου 19,68 εκ. τ. παραπάνω. Επίσης, μεγαλύτερο ήταν το ποσοστό αύξησης το 2019 των ΑΣΑ που οδηγήθηκαν προς αποτέφρωση με ανάκτηση ενέργειας (46,18%), σε σχέση με το ποσοστό αύξησης των ΑΣΑ, τα οποία υποβλήθηκαν σε βιολογική επεξεργασία (34,36%), για το ίδιο έτος. Στο Διάγραμμα 15 παρουσιάζονται οι ποσότητες των ΑΣΑ, που οδηγήθηκαν προς αποτέφρωση με ανάκτηση ενέργειας και οι αντίστοιχες που υποβλήθηκαν σε βιολογική επεξεργασία, για το έτος 2019, σε κάθε χώρα που ανήκει στην ΕΕ-27.



Διάγραμμα 15. Αποτέφρωση με ανάκτηση ενέργειας και βιολογική επεξεργασία Αστικών Στερεών Αποβλήτων στην ΕΕ-27 το 2019

Από το Διάγραμμα 15, προκύπτει το συμπέρασμα ότι στην πλειοψηφία των χωρών της Ε.Ε., οδηγούνται περισσότεροι τόνοι ΑΣΑ προς αποτέφρωση με ανάκτηση ενέργειας, παρά προς βιολογικές επεξεργασίες. Οι χώρες στις οποίες η ποσότητα των ΑΣΑ, που υποβλήθηκαν σε βιολογικές επεξεργασίες, ήταν μεγαλύτερη της ποσότητας που αποτεφρώθηκε με ανάκτηση ενέργειας ήταν: η Ιταλία (0,676 εκ. τ., η ποσότητα προέκυψε από την διαφορά μεταξύ των δεδομένων των πινάκων 23 και 21, για την Ιταλία το 2019), η Ισπανία (1,218 εκ. τ.), η Λιθουανία (0,099 εκ. τ.), η Σλοβακία (0,144 εκ. τ.), η Ελλάδα (0,209 εκ. τ.), η Λετονία (0,014 εκ. τ.), η Κύπρος (0,003 εκ. τ.) και η Κροατία (0,062 εκ. τ.).

Από το Διάγραμμα 15, φαίνεται ότι μεγάλες ποσότητες ΑΣΑ υποβλήθηκαν σε εργασίες ενεργειακής αξιοποίησης στη Γερμανία (25,422 εκ. τ., ο αριθμός προέκυψε από την πρόσθεση των δεδομένων των Πινάκων 21 και 23, για την Γερμανία, το 2019), στη Γαλλία (19,885 εκ. τ.), στην Ιταλία (12,098 εκ. τ.), στην Ισπανία (6,284 εκ. τ.), στην Ολλανδία (6,146 εκ. τ.), κλπ. Όσον αφορά τα ΑΣΑ, τα οποία υποβλήθηκαν σε διεργασίες ενεργειακής αξιοποίησης στην Ελλάδα το 2019, ήταν περίπου 0,357 εκ. τ.

1.6.8 Καυστήρες Αστικών Στερεών Αποβλήτων στην Ευρώπη

Στην παράγραφο 1.5.2 της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας, αναφέρεται ο τύπος της ενεργειακής απόδοσης εγκαταστάσεων αποτέφρωσης αποβλήτων, $R1$. Ο συγκεκριμένος τύπος υπολογίστηκε για τους καυστήρες στις χώρες της Ευρώπης, με τα αποτελέσματα να παρουσιάζονται στον Πίνακα 25.

Πίνακας 25. Κατηγοριοποίηση καυστήρων Αστικών Στερεών Αποβλήτων στην Ευρώπη σύμφωνα με την ενεργειακή τους απόδοση $R1$ (Grosso M. et al. 2010)

$R1 > 0,8$	36%
$0,7 < R1 < 0,8$	4%
$0,65 < R1 < 0,7$	3,5%
$0,6 < R1 < 0,65$	13,5%
$0,5 < R1 < 0,6$	15%
$0,4 < R1 < 0,5$	23%
$R1 < 0,4$	5%

Σύμφωνα με τον Πίνακα 25, προκύπτει το συμπέρασμα ότι το 43,5% των καυστήρων ΑΣΑ στην Ευρώπη, έχουν ενεργειακή απόδοση μεγαλύτερη από 0,65, πράγμα που σημαίνει ότι πρόκειται για εγκαταστάσεις ανάκτησης ενέργειας (βλ. παράγραφο 1.5.2 της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας). Επίσης, το 13,5% των καυστήρων στην Ευρώπη, υπολογίστηκε με $R1$ μεγαλύτερο από 0,6 και μικρότερο από 0,65, οπότε εάν αυτές οι εγκαταστάσεις λειτουργούν και επιτρέπονται σύμφωνα με την ισχύουσα κοινοτική νομοθεσία πριν από την 1/1/2009, τότε και αυτές συγκαταλέγονται στις εγκαταστάσεις αποτέφρωσης αποβλήτων με ανάκτηση ενέργειας (βλ. παράγραφο 1.5.2 της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας), σύμφωνα με το Παράρτημα II της Οδηγίας 2008/98/ΕΚ. Αναφορικά με τις τρεις τελευταίες κατηγορίες του Πίνακα 25, πρόκειται για εγκαταστάσεις αποτέφρωσης ΑΣΑ χωρίς ανάκτηση ενέργειας (βλ. παράγραφο 1.5.3 της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας). Συνεπώς, εντάσσονται στην κατηγορία των εργασιών διάθεσης (D10).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

2.1 ΠΑΡΑΓΩΓΗ, ΕΙΣΑΓΩΓΕΣ ΚΑΙ ΕΞΑΓΩΓΕΣ ΠΡΩΤΟΓΕΝΟΥΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΑΙΚΗ ΕΝΩΣΗ

Σύμφωνα με την Οδηγία 2010/31/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου (ΕΚ), ως πρωτογενής ενέργεια χαρακτηρίζεται “η ενέργεια από ανανεώσιμες και μη ανανεώσιμες πηγές που δεν έχει υποστεί μετατροπή ή μετασχηματισμό” (Οδηγία 2010/31/ΕΕ). Η πρωτογενής παραγωγή ενέργειας είναι οποιαδήποτε εξαγωγή ενεργειακών προϊόντων σε μια χρήσιμη μορφή από φυσικές πηγές. Αυτό συμβαίνει είτε με την αξιοποίηση φυσικών πηγών (π.χ. ανθρακωρυχεία, πετρελαιοπηγές, υδροηλεκτρικοί σταθμοί, κ.α.) είτε με την κατασκευή βιοκαυσίμων (στερεά βιοκαύσιμα, υγρά βιοκαύσιμα, βιοαέριο). Η μετατροπή της ενέργειας από τη μία μορφή στην άλλη, όπως η παραγωγή ηλεκτρισμού ή θερμότητας σε εγκαταστάσεις παραγωγής ενέργειας (όπου καίγονται οι πηγές πρωτογενούς ενέργειας) ή η παραγωγή οπτάνθρακα σε εγκαταστάσεις οπτανθρακοποίησης, δεν είναι πρωτογενής παραγωγή (www.ec.europa.eu/eurostat).

Σύμφωνα με τον κανονισμό 1099/2008 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου, ως ενεργειακά προϊόντα χαρακτηρίζονται “τα καύσιμα, η θερμότητα, η ανανεώσιμη ενέργεια, ο ηλεκτρισμός ή οποιαδήποτε άλλη μορφή ενέργειας” (Κανονισμός 1099/2008/ΕΚ).

Σύμφωνα με τα πιο πρόσφατα στοιχεία της Eurostat, η παραγωγή πρωτογενούς ενέργειας για το έτος 2019, στην ΕΕ-27, ήταν περίπου 615,94 ΕΤΠΠ (εκατομμύρια τόνοι ισοδύναμου πετρελαίου) ή 7.163,45 TWh (Terawatt Hours). Αναφορικά με τις συνολικές εισαγωγές ενεργειακών προϊόντων στην ΕΕ-27, το 2019, ήταν περίπου 1.354,03 ΕΤΠΠ (ή 15.747,36 TWh) και όσον αφορά τις συνολικές εξαγωγές από την ΕΕ-27, ήταν περίπου 444,92 ΕΤΠΠ (ή 5.174,47 TWh). Σύμφωνα με τις παραπάνω πληροφορίες σχετικά με τις εισαγωγές και εξαγωγές ενεργειακών προϊόντων, προς και από την ΕΕ-27, για το 2019, προκύπτει το συμπέρασμα ότι οι εξαγωγές, από την ΕΕ-27, ισούται περίπου με το ένα των εισαγωγών, προς την ΕΕ-27 (www.ec.europa.eu/eurostat).

Σύμφωνα με τα στατιστικά της Eurostat, στον Πίνακα 26, παρουσιάζονται τα ποσοστά, επί τοις εκατό, των διαφόρων πηγών προέλευσης πρωτογενούς ενέργειας στην Ευρωπαϊκή Ένωση, ως προς την συνολική παραγωγή, αναφορικά με το έτος 2018. Επισημαίνεται ότι το 2018 η συνολική παραγωγή πρωτογενούς ενέργειας από όλες της πηγές, στην ΕΕ-27, ήταν 634,97 ΕΤΠΠ (ή 7.384,8 TWh) (www.ec.europa.eu/eurostat).

Πίνακας 26. Παραγωγή πρωτογενούς ενέργειας στην ΕΕ-27 το 2018
(www.ec.europa.eu/eurostat)

Χώρες	Συνολική παραγωγή πρωτογενούς ενέργειας 2018 (ΕΤΠΠ) (%)	Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (Renewable energy) (%)	Πυρηνική Ενέργεια (Nuclear energy) (%)	Στερεά ορυκτά καύσιμα (solid fossil fuels) (%)	Φυσικό αέριο (Natural gas) (%)	Αργό πετρέλαιο (Crude oil) (%)	Άλλα (Other) (%)
ΕΕ-27	634,97	34,20	30,80	18,30	9,30	3,40	3,90
Βέλγιο	11,82	28,40	63,10	0	0	0	8,40
Βουλγαρία	11,95	21,40	34,90	42,30	0,20	0,20	1
Τσεχία	27,34	16,70	27,20	53,30	0,70	0,40	1,70
Δανία	14	29,50	0	0	26,40	41,50	2,60
Γερμανία	113,5	38,10	17,30	33,50	4,20	1,90	5
Εσθονία	6,6	26,40	0	0	0	0	73,60
Ιρλανδία	5,03	26,30	0	0	54,60	0	19,10
Ελλάδα	7,53	40	0	56,70	0,20	2,70	0,40
Ισπανία	34,64	54,20	41,80	2,50	0,20	0,30	0,90
Γαλλία	137,4	20	78	0	0	0,60	1,40
Κροατία	4,19	57	0	0	24,30	16,70	2
Ιταλία	37,34	71,40	0	0	11,90	12,50	4,10
Κύπρος	0,196	97,80	0	0	0	0	2,20
Λετονία	2,86	99,70	0	0	0	0	0,30
Λιθουανία	2,056	80,30	0	0	0	2,30	17,40
Λουξεμβούργο	0,209	82,20	0	0	0	0	17,80
Ουγγαρία	10,87	27,60	36,90	10,50	13,50	7,40	4,10
Μάλτα	0,033	100	0	0	0	0	0
Ολλανδία	36,67	15,50	2,20	0	75,90	2,50	3,90
Αυστρία	12,02	81,60	0	0	7,20	5,70	5,60
Πολωνία	61,4	14,50	0	76,50	5,6	1,70	1,70
Πορτογαλία	6,5	97,50	0	0	0	0	2,50
Ρουμανία	25,05	23,60	11,50	16	34,20	13,50	1,20
Σλοβενία	3,41	31,20	40,10	26,50	0,4	0	1,80
Σλοβακία	5,99	26,90	62,70	6,10	1,30	0,10	2,90
Φινλανδία	19,69	60,70	27,60	0	0	0	11,70
Σουηδία	36,59	52	45,70	0	0	0	2,30

Από τον Πίνακα 26, παρατηρείται ότι οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, κάλυψαν το μεγαλύτερο ποσοστό παραγωγής πρωτογενούς ενέργειας στην ΕΕ-27, για το έτος 2018. Ως ανανεώσιμη ενέργεια χαρακτηρίζεται “η ενέργεια από ανανεώσιμες μη ορυκτές πηγές ήτοι αιολική, ηλιακή (ηλιακή θερμική και ηλιακή φωτοβολταϊκή) και γεωθερμική ενέργεια, ενέργεια του περιβάλλοντος, παλιρροϊκή, κυματική και λοιπές μορφές ενέργειας των ωκεανών, υδροηλεκτρική, από βιομάζα, ενέργεια από τα εκλούμενα στους χώρους υγειονομικής ταφής αέρια, από τα αέρια που παράγονται σε σταθμούς επεξεργασίας λυμάτων και τα βιοαέρια” (Οδηγία 2018/2001/ΕΕ). Το ποσοστό παραγωγής πρωτογενούς ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας το 2018

στην ΕΕ-27 ήταν 34,2%, ως προς την συνολική, το οποίο αναλύεται ως εξής: 3,1% γεωθερμική ενέργεια, 5,3% ενέργεια του περιβάλλοντος, 6,3% ηλιακή ενέργεια, 12,7% ατομική ενέργεια, 13,6% υδροηλεκτρική και 58,9 βιοενέργεια και απόβλητα (www.ec.europa.eu/eurostat).

Στην συνέχεια της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας αναφέρονται τα στοιχεία, τα οποία είναι σχετικά, με την παραγωγή πρωτογενούς ενέργειας, μικτής (ακαθάριστης) παραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας και τα ποσοστά ως προς την μικτή κατανάλωση ενέργειας από βιομηχανικά απόβλητα (μη ανανεώσιμα), αστικά απόβλητα (ανανεώσιμα και μη ανανεώσιμα) και από την στερεή βιομάζα στην ΕΕ-27. Παρακάτω αναλύονται, οι σχετικοί με τα απόβλητα όροι και, στη συνέχεια αναφέρονται τα πιο πρόσφατα στοιχεία, τα οποία παρέχονται από την βάση δεδομένων της Eurostat.

2.2 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΠΡΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ

Ο Κανονισμός 844/2010 δημιουργήθηκε για την τροποποίηση του Κανονισμού 1099/2008. Στην 5^η Ενότητα του Παραρτήματος Α του νεότερου Κανονισμού (844/2010), γίνεται αναφορά στην “ενέργεια που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές και απόβλητα”. Η συγκεκριμένη Διπλωματική Εργασία εστιάζει στην ενεργειακή αξιοποίηση αποβλήτων. Συνεπώς, παρακάτω αναλύονται οι κατηγορίες των αποβλήτων, οι οποίες υποβάλλονται σε διεργασίες για ανάκτηση ενέργειας.

1) **Βιομηχανικά απόβλητα (μη ανανεώσιμα):** “Πρόκειται για μη ανανεώσιμα βιομηχανικά απόβλητα (στερεά ή υγρά), τα οποία υποβάλλονται σε απευθείας καύση για την παραγωγή ηλεκτρισμού και/ή θερμότητας” (Κανονισμός 844/2010/ΕΕ). Παραδείγματα βιομηχανικών (μη ανανεώσιμων) αποβλήτων είναι χρησιμοποιημένα ελαστικά, συγκεκριμένα κατάλοιπα χημικών βιομηχανιών, επικίνδυνα απόβλητα υγειονομικής περίθαλψης, κ.α. Η καύση τους περιλαμβάνει και την ταυτόχρονη καύση και άλλων καυσίμων (IRES 2016).

Βιομηχανικά απόβλητα (ανανεώσιμα): Τα (ανανεώσιμα) βιομηχανικά απόβλητα που καίγονται με σκοπό την ανάκτηση θερμότητας, ταξινομούνται σύμφωνα με τα βιοκαύσιμα που τα περιγράφουν καλύτερα (IRES 2016). Σύμφωνα με την Eurostat “τα ανανεώσιμα βιομηχανικά απόβλητα θα πρέπει να δηλώνονται στις κατηγορίες “Στερεή βιομάζα”, “Βιοαέριο” και/ή “Υγρά βιοκαύσιμα”. Συνεπώς παρακάτω αναλύονται οι σχετικές κατηγορίες” (Κανονισμός 844/2010/ΕΕ).

Στερεή βιομάζα: “Η κατηγορία αυτή καλύπτει τις οργανικές, μη ορυκτές ύλες βιολογικής προέλευσης, οι οποίες μπορεί να χρησιμοποιηθούν ως καύσιμο για την παραγωγή θερμότητας ή ηλεκτρισμού. Ξυλάνθρακας: Τα στερεά υπολείμματα της πυρογενούς απόσταξης και της πυρόλυσης ξύλου και άλλων φυτικών υλών. Ξύλο, υπολείμματα ξυλείας και άλλα στερεά απόβλητα: ενεργειακές καλλιέργειες (λεύκες, ιτιές κ.λπ.) που καλλιεργούνται για συγκεκριμένο σκοπό, πληθώρα ξυλωδών υλών που

είναι προϊόντα βιομηχανικής διεργασίας (ιδίως του κλάδου ξυλείας/χαρτιού) ή παρέχονται απευθείας από τη δασοκομία και τη γεωργία (καυσόξυλα, ροκανίδια, συσφαιρώματα, φλοιός, πριονίδια, ξέσματα, θραύσματα, μαύρο υγρό κ.λπ.) καθώς και απόβλητα όπως άχυρα, φλοιός ρυζιού, κέλυφος καρυδιού, τα απόβλητα πτηνοτροφείων, στέμφυλα κ.λπ. Η καύση συνιστά την προτιμώμενη τεχνολογία για τα εν λόγω στερεά απόβλητα”.

Βιοαέριο: Είναι το “αέριο που αποτελείται κυρίως από μεθάνιο και διοξείδιο του άνθρακα που παράγεται με αναερόβια αποσύνθεση βιομάζας”. 1) Αέρια από χώρους ταφής απορριμμάτων, 2) Αέριο λυματολάσπης (“βιοαέριο που παράγεται από την αναερόβια ζύμωση της λυματολάσπης”) και 3) Άλλα βιοαέρια (βιοαέριο που παράγεται από την αναερόβια ζύμωση ζωικών υπολειμμάτων, ζυθοποιείων, κ.α.)

Υγρά βιοκαύσιμα: 1) βιοβενζίνη (περιλαμβάνει τη βιοιθανόλη, τη βιομεθανόλη, το βιοETBE, και το βιοMTBE), 2) βιοντίζελ (περιλαμβάνει το βιοντίζελ που παράγεται από φυτικά ή ζωικά έλαια, το βιοδιμεθυλαιθέρα, το βιοκαύσιμο Fischer Tropsch και κάθε άλλο υγρό βιοκαύσιμο που προστίθεται σε ντίζελ μεταφοράς, αναμειγνύεται με αυτό ή χρησιμοποιείται απευθείας) και άλλα υγρά βιοκαύσιμα που χρησιμοποιούνται απευθείας ως καύσιμο, τα οποία δεν περιλαμβάνονται στη βιοβενζίνη ή στο βιοντίζελ.

2) **Αστικά απορρίμματα:** “Απορρίμματα που παράγονται από νοικοκυριά, νοσοκομεία και τον τριτογενή τομέα, τα οποία καίγονται σε ειδικές εγκαταστάσεις, με βάση την καθαρή θερμογόνο δύναμη” (Κανονισμός 844/2010/ΕΕ).

Ανανεώσιμα αστικά απορρίμματα: “Το μέρος των αστικών απορριμμάτων που είναι βιολογικής προέλευσης”.

Παραδείγματα βιογενών αποβλήτων και τυπικό ενεργειακό περιεχόμενο (EIA 2007)

- 1) Εφημερίδες: 16 MBtu/ton
- 2) Χαρτιά: 6,7 MBtu/ton
- 3) Δοχεία και συσκευασίες: 16,5 MBtu/ton
- 4) Υφάσματα: 13,8 MBtu/ton
- 5) Απόβλητα τροφών: 5,2 MBtu/ton
- 6) Ξύλα: 10 MBtu/ton
- 7) Δέρματα: 14,4 MBtu/ton
- 8) Και άλλα βιογενή απόβλητα.

Μη ανανεώσιμα αστικά απορρίμματα: “Το μέρος των αστικών απορριμμάτων που είναι μη βιολογικής προέλευσης” (Κανονισμός 844/2010/ΕΕ).

Παραδείγματα μη βιογενών αποβλήτων και τυπικό ενεργειακό περιεχόμενο (EIA 2007)

- 1) Πλαστικά
- 2) Τερεφθαλικό πολυαιθυλένιο (PET): 20,5 MBtu/ton
- 3) Πολυαιθυλένιο υψηλής πυκνότητας (HDPE): 38 MBtu/ton
- 4) Χλωριούχο πολυβινύλιο (PVC): 16,5 MBtu/ton
- 5) Πολυαιθυλένιο χαμηλής πυκνότητας (LDPE)/ Γραμμικό πολυαιθυλένιο χαμηλής πυκνότητας (LLDPE): 24,1 MBtu/ton
- 6) Πολυπροπυλένιο (PP): 38 MBtu/ton
- 7) Πολυστυρένιο (PS): 35,6 MBtu/ton
- 8) Ελαστικά: 26,9 MBtu/ton
- 9) Και άλλα μη βιογενή απόβλητα.

2.2.1 Ανώτερη (μικτή) και κατώτερη (χαμηλή, καθαρή) Θερμογόνος δύναμη

Τα περισσότερα καύσιμα είναι μείγματα υδρογόνου και άνθρακα, όπου αυτά είναι και τα κύρια συστατικά καύσης. Μπορεί να υπάρχουν και άλλα στοιχεία, τα οποία δεν συμβάλλουν (ή έχουν μικρή συμβολή) στη θερμογόνο δύναμη του καυσίμου. Μέσω των αντιδράσεων του άνθρακα και του υδρογόνου σε συνδυασμό με το οξυγόνο κατά τη διάρκεια της καύσης παράγεται θερμότητα. Το υδρογόνο σε συνδυασμό με το οξυγόνο σε υψηλές θερμοκρασίες μετατρέπεται σε ατμό και σχεδόν πάντα παρασύρεται με τα άλλα προϊόντα καύσης. Από το ατμοποιημένο νερό που επανέρχεται στην υγρή φάση (ή παράγεται κατά την διαδικασία της καύσης) απελευθερώνεται θερμότητα, γνωστή και ως λανθάνουσα θερμότητα. Η θερμογόνος δύναμη ενός καυσίμου μπορεί να εκφραστεί ως ανώτερη (ή μικτή) θερμογόνος δύναμη ή κατώτερη (ή καθαρή) θερμογόνος δύναμη (Energy Statistics Manual, 2004).

Ανώτερη (ή μικτή) θερμογόνος δύναμη (gross calorific value, GCV):
Προσδιορίζεται όταν στην θερμογόνο δύναμη του καυσίμου συμπεριλαμβάνεται η λανθάνουσα θερμότητα εξάτμισης του νερού.

Κατώτερη (ή καθαρή) θερμογόνος δύναμη (net calorific value, NCV):
Προσδιορίζεται όταν στην θερμογόνο δύναμη του καυσίμου δεν συμπεριλαμβάνεται η λανθάνουσα θερμότητα εξάτμισης του νερού (Αναστασάκης 2001).

Πίνακας 27. Χαρακτηριστικά καυσίμων από Στερεά Απόβλητα (Αναστασάκης 2001)

Καύσιμα από στερεά απόβλητα	Ανώτερη θερμογόνος δύναμη (kcal/kg) σε ξηρή βάση και ελεύθερα τέφρας	% Τέφρα σε βάση	% Υγρασία (όπως έχουν)
Απορριπτόμενα ελαστικά	9100	6	0,5
Κάλυμμα σπόρων καφέ	5500	1,5	65
Φλοιός πεύκου	5300	5-10	40-50
Βαμβακόσποροι	5300	8	10
Ξύλο καλαμποκιού	5200	1,5	10
Αστικά Στερεά Απόβλητα	5000	20-40	20-50
Άχυρα σιταριού	4700	15	10
Κοπριά ζώων	4100	17	50-75
Άχυρα ρυζιού	3300	15	7

2.2.2 Παραγωγή πρωτογενούς ενέργειας από Βιομηχανικά (μη ανανεώσιμα) και Αστικά (ανανεώσιμα και μη ανανεώσιμα) απόβλητα στην ΕΕ-27

Σύμφωνα με τα στατιστικά της Eurostat επισημαίνονται τα παρακάτω (Energy Statistics of the European Union, 2015):

1) **Βιομάζα / Απόβλητα**: Στην περίπτωση των αστικών στερεών αποβλήτων και των στερεών βιοκαυσίμων (απόβλητα ξυλείας, άλλα στερεά απόβλητα), η παραγωγή πρωτογενούς ενέργειας αντιπροσωπεύει τη θερμότητα που παράγεται μετά την καύση (καθαρή θερμογόνος δύναμη του καυσίμου). Στην περίπτωση αναερόβιας χώνευσης υδαρούς βιομάζας / αποβλήτων, η παραγωγή πρωτογενούς ενέργειας αντιστοιχεί στο ενεργειακό περιεχόμενο (καθαρή θερμογόνος δύναμη) των παραγόμενων βιοαερίων, συμπεριλαμβανομένων των αερίων που καταναλώθηκαν στην εγκατάσταση για τις διεργασίες ζύμωσης και εξαιρουμένων των καιόμενων αερίων.

1) **Βιομηχανικά απόβλητα (μη ανανεώσιμα)**: Η παραγωγή πρωτογενούς ενέργειας αντιπροσωπεύει το ενεργειακό περιεχόμενο (καθαρή θερμογόνος δύναμη) των βιομηχανικών αποβλήτων που χρησιμοποιούνται ως καύσιμα.

2) **Αστικά απόβλητα (ανανεώσιμα και μη ανανεώσιμα):** Η παραγωγή πρωτογενούς ενέργειας αντιπροσωπεύει το ενεργειακό περιεχόμενο (καθαρή θερμογόνος δύναμη) των αστικών αποβλήτων που χρησιμοποιούνται ως καύσιμα.

Ο εφοδιασμός πρωτογενούς ενέργειας από απόβλητα βρίσκεται σε ανοδική τάση, σύμφωνα με τα στατιστικά της Eurostat. Η συνολική παραγωγή πρωτογενούς ενέργειας από βιομηχανικά απόβλητα (μη ανανεώσιμα) και αστικά απόβλητα (ανανεώσιμα και μη ανανεώσιμα), το 2010, στην ΕΕ-27, ήταν 17,851 ΕΤΙΠ ή 747,45 Petajoules, PJ (1 Petajoule = 10^{15} Joules). Ο αριθμός προέκυψε από το άθροισμα των ΕΤΙΠ των κατηγοριών των αποβλήτων που αναφέρονται παραπάνω. Με την ίδια λογική, προκύπτει και ο αριθμός των PJ, σύμφωνα με τα δεδομένα της Eurostat, δηλαδή 3,355 ΕΤΙΠ (ή 140,48 PJ) από βιομηχανικά απόβλητα (μη ανανεώσιμα), 7,373 ΕΤΙΠ (ή 308,71 PJ) από αστικά απόβλητα (ανανεώσιμα) και 7,123 ΕΤΙΠ (ή 298,25 PJ) από αστικά απόβλητα (μη ανανεώσιμα). Το 2014 ήταν 20,626 ΕΤΙΠ (ή 859,67 PJ), το 2018 ήταν 22,05 ΕΤΙΠ (ή 923,26 PJ), και σύμφωνα με τα πιο πρόσφατα στοιχεία, το 2019 ήταν 22,463 ΕΤΙΠ (ή 940,52 PJ). Η πρωτογενής ενέργεια που παρήχθη από βιομηχανικά απόβλητα (μη ανανεώσιμα) και αστικά απόβλητα (ανανεώσιμα και μη ανανεώσιμα) και τα ποσοστά ως προς την συνολική παραγωγή πρωτογενούς ενέργειας για τα έτη 2010, 2014, 2018 και 2019 ήταν τα εξής: α) το έτος 2010, η συνολική παραγωγή πρωτογενούς ενέργειας στην ΕΕ-27, ήταν 696,09 ΕΤΙΠ (ή 29.143,91 PJ) και η συνολική παραγωγή πρωτογενούς ενέργειας από τις συγκεκριμένες κατηγορίες αποβλήτων, ήταν 17,851 ΕΤΙΠ (ή 747,45 PJ). Συνεπώς το 2,56% της συνολικής παραγωγής πρωτογενούς ενέργειας, προήλθε από αυτά, δηλαδή βιομηχανικά (μη ανανεώσιμα) και αστικά (ανανεώσιμα και μη ανανεώσιμα) απόβλητα, β) το έτος 2014, η συνολική παραγωγή πρωτογενούς ενέργειας στην ΕΕ-27, ήταν 673,81 ΕΤΙΠ (ή 28.211,22 PJ) και η παραγωγή πρωτογενούς ενέργειας από τις συγκεκριμένες κατηγορίες αποβλήτων, ήταν 20,626 ΕΤΙΠ (ή 859,67 PJ). Συνεπώς το 3,061% της συνολικής παραγωγής πρωτογενούς ενέργειας, προήλθε από αυτά, γ) το έτος 2018, η συνολική παραγωγή πρωτογενούς ενέργειας στην ΕΕ-27 ήταν 634,8 ΕΤΙΠ (ή 26.585,28 PJ) και η παραγωγή πρωτογενούς ενέργειας από τις συγκεκριμένες κατηγορίες αποβλήτων, ήταν 22,05 ΕΤΙΠ (ή 923,26 PJ). Συνεπώς το 3,47% της συνολικής παραγωγής πρωτογενούς ενέργειας, προήλθε από αυτά, και δ) το έτος 2019 η συνολική παραγωγή πρωτογενούς ενέργειας στην ΕΕ-27, ήταν 615,96 ΕΤΙΠ (ή 25.788,42 PJ) και η παραγωγή πρωτογενούς ενέργειας από τις συγκεκριμένες κατηγορίες αποβλήτων, ήταν 22,463 ΕΤΙΠ (ή 940,52 PJ), δηλαδή το 3,64% της συνολικής παραγωγής πρωτογενούς ενέργειας, προήλθε από αυτά. Σύμφωνα με τα παραπάνω, φαίνεται ότι το ποσοστό παραγωγής πρωτογενούς ενέργειας από βιομηχανικά (μη ανανεώσιμα) και αστικά (ανανεώσιμα και μη ανανεώσιμα) απόβλητα, ως προς την συνολική παραγωγή πρωτογενούς ενέργειας, αυξάνεται με το πέρασμα των ετών, καθώς από 2,56% το 2010, αυξήθηκε σε 3,061% το 2014, 3,47% το 2018 και σύμφωνα με τα νεότερα στοιχεία (2019) το ποσοστό ήταν 3,64% (www.ec.europa.eu/eurostat).

Στον Πίνακα 28 αναφέρονται τα πιο πρόσφατα στοιχεία (2019), σχετικά με την παραγωγή πρωτογενούς ενέργειας από βιομηχανικά (μη ανανεώσιμα) και αστικά

(ανανεώσιμα και μη ανανεώσιμα) απόβλητα, για την κάθε μια χώρα της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Πίνακας 28. Παραγωγή πρωτογενούς ενέργειας από Βιομηχανικά απόβλητα (μη ανανεώσιμα) και Αστικά απόβλητα (ανανεώσιμα και μη ανανεώσιμα) στην ΕΕ-27 το 2019 (www.ec.europa.eu/eurostat)

Χώρες	Παραγωγή πρωτογενούς ενέργειας από όλους τους τομείς	Παραγωγή πρωτογενούς ενέργειας από Βιομηχανικά απόβλητα (μη ανανεώσιμα) Industrial waste (non-renewable)	Παραγωγή πρωτογενούς ενέργειας από Αστικά απόβλητα (ανανεώσιμα) Renewable Municipal waste	Παραγωγή πρωτογενούς ενέργειας από Αστικά απόβλητα (μη ανανεώσιμα) Non-renewable municipal waste
ΕΕ-27	615,96 ΕΤΙΠ / 25788,45 PJ	4,476 ΕΤΙΠ / 187,4 PJ	9,024 ΕΤΙΠ / 377,82 PJ	8,963 ΕΤΙΠ / 375,29 PJ
Βέλγιο	15,9 ΕΤΙΠ / 667,66 PJ	0,31 ΕΤΙΠ / 13,15 PJ	0,378 ΕΤΙΠ / 15,86 PJ	0,349 ΕΤΙΠ / 14,61 PJ
Βουλγαρία	11,6 ΕΤΙΠ / 489,56 PJ	0,06 ΕΤΙΠ / 2,78 PJ	0,059 ΕΤΙΠ / 2,47 PJ	0 ΕΤΙΠ / 0 PJ
Τσεχία	26,5 ΕΤΙΠ / 1113,6 PJ	0,298 ΕΤΙΠ / 12,49 PJ	0,091 ΕΤΙΠ / 3,82 PJ	0,06 ΕΤΙΠ / 2,55 PJ
Δανία	12,5 ΕΤΙΠ / 523,76 PJ	0 ΕΤΙΠ / 0 PJ	0,44 ΕΤΙΠ / 18,65 PJ	0,364 ΕΤΙΠ / 15,26 PJ
Γερμανία	105,4 ΕΤΙΠ / 4413,98 PJ	1,15 ΕΤΙΠ / 48,44 PJ	3,09 ΕΤΙΠ / 129,41 PJ	3,091 ΕΤΙΠ / 129,41 PJ
Εσθονία	4,9 ΕΤΙΠ / 205,53 PJ	0,014 ΕΤΙΠ / 0,614 PJ	0,021 ΕΤΙΠ / 0,894 PJ	0,021 ΕΤΙΠ / 0,895 PJ
Ιρλανδία	4,1 ΕΤΙΠ / 173,11 PJ	0 ΕΤΙΠ / 0 PJ	0,136 ΕΤΙΠ / 5,727 PJ	0,145 ΕΤΙΠ / 6,084 PJ
Ελλάδα	6,3 ΕΤΙΠ / 266,58 PJ	0,041 ΕΤΙΠ / 1,75 PJ	0 ΕΤΙΠ / 0 PJ	0 ΕΤΙΠ / 0 PJ
Ισπανία	34,9 ΕΤΙΠ / 1464,61 PJ	0,057 ΕΤΙΠ / 2,412 PJ	0,255 ΕΤΙΠ / 10,7 PJ	0,255 ΕΤΙΠ / 10,706 PJ
Γαλλία	133,9 ΕΤΙΠ / 5606,96 PJ	0,481 ΕΤΙΠ / 20,15 PJ	1,25 ΕΤΙΠ / 52,55 PJ	1,25 ΕΤΙΠ / 52,55 PJ
Κροατία	3,9 ΕΤΙΠ / 163,3 PJ	0,026 ΕΤΙΠ / 1,128 PJ	0 ΕΤΙΠ / 0 PJ	0 ΕΤΙΠ / 0 PJ
Ιταλία	36,9 ΕΤΙΠ / 1545,33 PJ	0,309 ΕΤΙΠ / 12,95 PJ	0,87 ΕΤΙΠ / 36,55 PJ	0,87 ΕΤΙΠ / 36,55 PJ
Κύπρος	0,208 ΕΤΙΠ / 8,72 PJ	0,0039 ΕΤΙΠ / 0,164 PJ	0,001 ΕΤΙΠ / 0,048 PJ	0,001 ΕΤΙΠ / 0,0527 PJ
Λετονία	2,8 ΕΤΙΠ / 118,35 PJ	0,00257 ΕΤΙΠ / 0,107 PJ	0,006 ΕΤΙΠ / 0,257 PJ	0,0094 ΕΤΙΠ / 0,395 PJ
Λιθουανία	2,03 ΕΤΙΠ / 85,38 PJ	0,0168 ΕΤΙΠ / 0,706 PJ	0,0178 ΕΤΙΠ / 0,747 PJ	0,0179 ΕΤΙΠ / 0,751 PJ
Λουξεμβούργο	0,23 ΕΤΙΠ / 9,72 PJ	0,0148 ΕΤΙΠ / 0,620 PJ	0,0141 ΕΤΙΠ / 0,592 PJ	0,0232 ΕΤΙΠ / 0,974 PJ
Ουγγαρία	10,7 ΕΤΙΠ / 451,57 PJ	0,08 ΕΤΙΠ / 3,339 PJ	0,043 ΕΤΙΠ / 1,842 PJ	0,062 ΕΤΙΠ / 2,603 PJ
Μάλτα	0,038 ΕΤΙΠ / 1,59 PJ	0 ΕΤΙΠ / 0 PJ	0 ΕΤΙΠ / 0 PJ	0 ΕΤΙΠ / 0 PJ
Ολλανδία	33,1 ΕΤΙΠ / 1386,5 PJ	0 ΕΤΙΠ / 0 PJ	0,767 ΕΤΙΠ / 32,15 PJ	0,681 ΕΤΙΠ / 28,51 PJ
Αυστρία	12,3 ΕΤΙΠ / 517,47 PJ	0,39 ΕΤΙΠ / 16,46 PJ	0,188 ΕΤΙΠ / 7,9 PJ	0,284 ΕΤΙΠ / 11,89 PJ
Πολωνία	59,3 ΕΤΙΠ / 2484,66 PJ	0,679 ΕΤΙΠ / 28,43 PJ	0,102 ΕΤΙΠ / 4,27 PJ	0,38 ΕΤΙΠ / 16,14 PJ
Πορτογαλία	6,5 ΕΤΙΠ / 274,7 PJ	0,073 ΕΤΙΠ / 3,06 PJ	0,11 ΕΤΙΠ / 4,93 PJ	0,089 ΕΤΙΠ / 3,72 PJ
Ρουμανία	24,5 ΕΤΙΠ / 1027,01 PJ	0,146 ΕΤΙΠ / 6,14 PJ	0,002 ΕΤΙΠ / 0,085 PJ	0,002 ΕΤΙΠ / 0,102 PJ
Σλοβενία	3,3 ΕΤΙΠ / 141,45 PJ	0,062 ΕΤΙΠ / 2,597 PJ	0 ΕΤΙΠ / 0 PJ	0 ΕΤΙΠ / 0 PJ
Σλοβακία	6,9 ΕΤΙΠ / 290,56 PJ	0,174 ΕΤΙΠ / 7,311 PJ	0,031 ΕΤΙΠ / 1,32 PJ	0,025 ΕΤΙΠ / 1,064 PJ
Φινλανδία	19,2 ΕΤΙΠ / 806,75 PJ	0,043 ΕΤΙΠ / 1,81 PJ	0,349 ΕΤΙΠ / 14,64 PJ	0,252 ΕΤΙΠ / 10,56 PJ
Σουηδία	37,01 ΕΤΙΠ / 1549,91 PJ	0,017 ΕΤΙΠ / 0,744 PJ	0,772 ΕΤΙΠ / 32,35 PJ	0,713 ΕΤΙΠ / 29,86 PJ

Ο Πίνακας 29, δημιουργήθηκε από το άθροισμα των δεδομένων της 3^{ης}, 4^{ης} και 5^{ης} στήλης του Πίνακα 28, ώστε να προκύψουν τα αποτελέσματα, σχετικά με την συνολική παραγωγή πρωτογενούς ενέργειας και από τις τρεις κατηγορίες αποβλήτων (μη ανανεώσιμα βιομηχανικά και ανανεώσιμα και μη ανανεώσιμα αστικά), για κάθε χώρα της ΕΕ-27, το 2019. Επίσης, στον Πίνακα 29, παρουσιάζονται και τα ποσοστά της

παραγωγής πρωτογενούς ενέργειας από τις συγκεκριμένες κατηγορίες αποβλήτων, ως προς την συνολική παραγωγή πρωτογενούς ενέργειας, κάθε Κράτους Μέλους.

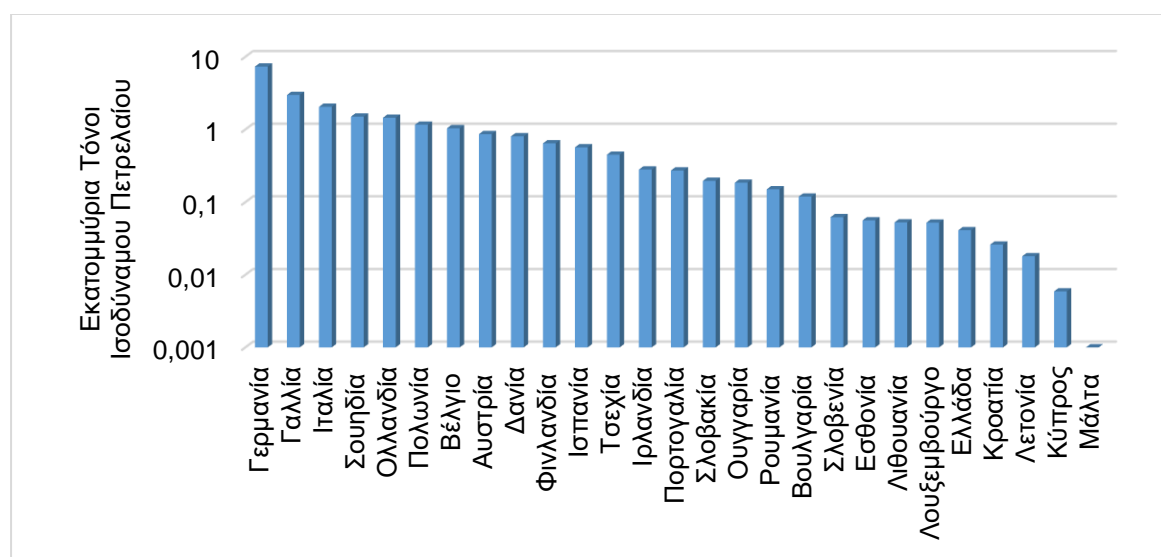
Πίνακας 29. Συνολική παραγωγή πρωτογενούς ενέργειας από Βιομηχανικά (μη ανανεώσιμα) και Αστικά (ανανεώσιμα και μη ανανεώσιμα) απόβλητα στην ΕΕ-27 το 2019 και ποσοστά ως προς την συνολική παραγωγή πρωτογενούς ενέργειας, κάθε χώρας

Χώρες	2019
ΕΕ-27	22,463 ΕΤΙΠ ή 940,52 PJ (3,64%)
Βέλγιο	1,037 ΕΤΙΠ ή 43,61 PJ (6,5%)
Βουλγαρία	0,119 ΕΤΙΠ ή 5,23 PJ (1,01%)
Τσεχία	0,449 ΕΤΙΠ ή 12,86 PJ (1,68%)
Δανία	0,804 ΕΤΙΠ ή 33,88 PJ (6,43%)
Γερμανία	7,331 ΕΤΙΠ ή 306,72 PJ (6,95%)
Εσθονία	0,056 ΕΤΙΠ ή 2,4 PJ (1,14%)
Ιρλανδία	0,281 ΕΤΙΠ ή 11,81 PJ (6,79%)
Ελλάδα	0,041 ΕΤΙΠ ή 1,76 PJ (0,64%)
Ισπανία	0,567 ΕΤΙΠ ή 23,8 PJ (1,62%)
Γαλλία	2,981 ΕΤΙΠ ή 125,24 PJ (2,22%)
Κροατία	0,026 ΕΤΙΠ ή 1,12 PJ (0,66%)
Ιταλία	2,049 ΕΤΙΠ ή 86 PJ (5,55%)
Κύπρος	0,0059 ΕΤΙΠ ή 0,26 PJ (2,83%)
Λετονία	0,01797 ΕΤΙΠ ή 0,75 PJ (0,63%)
Λιθουανία	0,0525 ΕΤΙΠ ή 2,2 PJ (2,57%)
Λουξεμβούργο	0,0521 ΕΤΙΠ ή 2,18 PJ (22,45%)
Ουγγαρία	0,185 ΕΤΙΠ ή 7,78 PJ (1,71%)
Μάλτα	0 ΕΤΙΠ ή 0 PJ (0%)
Ολλανδία	1,448 ΕΤΙΠ ή 60,55 PJ (4,37%)
Αυστρία	0,862 ΕΤΙΠ ή 36,22 PJ (6,97%)
Πολωνία	1,161 ΕΤΙΠ ή 48,78 PJ (1,95%)
Πορτογαλία	0,272 ΕΤΙΠ ή 11,72 PJ (4,14%)
Ρουμανία	0,15 ΕΤΙΠ ή 5,22 PJ (0,61%)
Σλοβενία	0,062 ΕΤΙΠ ή 2,59 PJ (1,83%)
Σλοβακία	0,196 ΕΤΙΠ ή 9,69 PJ (2,82%)
Φινλανδία	0,644 ΕΤΙΠ ή 26,99 PJ (3,43%)
Σουηδία	1,502 ΕΤΙΠ ή 62,89 PJ (4,05%)

Παίρνοντας ως παράδειγμα το Λουξεμβούργο και λαμβάνοντας υπόψη την δεύτερη στήλη του Πίνακα 28 (0,23 ΕΤΙΠ ή 9,72 PJ για το Λουξεμβούργο) και τον Πίνακα 29 (0,0521 ΕΤΙΠ ή 2,18 PJ για το Λουξεμβούργο), παρατηρήθηκε ότι το 22,45% της συνολικής παραγωγής πρωτογενούς ενέργειας του Λουξεμβούργου, προήλθε από την ενεργειακή αξιοποίηση των συγκεκριμένων κατηγοριών αποβλήτων (μη ανανεώσιμα βιομηχανικά και ανανεώσιμα και μη ανανεώσιμα αστικά απόβλητα). Επίσης, σχετικά μεγάλα ποσοστά είχαν το Βέλγιο (6,5%), η Δανία (6,43%), η Γερμανία (6,95%), η

Ιρλανδία (6,79%), η Αυστρία (6,97%) και η Ιταλία (5,55%). Αναφορικά με την Ελλάδα, φαίνεται ότι μόνο το 0,64% της συνολικής παραγωγής πρωτογενούς ενέργειας προήλθε από την ενεργειακή αξιοποίηση μη ανανεώσιμων βιομηχανικών και ανανεώσιμων και μη ανανεώσιμων αστικών αποβλήτων, πράγμα το οποίο σημαίνει ότι η Ελλάδα βρίσκεται χαμηλά στην κατάταξη, σε σύγκριση με άλλες χώρες της Ε.Ε., ξεπερνώντας μόνο τη Λετονία (0,63%), τη Ρουμανία (0,61%) και τη Μάλτα (0%).

Από τα δεδομένα του Πίνακα 29, προέκυψε το Διάγραμμα 16, στο οποίο παρουσιάζονται τα Κράτη Μέλη της ΕΕ-27, κατά φθίνουσα σειρά, ανάλογα με την παραγωγή πρωτογενούς ενέργειας (ΕΤΠ), που είχε η κάθε χώρα, από βιομηχανικά (μη ανανεώσιμα) και αστικά (ανανεώσιμα και μη ανανεώσιμα) απόβλητα, για το έτος 2019.



Διάγραμμα 16. Παραγωγή πρωτογενούς ενέργειας από Βιομηχανικά (μη ανανεώσιμα) και Αστικά (ανανεώσιμα και μη ανανεώσιμα) απόβλητα στην ΕΕ-27 το 2019
(www.ec.europa.eu/eurostat)

Σύμφωνα με το Διάγραμμα 16, παρατηρείται ότι την μεγαλύτερη παραγωγή πρωτογενούς ενέργειας, λόγω ενεργειακής αξιοποίησης των συγκεκριμένων κατηγοριών αποβλήτων, είχε η Γερμανία (7,331 ΕΤΠ/ 306,72 PJ). Ακολούθησε η Γαλλία (2,981 ΕΤΠ/ 125,24 PJ), η Ιταλία (2,049 ΕΤΠ/ 86 PJ), η Σουηδία (1,502 ΕΤΠ/ 62,89 PJ), η Ολλανδία (1,448 ΕΤΠ/ 60,55 PJ), η Πολωνία (1,161 ΕΤΠ/ 48,78 PJ), το Βέλγιο (1,037 ΕΤΠ/ 43,61 PJ), η Αυστρία (0,862 ΕΤΠ/ 36,22 PJ), η Δανία (0,804 ΕΤΠ/ 33,88 PJ), η Φινλανδία (0,644 ΕΤΠ/ 26,99 PJ) και άλλες χώρες. Η Ελλάδα δεν είχε μεγάλη παραγωγή πρωτογενούς ενέργειας, από την ενεργειακή αξιοποίηση των συγκεκριμένων κατηγοριών αποβλήτων (0,041 ΕΤΠ/ 1,76 PJ) και βρίσκεται πολύ χαμηλά σε σχέση με τις υπόλοιπες χώρες της Ε.Ε., καθώς προηγήθηκε μόνο της Κροατίας (0,026 ΕΤΠ/ 1,12 PJ), της Λετονίας (0,01797 ΕΤΠ/ 0,75 PJ), της Κύπρου (0,0059 ΕΤΠ/ 0,26 PJ) και της Μάλτας (0 ΕΤΠ/ 0 PJ).

2.2.3 Μεικτή (ακαθάριστη) παραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας στην ΕΕ-27

Η μεικτή (ακαθάριστη) παραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας αναφέρονται στις διαδικασίες παραγωγής ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας από τα ενεργειακά προϊόντα. Είναι η συνολική ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας και θερμικής ενέργειας που παράγονται από την μετατροπή άλλων μορφών ενέργειας (www.ec.europa.eu/eurostat).

Διαφορά μεταξύ μεικτής (ακαθάριστης) παραγωγής θερμότητας και ηλεκτρισμού με την καθαρή παραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας (Κανονισμός 844/2010/ΕΕ).

Ως μεικτή (ακαθάριστη) παραγωγή ηλεκτρισμού (Gross electricity production) θεωρείται “το άθροισμα της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από το σύνολο των σχετικών μονάδων παραγωγής (συμπεριλαμβανομένων των αντλιοστάσιων), το οποίο υπολογίζεται στους τερματικούς σταθμούς των κύριων παραγωγών”.

Ως μεικτή (ακαθάριστη) παραγωγή θερμότητας (Gross heat production) θεωρείται το σύνολο της θερμότητας που παράγεται από τη σχετική εγκατάσταση και το οποίο περιλαμβάνει τη θερμότητα που χρησιμοποιείται από τις βοηθητικές εγκαταστάσεις που χρησιμοποιούν ζεστό υγρό (θέρμανση χώρων, θέρμανση με υγρό καύσιμο κ.λπ.).

Ως καθαρή παραγωγή ηλεκτρισμού (Net electricity production) ορίζεται “η ακαθάριστη παραγωγή ηλεκτρισμού μείον την ηλεκτρική ενέργεια που απορροφείται από τις βοηθητικές εγκαταστάσεις παραγωγής και μείον τις απώλειες στους μετασχηματιστές της κύριας γεννήτριας”.

Ως καθαρή παραγωγή θερμότητας (Net heat production) ορίζεται “η θερμότητα που παρέχεται στο σύστημα διανομής, όπως καθορίζεται από τις μετρήσεις των εκροών και των εισροών”.

Στην Παράγραφο 5.5.2, του Κανονισμού 844/2010 της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, αναφέρεται συγκεκριμένα ότι “ο ηλεκτρισμός και η θερμότητα που παράγονται από τα ενεργειακά προϊόντα (εκτός από τον ξυλάνθρακα και συμπεριλαμβανομένης της συνολικής ποσότητας μόνο των υγρών βιοκαυσίμων) πρέπει να δηλώνονται, κατά περίπτωση, ξεχωριστά: για τους παραγωγούς που ασκούν τη βασική δραστηριότητά τους, για τους αυτοπαραγωγούς, για τους σταθμούς μόνο ηλεκτροπαραγωγής, τους σταθμούς παραγωγής μόνο θερμότητας και τους σταθμούς συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας (ΣΗΘ)” (Κανονισμός 844/2010/ΕΕ). Στην Παράγραφο 2 του ίδιου Κανονισμού (844/2010), αναφέρονται οι έννοιες των παραγωγών που ασκούν την κύρια δραστηριότητα τους και των αυτοπαραγωγών. Αναλυτικά (Κανονισμός 844/2010/ΕΕ):

1) **Παραγωγοί που ασκούν την κύρια δραστηριότητά τους:** “Επιχειρήσεις, τόσο ιδιωτικές όσο και δημόσιες, οι οποίες παράγουν ηλεκτρισμό και/ή θερμότητα προς πώληση σε τρίτους ως κύρια δραστηριότητά τους”.

2) **Αυτοπαραγωγοί:** “Επιχειρήσεις, τόσο ιδιωτικές όσο και δημόσιες, οι οποίες παράγουν ηλεκτρισμό και/ή θερμότητα εξ ολοκλήρου ή εν μέρει για δική τους χρήση ως δραστηριότητα που στηρίζει την κύρια δραστηριότητά τους”.

Μέσω της βάσης δεδομένων της Eurostat, παρέχονται πληροφορίες για όλες τις περιπτώσεις και για την κάθε μια ξεχωριστά. Τα δεδομένα που έχουν χρησιμοποιηθεί στην συγκεκριμένη Διπλωματική Εργασία, καλύπτουν όλες τις περιπτώσεις. Αναλυτικά, για την παρούσα διπλωματική εργασία:

Α) Όπου αναφέρεται μεικτή (ακαθάριστη) παραγωγή ηλεκτρισμού:

Πρόκειται για την συνολική ηλεκτρική ενέργεια που παρήχθη σε: 1) Σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής των παραγωγών που ασκούν την κύρια δραστηριότητά τους, 2) Σταθμούς συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας (ΣΗΘ) των παραγωγών που ασκούν την κύρια δραστηριότητά τους, 3) Σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής των αυτοπαραγωγών και 4) Σταθμούς συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας (ΣΗΘ) των αυτοπαραγωγών.

Β) Όπου αναφέρεται ακαθάριστη παραγωγή θερμότητας:

Πρόκειται για την συνολική θερμική ενέργεια που παρήχθη σε: 1) Σταθμούς παραγωγής θερμότητας των παραγωγών που ασκούν την κύρια δραστηριότητά τους, 2) Σταθμούς συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας (ΣΗΘ) των παραγωγών που ασκούν την κύρια δραστηριότητά τους, 3) Σταθμούς παραγωγής θερμότητας των αυτοπαραγωγών και 4) Σταθμούς συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας (ΣΗΘ) των αυτοπαραγωγών.

Σύμφωνα με τα στατιστικά της Eurostat, η μεικτή (ακαθάριστη) παραγωγή ηλεκτρισμού στην ΕΕ-27 το 2019, ήταν 2.904,01 TWh (ή 249,7 ΕΤΠΠ) και η μεικτή (ακαθάριστη) παραγωγή θερμότητας ήταν 2.239,9 PJ (ή 53,5 ΕΤΠΠ) (www.ec.europa.eu/eurostat).

2.2.4 Παραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας από Βιομηχανικά (μη ανανεώσιμα) και Αστικά (ανανεώσιμα και μη ανανεώσιμα) απόβλητα στην ΕΕ-27 το 2019

Στους παρακάτω Πίνακες, φαίνεται η μεικτή (ακαθάριστη) παραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας κάθε Κράτους Μέλους, για το έτος 2019 και το μέρος αυτής, που παρήχθη από βιομηχανικά (μη ανανεώσιμα) και αστικά (ανανεώσιμα και μη ανανεώσιμα) απόβλητα.

Ο Πίνακας 30 αντιπροσωπεύει την μεικτή (ακαθάριστη) παραγωγή ηλεκτρισμού (για όλες τις περιπτώσεις, παράγραφος 2.2.3 της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας) και ο Πίνακας 32 την μεικτή (ακαθάριστη) παραγωγή θερμότητας (για όλες τις περιπτώσεις, παράγραφος 2.2.3 της παρούσας Διπλωματικής εργασίας).

*Πίνακας 30. Παραγωγή ηλεκτρισμού από Βιομηχανικά (μη ανανεώσιμα) και Αστικά (ανανεώσιμα και μη ανανεώσιμα) απόβλητα στην ΕΕ-27 το 2019
(www.ec.europa.eu/eurostat)*

Χώρες	Μεικτή (ακαθάριστη) παραγωγή ηλεκτρισμού στην ΕΕ-27 το 2019 (gross electricity production)	Παραγωγή ηλεκτρισμού από Βιομηχανικά απόβλητα (μη ανανεώσιμα)	Παραγωγή ηλεκτρισμού από Αστικά απόβλητα (ανανεώσιμα)	Παραγωγή ηλεκτρισμού από Αστικά απόβλητα (μη ανανεώσιμα)
ΕΕ-27	249,7 ΕΤΙΠ / 2904,01 TWh	0,243 ΕΤΙΠ / 2,826 TWh	1,640 ΕΤΙΠ / 19,076 TWh	1,605 ΕΤΙΠ / 18,668 TWh
Βέλγιο	8,023 ΕΤΙΠ / 93,31 TWh	0,036 ΕΤΙΠ / 0,419 TWh	0,080 ΕΤΙΠ / 0,93 TWh	0,075 ΕΤΙΠ / 0,871 TWh
Βουλγαρία	3,806 ΕΤΙΠ / 44,27 TWh	0,000887 ΕΤΙΠ / 0,0103 TWh	0,0038 ΕΤΙΠ / 0,0443 TWh	0 ΕΤΙΠ / 0 TWh
Τσεχία	7,472 ΕΤΙΠ / 86,9 TWh	0,00127 ΕΤΙΠ / 0,0147 TWh	0,00901 ΕΤΙΠ / 0,104 TWh	0,00601 ΕΤΙΠ / 0,07 TWh
Δανία	2,538 ΕΤΙΠ / 29,52 TWh	0 ΕΤΙΠ / 0 TWh	0,082 ΕΤΙΠ / 0,963 TWh	0,0678 ΕΤΙΠ / 0,788 TWh
Γερμανία	52,242 ΕΤΙΠ / 607,57 TWh	0,0812 ΕΤΙΠ / 0,945 TWh	0,5 ΕΤΙΠ / 5,806 TWh	0,5 ΕΤΙΠ / 5,806 TWh
Εσθονία	0,654 ΕΤΙΠ / 7,61 TWh	0 ΕΤΙΠ / 0 TWh	0,0055 ΕΤΙΠ / 0,064 TWh	0,0055 ΕΤΙΠ / 0,064 TWh
Ιρλανδία	2,66 ΕΤΙΠ / 30,94 TWh	0 ΕΤΙΠ / 0 TWh	0,0275 ΕΤΙΠ / 0,32 TWh	0,0253 ΕΤΙΠ / 0,294 TWh
Ελλάδα	4,181 ΕΤΙΠ / 48,62 TWh	0,0249 ΕΤΙΠ / 0,289 TWh	0 ΕΤΙΠ / 0 TWh	0 ΕΤΙΠ / 0 TWh
Ισπανία	23,48 ΕΤΙΠ / 273,11 TWh	0,0184 ΕΤΙΠ / 0,215 TWh	0,0662 ΕΤΙΠ / 0,770 TWh	0,0662 ΕΤΙΠ / 0,770 TWh
Γαλλία	49,035 ΕΤΙΠ / 570,28 TWh	0,0197 ΕΤΙΠ / 0,23 TWh	0,186 ΕΤΙΠ / 2,172 TWh	0,186 ΕΤΙΠ / 2,172 TWh
Κροατία	1,097 ΕΤΙΠ / 12,76 TWh	0 ΕΤΙΠ / 0 TWh	0 ΕΤΙΠ / 0 TWh	0 ΕΤΙΠ / 0 TWh
Ιταλία	25,21 ΕΤΙΠ / 293,2 TWh	0,00514 ΕΤΙΠ / 0,0598 TWh	0,203 ΕΤΙΠ / 2,368 TWh	0,203 ΕΤΙΠ / 2,368 TWh
Κύπρος	0,442 ΕΤΙΠ / 5,141 TWh	0 ΕΤΙΠ / 0 TWh	0 ΕΤΙΠ / 0 TWh	0 ΕΤΙΠ / 0 TWh
Λετονία	0,553 ΕΤΙΠ / 6,438 TWh	0 ΕΤΙΠ / 0 TWh	0 ΕΤΙΠ / 0 TWh	0 ΕΤΙΠ / 0 TWh
Λιθουανία	0,322 ΕΤΙΠ / 3,748 TWh	0,00332 ΕΤΙΠ / 0,0387 TWh	0,00413 ΕΤΙΠ / 0,0481 TWh	0,00404 ΕΤΙΠ / 0,047 TWh
Λουξεμβούργο	0,164 ΕΤΙΠ / 1,907 TWh	0 ΕΤΙΠ / 0 TWh	0,00406 ΕΤΙΠ / 0,0472 TWh	0,00668 ΕΤΙΠ / 0,0777 TWh
Ουγγαρία	2,927 ΕΤΙΠ / 34,043 TWh	0,0122 ΕΤΙΠ / 0,143 TWh	0,0117 ΕΤΙΠ / 0,137 TWh	0,00902 ΕΤΙΠ / 0,105 TWh
Μάλτα	0,178 ΕΤΙΠ / 2,076 TWh	0 ΕΤΙΠ / 0 TWh	0 ΕΤΙΠ / 0 TWh	0 ΕΤΙΠ / 0 TWh
Ολλανδία	10,356 ΕΤΙΠ / 120,44 TWh	0 ΕΤΙΠ / 0 TWh	0,178 ΕΤΙΠ / 2,081 TWh	0,158 ΕΤΙΠ / 1,845 TWh
Αυστρία	6,381 ΕΤΙΠ / 74,22 TWh	0,023 ΕΤΙΠ / 0,268 TWh	0,0307 ΕΤΙΠ / 0,357 TWh	0,0447 ΕΤΙΠ / 0,519 TWh
Πολωνία	14,08 ΕΤΙΠ / 163,75 TWh	0,00549 ΕΤΙΠ / 0,0639 TWh	0,00901 ΕΤΙΠ / 0,104 TWh	0,0433 ΕΤΙΠ / 0,503 TWh
Πορτογαλία	4,57 ΕΤΙΠ / 53,15 TWh	0,000929 ΕΤΙΠ / 0,0108 TWh	0,03 ΕΤΙΠ / 0,349 TWh	0,0226 ΕΤΙΠ / 0,263 TWh
Ρουμανία	5,126 ΕΤΙΠ / 59,62 TWh	0 ΕΤΙΠ / 0 TWh	0 ΕΤΙΠ / 0 TWh	0 ΕΤΙΠ / 0 TWh
Σλοβενία	1,384 ΕΤΙΠ / 16,09 TWh	0,000821 ΕΤΙΠ / 0,00954 TWh	0 ΕΤΙΠ / 0 TWh	0 ΕΤΙΠ / 0 TWh
Σλοβακία	2,442 ΕΤΙΠ / 28,4 TWh	0,000172 ΕΤΙΠ / 0,002 TWh	0,00249 ΕΤΙΠ / 0,029 TWh	0,00223 ΕΤΙΠ / 0,026 TWh
Φινλανδία	5,879 ΕΤΙΠ / 68,37 TWh	0,00581 ΕΤΙΠ / 0,0675 TWh	0,0523 ΕΤΙΠ / 0,609 TWh	0,0379 ΕΤΙΠ / 0,441 TWh
Σουηδία	14,48 ΕΤΙΠ / 168,43 TWh	0,00335 ΕΤΙΠ / 0,039 TWh	0,151 ΕΤΙΠ / 1,767 TWh	0,140 ΕΤΙΠ / 1,631 TWh

Από τα δεδομένα του Πίνακα 30, δημιουργήθηκε ο Πίνακας 31, στον οποίο παρουσιάζεται το άθροισμα της ηλεκτρικής ενέργειας, που παρήχθη και από τις τρεις κατηγορίες αποβλήτων, για κάθε χώρα της Ε.Ε. Επίσης στον Πίνακα 31,

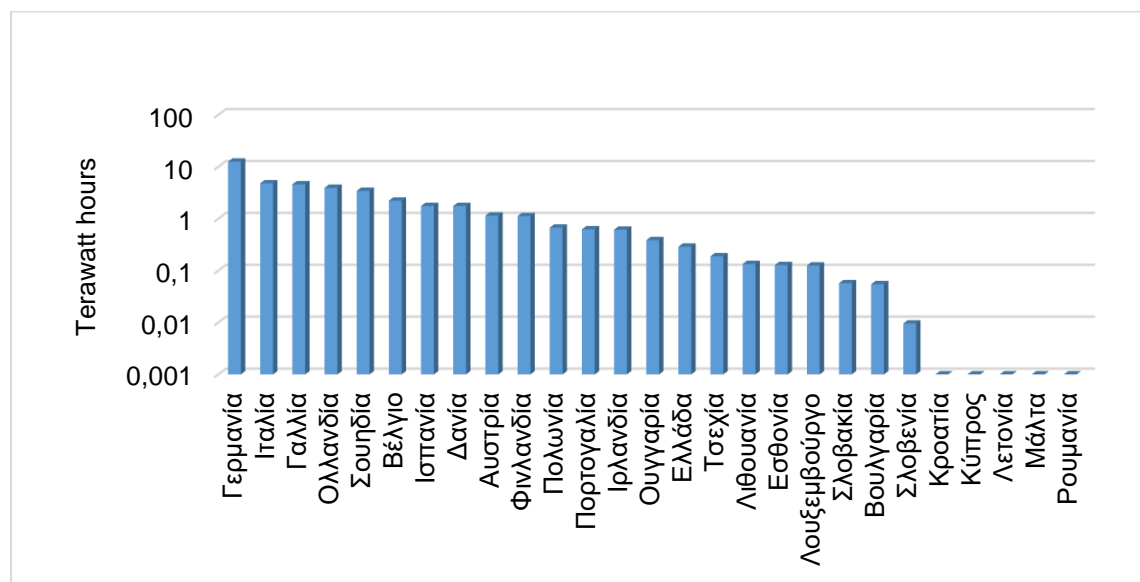
παρουσιάζονται και τα ποσοστά της ηλεκτρικής ενέργειας, που προέκυψαν από την ενεργειακή αξιοποίηση των συγκεκριμένων κατηγοριών αποβλήτων, ως προς την μεικτή (ακαθάριστη) παραγωγή ηλεκτρισμού, κάθε χώρας. Για παράδειγμα, στο Βέλγιο η μεικτή (ακαθάριστη) παραγωγή ηλεκτρισμού, το 2019, ήταν 93,31 TWh (ή 8,023 ΕΤΠ), εκ των οποίων οι 2,22 TWh (ή 0,191 ΕΤΠ) προήλθαν από την ενεργειακή αξιοποίηση βιομηχανικών (μη ανανεώσιμων) και αστικών (ανανεώσιμων και μη ανανεώσιμων) αποβλήτων. Συνεπώς το 2,38% της μεικτής (ακαθάριστης) παραγωγής ηλεκτρισμού του Βελγίου, προέκυψε από την ενεργειακή αξιοποίηση των συγκεκριμένων κατηγοριών αποβλήτων. Ενδιαφέροντα ποσοστά είχαν η Δανία (5,9%), η Λιθουανία (3,56%), το Λουξεμβούργο (6,54%), η Ολλανδία (3,24%), η Γερμανία (2,07%) και η Σουηδία (2,03%). Στην Ελλάδα, μόνο το 0,59% της μεικτής (ακαθάριστης) παραγωγής ηλεκτρισμού, της συγκεκριμένης χώρας, προέκυψε από την ενεργειακή αξιοποίηση των παραπάνω κατηγοριών αποβλήτων, ποσοστό σχετικά μικρό, σε σύγκριση με άλλες χώρες. Επίσης, μικρά ποσοστά είχαν η Βουλγαρία (0,12%), η Τσεχία (0,21%), η Πολωνία (0,41%), η Σλοβενία (0,059%) και η Σλοβακία (0,2%).

Πίνακας 31. Συνολική παραγωγή ηλεκτρισμού από Αστικά (ανανεώσιμα και μη ανανεώσιμα) και Βιομηχανικά (μη ανανεώσιμα) απόβλητα και ποσοστά ως προς την μεικτή (ακαθάριστη) παραγωγή ηλεκτρισμού κάθε χώρας το 2019

Χώρες	2019
ΕΕ-27	3,488 ΕΤΙΠ / 40,57 TWh (1,4%)
Βέλγιο	0,191 ΕΤΙΠ / 2,22 TWh (2,38%)
Βουλγαρία	0,004687 ΕΤΙΠ / 0,0546 TW (0,12%)
Τσεχία	0,01629 ΕΤΙΠ / 0,1887 TWh (0,21%)
Δανία	0,1498 ΕΤΙΠ / 1,751 TWh (5,9%)
Γερμανία	1,0812 ΕΤΙΠ / 12,557 TWh (2,07%)
Εσθονία	0,011 ΕΤΙΠ / 0,128 TWh (1,7%)
Ιρλανδία	0,0528 ΕΤΙΠ / 0,614 TWh (1,98%)
Ελλάδα	0,0249 ΕΤΙΠ / 0,289 TWh (0,59%)
Ισπανία	0,1508 ΕΤΙΠ / 1,755 TWh (0,64%)
Γαλλία	0,3917 ΕΤΙΠ / 4,574 TWh (0,8%)
Κροατία	0 ΕΤΙΠ / 0 TWh (0%)
Ιταλία	0,41114 ΕΤΙΠ / 4,7958 TWh (1,63%)
Κύπρος	0 ΕΤΙΠ / 0 TWh (0%)
Λετονία	0 ΕΤΙΠ / 0 TWh (0%)
Λιθουανία	0,01149 ΕΤΙΠ / 0,1338 TWh (3,56%)
Λουξεμβούργο	0,01074 ΕΤΙΠ / 0,1249 TWh (6,54%)
Ουγγαρία	0,03292 ΕΤΙΠ / 0,385 TWh (1,12%)
Μάλτα	0 ΕΤΙΠ / 0 TWh (0%)
Ολλανδία	0,336 ΕΤΙΠ / 3,926 TWh (3,24%)
Αυστρία	0,0984 ΕΤΙΠ / 1,144 TWh (1,54%)
Πολωνία	0,0578 ΕΤΙΠ / 0,6709 TWh (0,41%)
Πορτογαλία	0,053529 ΕΤΙΠ / 0,6228 TWh (1,17%)
Ρουμανία	0 ΕΤΙΠ / 0 TWh (0%)
Σλοβενία	0,000821 ΕΤΙΠ / 0,00954 TWh (0,059%)
Σλοβακία	0,004892 ΕΤΙΠ / 0,057 TWh (0,2%)
Φινλανδία	0,09601 ΕΤΙΠ / 1,1175 TWh (1,63%)
Σουηδία	0,29435 ΕΤΙΠ / 3,437 TWh (2,03%)

Από τον Πίνακα 31, προέκυψε το Διάγραμμα 17, στο οποίο παρουσιάζονται οι χώρες της ΕΕ-27, κατά φθίνουσα σειρά, ανάλογα με την παραγωγή ηλεκτρισμού, από βιομηχανικά (μη ανανεώσιμα) και αστικά (ανανεώσιμα και μη ανανεώσιμα) απόβλητα, το έτος 2019. Σύμφωνα με αυτό φαίνεται ότι την μεγαλύτερη παραγωγή ηλεκτρισμού από τις συγκεκριμένες κατηγορίες αποβλήτων είχε η Γερμανία (12,557 TWh). Ακολούθησε η Ιταλία (4,7958 TWh), η Γαλλία (4,574 TWh), η Ολλανδία (3,926 TWh), η Σουηδία (3,437 TWh) και οι υπόλοιπες χώρες, όπως διακρίνονται στο Διάγραμμα 17. Η Ελλάδα βρίσκεται σχετικά χαμηλά στην κατάταξη, σε σύγκριση με άλλες χώρες της Ε.Ε., καθώς ο ηλεκτρισμός που παρήχθη από την ενεργειακή αξιοποίηση βιομηχανικών (μη ανανεώσιμων) αποβλήτων, ήταν 0,289 TWh, ξεπερνώντας μόνο την Τσεχία (0,1887 TWh), την Λιθουανία (0,1338 TWh), την Εσθονία (0,128 TWh), το Λουξεμβούργο (0,1249 TWh), τη Σλοβακία (0,057 TWh), τη Βουλγαρία (0,0546 TWh)

και τη Σλοβενία (0,00954 TWh). Η Κύπρος, η Κροατία, η Λετονία, η Μάλτα και η Ρουμανία παρουσίασαν μηδενικά ποσοστά, πράγμα το οποίο σημαίνει, ότι στις συγκεκριμένες χώρες δεν υπήρξε παραγωγή ηλεκτρισμού από βιομηχανικά (μη ανανεώσιμα) και αστικά (ανανεώσιμα και μη ανανεώσιμα) απόβλητα το 2019.



Διάγραμμα 17. Παραγωγή ηλεκτρισμού από Βιομηχανικά (μη ανανεώσιμα) και Αστικά (ανανεώσιμα και μη ανανεώσιμα) απόβλητα στην ΕΕ-27 το 2019
(www.ec.europa.eu/eurostat)

Σύμφωνα με την Eurostat, παρατηρείται ότι η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από βιομηχανικά (μη ανανεώσιμα) και αστικά (ανανεώσιμα και μη ανανεώσιμα) απόβλητα, έχει αυξηθεί τα τελευταία χρόνια στην ΕΕ-27. Αναλυτικά, το 2010 η μεικτή (ακαθάριστη) παραγωγή ηλεκτρισμού στην ΕΕ-27, ήταν 2.980,97 TWh, εκ των οποίων οι 32,939 TWh προέκυψαν από την ενεργειακή αξιοποίηση των συγκεκριμένων κατηγοριών αποβλήτων. Συνεπώς το 1,1% της μεικτής (ακαθάριστης) παραγωγής ηλεκτρισμού της ΕΕ-27 για το 2010, προέκυψε από αυτά. Το 2013 η μεικτή (ακαθάριστη) παραγωγή ηλεκτρισμού στην ΕΕ-27 ήταν 2.916,36 TWh, εκ των οποίων οι 35,485 TWh (αύξηση κατά 7,2%, σε σχέση με το 2010), προέκυψαν από την ενεργειακή αξιοποίηση των συγκεκριμένων κατηγοριών αποβλήτων, δηλαδή το 1,21% της μεικτής (ακαθάριστης) παραγωγής ηλεκτρισμού στην ΕΕ-27 για το 2013, προέκυψε από αυτά. Το 2017 η μεικτή (ακαθάριστη) παραγωγή ηλεκτρισμού στην ΕΕ-27, ήταν 2.954,6 TWh, εκ των οποίων οι 39,73 TWh (αύξηση κατά 11,96%, σε σχέση με το 2013), προέκυψαν από την ενεργειακή αξιοποίηση των συγκεκριμένων κατηγοριών αποβλήτων. Συνεπώς το 1,34% της μεικτής (ακαθάριστης) παραγωγής ηλεκτρισμού της ΕΕ-27 για το 2017, προέκυψε από αυτά. Σύμφωνα με τα πιο πρόσφατα στοιχεία της Eurostat, το 2019, η μεικτή (ακαθάριστη) παραγωγή ηλεκτρισμού στην ΕΕ-27, ήταν 2.904,01 TWh, εκ των οποίων οι 40,57 TWh (αύξηση κατά 2,11%, σε σχέση με το 2017), προέκυψαν από την ενεργειακή αξιοποίηση των συγκεκριμένων κατηγοριών αποβλήτων. Συνεπώς το 1,4% της μεικτής (ακαθάριστης) παραγωγής ηλεκτρισμού της ΕΕ-27 για το 2019, προέκυψε από αυτά. Σύμφωνα με τα παραπάνω, φαίνεται ότι το

ποσοστό παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από τις παραπάνω κατηγορίες αποβλήτων ως προς την μεικτή (ακαθάριστη) παραγωγή ηλεκτρισμού στην ΕΕ-27, αυξάνεται με το πέρασμα των ετών, καθώς από 1,1% το 2010, αυξήθηκε σε 1,21% το 2013, 1,34% το 2017 και σύμφωνα με τα νεότερα στοιχεία (2019) το ποσοστό ήταν 1,4% (www.ec.europa.eu/eurostat).

*Πίνακας 32. Παραγωγή θερμότητας από Βιομηχανικά (μη ανανεώσιμα) και Αστικά (ανανεώσιμα και μη ανανεώσιμα) απόβλητα στην ΕΕ-27 το 2019
(www.ec.europa.eu/eurostat)*

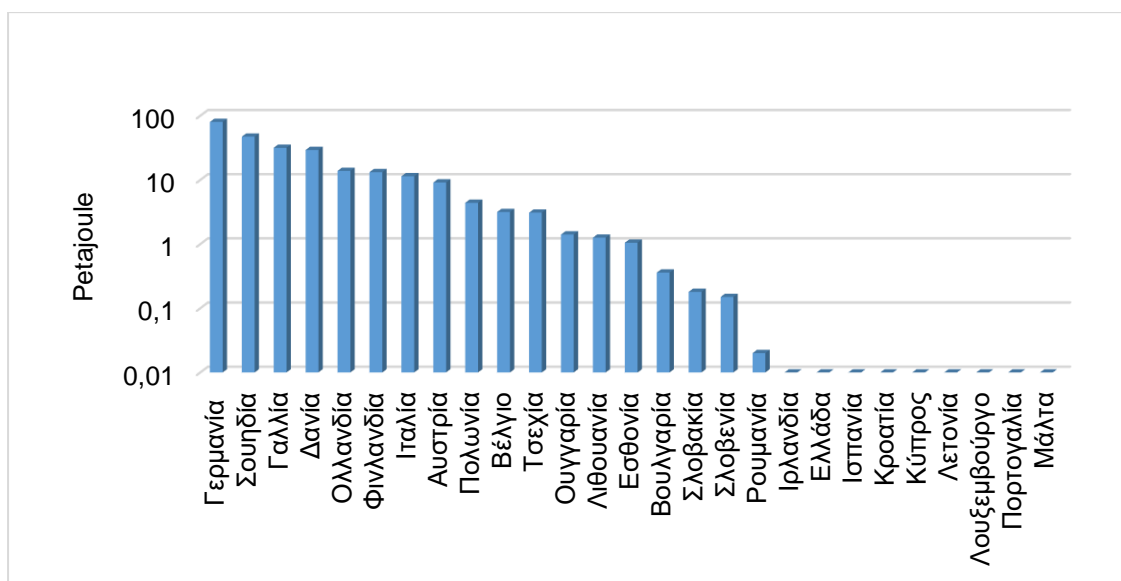
Χώρες	Παραγωγή μεικτής (ακαθάριστης) θερμότητας στην ΕΕ-27 το 2019 (gross heat production)	Παραγωγή θερμότητας από Βιομηχανικά απόβλητα (μη ανανεώσιμα)	Παραγωγή θερμότητας από Αστικά απόβλητα (ανανεώσιμα)	Παραγωγή θερμότητας από Αστικά απόβλητα (μη ανανεώσιμα)
ΕΕ-27	53,5 ΕΤΙΠ / 2239,9 PJ	0,314 ΕΤΙΠ / 13,16 PJ	2,892 ΕΤΙΠ / 121,1 PJ	2,78 ΕΤΙΠ / 116,41 PJ
Βέλγιο	0,5 ΕΤΙΠ / 20,97 PJ	0,0206 ΕΤΙΠ / 0,865 PJ	0,0309 ΕΤΙΠ / 1,294 PJ	0,024 ΕΤΙΠ / 1,008 PJ
Βουλγαρία	0,873 ΕΤΙΠ / 36,58 PJ	0,00534 ΕΤΙΠ / 0,223 PJ	0,0032 ΕΤΙΠ / 0,134 PJ	0 ΕΤΙΠ / 0 PJ
Τσεχία	2,739 ΕΤΙΠ / 114,69 PJ	0,00836 ΕΤΙΠ / 0,350 PJ	0,0393 ΕΤΙΠ / 1,647 PJ	0,0262 ΕΤΙΠ / 1,098 PJ
Δανία	3,03 ΕΤΙΠ / 126,89 PJ	0 ΕΤΙΠ / 0 PJ	0,383 ΕΤΙΠ / 16,06 PJ	0,314 ΕΤΙΠ / 13,14 PJ
Γερμανία	10,775 ΕΤΙΠ / 451,14 PJ	0,169 ΕΤΙΠ / 7,078 PJ	0,871 ΕΤΙΠ / 36,47 PJ	0,871 ΕΤΙΠ / 36,47 PJ
Εσθονία	0,524 ΕΤΙΠ / 21,95 PJ	0 ΕΤΙΠ / 0 PJ	0,0125 ΕΤΙΠ / 0,527 PJ	0,0125 ΕΤΙΠ / 0,527 PJ
Ιρλανδία	0 ΕΤΙΠ / 0 PJ	0 ΕΤΙΠ / 0 PJ	0 ΕΤΙΠ / 0 PJ	0 ΕΤΙΠ / 0 PJ
Ελλάδα	0,0526 ΕΤΙΠ / 2,202 PJ	0 ΕΤΙΠ / 0 PJ	0 ΕΤΙΠ / 0 PJ	0 ΕΤΙΠ / 0 PJ
Ισπανία	0 ΕΤΙΠ / 0 PJ	0 ΕΤΙΠ / 0 PJ	0 ΕΤΙΠ / 0 PJ	0 ΕΤΙΠ / 0 PJ
Γαλλία	3,915 ΕΤΙΠ / 163,94 PJ	0,0105 ΕΤΙΠ / 0,440 PJ	0,372 ΕΤΙΠ / 15,58 PJ	0,372 ΕΤΙΠ / 15,58 PJ
Κροατία	0,314 ΕΤΙΠ / 13,18 PJ	0 ΕΤΙΠ / 0 PJ	0 ΕΤΙΠ / 0 PJ	0 ΕΤΙΠ / 0 PJ
Ιταλία	5,526 ΕΤΙΠ / 231,4 PJ	0,00863 ΕΤΙΠ / 0,361 PJ	0,131 ΕΤΙΠ / 5,518 PJ	0,131 ΕΤΙΠ / 5,518 PJ
Κύπρος	0,0012 ΕΤΙΠ / 0,0514 PJ	0 ΕΤΙΠ / 0 PJ	0 ΕΤΙΠ / 0 PJ	0 ΕΤΙΠ / 0 PJ
Λετονία	0,683 ΕΤΙΠ / 28,61 PJ	0 ΕΤΙΠ / 0 PJ	0 ΕΤΙΠ / 0 PJ	0 ΕΤΙΠ / 0 PJ
Λιθουανία	0,758 ΕΤΙΠ / 31,74 PJ	0,00809 ΕΤΙΠ / 0,339 PJ	0,0111 ΕΤΙΠ / 0,465 PJ	0,0109 ΕΤΙΠ / 0,459 PJ
Λουξεμβούργο	0,0961 ΕΤΙΠ / 4,026 PJ	0 ΕΤΙΠ / 0 PJ	0 ΕΤΙΠ / 0 PJ	0 ΕΤΙΠ / 0 PJ
Ουγγαρία	1,083 ΕΤΙΠ / 45,38 PJ	0,009 ΕΤΙΠ / 0,377 PJ	0,0126 ΕΤΙΠ / 0,528 PJ	0,0123 ΕΤΙΠ / 0,516 PJ
Μάλτα	0,000021 ΕΤΙΠ / 0,000881 PJ	0 ΕΤΙΠ / 0 PJ	0 ΕΤΙΠ / 0 PJ	0 ΕΤΙΠ / 0 PJ
Ολλανδία	2,509 ΕΤΙΠ / 105,081 PJ	0 ΕΤΙΠ / 0 PJ	0,174 ΕΤΙΠ / 7,317 PJ	0,154 ΕΤΙΠ / 6,488 PJ
Αυστρία	2,019 ΕΤΙΠ / 84,53 PJ	0,0354 ΕΤΙΠ / 1,484 PJ	0,0728 ΕΤΙΠ / 3,048 PJ	0,109 ΕΤΙΠ / 4,586 PJ
Πολωνία	6,836 ΕΤΙΠ / 286,23 PJ	0,0141 ΕΤΙΠ / 0,593 PJ	0,0174 ΕΤΙΠ / 0,730 PJ	0,0733 ΕΤΙΠ / 3,072 PJ
Πορτογαλία	0,499 ΕΤΙΠ / 20,92 PJ	0 ΕΤΙΠ / 0 PJ	0 ΕΤΙΠ / 0 PJ	0 ΕΤΙΠ / 0 PJ
Ρουμανία	1,467 ΕΤΙΠ / 61,44 PJ	0,000418 ΕΤΙΠ / 0,017 PJ	0 ΕΤΙΠ / 0 PJ	0 ΕΤΙΠ / 0 PJ
Σλοβενία	0,218 ΕΤΙΠ / 9,14 PJ	0,0035 ΕΤΙΠ / 0,146 PJ	0 ΕΤΙΠ / 0 PJ	0 ΕΤΙΠ / 0 PJ
Σλοβακία	0,746 ΕΤΙΠ / 31,25 PJ	0,00145 ΕΤΙΠ / 0,061 PJ	0,0015 ΕΤΙΠ / 0,063 PJ	0,00124 ΕΤΙΠ / 0,052 PJ
Φινλανδία	3,963 ΕΤΙΠ / 165,93 PJ	0,00807 ΕΤΙΠ / 0,338 PJ	0,176 ΕΤΙΠ / 7,403 PJ	0,130 ΕΤΙΠ / 5,457 PJ
Σουηδία	4,36 ΕΤΙΠ / 182,56 PJ	0,01156 ΕΤΙΠ / 0,484 PJ	0,58 ΕΤΙΠ / 24,29 PJ	0,535 ΕΤΙΠ / 22,42 PJ

Από το άθροισμα της 3^{ης}, 4^{ης} και 5^{ης} στήλης του Πίνακα 32, δημιουργήθηκε ο Πίνακας 33, στον οποίο παρουσιάζεται το άθροισμα της παραγωγής θερμότητας και από τις τρεις κατηγορίες αποβλήτων, για κάθε μια χώρα, καθώς και τα ποσοστά της παραγωγής θερμότητας από τις συγκεκριμένες κατηγορίες αποβλήτων, ως προς την μεικτή (ακαθάριστη) παραγωγή θερμότητας, κάθε Κράτους Μέλους, για το έτος 2019. Για παράδειγμα, στην Δανία, το 2019, η μεικτή (ακαθάριστη) παραγωγή θερμότητας, ήταν 126,89 PJ (ή 3,03 ΕΤΠ), εκ των οποίων τα 29,21 PJ (ή 0,697 ΕΤΠ), προήλθαν από την ενεργειακή αξιοποίηση βιομηχανικών (μη ανανεώσιμων) και αστικών (ανανεώσιμων και μη ανανεώσιμων) αποβλήτων. Συνεπώς, το 23% της μεικτής (ακαθάριστης) παραγωγής θερμότητας της Δανίας, προέκυψε από την ενεργειακή αξιοποίηση των συγκεκριμένων κατηγοριών αποβλήτων. Ενδιαφέροντα ποσοστά είχαν το Βέλγιο (15,1%), η Γερμανία (17,73%), η Γαλλία (19,27%), η Ολλανδία (13,07%), η Αυστρία (10,75%), η Σουηδία (25,82%) και η Φινλανδία (7,92%). Η Ελλάδα, η Ιρλανδία, η Ισπανία, η Κροατία, η Κύπρος, η Λετονία, το Λουξεμβούργο, η Μάλτα και η Πορτογαλία, παρουσίασαν μηδενικά ποσοστά, πράγμα το οποίο σημαίνει ότι στις συγκεκριμένες χώρες, δεν υπήρξε παραγωγή θερμότητας από τις παραπάνω κατηγορίες αποβλήτων το 2019.

Πίνακας 33. Συνολική παραγωγή θερμότητας, από Αστικά (ανανεώσιμα και μη ανανεώσιμα) και Βιομηχανικά (μη ανανεώσιμα) απόβλητα και ποσοστά ως προς την μεικτή (ακαθάριστη) παραγωγή θερμότητας κάθε χώρας το 2019

Χώρες	2019
ΕΕ-27	5,986 ΕΤΙΠ / 250,68 PJ (11,2%)
Βέλγιο	0,0755 ΕΤΙΠ / 3,16 PJ (15,1%)
Βουλγαρία	0,00854 ΕΤΙΠ / 0,36 PJ (0,97%)
Τσεχία	0,07386 ΕΤΙΠ / 3,09 PJ (2,7%)
Δανία	0,697 ΕΤΙΠ / 29,21 PJ (23%)
Γερμανία	1,911 ΕΤΙΠ / 80,03 PJ (17,73%)
Εσθονία	0,025 ΕΤΙΠ / 1,05 PJ (4,77%)
Ιρλανδία	0 ΕΤΙΠ / 0 PJ (0%)
Ελλάδα	0 ΕΤΙΠ / 0 PJ (0%)
Ισπανία	0 ΕΤΙΠ / 0 PJ (0%)
Γαλλία	0,7545 ΕΤΙΠ / 31,61 PJ (19,27%)
Κροατία	0 ΕΤΙΠ / 0 PJ (0%)
Ιταλία	0,27063 ΕΤΙΠ / 11,39 PJ (4,9%)
Κύπρος	0 ΕΤΙΠ / 0 PJ (0%)
Λετονία	0 ΕΤΙΠ / 0 PJ (0%)
Λιθουανία	0,03 ΕΤΙΠ / 1,26 PJ (3,95%)
Λουξεμβούργο	0 ΕΤΙΠ / 0 PJ (0%)
Ουγγαρία	0,0339 ΕΤΙΠ / 1,41 PJ (3,13%)
Μάλτα	0 ΕΤΙΠ / 0 PJ (0%)
Ολλανδία	0,328 ΕΤΙΠ / 13,8 PJ (13,07%)
Αυστρία	0,2172 ΕΤΙΠ / 9,11 PJ (10,75%)
Πολωνία	0,1048 ΕΤΙΠ / 4,39 PJ (1,53%)
Πορτογαλία	0 ΕΤΙΠ / 0 PJ (0%)
Ρουμανία	0,000418 ΕΤΙΠ / 0,02 PJ (0,028%)
Σλοβενία	0,0035 ΕΤΙΠ / 0,15 PJ (1,6%)
Σλοβακία	0,00419 ΕΤΙΠ / 0,18 PJ (0,56%)
Φινλανδία	0,31407 ΕΤΙΠ / 13,19 PJ (7,92%)
Σουηδία	1,126 ΕΤΙΠ / 47,19 PJ (25,82%)

Από τον Πίνακα 33, προέκυψε το Διάγραμμα 18, στο οποίο παρουσιάζονται οι χώρες της ΕΕ-27, κατά φθίνουσα σειρά, ανάλογα με την παραγωγή θερμότητας, από βιομηχανικά (μη ανανεώσιμα) και αστικά (ανανεώσιμα και μη ανανεώσιμα) απόβλητα, που είχε η κάθε μια, το έτος 2019. Σύμφωνα με το Διάγραμμα 18, φαίνεται ότι την μεγαλύτερη παραγωγή θερμότητας από τις συγκεκριμένες κατηγορίες αποβλήτων είχε η Γερμανία (80,03 PJ). Ακολούθησαν η Σουηδία (47,19 PJ), η Γαλλία (31,61 PJ), η Δανία (29,21 PJ), η Ολλανδία (13,8 PJ) η Φινλανδία (13,19 PJ), η Ιταλία (11,39 PJ), η Αυστρία (9,11 PJ), η Πολωνία (4,39 PJ), το Βέλγιο (3,16 PJ), η Τσεχία (3,09 PJ), η Ουγγαρία (1,41 PJ), η Λιθουανία (1,26 PJ), η Εσθονία (1,05 PJ), η Βουλγαρία (0,36 PJ), η Σλοβακία (0,18 PJ), η Σλοβενία (0,15 PJ) και η Ρουμανία (0,02 PJ).



Διάγραμμα 18. Παραγωγή θερμότητας από Βιομηχανικά (μη ανανεώσιμα) και Αστικά (ανανεώσιμα και μη ανανεώσιμα) απόβλητα στην ΕΕ-27 το 2019
(www.ec.europa.eu/eurostat)

Σύμφωνα με τα δεδομένα της Eurostat, παρατηρήθηκε ότι και η παραγωγή θερμότητας από βιομηχανικά (μη ανανεώσιμα) και αστικά (ανανεώσιμα και μη ανανεώσιμα) απόβλητα, έχει αυξηθεί τα τελευταία χρόνια στην ΕΕ-27. Αναλυτικά, το 2010 η μεικτή (ακαθάριστη) παραγωγή θερμότητας στην ΕΕ-27 ήταν 2.579,74 PJ, εκ των οποίων τα 171,315 PJ, προέκυψαν από την ενεργειακή αξιοποίηση των συγκεκριμένων κατηγοριών αποβλήτων, που αντιστοιχούν στο 6,64% της μεικτής (ακαθάριστης) παραγωγής θερμότητας, της ΕΕ-27. Το 2013, η μεικτή (ακαθάριστη) παραγωγή θερμότητας στην ΕΕ-27 ήταν 2.409,65 PJ, εκ των οποίων τα 201,427 PJ (αύξηση κατά 17,58%, σε σχέση με το 2010), προέκυψαν από την ενεργειακή αξιοποίηση των συγκεκριμένων κατηγοριών αποβλήτων, που αντιστοιχούν στο 8,35% της μεικτής (ακαθάριστης) παραγωγής θερμότητας. Το 2017, η μεικτή (ακαθάριστη) παραγωγή θερμότητας στην ΕΕ-27 ήταν 2.337,75 PJ, εκ των οποίων τα 244,191 PJ (αύξηση κατά 21,23%, σε σχέση με το 2013), προέκυψαν από την ενεργειακή αξιοποίηση των συγκεκριμένων κατηγοριών αποβλήτων, όπου αντιστοιχούν στο 10,44% της μεικτής (ακαθάριστης) παραγωγής θερμότητας. Τέλος, το 2019, η μεικτή (ακαθάριστη) παραγωγή θερμότητας στην ΕΕ-27 ήταν 2.239,91 PJ, εκ των οποίων τα 250,68 PJ (αύξηση κατά 2,65%, σε σχέση με το 2017), προέκυψαν από την ενεργειακή αξιοποίηση των συγκεκριμένων κατηγοριών αποβλήτων, που αντιστοιχούν στο 11,2% της μεικτής (ακαθάριστης) παραγωγής θερμότητας. Σύμφωνα με τα παραπάνω, φαίνεται ότι το ποσοστό παραγωγής θερμότητας από βιομηχανικά (μη ανανεώσιμα) και αστικά (ανανεώσιμα και μη ανανεώσιμα) απόβλητα, ως προς την μεικτή (ακαθάριστη) παραγωγή θερμότητας αυξάνεται με το πέρασμα των ετών, καθώς από 6,64% το 2010, αυξήθηκε σε 8,35% το 2013, 10,44% το 2017 και σύμφωνα με τα νεότερα στοιχεία (2019) το ποσό ανήλθε σε 11,2%. (www.ec.europa.eu/eurostat).

2.3 ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΠΡΩΤΟΓΕΝΟΥΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ, ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ, ΑΠΟ ΤΗΝ ΣΤΕΡΕΗ ΒΙΟΜΑΖΑ ΣΤΗΝ ΕΕ-27 ΤΟ 2019

Πρωτογενή στερεά βιοκαύσιμα (Primary Solid Biofuels)

Σύμφωνα με την βάση δεδομένων της Eurostat, στην κατηγορία των πρωτογενών στερεών βιοκαυσίμων ανήκουν: 1) τα καυσόξυλα, υπολείμματα ξύλου και υποπροϊόντα (Fuelwood, wood residues and by-products), 2) Μαύρο υγρό (black liquor) από την μετατροπή του ξύλου σε πολτό με την μέθοδο Kraft, 3) υπολείμματα ζαχαροκάλαμου (bagasse), 4) απόβλητα ζώων (animal waste), 5) άλλα φυτικά υλικά και υπολείμματα (Other vegetal materials and residuals) και 5) το ανανεώσιμο κλάσμα βιομηχανικών αποβλήτων (Renewable fraction of industrial waste). Όπως αναφέρεται και στο Κεφάλαιο 2.2 της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας (κατηγορία της στερεής βιομάζας), οι κατηγορίες αυτές μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως καύσιμο για την παραγωγή θερμότητας ή ηλεκτρισμού. Αναφορικά με το ανανεώσιμο κλάσμα βιομηχανικών αποβλήτων, εννοείται το στερεό ανανεώσιμο τμήμα βιομηχανικών αποβλήτων που καίγεται απευθείας σε συγκεκριμένες εγκαταστάσεις για σημαντικούς ενεργειακούς σκοπούς (Energy Statistics of the European Union, 2015). Στον Πίνακα 34, παρουσιάζεται η παραγωγή πρωτογενούς ενέργειας και η παραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας από την στερεή βιομάζα.

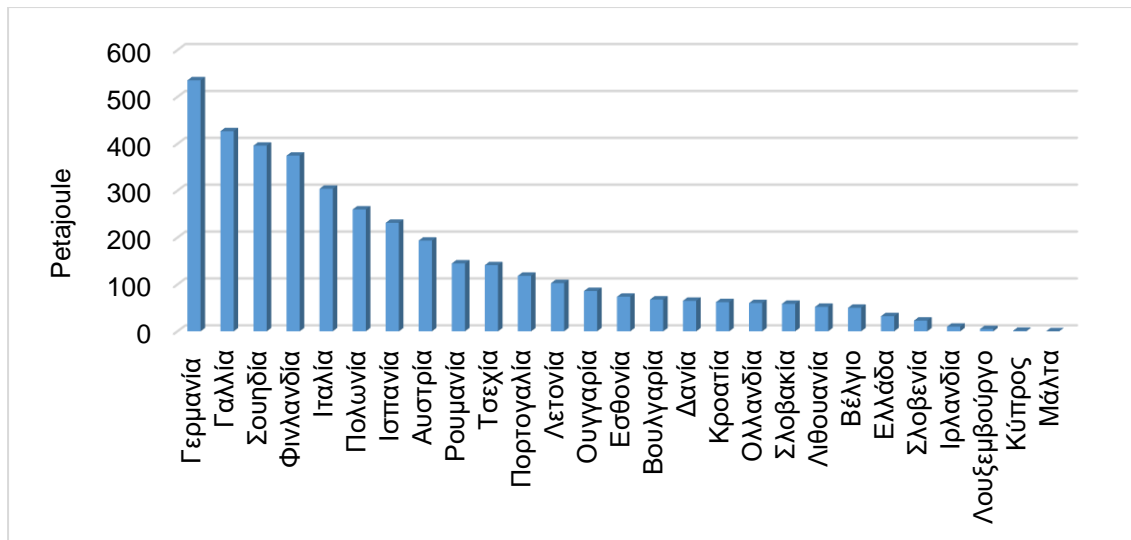
Επισημάνσεις για τον Πίνακα 34

- 1) Στερεά Βιοκαύσιμα: Η παραγωγή πρωτογενούς ενέργειας αντιπροσωπεύει το ενεργειακό περιεχόμενο (καθαρή θερμογόνος δύναμη) των στερεών βιοκαυσίμων που χρησιμοποιούνται ως καύσιμα (Energy Statistics of the European Union 2015).
- 2) Αναφορικά με την παραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας, πρόκειται για την συνολική παραγωγή ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας από στερεά βιοκαύσιμα, όπως αναλύεται στην παράγραφο 2.2.2, της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας.

Πίνακας 34. Παραγωγή πρωτογενούς ενέργειας, ηλεκτρισμού και θερμότητας από την στερεή βιομάζα στην ΕΕ-27 το έτος 2019 (www.ec.europa.eu/eurostat)

Χώρες	Παραγωγή πρωτογενούς ενέργειας από πρωτογενή στερεά βιοκαύσιμα	Παραγωγή ηλεκτρισμού από πρωτογενή στερεά βιοκαύσιμα	Παραγωγή θερμότητας από πρωτογενή στερεά βιοκαύσιμα
ΕΕ-27	92,57 ΕΤΙΠ / 1076,59 TWh / 3875,73 PJ	6,94 ΕΤΙΠ / 80,72 TWh	11,383 ΕΤΙΠ / 476,62 PJ
Βέλγιο	1,19 ΕΤΙΠ / 13,93 TWh / 50,16 PJ	0,283 ΕΤΙΠ / 3,29 TWh	0,008 ΕΤΙΠ / 0,335 PJ
Βουλγαρία	1,62 ΕΤΙΠ / 18,84 TWh / 67,84 PJ	0,132 ΕΤΙΠ / 1,54 TWh	0,150 ΕΤΙΠ / 6,306 PJ
Τσεχία	3,36 ΕΤΙΠ / 39,19 TWh / 141,09 PJ	0,206 ΕΤΙΠ / 2,39 TWh	0,183 ΕΤΙΠ / 7,681 PJ
Δανία	1,55 ΕΤΙΠ / 18,07 TWh / 65,07 PJ	0,374 ΕΤΙΠ / 4,35 TWh	1,42 ΕΤΙΠ / 59,46 PJ
Γερμανία	12,78 ΕΤΙΠ / 148,7 TWh / 535,33 PJ	0,955 ΕΤΙΠ / 11,1 TWh	0,592 ΕΤΙΠ / 24,82 PJ
Εσθονία	1,76 ΕΤΙΠ / 20,5 TWh / 73,81 PJ	0,108 ΕΤΙΠ / 1,25 TWh	0,286 ΕΤΙΠ / 11,99 PJ
Ιρλανδία	0,236 ΕΤΙΠ / 2,75 TWh / 9,91 PJ	0,029 ΕΤΙΠ / 0,346 TWh	0 ΕΤΙΠ / 0 TWh / 0 PJ
Ελλάδα	0,77 ΕΤΙΠ / 8,96 TWh / 32,27 PJ	0,0021 ΕΤΙΠ / 0,024 TWh	0 ΕΤΙΠ / 0 TWh / 0 PJ
Ισπανία	5,527 ΕΤΙΠ / 64,28 TWh / 231,43 PJ	0,334 ΕΤΙΠ / 3,885 TWh	0 ΕΤΙΠ / 0 TWh / 0 PJ
Γαλλία	10,19 ΕΤΙΠ / 118,55 TWh / 426,81 PJ	0,333 ΕΤΙΠ / 3,883 TWh	1,212 ΕΤΙΠ / 50,772 PJ
Κροατία	1,48 ΕΤΙΠ / 17,29 TWh / 62,25 PJ	0,041 ΕΤΙΠ / 0,477 TWh	0,073 ΕΤΙΠ / 3,088 PJ
Ιταλία	7,26 ΕΤΙΠ / 84,45 TWh / 304,02 PJ	0,364 ΕΤΙΠ / 4,24 TWh	0,517 ΕΤΙΠ / 21,65 PJ
Κύπρος	0,024 ΕΤΙΠ / 0,29 TWh / 1,044 PJ	0 ΕΤΙΠ / 0 TWh	0 ΕΤΙΠ / 0 PJ
Λετονία	2,454 ΕΤΙΠ / 28,55 TWh / 102,78 PJ	0,049 ΕΤΙΠ / 0,575 TWh	0,347 ΕΤΙΠ / 14,54 PJ
Λιθουανία	1,246 ΕΤΙΠ / 14,5 TWh / 52,2 PJ	0,028 ΕΤΙΠ / 0,330 TWh	0,537 ΕΤΙΠ / 22,5 PJ
Λουξεμβούργο	0,113 ΕΤΙΠ / 1,322 TWh / 4,76 PJ	0,013 ΕΤΙΠ / 0,159 TWh	0,058 ΕΤΙΠ / 2,462 PJ
Ουγγαρία	2,052 ΕΤΙΠ / 23,86 TWh / 85,91 PJ	0,152 ΕΤΙΠ / 1,76 TWh	0,084 ΕΤΙΠ / 3,517 PJ
Μάλτα	0 ΕΤΙΠ / 0 TWh / 0 PJ	0 ΕΤΙΠ / 0 TWh	0 ΕΤΙΠ / 0 PJ
Ολλανδία	1,44 ΕΤΙΠ / 16,74 TWh / 60,29 PJ	0,243 ΕΤΙΠ / 2,83 TWh	0,250 ΕΤΙΠ / 10,484 PJ
Αυστρία	4,62 ΕΤΙΠ / 53,74 TWh / 193,47 PJ	0,324 ΕΤΙΠ / 3,77 TWh	0,893 ΕΤΙΠ / 37,39 PJ
Πολωνία	6,2 ΕΤΙΠ / 72,2 TWh / 259,93 PJ	0,553 ΕΤΙΠ / 6,44 TWh	0,379 ΕΤΙΠ / 15,9 PJ
Πορτογαλία	2,829 ΕΤΙΠ / 32,9 TWh / 118,46 PJ	0,236 ΕΤΙΠ / 2,74 TWh	0 ΕΤΙΠ / 0 PJ
Ρουμανία	3,456 ΕΤΙΠ / 40,19 TWh / 144,69 PJ	0,038 ΕΤΙΠ / 0,450 TWh	0,066 ΕΤΙΠ / 2,76 PJ
Σλοβενία	0,54 ΕΤΙΠ / 6,35 TWh / 22,88 PJ	0,013 ΕΤΙΠ / 0,151 TWh	0,035 ΕΤΙΠ / 1,47 PJ
Σλοβακία	1,39 ΕΤΙΠ / 16,26 TWh / 58,56 PJ	0,097 ΕΤΙΠ / 1,13 TWh	0,126 ΕΤΙΠ / 5,27 PJ
Φινλανδία	8,94 ΕΤΙΠ / 104,078 TWh / 374,68 PJ	1,059 ΕΤΙΠ / 12,31 TWh	1,64 ΕΤΙΠ / 68,68 PJ
Σουηδία	9,45 ΕΤΙΠ / 109,99 TWh / 395,97 PJ	0,964 ΕΤΙΠ / 11,22 TWh	2,51 ΕΤΙΠ / 105,48 PJ

Σύμφωνα με τα δεδομένα της 2^{ης} στήλης του Πίνακα 34, προέκυψε το παρακάτω Διάγραμμα, στο οποίο παρουσιάζονται οι χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, κατά φθίνουσα σειρά, ανάλογα με την παραγωγή πρωτογενούς ενέργειας από την στερεή βιομάζα, το έτος 2019.

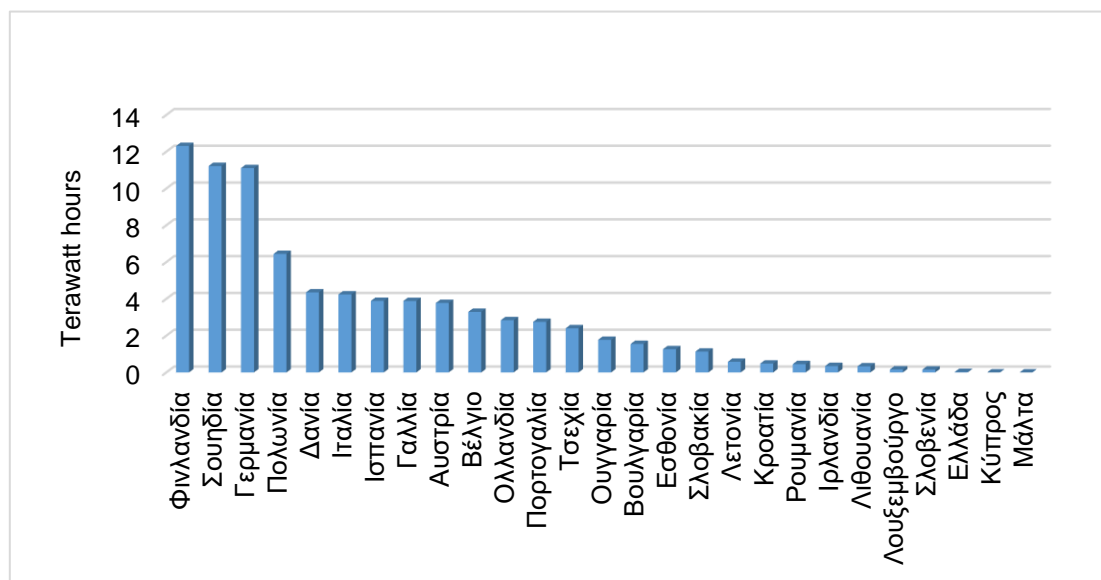


Διάγραμμα 19. Παραγωγή πρωτογενούς ενέργειας από πρωτογενή στερεά βιοκαύσιμα στην ΕΕ-27 το 2019 (www.ec.europa.eu/eurostat)

Σύμφωνα με το Διάγραμμα 19, φαίνεται ότι την μεγαλύτερη παραγωγή πρωτογενούς ενέργειας από στερεά βιοκαύσιμα, για το έτος 2019, είχε η Γερμανία (535,33 PJ) και ακολούθησαν η Γαλλία (426,81 PJ), η Σουηδία (395,97 PJ), η Φινλανδία (374,68 PJ), η Ιταλία (304,02 PJ) και οι υπόλοιπες χώρες όπως παρουσιάζονται στο Διάγραμμα 19. Η παραγωγή πρωτογενούς ενέργειας, από πρωτογενή στερεά βιοκαύσιμα στην Ελλάδα, ήταν αρκετά μικρή (32,27 PJ), όπως και στη Σλοβενία (22,88 PJ), στην Ιρλανδία (9,91 PJ), στο Λουξεμβούργο (4,76 PJ) και στην Κύπρο (1,044 PJ).

Από τα παραπάνω δεδομένα, φαίνεται ότι υπάρχει αυξητική τάση, ως προς την παραγωγή πρωτογενούς ενέργειας από πρωτογενή στερεά βιοκαύσιμα στην ΕΕ-27. Αναλυτικά, το 2010, η συνολική παραγωγή πρωτογενούς ενέργειας στην ΕΕ-27, ήταν 29.143,91 PJ, εκ των οποίων τα 3.640,07 PJ, προήλθαν από πρωτογενή στερεά βιοκαύσιμα. Συνεπώς το 12,5% της συνολικής παραγωγής πρωτογενούς ενέργειας, προέκυψε από την ενεργειακή αξιοποίηση της στερεής βιομάζας. Το 2016 η συνολική παραγωγή πρωτογενούς ενέργειας στην ΕΕ-27, ήταν 26.893,76 PJ, εκ των οποίων τα 3.750,09 PJ (αύξηση κατά 3% σε σχέση με το 2010), προήλθαν από πρωτογενή στερεά βιοκαύσιμα, δηλαδή το 13,94% της συνολικής παραγωγής πρωτογενούς ενέργειας, προέκυψε από την ενεργειακή αξιοποίηση της στερεής βιομάζας. Αντίστοιχα το 2019, η συνολική παραγωγή πρωτογενούς ενέργειας στην ΕΕ-27, ήταν 25.788,45 PJ, εκ των οποίων τα 3.875,73 PJ (αύξηση κατά 3,35% σε σχέση με το 2016), προήλθαν από πρωτογενή στερεά βιοκαύσιμα, δηλαδή το 15,02% της συνολικής παραγωγής πρωτογενούς ενέργειας, προέκυψε από την ενεργειακή αξιοποίηση της στερεής βιομάζας. Σύμφωνα με τα παραπάνω, συμπεραίνεται ότι το ποσοστό παραγωγής πρωτογενούς ενέργειας από την στερεή βιομάζα, ως προς την συνολική παραγωγή πρωτογενούς ενέργειας στην ΕΕ-27, αυξάνεται με το πέρασμα των ετών, καθώς από 12,5% το 2010, αυξήθηκε σε 13,94% το 2016 και 15,02% το 2019. (www.ec.europa.eu/eurostat).

Από τα δεδομένα της 3^{ης} στήλης του Πίνακα 34, προέκυψε το Διάγραμμα 20, στο οποίο παρουσιάζονται οι χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, κατά φθίνουσα σειρά, ανάλογα με την παραγωγή ηλεκτρισμού από την στερεή βιομάζα το 2019.



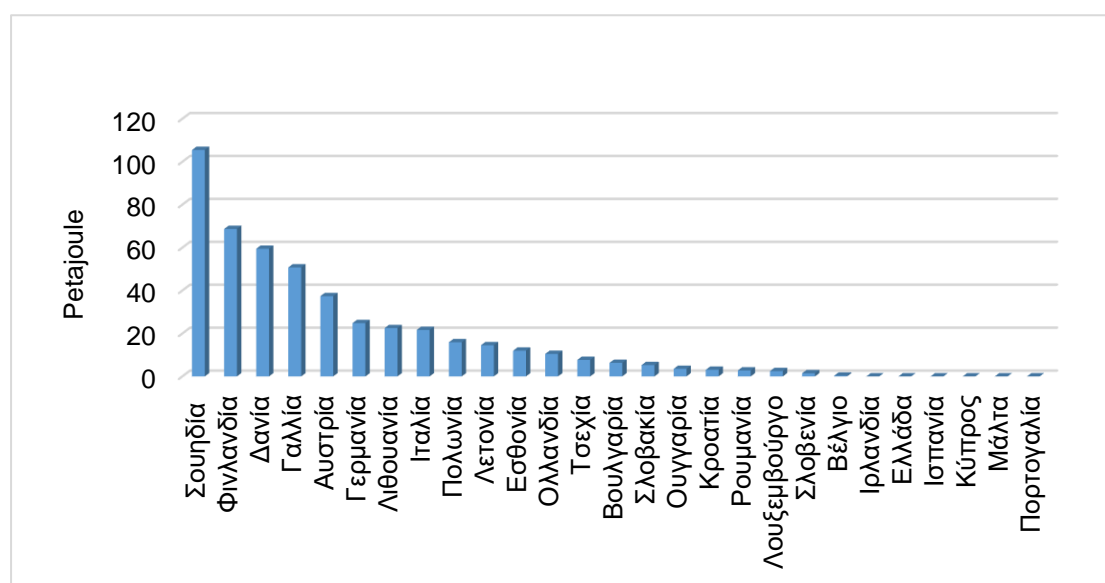
Διάγραμμα 20. Παραγωγή ηλεκτρισμού από πρωτογενή στερεά βιοκαύσιμα στην ΕΕ-27 το 2019 (www.ec.europa.eu/eurostat)

Σύμφωνα με το Διάγραμμα 20, φαίνεται ότι την μεγαλύτερη παραγωγή ηλεκτρισμού από πρωτογενή στερεά βιοκαύσιμα το έτος 2019, είχε η Φινλανδία (12,31 TWh). Αμέσως μετά ακολούθησαν, η Σουηδία (11,22 TWh), η Γερμανία (11,108 TWh), η Πολωνία (6,441 TWh), η Δανία (4,35 TWh), η Ιταλία (4,24 TWh) και οι υπόλοιπες χώρες όπως παρουσιάζονται στο Διάγραμμα 20. Η παραγωγή ηλεκτρισμού από πρωτογενή στερεά βιοκαύσιμα στην Ελλάδα ήταν αρκετά μικρή (0,0244 TWh), όπως και στην Σλοβενία (0,151 TWh), στην Ιρλανδία (0,346 TWh) και στο Λουξεμβούργο (0,159 TWh).

Κρίνοντας από τα παραπάνω δεδομένα, συμπεραίνεται ότι υπάρχει αυξητική τάση, ως προς την παραγωγή ηλεκτρισμού από πρωτογενή στερεά βιοκαύσιμα, στην ΕΕ-27. Αναλυτικά, το 2010, η μεικτή (ακαθάριστη) παραγωγή ηλεκτρισμού στην ΕΕ-27, ήταν 2.980,97 TWh, εκ των οποίων οι 64,98 TWh, προήλθαν από πρωτογενή στερεά βιοκαύσιμα, δηλαδή το 2,17% της μεικτής (ακαθάριστης) παραγωγής ηλεκτρισμού παρήχθη από την ενεργειακή αξιοποίηση της στερεής βιομάζας. Το 2016, η μεικτή (ακαθάριστη) παραγωγή ηλεκτρισμού στην ΕΕ-27 ήταν 2.922,17 TWh, εκ των οποίων οι 72,37 TWh (αύξηση κατά 11,37% σε σχέση με το 2010), προήλθαν από πρωτογενή στερεά βιοκαύσιμα. Συνεπώς το 2,47% της μεικτής (ακαθάριστης) παραγωγής ηλεκτρισμού, προέκυψε από την ενεργειακή αξιοποίηση της στερεής βιομάζας. Τέλος, το 2019 η μεικτή (ακαθάριστη) παραγωγή ηλεκτρισμού στην ΕΕ-27 ήταν 2.904,01 TWh, εκ των οποίων οι 80,72 TWh (αύξηση κατά 11,53% σε σχέση με το 2016), προήλθαν από πρωτογενή στερεά βιοκαύσιμα. Συνεπώς το 2,77% της μεικτής (ακαθάριστης)

παραγωγής ηλεκτρισμού, προέκυψε από την ενεργειακή αξιοποίηση της στερεής βιομάζας. Σύμφωνα με τα παραπάνω, προκύπτει το συμπέρασμα ότι το ποσοστό παραγωγής ηλεκτρισμού από την στερεή βιομάζα, ως προς την μεικτή (ακαθάριστη) παραγωγή ηλεκτρισμού στην ΕΕ-27, αυξάνεται με το πέρασμα των ετών, καθώς από 2,17% το 2010, αυξήθηκε σε 2,47% το 2016 και 2,77% το 2019. (www.ec.europa.eu/eurostat).

Από τα δεδομένα της τελευταίας στήλης του Πίνακα 34, προέκυψε το Διάγραμμα 21, στο οποίο παρουσιάζονται τα Κράτη Μέλη, κατά φθίνουσα σειρά, ανάλογα με την παραγωγή θερμότητας από την στερεή βιομάζα, το έτος 2019.



Διάγραμμα 21. Παραγωγή θερμότητας από πρωτογενή στερεά βιοκαύσιμα στην ΕΕ-27 το 2019 (www.ec.europa.eu/eurostat)

Σύμφωνα με το Διάγραμμα 21, την μεγαλύτερη παραγωγή θερμότητας από στερεά βιοκαύσιμα, για το έτος 2019, είχε η Σουηδία (105,48 PJ) και ακολούθησαν η Φινλανδία (68,68 PJ), η Δανία (59,46 PJ), η Γαλλία (50,772 PJ), η Αυστρία (37,39 PJ), η Γερμανία (24,82 PJ) και οι υπόλοιπες χώρες όπως παρατηρείται και από το Διάγραμμα 21. Σύμφωνα με τον Πίνακα 34 και το Διάγραμμα 21, δεν υπήρξε παραγωγή θερμότητας από πρωτογενή στερεά βιοκαύσιμα, στην Ελλάδα, στην Ιρλανδία, στην Ισπανία, στην Κύπρο, στη Μάλτα και στη Πορτογαλία.

Από τα παραπάνω δεδομένα της, προκύπτει το συμπέρασμα ότι υπάρχει αυξητική τάση ως προς την παραγωγή θερμότητας από πρωτογενή στερεά βιοκαύσιμα, στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Αναλυτικά, το 2010, η μεικτή (ακαθάριστη) παραγωγή θερμότητας στην ΕΕ-27, ήταν 2.579,74 PJ, εκ των οποίων τα 316,624 PJ, προήλθαν από πρωτογενή στερεά βιοκαύσιμα, που αντιστοιχούσαν στο 12,27% της μεικτής (ακαθάριστης) παραγωγής θερμότητας. Το 2016, η μεικτή (ακαθάριστη) παραγωγή θερμότητας στην ΕΕ-27, ήταν 2.342,64 PJ, εκ των οποίων τα 436,4 PJ (αύξηση κατά 37,82% σε σχέση με το 2010), προήλθαν από πρωτογενή στερεά βιοκαύσιμα, δηλαδή το 18,62% της

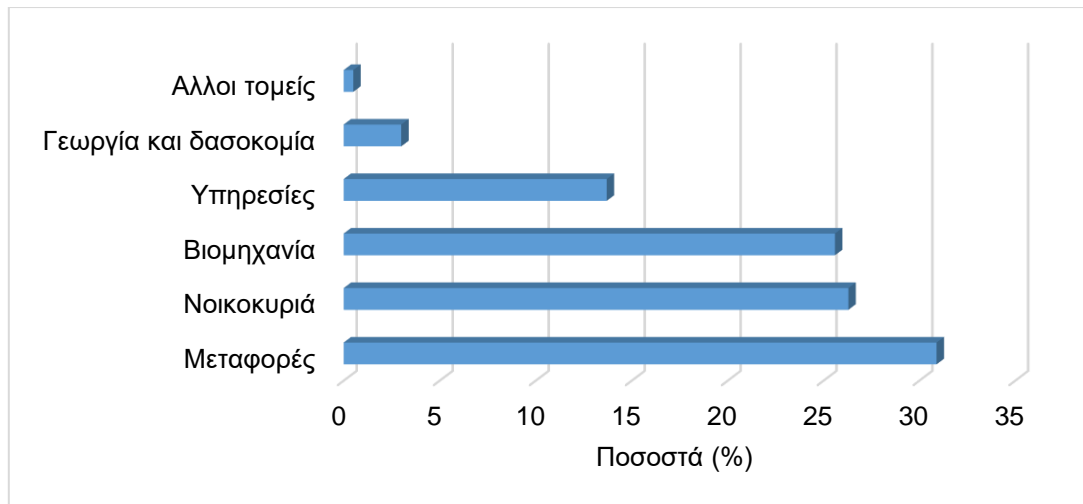
μεικτής (ακαθάριστης) παραγωγής θερμότητας, προέκυψε από την ενεργειακή αξιοποίηση της στερεής βιομάζας. Τέλος το 2019, η μεικτή (ακαθάριστη) παραγωγή θερμότητας στην ΕΕ-27 ήταν 2.239,91 PJ, εκ των οποίων τα 476,62 PJ (αύξηση κατά 9,22% σε σχέση με το 2016), προήλθαν από πρωτογενή στερεά βιοκαύσιμα. Συνεπώς το 21,27% της μεικτής (ακαθάριστης) παραγωγής θερμότητας, προέκυψε από την ενεργειακή αξιοποίηση της στερεής βιομάζας. Κρίνοντας από τα παραπάνω στοιχεία, συμπεραίνεται ότι το ποσοστό παραγωγής θερμότητας από πρωτογενή στερεά βιοκαύσιμα ως προς την μεικτή (ακαθάριστη) παραγωγή θερμότητας στην ΕΕ-27, αυξάνεται με το πέρασμα των ετών, καθώς από 12,27% το 2010, αυξήθηκε σε 18,62% το 2016 και 21,27% το 2019 (www.ec.europa.eu/eurostat).

2.4 ΤΕΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΕ-27 ΤΟ 2019

Η τελική κατανάλωση ενέργειας (final energy consumption) χαρακτηρίζεται ως η ενέργεια, η οποία καταναλώνεται από τα νοικοκυριά, την βιομηχανία και την γεωργία. Πρόκειται για την ενέργεια που χρησιμοποιείται από τον τελικό καταναλωτή και εξαιρώντας την ενέργεια που χρησιμοποιείται από τον ίδιο τον ενεργειακό τομέα (π.χ. κατανάλωση και μετασχηματισμός ενέργειας από τον ενεργειακό κλάδο, απώλειες ενέργειας κατά την διανομή κ.α.). Όσον αφορά την τελική κατανάλωση ενέργειας στην ΕΕ-27 το έτος 2019, ήταν περίπου 935 ΕΤΙΠ (ή 10874,05 TWh) (www.ec.europa.eu/eurostat).

2.4.1 Τελική κατανάλωση ενέργειας στην ΕΕ-27 ανά τομέα για το έτος 2019

Στο Διάγραμμα 22, παρουσιάζονται τα ποσοστά της τελικής κατανάλωση ενέργειας ανά τομέα στην Ε.Ε, για το έτος 2019. Αναλυτικά, ποσοστό 30,9% καταναλώνεται από τον τομέα των μεταφορών (transport) (δεν περιλαμβάνονται οι διεθνείς αεροπορικές μεταφορές), 26,3% από νοικοκυριά (households), 25,6% από τον τομέα της βιομηχανίας (Industry), 13,7% από τον τομέα των υπηρεσιών (Services), 3% από την γεωργία και την δασοκομία (Agriculture and forestry) και 0,5% από άλλους τομείς (συμπεριλαμβανομένων των διεθνών αεροπορικών μεταφορών) (Other, included 'international aviation') (www.ec.europa.eu/eurostat).



Διάγραμμα 22. Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τομέα στην ΕΕ-27 το 2019
(www.ec.europa.eu/eurostat)

2.5 ΜΕΙΚΤΗ (ΑΚΑΘΑΡΙΣΤΗ) ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΣΤΗΝ ΕΕ-27

Η μεικτή (ακαθάριστη) εσωτερική ενεργειακή κατανάλωση (Gross inland energy consumption) περιλαμβάνει 'τα ενεργειακά βασικά προϊόντα που παραδίδονται για ενεργειακούς σκοπούς στη βιομηχανία, στις μεταφορές, στα νοικοκυριά, στις υπηρεσίες, συμπεριλαμβανομένων των δημόσιων υπηρεσιών, στη γεωργία, στη δασοκομία και στην αλιεία, συμπεριλαμβανομένης της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας από τον ενεργειακό κλάδο για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, θερμότητας και καυσίμου μεταφορών, συμπεριλαμβανομένων των απωλειών ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας κατά τη διανομή και τη μεταφορά'. Η μεικτή εσωτερική ενεργειακή κατανάλωση στην ΕΕ-27 το 2018, ήταν περίπου 1.479,7 ΕΤΙΠ (Οδηγία 2018/2001/ΕΕ, www.ec.europa.eu/eurostat).

Στον Πίνακα 35 παρουσιάζεται η μεικτή (ακαθάριστη) εσωτερική ενεργειακή κατανάλωση στην ΕΕ-27 και στα Κράτη Μέλη για το έτος 2018.

Πίνακας 35. Μεικτή (ακαθάριστη) εσωτερική ενεργειακή κατανάλωση στην ΕΕ-27 το 2018 (www.ec.europa.eu/eurostat)

Χώρες	2018 (ΕΤΙΠ)
ΕΕ-27	1479,7
Βέλγιο	55,15
Βουλγαρία	19
Τσεχία	315,045
Δανία	17,92
Γερμανία	315,045
Εσθονία	6,178
Ιρλανδία	14,95 ΕΤΙΠ
Ελλάδα	23,83
Ισπανία	130,56
Γαλλία	254,6
Κροατία	8,67
Ιταλία	156,98
Κύπρος	2,63
Λετονία	4,79
Λιθουανία	7,83
Λουξεμβούργο	4,505
Ουγγαρία	26,7
Μάλτα	0,847
Ολλανδία	77,42
Αυστρία	34
Πολωνία	106,8
Πορτογαλία	24,02
Ρουμανία	33,59
Σλοβενία	6,84
Σλοβακία	17,04
Φινλανδία	34,88
Σουηδία	51,06

2.5.1 Δραστηριότητα της ΕΕ-27 αναφορικά με την ενεργειακή αξιοποίηση αποβλήτων τα έτη 2015 και 2019

Το 2015, μεικτή (ακαθάριστη) εσωτερική ενεργειακή κατανάλωση στην ΕΕ-27 ήταν περίπου 1.449,046 ΕΤΙΠ, εκ των οποίων 21,483 ΕΤΙΠ, προήλθαν από την ενεργειακή αξιοποίηση βιομηχανικών (μη ανανεώσιμων) και αστικών (ανανεώσιμων και μη ανανεώσιμων) αποβλήτων. Συνεπώς, το 1,48% της μεικτής (ακαθάριστης) εσωτερικής ενεργειακής κατανάλωσης του έτους 2015 στην ΕΕ-27 καλύφθηκε από την ενεργειακή αξιοποίηση των συγκεκριμένων κατηγοριών αποβλήτων. Το 2015, 90,473 ΕΤΙΠ, προήλθαν από την ενεργειακή αξιοποίηση της στερεής βιομάζας, δηλαδή μέσω

ανάκτησης ενέργειας από πρωτογενή στερεά βιοκαύσιμα, καλύφθηκε το 6,24% της μεικτής (ακαθάριστης) εσωτερικής ενεργειακής κατανάλωσης στην ΕΕ-27. Το 2019, η μεικτή (ακαθάριστη) εσωτερική ενεργειακή κατανάλωση στην ΕΕ-27 ήταν 1.454,019 ΕΤΠΠ (αύξηση κατά 4,973 ΕΤΠΠ ή 0,34% σε σχέση με το 2015), εκ των οποίων 23,319 ΕΤΠΠ (αύξηση κατά 1,836 ΕΤΠΠ ή 8,5% σε σχέση με το 2015), προήλθαν από την ενεργειακή αξιοποίηση βιομηχανικών (μη ανανεώσιμων) και αστικών (ανανεώσιμων και μη ανανεώσιμων) αποβλήτων, που αντιστοιχεί στο 1,6% της μεικτής (ακαθάριστης) εσωτερικής ενεργειακής κατανάλωσης του έτους 2019. Επίσης το 2019, 94,67 ΕΤΠΠ (αύξηση κατά 4,197 ΕΤΠΠ ή 4,63% σε σχέση με το 2015) προήλθαν από την ενεργειακή αξιοποίηση της στερεής βιομάζας. Συνεπώς, μέσω ανάκτησης ενέργειας από πρωτογενή στερεά βιοκαύσιμα, καλύφθηκε περίπου το 6,5% της μεικτής (ακαθάριστης) εσωτερικής ενεργειακής κατανάλωσης στην ΕΕ-27, για το συγκεκριμένο έτος. Σύμφωνα με τα παραπάνω, γίνεται κατανοητό ότι το 2019, καταναλώθηκε περισσότερη ενέργεια, προερχόμενη από τα είδη αποβλήτων που αναφέρονται παραπάνω, σε σχέση με το 2015 (www.ec.europa.eu/eurostat).

Οι Πίνακες 36 και 37 δημιουργήθηκαν με σκοπό να συγκριθεί η ενέργεια που παρήχθη από απόβλητα και καταναλώθηκε, στα Κράτη Μέλη, μεταξύ των ετών 2015 και 2019. Για παράδειγμα, στη Γερμανία, το 2015 η προερχόμενη ενέργεια από βιομηχανικά (μη ανανεώσιμα) και αστικά (ανανεώσιμα και μη ανανεώσιμα) απόβλητα που καταναλώθηκε στην συγκεκριμένη χώρα, ήταν περίπου 7,242 ΕΤΠΠ και η μεικτή (ακαθάριστη) εσωτερική ενεργειακή κατανάλωση της Γερμανίας, ήταν 318,09 ΕΤΠΠ. Συνεπώς η προερχόμενη ενέργεια από τις συγκεκριμένες κατηγορίες αποβλήτων, κάλυψε το 2,27% της μεικτής (ακαθάριστης) εσωτερικής ενεργειακής κατανάλωσης της Γερμανίας, για το έτος 2015. Σύμφωνα με τον Πίνακα 37, το 2019 το ποσοστό αυξήθηκε στην Γερμανία από 2,27% σε 2,4%, πράγμα που σημαίνει ότι καταναλώθηκε περισσότερη ενέργεια, προερχόμενη από βιομηχανικά (μη ανανεώσιμα) και αστικά (ανανεώσιμα και μη ανανεώσιμα) απόβλητα το 2019. Επίσης, αύξηση παρατηρήθηκε και στο ποσοστό κατανάλωσης ενέργειας από πρωτογενή στερεά βιοκαύσιμα στη Γερμανία, καθώς από 4% το 2015 (Πίνακας 36) αυξήθηκε σε 4,2% το 2019 (Πίνακας 37).

Πίνακας 36. Κατανάλωση ενέργειας από απόβλητα και ποσοστά ως προς την μεικτή (ακαθάριστη) εσωτερική ενεργειακή κατανάλωση κάθε Κράτους Μέλους το 2015
(www.ec.europa.eu/eurostat)

Χώρες ΕΕ-27	Μεικτή (ακαθάριστη) εσωτερική ενεργειακή κατανάλωση στην ΕΕ-27 το έτος 2015	Ενέργεια από Βιομηχανικά (μη ανανεώσιμα) και Αστικά (ανανεώσιμα και μη ανανεώσιμα) απόβλητα, η οποία καταναλώθηκε στις χώρες της ΕΕ-27 το 2015, και ποσοστό ως προς την συνολική κατανάλωση ενέργειας	Ενέργεια από πρωτογενή στερεά βιοκαύσιμα, η οποία καταναλώθηκε στις χώρες της ΕΕ-27 το 2015, και ποσοστό ως προς την συνολική κατανάλωση ενέργειας
Βέλγιο	54,048 ΕΤΙΠ	1,045 ΕΤΙΠ / 1,93 %	1,97 ΕΤΙΠ / 3,64 %
Βουλγαρία	18,68 ΕΤΙΠ	0,032 ΕΤΙΠ / 0,17 %	1,037 ΕΤΙΠ / 5,5 %
Τσεχία	42,05 ΕΤΙΠ	0,3571 ΕΤΙΠ / 0,84 %	2,873 ΕΤΙΠ / 6,83 %
Δανία	17,36 ΕΤΙΠ	0,947 ΕΤΙΠ / 5,45 %	2,64 ΕΤΙΠ / 15,2 %
Γερμανία	318,09 ΕΤΙΠ	7,245 ΕΤΙΠ / 2,27 %	12,79 ΕΤΙΠ / 4 %
Εσθονία	5,44 ΕΤΙΠ	0,0762 ΕΤΙΠ / 1,4 %	0,825 ΕΤΙΠ / 15,16 %
Ιρλανδία	14,2 ΕΤΙΠ	0,1256 ΕΤΙΠ / 0,88	0,228 ΕΤΙΠ / 1,6 %
Ελλάδα	24,08 ΕΤΙΠ	0,0891 ΕΤΙΠ / 0,37 %	1,013 ΕΤΙΠ / 4,2 %
Ισπανία	122,8 ΕΤΙΠ	0,504 ΕΤΙΠ / 0,41 %	5,26 ΕΤΙΠ / 4,28 %
Γαλλία	260,07 ΕΤΙΠ	2,892 ΕΤΙΠ / 1,11 %	9,84 ΕΤΙΠ / 3,78 %
Κροατία	8,5 ΕΤΙΠ	0,0093 ΕΤΙΠ / 0,1 %	1,258 ΕΤΙΠ / 14,8 %
Ιταλία	155,72 ΕΤΙΠ	1,994 ΕΤΙΠ / 1,28 %	8,578 ΕΤΙΠ / 5,5 %
Κύπρος	2,29 ΕΤΙΠ	0,02 ΕΤΙΠ / 0,87	0,0193 ΕΤΙΠ / 0,84 %
Λετονία	4,37 ΕΤΙΠ	0,055 ΕΤΙΠ / 1,25 %	1,258 ΕΤΙΠ / 30 %
Λιθουανία	7,18 ΕΤΙΠ	0,0382 ΕΤΙΠ / 0,53 %	1,203 ΕΤΙΠ / 16,75 %
Λουξεμβούργο	4,18 ΕΤΙΠ	0,0461 ΕΤΙΠ / 1,1 %	0,066 ΕΤΙΠ / 1,57 %
Ουγγαρία	25,2 ΕΤΙΠ	0,2065 ΕΤΙΠ / 0,81 %	2,481 ΕΤΙΠ / 9,84 %
Μάλτα	0,757 ΕΤΙΠ	0 ΕΤΙΠ / 0 %	0,0011 ΕΤΙΠ / 0,14 %
Ολλανδία	76,44 ΕΤΙΠ	1,769 ΕΤΙΠ / 2,31 %	1,1 ΕΤΙΠ / 2,31 %
Αυστρία	33,71 ΕΤΙΠ	0,846 ΕΤΙΠ / 2,5 %	4,71 ΕΤΙΠ / 13,9%
Πολωνία	95,86 ΕΤΙΠ	0,5629 ΕΤΙΠ / 0,58 %	6,88 ΕΤΙΠ / 7,1 %
Πορτογαλία	23,58 ΕΤΙΠ	0,2524 ΕΤΙΠ / 1,07 %	2,33 ΕΤΙΠ / 9,8 %
Ρουμανία	31,87 ΕΤΙΠ	0,073 ΕΤΙΠ / 0,22 %	3,51 ΕΤΙΠ / 11 %
Σλοβενία	6,49 ΕΤΙΠ	0,03759 ΕΤΙΠ / 0,57 %	0,649 ΕΤΙΠ / 10 %
Σλοβακία	16,26 ΕΤΙΠ	0,2418 ΕΤΙΠ / 1,48 %	0,879 ΕΤΙΠ / 5,4 %
Φινλανδία	32,65 ΕΤΙΠ	0,513 ΕΤΙΠ / 1,57 %	7,92 ΕΤΙΠ / 24 %
Σουηδία	47,04 ΕΤΙΠ	1,531 ΕΤΙΠ / 3,25 %	9,08 ΕΤΙΠ / 19,3 %

Πίνακας 37. Κατανάλωση ενέργειας από απόβλητα και ποσοστά ως προς την μεικτή (ακαθάριστη) εσωτερική ενεργειακή κατανάλωση κάθε Κράτους Μέλους το 2019
(www.ec.europa.eu/eurostat)

Χώρες ΕΕ-27	Μεικτή (ακαθάριστη) εσωτερική ενεργειακή κατανάλωση στην ΕΕ-27 το έτος 2019	Ενέργεια από Βιομηχανικά (μη ανανεώσιμα) και Αστικά (ανανεώσιμα και μη ανανεώσιμα) απόβλητα, η οποία καταναλώθηκε στις χώρες της ΕΕ-27 το 2019, και ποσοστό ως προς την συνολική κατανάλωση ενέργειας	Ενέργεια από πρωτογενή στερεά βιοκαύσιμα, η οποία καταναλώθηκε στις χώρες της ΕΕ-27 το 2019, και ποσοστό ως προς την συνολική κατανάλωση ενέργειας
Βέλγιο	56,77 ΕΤΙΠ	1,043 ΕΤΙΠ / 1,83 %	1,87 ΕΤΙΠ / 3,29 %
Βουλγαρία	18,84 ΕΤΙΠ	0,1255 ΕΤΙΠ / 0,66 %	1,52 ΕΤΙΠ / 8 %
Τσεχία	42,99 ΕΤΙΠ	0,4503 ΕΤΙΠ / 1,04 %	3,24 ΕΤΙΠ / 7,5 %
Δανία	17,313 ΕΤΙΠ	0,9453 ΕΤΙΠ / 5,46 %	3,048 ΕΤΙΠ / 17,60 %
Γερμανία	305,6 ΕΤΙΠ	7,339 ΕΤΙΠ / 2,4 %	12,92 ΕΤΙΠ / 4,22 %
Εσθονία	4,82 ΕΤΙΠ	0,0696 ΕΤΙΠ / 1,44 %	1,043 ΕΤΙΠ / 21,6 %
Ιρλανδία	14,96 ΕΤΙΠ	0,281 ΕΤΙΠ / 1,87 %	0,262 ΕΤΙΠ / 1,75 %
Ελλάδα	23,55 ΕΤΙΠ	0,0419 ΕΤΙΠ / 0,17 %	0,810 ΕΤΙΠ / 3,43 %
Ισπανία	126,9 ΕΤΙΠ	0,5687 ΕΤΙΠ / 0,44 %	5,52 ΕΤΙΠ / 4,3 %
Γαλλία	251,4 ΕΤΙΠ	2,991 ΕΤΙΠ / 1,18 %	10,41 ΕΤΙΠ / 4,14 %
Κροατία	8,79 ΕΤΙΠ	0,0269 ΕΤΙΠ / 0,3 %	1,28 ΕΤΙΠ / 14,56 %
Ιταλία	155,43 ΕΤΙΠ	2,055 ΕΤΙΠ / 1,32 %	8,51 ΕΤΙΠ / 5,47 %
Κύπρος	2,63 ΕΤΙΠ	0,0523 ΕΤΙΠ / 1,98 %	0,0267 ΕΤΙΠ / 1,015 %
Λετονία	4,64 ΕΤΙΠ	0,0649 ΕΤΙΠ / 1,39 %	1,48 ΕΤΙΠ / 31,9 %
Λιθουανία	7,8 ΕΤΙΠ	0,053 ΕΤΙΠ / 0,67 %	1,26 ΕΤΙΠ / 16,15 %
Λουξεμβούργο	4,53 ΕΤΙΠ	0,0521 ΕΤΙΠ / 1,15 %	0,110 ΕΤΙΠ / 2,42 %
Ουγγαρία	26,7 ΕΤΙΠ	0,2883 ΕΤΙΠ / 1,07 %	2,068 ΕΤΙΠ / 7,74 %
Μάλτα	0,903 ΕΤΙΠ	0 ΕΤΙΠ / 0 %	0,0016 ΕΤΙΠ / 0,17 %
Ολλανδία	75,9 ΕΤΙΠ	1,734 ΕΤΙΠ / 2,28 %	1,552 ΕΤΙΠ / 2,04 %
Αυστρία	34,69 ΕΤΙΠ	0,8661 ΕΤΙΠ / 2,49%	4,56 ΕΤΙΠ / 13,1 %
Πολωνία	103,96 ΕΤΙΠ	1,166 ΕΤΙΠ / 1,12 %	6,59 ΕΤΙΠ / 6,3 %
Πορτογαλία	23,91 ΕΤΙΠ	0,3063 ΕΤΙΠ / 1,28 %	2,53 ΕΤΙΠ / 10,6 %
Ρουμανία	33,1 ΕΤΙΠ	0,155 ΕΤΙΠ / 0,46 %	3,45 ΕΤΙΠ / 10,4 %
Σλοβενία	6,72 ΕΤΙΠ	0,0620 ΕΤΙΠ / 0,92 %	0,546 ΕΤΙΠ / 8,1 %
Σλοβακία	17,02 ΕΤΙΠ	0,2415 ΕΤΙΠ / 1,41 %	1,388 ΕΤΙΠ / 8,1 %
Φινλανδία	34,23 ΕΤΙΠ	0,6455 ΕΤΙΠ / 1,88 %	9,005 ΕΤΙΠ / 26,3 %
Σουηδία	49,7 ΕΤΙΠ	1,6883 ΕΤΙΠ / 3,44 %	9,583 ΕΤΙΠ / 19,28 %

Συμπεράσματα από τους Πίνακες 36 και 37

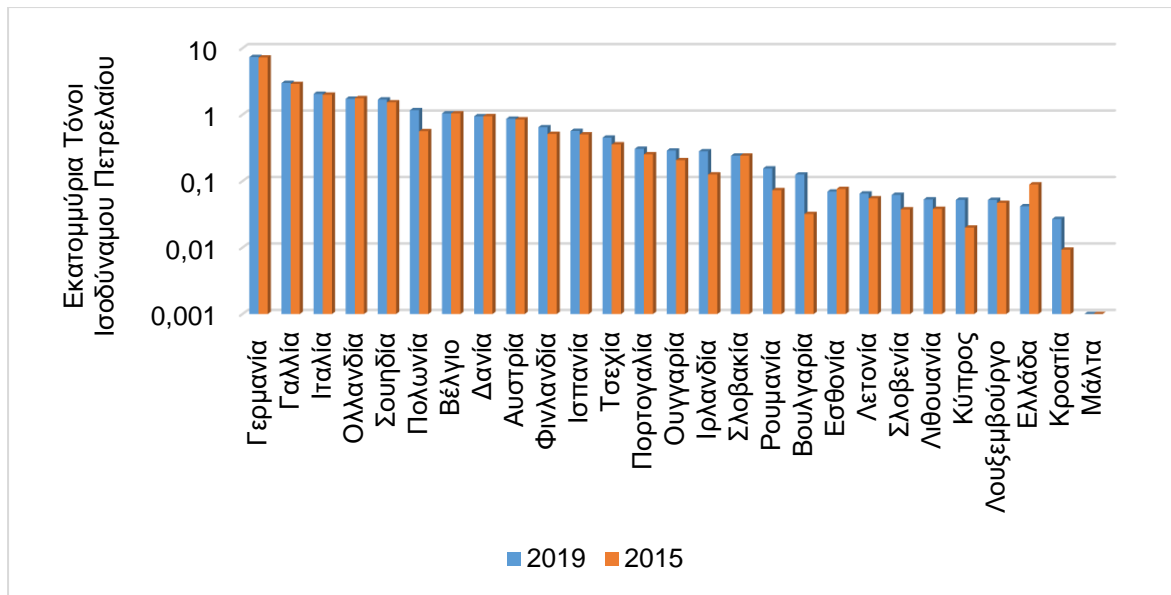
1) Η μεικτή (ακαθάριστη) εσωτερική ενεργειακή κατανάλωση μειώθηκε το 2019, σε σχέση με το 2015, στη Δανία (-0,047 ΕΤΙΠ ή -0,27%), στη Γερμανία (-12,5 ΕΤΙΠ ή -3,92%), στην Εσθονία (-0,62 ΕΤΙΠ ή -11,39%), στην Ελλάδα (-0,53 ΕΤΙΠ ή -2,2%), στη Γαλλία (-8,67 ΕΤΙΠ ή -3,33%), στην Ιταλία (-0,29 ΕΤΙΠ ή -0,18%), και στην Ολλανδία (-0,54 ΕΤΙΠ ή -0,7%). Στις υπόλοιπες χώρες της ΕΕ-27, υπήρξε αύξηση της μεικτής (ακαθάριστης) εσωτερικής ενεργειακής κατανάλωσης το 2019, σε σύγκριση με το 2015, όπως διακρίνεται στον Πίνακα 38.

2) Αύξηση παρατηρήθηκε το 2019, σε σχέση με το 2015, στην πλειοψηφία των χωρών της Ε.Ε., όσον αφορά την κατανάλωση ενέργειας, προερχόμενης από την ενεργειακή αξιοποίηση βιομηχανικών (μη ανανεώσιμα) και αστικών (ανανεώσιμα και μη ανανεώσιμα) αποβλήτων. Για παράδειγμα, στην Φινλανδία το 2019, καταναλώθηκαν 0,6455 ΕΤΙΠ ενέργειας, προερχόμενης από τις συγκεκριμένες κατηγορίες αποβλήτων, ενώ το 2015, είχαν καταναλωθεί 0,513 ΕΤΙΠ. Συνεπώς, παρατηρήθηκε αύξηση κατά 0,1325 ΕΤΙΠ ή 25,82%. Οι χώρες στις οποίες παρατηρήθηκε μείωση το 2019, σε σχέση με το 2015, ως προς την κατανάλωση ενέργειας, προερχόμενης από τις συγκεκριμένες κατηγορίες αποβλήτων ήταν το Βέλγιο (μείωση περίπου -0,002 ΕΤΙΠ ή -0,2%), η Δανία (μείωση περίπου -0,0017 ΕΤΙΠ ή -0,17%), η Εσθονία (μείωση περίπου 0,0066 ΕΤΙΠ ή -8,6%), η Ελλάδα (μείωση περίπου 0,0472 ΕΤΙΠ ή -52,97%), η Ολλανδία (μείωση περίπου 0,035 ΕΤΙΠ ή -1,97%) και η Σλοβακία (μείωση περίπου 0,0003 ΕΤΙΠ ή -0,12%). Στον Πίνακα 38 φαίνονται οι χώρες στις οποίες αυξήθηκε η κατανάλωση ενέργειας, προερχόμενης από βιομηχανικά (μη ανανεώσιμα) και αστικά (ανανεώσιμα και μη ανανεώσιμα) απόβλητα το 2019, σε σχέση με το 2015.

Πίνακας 38. Αύξηση κατανάλωσης ενέργειας, από Βιομηχανικά (μη ανανεώσιμα) και Αστικά (ανανεώσιμα και μη ανανεώσιμα) απόβλητα στην ΕΕ-27 μεταξύ των ετών 2015-2019

Βουλγαρία	0,0935 ΕΤΙΠ ή 292,18%
Τσεχία	0,0932 ΕΤΙΠ ή 26,09%
Γερμανία	0,094 ΕΤΙΠ ή 1,3%
Ιρλανδία	0,1554 ΕΤΙΠ ή 123,72%
Ισπανία	0,0647 ΕΤΙΠ ή 12,83%
Γαλλία	0,099 ΕΤΙΠ ή 3,42%
Κροατία	0,0176 ΕΤΙΠ ή 189,24%
Ιταλία	0,061 ΕΤΙΠ ή 3,05%
Κύπρος	0,0323 ΕΤΙΠ ή 161,5%
Λετονία	0,0099 ΕΤΙΠ ή 18%
Λιθουανία	0,0148 ΕΤΙΠ ή 38,74%
Λουξεμβούργο	0,006 ΕΤΙΠ ή 13,01%
Ουγγαρία	0,0818 ΕΤΙΠ ή 39,61%
Αυστρία	0,0201 ΕΤΙΠ ή 2,37%
Πολωνία	0,6031 ΕΤΙΠ ή 107,14%
Πορτογαλία	0,0539 ΕΤΙΠ ή 21,35%
Ρουμανία	0,082 ΕΤΙΠ ή 112,32%
Σλοβενία	0,02441 ΕΤΙΠ ή 64,93%
Φινλανδία	0,1325 ΕΤΙΠ ή 25,82%
Σουηδία	0,1573 ΕΤΙΠ ή 10,27%

3) Στο Διάγραμμα 23, αναφέρονται οι χώρες της ΕΕ-27, κατά φθίνουσα σειρά, σύμφωνα με την κατανάλωση ενέργειας, προερχόμενης από την ενεργειακή αξιοποίηση βιομηχανικών (μη ανανεώσιμων) και αστικών (ανανεώσιμων και μη ανανεώσιμων) αποβλήτων, για το έτος 2019 και η μεταβολή τους σχετικά με το έτος 2015. Από το Διάγραμμα 23, παρατηρείται ότι η περισσότερη ενέργεια, η οποία προήλθε από τις συγκεκριμένες κατηγορίες αποβλήτων το 2019, καταναλώθηκε στην Γερμανία (7,339 ΕΤΙΠ). Ακολούθησαν η Γαλλία (2,991 ΕΤΙΠ), η Ιταλία (2,055 ΕΤΙΠ), η Σουηδία (1,6883 ΕΤΙΠ), η Πολωνία (1,166 ΕΤΙΠ), το Βέλγιο (1,043 ΕΤΙΠ), η Δανία (0,9453 ΕΤΙΠ), η Αυστρία (0,8661 ΕΤΙΠ), η Φινλανδία (0,6455 ΕΤΙΠ) και οι υπόλοιπες χώρες όπως διακρίνονται στο Διάγραμμα 23. Η Ελλάδα (0,0419 ΕΤΙΠ) βρίσκεται χαμηλά στην κατάταξη καθώς προηγείται μόνο της Κροατίας (0,0269 ΕΤΙΠ) και της Μάλτας (0 ΕΤΙΠ). Επίσης, μεγάλες μεταβολές μεταξύ των ετών 2015 και 2019, διακρίθηκαν στη Πολωνία (αύξηση κατά 107,14%), στην Ιρλανδία (123,72 %), στη Ρουμανία (112,32%), στη Βουλγαρία (46,57%), στη Κύπρο (161,5%), στη Κροατία (189,24%), στην Ελλάδα (μείωση κατά -52,97%) και στην Εσθονία (-8,6%).



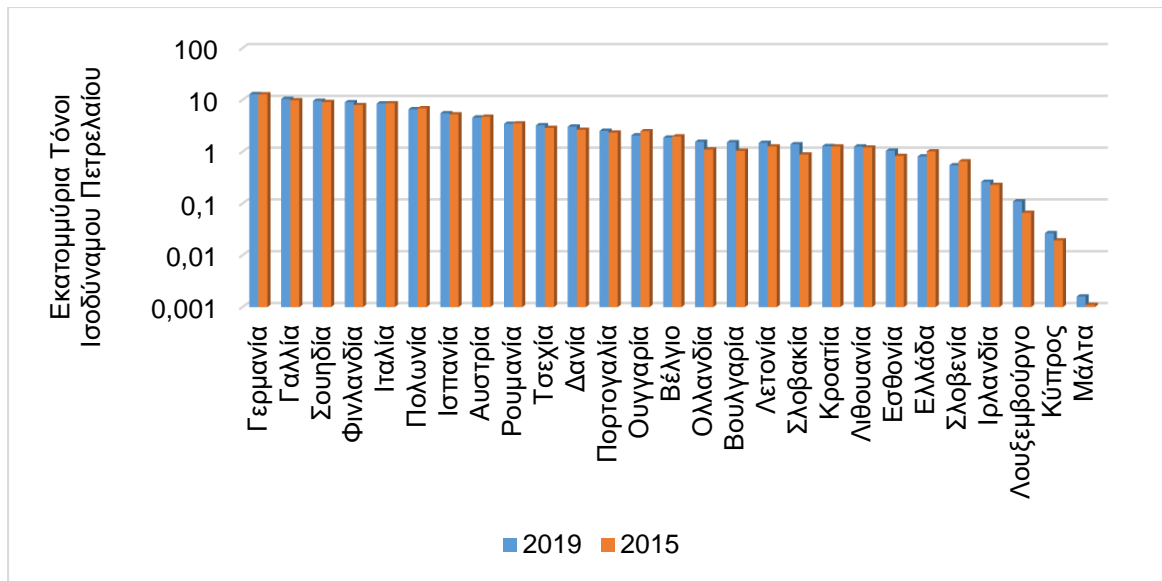
Διάγραμμα 23. Κατανάλωση ενέργειας από Βιομηχανικά (μη ανανεώσιμα) και Αστικά (ανανεώσιμα και μη ανανεώσιμα) απόβλητα στην ΕΕ-27 μεταξύ των ετών 2015-2019 (www.ec.europa.eu/eurostat)

4) Αύξηση επίσης παρατηρήθηκε το 2019, σε σχέση με το 2015, στην πλειοψηφία των χωρών της Ε.Ε., όσον αφορά την κατανάλωση ενέργειας, προερχόμενης από πρωτογενή στερεά βιοκαύσιμα. Για παράδειγμα, στην Φινλανδία το 2019, καταναλώθηκαν 9,005 ΕΤΙΠ ενέργειας, από πρωτογενή στερεά βιοκαύσιμα, ενώ το 2015, είχαν καταναλωθεί 7,92 ΕΤΙΠ. Συνεπώς παρατηρήθηκε αύξηση κατά 1,085 ΕΤΙΠ ή 13,7%. Οι χώρες στις οποίες παρατηρήθηκε μείωση το 2019, σε σχέση με το 2015, ως προς την κατανάλωση ενέργειας, από πρωτογενή στερεά βιοκαύσιμα, ήταν το Βέλγιο (-0,1 ΕΤΙΠ ή -5,07%), η Ελλάδα (-0,203 ΕΤΙΠ ή -20%), η Ιταλία (-0,068 ΕΤΙΠ ή -0,79%), η Ουγγαρία (-0,413 ΕΤΙΠ ή -16,64%), η Αυστρία (-0,15 ΕΤΙΠ ή -3,18%), η Πολωνία (-0,29 ΕΤΙΠ ή -4,21%), η Ρουμανία (-0,06 ΕΤΙΠ ή -1,7%) και η Σλοβενία (-0,103 ΕΤΙΠ ή -15,9%). Στον Πίνακα 39 παρουσιάζονται οι χώρες στις οποίες αυξήθηκε η κατανάλωση ενέργειας, από πρωτογενή στερεά βιοκαύσιμα το 2019, σε σχέση με το 2015.

Πίνακας 39. Αύξηση κατανάλωσης ενέργειας από πρωτογενή στερεά βιοκαύσιμα στην ΕΕ-27 μεταξύ των ετών 2015 και 2019

Βουλγαρία	0,483 ΕΤΙΠ ή 46,57%
Τσεχία	0,367 ΕΤΙΠ ή 12,77%
Γερμανία	0,13 ΕΤΙΠ ή 1,01%
Ιρλανδία	0,034 ΕΤΙΠ ή 14,91%
Ισπανία	0,26 ΕΤΙΠ ή 4,94%
Γαλλία	0,57 ΕΤΙΠ ή 5,79%
Κροατία	0,022 ΕΤΙΠ ή 1,74%
Δανία	0,408 ΕΤΙΠ ή 15,45%
Κύπρος	0,0074 ΕΤΙΠ ή 38,34%
Λετονία	0,222 ΕΤΙΠ ή 17,64%
Λιθουανία	0,057 ΕΤΙΠ ή 4,73%
Λουξεμβούργο	0,044 ΕΤΙΠ ή 66,66%
Ολλανδία	0,452 ΕΤΙΠ ή 41,09%
Πορτογαλία	0,2 ΕΤΙΠ ή 8,58%
Σλοβακία	0,509 ΕΤΙΠ ή 57,9%
Φινλανδία	1,085 ΕΤΙΠ ή 13,7%
Σουηδία	0,503 ΕΤΙΠ ή 5,53%

5) Στο Διάγραμμα 24, αναφέρονται οι χώρες της ΕΕ-27, κατά φθίνουσα σειρά, σύμφωνα με την κατανάλωση ενέργειας από πρωτογενή στερεά βιοκαύσιμα, για το έτος 2019 και η μεταβολή τους σχετικά με το έτος 2015. Από το Διάγραμμα 24, προέκυψε το συμπέρασμα ότι η περισσότερη ενέργεια, η οποία προήλθε από πρωτογενή στερεά βιοκαύσιμα, το 2019, καταναλώθηκε στην Γερμανία (12,92 ΕΤΙΠ). Αμέσως μετά ακολούθησε η Γαλλία (10,41 ΕΤΙΠ), η Σουηδία (9,583 ΕΤΙΠ), η Φινλανδία (9,005 ΕΤΙΠ), η Ιταλία (8,51 ΕΤΙΠ), η Πολωνία (6,59 ΕΤΙΠ), η Ισπανία (5,52 ΕΤΙΠ), η Αυστρία (4,56 ΕΤΙΠ) και οι υπόλοιπες χώρες, όπως διακρίνονται στο Διάγραμμα 24. Η Ελλάδα (0,81 ΕΤΙΠ) βρίσκεται και σε αυτή την περίπτωση χαμηλά στην κατάταξη, καθώς προηγείται μόνο της Σλοβενίας (0,546 ΕΤΙΠ), της Ιρλανδίας (0,281 ΕΤΙΠ), του Λουξεμβούργου (0,0521 ΕΤΙΠ), της Κύπρου (0,0523 ΕΤΙΠ) και της Μάλτας (0 ΕΤΙΠ). Στην συγκεκριμένη περίπτωση, οι μεταβολές είναι μικρότερες μεταξύ των ετών 2015 και 2019. Οι χώρες με τις σχετικά μεγαλύτερες μεταβολές είναι η Ολλανδία (αύξηση κατά 41,09%), το Λουξεμβούργο (66,66%), η Σλοβακία (57,9%), η Κύπρος (38,34%), η Βουλγαρία (46,57%), η Ελλάδα (μείωση κατά -20%), η Ουγγαρία (-16,64%) και η Σλοβενία (-15,9%).

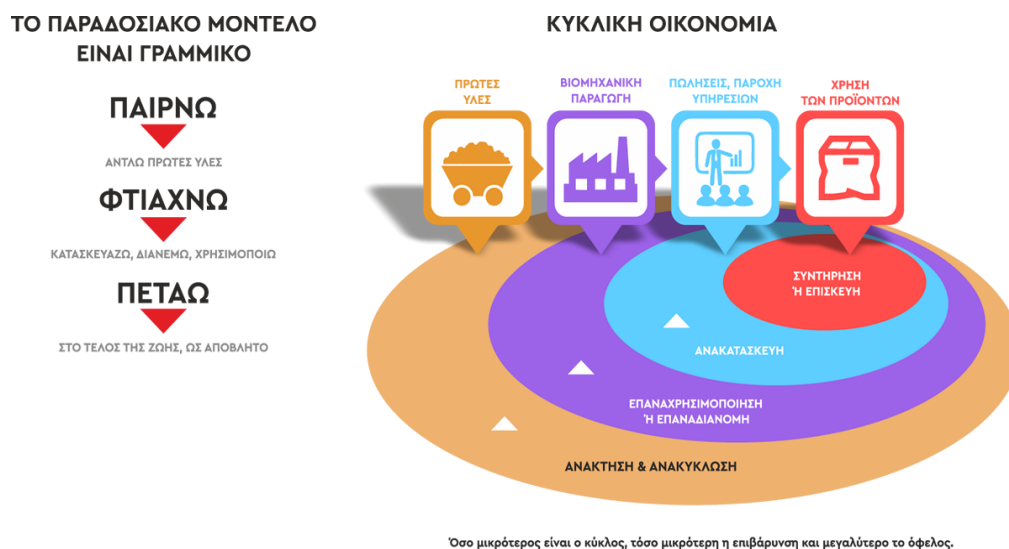


Διάγραμμα 24: Κατανάλωση ενέργειας από πρωτογενή στερεά βιοκαύσιμα στην ΕΕ-27 μεταξύ των ετών 2015-2019 (www.ec.europa.eu/eurostat)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

3.1 ΚΥΚΛΙΚΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ

Σύμφωνα με το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, ως Κυκλική Οικονομία (ΚΟ), ορίζεται “ένα μοντέλο παραγωγής και κατανάλωσης, το οποίο περιλαμβάνει την ανταλλαγή, εκμίσθωση, επαναχρησιμοποίηση, επισκευή, ανακαίνιση και ανακύκλωση των υπαρχόντων υλικών και προϊόντων όσο το δυνατόν περισσότερο προκειμένου να παραταθεί ο κύκλος ζωής τους. Στην πράξη, η Κυκλική Οικονομία υποδηλώνει τη μείωση των αποβλήτων στο ελάχιστο δυνατό επίπεδο. Όταν ένα προϊόν φτάνει στο τέλος της ζωής του, τα υλικά κατασκευής του διατηρούνται μέσα στην οικονομία με οποιοδήποτε δυνατό τρόπο για να χρησιμοποιηθούν ξανά και ξανά, δημιουργώντας προστιθέμενη αξία στο προϊόν”. Η Κυκλική Οικονομία έρχεται σε αντιπαράθεση με το γραμμικό μοντέλο οικονομίας, το οποίο βασίζεται στο πρότυπο “παράγω -καταναλώνω – απορρίπτω” (www.europarl.europa.eu).



Εικόνα 2: Σύγκριση της Γραμμικής και Κυκλικής Οικονομίας (<http://wegogreen.gr>)

Η έννοια της Κυκλικής Οικονομίας, αναφέρεται από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή, στο σχέδιο δράσης της Ε.Ε. για την Κυκλική Οικονομία, στις 2 Δεκεμβρίου του 2015, COM-(2015)-614. Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Επιτροπή, η Κυκλική Οικονομία είναι μια νέου είδους οικονομία, η οποία έχει ως στόχο την παραμονή της αξίας των πόρων, των υλικών και των προϊόντων όσο το δυνατόν περισσότερο στην οικονομία. Η

παραγωγή αποβλήτων περιορίζεται στο ελάχιστο, συμβάλλοντας στην δημιουργία μιας πιο ανταγωνιστικής, βιώσιμης και αποδοτικής οικονομίας στην Ε.Ε., με χαμηλές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα και αποδοτικότερη αξιοποίηση των πόρων. Η μετάβαση στην Κυκλική Οικονομία θα είναι η ευκαιρία να μεταμορφωθεί η Ευρωπαϊκή Οικονομία και η Ευρώπη να αποκτήσει νέα, αειφόρα ανταγωνιστικά πλεονεκτήματα, σύμφωνα με την COM-(2015)-614.

3.1.1 Οφέλη της Κυκλικής Οικονομίας

Πίνακας 40. Οφέλη της Κυκλικής Οικονομίας στην Ε.Ε. (COM-(2015)-614, www.europarl.europa.eu)

1) Ενίσχυση ανταγωνιστικότητας της Ε.Ε., προστατεύοντας τις επιχειρήσεις και δημιουργώντας νέες επιχειρηματικές ευκαιρίες
2) Βελτίωση τρόπων παραγωγής και κατανάλωσης προϊόντων
3) Δημιουργία νέων θέσεων εργασίας
4) Εξοικονόμηση ενέργειας και φιλικότερη προς το περιβάλλον κατανάλωση και διατήρηση των πόρων, με προτεραιότητα την προστασία του κλίματος, των υδατικών και χερσαίων περιοχών
5) Μείωση εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα
6) Συμβολή στην επενδυτική και κοινωνική ατζέντα της Ε.Ε.
7) Συμβολή στις βιομηχανικές καινοτομίες
8) Συνεισφορά στην βιώσιμη ανάπτυξη
9) Εξοικονόμηση χρημάτων στις επιχειρήσεις της Ε.Ε.
10) Παροχή καινοτόμων και ανθεκτικότερων προϊόντων στους καταναλωτές

Η ΚΟ στοχεύει και στον περιορισμό της υγειονομικής ταφής αποβλήτων και στην ενίσχυση της προετοιμασίας για επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωση βασικών ροών αποβλήτων, όπως τα απορρίμματα συσκευασίας και τα αστικά απόβλητα. Επίσης η ΚΟ θα συμβάλλει στην επίτευξη των στόχων της ατζέντας 2030 του ΟΗΕ (στόχοι βιώσιμης ανάπτυξης έως 2030) και στην συμμαχία των G7 για την αποδοτικότητα των πόρων. Βέβαια για την υλοποίηση της Κυκλικής Οικονομίας, χρειάζεται μακροπρόθεσμη συμμετοχή σε όλα τα επίπεδα, από τα Κράτη Μέλη, τις Περιφέρειες, τους Δήμους μέχρι τις μεμονωμένες επιχειρήσεις και τους πολίτες (COM-(2015)-614).

3.1.2 Η Κυκλική Οικονομία σε κάθε βήμα της αλυσίδας αξίας

1) **Παραγωγή:** Η ΚΟ λαμβάνει χώρα από την αρχή της παραγωγής ενός προϊόντος, καθώς ο σχεδιασμός και η διαδικασία παραγωγής του, επηρεάζουν τις απαιτούμενες πρώτες ύλες για την παραγωγή, την κατανάλωση των πόρων και την παραγωγή αποβλήτων καθ' όλη την διάρκεια ζωής του προϊόντος. Η σωστή σχεδίαση ενός προϊόντος μπορεί να επιφέρει πολλά οφέλη, όπως την βελτίωση της ανθεκτικότητάς του, την ευκολότερη επισκευή, ανακατασκευή ή αναβάθμισή του, την διευκόλυνση

στην αποσυναρμολόγησή του, με σκοπό την ανάκτηση χρήσιμων υλικών από αυτό και φυσικά την εξοικονόμηση πολύτιμων πόρων. Όπως αναφέρεται και από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή, ένα προϊόν μπορεί να έχει σχεδιαστεί έξυπνα, όμως να μην έχει γίνει η αποδεκτή εκμετάλλευση πόρων. Συνεπώς, για την σωστή σχεδίαση πρέπει να λαμβάνεται υπόψη ο περιβαλλοντικός και κοινωνικός αντίκτυπος, όσον αφορά την παραγωγή του προϊόντος.

2) Κατανάλωση: Η ΚΟ επηρεάζεται από τις επιλογές των καταναλωτών, καθώς αυτές διαμορφώνονται σύμφωνα με τις πληροφορίες που έχουν, την ποικιλία και τις τιμές των διαθέσιμων προϊόντων και το κανονιστικό πλαίσιο. Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Επιτροπή, αυτή η φάση είναι κρίσιμης σημασίας για την αποφυγή και τη μείωση της παραγωγής οικιακών απορριμμάτων. Η τιμή ενός προϊόντος κατέχει τον σημαντικότερο ρόλο, όσον αφορά τις αγοραστικές αποφάσεις, τόσο στην αλυσίδα αξίας όσο και για τον τελικό καταναλωτή. Μετά την αγορά ενός προϊόντος, η διάρκεια ζωής του μπορεί να παραταθεί μέσω επαναχρησιμοποίησης και επισκευής, ώστε να αποφεύγεται η σπατάλη. Επίσης, στο σχέδιο δράσης της Ευρωπαϊκής Επιτροπής COM-(2015)-614, αναφέρεται ότι οι καινούργιες μορφές κατανάλωσης (π.χ. η κοινή χρήση προϊόντων ή υποδομών, η κατανάλωση υπηρεσιών αντί προϊόντων, η χρήση ψηφιακής τεχνολογίας) μπορούν να συμβάλλουν στην ανάπτυξη της ΚΟ.

3) Διαχείριση αποβλήτων: Η διαχείριση των αποβλήτων κατέχει πολύ σημαντικό ρόλο στην ΚΟ, διότι καθορίζει την ιεράρχηση των αποβλήτων και τον τρόπο πρακτικής εφαρμογής στην Ε.Ε.. Η ιεράρχηση των αποβλήτων (Πίνακας 12), ξεκινά από την αποφυγή της παραγωγής τους, συνεχίζει στην προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση, την ανακύκλωση και την ανάκτηση ενέργειας και ως τελευταία επιλογή έχει την απόρριψη (π.χ. υγειονομική ταφή) (Πίνακας 9). Ο τρόπος συλλογής και διαχείρισης των αποβλήτων μπορεί να οδηγήσει είτε σε ένα πολύ μεγάλο ποσοστό ανακύκλωσης με ανάκτηση πολύτιμων υλικών, είτε σε ένα σύστημα χαμηλής απόδοσης με το μεγαλύτερο μέρος των ανακυκλώσιμων αποβλήτων να καταλήγει σε ΧΥΤΑ. Συνεπώς, ο τρόπος συλλογής και διαχείρισης των αποβλήτων παίζει καθοριστικό ρόλο στην αύξηση της ανακύκλωσης και την μείωση της υγειονομικής ταφής των αστικών αποβλήτων. Βασικός στόχος της ΚΟ είναι η επίτευξη υψηλότερων επιπέδων ανακύκλωσης, με σκοπό την ανάκτηση περισσότερων υλικών και την μείωση της υγειονομικής ταφής αποβλήτων. Όπως αναφέρεται και στην Ανακοίνωση COM-(2015)-614 της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, η χρηματοδότηση για την κατασκευή νέων ΧΥΤΑ θα χορηγείται μόνο σε εξαιρετικές περιπτώσεις (π.χ. για μη ανακτήσιμα επικίνδυνα απόβλητα). Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Επιτροπή, όταν η αποφυγή της δημιουργίας ή η ανακύκλωση των αποβλήτων δεν είναι δυνατή, τότε η ανάκτηση της περιεχόμενης σε αυτά ενέργειας είναι συνήθως προτιμότερη (από περιβαλλοντικής και οικονομικής άποψης) από την υγειονομική ταφή τους. Η πρακτική της παραγωγής ενέργειας από απόβλητα μπορεί συνεπώς να παίζει μεγάλο ρόλο για την ενέργεια και το κλίμα, με την τήρηση φυσικά των αρχών της Ε.Ε. για την ιεράρχηση των αποβλήτων.

4) Μετατροπή αποβλήτων σε πόρους: ενίσχυση της αγοράς δευτερογενών πρώτων υλών και της επαναχρησιμοποίησης του νερού: Στην τέταρτη παράγραφο του σχεδίου δράσης της Ε.Ε. για την Κυκλική Οικονομία αναφέρεται ακριβώς ότι “σε μια κυκλική οικονομία, τα υλικά που μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν, επανεισάγονται

στην οικονομία με τη μορφή νέων πρώτων υλών, αυξάνοντας έτσι την ασφάλεια του εφοδιασμού. Αυτές οι «δευτερογενείς πρώτες ύλες» μπορούν να πωληθούν και να μεταφερθούν όπως ακριβώς οι πρωτογενείς πρώτες ύλες από κλασικούς εξορυκτικούς πόρους”.

5) Τομείς προτεραιότητας: Στην παράγραφο 5 του σχεδίου δράσης της Ευρωπαϊκής Επιτροπής COM-(2015)-614, γίνεται αναφορά στους τομείς προτεραιότητας, στους οποίους συγκαταλέγονται: α) οι πλαστικές ύλες (“η αύξηση της ανακύκλωσης του πλαστικού έχει καθοριστική σημασία για τη μετάβαση σε μια κυκλική οικονομία”), β) η σπατάλη τροφίμων (στόχος είναι η επίτευξη της βιώσιμης ανάπτυξης, όσον αφορά την σπατάλη τροφίμων και η μεγιστοποίηση της συμβολής των παραγόντων στην αλυσίδα εφοδιασμού τροφίμων), γ) κατασκευές και κατεδαφίσεις (“πολλά από τα υλικά είναι ανακυκλώσιμα ή μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν”), δ) βιομάζα και προϊόντα βιολογικής προέλευσης (Τα βιοαποδομήσιμα υλικά, δηλαδή εκείνα που βασίζονται σε βιολογικούς πόρους (π.χ. το ξύλο, οι καλλιέργειες ή οι ίνες) μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε ένα ευρύ φάσμα προϊόντων (κατασκευές, έπιπλα, χαρτί, τρόφιμα, κλωστοϋφαντουργικά προϊόντα, χημικά προϊόντα κ.λπ.) και ενεργειακές χρήσεις (π.χ. βιοκαύσιμα).

6) Καινοτομία, επενδύσεις και άλλα οριζόντια μέτρα: Στην έκτη παράγραφο του σχεδίου δράσης της Ε.Ε. για την Κυκλική Οικονομία αναφέρεται ότι “η παγκόσμια διάσταση της Κυκλικής Οικονομίας και της αλυσίδας εφοδιασμού είναι σημαντική σε τομείς όπως των βιώσιμων μεθόδων προμήθειας πόρων, των θαλάσσιων απορριμμάτων, της σπατάλης τροφίμων, και μιας ολοένα και πιο παγκοσμιοποιημένης αγοράς δευτερογενών πρώτων υλών” (COM-(2015)-614).

3.2 ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΤΗΣ ΠΡΟΟΔΟΥ ΤΗΣ ΚΥΚΛΙΚΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ

Σύμφωνα με την Ανακοίνωση της Ευρωπαϊκής Επιτροπής COM-(2018)-29, η μετάβαση σε μια Κυκλική Οικονομία είναι η ευκαιρία για να μετασχηματιστεί η οικονομία και να γίνει περισσότερο βιώσιμη, εφόσον στην Κυκλική Οικονομία “η αξία των προϊόντων, των υλικών και των πόρων παραμένει στην οικονομία όσο το δυνατόν περισσότερο, και η παραγωγή αποβλήτων περιορίζεται στο ελάχιστο”. Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Επιτροπή, η Κυκλική Οικονομία πρέπει να παρακολουθείται σχετικά με την πρόοδό της, ώστε να μπορεί να εκτιμηθεί εάν τα μέτρα, τα οποία έχουν ληφθεί θεωρούνται επαρκή ή θα πρέπει να καθοριστούν νέες προτεραιότητες, με σκοπό την μετάβαση στην Κυκλική Οικονομία, πράγμα το οποίο εξαρτάται από τα αποτελέσματα της προόδου της. Συνεπώς, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή πρότεινε ένα πλαίσιο παρακολούθησης αποτελούμενο από χρήσιμους δείκτες, οι οποίοι αποτυπώνουν τα βασικά στοιχεία της Κυκλικής Οικονομίας. Η παρακολούθηση της προόδου της Κυκλικής Οικονομίας είναι μια δύσκολη υπόθεση, καθώς επηρεάζει ολόκληρη την οικονομία και αφορά όλα τα προϊόντα και τις υπηρεσίες. Συνεπώς, το πλαίσιο παρακολούθησής της απαρτίζεται από ένα σύνολο κατάλληλων δεικτών. Πρόκειται για

μα δέσμη 10 δεικτών, οι οποίοι κατατάσσονται σε τέσσερα στάδια και πτυχές της κυκλικής οικονομίας (COM-(2018)-29).

Πίνακας 41. Στάδια και Πτυχές της Κυκλικής Οικονομίας (COM-(2018)-29)

1) Παραγωγή και Κατανάλωση
2) Διαχείριση Αποβλήτων
3) Δευτερογενείς πρώτες ύλες
4) Ανταγωνιστικότητα και Καινοτομία

Πίνακας 42. Δείκτες της Κυκλικής Οικονομίας (COM-(2018)-29)

Παραγωγή και κατανάλωση

Δείκτες της κυκλικής οικονομίας (1 έως 4)	Άμεση σχέση με την κυκλική οικονομία
1) “Αυτάρκεια της ΕΕ ως προς τις πρώτες ύλες”	Συμβολή της ΚΟ στην αντιμετώπιση των κινδύνων εφοδιασμού με πρώτες ύλες και με κρίσιμες πρώτες ύλες.
2) “Πράσινες δημόσιες συμβάσεις”	Εφόσον οι δημόσιες συμβάσεις αποτελούν μεγάλο ποσοστό της κατανάλωσης μπορούν να συμβάλλουν στην ώθηση της ΚΟ.
3α-γ) “Παραγωγή αποβλήτων”	Ελαχιστοποιείται η παραγωγή αποβλήτων.
4) “Απόβλητα τροφίμων”	Λειτουργούν αρνητικά προς το περιβάλλον και την οικονομία.

Διαχείριση Αποβλήτων

Δείκτες της κυκλικής οικονομίας (5α-β και 6α-στ)	Άμεση σχέση με την κυκλική οικονομία
5α-β) “Ποσοστά συνολικής ανακύκλωσης”	Η αύξηση της ανακύκλωσης συμβάλει στην μετάβαση στην ΚΟ
6α-στ) “Ποσοστά ανακύκλωσης για συγκεκριμένες ροές αποβλήτων”	Αντικατοπτρίζει την πρόοδο αναφορικά με την ανακύκλωση βασικών ροών αποβλήτων.

Δευτερογενείς πρώτες ύλες

Δείκτες της κυκλικής οικονομίας (7α-β και 8)	Άμεση σχέση με την κυκλική οικονομία
7α-β) “Συμβολή των ανακυκλωμένων υλικών στη ζήτηση πρώτων υλών”	Χρησιμοποίηση δευτερογενών πρώτων υλών με σκοπό την παραγωγή νέων προϊόντων.
8) “Εμπόριο ανακυκλώσιμων πρώτων υλών”	Αντικατοπτρίζει τη σημασία της εσωτερικής αγοράς και της παγκόσμιας συμμετοχής στην Κυκλική Οικονομία.

Ανταγωνιστικότητα και καινοτομία

Δείκτες της κυκλικής οικονομίας (9α-γ και 10)	Άμεση σχέση με την κυκλική οικονομία
9α-γ) “Ιδιωτικές επενδύσεις, θέσεις εργασίας και ακαθάριστη προστιθέμενη αξία”	Συμβολή της Κυκλικής Οικονομίας στην ανάπτυξη και στην δημιουργία νέων θέσεων εργασίας.
10) “Διπλώματα ευρεσιτεχνία”	Οι καινούργιες τεχνολογίες σχετικά με την Κυκλική Οικονομία ενισχύουν την παγκόσμια ανταγωνιστικότητα της Ε.Ε.

3.2.1 Διαπιστώσεις δεικτών παρακολούθησης

Τα παραγόμενα αστικά απόβλητα μειώθηκαν κατά 8 % ανά κάτοικο στην Ε.Ε., μεταξύ των ετών 2006 και 2016 ενώ όσον αφορά την ανακύκλωση των αστικών αποβλήτων μεταξύ του 2008 και 2016 αυξήθηκε κατά 9%. Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή έχει προτείνει ως στόχο, τα Κράτη Μέλη να ανακυκλώνουν το 65% των παραγόμενων αστικών αποβλήτων έως το έτος 2030. Επίσης μεταξύ του 2008 και του 2015, τα ποσοστά ανακύκλωσης των απορριμμάτων συσκευασίας αυξήθηκαν στην Ε.Ε. κατά 4% (η Ευρωπαϊκή Επιτροπή έχει προτείνει ως στόχο το 75% για το 2030). Αναφορικά με την ανακύκλωση πλαστικών συσκευασιών και αστικών βιολογικών αποβλήτων, υπάρχει και σε αυτές τις κατηγορίες αύξηση των ποσοστών τα τελευταία έτη στην Ε.Ε. Επίσης οι στόχοι του 2020 για την ανακύκλωση των αποβλήτων κατασκευών και κατεδαφίσεων έχουν επιτευχθεί για μια μεγάλη πλειοψηφία των Κρατών Μελών ενώ όσον αφορά την ανακύκλωση των αποβλήτων ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού, επιδέχεται ακόμα βελτίωση καθώς τα ποσοστά δεν είναι μεγάλα (COM-(2018)-29).

3.2.2. Δευτερογενείς πρώτες ύλες σε μια Κυκλική Οικονομία

Όπως αναφέρεται στην Επικοινωνία της Ευρωπαϊκής Επιτροπής COM-(2018)-29, “σε μια κυκλική οικονομία, τα υλικά που είναι ενσωματωμένα σε προϊόντα και συστατικά στοιχεία ανακυκλώνονται όταν φτάσουν στο τέλος του κύκλου ζωής τους και, στη συνέχεια, επανεισάγονται στην οικονομία ως δευτερογενείς πρώτες ύλες”. Επίσης, αναφέρεται ότι “το εμπόριο δευτερογενών πρώτων υλών αυξάνεται, τόσο στην ΕΕ όσο και με τρίτες χώρες” (COM-(2018)-29).

3.3 ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΜΙΑΣ ΚΥΚΛΙΚΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ

Σύμφωνα με την Ανακοίνωση της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, COM-(2019)-190, σχετικά με την υλοποίηση του σχεδίου δράσης για την Κυκλική Οικονομία, οι βασικές αρχές ως προς την διαμόρφωση μιας Κυκλικής Οικονομίας είναι:

1) **Διαδικασίες κυκλικού σχεδιασμού και παραγωγής:** Όπως αναφέρεται στην συγκεκριμένη Ανακοίνωση, η σχεδίαση ενός προϊόντος είναι απαραίτητη ώστε να εξασφαλιστεί η κυκλικότητα. Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Επιτροπή τα προϊόντα πρέπει να σχεδιάζονται και να παράγονται σύμφωνα με τα μέτρα οικολογικού σχεδιασμού και ενεργειακής σήμανσης. Επίσης, αναφέρεται ότι οι υπηρεσίες και τα προϊόντα, τα οποία έχουν σχεδιαστεί με κυκλικό τρόπο είναι δυνατόν να ελαττώσουν τη χρήση των πόρων και να προωθήσουν την ανακύκλωση, την επαναχρησιμοποίηση και την ανάκτηση των υλικών μελλοντικά.

2) **Ενίσχυση του ρόλου των καταναλωτών:** Η αλλαγή των καταναλωτικών προτύπων, εκ μέρους των καταναλωτών παίζει καθοριστικό ρόλο για την μετάβαση σε μια Κυκλική Οικονομία. Συνεπώς, με την αύξηση της αποτελεσματικότητας του οικολογικού σήματος και με την προσφορά περιβαλλοντικών πληροφοριών στους καταναλωτές, τους δίνεται η δυνατότητα να επιλέγουν συνειδητά, σύμφωνα με τις πληροφορίες που τους παρέχονται.

3) **Μετατροπή των αποβλήτων σε πόρους:** “Τα υγιή και αποδοτικά συστήματα διαχείρισης αποβλήτων αποτελούν βασικό δομικό στοιχείο μιας Κυκλικής Οικονομίας”, για αυτό και τέθηκε σε ισχύ το αναθεωρημένο Νομοθετικό πλαίσιο για τα απόβλητα (παράγραφος 3.4 της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας). Στο νέο Νομοθετικό πλαίσιο περιλαμβάνονται απαιτήσεις για υψηλότερα ποσοστά ανακύκλωσης, κανόνες και νέες υποχρεώσεις για την ξεχωριστή αποκομιδή καθώς και ενισχυμένα μέτρα πρόληψης και διαχείρισης αποβλήτων.

4) **Κλείσιμο του κύκλου των ανακυκλωμένων υλικών:** Εννοείται η ενίσχυση της χρήσης δευτερογενών πρώτων υλών. Ο νέος Κανονισμός για τα προϊόντα λίπανσης, ο οποίος διανύει τα τελευταία στάδια της Νομοθετικής διαδικασίας, εισάγει εναρμονισμένους Κανόνες, όσον αφορά τα οργανικά λιπάσματα που παράγονται από δευτερογενείς πρώτες ύλες (π.χ. ανακυκλωμένα βιολογικά απόβλητα και γεωργικά υποπροϊόντα)

5) **Στρατηγική της Ε.Ε. για τις πλαστικές ύλες σε μια Κυκλική Οικονομία:** Κάποια από τα ειδικά προσαρμοσμένα μέτρα για τα πλαστικά μιας χρήσης είναι η “απαγόρευση των προϊόντων μιας χρήσης από πλαστικό και των προϊόντων από οξοδιασπώμενο πλαστικό” και “μείωση της κατανάλωσης δοχείων τροφίμων και κυπέλλων ποτών από πλαστικό και συγκεκριμένη σήμανση και επισήμανση ορισμένων προϊόντων”, κ.α.

Αναφορικά με την επιτάχυνση της μετάβασης σε μια Κυκλική Οικονομία είναι απαραίτητη η επένδυση στην καινοτομία και ενεργός συμμετοχή των ενδιαφερόμενων φορέων (COM-(2019)-190).

3.4 ΑΝΑΘΕΩΡΗΜΕΝΟ ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΓΙΑ ΤΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ

Αναφορικά με το αναθεωρημένο Νομοθετικό πλαίσιο για τα απόβλητα, νομοθετήθηκαν τέσσερις νέες Οδηγίες, σύμφωνα με την Κυκλική Οικονομία από το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο: 1) 2018/849/ΕΚ, 2) 2018/850/ΕΚ, 3) 2018/851/ΕΚ και 4) 2018/852/ΕΚ. Αναλυτικά:

1) Η πρώτη Οδηγία (2018/849/ΕΚ) δημιουργήθηκε για την τροποποίηση των Οδηγιών 2000/53/ΕΚ για τα οχήματα στο τέλος του κύκλου ζωής τους, 2006/66/ΕΚ σχετικά με τις ηλεκτρικές στήλες και τους συσσωρευτές και τα απόβλητα ηλεκτρικών στηλών και συσσωρευτών και 2012/19/ΕΕ σχετικά με τα απόβλητα ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού (Οδηγία 2018/849/ΕΕ).

2) Η δεύτερη Οδηγία (2018/850/ΕΚ) δημιουργήθηκε για την τροποποίηση της Οδηγίας 1999/31/ΕΚ περί υγειονομικής ταφής των αποβλήτων (Οδηγία 2018/850/ΕΕ).

3) Η τρίτη Οδηγία (2018/851/ΕΚ) δημιουργήθηκε για την τροποποίηση της Οδηγίας 2008/98/ΕΚ για τα απόβλητα, όπως αναφέρεται και στην παράγραφο 1.2.2 της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας (Οδηγία 2018/851/ΕΕ).

4) Η τέταρτη Οδηγία (2018/852/ΕΚ) δημιουργήθηκε για τροποποίηση της Οδηγίας 94/62/ΕΚ για τις συσκευασίες και τα απορρίμματα συσκευασίας (Οδηγία 2018/852/ΕΕ).

Οι στόχοι, οι οποίοι έχουν τεθεί στις παραπάνω νέες Οδηγίες είναι οι εξής:

1) Έως τις 31/12/2025, τουλάχιστον το 65% κατά βάρος του συνόλου των απορριμμάτων συσκευασίας, θα πρέπει να ανακυκλώνεται. Έως τις 31/12/2025 θα πρέπει να καλυφθούν οι ακόλουθοι ελάχιστοι στόχοι από πλευράς κατά βάρος ποσοστών για ανακύκλωση, για τα παρακάτω υλικά, τα οποία περιέχονται στα απορρίμματα συσκευασίας: α) το 50% των πλαστικών, β) το 25% του ξύλου, γ) το 70% των σιδηρούχων μετάλλων, δ) το 50% του αλουμινίου, ε) το 70% του γυαλιού και στ) το 75% του χαρτιού και χαρτονιού. Έως τις 31/12/2030, τουλάχιστον το 70% κατά βάρος του συνόλου των απορριμμάτων συσκευασίας θα πρέπει να ανακυκλώνεται. Έως τις 31/12/2030, θα πρέπει να καλυφθούν οι ακόλουθοι ελάχιστοι στόχοι, από πλευράς κατά βάρος ποσοστών για ανακύκλωση, για τα ακόλουθα υλικά που

περιέχονται στα απορρίμματα συσκευασίας: α) το 55% των πλαστικών β) το 30% του ξύλου γ) το 80% των σιδηρούχων μετάλλων δ) το 60% του αλουμινίου ε) το 75% του γυαλιού και στ) το 85% του χαρτιού και χαρτονιού (Οδηγία 2018/852/ΕΕ).

2) Έως το 2025, 2030, 2035 η προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση και η ανακύκλωση των αστικών αποβλήτων, θα πρέπει να αυξηθούν σε ποσοστά 55%, 60%, 65% κατά βάρος, αντίστοιχα (Οδηγία 2018/851/ΕΕ).

3) Έως το 2035, οι ποσότητες των αστικών αποβλήτων που καταλήγουν σε χώρους υγειονομικής ταφής, θα πρέπει να είναι 10% κατά βάρος ή ακόμα λιγότερο της συνολικής ποσότητας των αστικών αποβλήτων που παράγονται (Οδηγία 2018/850/ΕΕ).

3.5 ΝΕΟ ΣΧΕΔΙΟ ΔΡΑΣΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΥΚΛΙΚΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ

Στο νέο σχέδιο δράσης για την Κυκλική Οικονομία COM-(2020)-98, αναφέρεται ότι γίνεται υπερκατανάλωση των πόρων του πλανήτη και έως το 2050, η παραγωγή αποβλήτων θα έχει αυξηθεί κατά 70%. Συνεπώς, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή έθεσε το νέο αυτό σχέδιο δράσης, για την επίτευξη μιας πιο καθαρής και πιο ανταγωνιστικής Ευρώπης, σε συνεργασία με τους οικονομικούς παράγοντες, τους καταναλωτές, τους πολίτες και τις οργανώσεις της κοινωνίας των πολιτών. Στο καινούργιο σχέδιο, αναφέρονται οι ανανεωμένες προτάσεις, ως προς τον σχεδιασμό των βιώσιμων προϊόντων (βελτίωση της αντοχής, της δυνατότητας επαναχρησιμοποίησης, αύξηση του ανακυκλωμένου περιεχομένου στα προϊόντα, μείωση του αποτυπώματος άνθρακα και του περιβαλλοντικού αποτυπώματος, περιορισμός των προϊόντων μιας χρήσης, κ.α.), την ενδυνάμωση των καταναλωτών και των αγοραστών του δημόσιου τομέα (οι καταναλωτές θα λαμβάνουν αξιόπιστες και συναφείς πληροφορίες για τα προϊόντα στο σημείο πώλησης, κ.α.), την κυκλικότητα στις μεθόδους παραγωγής (εξοικονόμηση υλικών σε όλες τις αξιακές αλυσίδες και τις μεθόδους παραγωγής). Αναφορικά με τις αξιακές αλυσίδες βασικών προϊόντων (ηλεκτρονικά προϊόντα, ηλεκτρικές στήλες και οχήματα, συσκευασίες, πλαστικά, κλωστοϋφαντουργικά προϊόντα, κατασκευές και κτίρια, τρόφιμα, νερό και θρεπτικές ουσίες) αναφέρεται ότι αποτελούν πρόκληση για την βιωσιμότητα και απαιτούν άμεσες, ολοκληρωμένες και συντονισμένες ενέργειες. Σύμφωνα με το νέο σχέδιο για την ΚΟ, αυτές οι ενέργειες θα συμβάλλουν στην αντιμετώπιση των κλιματικών προβλημάτων και θα τροφοδοτήσουν τη βιομηχανική και δασική στρατηγική της ΕΕ. Στην τέταρτη παράγραφο του νέου σχεδίου για την ΚΟ, γίνεται αναφορά στην βελτίωση της πολιτικής για τα ύδατα, ώστε να υποστηριχθεί η πρόληψη της δημιουργίας αποβλήτων και η κυκλικότητα, στην βελτίωση της κυκλικότητας σε ένα περιβάλλον απαλλαγμένο από τοξικές ουσίες (διαλογή υψηλής ποιότητας και αφαίρεση ρύπων από τα απόβλητα, ελαχιστοποίηση της παρουσίας βλαβερών για την υγεία και το περιβάλλον ουσιών σε ανακυκλωμένα υλικά και αντικείμενα που είναι κατασκευασμένα από ανακυκλωμένα υλικά, βελτίωση σχετικά με την ταξινόμηση και την διαχείριση των επικίνδυνων ουσιών, κ.α.), στην δημιουργία μιας εύρυθμης ενωσιακής αγοράς για δευτερογενείς πρώτες ύλες και στην αντιμετώπιση των εξαγωγών αποβλήτων από την ΕΕ (διασφάλιση ότι η ΕΕ δεν εξάγει προβληματικά απόβλητα σε τρίτες χώρες). Η κυκλικότητα είναι βασική προϋπόθεση για την κλιματική ουδετερότητα και για να επιτευχθεί αυτό, πρέπει να ενισχυθούν οι

συνέργειες μεταξύ κυκλικότητας και μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου (COM-(2020)-98).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

4.1 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΑΝΑΚΤΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΣΤΕΡΕΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ

Η ανάκτηση ενέργειας από απόβλητα πραγματοποιείται είτε με βιολογικές επεξεργασίες (αναερόβια χώνευση) (Φ.Ε.Κ. 3339/Β' 12.12.2014), είτε με θερμικές επεξεργασίες (αποτέφρωση αποβλήτων με οξείδωση, πυρόλυση, αεριοποίηση, τεχνική πλάσματος) (Φ.Ε.Κ. 1537/Β 8.5.2012).

4.1.1 Βιολογική επεξεργασία αποβλήτων (Αναερόβια Χώνευση)

Σύμφωνα με την ΚΥΑ 56366/4351/2014, οι ορισμοί της αναερόβιας χώνευσης, του χωνεύματος και του χωνεύματος τύπου Α έχουν ως εξής:

Ως αναερόβια χώνευση χαρακτηρίζεται “η ελεγχόμενη βιολογική αποδόμηση των οργανικών υλικών απουσία οξυγόνου (αναερόβιες συνθήκες), σε θερμοκρασίες κατάλληλες για την ανάπτυξη μεσόφιλων ή θερμοφίλων βακτηρίων, που οδηγεί στην παραγωγή βιοαερίου (ένα μίγμα κυρίως μεθανίου και διοξειδίου του άνθρακα) και ενός υδαρούς υπολείμματος (χώνευμα) ”.

Ως χώνευμα χαρακτηρίζεται “το υδαρές υπόλειμμα της αναερόβιας χώνευσης βιοδιασπώμενων υλικών. Μπορεί να είναι ενιαίο αιώρημα (μείγμα υγρού και στερεού) ή να διαχωρίζεται σε υγρή φάση και στερεό πλακούντα”. Ως χώνευμα τύπου Α χαρακτηρίζεται “το σταθεροποιημένο χώνευμα που προκύπτει από την αναερόβια χώνευση σύμμεικτων αστικών αποβλήτων (απόβλητα, τα οποία δεν έχουν διαχωριστεί σε μορφή στερεού πλακούντα”.

Σύμφωνα με τον ΕΚΑ (Πίνακας 1) η υποκατηγορία 19 06 της κατηγορίας 19 (“Απόβλητα από τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας αποβλήτων, εγκαταστάσεις επεξεργασίας υγρών αποβλήτων εκτός σημείου παραγωγής και προετοιμασίας ύδατος προοριζόμενου για κατανάλωση από τον άνθρωπο και ύδατος για βιομηχανική χρήση”, Πίνακας 1) αντιστοιχεί στα “απόβλητα από την αναερόβια επεξεργασία αποβλήτων”. Το χώνευμα τύπου Α αντιστοιχεί στην υποκατηγορία 19 06 04 (“προϊόντα ζύμωσης από την αναερόβια επεξεργασία αστικών αποβλήτων”) της κατηγορίας 19 06 (Φ.Ε.Κ. 3339/Β' 12.12.2014).

Στον Πίνακα 43 αναφέρονται οι οριακές τιμές του χωνεύματος τύπου Α, σύμφωνα με την ΚΥΑ 56366/4351/2014.

Πίνακας 43. Οριακές τιμές χωνεύματος τύπου Α (Φ.Ε.Κ. 3339/Β` 12.12.2014)

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΟΡΙΑΚΗ ΤΙΜΗ– ΜΟΝΑΔΑ
Ψευδάργυρος (Zn)	≤1200 mg/kg ξηρού βάρους
Χαλκός (Cu)	≤400 mg/kg ξηρού βάρους
Μόλυβδος (Pb)	≤300 mg/kg ξηρού βάρους
Χρώμιο (Cr)	≤250 mg/kg ξηρού βάρους
Νικέλιο (Ni)	≤100 mg/kg ξηρού βάρους
Υγρασία	<40%
Αρσενικό (As)	≤10 mg/kg ξηρού βάρους
Πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρ/άνθρακες (PAH)	≤3 mg/kg ξηρού βάρους
Προσμίξεις > 2 mm	≤3 % σε ξηρή βάση
Κάδμιο (Cd)	≤3 mg/kg ξηρού βάρους
Υδράργυρος (Hg)	≤2,5 mg/kg ξηρού βάρους
Πολυχλωριωμένα διφαινύλια (PCBs)	≤0,4 mg/kg ξηρού βάρους

Οι απαιτήσεις, αναφορικά με τις εργασίες επεξεργασίας για την παραγωγή του χωνεύματος τύπου Α κατά την αναερόβια χώνευση, σύμφωνα με την ΚΥΑ 56366/4351/2014, είναι οι εξής:

“Επίτευξη θερμοκρασίας $\geq 55^{\circ}\text{C}$ για συνεχόμενη περίοδο 24h (χωρίς διακοπή) και υδραυλικός χρόνος παραμονής στον αντιδραστήρα τουλάχιστον 20 ημέρες. Σε περίπτωση χαμηλότερης θερμοκρασίας ή μικρότερου χρόνου έκθεσης ή υδραυλικού χρόνου παραμονής στον αντιδραστήρα μικρότερο από 20 ημέρες (αλλά τουλάχιστον 14 ημέρες), τα απόβλητα θα προ-επεξεργάζονται στους 70°C για 1 ώρα, ή το προϊόν χώνευσης θα υφίσταται μετα-επεξεργασία στους 70°C για 1 ώρα ή το προϊόν χώνευσης θα υπόκειται σε κομποστοποίηση” (Φ.Ε.Κ. 3339/Β` 12.12.2014).

Διαδικασία Αναερόβιας Χώνευσης

Η αναερόβια χώνευση είναι μια διαδικασία εκ της οποίας σχεδόν κάθε οργανικό απόβλητο μπορεί να μετατραπεί βιολογικά σε άλλη μορφή, απουσία οξυγόνου. Οι διάφοροι μικροβιακοί πληθυσμοί αποσυνθέτουν τα οργανικά απόβλητα, με αποτέλεσμα την παραγωγή βιοαερίου και άλλων πλούσιων σε ενέργεια οργανικών ενώσεων ως τελικά προϊόντα. Η αναερόβια χώνευση εφαρμόζεται σε ένα ευρύ φάσμα υλικών, συμπεριλαμβανομένων των αστικών, βιομηχανικών και γεωργικών αποβλήτων, καθώς επίσης φυτικών υπολειμμάτων. Επιπλέον, αυτή η διαδικασία έχει μερικά πλεονεκτήματα συγκριτικά με την αερόβια επεξεργασία, λόγω των χαμηλών ενεργειακών απαιτήσεων και της χαμηλής παραγωγής βιομάζας. Επίσης, θεωρείται μια βιώσιμη τεχνολογία, όσον αφορά την επεξεργασία οργανικών αποβλήτων και την ταυτόχρονη παραγωγή ενέργειας. Η αναερόβια χώνευση των οργανικών αποβλήτων είναι επίσης μια περιβαλλοντικά χρήσιμη τεχνολογία, καθώς, λόγω του κλειστού περιβάλλοντος που γίνεται η διαδικασία, αποτρέπεται η έξοδος μεθανίου στην ατμόσφαιρα και η καύση του μεθανίου δεν έχει καμία επίδραση στο ατμοσφαιρικό

διοξειδίο του άνθρακα και σε άλλα αέρια θερμοκηπίου. Η αναερόβια διαδικασία έχει μερικά μειονεκτήματα, όπως μεγάλους χρόνους κατακράτησης και χαμηλή αποτελεσματικότητα απομάκρυνσης οργανικών ενώσεων. Η χημική σύνθεση και δομή των λιγνοκυτταρινούχων υλικών (κελύφη καρπών, καρποί αραβοσίτου, χορτάρια, χαρτί, κ.α. (Sun et al. 2002), εμποδίζει τον ρυθμό βιοαποδόμησης των στερεών οργανικών αποβλήτων. Συνεπώς, απαιτούνται διάφορες φυσικές, ενζυματικές και χημικές προεπεξεργασίες, για την αύξηση της διαλυτότητας του υποστρώματος και την επιτάχυνση του ρυθμού βιοαποδόμησης των στερεών οργανικών αποβλήτων (Khalid et al. 2011).

Στάδια Αναερόβιας Χώνευσης

Η διαδικασία της αναερόβιας χώνευσης πραγματοποιείται σε τέσσερα διαδοχικά στάδια: υδρόλυση, γένεση οξέων, γένεση οξικού και γένεση μεθανίου. Η διαδικασία της αναερόβιας χώνευσης, εξαρτάται από τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ των διαφορετικών μικροοργανισμών που είναι σε θέση να πραγματοποιήσουν τα τέσσερα στάδια που αναφέρονται παραπάνω (Meegoda et al. 2018). Στην συνέχεια αναλύονται τα σχετικά στάδια.

Υδρόλυση (Hydrolysis)

Η υδρόλυση είναι το πρώτο στάδιο της αναερόβιας χώνευσης. Οι αναερόβιοι χωνευτές συνήθως έρχονται σε επαφή με οργανική βιομάζα που περιέχει πολύπλοκα πολυμερή, τα οποία δεν είναι προσβάσιμα στους μικροοργανισμούς, εάν δεν έχουν διασπαστεί περισσότερο μέσω υδρόλυσης ή προεπεξεργασίας (Meegoda et al. 2018). Σε αυτό το βήμα της αναερόβιας χώνευσης περιλαμβάνεται ο μετασχηματισμός, μέσω της παρεμβολής ενζύμων, αδιάλυτων οργανικών υλικών και ενώσεων υψηλής μοριακής μάζας, όπως λιπίδια, πολυσακχαρίτες, πρωτεΐνες, νουκλεϊκά οξέα, κ.α., σε διαλυτά οργανικά υλικά, δηλαδή σε ενώσεις κατάλληλες για χρήση ως πηγή ενέργειας, όπως μονοσακχαρίτες, αμινοξέα και άλλες απλές οργανικές ενώσεις (Adekunle et al. 2015). Στη διαδικασία της υδρόλυσης, τα υδρολυτικά βακτήρια εκκρίνουν εξωκυτταρικά ένζυμα, τα οποία μπορούν να μετατρέψουν τους υδατάνθρακες σε σάκχαρα, τα λιπίδια σε λιπαρά οξέα και τις πρωτεΐνες σε αμινοξέα. Κάποια υποστρώματα όπως η λιγνίνη, η κυτταρίνη και η ημικυτταρίνη, μπορεί να δυσκολεύονται στο να αποδομηθούν και μπορεί να μην είναι προσβάσιμα στα μικρόβια λόγω της σύνθετης δομής τους (Meegoda et al. 2018).

Γένεση οξέων (Acidogenesis)

Η γένεση οξέων (οξεογένεση) είναι το δεύτερο στην σειρά μέρος της αναερόβιας χώνευσης μετά την υδρόλυσης. Συνεπώς κατά την γένεση οξέων χρησιμοποιούνται τα προϊόντα της υδρόλυσης. Τα μονομερή που παράγονται στην υδρολυτική φάση απορροφώνται από διαφορετικά αναερόβια βακτήρια και αποδομούνται περαιτέρω σε οργανικά οξέα βραχείας αλυσίδας, όπως βουτυρικό οξύ, προπιονικό οξύ, οξικό οξύ, αλκοόλες, υδρογόνο και διοξείδιο του άνθρακα. Γενικά, κατά τη διάρκεια αυτής της φάσης, τα σάκχαρα, τα λιπαρά οξέα και τα αμινοξέα μετατρέπονται σε οργανικά οξέα και αλκοόλες (Adekunle et al. 2015).

Γένεση οξικού οξέος (Acetogenesis)

Με την παραγωγή οξικού οξέος μέσω οξεογένεσης, ένα μέρος του αρχικού υποστρώματος έχει ήδη μετατραπεί σε υπόστρωμα κατάλληλο για γένεση μεθανίου. Ωστόσο, άλλα παραγόμενα πτητικά λιπαρά οξέα (ΠΛΟ) δεν έχουν καταστεί ακόμη κατάλληλα προς μεθανογενείς μικροοργανισμούς. Συνεπώς, η γένεση οξικού οξέος είναι η διαδικασία με την οποία αυτά τα πτητικά λιπαρά οξέα και άλλα ενδιάμεσα μετατρέπονται σε οξικό οξύ, με παραγωγή και υδρογόνου (Meegoda et al. 2018).

Γένεση μεθανίου (Methanogenesis)

Η γένεση μεθανίου σηματοδοτεί το τελικό στάδιο της αναερόβιας χώνευσης. Σε αυτή τη φάση, πραγματοποιείται η παραγωγή μεθανίου και διοξειδίου του άνθρακα από τα ενδιάμεσα προϊόντα, μέσω μεθανιογόνων βακτηρίων υπό αυστηρές αναερόβιες συνθήκες. Η γένεση μεθανίου είναι ένα κρίσιμο βήμα σε ολόκληρη τη διαδικασία της αναερόβιας χώνευσης, καθώς είναι η πιο αργή βιοχημική αντίδραση της όλης διαδικασίας (Adekunle et al. 2015).

Σύντομη περιγραφή της διαδικασίας αναερόβιας χώνευσης

Τα οργανικά απόβλητα (πρωτεΐνες, υδατάνθρακες, λίπη) μετατρέπονται μέσω υδρόλυσης σε διαλυτά οργανικά μόρια (αμινοξέα, σάκχαρα και λιπαρά οξέα, αντίστοιχα), στην συνέχεια μέσω της γένεσης οξέων ένα μέρος των προϊόντων της υδρόλυσης μετατρέπεται απευθείας σε οξικό οξύ, υδρογόνο και διοξείδιο του άνθρακα. Το μέρος των προϊόντων της γένεσης οξέων που δεν έχουν μετατραπεί κατάλληλα, δηλαδή τα ενδιάμεσα προϊόντα (βουτυρικό οξύ, προπιονικό οξύ, κ.α.), υπόκεινται σε γένεση οξικού οξέος, που στην συγκεκριμένη διαδικασία παράγεται μόνο οξικό οξύ, υδρογόνο και διοξείδιο του άνθρακα. Η τελευταία διαδικασία είναι η γένεση μεθανίου,

μέσω της οποίας το οξικό οξύ, το υδρογόνο και το διοξείδιο του άνθρακα μετατρέπονται σε μεθάνιο και διοξείδιο του άνθρακα (Abdelgadir et al. 2015).

Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα αναερόβιας χώνευσης (Καλιαμπάκος και Μαυρόπουλος 2001)

Κάποια από τα βασικότερα πλεονεκτήματα της αναερόβιας χώνευσης είναι:

- α) μηδενική εκπομπή αερίων θερμοκηπίου,
- β) οι εγκαταστάσεις δεν καταλαμβάνουν πολύ χώρο,
- γ) η διαδικασία μπορεί να ελεγχθεί με ευκολία,
- δ) δεν εκπέμπονται δυσάρεστες οσμές
- ε) παράγεται βιοαέριο.

Αντίθετα, κάποια από τα μειονεκτήματα είναι:

- α) ο όγκος του αρχικού υλικού διατηρείται,
- β) υπάρχει δυσκολία ως προς την επεξεργασία φυτικών υλικών προέλευσης,
- γ) ανάγκη νερού για την αραίωση.

Πίνακας 44. Κοινή Βιομάζα για παραγωγή Βιοαερίου (Adekunle et al. 2015)

Οργανικά κλάσματα αστικών στερεών απορριμμάτων και υπόλειμμα τροφίμων
Γεωργικά υπολείμματα και υποπροϊόντα
Βιοαποδομήσιμα οργανικά απόβλητα από βιομηχανίες τροφίμων και αγροτικών προϊόντων
Ειδικές ενεργειακές καλλιέργειες
Ίλύς καθαρισμού λυμάτων
Ζωική κοπριά και υγρή κοπριά

4.1.2 Παραγωγή πρωτογενούς ενέργειας από βιοαέρια για τα έτη 2010 και 2019 στην ΕΕ-27

Σύμφωνα με την Eurostat επισημαίνεται ότι η παραγωγή πρωτογενούς ενέργειας αντιστοιχεί στο ενεργειακό περιεχόμενο (καθαρή θερμογόνο δύναμη) των παραγόμενων βιοαερίων, συμπεριλαμβανομένων των αερίων που καταναλώνονται στην εγκατάσταση για τις διαδικασίες ζύμωσης, με εξαίρεση το αέριο καύσης. Στα στατιστικά της Eurostat περιλαμβάνονται τα εξής βιοαέρια: βιολογικά αέρια από αναερόβια ζύμωση (αέριο από χώρους υγειονομικής ταφής, αέρια λυματολάσπης, άλλα βιοαέρια από αναερόβια ζύμωση) και βιοαέρια από θερμικές διεργασίες (Energy Statistics of the European Union 2015).

Πίνακας 45. Παραγωγή πρωτογενούς ενέργειας από βιοαέρια στην ΕΕ-27 για τα έτη 2010 και 2019 (www.ec.europa.eu/eurostat)

Χώρες	2010 PJ	2019 PJ	Μεταβολή μεταξύ των ετών 2010 και 2019
ΕΕ-27	292,89	589,44	296,53 PJ (101,24%)
Βέλγιο	5,96	9,708	3,77 PJ (63,39%)
Βουλγαρία	0,112	2,133	2,02 PJ (1803,53%)
Τσεχία	7,398	24,331	16,93 PJ (228,85%)
Δανία	4,336	16,6	12,27 PJ (283,05%)
Γερμανία	182,53	316,08	133,55 PJ (73,16%)
Εσθονία	0,155	0,581	0,42 PJ (274,41%)
Ιρλανδία	2,445	2,091	-0,354 PJ (-14,58%)
Ελλάδα	2,065	5,232	3,17 PJ (153,57%)
Ισπανία	11,6	10,898	-0,7 PJ (-6,052%)
Γαλλία	18,38	40,888	22,5 PJ (122,33%)
Κροατία	0,298	3,441	3,15 PJ (1065,85%)
Ιταλία	21,25	84,288	63,04 PJ (296,69%)
Κύπρος	0,274	0,578	0,3 PJ (110,52%)
Λετονία	0,558	3,376	2,82 PJ (504,51%)
Λιθουανία	0,418	1,632	1,21 PJ (290,51%)
Λουξεμβούργο	0,490	0,753	0,28 PJ (53,67%)
Ουγγαρία	1,516	3,769	2,25 PJ (148,45%)
Μάλτα	0,059 (2011)	0,068	0,01 PJ (16,56%) (2011-2019)
Ολλανδία	11,984	14,903	2,92 PJ (24,36%)
Αυστρία	6,662	8,975	2,31 PJ (34,75%)
Πολωνία	4,797	12,498	7,7 PJ (160,58%)
Πορτογαλία	1,287	3,355	2,07 PJ (160,78%)
Ρουμανία	0,547 (2011)	0,794	0,25 PJ (45,69%) (2011-2019)
Σλοβενία	1,273	0,929	-0,34 PJ (-26,91%)
Σλοβακία	0,600	5,984	5,39 PJ (901,2 %)
Φινλανδία	1,692	7,941	6,25 PJ (369,14%)
Σουηδία	4,654	7,6	2,95 PJ (63,39%)

Σύμφωνα με τον Πίνακα 45 προκύπτει το συμπέρασμα ότι σχεδόν σε όλες τις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης αυξήθηκε η παραγωγή πρωτογενούς ενέργειας από την επεξεργασία βιοαερίων το 2019 σε σχέση με το 2010. Για παράδειγμα, στην Ελλάδα το 2019 παρήχθησαν 5,232 PJ, λόγω ενεργειακής αξιοποίησης βιοαερίων, ενώ το 2010

είχαν παραχθεί 2,065 PJ. Συνεπώς το 2019 παρατηρήθηκε αύξηση της τάξεως του 153,57% σε σχέση με το 2010. Επίσης, τεράστιες αυξήσεις παραγωγής πρωτογενούς ενέργειας από βιοαέρια παρατηρήθηκαν στη Σλοβακία (901,2%), στη Λετονία (504,51%) στην Κροατία (1065,85%) και στη Βουλγαρία (1803,53%). Οι χώρες στις οποίες παρατηρήθηκε μείωση το 2019 σε σχέση με το 2010, ήταν η Σλοβενία (-0,34 PJ ή -26,91%), η Ισπανία (-0,7 PJ ή -6,052%) και η Ιρλανδία (-0,34 PJ ή -14,58%).

4.1.3 Παραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας από βιοαέρια στην ΕΕ-27 τα έτη 2010 και 2019

Στους Πίνακες 46 και 47 παρουσιάζεται η παραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας από βιοαέρια (αέριο από τους χώρους υγειονομικής ταφής, αέριο λυματολάσπης, άλλα βιοαέρια από την αναερόβια ζύμωση και βιοαέρια από θερμική επεξεργασία), σύμφωνα με τα δεδομένα της Eurostat για τα έτη 2010 και 2019, και τα ποσοστά μεταβολής μεταξύ των δύο ετών, τα οποία παρατηρήθηκαν σε κάθε μια χώρα της ΕΕ-27.

Πίνακας 46. Παραγωγή ηλεκτρισμού από βιοαέρια στην ΕΕ-27 το 2010 και 2019
(www.ec.europa.eu/eurostat)

Χώρες	2010 TWh	2019 TWh	Μεταβολή μεταξύ των ετών 2010 και 2019
ΕΕ-27	26,209	54,951	28,742 TWh (109,6%)
Βέλγιο	0,57	0,946	0,376 TWh (65,96%)
Βουλγαρία	0,0155	0,230	0,2145 TWh (1383,8%)
Τσεχία	0,634	2,528	1,894 TWh (298,7%)
Δανία	0,356	0,635	0,279 TWh (78,37%)
Γερμανία	17,548	32,91	15,362 TWh (87,54%)
Εσθονία	0,01	0,038	0,028 TWh (280%)
Ιρλανδία	0,204	0,185	-0,019 TWh (-9,31%)
Ελλάδα	0,19	0,377	0,187 TWh (98,42%)
Ισπανία	0,848	0,904	0,056 TWh (6,6%)
Γαλλία	1,005	2,587	1,582 TWh (157,41%)
Κροατία	0,03	0,401	0,371 TWh (1236,6%)
Ιταλία	2,054	8,276	6,222 TWh (302,92%)
Κύπρος	0,035	0,057	0,022 TWh (62,85%)
Λετονία	0,056	0,352	0,296 TWh (528,57%)
Λιθουανία	0,031	0,154	0,123 TWh (396,77%)
Λουξεμβούργο	0,055	0,071	0,016 TWh (29%)
Ουγγαρία	0,117	0,318	0,201 TWh (171,8%)
Μάλτα	0,0049 (2011)	0,0064	0,0015 TWh (30,61%) (2011-2019)
Ολλανδία	1,027	0,894	-0,133 TWh (-12,95%)
Αυστρία	0,646	0,611	-0,035 TWh (-5,41%)
Πολωνία	0,398	1,135	0,737 TWh (185,17%)
Πορτογαλία	0,099	0,264	0,165 TWh (166,6%)
Ρουμανία	0,0085 (2011)	0,053	0,0445 TWh (523,52%) (2011-2019)
Σλοβενία	0,097	0,094	-0,003 TWh (-3,09%)
Σλοβακία	0,034	0,534	0,5 TWh (1470,6 %)
Φινλανδία	0,106	0,363	0,257 TWh (242,45%)
Σουηδία	0,036	0,017	-0,019 TWh (-52,77%)

Από τον Πίνακα 46 προκύπτει το συμπέρασμα ότι σχεδόν σε όλες τις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης αυξήθηκε η παραγωγή ηλεκτρισμού από την επεξεργασία βιοαερίων το 2019 σε σχέση με το 2010. Για παράδειγμα, στην Ελλάδα το 2019 παρήχθησαν 0,377 TWh ηλεκτρισμού, λόγω ενεργειακής αξιοποίησης βιοαερίων, ενώ το 2010 είχαν παραχθεί 0,19 TWh, δηλαδή αύξηση της τάξεως του 98,42%. Επίσης μεγάλη αύξηση παραγωγής ηλεκτρισμού από βιοαέρια παρατηρήθηκε στη Σλοβακία (1470,5%), στη Ρουμανία (523,52%, 2011-2019), στη Λετονία (528,57%) στην Κροατία (1236,6%) και στη Βουλγαρία (1383,8%). Οι χώρες στις οποίες παρατηρήθηκε μείωση ως προς την παραγωγή ηλεκτρισμού από βιοαέρια ήταν η Σουηδία (-0,019 TWh ή -52,77%) η Σλοβενία (-0,003 TWh ή -3,92%) η Αυστρία (-0,035 TWh ή -5,41%) η Ολλανδία (-0,133 TWh ή -12,95%) και η Ιρλανδία (-0,019 TWh ή -9,31%).

Πίνακας 47. Παραγωγή θερμότητας από βιοαέρια στην ΕΕ-27 το 2010 και 2019
(www.ec.europa.eu/eurostat)

Χώρες	2010 PJ	2019 PJ	Μεταβολή μεταξύ των ετών 2010 και 2019
ΕΕ-27	7,045	40,42	33,38 PJ (473,78%)
Βέλγιο	0,275	0,546	0,27 PJ (97,38%)
Βουλγαρία	0,055 (2014)	0,216	0,16 PJ (294,73%) (2014-2019)
Τσεχία	0,256	0,712	0,45 PJ (177,07%)
Δανία	1,173	2,037	0,87 PJ (74,15%)
Γερμανία	1,509	16,45	14,95 PJ (990,93%)
Εσθονία	0,064	0,077	0,01 PJ (20,9%)
Ιρλανδία	0	0	0 PJ (0%)
Ελλάδα	0	0	0 PJ (0%)
Ισπανία	0	0	0 PJ (0%)
Γαλλία	0,366	3,226	2,86 PJ (787,12%)
Κροατία	0,063	0,513	0,45 PJ (711,42%)
Ιταλία	1,029	11,484	10,46 PJ (1019,29%)
Κύπρος	0,005	0,051	0,05 PJ (914,28%)
Λετονία	0,05	0,806	0,76 PJ (1523,2%)
Λιθουανία	0,018	0,103	0,08 PJ (472%)
Λουξεμβούργο	0,032	0,105	0,07 PJ (223,33%)
Ουγγαρία	0,121	0,125	0,004 PJ (3,27%)
Μάλτα	0,005 (2011)	0,000881	-0,004119 PJ(-81,15%) (2011-2019)
Ολλανδία	0,282	0,372	0,09 PJ (31,54%)
Αυστρία	0,307	0,188	-0,119 PJ (-38,75%)
Πολωνία	0,106	1,004	0,898 PJ (845,57%)
Πορτογαλία	0	0	0 PJ (0%)
Ρουμανία	0,024	0,196	0,172 PJ (725,75%)
Σλοβενία	0,194	0,185	-0,009 PJ (-4,08%)
Σλοβακία	0,07	0,669	0,599 PJ (853,6 %)
Φινλανδία	0,369	0,875	0,506 PJ (138,23%)
Σουηδία	0,731	0,469	-0,262 PJ (-35,96%)

Από τον Πίνακα 47 συμπεραίνεται ότι στις περισσότερες χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης το 2019 αυξήθηκε η παραγωγή θερμότητας από την επεξεργασία βιοαερίων, σε σχέση με το 2010. Για παράδειγμα, στην Γερμανία το 2019 παρήχθησαν 16,45 PJ

θερμότητας, λόγω ενεργειακής αξιοποίησης βιοαερίων, ενώ το 2010 είχαν παραχθεί 1,509 PJ, δηλαδή παρατηρήθηκε αύξηση της τάξεως του 990,93%. Επίσης, μεγάλη αύξηση της παραγωγής θερμότητας από βιοαέρια παρατηρήθηκε στη Σλοβακία (853,6%), στην Ρουμανία (725,75%, 2011-2019), στην Λετονία (1523,2%) στην Κροατία (711,2%), στην Γαλλία (787,12%), στην Ιταλία (1019,29%) και στην Κύπρο (914,28%). Οι χώρες στις οποίες παρατηρήθηκε μείωση, το 2019 σε σχέση με το 2010, ως προς την παραγωγή θερμότητας από βιοαέρια, ήταν η Σουηδία (-0,262 PJ ή -35,96%) η Σλοβενία (-0,009 PJ ή -4,08%) η Αυστρία (-0,119 PJ ή -38,75%) και η Μάλτα (-0,004119 PJ ή -81,15%).

4.2 ΘΕΡΜΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΓΙΑ ΑΝΑΚΤΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Όπως αναφέρθηκε και στην παράγραφο 4.1 της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας, οι μέθοδοι θερμικής επεξεργασίας αποβλήτων για ανάκτηση ενέργειας είναι η αποτέφρωση, η πυρόλυση, η αεριοποίηση και η τεχνολογία πλάσματος. Παρακάτω αναλύεται η κάθε μια μέθοδος ξεχωριστά. Γενικά, οι θερμικές μέθοδοι επεξεργασίας έχουν ως στόχο την μείωση του όγκου των στερεών αποβλήτων, την μετατροπή τους σε θερμότητα ή ηλεκτρισμό ή σε άλλες μορφές χρήσιμες προς αξιοποίηση.

Αποτέφρωση (Incineration) Στερεών Αποβλήτων

Ως αποτέφρωση των απορριμμάτων θεωρείται η οξείδωσή τους, εννοώντας την ένωση των χημικών στοιχείων των στερεών αποβλήτων με το οξυγόνο (Καλιαμπάκος και Μαυρόπουλος 2001).

Στην Οδηγία 2010/75/EK, δίνονται οι ορισμοί σχετικά με τις μονάδες αποτέφρωσης και συναποτέφρωσης αποβλήτων. Αναλυτικά (Οδηγία 2010/75/EE):

Ως μονάδα αποτέφρωσης χαρακτηρίζεται “κάθε σταθερή ή κινητή τεχνική μονάδα με τον εξοπλισμό της, που προορίζεται αποκλειστικά για θερμική επεξεργασία αποβλήτων, με ή χωρίς ανάκτηση της θερμότητας που εκλύεται κατά την καύση, μέσω της αποτέφρωσης αποβλήτων με οξείδωση καθώς και άλλων τεχνικών θερμικής επεξεργασίας όπως η πυρόλυση, η αεριοποίηση ή η τεχνική πλάσματος, εφόσον οι ουσίες που προέρχονται από την επεξεργασία στη συνέχεια αποτεφρώνονται”.

Ως μονάδα συναποτέφρωσης χαρακτηρίζεται “κάθε σταθερή ή κινητή τεχνική μονάδα της οποίας κύρια αποστολή είναι η παραγωγή ενέργειας ή η παραγωγή υλικών προϊόντων και στην οποία χρησιμοποιούνται απόβλητα ως σύνθετες ή συμπληρωματικό καύσιμο, ή στην οποία τα απόβλητα υφίστανται θερμική επεξεργασία για τη διάθεσή τους μέσω αποτέφρωσης αποβλήτων με οξείδωση καθώς και άλλων τεχνικών θερμικής επεξεργασίας, όπως η πυρόλυση, η αεριοποίηση ή η τεχνική πλάσματος, εφόσον οι ουσίες που προέρχονται από την επεξεργασία στη συνέχεια αποτεφρώνονται”.

Διαδικασία αποτέφρωσης (ή καύση) Στερεών Αποβλήτων (Καλιαμπάκος και Μαυρόπουλος 2001)

Στην διαδικασία της καύσης πραγματοποιούνται τα εξής στάδια: Ξήρανση, θερμική διάσπαση οργανικών ενώσεων, απαερίωση και κύρια καύση. Αναλυτικά:

1) **Ξήρανση:** Η θερμότητα που απαιτείται για την ξήρανση εξαρτάται από το ποσοστό υγρασίας και τη σύνθεση των απορριμμάτων. Η ξήρανση των απορριμμάτων πραγματοποιείται σε θερμοκρασία περίπου 100°C.

2) **Θερμική διάσπαση των οργανικών ενώσεων:** Στην διαδικασία αυτή, απομακρύνονται τα πτητικά υλικά και πραγματοποιείται στους 250 °C - 900 °C.

3) **Απαερίωση:** Στη συγκεκριμένη διαδικασία τα ανθρακούχα υλικά μετατρέπονται σε αέριο καύσιμο υλικό μέσω υψηλών θερμοκρασιών (800°C-1150 °C). Όμως η θερμοκρασία δεν πρέπει να υπερβαίνει τους 1150°C διότι δημιουργούνται προβλήματα (π.χ. τήξη τέφρας κ.α.).

4) **Κύρια καύση:** Πρόκειται για τη διαδικασία πλήρους οξειδωσης των αποβλήτων σε οξείδια του αζώτου (NOx) και του θείου (SOx), νερό (H₂O) και διοξείδιο του άνθρακα (CO₂).

Υπάρχουν δύο είδη συμβατικών μονάδων αποτέφρωσης. Εκείνες οι οποίες λειτουργούν με απορριματογενές ανακατωμένο στερεό καύσιμο (RDF) και εκείνες οι οποίες διαχειρίζονται απορρίμματα τα οποία έχουν προεπεξεργαστεί ελάχιστα.

Απορριματογενές ανακτώμενο στερεό καύσιμο SRF (Solid Recovered Fuel) η RDF (Refuse Derived Fuel)

Σύμφωνα με την ΚΥΑ 56366/4351/2014, ως απορριματογενές ανακτώμενο στερεό καύσιμο SRF (Solid Recovered Fuel) ή RDF (Refuse Derived Fuel) χαρακτηρίζεται το “καύσιμο που ανακτάται κατά την μηχανική-βιολογική επεξεργασία των σύμμεικτων αστικών αποβλήτων και πληροί τις προδιαγραφές της ευρύτερης κατηγοριοποίησης των στερεών ανακτηθέντων καυσίμων SRF σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ EN 15359:2011. Το ομογενοποιημένο ξηρό κλάσμα, που αποτελείται κυρίως από χαρτί, πλαστικά και σε μικρότερο βαθμό άλλα καύσιμα (κάποια ή όλα εκ των υλικών: λάστιχο, ξύλο, ύφασμα, δέρμα) και μη καύσιμα υλικά, διαθέτει υψηλότερη θερμογόνο δύναμη από τα σύμμεικτα αστικά απόβλητα” (Φ.Ε.Κ. 3339/Β` 12.12.2014).

Πίνακας 48. Κατηγοριοποίηση SRF, σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ EN 15359:2011 (Φ.Ε.Κ. 3339/Β` 12.12.2014)

Παράμετρος	Μονάδα Μέτρησης	Κλάση 1	Κλάση 2	Κλάση 3	Κλάση 4	Κλάση 5
“Μέση κατώτερη θερμογόνος αξία”	“MJ/ kg”	“≥25”	“≥20”	“≥15”	“≥10”	“≥3”
“Μέση περιεκτικότητα σε χλώριο” (Cl)	“% σε ξηρή βάση”	“≤ 0,2”	“≤ 0,6”	“≤ 1”	“≤ 1,5”	“≤ 3”
“Διάμεσος της περιεκτικότητας σε υδράργυρο” (Hg)	“mg/ MJ”	“≤ 0,02”	“≤ 0,03”	“≤ 0,08”	“≤ 0,15”	“≤ 0,5”
“80% των τιμών της περιεκτικότητας σε υδράργυρο” (Hg)	“mg/ MJ”	“≤ 0,04”	“≤ 0,06”	“≤ 0,16”	“≤ 0,3”	“≤ 1”

Πίνακας 49. Ταξινόμηση καυσίμων από απόβλητα (Αναστασάκης 2001)

Κατηγορία απορριματογενούς καυσίμου RDF	Υγρασία (%)	Απόδοση διαχωρισμού (%)	Ενεργειακή απόδοση (kcal/kg)	Ανώτερη θερμογόνος δόνημη (kcal/kg)	Τέφρα (%)
RDF-1 (ΑΣΑ, τα οποία χρησιμοποιούνται ως καύσιμο (με εξαίρεση τα ογκώδη απόβλητα)	15-30	90-100	2200-2800	2500-2750	24
RDF-1 (ΑΣΑ μετά από επεξεργασία συμπεριλαμβανομένων ή όχι των σιδηρούχων μετάλλων (χονδρομερή τεμάχια -15 cm)	26-29	80-95	2000-2450	2500-2600	20-21
RDF-3 (διαχωρισμένο καύσιμο ΑΣΑ από γυαλί, ανόργανα στοιχεία και μέταλλα (ελαττωμένα τεμάχια - 50 mm)	18-25	50-85	1650-2500	2700-3600	7-21
RDF-4 (καύσιμα απόβλητα, τα οποία έχουν διαχωριστεί (λεπτομερή τεμάχια -89 mm)	3-5	40-50	1750-220	4200-4450	12-15
RDF-5 (συμπιεσμένα σε κύβους ή συσφαιρώματα καύσιμα απόβλητα)	15-23	-	-	3200-3700	9-23
RDF-6 (Σε υγρή μορφή καύσιμα απόβλητα)	14	23	1100	4700	2
RDF-7 (Σε αέρια μορφή καύσιμα απόβλητα)	6	-	1900	270-320 btu/ft ³	-

Ικανότητα αποτέφρωσης αποβλήτων

Για να οριστεί η ικανότητα αποτέφρωσης αποβλήτων, λαμβάνονται υπόψη οι παρακάτω παράγοντες (Thobanoglous and Kreith 2002):

- 1) **Περιεχόμενο υγρασίας αποβλήτων:** Όσο περισσότερη υγρασία έχει ένα απόβλητο, τόσο περισσότερο καύσιμο χρειάζεται για την καταστροφή του. Για παράδειγμα, απόβλητο ιλύος με μικρό ποσοστό στερεών ή υδαρές απόβλητο με μεγάλο ποσοστό υγρασίας, μπορούν να θεωρηθούν ως μη καλής ποιότητας απόβλητα για αποτέφρωση.
- 2) **Θερμογόνος δύναμη:** Η αποτέφρωση είναι μία θερμική διεργασία, όπου τα απόβλητα υποβαθμίζονται σε μία σηπτική μορφή, με την εφαρμογή και την διατήρηση μιας πηγής θέρμανσης. Η αποτέφρωση δεν θα αποτελούσε πρακτική μέθοδο επεξεργασίας αποβλήτων, χωρίς σημαντική θερμογόνο δύναμη. Για παράδειγμα ένα απόβλητο με θερμογόνο δύναμη μικρότερη από 555,6 kcal/Kg, δεν θεωρείται κατάλληλο για αποτέφρωση.
- 3) **Ανόργανα Άλατα:** Τα απόβλητα, τα οποία είναι πλούσια σε αλκαλικά και ανόργανα άλατα, θεωρούνται ακατάλληλα ώστε να υποστούν επεξεργασία σε ένα συμβατικό σύστημα αποτέφρωσης.
- 4) **Υψηλό περιεχόμενο σε αλογόνα ή θείο:** Λόγω της παρουσίας θειούχων και χλωριούχων ενώσεων στα απόβλητα, προκαλείται η παραγωγή όξινων συστατικών στα απαέρια.
- 5) **Ραδιενεργά Απόβλητα:** Ένας αποτεφρωτήρας θα πρέπει να χρησιμοποιείται για την καύση ραδιενεργών αποβλήτων, μόνο εάν έχει σχεδιαστεί για το συγκεκριμένο σκοπό.

Τύποι αποτεφρωτήρων στερεών αποβλήτων (Thobanoglous and Kreith 2002)

- 1) Ανοιχτή Καύση
- 2) Αποτεφρωτήρες περιστρεφόμενης καμίνου
- 3) Αποτεφρωτήρες ανοιχτού θαλάμου
- 4) Αποτεφρωτήρες μονού θαλάμου
- 5) Αποτεφρωτήρες ελεγχόμενου αέρα
- 6) Διάθεση στην κεντρική μονάδα
- 7) Καυστήρες κώνου
- 8) Αποτεφρωτήρες πολλαπλών θαλάμων

Πυρόλυση (Pyrolysis)

Η πυρόλυση χαρακτηρίζεται ως η διαδικασία θερμικής διάσπασης στερεών καυσίμων, η οποία πραγματοποιείται σε περιβάλλον απουσίας οξυγόνου ή υπό συνθήκες περιορισμένου οξυγόνου και έχει ως τελικά προϊόντα αέρια (διοξείδιο του άνθρακα,

μεθάνιο, υδρογόνο, κ.α.), υγρά (μείγμα ελαιώδους μορφής υψηλού ιξώδους και πυκνότητας αποτελούμενο από οξυγονομένους υδρογονάνθρακες, μεθανόλη, ακετόνη και οξικό οξύ) και στερεά (υπόλειμμα αποτελούμενο από σχεδόν στερεό άνθρακα) (Καλιαμπάκος και Μαυρόπουλος 2001). Η συγκεκριμένη διαδικασία απαιτεί θερμοκρασίες από 400°C έως και 500°C, αν και μπορεί να πραγματοποιηθεί και σε ακόμα υψηλότερες θερμοκρασίες (Uddin et al. 2018). Η γρήγορη πυρόλυση (fast pyrolysis) χρησιμοποιείται για τη μεγιστοποίηση των αερίων και των υγρών προϊόντων ενώ η αργή πυρόλυση (slow pyrolysis) χρησιμοποιείται για τη μεγιστοποίηση της παραγωγής εξανθρακομμάτων (υπολειμματικό στερεό υλικό) (Bridgewater and Bridge 1991).

Σύστημα πυρόλυσης

Αρχικά τα απόβλητα που εισάγονται στο σύστημα, ταξινομούνται για την απομάκρυνση του γυαλιού των χαρτονιών και των μετάλλων. Στην συνέχεια, εισάγονται στο σύστημα άλεσης και το τεμαχισμένο υλικό οδηγείται σε μαγνητικό διαχωριστή, με σκοπό να απομακρυνθούν τα υπολείμματα σιδηρούχων μετάλλων. Μετά από τις παραπάνω διεργασίες, το τεμαχισμένο υλικό οδηγείται προς τον πυρολυτικό μετατροπέα, όπου μέσω αυτού, πραγματοποιείται η ανάκτηση αερίου και εξανθρακώματος (υπολειμματικό στερεό υλικό), τα οποία αποθηκεύονται στο τέλος της διαδικασίας (Thobanoglous and Kreith 2002).

Αεριοποίηση (Gasification)

Η αεριοποίηση είναι μια από τις θερμικές διεργασίες μετατροπής, διαθέσιμη για την θερμική επεξεργασία στερεών αποβλήτων (Belgiorno et al. 2003). Η αεριοποίηση της βιομάζας είναι μια διαδικασία ατελούς καύσης (μερική παρουσία οξυγόνου) της βιομάζας, με αποτέλεσμα την παραγωγή καύσιμων αερίων αποτελούμενων από υδρογόνο, μονοξείδιο του άνθρακα και μεθάνιο (Rajvanshi 1986). Στην διαδικασία της μερικής οξείδωσης οργανικών ουσιών, χρησιμοποιούνται υψηλές θερμοκρασίες περίπου 550-1750°C. Η μερική οξείδωση επιτυγχάνεται περιορίζοντας την έκθεση στο οξυγόνο σε αυτές τις θερμοκρασίες, έτσι ώστε το συνθετικό αέριο (syngas) που παράγεται να μην καίγεται, με σκοπό να είναι δυνατή η συλλογή και η αποθήκευσή του, ώστε να χρησιμοποιηθεί στο μέλλον. Συνεπώς, οι βιομηχανίες μπορούν να χρησιμοποιήσουν αργότερα το αποθηκευμένο συνθετικό αέριο (syngas), ως καύσιμο, για την παραγωγή θερμότητας ή / και ηλεκτρικής ενέργειας ή την μετατροπή του σε αιθανόλη. Το συνθετικό αέριο (syngas) αποτελείται από υδρογόνο (H₂), μεθάνιο (CH₄), μονοξείδιο του άνθρακα (CO), διοξείδιο του άνθρακα (CO₂), νερό (H₂O) και άζωτο (N₂) με πολύ μικρές ποσότητες άλλων υδρογονανθράκων όπως αιθάνιο και προπάνιο (Foster et al. 2021).

Στάδια αεριοποίησης

Η διαδικασία της αεριοποίησης αποτελείται τα εξής στάδια: Οξείδωση, Ξήρανση, Πυρόλυση και Αναγωγή (Molino et al. 2016). Αναλυτικά:

Οξείδωση: Πρόκειται για μια αντίδραση μεταξύ της στερεής βιομάζας και του οξυγόνου στον αέρα, με αποτέλεσμα τον σχηματισμό διοξειδίου του άνθρακα. Το υδρογόνο που υπάρχει στη βιομάζα οξειδώνεται επίσης και παράγεται νερό. Λόγω της οξείδωσης του άνθρακα και του υδρογόνου, απελευθερώνεται μεγάλη ποσότητα θερμότητας. Επίσης, υπάρχει πιθανότητα μερικής οξείδωσης του άνθρακα, με αποτέλεσμα την παραγωγή μονοξειδίου του άνθρακα (Puig-Arnavat et al. 2010).

Ξήρανση: Η διαδικασία της ξήρανσης αναφέρεται στην εξάτμιση της υγρασίας που εμπεριέχεται στην πρώτη ύλη. Η θερμότητα που απαιτείται στο συγκεκριμένο στάδιο, εξαρτάται από την περιεκτικότητα σε υγρασία της πρώτης ύλης. Η θερμότητα που απαιτείται στην ξήρανση εξαρτάται από τα άλλα στάδια της διαδικασίας (Molino et al. 2016).

Πυρόλυση: Πρόκειται για την θερμική αποσύνθεση της βιομάζας απουσία οξυγόνου, όπου μέσω της συγκεκριμένης διαδικασίας, μειώνονται οι πτητικές ουσίες της βιομάζας με αποτέλεσμα την απελευθέρωση αερίων υδρογονανθράκων λόγω της αναγωγής της βιομάζας σε στερεό άνθρακα (Puig-Arnavat et al. 2010).

Αναγωγή: Στο στάδιο της αναγωγής περιλαμβάνονται όλα τα προϊόντα των προηγούμενων σταδίων της πυρόλυσης και της οξείδωσης, με αποτέλεσμα το αέριο μείγμα και ο άνθρακας να αντιδρούν μεταξύ τους σχηματίζοντας το τελικό συνθετικό αέριο (syngas) (Molino et al. 2016).

Τύποι αντιδραστήρων αεριοποίησης

Οι τρεις βασικοί τύποι αντιδραστήρων αεριοποίησης είναι οι εξής: α) αντιδραστήρες σταθερής κλίνης (fixed bed), β) αντιδραστήρες ρευστοποιημένης κλίνης (fluidized bed) και γ) αντιδραστήρες ροής με παράσυρση (entrained flow). Αυτοί οι αντιδραστήρες έχουν την δυνατότητα να διαχειριστούν αστικά στερεά απόβλητα, αποξηραμένη λυματολάσπη, απορρίμματα τροφών, ορισμένους τύπους επικίνδυνων αποβλήτων κ.α. (Foster et al. 2021).

Τεχνολογία πλάσματος

Η τεχνολογία του πλάσματος αναφέρεται στην δημιουργία ενός ηλεκτρικά ιονισμένου αερίου, το οποίο προκύπτει από την θέρμανση της ύλης σε θερμοκρασίες μεγαλύτερες των 5000°C (Lean-Quiros 2004).

1) **Πυρόλυση πλάσματος (Plasma Pyrolysis):** Θερμική αποδόμηση χημικών συστατικών χωρίς οξείδωση.

2) **Αεριοποίηση πλάσματος (Plasma gasification):** Πρόκειται για την διαδικασία ατελούς οξείδωσης οργανικών συστατικών και αποβλήτων, με αποτέλεσμα την παραγωγή ενός καύσιμου αερίου, μείγμα μονοξειδίου του άνθρακα με υδρογόνο (συνθετικό αέριο) με κάποια άλλα αέρια που μπορεί να περιλαμβάνονται. Αυτό το αέριο είναι δυνατόν να αξιοποιηθεί για την παραγωγή υδρογόνου, για χρήση ως καύσιμο σε κινητήρες αερίου ώστε να παραχθεί ηλεκτρική ενέργεια, κ.α.

3) **Συμπύκνωση πλάσματος και υαλοποίηση στερεών αποβλήτων.**

Για τα στερεά με υψηλά κλάσματα οργανικών ουσιών πραγματοποιούνται οι συνδυασμοί των διαδικασιών που αναφέρονται παραπάνω, δηλαδή συνδυασμός πυρόλυσης και αεριοποίησης του πλάσματος ή συνδυασμός αεριοποίησης και συμπύκνωσης του πλάσματος (Heberlein and Murphy 2008).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο

5.1 Ο ΡΟΛΟΣ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΣΤΗΝ ΚΥΚΛΙΚΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ

Όπως περιγράφεται και στο 3^ο κεφάλαιο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας, το έτος 2015, παρουσιάστηκε από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή η Ανακοίνωση COM-(2015)-614, σχετικά με το σχέδιο δράσης της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την Κυκλική Οικονομία. Στην τρίτη παράγραφο (Διαχείριση αποβλήτων) της συγκεκριμένης Ανακοίνωσης, αναφέρεται ότι η Επιτροπή θα εξέταζε πώς θα ήταν δυνατόν να βελτιστοποιηθεί ο ρόλος της ενεργειακής αξιοποίησης αποβλήτων, χωρίς φυσικά να απειληθεί η επίτευξη υψηλότερων ποσοστών ανακύκλωσης και επαναχρησιμοποίησης, και πώς θα μπορούσε να αξιοποιηθεί το αντίστοιχο ενεργειακό δυναμικό. Κατόπιν τούτου, το 2017 παρουσιάστηκε η Ανακοίνωση COM-(2017)-34 της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, σχετικά με τον ρόλο της παραγωγής ενέργειας από απόβλητα στην Κυκλική Οικονομία, η οποία εστιάζει στην ανάκτηση ενέργειας από απόβλητα και στη θέση που κατέχει η διαδικασία αυτή στην Κυκλική Οικονομία. Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Επιτροπή, επισημαίνεται ότι βασικός στόχος της συγκεκριμένης Ανακοίνωσης, είναι να διασφαλίσει ότι η ενεργειακή αξιοποίηση των αποβλήτων στην Ε.Ε., στηρίζει τους στόχους του σχεδίου δράσης της Κυκλικής Οικονομίας και λειτουργεί σύμφωνα με την ιεράρχηση των αποβλήτων (Πίνακας 12). Αναφορικά με την παραγωγή ενέργειας από απόβλητα, εκτός της αποτέφρωσής τους, περιλαμβάνονται και διάφορες άλλες διαδικασίες επεξεργασίας αποβλήτων με σκοπό την παραγωγή ενέργειας από αυτά, όπως με τη μορφή ηλεκτρικού ρεύματος και θερμότητας ή παραγωγής καυσίμων που προέρχονται απόβλητα.

Η Ανακοίνωση COM-(2017)-34 καλύπτει τις διαδικασίες παραγωγής ενέργειας από απόβλητα, οι οποίες αναφέρονται παρακάτω:

- 1) “Συναποτέφρωση αποβλήτων σε μονάδες καύσης (π.χ. σε μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας) καθώς και στην παραγωγή τσιμέντου και ασβέστη”.
- 2) “Αποτέφρωση αποβλήτων σε ειδικές εγκαταστάσεις”.
- 3) “Αναερόβια ζύμωση βιοαποδομήσιμων αποβλήτων”.
- 4) “Παραγωγή στερεών, υγρών και αέριων καυσίμων από απόβλητα”.
- 5) “Άλλες διαδικασίες που περιλαμβάνουν έμμεση αποτέφρωση μετά το στάδιο της πυρόλυσης ή της αεριοποίησης”.

Οι διαδικασίες, οι οποίες αναφέρονται παραπάνω, έχουν διαφορετικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις, συνεπώς κατέχουν και διαφορετική θέση στην ιεράρχηση των αποβλήτων. Για παράδειγμα, η αποτέφρωση και η συναποτέφρωση με περιορισμένη ανάκτηση ενέργειας θεωρούνται εργασίας διάθεσης (D10), η αναερόβια χώνευση οργανικών αποβλήτων κατά την οποία τα προϊόντα ζύμωσης ανακυκλώνονται θεωρείται εργασία ανακύκλωσης (R3) και οι εργασίες αποτέφρωσης και συναποτέφρωσης αποβλήτων με υψηλό επίπεδο ανάκτησης ενέργειας θεωρούνται εργασίες ανάκτησης (R1). Η

ιεράρχηση των αποβλήτων, αντιπροσωπεύει την προτιμώμενη περιβαλλοντική επιλογή από την άποψη του κλίματος, δηλαδή η αποφυγή της δημιουργίας αποβλήτων, η επαναχρησιμοποίηση και η ανακύκλωση τους, είναι προτιμότερες από την διάθεση σε ΧΥΤΑ ή την αποτέφρωση χωρίς ανάκτηση ενέργειας, λόγω μεγαλύτερων δυνατοτήτων μείωσης, των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου (Οδηγία 2008/98/ΕΚ, COM-(2017)-34, Οδηγία 2018/851/ΕΕ).

5.1.1 Αποδοτικότερες μέθοδοι ενεργειακής αξιοποίησης αποβλήτων σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Επιτροπή

Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Επιτροπή, θεωρείται ότι με την κατάλληλη εφαρμογή μεθόδων, η ποσότητα της ενέργειας που ανακτάται από τα απόβλητα, θα ήταν δυνατόν να αυξηθεί κατά 29%, χρησιμοποιώντας την ίδια ποσότητα αποβλήτων. Παρακάτω αναφέρονται οι βέλτιστες τεχνικές αύξησης της ενεργειακής απόδοσης για τις διαδικασίες παραγωγής ενέργειας από απόβλητα, σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Επιτροπή (COM-(2017)-34):

1) **“Συναποτέφρωση σε εγκαταστάσεις καύσης”**: “Αεριοποίηση στερεού ανακτηθέντος καυσίμου (SRF) και συναποτέφρωση του παραγόμενου συνθετικού αερίου στην εγκατάσταση καύσης με σκοπό την αντικατάσταση ορυκτών καυσίμων στην παραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας”.

2) **“Συναποτέφρωση στην παραγωγή τσιμέντου και ασβέστη”**: “Μετατροπή της υπολειπόμενης θερμότητας σε ηλεκτρική ενέργεια μέσα σε κλιβάνους παραγωγής τσιμέντου”.

3) **“Αποτέφρωση αποβλήτων σε ειδικές εγκαταστάσεις”**:

α) “Χρήση υπερθερμαντήρων”,

β) “Αξιοποίηση της ενέργειας των καυσαερίων”,

γ) “Χρήση αντλιών θέρμανσης”,

δ) “Παροχή παγωμένου νερού σε δίκτυα τηλεψύξης”,

ε) “Διανομή θερμότητας από απόβλητα μέσω δικτύων τηλεθερμότητας χαμηλής θερμοκρασίας”.

4) **“Αναερόβια ζύμωση”**: “Αναβάθμιση του βιοαερίου σε βιομεθάνιο για περαιτέρω διανομή και χρήση (π.χ. διοχέτευση στο δίκτυο παροχής φυσικού αερίου και χρήση ως καύσιμο μεταφορών) ”.

5) “Ανώτερα επίπεδα ενεργειακής απόδοσης επιτυγχάνονται στις εγκαταστάσεις συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας (CHP), σε σχέση με εγκαταστάσεις που παράγουν μόνο θερμότητα η μόνο ηλεκτρισμό”.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η ενεργειακή αξιοποίηση αποβλήτων είναι η μόνη λύση, πριν την υγειονομική ταφή, ενός μη ανακυκλώσιμου αποβλήτου. Συνεπώς, προσφέρει πολλά περιβαλλοντικά οφέλη, καθώς μεγιστοποιείται η αξιοποίηση των αποβλήτων, μειώνονται οι ποσότητες που οδηγούνται προς υγειονομική ταφή, παράγεται ενέργεια είτε με την μορφή καυσίμου, είτε με την μορφή ηλεκτρισμού και θερμότητας, ικανοποιώντας ένα μέρος των ενεργειακών αναγκών των ανθρώπων και συμβάλλοντας στην διατήρηση των μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Επίσης, συνεισφέρει στην μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Σύμφωνα με τα παραπάνω γίνεται κατανοητό ότι η μέθοδος ενεργειακής αξιοποίησης αποβλήτων μπορεί να διαδραματίσει σημαντικό ρόλο στην κυκλική οικονομία, τηρώντας πάντα την ιεράρχηση των αποβλήτων σύμφωνα με την Νομοθεσία.

Όπως αναφέρεται και από την CEWER, σύμφωνα με δεδομένα του 2015, περίπου 90 εκατομμύρια τόνοι αποβλήτων νοικοκυριών και παρόμοιων αποβλήτων υποβλήθηκαν σε θερμική επεξεργασία. Από την ενεργειακή αξιοποίηση των συγκεκριμένων αποβλήτων παρήχθησαν 90 TWh θερμότητας, προμηθεύοντας 15,2 εκατομμύρια κατοίκους στην Ευρώπη. Επίσης, παρήχθησαν και 40 TWh ηλεκτρισμού, καλύπτοντας της ανάγκες ηλεκτρικής ενέργειας 18 εκατομμυρίων κατοίκων. Η συγκεκριμένη παραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας που παρήχθη από απόβλητα το 2015, ισούται με την χρήση 10 έως 49 εκατομμυρίων τόνων ορυκτών καυσίμων (αναλόγως το καύσιμο π.χ. φυσικό αέριο, πετρέλαιο, λιθάνθρακας ή λιγνίτες). Αυτό σημαίνει ότι με την παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού από απόβλητα αποφεύχθηκε η χρήση κάποιων εκατομμυρίων τόνων ορυκτών καυσίμων. Η ενεργειακή αξιοποίηση των αποβλήτων συμβάλλει στην μείωση των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα (στην συγκεκριμένη περίπτωση, με την παραγωγή ενέργειας από 10 έως 49 εκ. τ. ορυκτών καυσίμων, εκπέμπονται 24 έως 49 εκ. τ. διοξειδίου του άνθρακα, ενώ με την παραγωγή ενέργειας από απόβλητα μειώνονται οι εκπομπές CO₂), στην διατήρηση των ορυκτών πόρων και φυσικά στην μείωση των παραγόμενων αποβλήτων (www.cewer.com). Όπως αναφέρεται και στον Πίνακα 17 της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας, το σύνολο των αποβλήτων, από τα οποία ανακτήθηκε ενέργεια στην ΕΕ-27 το έτος 2018, ήταν περίπου 129,7 εκατομμύρια τόνοι, πράγμα που σημαίνει ότι από το 2015, έχουν αυξηθεί τα απόβλητα, που οδηγούνται για ανάκτηση ενέργειας από αυτά. Εφόσον περισσότεροι τόνοι αποβλήτων υποβλήθηκαν σε επεξεργασία ανάκτησης ενέργειας, σημαίνει ότι υπήρξε μεγαλύτερη παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού από απόβλητα. Καθώς η παραγωγή ενέργειας από απόβλητα αυξάνεται, ταυτόχρονα σημαίνει ότι περισσότεροι κάτοικοι μπορούν να καλύψουν τις ενεργειακές τους ανάγκες, περισσότεροι τόνοι ορυκτών καυσίμων δεν χρειάζεται να χρησιμοποιηθούν, μειώνονται τα παραγόμενα απόβλητα προς όφελος των ανθρώπινων αναγκών, καθώς επίσης μειώνονται και οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα.

Συμπέρασμα σχετικά με τα Αστικά Στερεά Απόβλητα ως προς την ανάκτηση ενέργειας από απόβλητα στην Ε.Ε.

Σύμφωνα με τα δεδομένα της Eurostat, παρατηρείται ότι τα αστικά στερεά απόβλητα συμβάλλουν σημαντικά στην παραγωγή ενέργειας, καθώς περίπου τα μισά των συνολικών οδηγούνται για ενεργειακή αξιοποίηση. Αναλυτικά, τα στερεά απόβλητα που οδηγήθηκαν για ανάκτηση ενέργειας στην ΕΕ-27, τα έτη 2010, 2012, 2014, 2016 και 2018 ήταν 86,590 εκ. τ., 99,260 εκ. τ., 106,970 εκ. τ., 121,850 εκ. τ. και 129,720 εκ. τ. αντίστοιχα. Η συνολική ποσότητα των αστικών στερεών αποβλήτων, για τα συγκεκριμένα έτη, ήταν 40,102 εκ. τ., 44,838 εκ. τ., 50,375 εκ. τ., 53,219 εκ. τ. και 57,920 εκ. τ. Σύμφωνα με τις παραπάνω πληροφορίες, προέκυψε το συμπέρασμα, ότι το ποσοστό των ΑΣΑ από τα οποία ανακτήθηκε ενέργεια ήταν περίπου 46,31% των συνολικών το 2010, το 2012 ήταν 45,17%, το 2014 ήταν 47,09%, το 2016 ήταν 43,67% και σύμφωνα με τα πιο πρόσφατα στοιχεία, του 2018 τα ΑΣΑ κάλυψαν περίπου το 44,65 %, των συνολικών στερεών αποβλήτων, τα οποία αξιοποιήθηκαν ενεργειακά.

Συμπεράσματα σχετικά με την παραγωγή και την ενεργειακή αξιοποίηση αποβλήτων στην Ελλάδα

Σύμφωνα με τα παρακάτω φαίνεται ότι η Ελλάδα έχει αυξήσει αρκετά την δραστηριότητά της, όσον αφορά την ενεργειακή αξιοποίηση αποβλήτων. Αναλυτικά:

- 1) Τα συνολικά στερεά απόβλητα αυξήθηκαν κατά 36,74% το 2018 (45,59 εκ. τ.), σε σχέση με το 2014 (33,34 εκ. τ.).
- 2) Τα συνολικά αστικά στερεά απόβλητα μειώθηκαν κατά -5,07% το 2019 (5,61 εκ. τ.), σε σχέση με το 2010 (5,91 εκ. τ.).
- 3) Η παραγωγή επικίνδυνων αποβλήτων αυξήθηκε κατά 114,8% το 2018 (0,623 εκ. τ.), σε σχέση με το 2010 (0,29 εκ. τ.).
- 4) Αύξηση της τάξεως του 547,6% παρατηρήθηκε το 2018 (0,272 εκ. τ.), σε σχέση με το 2004 (0,042 εκ. τ.), όσον αφορά τους τόνους μη επικίνδυνων αποβλήτων, που οδηγήθηκαν προς ενεργειακή αξιοποίηση.
- 5) Αύξηση της τάξεως του 796,55% παρατηρήθηκε το 2018 (0,026 εκ. τ.), σε σχέση με το 2004 (0,0029 εκ. τ.), όσον αφορά τους τόνους επικίνδυνων αποβλήτων, που οδηγήθηκαν προς ενεργειακή αξιοποίηση.
- 6) Αύξηση της τάξεως του 117,51% παρατηρήθηκε το 2018 (0,298 εκ. τ.), σε σχέση με το 2014 (0,137 εκ. τ.), όσον αφορά τα συνολικά στερεά απόβλητα, που οδηγήθηκαν προς ενεργειακή αξιοποίηση.
- 7) Αύξηση της τάξεως του 362,5% παρατηρήθηκε το 2019 (0,074 εκ. τ.), σε σχέση με το 2011 (0,016 εκ. τ.), όσον αφορά την αποτέφρωση ΑΣΑ, με ανάκτηση ενέργειας.

- 8) Αύξηση της τάξεως του 76,87% παρατηρήθηκε το 2019 (0,283 εκ. τ.), σε σχέση με το 2011 (0,16 εκ. τ.), όσον αφορά τους τόνους ΑΣΑ, που υποβλήθηκαν σε βιολογική επεξεργασία.
- 9) Φαίνεται ότι η κατανάλωση ενέργεια από πρωτογενή στερεά βιοκαύσιμα μειώθηκε κατά -20% το 2019 (0,810 ΕΤΙΠ), σε σχέση με το 2015 (1,013 ΕΤΙΠ).
- 10) Φαίνεται επίσης ότι και η κατανάλωση ενέργειας από βιομηχανικά (μη ανανεώσιμα) απόβλητα μειώθηκε κατά -52,97% το 2019 (0,0419 ΕΤΙΠ), σε σχέση με το 2015 (0,0891 ΕΤΙΠ).

Συνεισφορά ενεργειακής αξιοποίησης αποβλήτων στην κλιματική ουδετερότητα πριν από το 2050

Λαμβάνοντας υπόψη τους νέους στόχους της Ε.Ε., για την μείωση κατά 55% των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου έως το 2030, και την κλιματική ουδετερότητα έως το 2050, οι διεργασίες ενεργειακής αξιοποίησης αποβλήτων μπορούν να συμβάλλουν στην επίτευξη αυτών των στόχων. Καταρχάς, οι διεργασίες ανάκτησης ενέργειας από απόβλητα, υποστηρίζουν πλήρως τους στόχους για την μείωση των αερίων του θερμοκηπίου. Επίσης, διαχειρίζονται απόβλητα, τα οποία δεν μπορούν να ανακυκλωθούν, διασφαλίζοντας ότι δεν θα μολύνουν τον κύκλο ανακύκλωσης των υλικών. Ο πιο αποτελεσματικός τρόπος για την μείωση των εκπομπών CO₂ είναι η πρόληψη της δημιουργίας αποβλήτων. Αμέσως μετά είναι η επαναχρησιμοποίηση και η ανακύκλωσή τους. Σύμφωνα με τις νέες Οδηγίες της Ευρωπαϊκής Επιτροπής έχουν τεθεί νέοι στόχοι, όσον αφορά την ανακύκλωση των αποβλήτων, τον διαχωρισμό στην πηγή και την εκτροπή τους από υγειονομική ταφή. Ο αποτελεσματικός διαχωρισμός στην πηγή, μπορεί να αποτρέψει την εισαγωγή αποβλήτων, τα οποία μπορούν να ανακυκλωθούν (π.χ. πλαστικά), σε καυστήρες αποβλήτων, μειώνοντας κατ' αυτόν τον τρόπο τις εκπομπές CO₂. Επίσης με την εκτροπή των αποβλήτων από την ταφή μπορεί να αποφευχθεί η παραγωγή μεθανίου. Ένα ακόμα πλεονέκτημα της αποτέφρωσης αποβλήτων είναι η δυνατότητα ανάκτησης μετάλλων από την τέφρα κλιβάνου, που απομένει μετά την καύση. Τέλος, η παραγωγή υδρογόνου από την ενεργειακή αξιοποίηση αποβλήτων και η χρήση του σε αστικά λεωφορεία και φορτηγά, αντικαθιστώντας το ντίζελ, είναι ένας καινοτόμος τρόπος μείωσης εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου (www.cewep.com).

Σύγκριση εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου από την αποτέφρωση αποβλήτων στην ΕΕ-27 κατά την περίοδο 2010 και 2019

Στο Πίνακα 50 παρουσιάζεται η ποσότητα των αερίων του θερμοκηπίου που προέκυψε από την αποτέφρωση αποβλήτων τα έτη 2010 και 2019, καθώς και το ποσοστό μεταβολής μεταξύ των δύο ετών.

Σύμφωνα με τα στατιστικά της Eurostat, στα αέρια του θερμοκηπίου περιλαμβάνονται, το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂), το υποξείδιο του αζώτου (N₂O), το μεθάνιο (CH₄), οι χλωροφθοροϋδρογονάνθρακες (HFC), οι υπερφθοράνθρακες (PFC), το εξαφθοριούχο θείο (SF₆) και το τριφθοριούχο άζωτο (NF₃).

Πίνακας 50. Σύγκριση εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου από την αποτέφρωση αποβλήτων στην ΕΕ-27 μεταξύ των ετών 2010 και 2019 (www.ec.europa.eu/eurostat)

Χώρες	Αέρια του θερμοκηπίου που παρήχθησαν από την αποτέφρωση αποβλήτων το 2010 (Χιλ. τ.)	Αέρια του θερμοκηπίου που παρήχθησαν από την αποτέφρωση αποβλήτων το 2019 (Χιλ. τ.)	Ποσοστό μεταβολής μεταξύ των ετών 2010/ 2019 (%)
ΕΕ-27	3.416,05	2.641,53	-22,67
Βέλγιο	681,59	280,92	-58,78
Βουλγαρία	14,48	7,85	-45,78
Τσεχία	104,42	106,07	1,58
Δανία	0,3	0,3	0
Γερμανία	-	-	-
Εσθονία	0,08 (2012)	0,06	-25 (2012-2019)
Ιρλανδία	54,04	27,6	-48,92
Ελλάδα	7,14	3,57	-50
Ισπανία	19,34	16,82	-13,02
Γαλλία	1.650,92	1.393,58	-15,58
Κροατία	0,05	0,05 (2016)	0
Ιταλία	177,95	54,26	-69,5
Κύπρος	-	-	-
Λετονία	0,35	0,03	-91,42
Λιθουανία	1,51	1,73	14,56
Λουξεμβούργο	-	-	-
Ουγγαρία	112,13	31,27	-71,11
Μάλτα	0,73	0,69	-5,47
Ολλανδία	-	-	-
Αυστρία	2,06	2,06	0
Πολωνία	450,19	525,72	16,77
Πορτογαλία	17,35	31,84	85,51
Ρουμανία	9,1	11,06	21,53
Σλοβενία	7,2	20,57	185,69
Σλοβακία	0,45	0,46	2,22
Φινλανδία	-	-	-
Σουηδία	104,75	125,07	19,39

Επισημαίνεται ότι στον Πίνακα 50 δεν έχουν προστεθεί στοιχεία στη Γερμανία, στην Κύπρο, στο Λουξεμβούργο, στην Ολλανδία και στη Φινλανδία, καθώς υπήρχε έλλειψη από την πηγή. Από τα δεδομένα αυτού του Πίνακα φαίνεται ότι στα περισσότερα Κράτη Μέλη μειώθηκαν οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου λόγω αποτέφρωσης αποβλήτων το 2019, σε σύγκριση με το 2010. Η μεγαλύτερη μείωση παρατηρείται στην Λετονία (-91,42%). Αμέσως μετά ακολούθησε η Ουγγαρία (-71,11%), η Ιταλία (-69,5%), το Βέλγιο (-58,78%), η Ιρλανδία (-48,92%), η Βουλγαρία (-45,78%) και άλλες χώρες. Αντίθετα αύξηση εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου παρατηρείται σε 8 Κράτη

Μέλη, μεταξύ αυτών η Σουηδία (19,39%), η Σλοβενία (185,69%), η Ρουμανία (21,53%), κ.α.

Σύγκριση εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου από την διαχείριση αποβλήτων στην ΕΕ-27 το 2010 και 2019

Σύμφωνα με την Eurostat, το 2010 παρήχθησαν 137,81 εκ. τ. αερίων του θερμοκηπίου (CO₂, N₂O, CH₄, HFC, PFC, SF₆ και NF₃) από τις συνολικές διεργασίες διαχείρισης αποβλήτων, ενώ το 2019 παρήχθησαν 115,51 εκ. τ. Κρίνοντας από τα παραπάνω δεδομένα προκύπτει ότι η παραγωγή αερίων του θερμοκηπίου από την διαχείριση αποβλήτων στην Ε.Ε. μειώθηκε κατά -22,3 εκ. τ. (ή -19,3%).

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική Βιβλιογραφία

- Αναστασάκης ΓΝ., 2001. Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων, ΕΜΠ, Αθήνα, Σημειώσεις, σελ. 5, 58, 59, 65, 66.
- Ανακοίνωση της Επιτροπής, 14.10.2009 COM(2009) 535 τελικό 2009/0151 (COD), 15-18.
- Ανακοίνωση της Επιτροπής, Βρυξέλλες, 2.12.2015 COM(2015) 614, 2-25.
- Ανακοίνωση της Επιτροπής, Βρυξέλλες, 26.1.2017 COM(2017) 34, 2-12.
- Ανακοίνωση της Επιτροπής Στρασβούργο, 16.1.2018 COM(2018) 29, 1-10.
- Ανακοίνωση της Επιτροπής Βρυξέλλες, 4.3.2019 COM(2019) 190, 2-11.
- Ανακοίνωση της Επιτροπής Βρυξέλλες, 11.3.2020 COM(2020) 98, 3-20.
- Απόφαση της Επιτροπής της 20ής Δεκεμβρίου 1993, (94/3/ΕΚ), 5/17.
- Απόφαση της Επιτροπής της 3ης Μαΐου 2000, (2000/532/ΕΚ), 226/6.
- Απόφαση της Επιτροπής της 18ης Δεκεμβρίου 2014, (2014/955/ΕΕ), 370/46,47, 370/48,49, 370/81,82.
- Γαζή Α.Β., 2012. Η γνώση του παρελθόντος ως εργαλείο ευαισθητοποίησης στην ανάγκη για ανακύκλωση και διαχείριση των στερεών και υγρών αποβλήτων, σελ. 1-8.
- Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης C124, 61^ο έτος, 9 Απριλίου 2018, 124/7.
- Καλιαμπάκος Δ. και Μαυρόπουλος Α., 2001. Διάθεση Στερεών Αποβλήτων-Ανακύκλωση Υλικών, ΕΜΠ, Αθήνα, Σημειώσεις, σελ. 78,82,83,85,98,99.
- Κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 2150/2002 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 25^{ης} Νοεμβρίου 2002, 332/17-36.
- Κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 574/2004 της Επιτροπής της 23ης Φεβρουαρίου 2004, 90/16,17.
- Κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 1099/2008 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 22ας Οκτωβρίου 2008, 304/3.
- Κανονισμός (ΕΕ) αριθ. 844/2010 της Επιτροπής της 20ής Σεπτεμβρίου 2010, 258/3-49.
- Κοινή Υπουργική Απόφαση Αριθ. ΟΙΚ. 5673/400/1997, ΦΕΚ 192/Β/14-3-1997, Μέτρα και όροι για την επεξεργασία αστικών λυμάτων, 1970
- Κοινή Υπουργική Απόφαση Η.Π. 14122/549/Ε.103/2011 - ΦΕΚ 488/Β/30-3-2011, 7112
- Κοινή Υπουργική Απόφαση Αριθμ. οικ.56366/4351/2014 ΦΕΚ 3339/Β/12-12-2014, 38664/5.
- Κοινή Υπουργική Απόφαση, θέμα: «Διάθεση υγρών αποβλήτων», Αθήνα 2017, Άρθρο 2.

Νόμος: 1650/86 Για την προστασία του περιβάλλοντος (ΦΕΚ 160/Α/16-10-86), Άρθρο 2.

Οδηγία του Συμβουλίου της 12ης Δεκεμβρίου 1991 για τα επικίνδυνα απόβλητα 91/689/ΕΟΚ, 377/26.

Οδηγία 1999/31/ΕΕ του Συμβουλίου της 26ης Απριλίου 1999 περί υγειονομικής ταφής των αποβλήτων, 182/3-5.

Οδηγία 2000/76/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 4ης Δεκεμβρίου 2000 για την αποτέφρωση των αποβλήτων, 332/94.

Οδηγία 2008/98/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 19ης Νοεμβρίου 2008, 312/9-25.

Οδηγία 2010/31/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 19ης Μαΐου 2010, 153/18.

Οδηγία 2010/75/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 24ης Νοεμβρίου 2010, 334/2.

Οδηγία 2018/849/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 30ής Μαΐου 2018, 150/93.

Οδηγία 2018/850/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 30ής Μαΐου 2018, 150/104.

Οδηγία 2018/852/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 30ής Μαΐου 2018, 150/47.

Οδηγία 2018/851/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 30ής Μαΐου 2018, 150/110-138.

Οδηγία 2018/2001/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 11ης Δεκεμβρίου 2018, 328/102.

<https://www.eea.europa.eu/el/themes/air/intro>

<https://www.europarl.europa.eu/news/el/headlines/economy/20151201STO05603/kukliki-oikonomia-chrisimopoiise-to-xana>

<https://ypen.gov.gr/perivallon/poiotita-tis-atmosfairas/dedomena-metriseon-atmosfairikis-rypansis/>

Αγγλική Βιβλιογραφία

Abdelgadir A., Chen X., Liu J., Xie X., Zhang J., Zhang K., Wang H., Liu N., 2014. Characteristics, Process Parameters, and Inner Components of Anaerobic Bioreactors, *BioMed Research International*, vol: 2014, pp. 3,4.

Adekunle K.F, Okolie J.A., 2015. A Review of Biochemical Process of Anaerobic Digestion, *Advances in Bioscience and Biotechnology*, vol: 06, No: 03, pp. 205-212.

Belgiorno V., De Feo G., Della Rocca C., R.M.A. Napoli, 2003. Energy from gasification of solid wastes, *Waste Management*, vol: 23, pp. 1-2.

- Bridgwater & Bridge, 1991. A Review of Biomass Pyrolysis and Pyrolysis Technologies, Biomass Pyrolysis Liquids Upgrading and Utilization, pp. 21.
- Energy Information Administration (EIA), Methodology for Allocating Municipal Solid Waste to Biogenic and Non-Biogenic Energy, May 2007, pp. 10,11.
- Eurostat, Luxembourg, 12 February 2015. Energy Statistics of the European Union: Concepts and Definitions on all Flows (“Aggregates”) and Products used in the Energy Statistics on Quantities, European Commission, pp. 5,6.
- Eurostat, Methodologies and Working papers, Manual on waste statistics, A handbook for data collection on waste generation and treatment, ISSN 1977-0375, 2013 edition, pp. 25-37.
- Foster W., Azimov U., Gauthier-Maradei P., Castro Molano L., Combrinck M., Munoz J., Esteves J. J., Patrino L., 2021. Waste-to-energy conversion technologies in the UK: Processes and barriers—A review, Renewable and Sustainable Energy Reviews, vol: 135, pp. 1-10.
- Grosso M., Motta A., Rigamonti L., 2010. Efficiency of energy recovery from waste incineration, in the light of the new Waste Framework Directive, Waste Management, vol: 30, Issue: 7, pp. 1240.
- Heberlein J. and Murphy A. B., 2008. Thermal plasma waste treatment, Journal of Physics D: Applied Physics, vol: 41, pp.4.
- Khalid A., Arshad M., Anjum M., Mahmood T., Dawson L., 2011. The anaerobic digestion of solid organic waste, Waste Management, 31, pp. 1738.
- Meegoda J. N., Li B., Patel K. and Wang L.B., 2018. A Review of the Processes, Parameters, and Optimization of Anaerobic Digestion, International Journal of Environmental Research and Public Health, vol: 15, Issue: 10, pp. 2-5.
- Molino A., Chianese S., Musmarra D., 2016. Biomass gasification technology: The state of the art overview, Journal of Energy Chemistry, vol: 25, Issue 1, pp. 11.
- OECD, International Energy Agency, Eurostat, 2004. Energy Statistics Manual, pp. 20.
- Puig-Arnabat M., Bruno J.C., Coronas A., 2010. Review and analysis of biomass gasification models, Renewable and Sustainable Energy Reviews, vol: 14, Issue: 9, pp. 2841-2851.
- Rajvanshi A.K., 1986. Biomass gasification, Alternative Energy in Agriculture, vol: II, No.4, pp. 83-102.
- Scarlat N., Fahl F., Dallemand J-F, 2019. Status and Opportunities for Energy Recovery from Municipal Solid Waste in Europe, Waste and Biomass Valorization, 10, pp. 2430.
- Sun Y., Cheng J., 2002. Hydrolysis of lignocellulosic materials for ethanol production: a review, Bioresource Technology, vol: 83, Issue: 1, pp. 2.
- Tchobanoglous G., Kreith F., 2002. Handbook of solid waste management, second edition, New York, McGraw-Hill handbooks, pp. 1.1-1.3, 13.4, 13.8, 13,25-27.

Tchobanoglous, G., Theisen, H., and Vigil, S., 1993. Integrated Solid Waste Management: Engineering Principles and Management Issues, McGraw Hill.

Uddin M.N., Techato K., Taweekun J., Rahman M., Rasul M.G., Mahlia T.M.I. and Ashrafur S.M., 2018. An Overview of Recent Developments in Biomass Pyrolysis Technologies, Energies, vol: 11, Issue: 11, pp. 3.

United Nations, New York, 2016. International Recommendations for Energy Statistics (IRES), Statistical Papers, Series M No. 93, pp. 49.

<https://www.cewep.eu> (πρόσβαση Μάιος 2021).

<https://ec.europa.eu/eurostat> (πρόσβαση Μάιος-Ιούνιος 2021).

Πηγές Φωτογραφιών

<https://www.google.com>

<https://wegogreen.gr>