



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

**ΔΙΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ - ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
(Δ.Π.Μ.Σ.)
"ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ"**

**Διπλωματική εργασία:
«Η ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ ΑΠΟ
ΑΣΤΙΚΑ ΒΙΟΑΠΟΒΛΗΤΑ ΑΝΑ ΤΟΝ
ΚΟΣΜΟ»**

Σοφία Κωνσταντινίδη

Αθήνα, Σεπτέμβριος 2020

**Περιβάλλον
και
Ανάπτυξη**

**Επιβλέπουσα: Καθηγήτρια Αικατερίνη
Χαραλάμους**

Περιεχόμενα

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	5
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	6
ABSTRACT	7
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗ	8
1.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	8
1.2. ΟΡΙΣΜΟΙ ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΩΝ	8
1.3. ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΩΝ	10
1.4. ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗ	10
1.4.1. ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ ΒΙΟΑΘΑΝΟΛΗΣ	11
1.4.2. ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΑΘΑΝΟΛΗΣ	11
1.4.2.1. ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΑΘΑΝΟΛΗΣ ΑΠΟ ΣΑΚΧΑΡΟΥΧΕΣ ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ	11
1.4.2.2. ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΑΘΑΝΟΛΗΣ ΑΠΟ ΑΜΥΛΟΥΧΕΣ ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ	12
1.4.2.3. ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΑΘΑΝΟΛΗΣ ΑΠΟ ΛΙΓΝΟΚΥΤΤΑΡΙΝΟΥΧΕΣ ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ	12
1.5. ΠΑΡΑΓΩΓΟΙ ΑΙΘΑΝΟΛΗΣ	14
1.5.1. ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ ΣΤΗΝ ΑΜΕΡΙΚΗ	14
1.5.2. ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ ΣΤΗ ΒΡΑΖΙΛΙΑ	17
1.5.3. ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ	20
1.5.4. ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ ΣΤΗΝ ΙΑΠΩΝΙΑ	24
1.5.5. ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ ΣΤΗΝ ΚΙΝΑ	26
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ΑΣΤΙΚΑ ΣΤΕΡΕΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ	28
2.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	28
2.2. ΜΕΘΟΔΟΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΑΣΤΙΚΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ	31
2.3. ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΑΣΤΙΚΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ	33
2.3.1. ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΑΣΑ ΣΤΗΝ ΑΜΕΡΙΚΗ	33
2.3.2 ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΑΣΑ ΣΤΗ ΒΡΑΖΙΛΙΑ	41
2.3.3. ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΑΣΑ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ	46
2.3.4. ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΑΣΑ ΣΤΗΝ ΙΑΠΩΝΙΑ	53
2.3.5. ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΑΣΑ ΣΤΗΝ ΚΙΝΑ	56
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ ΑΠΟ ΑΣΑ	59
3.1.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	59
3.1.2. ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ	59
3.2. ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ	62

3.3. ΠΑΡΑΓΩΓΟΙ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ ΑΠΟ ΑΣΑ	65
3.3.1. ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ ΑΠΟ ΑΣΑ ΣΤΗΝ ΑΜΕΡΙΚΗ	65
3.3.2. ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ ΑΣΑ ΣΤΗ ΒΡΑΖΙΛΙΑ	68
3.3.3. ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΑΙΘΑΝΟΛΗΣ ΑΣΑ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ	70
3.3.4. ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ ΑΠΟ ΑΣΑ ΣΤΗΝ ΙΑΠΩΝΙΑ	74
3.3.5. ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΑΙΘΑΝΟΛΗΣ ΑΠΟ ΑΣΑ ΣΤΗΝ ΚΙΝΑ	75
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	78
4.1. ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ	78
4.2 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	81
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	82
ΙΣΤΟΓΡΑΦΙΑ	85

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την καθηγήτριά μου κα Αικατερίνη Χαραλάμπους και την κα Μπαραμπούτη Έλλη Μαρία – Δρ. Χημικό Μηχανικό, καθώς και όλο το ανθρώπινο δυναμικό του εργαστηρίου για τη βοήθειά τους κατά την εκπόνηση της διπλωματικής μου εργασίας.

Κωνσταντινίδα Σοφία,
Μεταπτυχιακή Φοιτήτρια του
ΔΠΜΣ «Περιβάλλον και Ανάπτυξη».

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σήμερα, το περιβάλλον αντιμετωπίζει τρομερά προβλήματα και απειλές από τις ανθρώπινες δραστηριότητες. Ο άνθρωπος, αρχικά ξεκίνησε να χρησιμοποιεί τα ορυκτά καύσιμα προκειμένου να μπορέσει να καλύψει ορισμένες ανάγκες του, όπως η ανάκτηση ενέργειας για θέρμανση, μαγείρεμα, κίνηση μηχανών και μηχανημάτων. Η ανάγκη για τα ορυκτά καύσιμα ήταν τόσο έντονη που με το πέρασμα των αιώνων άρχισαν να εξαντλούνται. Ταυτόχρονα, λοιπόν με την εύρεση νέων πηγών ενέργειας εμφανίστηκαν και ποικίλα περιβαλλοντικά ζητήματα που πολλές φορές είχαν προκληθεί είτε από την καύση των ορυκτών καυσίμων, όπως το φαινόμενο του θερμοκηπίου είτε κατά τις διαδικασίες εξόρυξής του, παραδείγματος χάριν πετρελαιοκηλίδες.

Όλα αυτά, σε συνδυασμό με την τεχνολογική ανάπτυξη ώθησαν τον άνθρωπο να βρει νέες πηγές ενέργειας και αυτές ήταν οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και η παραγωγή βιοκαυσίμων, καύσιμα δηλαδή φιλικά προς το περιβάλλον, με πρώτη ύλη τη βιομάζα.

Αρχικά, τα βιοκαύσιμα παράγονταν από ενεργειακές καλλιέργειες όπως το σόργο, η ελαιοκράμβη, το ζαχαροκάλαμο και πολλά άλλα ακόμη. Έπειτα, χρησιμοποιήθηκαν υπολείμματα από αγροτικές και δασικές δραστηριότητες, υπολείμματα από ξυλεία κλπ, που σταδιακά μείωσαν την απαίτηση σε ενεργειακές καλλιέργειες και συνεπώς και σε καλλιεργήσιμη γη.

Παράλληλα, με την μεταστροφή στα βιοκαύσιμα, παρουσιάστηκε και το μεγάλο ζήτημα σχετικά με τη διαχείριση των αστικών στερεών απορριμμάτων, καθώς ο όγκος του παρουσιάζει γεωμετρική αύξηση και πλέον είναι αδύνατο να διατίθενται σε χώρους υγειονομικής ταφής λόγω της ρύπανσης του εδαφικού και υδάτινου πόρου που προκαλούν.

Συνεπώς, ο διαχωρισμός και η διαλογή των απορριμμάτων είναι απαραίτητος καθώς με αυτό τον τρόπο πολλά υλικά θα είναι δυνατό να ανακυκλώνονται, να επαναχρησιμοποιούνται, ενώ αξιοποιώντας το οργανικό περιεχόμενό τους μπορούν να παραχθούν διάφορα προϊόντα όπως εδαφοβελτιωτικά ή αλλιώς κομπόστ αλλά και βιοκαύσιμα διότι αποτελούν πηγή βιομάζας.

Σε αυτή λοιπόν, τη βιβλιογραφική έρευνα, μελετήθηκε η παραγωγή του βιοκαυσίμου βιοαιθανόλη μέσα από την αξιοποίηση του οργανικού φορτίου των απορριμμάτων για τους μεγαλύτερους παραγωγούς αιθανόλης παγκοσμίως. Οι παραγωγοί αυτοί είναι: η Αμερική, η Βραζιλία, η Ευρώπη, η Κίνα και η Ιαπωνία. Προκειμένου, να διεξαχθεί το τελικό αποτέλεσμα, αρχικά έγινε αναφορά στη συνολική παραγωγή αιθανόλης του εκάστοτε παραγωγού, έπειτα στη ποσότητα των αστικών στερεών αποβλήτων τους, και τέλος στη παραγωγή βιοαιθανόλης μέσα από την αξιοποίηση το οργανικού φορτίου των αποβλήτων τους.

Από αυτή την εργασία προέκυψε ότι η κατάταξη των παραγωγών αυτών κατά φθίνουσα σειρά είναι Αμερική, Βραζιλία, Ευρώπη, Κίνα και τέλος Ιαπωνία. Μέσα από τη έρευνα αυτή όχι μόνο αναδείχθηκε ο μεγαλύτερος παραγωγός, αλλά αποδείχθηκε και η ανάγκη αξιοποίησης των απορριμμάτων για την παραγωγή βιοκαυσίμων, φιλικών δηλαδή προς το περιβάλλον.

ABSTRACT

Today, the environment faces terrible problems and threats from human activities. Mankind initially started using fossil fuels in order to meet certain needs, such as energy recovery for heating, cooking, moving machines and machinery. The need for fossil fuels was so acute that over the centuries they began to run out. At the same time, with the finding of new sources of energy, a variety of environmental issues have emerged which have often been caused either by the burning of fossil fuels, such as the greenhouse gas emissions or during its extraction processes, for example oil spills.

All these, combined with technological development, have prompted people to find new sources of energy, and the renewable energy sources and the production of biofuels, which are environmentally friendly, produced by biomass as a raw material.

Initially, biofuels were produced from energy crops such as sorghum, oilseed rape, sugar cane etc. Then, residues from agricultural and forestry activities, residues from timber, etc., were used, which gradually reduced the demand on energy crops and therefore also on arable land.

At the same time, with the shift towards biofuels, another serious issue was also raised the management of municipal solid waste, as their volume is increasing geometrically and it is now impossible to set them aside in landfills due to the fact that they cause contamination of the soil and water resources.

Therefore, the separation and sorting of waste is necessary as in this way materials will be recycled, reused, while the organic content will be valorised via various products such as soil conditioners or compost but also biofuels because they are a source of biomass.

So, in this bibliographical study, the production of bioethanol as biofuel will be investigated through the valorisation of the organic load of waste for the world's largest bioethanol producers. These producers are: America, Brazil, Europe, China and Japan. In order to achieve the final result, reference is initially made to the total bioethanol production of the producer concerned, then the quantity of their municipal solid waste, and finally the production of ethanol through the recovery of the organic content of their waste.

From this study, it was concluded that the ranking of these producers in descending order is America, Brazil, Europe, China and finally Japan. This research not only identified the largest producer, but also demonstrated the need to use waste for the production of biofuels, i.e. environmentally friendly.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΒΙΟΑΙΑΘΝΟΛΗ

1.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σταδιακά ποικίλες οδηγίες, νομοθεσίες και κανονισμοί που αφορούν τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας θεσπίζοντας σε πολλές χώρες με στόχο ένα το μερίδιο ενέργειας να διασφαλιστεί από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Μια από τις πιο σημαντικές χρήσεις των ανανεώσιμων πηγών είναι η ενέργεια στο τομέα των μεταφορών.

Τα βιοκαύσιμα κατά τη χρήση τους (καύση) εκπέμπουν μικρότερη ποσότητα αερίων του θερμοκηπίου, ιδίως διοξειδίου του άνθρακα, σε σύγκριση με τα ορυκτά καύσιμα, επειδή η ποσότητα διοξειδίου του άνθρακα που εκλύεται κατά την καύση τους ισοδυναμεί με την ποσότητα που απορροφούν τα φυτά-πηγές βιοκαυσίμων κατά την ανάπτυξή τους (Ευρωπαϊκό Ελεγκτικό Συνέδριο, Ειδική Έκθεση 2016). Συνεπώς, η χρήση και η επιλογή των βιοκαυσίμων πρέπει να διαδοθεί και να εκκινήσει η χρήση τους σε παγκόσμια εφαρμογή.

1.2. ΟΡΙΣΜΟΙ ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΩΝ

Τα βιοκαύσιμα είναι κοινά για όλο τον κόσμο, πάραυτα υπάρχουν ποικίλοι ορισμοί που αποδίδουν την πραγματική έννοια τους. Ορισμένοι από αυτούς παρουσιάζονται ακολούθως:

Σύμφωνα με το Φορέα Διαχείρισης Πληροφοριών Ενέργειας της Αμερικής έχει δοθεί ο εξής ορισμός : *«Τα βιοκαύσιμα είναι καύσιμα μεταφοράς, όπως η αιθανόλη και το βιοντίζελ, τα οποία παρασκευάζονται από υλικά βιομάζας. Αυτά τα καύσιμα είναι συνήθως αναμειγνύονται με καύσιμα πετρελαίου (βενζίνη και ντίζελ), αλλά μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν από μόνα τους. Η χρήση αιθανόλης ή βιοντίζελ μειώνει την κατανάλωση βενζίνης και ντίζελ που προέρχονται από αργό πετρέλαιο, το οποίο μπορεί να μειώσει την ποσότητα αργού πετρελαίου που εισάγεται από άλλες χώρες. Η αιθανόλη και το βιοντίζελ είναι επίσης καθαρότερα καύσιμα από την καθαρή βενζίνη και το πετρέλαιο.»* (<https://www.eia.gov/energyexplained/biofuels/>).

Η Ευρωπαϊκή Ένωση με τη σειρά της σύμφωνα με την οικεία νομοθεσία της έδωσε το ακόλουθο ορισμό: *«Τα βιοκαύσιμα ορίζονται ως «υγρά ή αέρια καύσιμα κίνησης τα οποία παράγονται από βιομάζα», δηλαδή από βιοαποδομήσιμα γεωργικά, δασικά και αλιευτικά προϊόντα, απόβλητα ή κατάλοιπα ή από βιοαποδομήσιμα βιομηχανικά απόβλητα και οικιακά απορρίμματα. Σήμερα, τα βιοκαύσιμα που παράγονται και χρησιμοποιούνται στην Ευρώπη είναι η βιοβενζίνη (συμπεριλαμβανομένης της βιοαιθανόλης) και το βιοντίζελ»* (Ευρωπαϊκό Ελεγκτικό Συνέδριο, Ειδική Έκθεση 2016). Με άλλα λόγια βιοκαύσιμο είναι κάθε καύσιμο που παράγεται από βιομάζα, είτε

από φυτική ύλη είτε από ζωική και τα πλέον συνηθισμένα και γνωστά βιοκαύσιμα είναι το βιοντίζελ και η βιοαιθανόλη.

Στην Ελλάδα σύμφωνα με το Νόμο 3423/2005- ΦΕΚ304/Α' /13.12.2005 ο ορισμός των βιοκαυσίμων είναι ο ακόλουθος:

«Βιοκαύσιμο: Το υγρό ή αέριο καύσιμο που παράγεται από Βιομάζα, και ειδικότερα:

α) Βιοντίζελ (πετρέλαιο βιολογικής προέλευσης): Οι μεθυλεστέρες λιπαρών οξέων (ΜΛΟ - FAME) που παράγονται από φυτικά ή και ζωικά έλαια και λίπη και είναι ποιότητας πετρελαίου ντίζελ, για χρήση ως Βιοκαύσιμο.

β) Βιοαιθανόλη: Η αιθανόλη που παράγεται από Βιομάζα ή από το βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα αποβλήτων, για χρήση ως Βιοκαύσιμο.

γ) Βιοαέριο: Το καύσιμο αέριο που παράγεται από Βιομάζα ή από το βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα βιομηχανικών και αστικών αποβλήτων, το οποίο μπορεί να καθαριστεί και αναβαθμιστεί σε ποιότητα φυσικού αερίου, για χρήση ως Βιοκαύσιμο, ή το ζυλαέριο.

δ) Βιομεθανόλη: Η μεθανόλη που παράγεται από Βιομάζα, για χρήση ως Βιοκαύσιμο.

ε) Βιοδιμεθυλαιθέρας: Ο διμεθυλαιθέρας που παράγεται από Βιομάζα, για χρήση ως Βιοκαύσιμο.

στ) Βιο-ETBE: Ο αιθυλο-τριτοταγής - βουτυλαιθέρας (ETBE) που παράγεται από βιοαιθανόλη, για χρήση ως Βιοκαύσιμο. Το κατ' όγκο ποσοστό του Βιο-ETBE που υπολογίζεται ως Βιοκαύσιμο είναι 47% επί του συνόλου του.

ζ) Βιο-MTBE: Ο μεθυλο - τριτοταγής - βουτυλαιθέρας (MTBE) που παράγεται από βιομεθανόλη, για χρήση ως Βιοκαύσιμο. Το κατ' όγκο ποσοστό του Βιο-MTBE που υπολογίζεται ως Βιοκαύσιμο είναι 36% επί του συνόλου του.

η) Συνθετικά Βιοκαύσιμα: Οι συνθετικοί υδρογονάνθρακες ή τα μίγματα συνθετικών υδρογονανθράκων που παράγονται από Βιομάζα.

θ) Βιοϋδρογόνο: Το υδρογόνο που παράγεται από Βιομάζα ή βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα βιομηχανικών και αστικών αποβλήτων, για χρήση ως Βιοκαύσιμο.

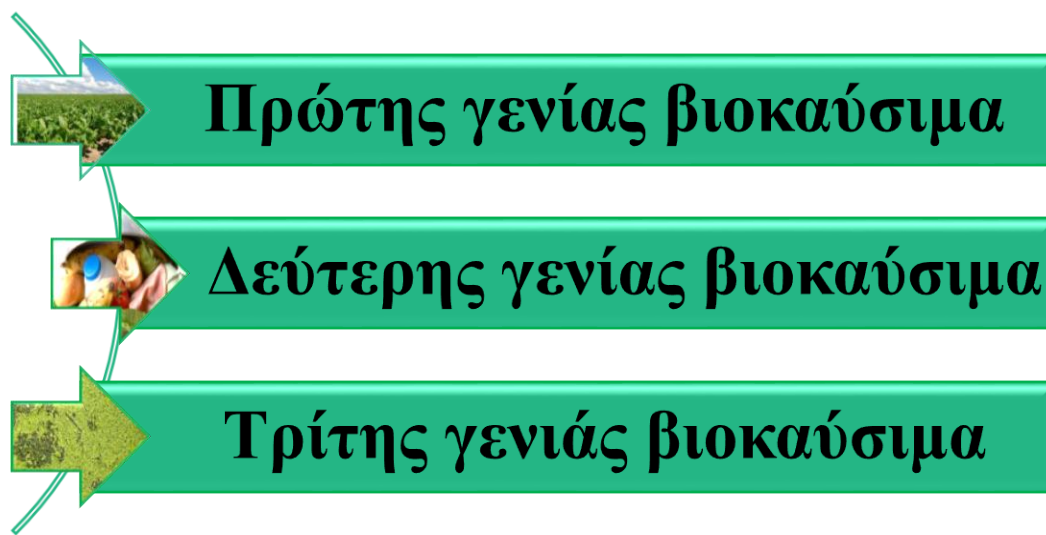
ι) Καθαρά Φυτικά Έλαια: Τα έλαια που παράγονται από ελαιούχα φυτά μέσω συμπίεσης, έκθλιψης ή ανάλογων μεθόδων, φυσικά ή εξευγενισμένα αλλά μη χημικώς τροποποιημένα, όταν είναι συμβατά με τον τύπο του χρησιμοποιούμενου κινητήρα ή εξοπλισμού και τις αντίστοιχες απαιτήσεις εκπομπών αερίων ρύπων, σύμφωνα με την κείμενη νομοθεσία.» (http://www.dsnet.gr/Epikairothta/Nomothesia/n3423_05.htm) .

1.3. ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΩΝ

Τα βιοκαύσιμα όπως παρουσιάστηκε και παραπάνω είναι καύσιμα που προέρχονται από βιομάζα. Υπάρχουν, όμως διάφορες κατηγορίες βιοκαυσίμων, οι οποίες θα αναλυθούν παρακάτω.

Ο αρχικός διαχωρισμός των βιοκαυσίμων γίνεται σύμφωνα με την πρώτη ύλη. Έτσι, σύμφωνα με την πρώτη ύλη διακρίνονται σε:

1. συμβατικά ή αλλιώς πρώτης γενιάς βιοκαύσιμα, τα οποία παράγονται κυρίως από γεωργικές καλλιέργειες που χρησιμοποιούνται επίσης για την παραγωγή τροφίμων ή ζωοτροφών (ήτοι για κατανάλωση από τους ανθρώπους ή τα ζώα, π.χ. δημητριακά, ζαχαροκάλαμο, τεύτλα και ελαιούχοι σπόροι),
2. προηγμένα ή δεύτερης και τρίτης γενιάς βιοκαύσιμα, τα οποία παράγονται από πρώτες ύλες όπως απόβλητα ή κατάλοιπα, και τα οποία δεν ανταγωνίζονται άμεσα με καλλιέργειες τροφίμων και ζωοτροφών (Ευρωπαϊκό Ελεγκτικό Συνέδριο, Ειδική Έκθεση 2016).



Σχήμα 1. Κατηγορίες Βιοκαυσίμων σύμφωνα με την πρώτη ύλη

1.4. ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗ

Όπως αναλύθηκε και νωρίτερα στο κεφάλαιο αυτό ένα από τα πλέον συνήθη βιοκαύσιμα είναι και η βιοαιθανόλη. Η βιοαιθανόλη αποτελεί βιοκαύσιμο με βάση την αλκοόλη, το οποίο παράγεται συνήθως από αμυλούχες και ζαχαρώδεις καλλιέργειες, όπως σιτάρι, αραβόσιτο, κριθάρι, καθώς και ζαχαρότευτλα ή ζαχαροκάλαμο, και χρησιμοποιείται στα μηχανοκίνητα οχήματα ως πρόσθετο στη βενζίνη (Ευρωπαϊκό Ελεγκτικό Συνέδριο, Ειδική Έκθεση 2016).

Η βιοαιθανόλη είναι το πρώτο υγρό καύσιμο που χρησιμοποιηθήκε ως υποκατάστατο της βενζίνης. Είναι γνωστή και ως αιθανόλη ή αιθυλική αλκοόλη (C₂H₅OH) και η ονομασία της οφείλεται στην πρώτη ύλη η οποία είναι βιομάζα (<http://www.agroenergy.gr/categories/%CE%B2%CE%B9%CE%BF%CE%BA%CE%B1%CF%8D%CF%83%CE%B9%CE%BC%CE%B1>).

1.4.1. ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ ΒΙΟΑΘΑΝΟΛΗΣ

Για την παραγωγή βιοαιθανόλης πρώτης γενιάς χρησιμοποιούνται οι ακόλουθες σακχαρούχες και αμυλούχες πρώτες ύλες:

- Σακχαρούχα φυτά - ζαχαρότευτλα, γλυκό σόργο
- Αμυλούχα φυτά – καλαμπόκι, σιτάρι, κριθάρι

Για την παραγωγή βιοαιθανόλης δεύτερης γενιάς χρησιμοποιούνται οι ακόλουθες λιγνοκυτταρινούχες πρώτες ύλες:

- Υπολείμματα γεωργικών και δασικών καλλιεργειών, γεωργικών καλλιεργειών
 - Υπολείμματα καρποφόρων δέντρων,
 - Υπολείμματα χαρτιού,
 - Υπολείμματα διατροφικών απορριμμάτων και πράσινα απόβλητα (κλαδέματα κλπ)
 - Υπολείμματα από ξυλουργικές εργασίες (ροκανίδια κλπ)
- (<http://www.agroenergy.gr/categories/%CE%B2%CE%B9%CE%BF%CE%BA%CE%B1%CF%8D%CF%83%CE%B9%CE%BC%CE%B1>).

1.4.2. ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΑΘΑΝΟΛΗΣ

Η διαδικασία παραγωγής αιθανόλης εξαρτάται από τις χρησιμοποιούμενες πρώτες ύλες. Η παραγωγή αιθανόλης πραγματοποιείται σε τρία στάδια:

- (1) απόκτηση του διαλύματος που περιέχει ζυμώσιμα σάκχαρα,
- (2) μετατροπή σακχάρων σε αιθανόλη μέσω της διαδικασίας της ζύμωση (επιλέγεται οποιαδήποτε πρώτη ύλη που περιέχει σακχαρούχες ενώσεις) και
- (3) διαχωρισμό και καθαρισμό αιθανόλης, συνήθως με απόσταξη-διόρθωση-αφυδάτωση (Mustafa Vohra et al 2014).

1.4.2.1. ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΑΘΑΝΟΛΗΣ ΑΠΟ ΣΑΚΧΑΡΟΥΧΕΣ ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ

Σύμφωνα με όσα παρουσιάστηκαν προηγουμένως το γλυκό σόργο, τα σακχαροκάλαμα και τα σακχαρότευτλα αποτελούν πρώτες ύλες βιοαιθανόλης. Βασικά πλεονεκτήματά

τους είναι η υψηλή απόδοση σακχάρων ανά στρέμμα και το χαμηλό κόστος μετατροπής ενώ το μεγαλύτερο μειονέκτημά τους είναι η διαθεσιμότητα τους που αντιμετωπίζει μεγάλες διακυμάνσεις λόγω εποχικότητας. Η διαδικασία παραγωγής αιθανόλης από ζαχαροκάλαμο είναι η ακόλουθη.

Το ζαχαροκάλαμο πρέπει να μεταποιείται εντός 24-72 ωρών μετά τη συγκομιδή. Η ζάχαρη εξάγεται πρώτα με τη σύνθλιψη των μίσχων με τους εξειδικευμένους κυλίνδρους για να απελευθερώσει το χυμό. Στη συνέχεια, προστίθεται το υδροξείδιο του ασβεστίου για να κατακρημνίσει την ίνα και την ιλύ, και το μείγμα στη συνέχεια φιλτράρεται. Το διηθητικό διάλυμα εξατμίζεται για να συμπυκνωθεί και να κρυσταλλώσει τη ζάχαρη, πριν από την απομάκρυνσή της με φυγοκέντρηση. Η μη κρυσταλλοποιημένη ζάχαρη και τα συνοδευτικά άλατα συγκεντρώνονται για να σχηματίσουν σιρόπι που ονομάζεται «μελάσα» το οποίο χρησιμοποιείται ως πρώτη ύλη, και έπειτα μετατρέπεται σε αιθανόλη μέσω τη διεργασίας της (αλκοολικής) ζύμωσης. Η παραγωγή βιοκαυσίμων, συνεπώς και βιοαιθανόλης, γίνεται μέσω της αλκοολικής ζύμωσης από σακχαρούχες πρώτες ύλες είναι μία πολύ γνωστή και τελειοποιημένη διαδικασία (Mustafa Vohra et al 2014).

1.4.2.2. ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΑΘΑΝΟΛΗΣ ΑΠΟ ΑΜΥΛΟΥΧΕΣ ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ

Τα σιτηρά όπως καλαμπόκι, σιτάρι και το κριθάρι περιέχουν κυρίως άμυλο και όπως είδαμε και νωρίτερα αποτελούν τις κύριες αμυλούχες πηγές βιοαιθανόλης. Το άμυλο που είναι αποθηκευμένο στα σιτηρά αποτελείται από μακριές αλυσίδες μονάδων γλυκόζης. Οι αλυσίδες αυτές αποτελούν την αμυλόζη και την αμυλοπηκτίνη. Για την παραγωγή αιθανόλης από άμυλο, πρέπει να διασπαστούν οι αλυσίδες αυτές, με σκοπό να παραχθεί σιρόπι γλυκόζης, το οποίο έπειτα είναι δυνατό να μετατραπεί σε αιθανόλη με τη συμβολή ζυμομύκητων. Στο άμυλο, τα πολυμερή της γλυκόζης σπάνε σε μονομερή μέσω υδρολυτικής αντίδρασης που καταλύεται από το ένζυμο γλυκο-αμυλάση. Το σάκχαρο που προκύπτει από τη διαδικασία αυτή είναι ένα ισομερές της γλυκόζης και είναι γνωστό και ως D-γλυκόζη. Στη συνέχεια ακολουθεί η ζύμωση, η απόσταξη και η αφυδάτωση ώστε να παραληφθεί, τελικά, άνυδρη αιθανόλη (Mustafa Vohra et al 2014).

1.4.2.3. ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΑΘΑΝΟΛΗΣ ΑΠΟ ΛΙΓΝΟΚΥΤΤΑΡΙΝΟΥΧΕΣ ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ

Η βιοαιθανόλη που παράγεται από λιγνινοκυτταρινούχες πρώτες ύλες είναι βιοκαύσιμο δεύτερης γενιάς. Οι λιγνινοκυτταρινούχες πρώτες ύλες περιλαμβάνουν υπολείμματα γεωργικών και δασικών καλλιεργειών, γεωργικών καλλιεργειών, χαρτιού, διατροφικών απορριμμάτων και πράσινα απόβλητα (κλαδέματα κλπ) ακόμη και υπολείμματα από ξυλουργικές εργασίες (ροκανίδια κλπ).

Σήμερα, χρησιμοποιούνται πολλές τεχνολογίες για τη μετατροπή λιγνοκυτταρινούχων πρώτων υλών σε αιθανόλη. Ωστόσο, οι τεχνολογίες αυτές έχουν κατηγοριοποιηθεί σε

δύο μεθόδους, οι οποίες είναι: α) Βιοχημική μετατροπή (με βάση τη ζάχαρη) και β) Θερμοχημική μετατροπή (με βάση το συνθετικό αέριο). Η μέθοδος με βάση τη ζάχαρη χρησιμοποιεί ένζυμα για τη μετατροπή των προεπεξεργασμένων λιγνοκυτταρινικών υλικών βιομάζας σε σάκχαρα, τα οποία μπορούν στη συνέχεια να ζυμωθούν και να αποδώσουν αιθανόλη. Στην δεύτερη περίπτωση με βάση το σύνθετο αέριο, η πρώτη ύλη αεριοποιείται για την παραγωγή του συνθετικού αερίου (μονοξείδιο του άνθρακα, υδρογόνο και διοξείδιο του άνθρακα) το οποίο στη συνέχεια μετατρέπεται σε αιθανόλη με χημική αντίδραση που χρησιμοποιεί χημική κατάλυση ή βιολογική αντίδραση με τη χρήση μικροοργανισμών.



Σχήμα 2. Σχηματική απεικόνιση των διαδικασιών παραγωγής αιθανόλης από λιγνοκυτταρινούχες πρώτες ύλες

1.5. ΠΑΡΑΓΩΓΟΙ ΑΙΘΑΝΟΛΗΣ

Όπως αναφέρθηκε και νωρίτερα, η αιθανόλη αποτελεί ένα βιοκαύσιμο το οποίο παράγεται σε πολλές περιοχές και από ποικίλες πρώτες ύλες. Παρακάτω, θα αναλυθεί η παραγωγή αιθανόλης στην Αμερική, τη Βραζιλία, την Ευρώπη, την Ιαπωνία και την Κίνα.

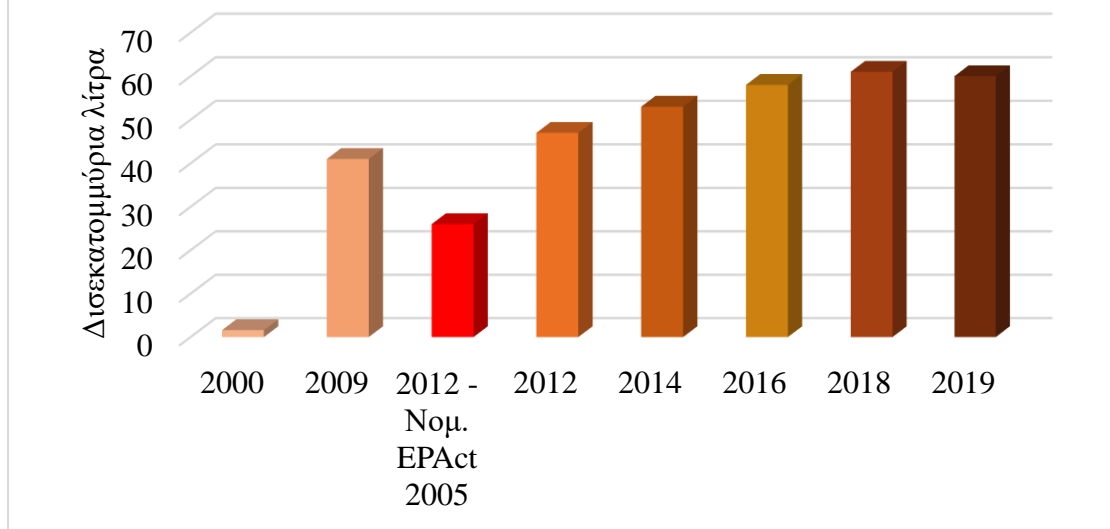
1.5.1. ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ ΣΤΗΝ ΑΜΕΡΙΚΗ

Όπως έχει ήδη αναφερθεί και παραπάνω μια από τις χώρες με τη μεγαλύτερη παραγωγή βιοαιθανόλης είναι η Αμερική. Σύμφωνα με μετρήσεις η Αμερική αποτελεί το μεγαλύτερο παραγωγό αιθανόλης, αγγίζοντας το ποσοστό του 47% από την παγκόσμια παραγωγή. Ήδη ορισμένοι νόμοι στην Αμερική απαιτούν την αύξηση παραγωγής βιοαιθανόλης μέχρι το 2022. Βέβαια, οι νομοθεσίες δεν προσδιορίζουν την προέλευση της πρώτης ύλης, παρά μόνο το είδος της, το οποίο συνήθως προέρχεται από φυτική βιομάζα. Το Εθνικό εργαστήριο Ανανεώσιμης Ενέργειας (NREL) της Αμερικής, έθεσε ως στόχο την παραγωγή 400 λίτρων αιθανόλης την ημέρα, με τη χρήση σωστά ανεπτυγμένης και εξειδικευμένης τεχνολογίας, έως το 2030 (Poonam Singh Nigam & Apoor Singh, 2010).

Μέχρι σήμερα, παραγόταν αιθανόλη από διάφορες πηγές και πολλές φορές σαν πρώτη ύλη επιλέγεται το γρασίδι, όπως ο μίσχανθος και το κεχρί (switch grass). Φαίνεται όμως, πως μεγαλύτερη απόδοση σε ενέργεια έχει το οργανικό κλάσμα των αστικών στερεών αποβλήτων (ΑΣΑ). Παρόλα αυτά στην Αμερική, οι κάτοικοι ακόμη δυσκολεύονται να εμπιστευτούν την βιοαιθανόλη ως κύριο καύσιμο καθώς μπορεί να αποδόσει, λιγότερη ενέργεια σε σχέση με το πετρέλαιο, και η τιμή της είναι αυξημένη συγκριτικά με τη βενζίνη ή το πετρέλαιο (<https://www.npr.org/>). Έτσι, θεωρούν πως τελικά οι πολίτες δεν είναι κερδισμένοι, όμως στην πραγματικότητα δεν είναι σε θέση να δουν το μέλλον, και το πως δρα το βιοκαύσιμο αυτό προς το περιβάλλον, αγνοώντας πλήρως τις χαμηλότερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις που έχει σε σχέση με τα άλλα καύσιμα.

Στις Ηνωμένες Πολιτείες, η μεγαλύτερη ποσότητα βιοαιθανόλης παράγεται από τις καλλιέργειες καλαμποκιού με ένα τεράστιο ρυθμό αύξησης παραγωγής να τη χαρακτηρίζει μεταπηδώντας από 6.1 δισεκατομμύρια λίτρα L το 2000 στα 53 δισεκατομμύρια λίτρα το 2014. Σε αυτό συνέβαλαν και ποικίλες νομοθεσίες όπως η EPL Act 2005 που έθεσε υποχρεωτική την ετήσια παραγωγή να φτάνει τα 26 δισεκατομμύρια λίτρα μέχρι και το 2012 (USDA 2015). Οι τελευταίες μετρήσεις αποδεικνύουν πως η παραγωγή αιθανόλης στην Αμερική για το 2009 είναι 41 δισεκατομμύρια λίτρα, για το 2012 η παραγωγή έφτασε τα 47 δισεκατομμύρια λίτρα, για το 2016 φτάνουν τα 58, το 2018 αγγίζουν τα 61 δισεκατομμύρια λίτρα και τέλος για το 2019 αγγίζουν τα 60 δισεκατομμύρια λίτρα (<https://www.statista.com/statistics/281494/us-fuel-ethanol-production/>).

ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ ΣΤΗΝ ΑΜΕΡΙΚΗ 2000-2019

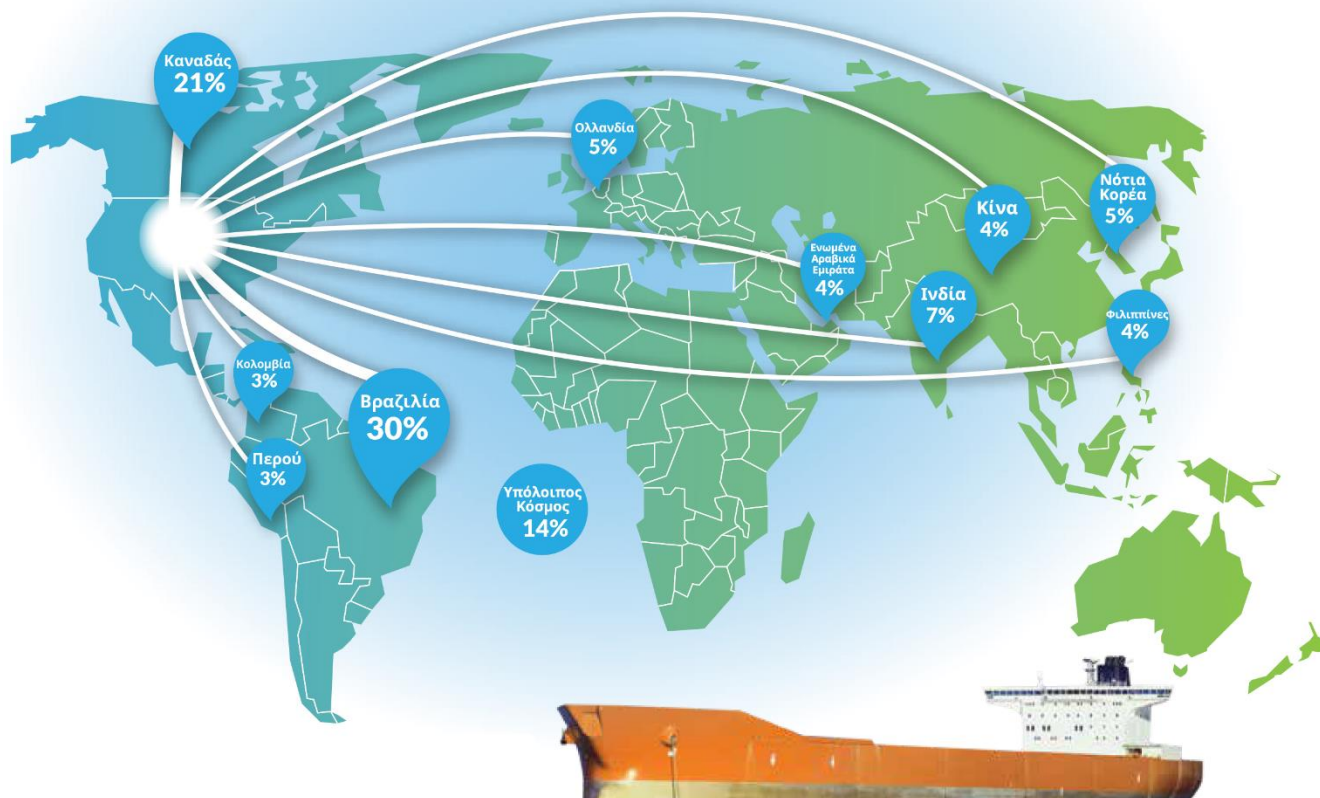


Ραβδόγραμμα 1 Παραγωγή βιοαιθανόλης στην Αμερική (USDA 2015 και <https://www.statista.com/statistics/281494/us-fuel-ethanol-production/>)

Από τον πίνακα βλέπουμε πως από το 2000 μέχρι το 2019, δηλαδή μετά από 19 χρόνια υπάρχει μια τρομερή αύξηση στην παραγόμενη αιθανόλη, σχεδόν 54 δισεκατομμυρίων λίτρων. Αυτό, συμβαίνει και λόγω της επιτακτικής ανάγκης χρήσης εναλλακτικών μορφών ενέργειας αλλά και λόγω της ανάπτυξης της τεχνολογίας, η οποία βοηθά την επιστημονική κοινότητα να εκμεταλλευτεί παραπροϊόντα, όπως και τα απόβλητα, προκειμένου να παράξει βιοκαύσιμα. Από το διάγραμμα φαίνεται πως η υπάρχει μια συνεχώς αυξητική τάση στην χρήση βιοαιθανόλης. Επιπλέον, ενώ ο νόμος EPA Act 2005 όριζε σαν ετήσια παραγωγή τα 26 δισεκατομμύρια λίτρα βιοαιθανόλης, τελικά η πραγματική παραγωγή ήταν 47 δισεκατομμύρια λίτρα βιοαιθανόλης. Η διαφορά αυτή αγγίζει το ύψος των 21 δισεκατομμυρίων λίτρων βιοαιθανόλης.

Προκειμένου, να αντιληφθούμε τον πραγματικό όγκο της παραγόμενης βιοαιθανόλης θα παρουσιαστεί ένα διάγραμμα το οποίο απεικονίζει τις εξαγωγές της Αμερικής για το έτος 2018(RFA Outlook 2019).

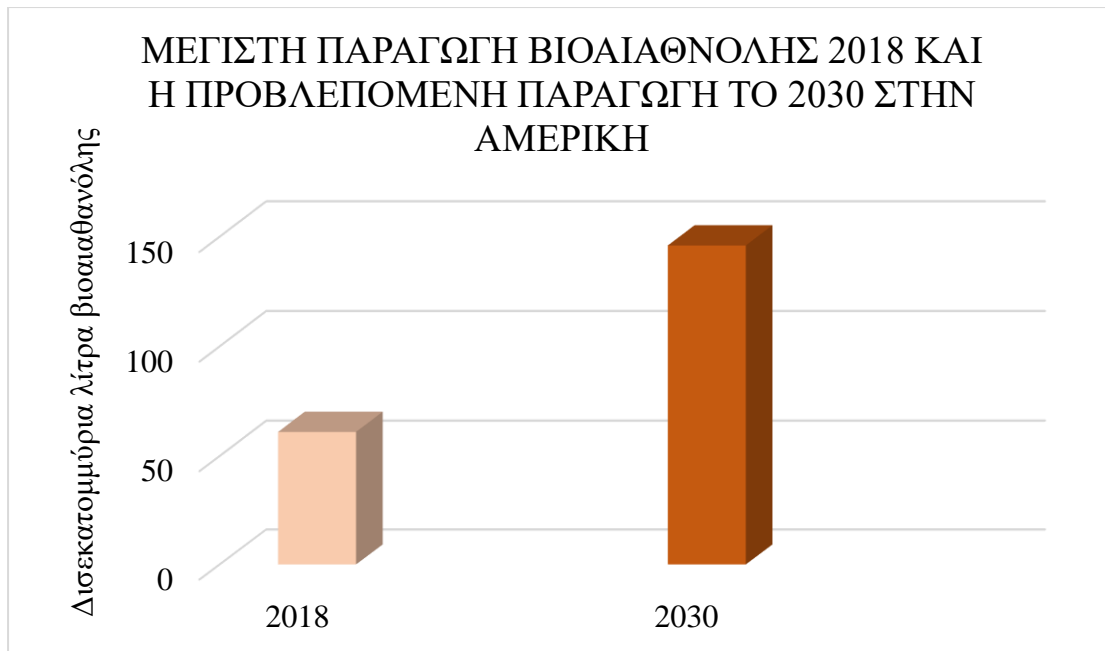
Κορυφαίοι προορισμοί για εξαγωγές αιθανόλης στις ΗΠΑ το 2018



Σχήμα 3. Εξαγωγές αιθανόλης από την Αμερική (RFA Outlook 2019).

Μάλιστα, η έρευνα έχει εξελιχθεί τόσο που πλέον απομονώνονται συγκεκριμένα οργανικά υλικά από τα απορρίμματα, όπως για παράδειγμα οι φλούδες από τις πατάτες. Συγκεκριμένα, επιστήμονες από το Γεωπονικό Πανεπιστήμιο της Πενσυλβενια, ισχυρίζονται πως η βιοαιθανόλη που θα παράγεται από τις φλούδες της πατάτες θα είναι σε θέση να δώσει μια χαμηλότερη τιμή στα βιοκαύσιμα και να δημιουργήσει φθηνότερες αγορές (<https://biofuels-news.com/news/innovative-new-method-to-produce-ethanol-from-potato-waste/>).

Σύμφωνα με όσα αναφέρθηκαν παραπάνω ακολουθεί ένα σύντομο διάγραμμα με την μέγιστη παραγωγή βιοαιθανόλης στην Αμερική το 2018 και με το στόχο έως το 2030.



Ραβδόγραμμα 2. Παραγωγή αιθανόλης στην Αμερική 2018 και 2030 (πρόβλεψη).

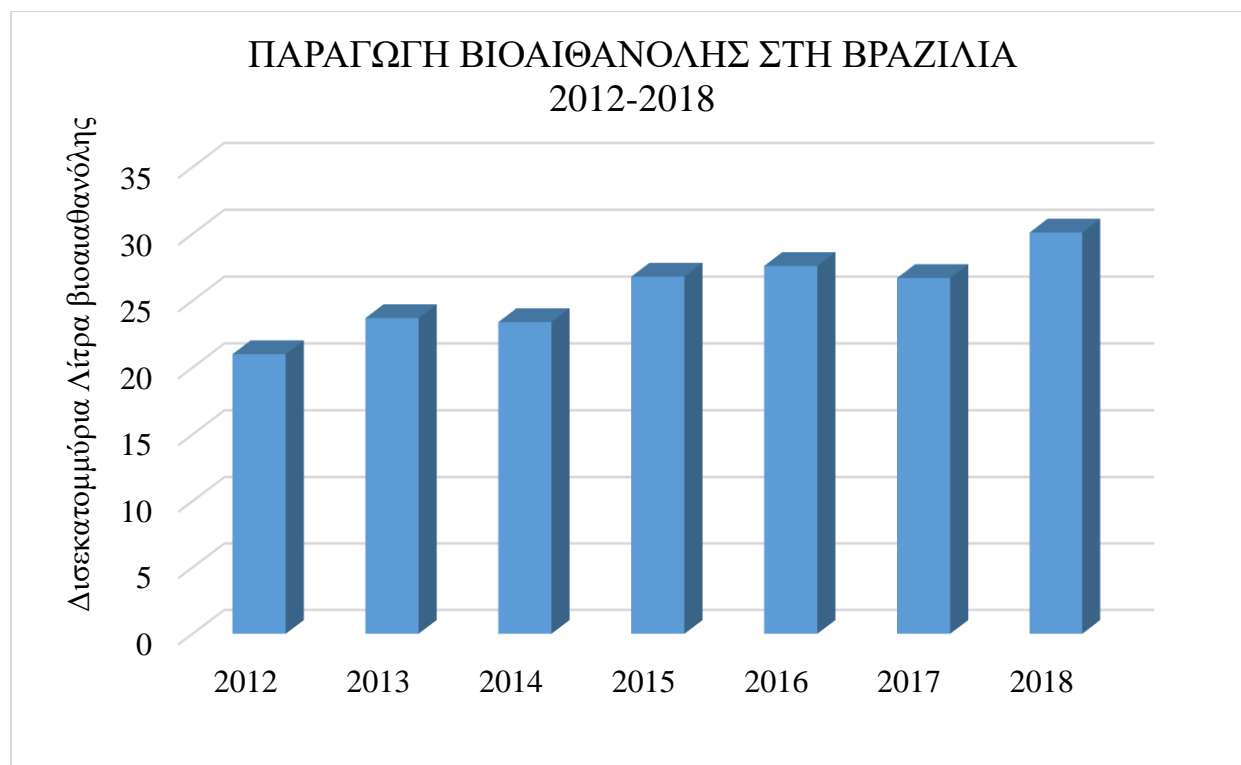
Από αυτό το ραβδόγραμμα φαίνεται πως στο διάστημα 12 ετών οι Ηνωμένες Πολιτείες προβλέπουν μια τρομερή αύξηση βιοαιθανόλης καθώς πλέον η παραγωγή της δεν θα εξαρτάται αποκλειστικά και μόνο από τις γνωστές έως τώρα πρώτες ύλες, όπως είναι οι ενεργειακές καλλιέργειες, αλλά και από άλλες πηγές βιομάζας, για παράδειγμα το οργανικό κλάσμα των αστικών στερεών απορριμμάτων.

1.5.2. ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΑΙΑΘΝΟΛΗΣ ΣΤΗ ΒΡΑΖΙΛΙΑ

Όπως η Αμερική έτσι και η Βραζιλία αποτελεί μια από τις χώρες με τη μεγαλύτερη παραγωγή αιθανόλης παγκοσμίως, έχοντας τη δεύτερη θέση το 2012 (Meijl et al. 2015). Η συνολική έκταση της Βραζιλίας είναι 8.511.000 km² (<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%92%CF%81%CE%B1%CE%B6%CE%B9%CE%BB%CE%AF%CE%B1>) και αποτελεί μια από τις μεγαλύτερες παραγωγούς αιθανόλης μέσα από τις ενεργειακές καλλιέργειες και το προϊόν οδηγείται στις εξαγωγές της χώρας ως βιοκαύσιμο, έχοντας ορισμένες φορές μεγαλύτερη τιμή και από το πετρέλαιο.

Το μεγαλύτερο ποσοστό της (βιο)αιθανόλης που παράγεται στη Βραζιλία προέρχεται από τις καλλιέργειες ζαχαροκάλαμου, γεγονός που ενδεχομένως να οφείλεται στις νομοθεσίες που θεσπίστηκαν το 1970, προωθώντας την ενέργεια αυτή (Brazil. Energy Policy, Laws and Regulations Handbook). Στο σημείο αυτό είναι απόλυτα προφανές γιατί είναι από τις περιοχές με τη μεγαλύτερη παραγωγή βιοαιθανόλης. Συγκεκριμένα, τα τελευταία χρόνια από το 2010 έως το 2019 παρατηρείται μια συνεχώς αυξανόμενη παραγωγή βιοαιθανόλης, ιδιαίτερα μετά το 2018, λόγω της πτώσης τιμής της πρώτης ύλης (<https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=37074>).

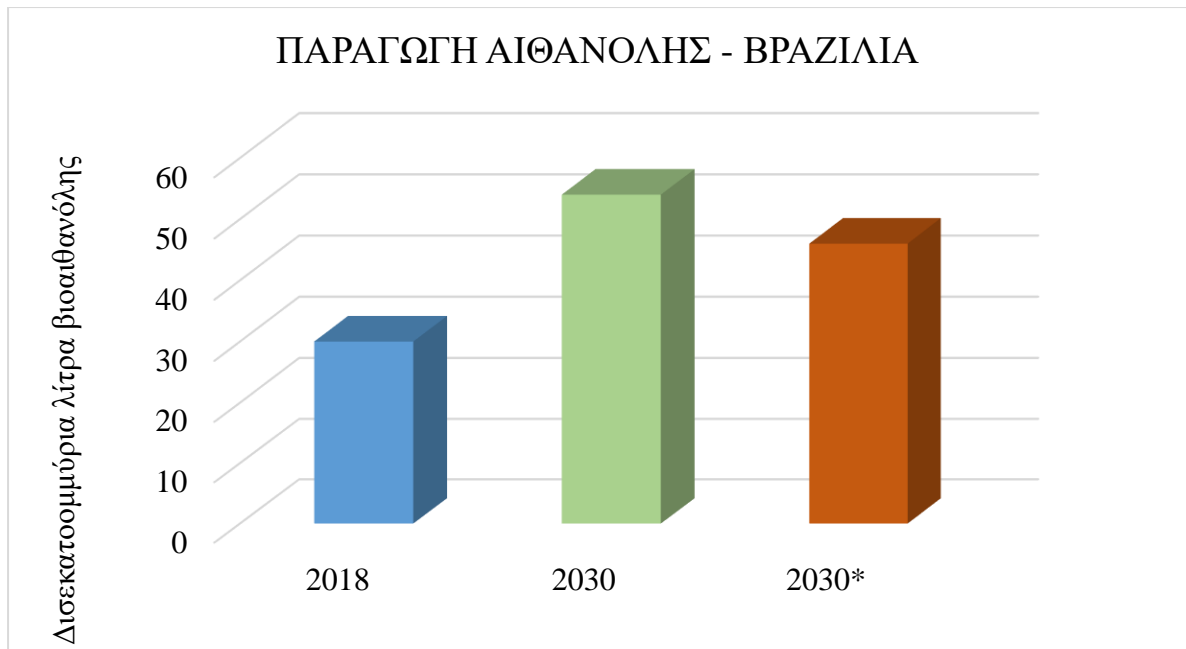
Αναλυτικότερα, η μεταβολή της παραγόμενης αιθανόλης στη Βραζιλία από το 2012 έως το 2018, είναι ίση με 10,1 δισεκατομμύρια λίτρα. Συνεπώς, η συνολική αύξηση της αιθανόλης σε διάστημα 7 ετών ήταν σχεδόν 10 δισεκατομμύρια λίτρα. Ακολουθώντας, παρουσιάζεται το διάγραμμα, με την ετήσια παραγωγή αιθανόλης στη Βραζιλία από το 2012 έως και το 2018.



Ραβδόγραμμα 3 Παραγωγή βιοαιθανόλης στη Βραζιλία για το χρονικό διάστημα 2012- 2018 (<https://www.statista.com/statistics/968331/ethanol-production-brazil/>).

Από το διάγραμμα παρατηρείται μια συνεχή αυξομείωση κατά το πέρασμα των ετών, όμως η μείωση από τον προηγούμενο χρόνο στον επόμενο είναι πολύ μικρή. Η αύξηση της παραχθείσας αιθανόλης από το 2017 στο 2018 αγγίζει το ποσοστό του 9%.

Σύμφωνα με την κρατική έρευνα, προβλέπεται πως μέχρι το 2030 η παραγωγή αιθανόλης (κυρίως από ζαχαροκάλαμο) θα φτάσει τα 54 δισεκατομμύρια λίτρα το 2030 (EPE-Executive Summary Ethanol Supply Scenarios, 2018) . Η σύγκριση και η αύξηση που προβλέπεται παρουσιάζεται παρακάτω:



Ραβδόγραμμα 4. Προβλέψεις παραγωγής αιθανόλης για το 2030. Το 2030 (πράσινο) απεικονίζει το πλέον αισιόδοξο σενάριο ενώ το 2030* (καφέ) παρουσιάζει την πιο ρεαλιστική πρόβλεψη (EPE-Executive Summary Ethanol Supply Scenarios, 2018 και (<https://advancedbiofuelsusa.info/brazil-ethanol-output-could-double-by-2030-govt-study/>)).

Από το διάγραμμα αυτό παρατηρείται πως υπολογίζεται μια συνολική αύξηση στην παραγωγή αιθανόλης κατά 45%. Το ποσοστό αυτό είναι ιδιαίτερα μεγάλο, ενώ από πολλούς επιστήμονες κρίνεται και ως υπεραισιόδοξο, καθώς πολλοί είναι εκείνοι που θεωρούν πως το 2030 η παραγωγή θα έχει αυξηθεί κατά 30% ή 39% αγγίζοντας τα 43 με 49 δισεκατομμύρια λίτρα (<https://advancedbiofuelsusa.info/brazil-ethanol-output-could-double-by-2030-govt-study/>).

Ο κύριος στόχος της Βραζιλίας, δεν είναι αποκλειστικά η παραγωγή (βιο)αιθανόλης με κύριο προορισμό της εξαγωγής. Σύμφωνα με τις νομοθεσίες που ήδη από το 1977 έχουν θεσπιστεί, η χρήση της αιθανόλης ως βιοκαύσιμο (με την ανάμειξή της με η βενζίνη) στοχεύει και στην μείωση των εκπομπών του θερμοκηπίου. Ήδη, η Βραζιλία έχει θέσει ως πρώτο επίτευγμα την μείωση των οικιστικών εκπομπών κατά 37% έως το 2025 και ως δεύτερο στάδιο τη μείωση κατά 43% έως το 2030 (USDA, Annual report 2018-Brazil).

1.5.3. ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ

Στην Ευρώπη, η παραγωγή βιοαιθανόλης και γενικότερα βιοκαυσίμων δεν είναι ιδιαίτερα ανεπτυγμένη. Παρ' όλα αυτά, μέσα από τις νομοθεσίες και τις οδηγίες που θεσπίζει, θέτει υψηλούς στόχους. Αυτό, οφείλεται στο γεγονός, της ολοκληρωμένης και πολύπλευρης νομοθεσίας. Με άλλα λόγια, οι οδηγίες δεν στοχεύουν μόνο στην μείωση καύσης των ορυκτών καυσίμων, αλλά ταυτόχρονα προωθεί τη χρήση βιοκαυσίμων, και ενισχύει τα σχέδια διαχείρισης και αξιοποίησης των απορριμμάτων. Συνεπώς, δημιουργείται μια αλυσίδα νομοθεσιών, με διαφορετικά αντικείμενα αλλά με κοινό στόχο, την προστασία του περιβάλλοντος.

Σε πολλές ευρωπαϊκές χώρες, τα βιοκαύσιμα, και κατ' επέκταση και η βιοαιθανόλη, φαίνεται πως χρησιμοποιούνται πολύ στον τομέα της ενέργειας. Συνεπώς, όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, έχουν αναπτυχθεί πολλές νομοθεσίες και οδηγίες σχετικά με την ορθή χρήση τους, την κατάλληλη μέθοδο αξιοποίησής τους καθώς επίσης και μέσα από έρευνες, αποδείχθηκε πως πλέον κατάλληλα είναι τα βιοκαύσιμα που προέρχονται από βιομάζα (Demirbas, 2008).

Στην Ευρώπη, η χρήση των βιοκαυσίμων έχει ερευνηθεί ιδιαίτερα, και για το λόγο αυτό, έχουν θεσπιστεί ποικίλοι κανονισμοί σχετικά με την ανάμειξη βιοκαυσίμων με ορυκτά καύσιμα. Σχετικά, με τη χρήση της βιομάζας, δύο είναι οι πιο συνηθισμένες αναμειξεις. Η πρώτη είναι η προσθήκη βιοαιθανόλης κατά 5% μαζί με βενζίνη, όπου σύμφωνα με τον κανονισμό EN 228, δεν απαιτείται καμία τροποποίηση της μηχανής των οχημάτων και η δεύτερη είναι η προσθήκη βιοαιθανόλης κατά 85%, γνωστή ως E85, και εδώ απαιτούνται μηχανολογικές τροποποιήσεις για να πραγματοποιηθεί η καύση (Demirbas, 2008). Στο σημείο αυτό αξίζει να τονιστεί πως τα βιοκαύσιμα, άρα και η βιοαιθανόλη, επιλέγονται κυρίως ως καύσιμα μετακίνησης των οχημάτων, λόγω των μειωμένων εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά την καύση τους. Βέβαια, η απόδοση τους είναι πολύ μικρότερη από αυτή του πετρελαίου, και των ορυκτών καυσίμων, τα οποία, είναι αδύνατο να χαρακτηριστούν ως «φιλικά» προς το περιβάλλον.

Η κοιμισιόν της Ευρωπαϊκής Ένωσης ήδη είχε θέσει ως στόχο μέχρι το 2010 να χρησιμοποιείται στις δημόσιες συγκοινωνίες βιοκαύσιμο από βιομάζα, ενώ οι οδηγίες και οι νομοθεσίες που εφαρμόστηκαν ή εν δυνάμει θα εφαρμοστούν έχουν τρεις βασικούς στόχους. Οι στόχοι αυτοί είναι οι εξής: 1. η ανταγωνιστικότητα στην αγορά της Ευρώπης, 2. η ασφάλεια των ενεργειακών αποθεμάτων και τέλος 3. η προστασία του περιβάλλοντος (Demirbas, 2008).

Χαρακτηριστικό παράδειγμα όλων όσων έχει θεσπίσει η Ευρωπαϊκή Ένωση αποτελεί ο στόχος που τέθηκε το 2007. Ο στόχος αφορούσε όλα τα μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης και όριζε πως μέχρι το 2020 θα πρέπει το 20% της συνολικής ενέργειας που καταναλώνεται να προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και πιο αναλυτικά ως κατώτατο όριο τέθηκε το 10% να προέρχεται από βιοκαύσιμα (DIRECTIVE 2009/28/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 23 April 2009| on the promotion of the use of energy from renewable sources and amending and subsequently repealing Directives 2001/77/EC and 2003/30/EC).

Φυσικά, η Ευρώπη μέσα από τις ενέργειες αυτές και την προώθηση της χρήσης εναλλακτικών μορφών ενέργειας, αποσκοπεί στην σταδιακή χρήση των βιοκαυσίμων μέσα από τα μέσα μαζικής μεταφοράς ενώ ταυτόχρονα προσπαθεί να υιοθετήσει τεχνικές πιο φιλικές προς το περιβάλλον μειώνοντας της εκπομπές του θερμοκηπίου (DIRECTIVE 2009/28/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 23 April 2009) on the promotion of the use of energy from renewable sources and amending and subsequently repealing Directives 2001/77/EC and 2003/30/EC).

Μέσα από τους στόχους, τις νομοθεσίες, και τις οδηγίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης η εύρεση εναλλακτικών μορφών ενέργειας και ιδιαίτερα βιοκαυσίμων από βιομάζα που σε κάθε άλλη περίπτωση θα κατέληγε σε χώρους υγειονομικής ταφής, είναι πολύ σημαντικό, καθώς θα παρέχεται μια μορφή ενέργειας με καλές αποδόσεις και φιλικό προς το περιβάλλον. Η αποτελεσματικότητα των ενεργειών που έχουν αναφερθεί έως τώρα είχαν θετικό αποτέλεσμα. Σύμφωνα με έρευνες, στην Ευρώπη οι πολίτες είναι διατεθειμένοι και επιλέγουν τις ενδεχομένως ανώτερες τιμές των βιοκαυσίμων σε σύγκριση με τα ορυκτά καύσιμα (Alisher Mamadzhanov et al. 2019).

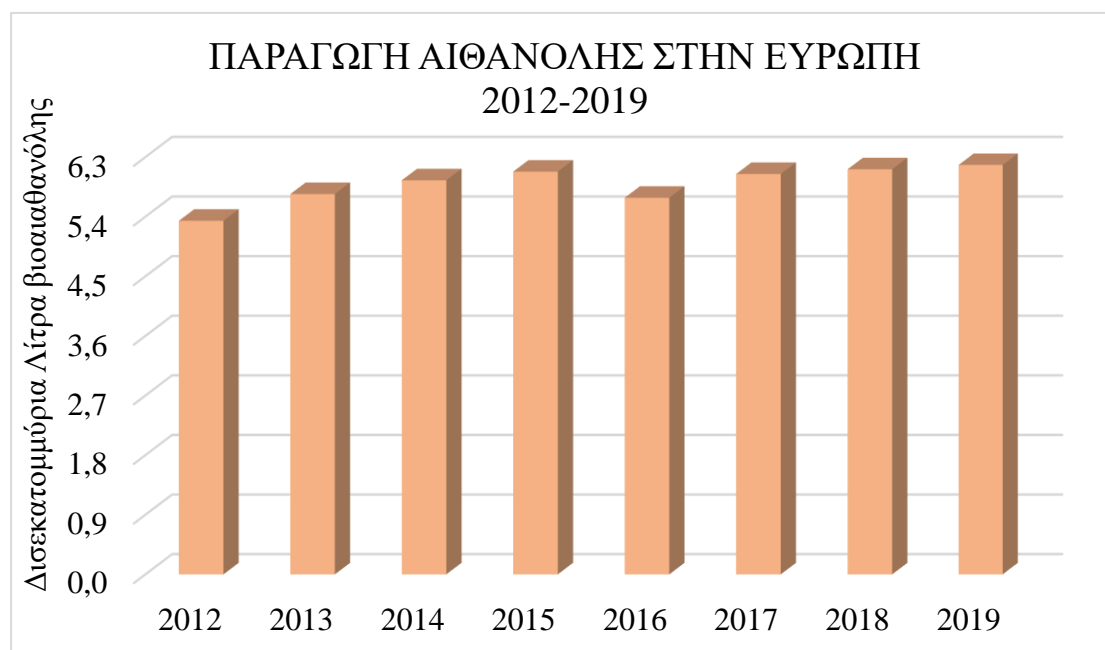
Είναι γεγονός πως η Ευρώπη αναζητά πηγές και τρόπους παραγωγής βιοκαυσίμων καθώς δεν είναι σε θέση να παράξει τις ποσότητες που επιθυμεί να καταναλώσει. Συνολικά Ευρώπη σύμφωνα με έρευνα που διεξήχθη το 2012 είναι μόλις στο 8% της παγκόσμιας παραγωγής ενώ τα ηνία κατέχει η Αμερική (Meijl et al. 2015). Η προσπάθεια των Ευρωπαϊκών χωρών είναι αξιόλογη δεδομένου ότι το 2004 παράχθηκαν 620 εκατομμύρια λίτρα βιοαιθανόλης και 2.3 δισεκατομμύρια λίτρα βιοντίζελ (Demirbas 2009). Αξίζει να σημειωθεί πως η βιοαιθανόλη προέρχεται από βιομάζα ενεργειακών καλλιέργειών και όχι από το οργανικό κομμάτι των απορριμμάτων, λογικό, καθώς τότε η ανάγκη επαναχρησιμοποίησης και αξιοποίησης των στερεών αστικών αποβλήτων δεν ήταν μεγάλη.

Η Ευρώπη ανέκαθεν έδειχνε έντονο ενδιαφέρον προς τις εναλλακτικές μορφές ενέργειας. Αυτό που έλειπε τότε, όπως και σήμερα, είναι η δυνατότητα ανεξαρτησίας της από την προμήθεια βιοαιθανόλης. Με βάσει όσα κατέθεσε η Ευρωπαϊκή Επιτροπή στην τεχνική της έκθεση και σύμφωνα με τα όσα στοιχεία παρέδωσαν οι 22 χώρες της Ευρώπης τα βιοκαύσιμα καταναλώνονται και επιλέγονται στη γηραιά ήπειρο, όμως τα ηνία κατέχει το βιοντίζελ (62,3%) και έπειτα ακολουθεί η βιοαιθανόλη (17,5%) (Ποιότητα καυσίμων βενζίνης και ντίζελ που χρησιμοποιούνται για τις οδικές μεταφορές στην Ευρωπαϊκή Ένωση 2017). Όπως, έχει αναλυθεί μέχρι τώρα, η αξιοποίηση των απορριμμάτων στις αρχές παραγωγής των βιοκαυσίμων δεν είχε εφαρμοστεί. Η ιδέα αξιοποίησης της βιομάζας, όμως είχε εδραιωθεί και αναπτυχθεί πολύ καλά. Σήμερα, λοιπόν, που το πρόβλημα διαχείρισης των ΑΣΑ διογκώνεται, οι ποσότητες παραγωγής τους αυξάνονται και οι χώροι υγειονομικής ταφής κλείνουν, οι πολιτείες οφείλουν να βρουν τρόπους αξιοποίησής τους.

Συνολικά στην Ευρώπη τα τελευταία 3 χρόνια (2017, 2018, 2019) εκτιμάται πως παράχθηκαν περίπου 18 δισεκατομμύρια λίτρα αιθανόλης (USDA-EU Biofuels Annual Report 2019). Η παραγόμενη ποσότητα δεν είναι αρκετή για τις ανάγκες της Ευρώπης. Πολλές χώρες είναι εκείνες που καταναλώνουν πολύ μεγαλύτερη ποσότητα από αυτή που παράγουν. Ο μεγαλύτερος καταναλωτής αιθανόλης στην Ευρώπη είναι η

Γερμανία, ακολουθεί η Αγγλία, η Γαλλία, η Ισπανία, η Πολωνία, η Δανία, η Ιταλία και η Σουηδία (<http://ethanolproducer.com/articles/16422/report-eu-ethanol-consumption-to-increase-in-2019>).

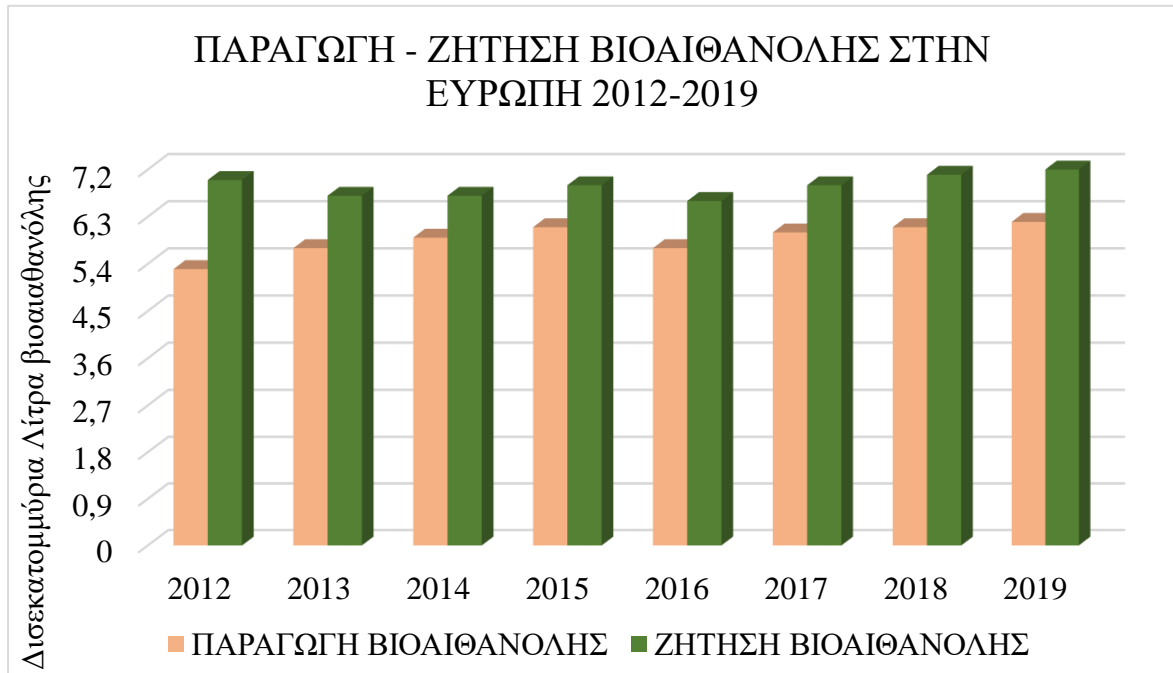
Αναλυτικότερα, προκειμένου να υπάρχει μια πιο ολοκληρωμένη εικόνα για την παραγωγή αιθανόλης στην Ευρώπη παρουσιάζεται το ακόλουθο διάγραμμα για το διάστημα 2012-2019.



Ραβδόγραμμα 5. Παραγωγή αιθανόλης για τα έτη 2012-2019 στην Ευρώπη(2017 και 2018 εκτίμηση της παραγόμενης αιθανόλης και 2019 πρόβλεψη της παραγόμενης ποσότητας) (USDA-EU Biofuels Annual Report 2019).

Από το διάγραμμα βλέπουμε τη σταδιακή αύξηση παραγωγής αιθανόλης στην Ευρώπη με εξαίρεση το 2016, που παρατηρείται μια μείωση στην παραγωγή. Βλέπουμε πως για το έτος 2019, η εκτίμηση της παραγόμενης ποσότητας αγγίζει τα 6,2 δισεκατομμύρια λίτρα για το έτος αυτό. Ο αριθμός αυτός αποτελεί μια μη επαρκή ποσότητα για Ευρώπη, και για αυτό το λόγο πολλές Ευρωπαϊκές χώρες έχουν στραφεί στην εισαγωγή βιοκαυσίμων, όπως η αιθανόλη.

Προκειμένου, λοιπόν, να αντιληφθούμε καλύτερα τη ζήτηση της αιθανόλης στην Ευρώπη παρουσιάζεται το ακόλουθο διάγραμμα στο οποίο παρατίθεται η παραγωγή και η κατανάλωση για τα έτη 2012-2019.



Ραβδόγραμμα 6 . Σύγκριση παραγωγής και ζήτησης βιοαιθανόλης στην Ευρώπη για το διάστημα 2012-2019 (USDA-EU Biofuels Annual Report 2019).

Όσα, λοιπόν, αναφέρθηκαν νωρίτερα απεικονίζονται από το παραπάνω διάγραμμα, στο οποίο με πράσινο χρώμα φαίνεται ζήτηση και με πορτοκαλί η παραγωγή. Σε ολόκληρο το χρονικό διάστημα, η ζήτηση είναι πάντα μεγαλύτερη από την παραγωγή.

Το μεγαλύτερο μέρος της παραγόμενης αιθανόλης έχει ως πρώτη ύλη το σιτάρι και ακολουθούν ποικίλες πηγές βιομάζας, όπως τα γεωργικά υπολείμματα, ενεργειακές καλλιέργειες και σταδιακά, μελετάται και πιλοτικά εφαρμόζεται η αξιοποίηση οργανικών υπολειμμάτων των αστικών στερεών απορριμμάτων.

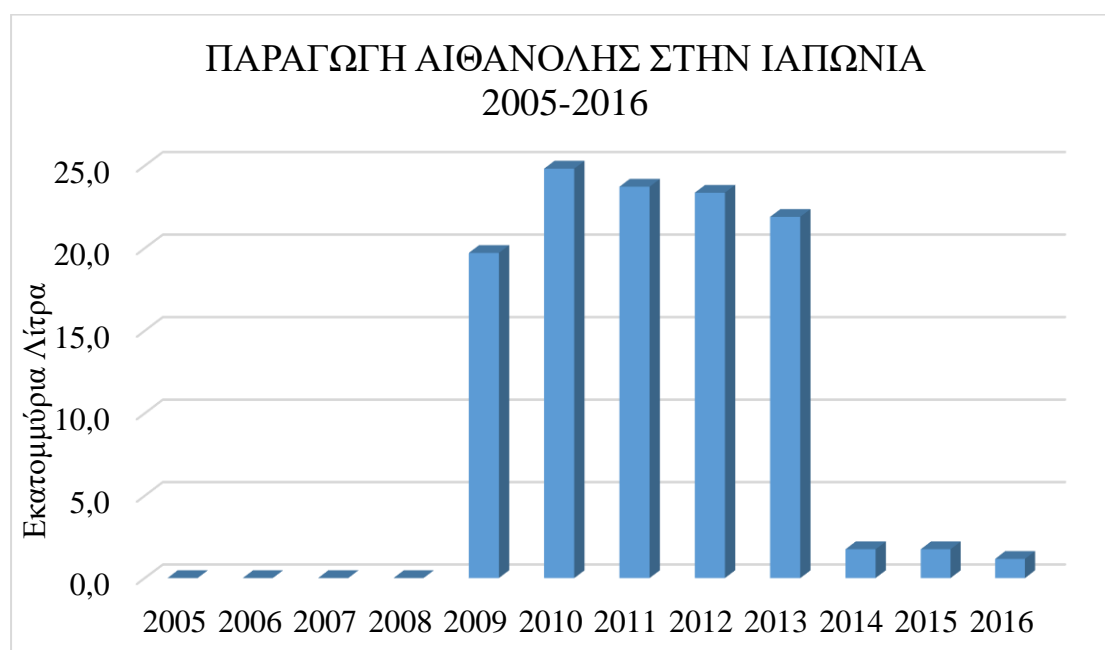


Εικόνα 2. Το εργοστάσιο παραγωγής αιθανόλης VERBIO Schwedt GmbH στη Γερμανία (<https://www.verbio.de/en/group/corporate-structure/verbio-ethanol-schwedt/>).

1.5.4. ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ ΣΤΗΝ ΙΑΠΩΝΙΑ

Η Ιαπωνία είναι μια από τις χώρες που αποφάσισαν τη χρήση βιοκαυσίμων αρκετά νωρίς. Παρόλα αυτά, φαίνεται πως αποτελεί μια από τις χώρες που αναμειγνύουν λιγότερο την αιθανόλη με τη βενζίνη. Ταυτόχρονα, τα βιοκαύσιμα αποτελούν την κυριότερη πηγή εναλλακτικών μορφών ενέργειας για την Ιαπωνία και προέρχονται από την ηλιακή ακτινοβολία, τον άνεμο, τη βιομάζα και ποικίλες γεωθερμικές πηγές. Επιπλέον, ενώ η Ιαπωνία περιλαμβάνει στους στόχους της τη χρήση βιοαιθανόλης φαίνεται πως εισάγει καθώς δεν παράγει επαρκείς ποσότητες. Ταυτόχρονα, η παραγωγή βιοαιθανόλης στην ευρύτερη περιοχή της Ιαπωνίας έχει αποφασιστεί να σταματήσει όταν η πρώτη ύλη προέρχεται από καλλιέργειες (Japan Biofuels Annual 2018).

Ακολουθεί το διάγραμμα στο οποίο παρουσιάζεται η παραγωγή αιθανόλης στην Ιαπωνία για τα έτη 2005 έως και 2016.



Ραβδόγραμμα 7. Παραγωγή αιθανόλης στην Ιαπωνία για τα έτη 2005 -2016 (<https://knoema.com/atlas/Japan/topics/Energy/Renewables/Fuel-ethanol-production>).

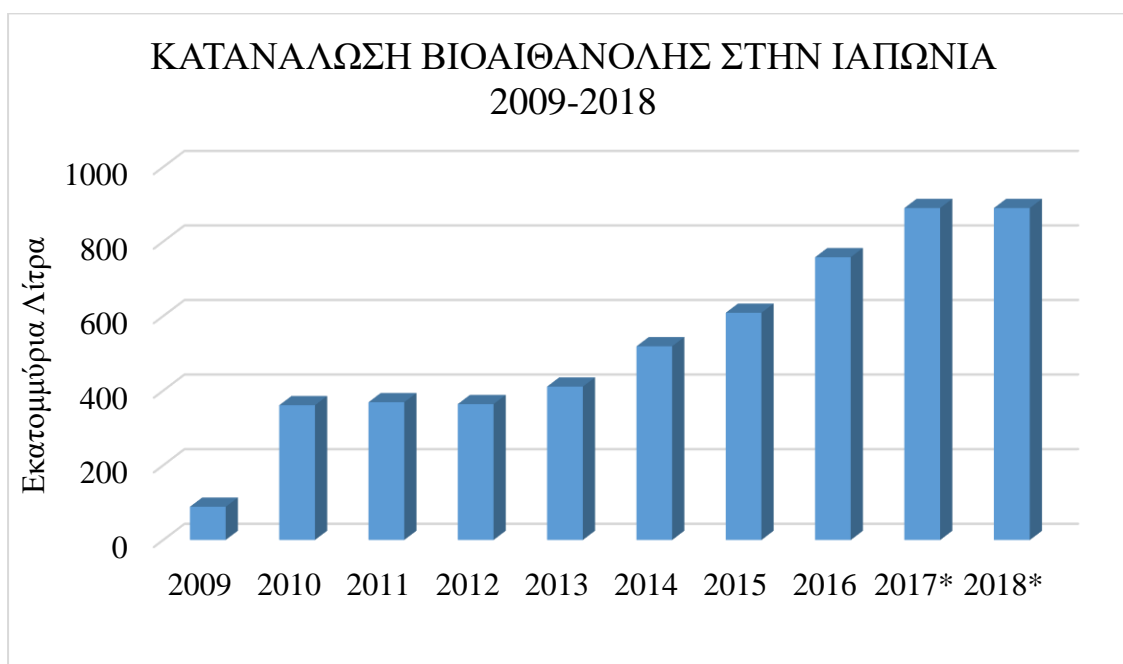
Από το παραπάνω διάγραμμα φαίνεται πως μέχρι και το 2008 η παραγωγή της Ιαπωνίας σε αιθανόλη ήταν μηδενική. Το 2010 φαίνεται πως αποτελεί το έτος με τη μέγιστη παραγωγή για το διάστημα 2005-2016, ενώ από το 2013 παρατηρείται μια έντονη και μεγάλη πτώση της παραγωγής της.

Ακολουθεί ο πίνακας στον οποίο φαίνεται ποια πρώτη ύλη επιλέγεται περισσότερο να αξιοποιηθεί για την παραγωγή βιοκαυσίμων σύμφωνα με το Υπουργείο Γεωργίας, Δασοπονίας και Αλιείας της Ιαπωνίας (S.Yokoyama, Y. Matsumura, 2015).

Πίνακας 1. Βιομάζα ως πρώτη ύλη βιοκαυσίμων στην Ιαπωνία (S.Yokoyama, Y. Matsumura, 2015).

ΕΙΔΟΣ	ΠΟΣΟΤΟ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ (%)
Ζωικά Απορρίμματα	25%
Λυματολάσπη	21%
Χαρτί	5%
Διατροφικά Απορρίμματα	26%
Πριονίδια ξυλείας	60%
Υπολείμματα κατασκευών	47%
Γεωργικά Απορρίμματα	15%
Δασικά Υπολείμματα	30%
Ενεργειακές Καλλιέργειες	100%
Μαύρη αλισίβα, μούργα, ταλλέλαιο	100%

Είναι αναμενόμενο οι παραγόμενες ποσότητες να μην είναι αρκετές για τις απαιτήσεις και τις ανάγκες της χώρας. Παρουσιάζεται, λοιπόν η κατανάλωση αιθανόλης στην Ιαπωνία για τα έτη 2009 έως και το 2018.



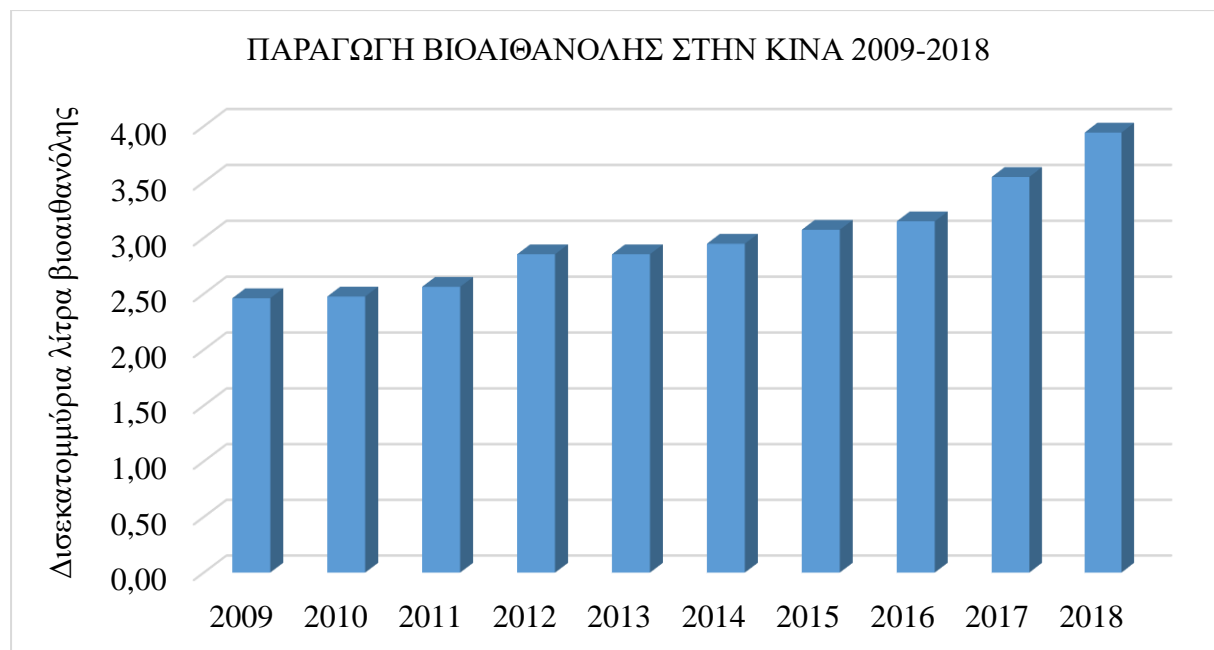
Ραβδόγραμμα 8. Κατανάλωση βιοαιθανόλης στην Ιαπωνία 2009-2018 (2017 και 2018 = εκτίμηση) (<https://www.statista.com/statistics/751032/japan-consumption-volume-of-fuel-ethanol/>).

Από τα δύο παραπάνω διαγράμματα αποδεικνύεται πως η κατανάλωση αιθανόλης στη χώρα είναι πολύ μεγαλύτερη από την παραγωγή της, συνεπώς ο μόνος τρόπος κάλυψης των αναγκών αυτών είναι η εισαγωγή αιθανόλης από άλλα κράτη.

Εναλλακτικά, χρειάζεται να βρει νέες πηγές βιομάζας προκειμένου να αυξηθεί η παραγωγή της. Μία πηγή βιομάζας μπορεί να αποτελέσει και το οργανικό μέρος των απορριμμάτων και έτσι να επιλυθούν δύο περιβαλλοντικά και οικονομικά ζητήματα ταυτόχρονα.

1.5.5. ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ ΣΤΗΝ ΚΙΝΑ

Τα τελευταία χρόνια σταδιακά, έχει κυριαρχήσει η ανάγκη για εύρεση νέων πηγών παραγωγής βιομάζας. Στη Κίνα, η οποία αποτελεί μια από τις μεγαλύτερες παραγωγούς αιθανόλης στον κόσμο μετά την Αμερική και τη Βραζιλία. Στην Κίνα η παραγωγή αιθανόλης φαίνεται πως μέσα σε μια δεκαετία σχεδόν έχει αυξηθεί κατακόρυφα. Αναλυτικά φαίνεται στο ακόλουθο διάγραμμα.

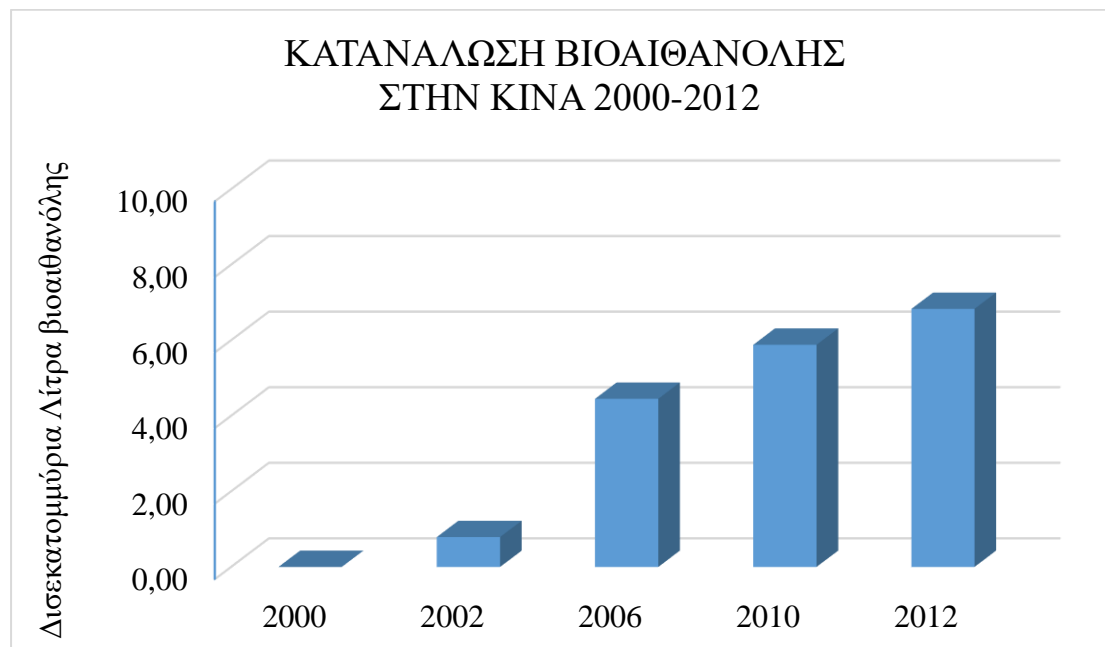


Ραβδόγραμμα 9. Παραγωγή βιοαιθανόλης στη Κίνα για το διάστημα 2009-2018 (<https://www.agmrc.org/renewable-energy/renewable-energy-climate-change-report/renewable-energy-climate-change-report/november-2017-report/chinas-new-ethanol-use-mandate-will-create-opportunities-for-us-exports>).

Από το διάγραμμα παρατηρείται πως σταδιακά η παραγόμενη αιθανόλη όλο και αυξάνεται. Παρόλα αυτά, η Κίνα κατατάσσεται στους τους μεγαλύτερους παραγωγούς αιθανόλης. Φαίνεται όμως, πως δεν είναι σε θέση να καλύψει πλήρως τις ανάγκες σε αιθανόλη και έτσι, πραγματοποιούνται και εισαγωγές και οι μεγαλύτερες ποσότητες εισάγονται από τις Ηνωμένες Πολιτείες, ενώ ακολουθεί η Μαλαισία, η Ινδονησία για το 2018. Για το 2019 τα πρωτεία παίρνει το Πακιστάν και ακολουθούν οι ΗΠΑ (USDA 2019 China Report)

Η κυριότερη πρώτη ύλη που χρησιμοποιεί η Κίνα για την παραγωγή αιθανόλης είναι ο αραβόσιτος αλλά και πολλά ακόμη φυτικά είδη (USDA 2019 China Report). Επομένως, βλέπουμε πως όπως και στις υπόλοιπες περιοχές που αναλύθηκαν έτσι και στην Κίνα η μεγαλύτερη πηγή βιομάζας προέρχεται από τον αραβόσιτο, το γλυκό σόργο και άλλες καλλιέργειες χαρακτηρισμένες ως «ενεργειακές», καθώς επίσης και από λυγνοκυτταρινούχες πηγές όπως τα υπολείμματα καλλιεργειών, ροκανίδια, υπολείμματα ξυλείας και πολλά ακόμη. Δεν έχει, βέβαια, αναφερθεί η χρήση των αστικών στερεών απορριμμάτων και του βιοαποδομήσιμου μέρους αυτών ως πρώτη ύλη παραγωγής αιθανόλης, διότι, μέχρι στιγμής δεν είναι ευρέως διαδομένη.

Η ανάγκη της Κίνας για αιθανόλη μπορεί να αποδειχθεί από την κατανάλωση της μέσα στο πέρασμα των ετών. Σύμφωνα με την US Energy Information Administration (eia) η κατανάλωση της αιθανόλης ως καύσιμο στην Κίνα από το 2000 έως και το 2012 φαίνεται στο ακόλουθο διάγραμμα (<https://www.indexmundi.com/energy/?country=cn&product=ethanol&graph=consumption>).



Ραβδόγραμμα 10. Κατανάλωση βιοαιθανόλης στην Κίνα 2000-2012 (<https://www.indexmundi.com/energy/?country=cn&product=ethanol&graph=consumption>).

Από το διάγραμμα αυτό παρατηρούμε πως η ζήτηση ιδιαίτερα στα έτη 2010 και 2012 είναι η τριπλάσια σχεδόν από την ποσότητα που παράγει η Κίνα εκείνα τα έτη. Συνεπώς, αποτελεί ένα παραγωγό εξαρτώμενο από άλλες χώρες για την εισαγωγή αιθανόλης προκειμένου να καλυφθούν οι ανάγκες της σε ζήτηση.

Αυτό σημαίνει πως η Κίνα, οφείλει να βρει έναν πιο αποδοτικό τρόπο παραγωγής αιθανόλης και νέες πρώτες ύλες, οι οποίες να μη σχετίζονται με καλλιέργειες προκειμένου μελλοντικά οι εκτάσεις αυτές να χρησιμοποιηθούν στην επίλυση του επισιτιστικού ζητήματος και όχι για το ενεργειακό ζήτημα. Τη λύση, όπως έχει αναφερθεί και σε προηγούμενο κεφάλαιο μπορεί να δώσει η αξιοποίηση των απορριμμάτων και ιδιαίτερα το οργανικό μέρος αυτών, όπως τα υπολείμματα τροφών κλπ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ΑΣΤΙΚΑ ΣΤΕΡΕΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ

2.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στη σύγχρονη εποχή ο όγκος των απορριμμάτων είναι όλο και μεγαλύτερος και χαρακτηρίζεται από γεωμετρική αύξηση κατά την παραγωγή τους. Αυτό οφείλεται κυρίως στην αύξηση του πληθυσμού, της αστυφιλίας καθώς επίσης και από τις ποικίλες διαδικασίες παραγωγής και φυσικά τη βιομηχανία. Συνεπώς, η αύξηση των αποβλήτων είναι συνεχής με ποικίλα είδη παραγόμενων απορριμμάτων, ανάλογα από το σημείο παραγωγής τους. Σε μια πόλη αλλά και γενικότερα σε οικισμούς τα απορρίμματα που παράγονται ονομάζονται Αστικά Στερεά Απόβλητα, όπως έχει ήδη αναφερθεί και παραπάνω. Η διαχείριση των απορριμμάτων αυτών, γίνεται όλο και πιο εξειδικευμένη αξιοποιώντας νέα τεχνολογικά ευρήματα. Οι τεχνολογίες που μπορούν να «αξιοποιήσουν» αυτά τα απόβλητα (WASTE TO ENERGY- WTE) είναι σε θέση να μετατρέψουν τα απορρίμματα σε ενεργειακά αποθέματα με τη μορφή (βιο)καυσίμων. Οι βελτιωμένες αυτές τεχνολογίες μπορούν να προσφέρουν τη δημιουργία νέων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας μέσα από τη μάζα των απορριμμάτων και των αποβλήτων (Demirbas et al 2010). Αν τα αστικά στερεά απορρίμματα διαχωρίζονται πριν φτάσουν στους κάδους, τότε το οργανικό κλάσμα αυτών μπορεί να επεξεργαστεί, με ποικίλες διεργασίες όπως η πυρόλυση, η υδρογόνωση, η αεριοποίηση, και άλλες διεργασίες και να παραχθεί βιοκαύσιμο, όπως είναι και η βιοαιθανόλη.

Φυσικά, το πρόβλημα σχετικά με την εύρεση των ανανεώσιμων πηγών δεν ξεκίνησε από τον τομέα αυτό. Το μεγαλύτερο πρόβλημα, που τελικά βοήθησε την επιστημονική κοινότητα στην χρήση των αποβλήτων για παραγωγή βιοκαυσίμων, ήταν αυτό της διάθεσης των αποβλήτων. Δεδομένου της συνεχόμενης αύξησης των απορριμμάτων, τα οποία φαίνεται πως μπορεί να αυξηθούν έως και 2.2 εκατομμύρια τόνους το 2025 (UNEP, 2013), είναι προφανές πως υφίσταται αδύνατο όλος αυτός ο όγκος να διατεθεί στους χώρους υγειονομικής ταφής (ΧΥΤΑ). Ήδη η Ευρωπαϊκή Ένωση καθώς και πολλές χώρες μεμονωμένα έχουν αναγγείλει αποφάσεις και οδηγίες σχετικά με τη μείωση και τη διαχείριση των απορριμμάτων. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η ιεραρχία των ενεργειών που έχει θεσπίσει, που θα παρουσιαστεί σε επόμενο υποκεφάλαιο. Συνεπώς, όλες οι δυνατές μέθοδοι για την αξιοποίηση και διαχείριση των αστικών στερεών αποβλήτων είναι σε θέση να μειώσουν το ποσοστό των απορριμμάτων που δέχονται οι ΧΥΤΑ. Η διάθεση των απορριμμάτων στους χώρους αυτούς είναι ο πλέον ανεπιθύμητος τρόπος διάθεσης διότι προκαλούν τρομερές περιβαλλοντικές απειλές και καταστροφές στους υπεδάφιους και επιφανειακούς υδροφόρους ορίζοντες, το έδαφος, και την αέρια μάζα. Άρα, υπολείμματα όπως αυτά των τροφών και της κουζίνας γενικότερα προτείνεται να επεξεργάζονται είτε με χημικά είτε με βιολογικούς μέσα προκειμένου να παραχθούν νέα προϊόντα, όπως και η βιοαιθανόλη (Hafid et al. 2017).

Οι τεχνολογίες αυτές καθώς και η ιδέα της αξιοποίησης τόσο της βιομάζας όσο και των αποβλήτων δεν έχει εξελιχθεί ακόμη σε πολλές χώρες του πλανήτη. Πολλές αναπτυσσόμενες χώρες, είναι σε πιλοτικό στάδιο όσον αφορά τη διαχείριση των απορριμμάτων. Συνεπώς, η περαιτέρω ενασχόληση και βελτίωση των υποδομών και των σχεδίων παραγωγής βιοαιθανόλης από βιοαπόβλητα θα χρειαστεί παραπάνω από ένα κίνητρο για να εφαρμοστεί ορθά και ολοκληρωμένα στις περισσότερες χώρες παγκοσμίως. Ήδη, βέβαια, αρκετές χώρες όπως η Βραζιλία, τα Ηνωμένα Έθνη, ο Καναδάς, η Κίνα, η Ινδία αλλά και η Ευρώπη έχουν αναπτύξει έντονο ενδιαφέρον στην ενίσχυση της εσωτερικής αγοράς βιοαιθανόλης καθώς και σε σταθερά και εμπειριστατωμένα σχέδια σχετικά με τη χρήση των βιοκαυσίμων. Το ενδιαφέρον αυτό τόσο για την ύπαρξη της αυτόνομης αγοράς όσο και για τα σχέδια χρήσης των βιοκαυσίμων δημιουργήθηκαν εξαιτίας 4 παραγόντων. Οι παράγοντες αυτοί είναι : οι αυξανόμενες τιμές των πετρελαιοειδών και η γρήγορη εξάντληση τους, ο προβληματισμός σχετικά με τις εκπομπές από την καύση των ορυκτών καυσίμων, οι απαιτήσεις του πρωτοκόλλου Κoyoto και τα σχέδια δράσης Bali για την αντιμετώπισης των εκπομπών άνθρακα και τέλος μια εναλλακτική διέξοδο για τους παραγωγούς αγροτικών προϊόντων (Mussatto et al 2010).

Με τη συνεχή αύξηση των σκουπιδιών, και την ταυτόχρονη μείωση των ορυκτών καυσίμων, τις αυξανόμενες και πλέον πολύ επικίνδυνες για το περιβάλλον εκπομπές του διοξειδίου, η αξιοποίηση των βιοαποβλήτων, αποτελεί μια από τις βέλτιστες επιλογές για την παραγωγή βιοαιθανόλης, ή γενικότερα βιοκαυσίμων. Τα απορρίμματα, αποτελούν μια πολύ καλή πηγή βιομάζας για την παραγωγή βιοκαυσίμων (και βιοαιθανόλης) καθώς το 43% του βάρους των απορριμμάτων που καταλήγουν στις χωματερές αποτελεί βιοδιασπώμενη οργανική μάζα (Baawain et al, 2017). Η ζήτηση των βιοκαυσίμων είναι ιδιαίτερα αυξημένη, τόσο για τους λόγους που αναφέρθηκαν νωρίτερα, όσο και για το γεγονός ότι αποτελεί μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας η οποία μπορεί να παραχθεί από βιομάζα, αλλά χωρίς απαιτούνται έξοδα για την ανάπτυξή της ή εκτάσεις καλλιέργεισης γης, όπως ήταν με την παραγωγή βιοκαυσίμων από ενεργειακές καλλιέργειες. Έτσι, η διαδικασία παραγωγής βιοαιθανόλης χαρακτηρίζεται από πολλαπλά οφέλη, καθώς στο εξής ο όγκος των απορριμμάτων διαχειρίζεται με τέτοιο τρόπο που παράγει ενέργεια, το προϊόν την επεξεργασίας δεν επιβαρύνει το περιβάλλον, αποτελεί μια εναλλακτική πηγή ενέργειας και φυσικά δεν απαιτούνται εκτάσεις γης, έτσι στρέμματα που χρειάζονται για την επίλυση του επισιτιστικού προβλήματος είναι πλέον σε θέση να καλλιεργηθούν.

Η αναζήτηση για εναλλακτικούς τρόπους παραγωγής βιοκαυσίμων, παύση χρήσης ορυκτών καυσίμων, προστασία του περιβάλλοντος, μείωση των απορριμμάτων αλλά και σωστή διαχείριση αυτών ταλανίζει ολόκληρο τον πλανήτη. Ενδιαφέρον, δείχνουν πολλές χώρες, όπως χαρακτηριστικά αναφέρθηκε και παραπάνω η Βραζιλία, ο Καναδάς, η Κίνα και πολλές ακόμη χώρες. Φυσικά, η κάθε μια εκδηλώνει διαφορετικά το ενδιαφέρον της αλλά και την ανάγκη της για εύρεση βιοκαυσίμων. Η Ευρώπη, προχωρά πολύ δυναμικά στην νομοθεσία σχετικά με την προστασία του περιβάλλοντος, εφαρμόζει οδηγίες και κανονισμούς για την ομαλή μετάβαση από ορυκτά καύσιμα σε βιοκαύσιμα, όμως ακόμη δεν είναι σε θέση να παράξει βιοκαύσιμα και να δημιουργήσει μια ανεξάρτητη εσωτερική αγορά. Αντίθετα, η Βραζιλία έως τώρα αποτελούσε τη χώρα με τη μέγιστη παραγωγή βιοαιθανόλης, η οποία προερχόταν από

γεωργική βιομάζα. Αποτελεί, πρόκληση λοιπόν για τη Βραζιλία η παραγωγή βιοκαυσίμων από απορρίμματα καθώς τα μηχανήματα, η τεχνολογία και τεχνογνωσία που απαιτείται ενδεχομένως να είναι ακριβή για τις δυνατότητες της. Στο σημείο αυτό, αξίζει να τονίσουμε, πως η χώρα που είναι σε θέση να αξιοποιήσει τα απορρίμματά της με σκοπό την παραγωγή βιοαιθανόλης και λοιπών καυσίμων, καθώς και να κατέχει την τεχνογνωσία και την τεχνολογία είναι η Αμερική. Δεν είναι ακόμη, ξεκάθαρο αυτό καθώς πολλές χώρες την ανταγωνίζονται ακόμη και σήμερα. Αναλυτικότερα, θα παρουσιαστούν και στη συνέχεια διότι σημαντικό ρόλο παίζει και η ποσότητα παραγωγής των αστικών στερεών απορριμμάτων αλλά και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά αυτών.

Το ζήτημα διαχείρισης των απορριμμάτων εμφανίζεται σήμερα πιο έντονο από άλλοτε καθώς παλαιότερα ως κύρια μέθοδος διαχείρισης ήταν οι απόθεση τους σε χώρους υγειονομικής ταφής. Σταδιακά, τα απορρίμματα κατηγοριοποιήθηκαν και οι μέθοδοι διαχείρισης τους μελετήθηκαν, βελτιώθηκαν και εκσυγχρονίστηκαν με στόχο την προστασία του περιβάλλοντος και την αειφορία των φυσικών πόρων εντάσσοντας στο σύστημα διαχείρισης τις έννοιες της επαναχρησιμοποίησης, της κυκλικής οικονομίας και της ανακύκλωσης.

Τα απορρίμματα διαχωρίζονται στις ακόλουθες κατηγορίες:

1. Δημοτικά (αστικά) απορρίμματα
2. Βιομηχανικά απορρίμματα (από κλωστοϋφαντουργεία, ελαιοτριβεία, διυλιστήρια, παραγωγή φαρμάκων, γυαλιού κλπ)
3. Επικίνδυνα απόβλητα (βιοκτόνα, φυτοφάρμακα, φάρμακα, ορυκτέλαια κλπ) και
4. Ειδικής φύσεως απόβλητα (νοσοκομειακά, γεωργικά, παλαιά ελαστικά κλπ)

Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Ένωση τα αστικά στερεά απόβλητα ορίζονται ως εξής:

«Τα αστικά απόβλητα παράγονται κυρίως από νοικοκυριά, αν και περιλαμβάνουν παρόμοια απόβλητα από πηγές όπως το εμπόριο, τα γραφεία και οι δημόσιοι οργανισμοί. Η ποσότητα των παραγόμενων αστικών αποβλήτων αποτελείται από απόβλητα που συλλέγονται από τις δημοτικές αρχές ή από άλλους φορείς για λογαριασμό τους και διατίθενται μέσω του συστήματος διαχείρισης αποβλήτων» (European Environment Agency, 2013).

Σε αυτή τη βιβλιογραφική έρευνα, ερευνάται η αξιοποίηση των δημοτικών (αστικών) στερεών αποβλήτων για την παραγωγή βιοκαυσίμων και συγκεκριμένα βιοαιθανόλης, για το λόγο αυτό θα αναλυθεί μόνο η αυτή κατηγορία απορριμμάτων.

Στα αστικά στερεά απόβλητα περιλαμβάνονται κυρίως :

- τα οικιακά απορρίμματα,
- τα απόβλητα από εμπορικές δραστηριότητες και
- δραστηριότητες που τα παραγόμενα απορρίμματα μοιάζουν με τα οικιακά.

Τα αστικά στερεά απόβλητα διαχωρίζονται στις ακόλουθες κατηγορίες:

1. Μικτά οικιακά απορρίμματα : τα στερεά απόβλητα που παράγονται από τα νοικοκυριά και τις κατοικίες, τις επιχειρήσεις. Στο εσωτερικό τους περιλαμβάνεται χαρτί και χαρτόνι, γυαλί, ξύλο, μέταλλα, πλαστικά, υλικά συσκευασίας, βιοαποδομήσιμα οργανικά απόβλητα (διατροφικά απορρίμματα), υφάσματα, απόβλητα από τον καθαρισμό συστημάτων κεντρικής θέρμανσης κλπ.
2. Απόβλητα κήπων (πράσινα μέρη): Περιλαμβάνουν βιοαποδομήσιμα απόβλητα όπως φύλλα, κλαδιά και φυτικά υπολείμματα καθώς επίσης και μη βιοποδομήσιμα απόβλητα συμπεριλαμβανομένου χαλικιών, χώματος κλπ.
3. Άλλου είδους δημοτικά απόβλητα που δεν περιλαμβάνονται στις κατηγορίες που αναφέρθηκαν. Αυτά μπορεί να είναι: απόβλητα από δημοτικές και λαϊκές αγορές, απόβλητα από τον καθαρισμό δρόμων και δημοτικών χώρων, ιλύς σηπτικών δεξαμενών και ιλύς από την επεξεργασία αστικών λυμάτων.

Τα αστικά στερεά απόβλητα, σύμφωνα με μετρήσεις που έγιναν στην Αμερική περιέχουν πλαστικό, μέταλλα, υπολείμματα πράσινων εργασιών, διατροφικά απορρίμματα, υπολείμματα ξυλείας, γυαλί, χαρτί, υφάσματα και άλλα υλικά (Abdel-Shafy and Mansour, 2018).

2.2. ΜΕΘΟΔΟΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΑΣΤΙΚΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ

Τα αστικά στερεά απόβλητα έχουν αυξηθεί ιδιαίτερα μέσα στο πέρασμα των ετών και πλέον χρήζουν ειδικής διαχείρισης και μεταχείρισης.

Σήμερα, το ολοκληρωμένο σύστημα διαχείρισης ΑΣΑ, εξαρτάται πλήρως από την εφαρμογή των πλέον βέλτιστων προγραμμάτων συλλογής, περιορισμού, διαχωρισμού ρευμάτων και υλικών, την ενίσχυση του συστήματος «Διαλογή στην πηγή», την ανακύκλωση, επαναχρησιμοποίηση και την επιλογή της πλέον οικονομικότερης επιλογής μεταφοράς και μετακίνησης αυτών. Φυσικά, στις μεθόδους διαχείρισης πρέπει να συμπεριληφθεί και η αξιοποίηση τους σύμφωνα με τις μεθόδους επεξεργασίας για επαναχρησιμοποίηση ή ενεργειακή αξιοποίηση ή ακόμη και η αξιοποίηση τους για την παραγωγή νέων προϊόντων (όπως τα εδαφοβελτιωτικά κλπ). Τέλος, πρέπει να μειωθεί ο όγκος που διατίθεται στους χώρους υγειονομικής ταφής (ΧΥΤΑ) και σταδιακά να μην χρησιμοποιούνται πια ενώ τα υπολείμματα της επεξεργασίας τους να μεταφέρονται σε χώρους υγειονομικής ταφής υπολειμμάτων (ΧΥΤΥ).

Τα συστήματα διαχείρισης των αστικών στερεών απορριμμάτων πρέπει να ακολουθούν μια ιεραρχία αναφορικά με τις μεθόδους διαχείρισής τους. Η ιεραρχία αυτή είναι:

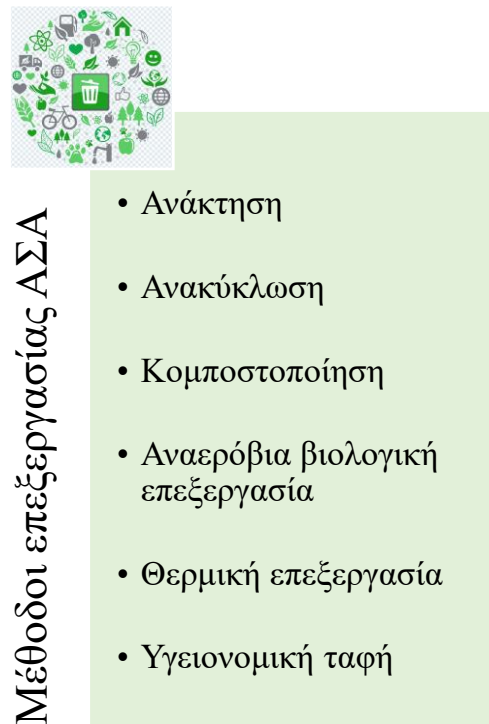
1. Πρόληψη
2. Προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση
3. Ανακύκλωση
4. Ανάκτηση υλικών (πχ ενέργειας)

5. Τελική διάθεση (πχ ΧΥΤΑ, ΧΥΤΥ) (European Environment Agency, 2013).

Σύμφωνα λοιπόν, με όσα αναλύθηκαν στην προηγούμενη παράγραφο θα παρουσιαστεί συνοπτικά το κάθε ένα στάδιο σε ένα πρόγραμμα διαχείρισης των απορριμμάτων.

Αρχικά, το πρώτο στάδιο ενός συστήματος διαχείρισης ΑΣΑ είναι η συλλογή, η μεταφόρτωση και η μεταφορά τους. Η συλλογή συνήθως γίνεται σε ποικίλων ειδών σακούλες και έπειτα ακολουθεί η προσωρινή αποθήκευση σε κάδους (οι κάδοι μπορεί να διαφέρουν σύμφωνα με το είδος των υλικών που αποθηκεύουν). Κατά τη μεταφόρτωση τα απορρίμματα μεταφέρονται από τα σημεία συλλογής τους προκειμένου να οδηγηθούν στο επόμενο στάδιο επεξεργασίας τους. Στο διάστημα αυτό υφίστανται συμπίεση, ώστε να μεταφέρεται μεγαλύτερος όγκος απορριμμάτων. Στη συνέχεια προωθούνται στα σημεία επεξεργασίας τους ή στα σημεία τελικής διάθεσης.

Οι πλέον πιο γνωστές και ευρέως διαδεδομένες μέθοδοι επεξεργασίας των αστικών στερεών απορριμμάτων παρουσιάζονται στην επόμενη σχηματική απεικόνιση:



Σχήμα 4. Μέθοδοι επεξεργασίας ΑΣΑ

Ο τρόπος διαχείρισης και η επιλογή μεθόδου επεξεργασίας των απορριμμάτων σε κάθε χώρα μπορεί να διαφέρει σε διάφορα σημεία. Ο καθοριστικός παράγοντας είναι η ποσότητα των παραγόμενων απορριμμάτων σε κάθε περιοχή.

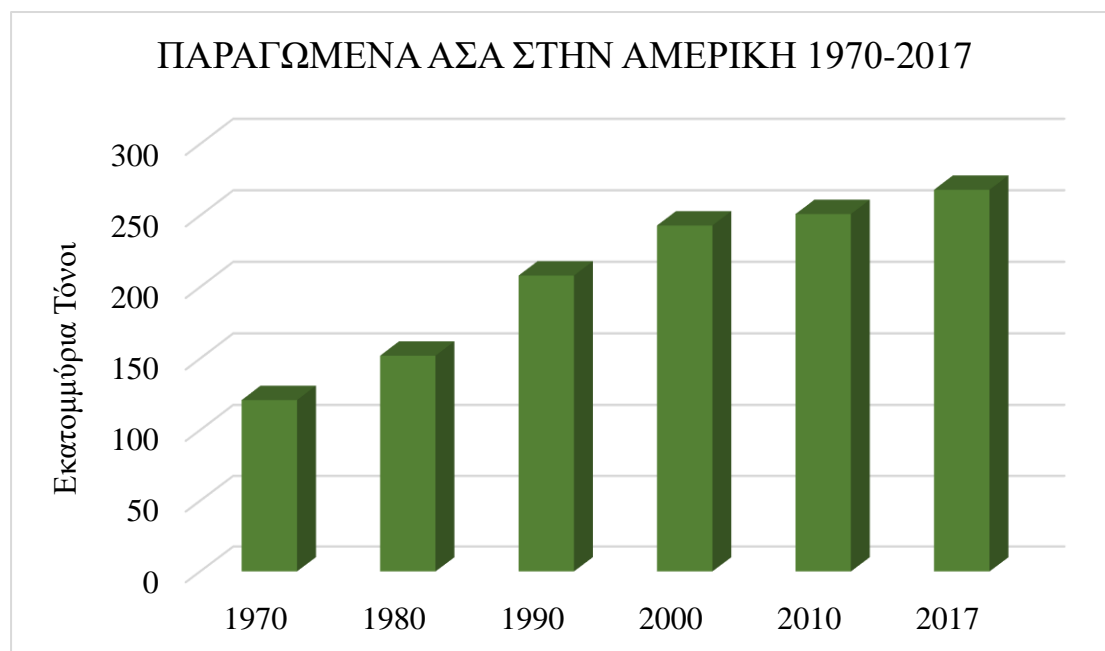
2.3. ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΑΣΤΙΚΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ

Στο υποκεφάλαιο αυτό θα παρουσιαστεί η παραγωγή των αστικών στερεών απορριμμάτων για την Αμερική, τη Βραζιλία, την Ευρώπη, την Ιαπωνία και την Κίνα, προκειμένου, έπειτα να γίνει η σύγκριση μεταξύ των χωρών και σε επόμενα κεφάλαια να διαπιστωθεί η αξιοποίηση των ΑΣΑ για την παραγωγή βιοαιθανόλης.

2.3.1. ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΑΣΑ ΣΤΗΝ ΑΜΕΡΙΚΗ

Οι Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής αποτελούν την τρίτη χώρα παγκοσμίως σε πληθυσμός σύμφωνα με μετρήσεις. Το 2019 ο πληθυσμός ήταν 328.239.523 άνθρωποι αποτελώντας μόλις το 4,3% του παγκόσμιου πληθυσμού (<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9A%CE%B1%CF%84%CE%AC%CE%BB%CE%BF%CE%B3%CE%BF%CF%82%CF%87%CF%89%CF%81%CF%8E%CE%BD%CE%B1%CE%BD%CE%AC%CF%80%CE%BB%CE%B7%CE%B8%CF%85%CF%83%CE%BC%CF%8C>). Σύμφωνα λοιπόν το πληθυσμό και την έκταση της (9.834.000 km²) καθώς επίσης και την παραγωγικότητά της αντιλαμβανόμαστε πως οι παραγόμενες ποσότητες αστικών στερεών αποβλήτων (ΑΣΑ) δεν είναι αμελητέες. Έτσι, ακολούθως παρουσιάζεται μια σύντομη ιστορική αναδρομή στην παραγωγή των αστικών στερεών απορριμμάτων των Ηνωμένων Πολιτειών από το 1970 έως και το 2017, το τελευταίο έτος με την επίσημη καταμέτρηση παραγωγής ΑΣΑ για την Αμερική.

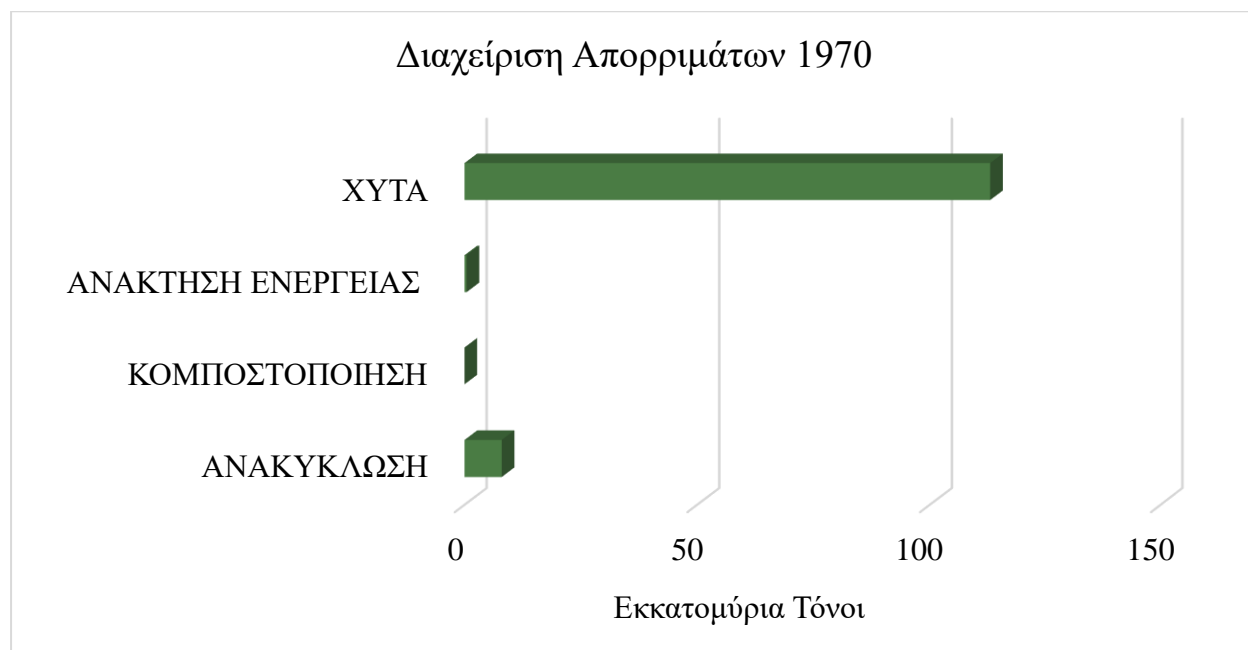
Σημειώνεται ότι στο διάγραμμα που ακολουθεί παρουσιάζεται συνολικά ο όγκος των απορριμμάτων χωρίς διαχωρισμούς στα ρεύματα των απορριμμάτων, όπως ανακύκλωση, κομποστοποίηση κλπ.



Ραβδόγραμμα 11. Ιστορική αναδρομή παραγωγής αστικών απορριμμάτων στην Αμερική για την περίοδο 1970-2017. (<https://www.epa.gov/facts-and-figures-about-materials-waste-and-recycling/national-overview-facts-and-figures-materials>)

Στο διάγραμμα αυτό παρατηρείται η αυξανόμενη παραγωγή των αστικών στερεών αποβλήτων στο χρονικό διάστημα 1970 με 2017. Όμως, στο διάγραμμα αυτό φαίνεται η συνολική παραγόμενη ποσότητα των ΑΣΑ χωρίς να διαχωρίζεται η μέθοδος διαχείρισής τους ή το που καταλήγει ο όγκος αυτός. Συνεπώς, κρίνοντας αποκλειστικά και μόνο από έναν παράγοντα, δηλαδή τη «ποσότητα» τότε, φαίνεται πως υπάρχει μια συνεχή αυξανόμενη τάση.

Παρακάτω, παρουσιάζεται ένα διάγραμμα για κάθε έτος, όπου αναλύεται διαγραμματικά ο διαχωρισμός των αστικών απορριμμάτων και ο τρόπος διαχείρισής τους.



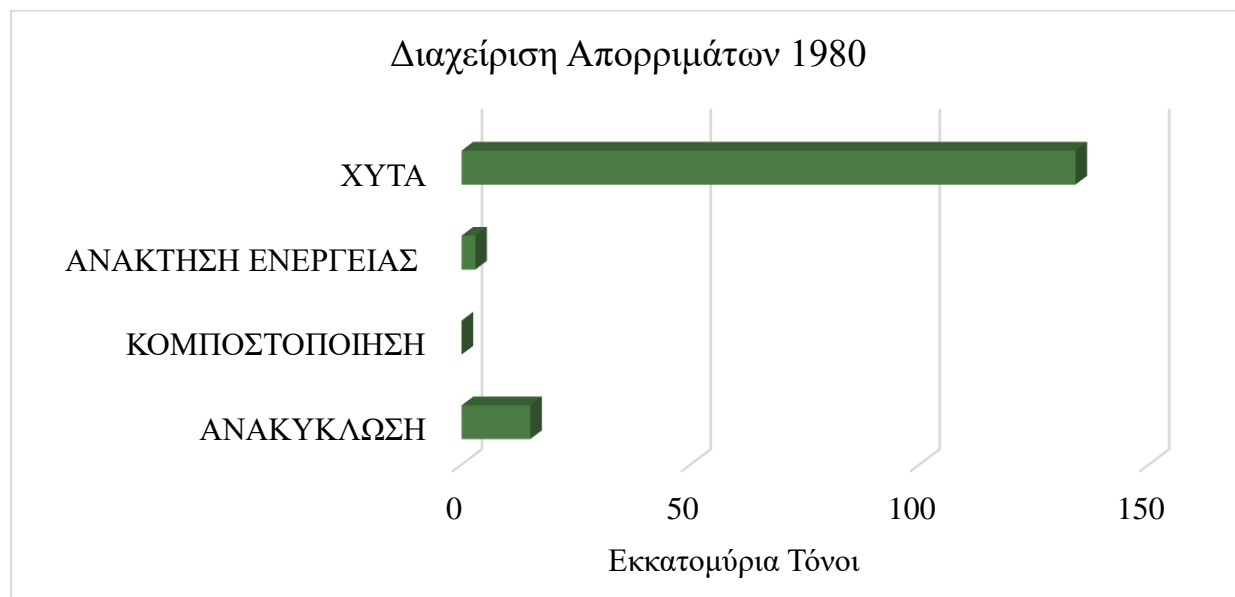
Ραβδόγραμμα 12. Διαχείριση Αστικών Στερεών απορριμμάτων 1970 (Οργανισμός Προστασίας Περιβάλλοντος των Ηνωμένων Πολιτειών, <https://www.epa.gov/facts-and-figures-about-materials-waste-and-recycling/national-overview-facts-and-figures-materials>).

Για το 1970, παρατηρείται πως το μεγαλύτερο μέρος των παραγόμενων αστικών στερεών απορριμμάτων κατέληγε στους υγειονομικούς χώρους ταφής, ενώ ένα μικρό μέρος του συνολικού όγκου ανακυκλωνόταν. Τέλος, ένα ελάχιστο μέρος των απορριμμάτων αυτών οδηγούταν για ανάκτηση ενέργειας.

Πίνακας 2. Ποσοστά διαχείρισης των ΑΣΑ στην Αμερική για το έτος 1970 (Οργανισμός Προστασίας Περιβάλλοντος των Ηνωμένων Πολιτειών).

1970	
ΜΕΘΟΔΟΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%) ΤΟΥ ΣΥΝΟΛΙΚΟΥ ΟΓΚΟΥ
Ανακύκλωση	6.6%
Κομποστοποίηση	0%
Ανάκτηση ενέργειας	0.4%
Χώροι Υγειονομικής Ταφής (ΧΥΤΑ)	93%

Ο πίνακας αυτό παρουσιάζει όσα ανέφεραν τα δύο προηγούμενα διαγράμματα. Δηλαδή, τα ποσοστά κάθε μεθόδου διαχείρισης από τα συνολικά παραγόμενα ΑΣΑ στις Ηνωμένες πολιτείες για το έτος 1970.

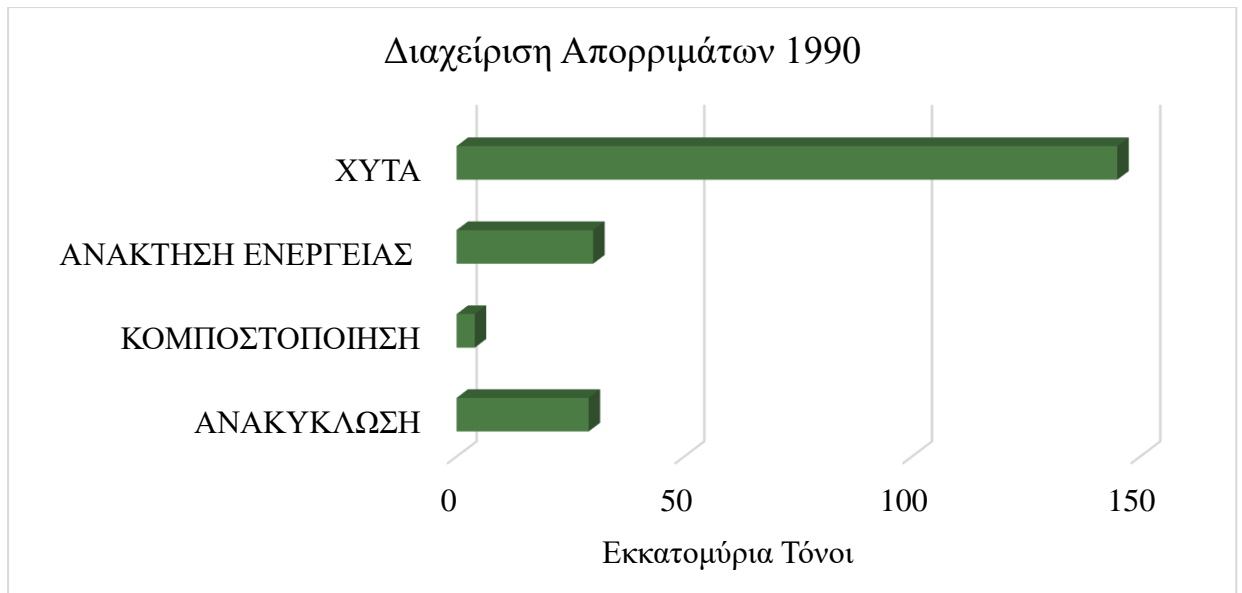


Ραβδόγραμμα 13. Διαχείριση Αστικών Στερεών απορριμμάτων 1980 (Οργανισμός Προστασίας Περιβάλλοντος των Ηνωμένων Πολιτειών , <https://www.epa.gov/facts-and-figures-about-materials-waste-and-recycling/national-overview-facts-and-figures-materials>).

Το 1980, παρατηρείται αύξηση του όγκου των απορριμμάτων που καταλήγουν στους χώρους υγειονομικής ταφής, όμως ταυτόχρονα αυξάνονται και τα απορρίμματα που οδηγούνται προς ανακύκλωση αλλά και προς ανάκτηση ενέργειας ενώ ακόμη και μετά από μια δεκαετία το ρεύμα της κομποστοποίησης παραμένει ανενεργό.

Πίνακας 3. Ποσοστά διαχείρισης των ΑΣΑ στην Αμερική για το έτος 1980 (Οργανισμός Προστασίας Περιβάλλοντος των Ηνωμένων Πολιτειών).

1980	
ΜΕΘΟΔΟΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%) ΤΟΥ ΣΥΝΟΛΙΚΟΥ ΟΓΚΟΥ
Ανακύκλωση	9.9%
Κομποστοποίηση	0.0%
Ανάκτηση ενέργειας	2.0%
Χώροι Υγειονομικής Ταφής (ΧΥΤΑ)	88.2%



Ραβδόγραμμα 14. Διαχείριση Αστικών Στερεών απορριμμάτων 1990 (Οργανισμός Προστασίας Περιβάλλοντος των Ηνωμένων Πολιτειών, <https://www.epa.gov/facts-and-figures-about-materials-waste-and-recycling/national-overview-facts-and-figures-materials>).

Σταδιακά παρατηρείται πως όλα τα ρεύματα διαχείρισης απορριμμάτων αυξάνονται. Όπως, παρουσιάζεται και στο διάγραμμα αυξήθηκε και ο συνολικός όγκος των απορριμμάτων που καταλήγουν στους χώρους υγειονομικής ταφής. Ταυτόχρονα, παρατηρείται πως το 1990 ξεκινά η αξιοποίηση των απορριμμάτων προκειμένου να παραχθεί κομπόστ. Η ανακύκλωση και η ανάκτηση ενέργειας αποτελούν πλέον το 28.3% του όγκου των απορριμμάτων για το 1990.

Πίνακας 4. Ποσοστά διαχείρισης των ΑΣΑ στην Αμερική για το έτος 1990 (Οργανισμός Προστασίας Περιβάλλοντος των Ηνωμένων Πολιτειών).

1990	
ΜΕΘΟΔΟΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%) ΤΟΥ ΣΥΝΟΛΙΚΟΥ ΟΓΚΟΥ
Ανακύκλωση	13.9%
Κομποστοποίηση	1.9%
Ανάκτηση ενέργειας	14.4%
Χώροι Υγειονομικής Ταφής (ΧΥΤΑ)	69.7%



Ραβδόγραμμα 15. Διαχείριση Αστικών Στερεών απορριμμάτων 1990 (Οργανισμός Προστασίας Περιβάλλοντος των Ηνωμένων Πολιτειών, , <https://www.epa.gov/facts-and-figures-about-materials-waste-and-recycling/national-overview-facts-and-figures-materials>).

Το 2000 αποτελεί μια κρίσιμη κατάσταση καθώς η ποσότητα των αστικών στερεών αποβλήτων μειώνεται σταδιακά, ενώ η ποσότητα των απορριμμάτων που καταλήγουν στο ρεύμα κομποστοποίησης πλέον έχει τετραπλασιαστεί και ταυτόχρονα η ανακύκλωση σχεδόν διπλασιάζεται και η ανάκτηση ενέργειας έχουμε μια σταθερή δυναμικότητα και παραγωγή προϊόντων.

Πίνακας 5. Ποσοστά διαχείρισης των ΑΣΑ στην Αμερική για το έτος 2000 (Οργανισμός Προστασίας Περιβάλλοντος των Ηνωμένων Πολιτειών).

2000	
ΜΕΘΟΔΟΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%) ΤΟΥ ΣΥΝΟΛΙΚΟΥ ΟΓΚΟΥ
Ανακύκλωση	21.8%
Κομποστοποίηση	6.6%
Ανάκτηση ενέργειας	14.0%
Χώροι Υγειονομικής Ταφής (ΧΥΤΑ)	57.6%



Ραβδόγραμμα 16. Διαχείριση Αστικών Στερεών απορριμμάτων 2010 (Οργανισμός Προστασίας Περιβάλλοντος των Ηνωμένων Πολιτειών, , <https://www.epa.gov/facts-and-figures-about-materials-waste-and-recycling/national-overview-facts-and-figures-materials>).

Το σύνολο των απορριμμάτων που καταλήγουν στο ΧΥΤΑ, μειώνεται με σταθερό ρυθμό από το 1990 μέχρι το 2010, όπως παρουσιάζεται από το ραβδόγραμμα και τον πίνακα που ακολουθεί. Το ίδιο ισχύει και για τη κομποστοποίηση αλλά και για την ανακύκλωση, η οποία μέθοδος φαίνεται πως αποτελεί την πρώτη επιλογή ως τρόπο διαχείριση των απορριμμάτων (η απόθεση των στερεών αποβλήτων σε ΧΥΤΑ δεν λαμβάνεται υπόψη ως ορθή μέθοδο διαχείρισης).

Πίνακας 6. Ποσοστά διαχείρισης των ΑΣΑ στην Αμερική για το έτος 2010 (Οργανισμός Προστασίας Περιβάλλοντος των Ηνωμένων Πολιτειών).

2010	
ΜΕΘΟΔΟΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%) ΤΟΥ ΣΥΝΟΛΙΚΟΥ ΟΓΚΟΥ
Ανακύκλωση	25.9%
Κομποστοποίηση	8.0%
Ανάκτηση ενέργειας	12.0%
Χώροι Υγειονομικής Ταφής (ΧΥΤΑ)	54.2%



Ραβδόγραμμα 17. Διαχείριση Αστικών Στερεών απορριμμάτων 2010 (Οργανισμός Προστασίας Περιβάλλοντος των Ηνωμένων Πολιτειών, <https://www.epa.gov/facts-and-figures-about-materials-waste-and-recycling/national-overview-facts-and-figures-materials>).

Το έτος 2017 παρατηρείται μια μικρή αύξηση στο σύνολο των παραγόμενων αστικών στερεών αποβλήτων σε σχέση με το 2010. Σε αντίθεση, βέβαια με τα προηγούμενα έτη, ο όγκος των απορριμμάτων που καταλήγουν σε χώρους υγειονομικής ταφής είναι μικρότερος, με εξαίρεση τη δεκαετία του 2000 όπου είναι ο ίδιος. Τέλος, φαίνεται πως όλες οι υπόλοιπες μέθοδοι αυξήθηκαν σε σύγκριση με το 2010.

Πίνακας 7. Ποσοστά διαχείρισης των ΑΣΑ στην Αμερική για το έτος 2017 (Οργανισμός Προστασίας Περιβάλλοντος των Ηνωμένων Πολιτειών).

2017	
ΜΕΘΟΔΟΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ	ΠΟΣΟΣΤΟ (%) ΤΟΥ ΣΥΝΟΛΙΚΟΥ ΟΓΚΟΥ
Ανακύκλωση	25.0%
Κομποστοποίηση	10.1%
Ανάκτηση ενέργειας	12.7%
Χώροι Υγειονομικής Ταφής (ΧΥΤΑ)	52.2%

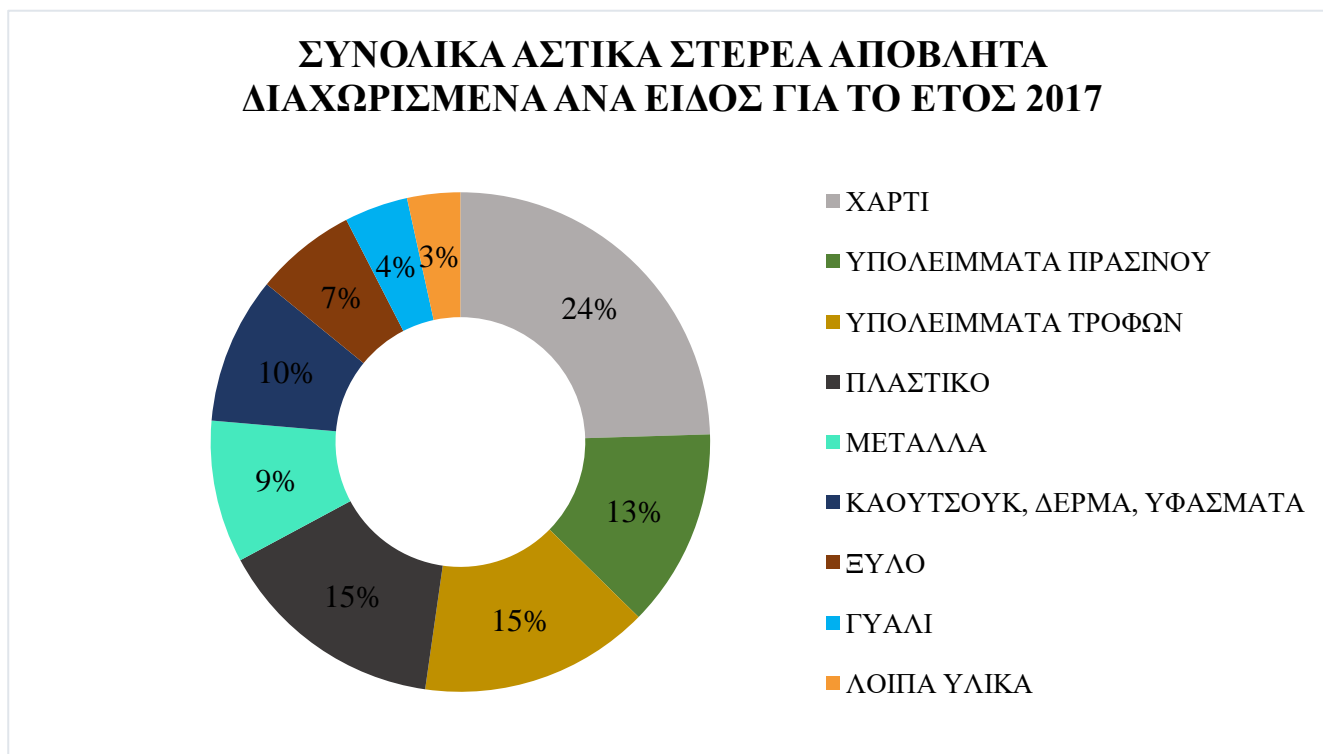
Συνοψίζοντας, από το 1970 έως το 2017 παρατηρείται μια συνεχή αύξηση της συνολικής ποσότητας των παραγόμενων ΑΣΑ, όπως φαίνεται και στην εικόνα 1. Είναι λογικό να υπάρχει αύξηση των παραγόμενων ΑΣΑ καθώς βελτιώνεται το επίπεδο ζωής, έτσι μειώνεται η θνησιμότητα και ο κάθε κάτοικος παράγει μεγαλύτερες ποσότητες αποβλήτων. Επιπλέον, αυξήθηκε ο πληθυσμός, η ανάγκη κατανάλωσης περισσότερων αγαθών και συνεπώς παράγονται μεγαλύτερες ποσότητες απορριμμάτων. Όμως, με το πέρασμα των χρόνων, και με τη βοήθεια της επιστήμης και της τεχνολογίας, η κοινωνία είναι σε θέση να διαχειριστεί με διαφορετικούς τρόπους τα απορρίμματα που παράγονται ώστε να μην καταλήξουν σε χώρους υγειονομικής ταφής, προκαλώντας ποικίλα περιβαλλοντικά προβλήματα, όπως ρύπανσης των υδατικών πόρων, του

εδάφους και άλλα. Για τους λόγους αυτούς, πλέον, θεωρείται επιτακτική η ανάγκη επαναχρησιμοποίησης των υλικών, ανακύκλωσης, κομποστοποίησης και η ευρύτερη αξιοποίησή τους είτε για την παραγωγή νέων προϊόντων, είτε για προϊόντα φιλικά προς το περιβάλλον τα οποία με τη χρήση τους θα συμβάλλουν στην προστασία του περιβάλλοντος. Τέτοια προϊόντα είναι τα εδαφοβελτιωτικά (κομπόστ), υλικά που επαναχρησιμοποιούνται και ακολουθούν τους κανόνες της κυκλικής οικονομίας, τα βιοκαύσιμα από (βιο)απόβλητα όπως το βιοντιζελ και η βιοαιθανόλη καθώς και πολλά ακόμη νέα προϊόντα.

Αναφορικά, με την παραγωγή βιοκαυσίμων από τα αστικά στερεά απόβλητα, απαιτείται ως πρώτη ύλη η βιομάζα, και έτσι, επιλέγεται συνήθως το βιοαποδομήσιμο μέρος αυτών. Φυσικά, το ίδιο ισχύει και για την παραγωγή αιθανόλης. Η βιομάζα μπορεί να είναι είτε από ενεργειακές καλλιέργειες, είτε από ποικίλα οργανικά υπολείμματα, υπολείμματα πρασίνου, καθώς επίσης και απόβλητα.

Τέλος, ακολουθεί, η ανάλυση των υλικών που σύμφωνα με μετρήσεις βρέθηκαν στον συνολικό όγκο των απορριμμάτων για το έτος 2017. Η παραγωγή των αστικών στερεών απορριμμάτων (ΑΣΑ) στην Αμερική για το 2017 ήταν περίπου 268 εκατομμύρια τόνους, εκ των οποίων το 52.2% οδηγήθηκε στους ΧΥΤΑ, το 25% στο ρεύμα προς ανακύκλωση, το 12.7% προς καύση για την ανάκτηση ενέργειας και τέλος το 10.1% προς κομποστοποίηση (<https://www.eia.gov/energyexplained/biomass/waste-to-energy.php>). Παρατηρείται, δηλαδή πως μέχρι και το 2017 δεν είχε δημιουργηθεί ακόμη ρεύμα αποβλήτων το οποίο θα απέδιδε με τη χρήση κυρίως του οργανικού φορτίου των ΑΣΑ, βιοκαύσιμο, όπως η βιοαιθανόλη. Το 2017 σύμφωνα με υπολογισμούς της Υπηρεσίας Περιβαλλοντικής Προστασίας των Η.Π.Α., ο κάθε πολίτης παράγαγε την ημέρα 2.05 κιλά απορρίμματα την ημέρα (<https://www.epa.gov/facts-and-figures-about-materials-waste-and-recycling/national-overview-facts-and-figures-materials>). Συνεπώς, για ένα έτος κάθε κάτοικος παράγαγε 748.25 κιλά το έτος.

Πιο αναλυτικά προκειμένου να αποδοθεί το ακριβές ποσοστό του οργανικού υπολείμματος των συνολικών ΑΣΑ του 2017 παρουσιάζεται το ακόλουθο διάγραμμα.



Εικόνα 3 Παραγωγή Αστικών Στερεών Αποβλήτων στην Αμερική για το έτος 2017
(<https://www.eia.gov/energyexplained/biomass/waste-to-energy.php>)

Από το διάγραμμα αυτό παρατηρούνται και διαχωρίζονται οι ροές των απορριμμάτων στην Αμερική για το έτος 2017.

Φαίνεται πως τα υπολείμματα τροφών αποτελούν το 15% του συνολικού όγκου. Η ποσότητα αυτή είναι αρκετή προκειμένου να παραχθεί αιθανόλη. Συνεπώς, η ανάγκη αξιοποίησης του οργανικού μέρους των ΑΣΑ κρίνεται απαραίτητη τόσο για την παραγωγή νέων προϊόντων όσο και για την ορθή διαχείριση των απορριμμάτων, προστατεύοντας το περιβάλλον.

2.3.2 ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΑΣΑ ΣΤΗ ΒΡΑΖΙΛΙΑ

Σύμφωνα με έρευνα του Ινστιτούτου Γεωγραφίας και Στατιστικής της Βραζιλίας, ο συνολικός εκτιμώμενος πληθυσμός της Βραζιλίας το 2014 ήταν 202.768.562 κάτοικοι. Τα στοιχεία αυτά είναι ιδιαίτερα σημαντικά καθώς δεδομένου του μεγάλου πληθυσμού και οι παραγόμενες ποσότητες απορριμμάτων θα είναι μεγάλες. Από την άλλη πλευρά όμως, πολλές από τις περιοχές της είναι φτωχές και αποτελεί μια υπό ανάπτυξη χώρα, γεγονός που δεν επιτρέπει στους κατοίκους της να έχουν πρόσβαση σε πολλά αγαθά, με αποτέλεσμα να χρησιμοποιείται το μεγαλύτερο μέρος των αγαθών. Φυσικά, αυτό δε σημαίνει απαραίτητα ότι μπορούν να διαχειρίζονται τον όγκο των απορριμμάτων, καθώς αυτό απαιτεί εξαιρετική τεχνογνωσία, επιστήμονες που θα θέσουν σε ισχύ το

πρόγραμμα, πολίτες ενημερωμένους, μορφωμένους, χαρακτηριστικά που οι περισσότεροι Βραζιλιάνοι πολίτες δεν έχουν, καθώς το μεγαλύτερο πρόβλημά τους έγκειται στο βιοπορισμό τους. Η Βραζιλία είναι μια χώρα που έχει μεγάλη παραγωγή αιθανόλης μέσα από τις ενεργειακές καλλιέργειες και το προϊόν οδηγείται στις εξαγωγές της χώρας ως βιοκαύσιμο, έχοντας ορισμένες φορές μεγαλύτερη τιμή και από το πετρέλαιο.

Σε προηγούμενο κεφάλαιο παρουσιάστηκε αναλυτικά η παραγωγή αιθανόλης στη Βραζιλία και φαίνεται πως το έτος 2018, χαρακτηρίστηκε με τη μέγιστη έως τώρα (σε διάστημα 7 ετών) παραγωγή, η οποία έφτανε τα 30 δισεκατομμύρια λίτρα αιθανόλης για το έτος αυτό. Η αιθανόλη αυτή παράχθηκε με πρώτη ύλη τη βιομάζα από ενεργειακές καλλιέργειες και κυρίως από το ζαχαροκάλαμο. Η (βιο)αιθανόλη, όμως μπορεί να παραχθεί και άλλου είδους βιομάζα όπως τα αστικά στερεά απόβλητα. Συνεπώς, κάθε χώρα θα πρέπει να γνωρίζει τις ποσότητες παραγωγής αστικών στερεών απορριμμάτων και τους τρόπους διαχείρισης τους, προκειμένου η πολιτεία να αξιοποιήσει τα υλικά αυτά.

Κάθε μέρα στη Βραζιλία παράγονται 161 χιλιάδες τόνοι απορριμμάτων και μόνο το 2% από αυτά ανακυκλώνονται, ενώ ταυτόχρονα το 38% του πληθυσμού δεν έχει πρόσβαση σε κάδους απόθεσης απορριμμάτων και μόνο τα 2/3 των Δημοτικών κοινοτήτων έχουν τη δυνατότητα απόθεσης των απορριμμάτων σε χώρους υγειονομικής ταφής, οι οποίο ολοένα και μεγαλώνουν (<https://www.brazil.org.za/environmental-issues.html#.UxyPbIWwVqk>).

Τα συνηθέστερα υλικά που ανακυκλώνονται στη Βραζιλία είναι τα ακόλουθα:

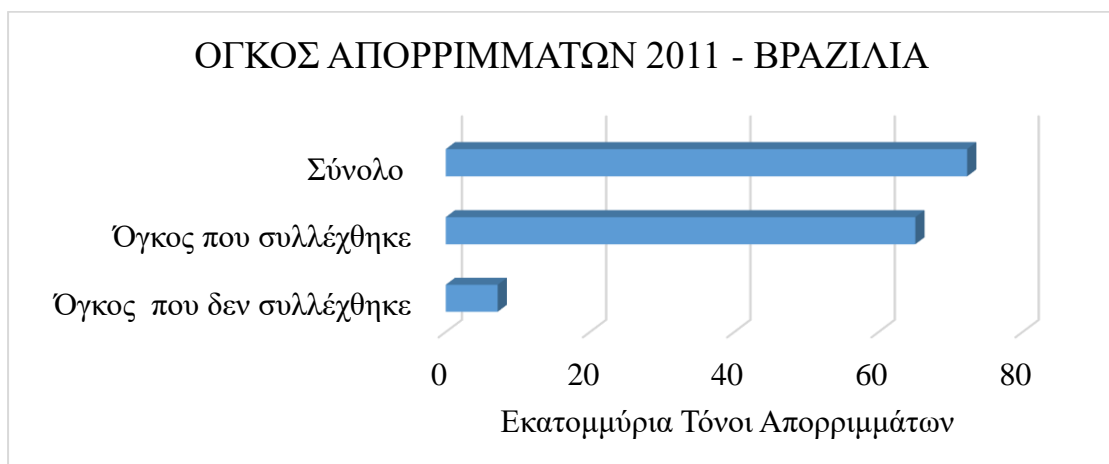
- Κουτιά Αλουμινίου
- Κουτιά Ατσάλινα
- Χαρτί
- Ελαστικά και τέλος
- Πλαστικό.

Όλα τα υλικά αυτά μαζί, όπως αναφέρθηκε και νωρίτερα, αποτελούν το σύνολο του 2% των απορριμμάτων που ανακυκλώνονται.



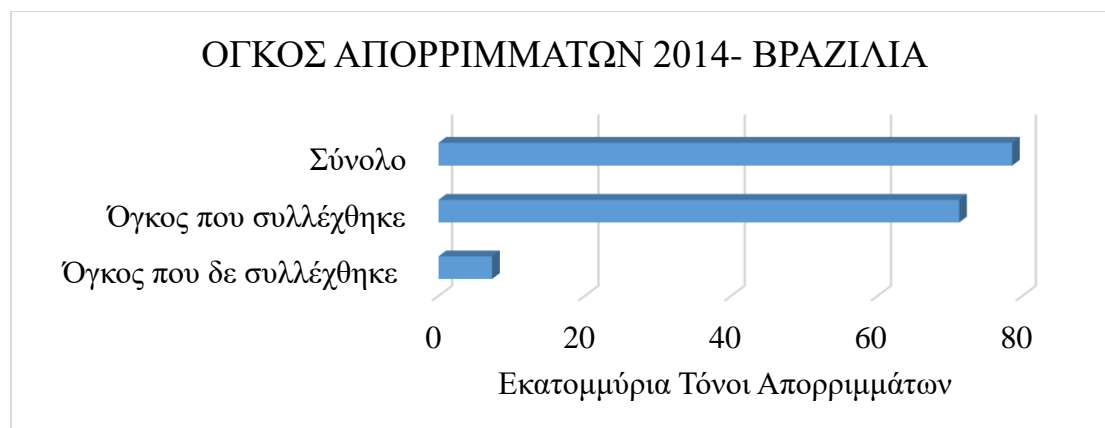
Εικόνα 4. Η δεύτερη μεγαλύτερη χωματερή στον κόσμο (ξεπερνώντας τα 300 στρέμματα) , στη Βραζιλία με έτος έναρξης λειτουργίας 1950 (<https://www.npr.org/sections/parallels/2018/01/20/579105943/as-a-massive-garbage-dump-closes-in-brazil-trash-pickers-face-an-uncertain-future>) .

Το 2011 παρήχθησαν συνολικά 72.30 εκατομμύρια τόνοι απορριμμάτων. Από αυτά το 90% συλλέχθηκε ενώ το υπόλοιπο 10% έχει συγκεντρωθεί σε σημεία που δεν χαρακτηρίζονται ούτε ελεύθερες χωματερές ούτε και ελεγχόμενες ([https://www.iswa.org/fileadmin/user_upload/World_Congress_2014_Sao_Paulo/Carlos Carlos Waste management in Brazil - it is time to focus on waste as a resource.pdf](https://www.iswa.org/fileadmin/user_upload/World_Congress_2014_Sao_Paulo/Carlos_Carlos_Waste_management_in_Brazil_-_it_is_time_to_focus_on_waste_as_a_resource.pdf)). Συνεπώς, τα σημεία αυτά είναι πολλά και διασκορπισμένα, και για το λόγο αυτό δεν συλλέγονται.



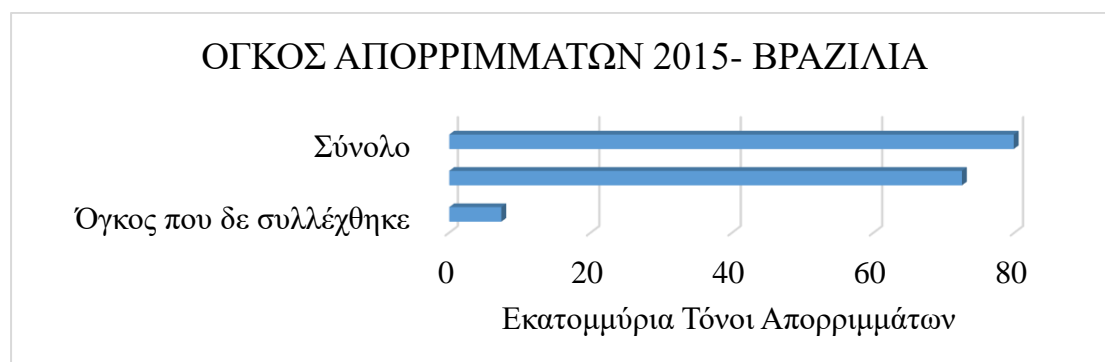
Ραβδόγραμμα 18. Παραγωγή ασα 2011 στη Βραζιλία

Για το έτος 2014 η παραγωγή αστικών στερεών αποβλήτων άγγιζε τους 78.58 εκατομμύρια τόνους για εκείνο το έτος. Από τον όγκο των απορριμμάτων σχεδόν το 90% συλλέχθηκε ενώ το υπόλοιπο 10% δεν ήταν εφικτό να συλλεχθεί και να οδηγηθεί στο επόμενο στάδιο διαχείρισης αποβλήτων (συνήθως καταλήγουν στη χωματερή) (Marotta Alfaia et al, 2017).



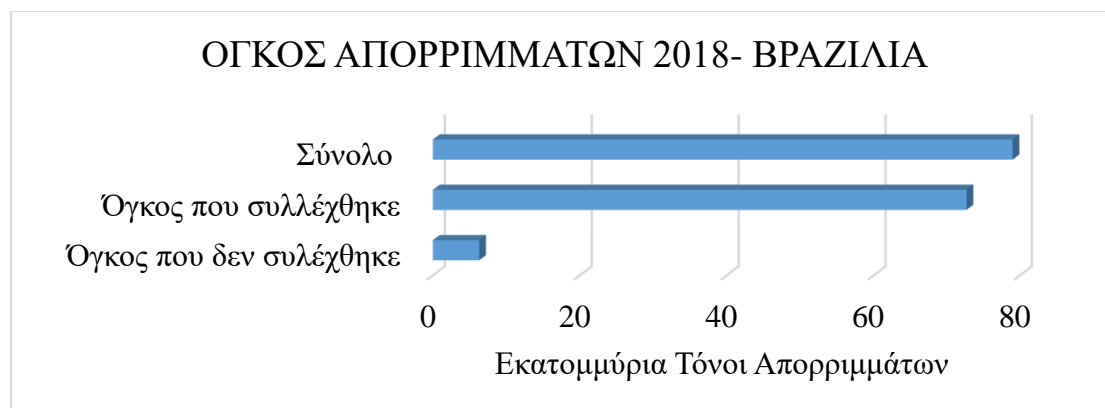
Ραβδόγραμμα 19. Παραγωγή ασα 2014 στη Βραζιλία

Το 2015 μπορεί να χαρακτηριστεί χειρότερο από το προηγούμενο έτος καθώς ο συνολικός όγκος των απορριμμάτων για τη Βραζιλία αυξήθηκε φτάνοντας τους 79,90 εκατομμύρια τόνους ΑΣΑ. Το 2015, μόνο το 58.7% των Αστικών Στερεών Απορριμμάτων έφτανε στους χώρους υγειονομικής ταφής, οι οποίοι αποτελούν και το μοναδικό τρόπο διαχείρισης των αποβλήτων (Marotta Alfaia et al, 2017). Μέσα από έρευνες στη Βραζιλία, φάνηκε πως τελικά ο συνολικός όγκος των απορριμμάτων που συγκεντρώνεται και συλλέγεται από το 2014 στο 2015 αυξήθηκαν κατά 1,8%. Παρατηρείται, επομένως, μια μικρής τάξεως βελτίωση στη διαχείριση των ΑΣΑ. Σε αντίθεση με τα δεδομένα αυτά, φάνηκε το έλλειμμα του όγκου των ΑΣΑ που συλλέγονται για το έτος 2015 ήταν πάνω από 90% (Marotta Alfaia et al, 2017), πράγμα που δείχνει πως ακόμη και σήμερα η Βραζιλία οφείλει να καταβάλει μια τεράστια προσπάθεια προκειμένου να καταφέρει και να τερματίσει στο μαραθώνιο αυτό. Λόγω του βιοτικού, μορφωτικού και οικονομικού επιπέδου της πλειοψηφίας του πληθυσμού της περιοχής, για την ώρα φαίνεται πολύ δύσκολο να διαχειριστεί η χώρα τον τεράστιο αυτό όγκο απορριμμάτων, πόσο μάλλον, να τον συλλέξει, να το διαχωρίσει και να το αξιοποιήσει για την παραγωγή βιοκαυσίμων και κατ' επέκταση και βιοοιθανόλης.



Ραβδόγραμμα 20. Παραγωγή ασα 2015 στη Βραζιλία

Το 2018 η παραγωγή αστικών στερεών απορριμμάτων έφτασε τους 79 εκατομμύρια τόνους. Από αυτά, τα 72.7 εκατομμύρια συλλέχθηκαν και τα υπόλοιπα 6.3 εκατομμύρια δεν συλλέχθηκαν από τις τα σημεία απόθεσης γύρω στις πόλεις (<https://agenciabrasil.ebc.com.br/en/geral/noticia/2019-11/brazil-generates-79-million-tons-solid-waste-every-year>).



Ραβδόγραμμα 21. Παραγωγή ασα 2018 στη Βραζιλία

Σύμφωνα με όλα τα παραπάνω, προκύπτει ο ακόλουθος πίνακας, με τη σταδιακή παρουσίαση των παραγόμενων απορριμμάτων από το 2011 έως και το 2018.

Πίνακας 8. Παραγωγή απορριμμάτων στη Βραζιλία για τα έτη 2011, 2014, 2015, 2018.

ΕΤΟΣ	ΑΣΤΙΚΑ ΣΤΕΡΕΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ (ΕΚ. ΤΟΝΟΙ)
2011	72.30
2014	78.58
2015	79.90
2018	79.00



Ραβδόγραμμα 22. Παραγωγή ασα στη Βραζιλία για τα έτη 2011, 2014, 2015 και 2018

Από τον Πίνακα 1 και το διάγραμμα που τον συνοδεύει παρατηρείται μια μεγάλη αύξηση παραγωγής απορριμμάτων από το 2011 έως και το 2015. Ενώ το 2018 παρουσιάζεται μείωση συγκριτικά με το 2015, αλλά φαίνεται πως σε κανένα έτος από όσα παρουσιάστηκαν δεν μεταβάλλεται το ποσοστό των απορριμμάτων που δεν συλλέγονται. Το ποσοστό του 10% των απορριμμάτων που δεν συλλέγονται παραμένει σταθερό και η ποσότητα αυτή των ΑΣΑ αφήνεται σε διασκορπισμένα σημεία τα οποία δεν χαρακτηρίζονται ελεγχόμενες ή μη ελεγχόμενες χωματερές. Ταυτόχρονα, βλέπουμε πως το ποσοστό του 90% είναι εκείνο το ποσοστό που συλλέγεται και τελικά καταλήγει στις χωματερές.

Η διαχείριση των Αστικών Στερεών Απορριμμάτων στη Βραζιλία είναι φανερό πως δεν έχει αναπτυχθεί σωστά και οι υποδομές και οι μέθοδοι διαχείρισης τους είναι δυσλειτουργικές, ξεπερασμένες και πλέον κρίνονται και ιδιαίτερα επικίνδυνες για το περιβάλλον και τον άνθρωπο. Η πιο γνωστή μέθοδος είναι η απόθεση των ΑΣΑ σε χώρους υγειονομικής ταφής και ένα πολύ μικρό ποσοστό καταλήγει στην ανακύκλωση. Η κατάσταση αυτή, πρέπει να βελτιωθεί, όμως όπως φαίνεται και από επίσημη έρευνα της Διεθνούς Ένωση Στερεών Αποβλήτων (International Solid Waste Association – ISWA), το κρατικό κονδύλι της Βραζιλίας για τη διαχείριση απορριμμάτων σε κάθε πόλη της το μήνα είναι ίσο με τρία ευρώ, 3.00 ευρώ, ενώ σε άλλες χώρες όπως το Λονδίνο είναι 10 ευρώ, η Βαρκελώνη 19 ευρώ και στο Τόκιο φτάνει τα 43 ευρώ (https://www.iswa.org/fileadmin/user_upload/World_Congress_2014_Sao_Paolo/Carlos_Carlos_Waste_management_in_Brazil_-_it_is_time_to_focus_on_waste_as_a_resource.pdf). Από αυτή τη συνοπτική παρουσίαση, φαίνεται πως η κύρια μέθοδος διαχείρισης απορριμμάτων είναι η απόθεση των ΑΣΑ σε χώρους υγειονομικής ταφής. Αξίζει να σημειωθεί, ότι η πολιτεία στο διάστημα όλων αυτών των ετών έχει θεσπίσει διάφορους νόμους αναφορικά με τη διαχείριση των απορριμμάτων, όμως όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, η οικονομική ενίσχυση αυτού του ζητήματος είναι μηδαμινή.

2.3.3. ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΑΣΑ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ

Η συνολική έκταση της Ευρώπης είναι περίπου 10 εκατομμύρια τετραγωνικά χιλιόμετρα αποτελούμενη από 446 εκατομμύρια κατοίκους σύμφωνα με μετρήσεις το 2019 (https://europa.eu/european-union/sites/europaeu/files/eu_slides_el.pdf). Είναι λογικό η παραγωγή των απορριμμάτων από τον αναφερόμενο συνολικό πληθυσμός να μην είναι μικρός, όσο ορθά και αν διαχειρίζονται οι χώρες τα παραγόμενα αστικά στερεά απόβλητα.

Σύμφωνα λοιπόν, με μετρήσεις και εκτιμήσεις της Eurostat τα αστικά στερεά απόβλητα που παράχθηκαν στην Ευρώπη για τα έτη 2009 έως και 2018 παρουσιάζονται ακολούθως.

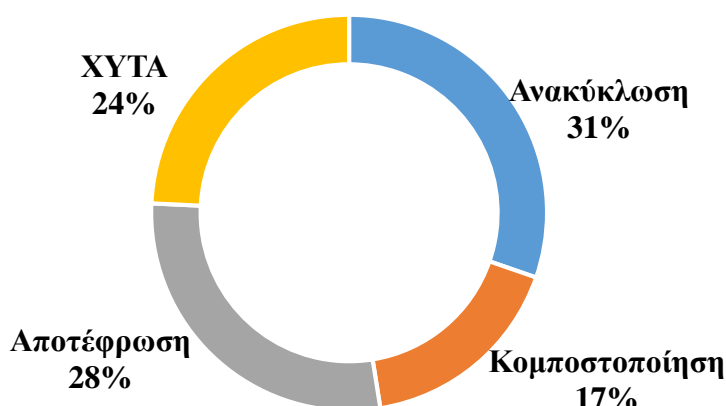


Ραβδόγραμμα 23. Αστικά Στερεά Απορρίμματα στην Ευρώπη 2009-2018 (http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=env_wasmun)

Από το διάγραμμα αυτό φαίνεται πως το 2009 ο όγκος των παραγόμενων απορριμμάτων ήταν πολύ μεγαλύτερος σε σχέση με το 2018. Παρατηρείται λοιπόν, μια σταδιακή μείωση μέχρι το 2013, το οποίο αποτελεί το έτος με το μικρότερο όγκο ΑΣΑ ενώ από εκεί και έπειτα βλέπουμε πως η ποσότητα των αστικών στερεών αποβλήτων αυξάνεται και πάλι, όπου το 2018 τα απορρίμματα ήταν 250,474 χιλιάδες τόνοι.

Για το έτος 2017, κατά οποίο παράχθηκαν 249,377 χιλιάδες τόνοι απορριμμάτων, εφαρμόστηκαν διάφοροι τρόποι διαχείρισης των απορριμμάτων αυτών, όπως η κομποστοποίηση, η ανακύκλωση, η αποτέφρωση αλλά και η απόθεσή τους σε χώρους υγειονομικής ταφής. Τα ποσοστά, των μεθόδων αυτών παρουσιάζονται στην ακόλουθη πίτα.

ΠΟΣΟΣΤΟ ΜΕΘΟΔΟΥ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΑΣΑ ΣΤΗΝ
ΕΥΡΩΠΗ
2017

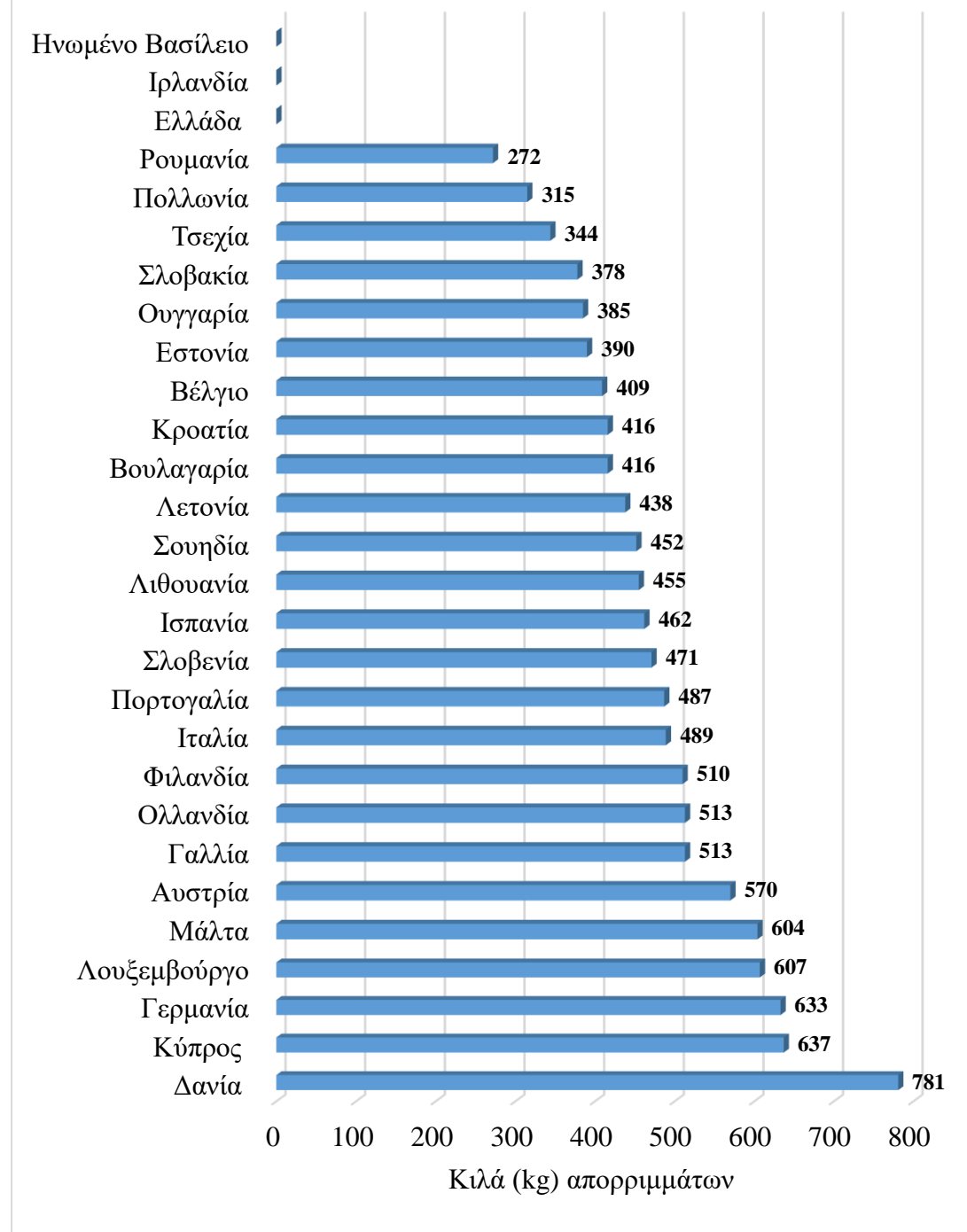


Εικόνα 4. Μέθοδοι διαχείρισης των ΑΣΑ στην Ευρώπη το 2017 (<https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/-/DDN-20190123-1>).

Από την παραπάνω κατανομή των μεθόδων παρατηρείται πως το μεγαλύτερο ποσοστό κατέχει η ανακύκλωση, και ακολουθεί η αποτέφρωση (με στόχο κυρίως την ανάκτηση ενέργειας), έπειτα η επιλογή των χωματερών και τέλος η κομποστοποίηση. Συνεπώς, από όλα τα παραπάνω καθίσταται εμφανές ότι η απόθεση των αποβλήτων σε ΧΥΤΑ κατέχει ένα σχετικά μεγάλο ποσοστό. Ταυτόχρονα, η κομποστοποίηση που γίνεται από το οργανικό κλάσμα των απορριμμάτων δεν έχει αναπτυχθεί ακόμη τόσο πολύ. Επιπλέον δεν υπάρχει κάποια άλλη μέθοδος επεξεργασίας του μέρους αυτού των αστικών στερεών αποβλήτων προκειμένου να παραχθούν νέα προϊόντα, απαραίτητα για την κοινωνία.

Προτού αναλυθεί η πιο συχνή μέθοδος διαχείρισης των απορριμμάτων, δηλαδή η ανακύκλωση, θα παρουσιάζεται ένα ραβδόγραμμα με την παραγωγή των χωρών σε απορρίμματα ανά κάτοικο για το έτος 2017.

ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΑΣΑ 2017 ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ



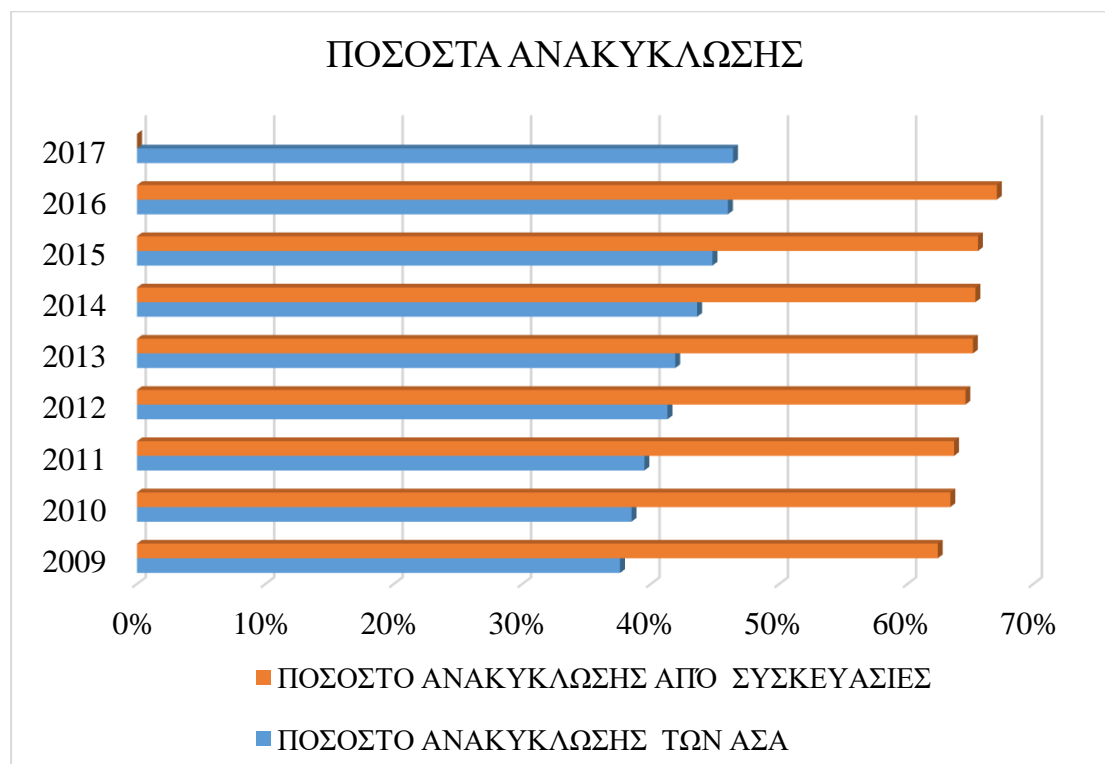
Εικόνα 5. Παραγωγή Αστικών Στερεών Αποβλήτων για κράτη- μέλη της Ευρώπη το 2017 (κιλά/κάτοικο/ έτος) (<https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/-/DDN-20190123-1>).

Από αυτό το ραβδόγραμμα φαίνεται πως η παραγωγή απορριμμάτων ανά κάτοικο για το 2017, δεν εξαρτάται αποκλειστικά από την έκταση μια χώρας και το βιοτικό επίπεδο του πληθυσμού της αλλά και από την πολιτεία κάθε κράτους – μέλους και τη μέτρα προστασίας του περιβάλλοντος και διαχείρισης απορριμμάτων λαμβάνει. Για παράδειγμα η Γερμανία είναι πολύ μεγαλύτερη σε έκταση και με πολύ μεγαλύτερο

πληθυσμό σε σχέση με την Κύπρο και όμως ο μέσος Γερμανός πολίτης παράγει λιγότερα απορρίμματα από έναν Κύπριο. Αυτό οφείλεται στην ευαισθητοποίηση των πολιτών αναφορικά με τη διαχείριση των απορριμμάτων καθώς και στη κουλτούρα κάθε περιοχής (πχ υπερκαταναλωτισμός, πρόσβαση σε τεράστια ποικιλία αγαθών κλπ). Για την Ελλάδα, την Ιρλανδία και το Ηνωμένο Βασίλειο δεν υπήρχαν δεδομένα.

Η Ευρώπη με πολλές οδηγίες και νομοθεσίες θέτει στόχους με σκοπό τη βέλτιστη διαχείριση των απορριμμάτων. Για το λόγο αυτό δημιουργήθηκαν και τα ποικίλα ρεύματα αποβλήτων. Ένα από τα πιο σημαντικά καθώς και από τα πρώτα είναι το ρεύμα της ανακύκλωσης το οποίο αποτελεί ένα από τα βασικότερα προκειμένου να γίνεται διαχωρισμός υλικών ενώ ταυτόχρονα αποτελεί το δεύτερο στάδιο (έπειτα από τη διαλογή στη πηγή) για την εφαρμογή της κυκλικής οικονομίας και της επαναχρησιμοποίησης των υλικών.

Στο ακόλουθο διάγραμμα παρουσιάζονται τα ποσοστά ανακύκλωσης για τα έτη 2009-2017 σύμφωνα με την επίσημη έρευνα του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Περιβάλλοντος.



Ραβδόγραμμα 24 .Ποσοστό ανακύκλωσης στην Ευρώπη 2009-2017 (Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος-<https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/waste-recycling-1/assessment-1>).

Στο διάγραμμα αυτό παρατηρείται πως σε όσα έτη παρουσιάστηκαν το μεγαλύτερο ποσοστό ανακύκλωσης ήταν εκείνο των συσκευασιών των προϊόντων. Για το 2017 δεν υπήρχαν δεδομένα και για το λόγο αυτό δεν απεικονίζεται το ποσοστό ανακύκλωσης συσκευασιών. Επιπλέον, αξίζει να τονιστεί πως, από το 2009 μέχρι το 2017 το ποσοστό ανακύκλωσης των ΑΣΑ αυξάνεται ενώ, σύμφωνα με το προηγούμενο διάγραμμα ο συνολικός όγκος των ΑΣΑ μειώνεται μέχρι το 2013. Αυτό σημαίνει πως μέχρι το 2013,

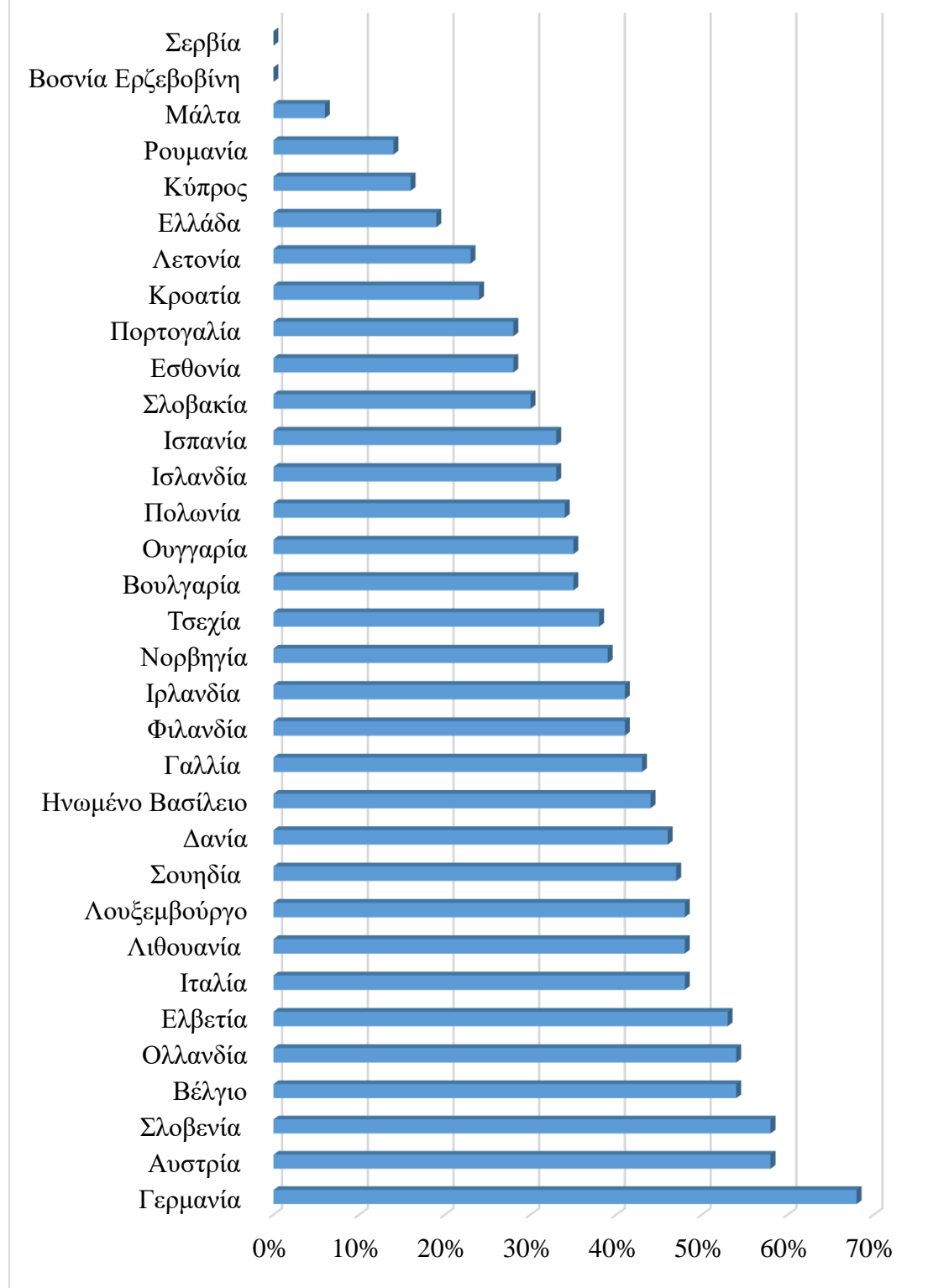
το ρεύμα της ανακύκλωσης δεχόταν όλο και μεγαλύτερες ποσότητες. Από το 2014 μέχρι και το 2017 (που παρουσιάζονται τα δεδομένα και για τα δύο διαγράμματα), ο όγκος των απορριμμάτων αυξάνεται με μικρές διαφορές ανά έτος και το ίδιο και το ποσοστό ανακύκλωσης. Τέλος, η σύγκριση του 2009 με το 2017 φαίνεται να έχει πολύ μεγάλη διαφορά και αριθμητικά παρουσιάζεται στον ακόλουθο πίνακα.

Πίνακας 9. Πίνακας σύγκρισης ΑΣΑ για τις Ευρωπαϊκές χώρες.

Έτη	ΠΟΣΟΣΤΟ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗΣ ΑΣΑ	ΟΓΚΟΣ ΑΝΑΚΥΚΛΩΜΕΝΩΝ ΑΣΑ (ΧΙΛΙΑΔΕΣ ΤΟΝΟΙ)	ΟΓΚΟΣ ΣΥΝΟΛΙΚΩΝ ΑΣΑ (ΧΙΛΙΑΔΕΣ ΤΟΝΟΙ)
2009	37,60%	96,648	257,042
2010	38,50%	96,151	249,744
2011	39,50%	99,029	250,706
2012	41,30%	101,273	245,214
2013	41,90%	101,469	242,17
2014	43,60%	105,856	242,788
2015	44,80%	109,605	244,653
2016	46,00%	114,418	248,734
2017	46,40%	115,711	249,377

Ακολουθεί το Διάγραμμα στο οποίο παρουσιάζονται οι Ευρωπαϊκές χώρες, σύμφωνα με την αποδοτικότητα της ανακύκλωσης των αστικών στερεών αποβλήτων που παράγουν.

ΠΟΣΟΣΤΟ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗΣ ΤΩΝ ΑΣΑ ΓΙΑ ΕΥΡΩΠΑΙΚΕΣ ΧΩΡΕΣ 2017



Εικόνα 6. Ανακύκλωση σε Ευρωπαϊκά κράτη- μέλη για το 2017 (<https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/waste-recycling-1/assessment-1>).

Βλέπουμε, πως σε κάποιες χώρες το μεγαλύτερο μέρος των απορριμμάτων ανακυκλώνεται, ενώ σε άλλες ένα πολύ μικρό ποσοστό. Χώρες όπως η Γερμανία, το Βέλγιο, το Ηνωμένο Βασίλειο, η Γαλλία έχουν υιοθετήσει ως κύριο τρόπο διαχείρισης απορριμμάτων την ανακύκλωση καθώς σε αυτήν στηρίζεται η κυκλική οικονομία και η επαναχρησιμοποίηση. Λοιπές χώρες, όπως η Κύπρος, η Ελλάδα, Ισπανία σταδιακά βελτιώνουν την κατάσταση που επικρατεί στην κάθε μια, ακολουθώντας, ενδεχομένως ετεροχρονισμένα τις οδηγίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

2.3.4. ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΑΣΑ ΣΤΗΝ ΙΑΠΩΝΙΑ

Η Ιαπωνία αποτελεί μια χώρα με μεγάλη έκταση και αγγίζει τα 377.915 km². Η έκτασή της δηλαδή είναι αρκετά μεγάλη πράγμα που σημαίνει ότι και ο πληθυσμός της θα είναι αντίστοιχος. Σύμφωνα τον Οργανισμό Στατιστικής στην Ιαπωνία φαίνεται πως ο πληθυσμός της χώρας για τον Απρίλιο του 2020 ήταν 125.960.000 κάτοικοι (<http://www.stat.go.jp/english/data/jinsui/tsuki/index.html>). Επομένως, με ένα τόσο μεγάλο αριθμό πληθυσμού είναι λογικό και ο όγκος των αστικών στερεών απορριμμάτων που παράγονται να είναι μεγάλος.

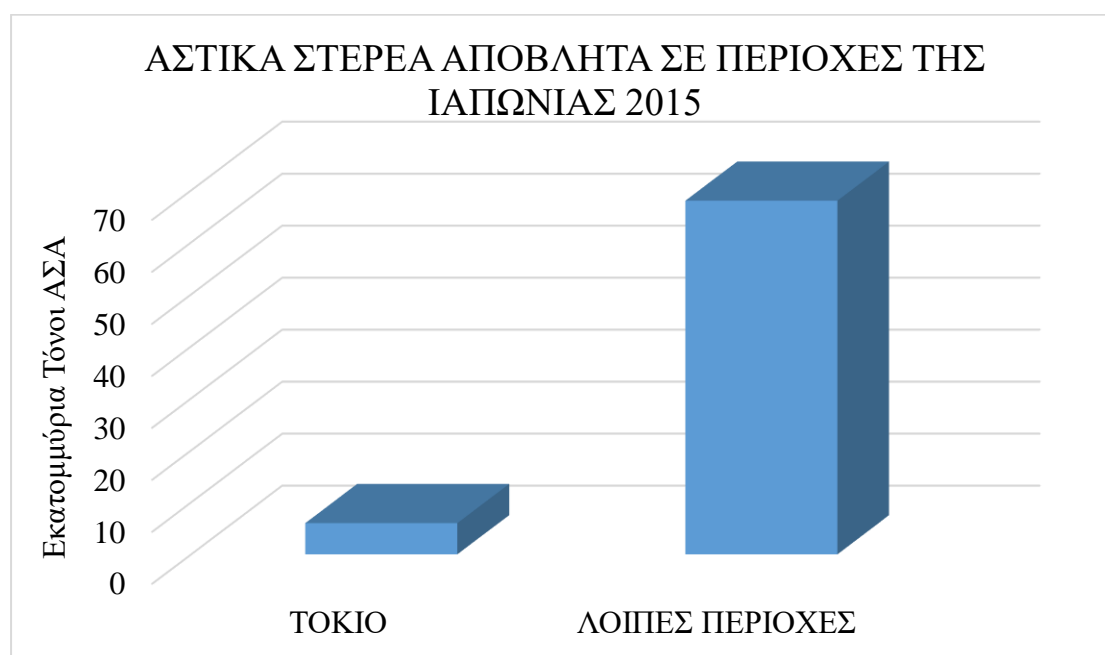
Υπολογίζεται πως κάθε χρόνο μόνο στο Τόκιο παράγονται 16 εκατομμύρια τόνοι απορριμμάτων εκ των οποίων το 66% είναι βιομηχανικά απορρίμματα ενώ το 18% οικιακά και το 16% απορρίμματα επιχειρήσεων. Ταυτόχρονα, σε άλλες περιοχές της Ιαπωνίας παράγονται μέχρι και 350 εκατομμύρια τόνοι αποβλήτων (<https://journalofeconomicstructures.springeropen.com/articles/10.1186/s40008-015-0027-2>).



Ραβδόγραμμα 25. Παραγωγή αστικών στερεών αποβλήτων στην Ιαπωνία 2005-2015 (<https://journalofeconomicstructures.springeropen.com/articles/10.1186/s40008-015-0027-2>)

Σύμφωνα με έρευνες φαίνεται πως το σύνολο των παραγόμενων αστικών στερεών αποβλήτων για την Ιαπωνία είναι σχεδόν 74 εκατομμύρια τόνοι, για το έτος 2015. Κάθε πολίτης στο Τόκιο παράγει κατά μέσο όρο 528 κιλά οικιακών απορριμμάτων το έτος, ενώ στις υπόλοιπες περιοχές της χώρας υπολογίζεται πως είναι 1004 κιλά ανά έτος (<https://journalofeconomicstructures.springeropen.com/articles/10.1186/s40008-015-0027-2>).

Παρακάτω, παρουσιάζεται ένα διάγραμμα στο οποίο απεικονίζεται για το 2015 η παραγωγή των απορριμμάτων Τόκιο και σε άλλες περιοχές της Ιαπωνίας.



Ραβδόγραμμα 26. Αστικά στερεά απόβλητα σε περιοχές της Ιαπωνίας 2015 (<https://journalofeconomicstructures.springeropen.com/articles/10.1186/s40008-015-0027-2>).

Φαίνεται πως το Τόκιο αποτελεί μόλις ένα μικρό μέρος του συνόλου των αστικών στερεών απορριμμάτων που παράγονται. Υπολογίζεται, όμως, πως στο Τόκιο το 38% των οικιακών απορριμμάτων που παράγονται αποτελούν διατροφικά απορρίμματα, ενώ σε άλλες περιοχές τα διατροφικά απόβλητα είναι μόλις το 20% του συνόλου των αστικών στερεών απορριμμάτων (<https://journalofeconomicstructures.springeropen.com/articles/10.1186/s40008-015-0027-2#Fig5>).

Συνεπώς, τα αστικά στερεά απόβλητα ποικίλουν από περιοχή σε περιοχή και αυτό αποδεικνύεται και από τις μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν το 2015 στην πόλη Κιότο, στην οποία βρέθηκε πως το 39,8% των οικιακών αστικών στερεών απορριμμάτων ήταν διατροφικά απορρίμματα. Από το ποσοστό αυτό το 39,4% αποτελεί απώλειες, και ποιο αναλυτικά το 17,1% χαρακτηρίζεται ως «άθικτο»

διατροφικό προϊόν, και το 22,3% ως «αποφάγια» (<https://link.springer.com/article/10.1007/s10163-017-0643-z>).

Είναι ιδιαίτερα κρίσιμο, λοιπόν, η συλλογή τέτοιου είδους βιομάζας να συλλέγεται προκειμένου να αξιοποιηθεί για παραγωγή νέων προϊόντων, αποδίδοντας ενέργεια μειώνοντας της περιβαλλοντικές επιπτώσεις και τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου (CO₂, κλπ).

2.3.5. ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΑΣΑ ΣΤΗΝ ΚΙΝΑ

Η Κίνα είναι η χώρα με τη μεγαλύτερη παραγωγή αστικών στερεών αποβλήτων στον κόσμο, παράγοντας περίπου 175 εκατομμύρια τόνους απορριμμάτων τον χρόνο. Ο σημερινός πληθυσμός της Κίνας που ξεπερνά τα 1,37 δισεκατομμύριο και οι εκθετικές τάσεις στην παραγωγή αποβλήτων αναμένεται να συνεχιστούν, εκτιμάται ότι οι πόλεις της Κίνας θα χρειαστεί να αναπτύξουν επιπλέον εκατοντάδες μονάδες υγειονομικής ταφής και μονάδες παραγωγής αποβλήτων για την αντιμετώπιση της αυξανόμενης κρίσης διαχείρισης αποβλήτων (<https://www.bioenergyconsult.com/waste-to-energy-china/>).

Το 2006 η παραγωγή αστικών στερεών αποβλήτων συνολικά για την Κίνα ήταν 216 εκατομμύρια τόνους. Από το συνολικό ποσό αυτό το 60% αποτελεί απορρίμματα που παρήχθησαν από κουζίνες. Από τη συνολική αυτή ποσότητα οι 148 εκατομμύρια τόνοι συγκεντρώθηκαν και το 91,4% κατέληξε σε χωματερές, το 6.4% οδηγήθηκε προς καύση και το 2.2.% οδηγήθηκε προς κομποστοποίηση (Dong QingZhang et al., 2010). Το 2016 φαίνεται πως η παραγωγή των αστικών στερεών αποβλήτων στην Κίνα, μειώθηκε σε σχέση με το 2006, αγγίζοντας του 203.620 εκατομμύρια τόνους (Jianyong Shi et al., 2018), ενώ για το έτος 2017 και 2018 παρατηρείται μια πολύ μικρή αύξηση (<https://www.statista.com/statistics/279117/amount-of-disposed-garbage-in-china/>).



Ραβδόγραμμα 27. Ιστορική αναδρομή παραγωγής αστικών στερεών απορριμμάτων στην Κίνα 1980-2018 (Dong QingZhang et al., 2010, Jianyong Shi et al., 2018 και <https://www.statista.com/statistics/279117/amount-of-disposed-garbage-in-china/>).

Από το διάστημα 2006 έως και το 2018 παρατηρείται συνεχώς μια αύξηση στον όγκο των αστικών στερεών απορριμμάτων που συλλέχθηκαν όπως φαίνεται και από το παραπάνω διάγραμμα, με τη μέγιστη συγκέντρωση να παρατηρείται το έτος 2018.

Αναλυτικότερα για το 2017 φαίνεται πως το μεγαλύτερο μέρος των παραγόμενων αστικών στερεών απορριμμάτων κατέληγε στις χωματερές, ενώ ακολουθούσε η εκμετάλλευσή τους στον τομέα παραγωγής ενέργειας και έπειτα λοιπές άλλες χρήσεις. Η διαχείρισή τους παρουσιάζεται στο ακόλουθο διάγραμμα (<https://www.statista.com/statistics/1026306/china-volume-of-waste-handled-by-type-of-disposal/>).



Ραβδόγραμμα 28. Τρόποι διαχείρισης αστικών στερεών αποβλήτων στην Κίνα το 2017 (<https://www.statista.com/statistics/1026306/china-volume-of-waste-handled-by-type-of-disposal/>).

Η Κίνα αντιμετωπίζει τρία βασικά προβλήματα διαχείρισης των αστικών στερεών απορριμμάτων της και αυτά αναλύονται παρακάτω. Αρχικά, ως κύρια μέθοδος διαχείρισης των αστικών στερεών απορριμμάτων αποτελεί η εναπόθεση του όγκου των απορριμμάτων σε χωματερές, το οποίο οδηγεί σε ποικίλα περιβαλλοντικά προβλήματα όπως μόλυνση του υδάτινου υδροφόρου ορίζοντα, μόλυνση των εδαφών κλπ. Η ανακύκλωση δεν είναι τόσο διαδεδομένη όσο σε άλλες χώρες. Πολλά από τα υλικά τα οποία είναι γνωστό ότι ανακυκλώνονται δεν έχουν ενταχθεί ακόμη στο ρεύμα ανακύκλωσης για τη χώρα αυτή. Τέλος, η διαχείριση και η ανακύκλωση διάφορων επικίνδυνων αποβλήτων δεν είναι καλά οργανωμένη αντιμετωπίζοντας διάφορα τεχνικά προβλήματα καθιστώντας έτσι τις μεθόδους που εφαρμόζονται μη φιλικές προς το περιβάλλον (Boya Zhou et al., 2017).

Όλα τα παραπάνω αποδεικνύονται από το ακόλουθο διάγραμμα για τα έτη 2011-2017 όπου παρατηρήθηκε μια συνεχής αύξηση των υγειονομικών χώρων ταφής σε ολόκληρη την έκταση της χώρας.



Ραβδόγραμμα 29. Συνολικός αριθμός χωματερών στην Κίνα για το διάστημα 2011-2017 (<https://www.statista.com/statistics/1026287/china-number-of-sanitary-landfill-sites/>).

Είναι γεγονός πως η Κίνα, χρειάζεται να εφαρμόσει τις νέες μεθόδους διαχείρισης των ΑΣΑ που πλέον μπορούν αξιοποιήσουν μέσω τις τεχνολογίας ποικίλα υλικά προκειμένου να παραχθούν νέα προϊόντα φιλικά προς το περιβάλλον ενώ ταυτόχρονα θα συμβάλλουν και θα διευκολύνουν τη διαχείριση των αστικών στερεών απορριμμάτων.



Εικόνα 5. Η μεγαλύτερη χωματερή της Κίνας, γνωστή ως Jiangcungou Landfill (<https://www.foxnews.com/world/chinas-largest-dump-already-full-25-years-ahead-of-schedule>).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΑΙΑΘΑΝΟΛΗΣ ΑΠΟ ΑΣΑ

3.1.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Βάσει όσων έχουν αναφερθεί και στα προηγούμενα κεφάλαια, είναι ιδιαίτερα σημαντική η εύρεση ανανεώσιμων πρώτων υλών για την παραγωγή βιοκαυσίμων. Ταυτόχρονα, λόγω του αυξανόμενου όγκου των απορριμμάτων και των συνεχόμενων απειλών που δέχεται η φύση από τις ανθρώπινες δραστηριότητες, η αξιοποίηση των αστικών στερεών απορριμμάτων για επαναχρησιμοποίηση αλλά και για την ανάκτηση ενέργειας κρίνεται απολύτως αναγκαία.

Έτσι, προκειμένου να βρεθούν νέες πηγές βιομάζας για παραγωγή βιοκαυσίμων και συγκεκριμένα βιοαθανόλης, η επιλογή του οργανικού μέρους των απορριμμάτων αποτελεί μια καλή λύση. Συγκεκριμένα, το οργανικό μέρος των ΑΣΑ είναι κυρίως διατροφικά απορρίμματα και υπολείμματα από εργασίες πρασίνου (κλαδέματα, φύλλα κλπ).

Τα οργανικά απορρίμματα (διατροφικά και πράσινα υπολείμματα) αποτελούν μια άριστη επιλογή βιομάζας καθώς περιέχουν άμυλο, κυτταρίνη, ημικυτταρίνη, και άλλα συστατικά τα οποία είναι απαραίτητα για την παραγωγή της βιοαθανόλης όπως αναλύθηκε και στο κεφάλαιο 1.

3.1.2. ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ

Σήμερα το ενδιαφέρον για την ανάπτυξη βιοκαυσίμων από πηγές βιομάζας φιλικές προς το περιβάλλον είναι ολοένα και πιο έντονο. Ταυτόχρονα, ο όγκος των απορριμμάτων είναι όλο και μεγαλύτερος και χαρακτηρίζεται από γεωμετρική αύξηση κατά την παραγωγή τους. Αυτό οφείλεται κυρίως στην αύξηση του πληθυσμού, της αστυφιλίας καθώς επίσης και από τις ποικίλες διαδικασίες παραγωγής και φυσικά τη βιομηχανία. Συνεπώς, η αύξηση των αποβλήτων είναι συνεχής με ποικίλα είδη παραγόμενων απορριμμάτων, ανάλογα από το σημείο παραγωγής τους. Σε μια πόλη αλλά και γενικότερα σε οικισμούς τα απορρίμματα που παράγονται ονομάζονται Αστικά Στερεά Απόβλητα. Η διαχείριση των απορριμμάτων αυτών, γίνεται όλο και πιο εξειδικευμένη αξιοποιώντας νέα τεχνολογικά ευρήματα. Οι τεχνολογίες που μπορούν να «εκμεταλλευτούν» αυτά τα απόβλητα (WASTE TO ENERGY- WTE) είναι σε θέση να μετατρέψουν τα απορρίμματα σε ενεργειακά αποθέματα με τη μορφή (βιο)καυσίμων. Οι βελτιωμένες αυτές τεχνολογίες μπορούν να προσφέρουν τη δημιουργία νέων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας μέσα από τη μάζα των απορριμμάτων και των αποβλήτων (Demirbas et al 2010). Αν τα αστικά στερεά απορρίμματα διαχωρίζονται πριν φτάσουν στους κάδους, τότε το οργανικό κλάσμα αυτών μπορεί να

επεξεργαστεί, με ποικίλες διεργασίες όπως η πυρόλυση, η υδρογόνωση, η αεριοποίηση, και να παραχθεί βιοκαύσιμο, όπως είναι και η βιοαιθανόλη.

Στο σημείο αυτό είναι σημαντικό να παρουσιαστούν κάποια ενδεικτικά προγράμματα που έχουν αναπτυχθεί με επίκεντρο την παραγωγή βιοκαυσίμων.

1.WASTE2BIO

Όπως έχει ήδη αναφερθεί η Ευρώπη προσπαθεί να διορθώσει και να βελτιώσει την υπάρχουσα κατάσταση αλλά ταυτόχρονα φροντίζει και μεριμνά για τις μελλοντικές γενεές. Συνεπώς, αναπτύσσει και εξελίσσει μεθόδους και τρόπους διαχείρισης ποικίλων προβλημάτων. Έτσι, η ανάγκη αυτή έδωσε κίνητρο στην δημιουργία διαφόρων προγραμμάτων με σκοπό την αντιμετώπιση των προβλημάτων αυτών, όπως για παράδειγμα το περιβαλλοντικό ζήτημα σχετικά με τη διαχείριση των απορριμμάτων, την ορθή και βέλτιστη αξιοποίηση αυτών και φυσικά πως θα μπορούσε η επίλυση του ζητήματος αυτού να βοηθήσει και σε άλλα προβλήματα λύσεις, όπως και στο ενεργειακό ζήτημα και πολλά άλλα.

Στην προσπάθεια αυτή, ένα από τα πιο γνωστά προγράμματα που δημιουργήθηκε ήταν το WASTE2BIO. Το πρόγραμμα αυτό έχει ως σκοπό την αξιοποίηση του βιοαποδομίσιμου μέρους των ΑΣΑ με σκοπό να παράξει με αειφόρους και σύγχρονες μεθόδους βιοαιθανόλη και βιοαέριο (<http://www.waste2bio.com/the-project/>) .

Το έργο WASTE2BIO στοχεύει στην παρουσίαση μιας παγκόσμιας διαδικασίας επεξεργασίας οργανικών αστικών στερεών αποβλήτων, μέσω της ανάκτησης της βιοαιθανόλης και του βιοαερίου, με πρώτη ύλη τα υπολείμματα των στερεών αστικών απορριμμάτων, μειώνοντας με τον τρόπο αυτό το ενεργειακό κόστος και τις επιπτώσεις από τη διαχείριση αποβλήτων. Για την επίτευξη του στόχου ορίστηκαν οι ακόλουθοι στόχοι:

1. Βελτίωση και εφαρμογή αποτελεσματικότερης προεπεξεργασίας για το οργανικό κλάσμα των ΑΣΑ. Η προεπεξεργασία των οργανικών κλασμάτων που περιέχονται στο MSW είναι απαραίτητη για την επίτευξη της επιθυμητής διαδικασίας μετατροπής της βιομάζας στα βιοκαύσιμα. Η προεπεξεργασία των αστικών στερεών αποβλήτων για την αύξηση της προσπελασιμότητας σε οργανικά κλάσματα είναι ζωτικής σημασίας για τη βιοτεχνολογική μετατροπή βιοαιθανόλης και βιοαερίου.
2. Βιοαιθανόλη και βιοαέριο από αστικά στερεά απόβλητα: διαδικασίες βελτιστοποίησης, επίδειξης και επικύρωσης. Το πρόγραμμα αποσκοπεί στη μέγιστη παραγωγή βιοαιθανόλης και βιοαερίου με όσες απαιτήσεις για τροποποιήσεις απαιτούνται σήμερα, χρησιμοποιώντας πρώτο την τεχνολογία αυτή.
3. Διαδικασία παραγωγής βιοαιθανόλης και βιοαερίου για την βιοενέργεια.
4. Προσδιορισμός των ευκαιριών της αγοράς και δημιουργία επιχειρηματικών μοντέλων.
5. Διάδοση και αξιοποίηση των αποτελεσμάτων του προγράμματος.

Τέλος, σύμφωνα με το πρόγραμμα αναμένονται ποικίλα θετικά αποτελέσματα και επιδράσεις τόσο στην κοινωνία όσο και στο περιβάλλον. Αυτά είναι η μείωση της κατανάλωσης ενέργειας με τα αποστακτήρια πάνω του 40%, μείωση του αποτυπώματος του άνθρακα και των GHG εκπομπών των βιοαποβλήτων, όπως και η ανταγωνιστικότητα της καθαρής βιοαιθανόλης (99.5%) στην αγορά των καυσίμων αλλά και πολλά ακόμη (<http://www.waste2bio.com/the-project/>) .

2.PROETHANOL2G

Με την αντικατάσταση των ορυκτών καυσίμων στις μεταφορές, την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, τη χημική βιομηχανία και αλλού, η βιοαιθανόλη θα μπορούσε να συμβάλει ουσιαστικά στην επίτευξη των στόχων της ΕΕ για τη μείωση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου. Ο τομέας αναπτύσσεται συνεχώς τα τελευταία χρόνια. Η Ευρώπη αυτή τη στιγμή διαθέτει περίπου 8,8 δισεκατομμύρια λίτρα εγκατεστημένης παραγωγικής ικανότητας με αγοραία αξία κοντά στα 8 δισεκατομμύρια ευρώ, τα οποία μόνο οι ΗΠΑ και η Βραζιλία υπερβαίνουν.

Το μεγαλύτερο μέρος της παραγωγής βιοαιθανόλης πραγματοποιείται σε φυτά πρώτης γενιάς (1G), τα οποία επεξεργάζονται καλλιέργειες όπως το σιτάρι ή ο αραβόσιτος, οδηγώντας σε πιθανό ανταγωνισμό μεταξύ των αναγκών σε τρόφιμα και ενέργεια. Η προηγμένη παραγωγή βιοαιθανόλης δεύτερης γενιάς (2G) από λιγνοκυτταρινική βιομάζα, δηλαδή η ύλη των εγκαταστάσεων αποβλήτων από τη δασοκομία ή τη γεωργία, όπως άχυρο σίτου ή ζαχαροκάλαμου, θα μπορούσε να το αλλάξει αυτό και να αυξήσει σημαντικά το δυναμικό μείωσης των αερίων του θερμοκηπίου ταυτόχρονα. Φυσικά, δεν αποτελεί μόνο η φυτική μάζα πρώτη ύλη αλλά και τα απόβλητα.

Το έργο αυτό ξεκίνησε να το 2010 και αποτέλεσε μια πρωτοπορία στην Ευρώπη, και συνεχίζει να εξελίσσεται δίνοντας απαντήσεις, λύσεις και βελτιωμένες προτάσεις για την αξιοποίηση των διατροφικών απορριμμάτων ώστε να παραχθεί βιοαιθανόλη.

Ένα από τα σημαντικότερα επιτεύγματα του έργου και της ομάδας ήταν η ανάπτυξη ενός νέου στελέχους ανασυνδυασμένης μαγιάς που επιτρέπει την αποτελεσματική ζύμωση διαφορετικών σακχάρων που υπάρχουν στα ΑΣΑ, μειώνοντας έτσι το κόστος παραγωγής προηγμένων βιοκαυσίμων από τη βιομάζα αποβλήτων.

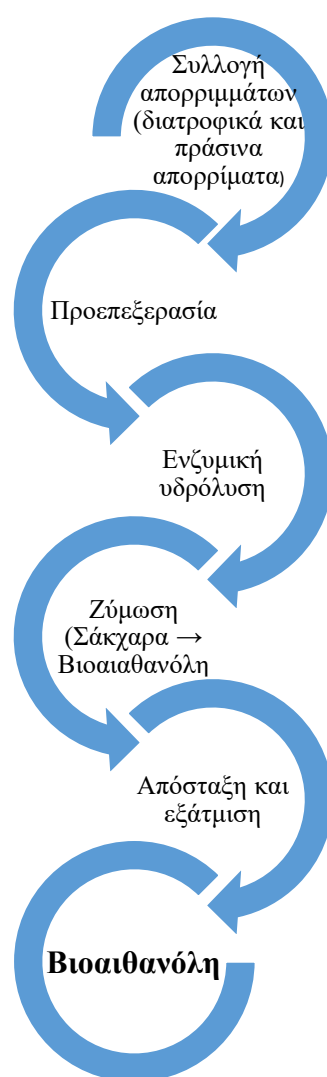
Επιπλέον, το έργο βελτίωσε σημαντικά την ενσωμάτωση μεταξύ της προεπεξεργασίας βιομάζας, της ενζυμικής υδρόλυσης και της ζύμωσης, η οποία θεωρείται πρόκληση για να καταστεί ανταγωνιστική αυτή η προηγμένη τεχνολογία βιοκαυσίμων. Η ομάδα κατέληξε επίσης σε ένα νέο σύστημα απόσταξης, το οποίο μειώνει την κατανάλωση ενέργειας και επιτρέπει την ανάκτηση του μεγαλύτερου μέρους των ενζύμων. Δεδομένου ότι ένα από τα κύρια κόστη της τεχνολογίας 2ης γενιάς βιοκαυσίμων είναι το κόστος των ενζύμων, είναι σε θέση να τα επαναχρησιμοποιήσουν πίσω στην υδρόλυση αντιπροσωπεύει σημαντική πρόοδο.

Στο σημείο αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό να τονιστεί η προσπάθεια μετάδοσης της τεχνογνωσίας και τεχνολογίας στη Βραζιλία. Δυστυχώς αυτό δεν ήταν εφικτό καθώς είναι ιδιαίτερα δύσκολο να αναπτυχθούν βιοκαύσιμα 2ης γενιάς στη Βραζιλία. Όμως, προσαρμόσανε το πρόγραμμα αυτό στις δυνατότητες της χώρας αυτής προκειμένου να

αποδοθεί βιοκαύσιμο πρώτης γενιάς
(<https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/news/second-generation-bioethanol>
).

3.2. ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

Η διαδικασία επεξεργασίας των διατροφικών και πράσινων υπολειμμάτων για την παραγωγή αιθανόλης αποτελείται από πέντε βασικά στάδια, τα οποία παρουσιάζονται στο επόμενο διάγραμμα.



Σχήμα 5. Διαδικασία παραγωγής αιθανόλης από ΑΣΑ

1. Συλλογή απορριμμάτων: Η συλλογή των απορριμμάτων γίνεται σύμφωνα με το εκάστοτε σχέδιο διαχείρισης αστικών στερεών απορριμμάτων της κάθε περιοχής, όπως είδαμε στο προηγούμενο κεφάλαιο. Η βέλτιστη μέθοδος είναι η

- διαλογή στην πηγή με τη χρήση διαφορετικών ρευμάτων απορριμμάτων, και ένα από αυτά είναι τα διατροφικά απορρίμματα και τα υπολείμματα εργασιών πρασίνου.
2. Προεπεξεργασία: αποτελεί μέθοδο η οποία αυξάνει το ρυθμό και την απόδοση της ενζυμικής υδρόλυσης (δηλαδή του επόμενου σταδίου). Η προεπεξεργασία συμβάλλει στη βελτίωση παραγωγής σακχάρων (ιδιαίτερα επιθυμητά και την παραγωγή βιοαιθανόλης), μειώνει την απώλεια υδατανθράκων, δεν επιτρέπει την παραγωγή άλλων μη επιθυμητών παραπροϊόντων που δυσχεραίνουν τα επόμενα στάδια παραγωγής, βοηθά στη μείωση υπολειμμάτων της συνολικής διαδικασίας, και τέλος συντελεί στην σταδιακή μείωση του κόστους των πρώτων υλών (Χριστακόπουλος, Τόπακας, 2011). Οι συνηθέστερες μέθοδοι προεπεξεργασίας είναι οι εξής:
 - φυσικές μέθοδοι προεπεξεργασίας
 - φυσικοχημικές μέθοδοι
 - Χημικές μέθοδοι προεπεξεργασίας
 - Βιολογικές μέθοδοι προεπεξεργασίας
 3. Ενζυμική υδρόλυση: Η διαδικασία αυτή αποτελεί μια χρονοβόρα διεργασία γιατί η υδρόλυση της κυτταρίνης παρεμποδίζεται από δομικές παραμέτρους του υποστρώματος. Προσφέρει μεγαλύτερη απόδοση σε σχέδη με άλλες μεθόδους υδρόλυσης και με τη χρήση ενζύμων επιλέγονται πιο εκσυγχρονισμένες μεθόδους βιοτεχνολογίας.
 4. Ζύμωση: Η παραγωγή αιθανόλης από οργανικά απορρίμματα αποτελείται από τα στάδια που αναφέρθηκαν νωρίτερα. Η ενζυμική υδρόλυση και η ζύμωση μπορούν να γίνουν είτε ταυτόχρονα (στον ίδιο αντιδραστήρα- ταυτόχρονη σακχαροποίηση και ζύμωση) είτε μεμονωμένα (σε διαφορετικούς αντιδραστήρες- ξεχωριστή σακχαροποίηση και ζύμωση) (Χριστακόπουλος, Τόπακας, 2011).

Η ταυτόχρονη σακχαροποίηση και ζύμωση πραγματοποιείται στον ίδιο αντιδραστήρα σε συνθήκες όσο γίνεται πιο ιδανικές για τα ένζυμα και τους μικροοργανισμούς με σκοπό να γίνει η υδρόλυση και έπειτα η ζύμωση. Οι σακχαρούχες ουσίες υδρολύονται και μετατρέπονται σε αιθανόλη μέσω της ζύμωσης, με τη συγκέντρωση σακχάρων να παραμένει σε χαμηλά επίπεδα. Η ταυτόχρονη αυτή διαδικασία αποδίδει μεγαλύτερες ποσότητες αιθανόλη και οι απαιτήσεις σε ένζυμα είναι μικρότερες (Χριστακόπουλος, Τόπακας, 2011).

Κατά τη ξεχωριστή σακχαροποίηση και ζύμωση, αρχικά τα ένζυμα αποδεσμεύουν τα σάκχαρα και στη συνέχεια προχωράει η διαδικασία της ζύμωσης μέσω των μικροοργανισμών και εξάγεται αιθανόλη. Με την επιλογή των μεμονωμένων διαδικασιών αυτών είναι δυνατό να επικρατούν πιο εύκολα οι ιδανικές συνθήκες για την ενζυμική υδρόλυση και έπειτα για τη ζύμωση, καθώς λαμβάνουν χώρα σε διαφορετικούς αντιδραστήρες (Χριστακόπουλος, Τόπακας, 2011).
 5. Στο τέλος γίνεται η απόσταξη του προϊόντος και η εξάτμιση του υπάρχοντος ύδατος (δίνοντας άνυδρη αιθανόλη), προκειμένου να παραληφθεί καθαρό το επιθυμητό προϊόν, δηλαδή η αιθανόλη.

Η παραγωγή αιθανόλης από απορρίμματα αν και έχει μελετηθεί ως διεργασία δεν έχει εφαρμοστεί ευρέως. Στη συνέχεια, σύμφωνα με την βιβλιογραφική έρευνα που έχει αναπτυχθεί και στα προηγούμενα κεφάλαια της τρέχουσας διπλωματικής εργασίας θα παρουσιαστούν οι εν δυνάμει παραγωγοί βιοαιθανόλης από ΑΣΑ. Στην μελέτη αυτή έχουν συμπεριληφθεί η δυναμικότητα παραγωγής κάθε παραγωγού, οι ποσότητες αστικών στερεών αποβλήτων που παρήχθησαν και πρότυπες εγκαταστάσεις αξιοποίησης αστικών στερεών απορριμμάτων για την παραγωγή αιθανόλης.

3.3. ΠΑΡΑΓΩΓΟΙ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ ΑΠΟ ΑΣΑ

3.3.1. ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ ΑΠΟ ΑΣΑ ΣΤΗΝ ΑΜΕΡΙΚΗ

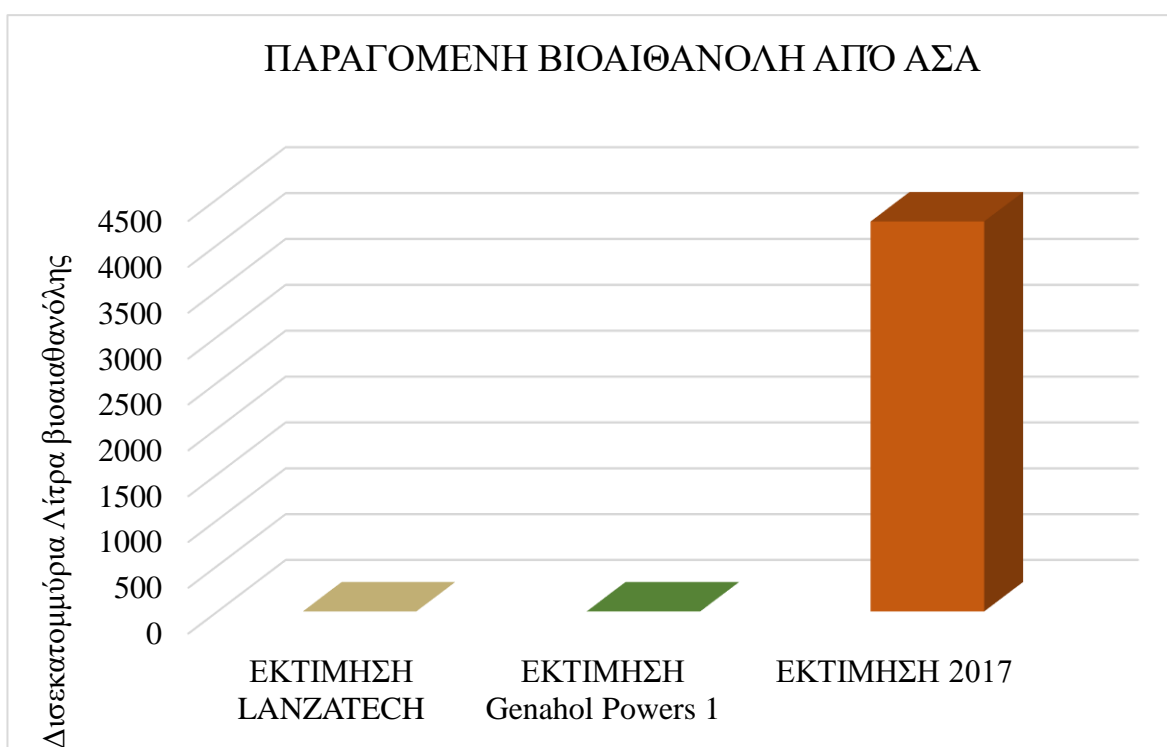
Μέχρι στιγμής οι Ηνωμένες Πολιτείες παρήγαγαν βιοκαύσιμα, συνεπώς και (βιο)αιθανόλη κυρίως από αγροτικά υπολείμματα, ενεργειακές καλλιέργειες (σόργο, ζαχαροκάλαμο και άλλα). Παρόλα αυτά, έγιναν πολλές προσπάθειες αξιοποίησης των αστικών στερεών αποβλήτων, ως βιομάζα προκειμένου να παραχθούν ποικίλα βιοκαύσιμα, βιοαερίο, συνθετικό αέριο, βιοαιθανόλη κλπ. Μια από τις πιο καλά οργανωμένες και πετυχημένες εργοστασιακές εγκαταστάσεις ήταν η LanzaTech. Η LanzaTech ξεκίνησε το 2018 ένα πιλοτικό εργοστασιακό πρόγραμμα στο οποίο μετατρέπεται το συνθετικό αέριο από τα αστικά στερεά απόβλητα σε αιθανόλη. Η ετήσια παραγωγή ήταν 378,541.18 λίτρα, ενώ η συνολική δυναμικότητα του εργοστασίου είναι 60.6 εκατομμύρια λίτρα αιθανόλης (<https://www.lanzatech.com/2018/06/08/worlds-first-commercial-waste-gas-ethanol-plant-starts/> και Waste-to-Energy from Municipal Solid Wastes Report 2019).

Επιπλέον, στην πολιτεία Ιντιάνα, έχουν ξεκινήσει διάφορα σχέδια αναφορικά με την αξιοποίηση των ΑΣΑ προκειμένου να παραχθούν βιοκαύσιμα, και συγκεκριμένα βιοαιθανόλη. Η αρχική εκτίμηση είναι η κατασκευή δύο εγκαταστάσεων παραγωγής βιοαιθανόλης από αστικά απόβλητα. Η μια εκ των δύο, Genahol Powers 1, εκτιμάται πως θα καταφέρει σταδιακά να επεξεργαστεί 10,000 τόνους αστικών στερεών αποβλήτων την ημέρα προκειμένου να παράξει συνολικά 567.57 εκατομμύρια λίτρα βιοαιθανόλης σε ένα χρόνο (<http://biomassmagazine.com/articles/1670/two-companies-to-convert-indiana-msw-to-ethanol>).

Συνεπώς, εάν ήταν σε θέση οι Ηνωμένες πολιτείες να αξιοποιήσουν και να εκμεταλλευτούν έστω το οργανικό φορτίο των αστικών στερεών απορριμμάτων τότε η παραγωγή της βιοαιθανόλης θα ήταν ακόμη μεγαλύτερη. Στην πράξη, αυτό σημαίνει πως για το 2017 η συνολική παραγωγή των απορριμμάτων ήταν 268 εκατομμύρια τόνους, και η αξιοποίηση του οργανικού φορτίου (υπολείμματα τροφών, και κλαδεμάτων) αποτελεί το 28%, δηλαδή 75 εκατομμύρια τόνους απορριμμάτων. Εάν λοιπόν, ήταν δυνατό ποικίλες μονάδες όπως εκείνη που προαναφέρθηκε, να επεξεργαστούν τουλάχιστον το ένα έκτο του οργανικού μέρους των απορριμμάτων απορριμμάτων τότε η παραγωγή της βιοαιθανόλης θα άγγιζε τα 709,50 εκατομμύρια λίτρα βιοαιθανόλης. Φυσικά, μια τέτοια ποσότητα παραγωγής βιοκαυσίμου απαιτεί και τις κατάλληλες υποδομές (κυρίως εργοστασιακές) αλλά ταυτόχρονα θα πρέπει η παγκόσμια κοινωνία να είναι έτοιμη να δεχτεί και να χρησιμοποιήσει τα βιοκαύσιμα, καθώς επίσης και να συνδράμει στην διευκόλυνση της διαδικασίας κατά τον διαχωρισμό των κλασμάτων των απορριμμάτων, προκειμένου να εξάγεται ένα βιοκαύσιμο άριστης ποιότητας.

Τέλος, παρουσιάζεται ο πίνακας με την παραγωγή αιθανόλης των δύο αναφερόμενων προτύπων της LanzaTech και του Genahol Powers 1 καθώς επίσης και της εκτιμώμενης παραγωγής από το βιοαποδομήσιμο μέρος των αστικών στερεών απορριμμάτων του 2017.

ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ ΑΠΟ ΑΠΟΡΡΙΜΑΤΑ	
ΕΚΤΙΜΗΣΕΙΣ	ΛΙΤΡΑ ΑΙΘΑΝΟΛΗΣ
ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΤΗΣ LanzaTech	60.6 *10⁶
ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΤΟΥ Genahol Powers 1	567.6 *10⁶
ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ 2017	4252 * 10⁹



Σύμφωνα με το διάγραμμα αυτό, παρατηρείται ότι η εκτίμηση της LanzaTech δίνει τα χαμηλότερες αποδόσεις σε σύγκριση με το εργοστασιακό πρότυπο Genahol Powers 1. Η εκτίμηση για το 2017 είναι πολύ μεγαλύτερη σε σχέση με τα άλλα δύο, όμως στο σημείο αυτό πρέπει να τονιστεί πως αναφέρεται στη συνολική παραγωγή αιθανόλης για το σύνολο των Ηνωμένων Πολιτειών. Συνεπώς, η παραγωγή των 4252 δισεκατομμύριων λίτρων που παρουσιάστηκε, δεν αποτελεί την παραγωγή για μια πολιτεία όπως το Genahol Powers 1 το οποίο αναφέρεται για την πολιτεία της Ιντιάνα. Είναι, απαραίτητο λοιπόν, να αναπτυχθούν τέτοιες μονάδες προκειμένου να επωφεληθεί η Αμερική για ποικίλους λόγους, όπως ακόμη μεγαλύτερη ανεξαρτησία στην παραγωγή (βιο)καυσίμων, αύξηση των εξαγωγών, νέοι και φιλικότεροι προς το περιβάλλον τρόποι διαχείρισης και αξιοποίησης των απορριμμάτων ενώ ταυτόχρονα θα μπορεί να αποτελέσει τον πρωτοπόρο παραγωγό και μαζί να ανακαλύψει νέες μεθόδους και τεχνολογίες αξιοποίησης των Αστικών Στερεών Απορριμμάτων, πράγμα που θα αποδειχθεί μελλοντικά με όλη την περιβαλλοντική κρίση που επικρατεί, ιδιαίτερα προσοδοφόρο.



Εικόνα 6. Εγκατάσταση παραγωγή βιοαιθανόλης στη Νότια Ντακότα (Αμερικής) (<https://www.britannica.com/technology/cellulosic-ethanol>).

3.3.2. ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ ΑΣΑ ΣΤΗ ΒΡΑΖΙΛΙΑ

Σύμφωνα και με τα προηγούμενα κεφάλαια, φαίνεται πως το μεγαλύτερο (σχεδόν ολόκληρος ο όγκος) μέρος των αστικών στερεών απορριμμάτων που παράγονται στην Βραζιλία κάθε έτος καταλήγει σε χωματερές. Ένα ελάχιστο ποσοστό από αυτά, ύψους 2% ανακυκλώνεται και κυρίως το αλουμίνιο.

Έτσι, γίνεται αντιληπτό πως δεν υπάρχουν ποικίλοι τρόποι διαχείρισης απορριμμάτων, και εφόσον, περίπου το 38% του πληθυσμού δεν έχει πρόσβαση σε κάδους συλλογής απορριμμάτων, η πιθανή διαλογή στην πηγή, προκειμένου να γίνει διαχωρισμός των ρευμάτων από τις κατοικίες, αποτελεί αδύνατο, αφού πρώτα πρέπει να προηγηθούν πολλά περισσότερα.

Ενώ η Βραζιλία αποτελεί έναν από τους μεγαλύτερους παραγωγούς αιθανόλης παγκοσμίως, η παραγωγή της είναι ακόμη σε πρώιμο στάδιο. Η μέγιστη παραγωγή αιθανόλης προέρχεται από την καλλιέργεια ζαχαροκάλαμου.

Το μεγαλύτερο εργοστάσιο παραγωγή αιθανόλης από ζαχαροκάλαμο βρίσκεται στη Βραζιλία και είναι γνωστό ως São Martinho. Το εργοστάσιο αυτό για το διάστημα 2017/2018 αξιοποίησε 22,206 εκατομμύρια τόνους ζαχαροκάλαμου και παράγει ζάχαρη, αιθανόλη και ενέργεια. Από αυτό τον όγκο πρώτης ύλης παρήγαγε για το διάστημα αυτό περίπου 953 εκατομμύρια λίτρα αιθανόλης (São Martinho Annual & Sustainability Report 2017/2018).



Εικόνα 7. Το εργοστάσιο παραγωγής βιοαιθανόλης São Martinho 2012/2013 (<http://extapps.mz-ir.com/rao/saomartinho/2012/interna.asp?i=1&pag=04&secao=1>).

Παρακάτω, θα αναλυθεί η πιθανή αξιοποίηση του οργανικού μέρους των απορριμμάτων της Βραζιλίας, για την παραγωγή αιθανόλης από αστικά στερεά απορρίμματα.

Σύμφωνα με έρευνες, το οργανικό υλικό των αστικών στερεών αποβλήτων αποτελεί το 35-40% του συνόλου (Deniz Cekmecelioglu, Oya N. Uncu, 2012). Συνεπώς, για το έτος 2018, η συνολική παραγωγή αποβλήτων ήταν, 79 εκατομμύρια τόνοι. Από την ποσότητα αυτή, οι 27.65 εκατομμύρια τόνοι αποτελούν το οργανικό μέρος.

Έτσι, εργοστάσια όπως αυτό που αναλύθηκε παραπάνω, θα μπορούσαν να αξιοποιήσουν αυτή τη βιομάζα αντί για καλλιέργειες ώστε να αποδοθεί η ποσότητα αιθανόλης που επιθυμούν.

Διαγραμματικά αυτό παρουσιάζεται ακολούθως:



Ραβδόγραμμα 30. Θεωρητική σύγκριση παραγωγής βιοαιθανόλης από ζαχαροκάλαμο και από ΑΣΑ στη Βραζιλία

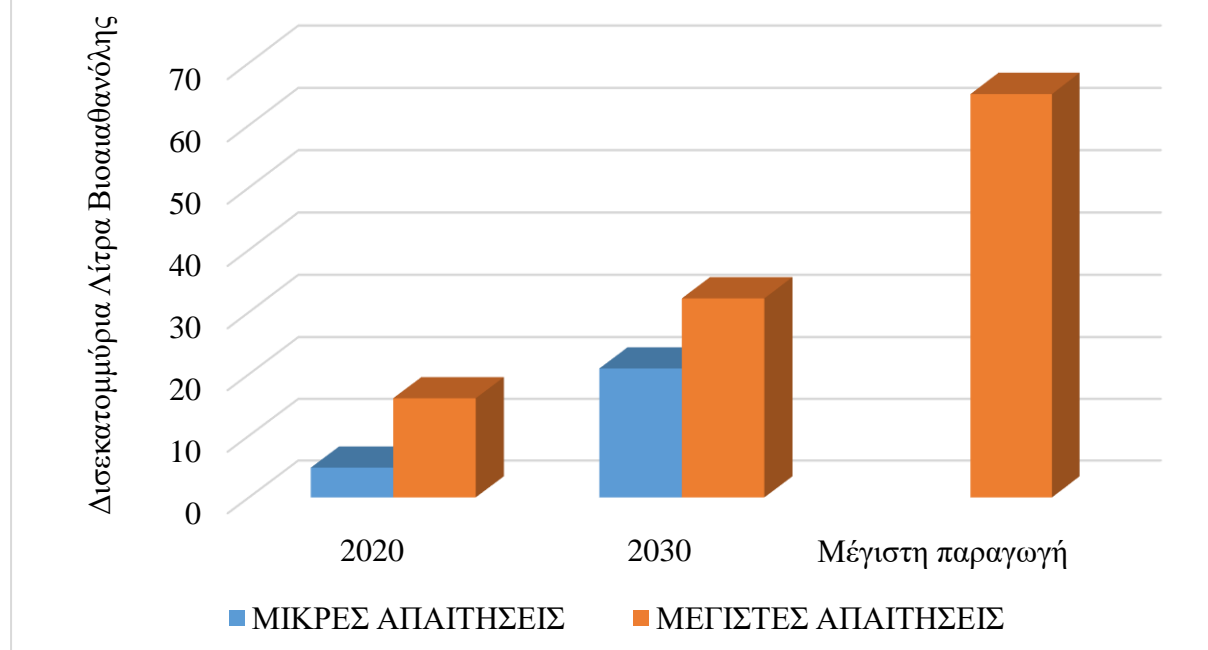
Από το διάγραμμα αυτό παρατηρείται πως θα μπορούσαν να παραχθούν 1.186 εκατομμύρια λίτρα αιθανόλης αποκλειστικά από την αξιοποίηση της βιομάζα που προέρχεται από τα Αστικά Στερεά Απόβλητα. Φυσικά, οι εγκαταστάσεις αυτές, θα απαιτήσουν μεγάλη τεχνογνωσία, επιστημονικό προσωπικό, σύγχρονα τεχνολογικά επιτεύγματα και μηχανήματα άρα θα αποτελέσει μια επένδυση με μεγάλο κόστος εγκατάστασης, αλλά θα είναι προσοδοφόρα. Το σημαντικότερο, όμως είναι, να καταφέρει η χώρα αυτή τη σωστή διαχείριση των απορριμμάτων. Προκειμένου, να παραχθεί αιθανόλη με υψηλά ποιοτικά χαρακτηριστικά, τα οργανικά απόβλητα δεν πρέπει να έχουν μίξεις από άλλα υλικά, να υπάρξει ο κατάλληλος σχεδιασμός συλλογής και προσωρινής αποθήκευσης και μετακίνησης των οργανικών υπολειμμάτων. Το πιο σημαντικό, όμως από όλα αυτά, είναι οι πολίτες. Οι πολίτες θα πρέπει να είναι ενήμεροι, και συνειδητοποιημένοι, να έχουν τη δυνατότητα και τη πρόσβαση σε ειδικούς κάδους συλλογής των οργανικών υπολειμμάτων και να ανταμείβονται για αυτό, δίνοντάς τους οικονομική κίνητρα και διευκολύνσεις.

3.3.3. ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΑΙΘΑΝΟΛΗΣ ΑΣΑ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ

Όπως αναφέρθηκε και σε προηγούμενα κεφάλαια ο μεγαλύτερος παραγωγός αιθανόλης είναι η Αμερική και έπειτα ακολουθεί η Βραζιλία. Οι κύριες πηγές των παραγωγών αυτών είναι το καλαμπόκι για την Αμερική ενώ για τη Βραζιλία το ζαχαροκάλαμο. Η παραγόμενη αιθανόλη στην Ευρώπη προέρχεται από την ανάμιξη σταριού, ζαχαρότευτλα, κριθάρι και καλαμπόκι. Η ανάγκη για χρήση εναλλακτικών μορφών ενέργειας και βιοκαυσίμων γίνεται όλο και μεγαλύτερη και η Ευρώπη αυξάνει συνεχώς τους στόχους τους στόχους της.

Έτσι, προκειμένου να επιτευχθούν οι στόχοι αναφορικά με τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και τη χρήση βιοκαυσίμων ιδιαίτερα για τις μεταφορές- μετακινήσεις ορθό θα ήταν να βρεθούν και νέες πηγές πρώτων υλών για την παραγωγή (βιο)αιθανόλης και λοιπών βιοκαυσίμων. Η πρώτη ύλη, είναι δυνατό να προέρχεται από τα αστικά στερεά απόβλητα που παράγονται. Με άλλα λόγια, σύμφωνα με Ενημερωτικό Φυλλάδιο *RECREATE* για την πολιτική αναφορικά με την βιοαιθανόλη, μπορούν να αξιοποιηθούν όλες οι ροές απορριμμάτων που δεν προορίζονται για ανακύκλωση (επαναχρησιμοποίηση, κλπ) καλύπτοντας το 10% των σημερινών αναγκών της σε καύσιμα μετακίνησης. Υπολογίζεται λοιπόν, πως η μέγιστη παραγωγή βιοαιθανόλης από αστικά στερεά απόβλητα αγγίζει τα 65,000 εκατομμύρια λίτρα. Ακολουθεί το διάγραμμα στο οποίο παρουσιάζονται οι προβλέψεις παραγωγής βιοαιθανόλη από απόβλητα για το 2020, το 2030 και τη μέγιστη δυνατή παραγωγή (Recreate-PB-2-2015).

ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΣΕ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗ ΑΠΟ ΑΣΑ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ 2020-2030



Ραβδόγραμμα 31. Απαιτήσεις σε βιοαιθανόλη από αστικά στερεά απόβλητα στην Ευρώπη 2020, 2030 και η μέγιστη προβλεπόμενη παραγωγή.

Από το διάγραμμα παρατηρούμε πως η μέγιστη δυνατή παραγωγή σύμφωνα με τους υπολογισμούς που έγιναν το 2015 ξεπερνά τις μέγιστες απαιτήσεις του 2030, δίνοντας στην Ευρώπη μια ελπίδα πως θα είναι σε θέση να αξιοποιήσει μέρος των απορριμμάτων της για την παραγωγή βιοκαυσίμων φιλικών προς το περιβάλλον. Ταυτόχρονα, η αξιοποίηση των απορριμμάτων θα τη βοηθήσει στη μείωση των εισαγωγών αιθανόλης από την Βραζιλία (κυρίως) και την Αμερική.

Είναι πολύ σημαντικό το γεγονός πως ήδη από το 2015, μελετώνται τέτοιου είδους σενάρια, και πως ήδη υπάρχουν κάποιες εγκαταστάσεις και μονάδες επεξεργασίας των απορριμμάτων σε διάφορες χώρες στην Ευρώπη για την παραγωγή (βιο)αιθανόλης από αστικά στερεά απόβλητα.

Ακολούθως θα αναλυθούν κάποια πιλοτικά προγράμματα αξιοποίησης των απορριμμάτων προκειμένου να παραχθούν βιοκαύσιμα και βιοαιθανόλη αλλά και κάποιες εργοστασιακές εγκαταστάσεις εντός των συνόρων της Ευρώπης.

1. Μονάδα παραγωγής βιο-αιθανόλης Oy στο Γκέτεμποργκ της Σουηδίας

Η Μονάδα παραγωγής βιο-αιθανόλης Oy στο Γκέτεμποργκ της Σουηδίας, είναι ένα παράδειγμα καλής πρακτικής. Η μονάδα παράγει αιθανόλη που χρησιμοποιεί λιγνοκυτταρινούχα βιομάζα από τρεις διαφορετικές ροές αποβλήτων, οι οποίες συλλέγονται σε χώρους μικρότερης κλίμακας για μετατροπή σε αιθανόλη. Η St1 χρησιμοποιεί:

- Την etanolix® για ροές αποβλήτων πλούσια σε ζάχαρη και άμυλο, π.χ. από ζυθοποιίες και βιομηχανίες ποτών, αρτοποιεία, εργοστάσια επεξεργασίας πατάτας
- Την Bionolix ® για βιολογικά κλάσματα των αστικών στερεών αποβλήτων και
- την cellunolix® για τα απόβλητα της δασικής βιομηχανίας (σκόνη πριονιού, ροκανίδια, απόβλητα ξύλου) και άχυρο.

Ξεκίνησε την παραγωγή αιθανόλης τον Ιούνιο του 2015, με ετήσια παραγωγή περίπου στα 5 εκατομμύρια λίτρα. Σταδιακά αναπτύχθηκε και πλέον υπάρχουν εγκαταστάσεις σε διάφορες χώρες της Ευρώπης όπως η Νορβηγία και η Φιλανδία (Recreate-PB-2-2015).

2. Μονάδα παραγωγής βιο-αιθανόλης Wabio Bioenergie στο Bad Kostritz στη Γερμανία.

Η Wabio Bioenergie έχει ως κύριο αντικείμενο :

- την παραγωγή βιοαερίου από λιγνοκυτταρινούχους συντελεστές παραγωγής βιοαιθανόλης
- την αποδοτική παραγωγή ηλεκτρικής βιοενέργειας μέσω βιοαιθανόλης
- την αποδοτική παραγωγή θερμικής βιοενέργειας
- την παραγωγή υγροποιημένων οργανικών λιπασμάτων NPKS με υψηλή συγκέντρωση θρεπτικών συστατικών (<http://www.wabio.de/en/>).

Η μονάδα στο Bad Kostritz παράγει βιοαιθανόλη επιλέγοντας ως πρώτη ύλη το βιοαποδομήσιμο και οργανικό μέρος των απορριμμάτων. Υπολογίζεται ότι κάθε χρόνο μπορεί να παράξει 6.6 εκατομμύρια λίτρα αιθανόλης (M. Thöne 2012).

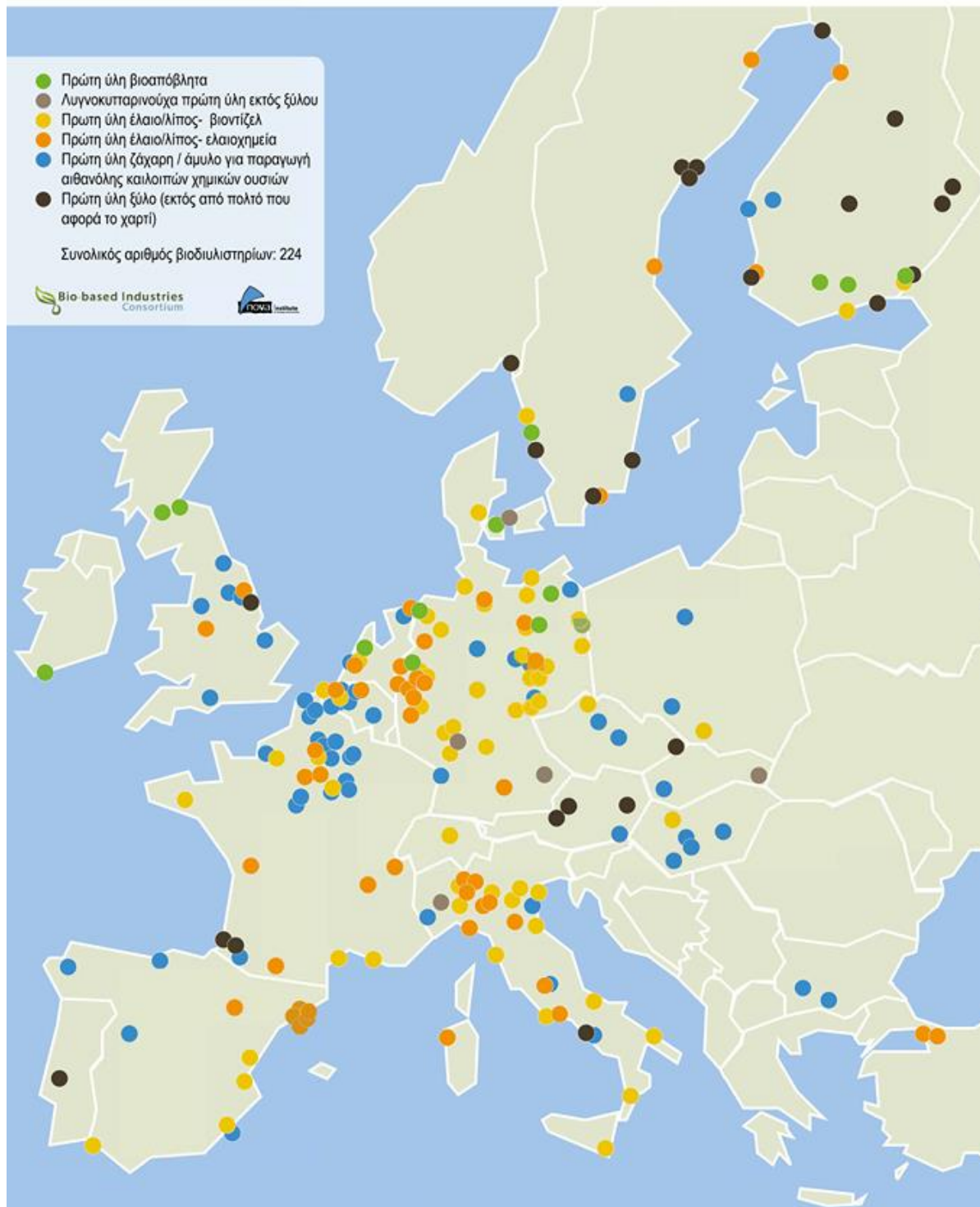
3. Μονάδα παραγωγής βιοαιθανόλης Abengoa στην Ισπανία

Το εργοστάσιο έχει την ικανότητα να επεξεργάζεται 25.000 τόνους αστικών στερεών αποβλήτων από τους οποίους θα αποκτήσει έως και 1,5 εκατομμύρια λίτρα βιοαιθανόλης για χρήση ως καύσιμο.

Το εργοστάσιο επίδειξης που βρίσκεται στο Babilafuente (Σαλαμάνκα, Ισπανία) χρησιμοποιεί τεχνολογία μετατροπής αποβλήτων σε βιοκαύσιμα που αναπτύχθηκε από την Abengoa για την παραγωγή βιοκαυσίμων δεύτερης γενιάς από ΑΣΑ χρησιμοποιώντας ζύμωση και επεξεργασία ενζυματικής υδρόλυσης. Κατά τη διάρκεια της διαδικασίας μετασχηματισμού, η οργανική ύλη υποβάλλεται σε επεξεργασία με διάφορους τρόπους για την παραγωγή οργανικών ινών πλούσιων σε κυτταρίνη και ημικυτταρίνη, η οποία στη συνέχεια μετατρέπεται σε βιοαιθανόλη (http://www.abengoa.com/web/en/noticias_y_publicaciones/noticias/historico/2013/06_junio/abg_20130626.html)

Οι μονάδες που αναφέρθηκαν είναι ενδεικτικές, και συνολικά στην Ευρώπη υπάρχουν ποικίλες εργοστασιακές μονάδες οι οποίες παράγουν βιοαιθανόλη από τα αστικά στερεά απορρίμματα. Οι συνολικές εργοστασιακές εγκαταστάσεις βιοδιυλιστηρίων που στη Ευρώπη το 2017 (ανεξαρτήτως του είδους της βιομάζας) είναι 224, όπως φαίνονται στον ακόλουθο χάρτη (Biorefineries in Europe 2017).

Βιοδιυλιστήρια στην Ευρώπη 2017



3.3.4. ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ ΑΠΟ ΑΣΑ ΣΤΗΝ ΙΑΠΩΝΙΑ

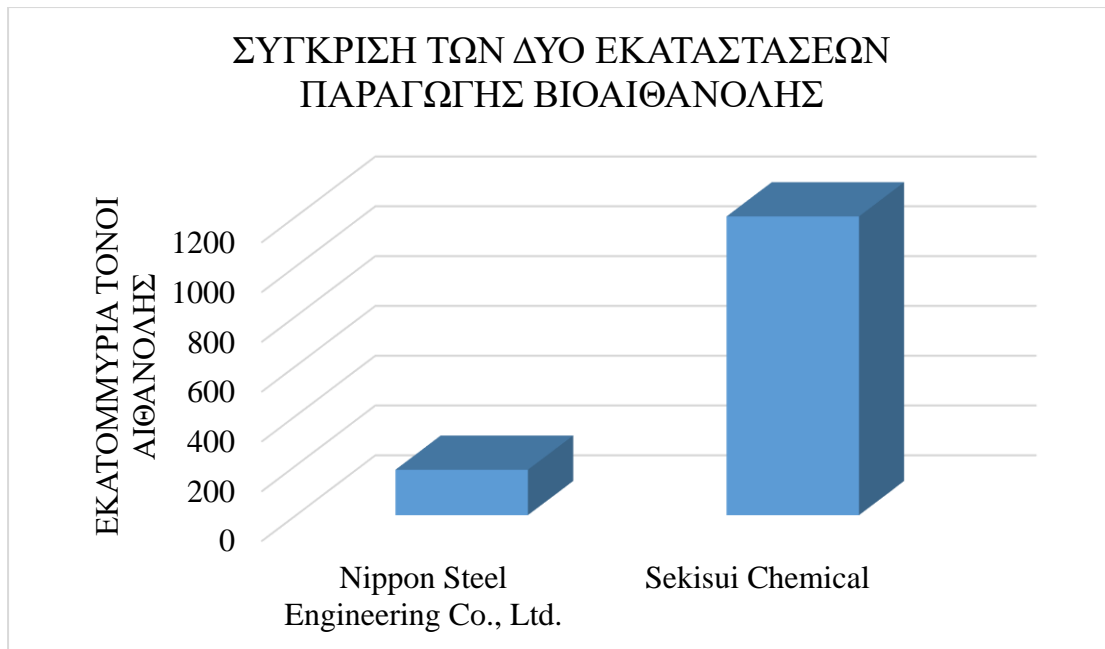
Στην Ιαπωνία από το 2007 υπήρχε η επιτακτική ανάγκη αξιοποίησης του οργανικού κλάσματος των αστικών στερεών απορριμμάτων και ιδιαίτερα τα διατροφικά απορρίμματα. Το ίδιο έτος τα διατροφικά απορρίμματα ήταν 19.48 εκατομμύρια τόνοι.

Υπάρχουν ποικίλες μονάδες αξιοποίησης του οργανικού μέρους των αστικών στερεών απορριμμάτων, όπως η Nippon Steel Engineering Co., Ltd. (NSE), η οποία αποτέλεσε το ένα από τα επτά πιλοτικά προγράμματα αξιοποίησης των διατροφικών απορριμμάτων για την παραγωγή αιθανόλης για τα έτη 2007 -2009. Η ημερήσια δυναμικότητα της εγκατάστασης ήταν η επεξεργασία 10 εκατομμύρια τόνων (καθαρό βάρος) και η παραγωγή 500 λίτρων αιθανόλης (IGES Policy Report 2011-02).



Εικόνα 8. Εργοστάσιο επεξεργασίας διατροφικών απορριμμάτων για την παραγωγή βιοαιθανόλης (Nippon Steel Engineering Co., Ltd.)(IGES Policy Report 2011-02).

Ένα ανερχόμενο εργοστάσιο αξιοποίησης αστικών στερεών απορριμμάτων είναι η εταιρεία Sekisui Chemical, η οποία αξιοποιώντας την τεχνογνωσία της LanzaTechwill (στις ΗΠΑ), υπολογίζει πως θα μπορέσει να ενεργοποιήσει τις εμπορικές δραστηριότητες κατά το 2025-26. Αναλυτικά, έχοντας ως πρώτη ύλη τα απορρίμματα, δύναται να παράξει 1.4 εκατομμύρια τόνους βιοαιθανόλης σε ένα έτος από 7,300 τόνους απορριμμάτων, ενώ η πλήρης απόδοσή της είναι 2.06 εκατομμύρια τόνοι βιοαιθανόλης (<https://www.argusmedia.com/en/news/2098066-sekisui-to-produce-wastebased-bioethanol-update>).



Ραβδόγραμμα 32. Σύγκριση εγκαταστάσεων παραγωγής αιθανόλης στην Ιαπωνία.

Από το διάγραμμα αυτό συμπεραίνεται πως η προβλεπόμενη απόδοση της εγκατάστασης της Sekisui Chemical θα ήταν δυνατό να αποδώσει μεγαλύτερες ποσότητες αιθανόλης, αξιοποιώντας ως πρώτη ύλη τα αστικά στερεά απόβλητα. Άρα, για το έτος 2015 εάν αξιοποιηθεί το 30% των απορριμμάτων που αποτελούν το οργανικό μέρος των αποβλήτων τότε θα μπορούσε να παραχθεί 43 εκατομμύρια τόνοι αιθανόλης. Η κατάσταση αυτή θα έδινε μια αυτοδυναμία και ανεξαρτησία στην Ιαπωνία, καθώς η παραγωγή της θα αυξανόταν και παράλληλα οι εισαγωγές της θα μειώνονταν.

3.3.5. ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΑΙΘΑΝΟΛΗΣ ΑΠΟ ΑΣΑ ΣΤΗΝ ΚΙΝΑ

Σύμφωνα με όσα αναφέρθηκαν και σε προηγούμενα κεφάλαια φαίνεται πως η Κίνα, δεν παράγει αρκετή ποσότητα αιθανόλης ώστε να είναι ανεξάρτητη ενώ ταυτόχρονα δεν είναι ακόμη σε θέση να εκμεταλλευτεί και να αξιοποιήσει μέρος των αστικών στερεών απορριμμάτων προκειμένου να αυξήσει την παραγωγή της.

Η Κίνα ως κύρια πρώτη ύλη για την παραγωγή αιθανόλης χρησιμοποιεί τον αραβόσιτο και διάφορα άλλα φυτικά είδη αγροτικής σημασίας (USDA 2019 China Report), ενώ σε πολλές περιπτώσεις θα μπορούσε να χρησιμοποιήσει δασικά υπολείμματα και οργανικά υλικά των απορριμμάτων καθώς αποτελούν πηγή λιγνοκυτταρινούχων ενώσεων.

Η Κίνα αποτελεί μια από τις φτωχότερες ενεργειακά χώρες και έτσι η κυβέρνηση έχει εκκινήσει ένα εθνικό πρόγραμμα ανάπτυξης και παραγωγής βιοκαυσίμων με κύρια πηγή τις λιγνοκυτταρινούχες ενώσεις

(<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5928010/>). Σταδιακά, ιδρύονται ποικίλα εργοστάσια επεξεργασίας των απορριμμάτων ώστε να παραχθεί αιθανόλη. Ένα από αυτά και είναι το εργοστάσιο του ομίλου LANZATECH. Το εργοστάσιο χρησιμοποιεί αναερόβια βακτήρια για τη ζύμωση των εκπομπών αποβλήτων από τη βιομηχανία προκειμένου να παράξει αιθανόλη (<https://www.chemengonline.com/lanzatech-starts-up-waste-to-ethanol-plant-in-china/>). Ενώ υπάρχουν πολλές εγκαταστάσεις αξιοποίησης βιομάζας με σκοπό να παράξουν αιθανόλη, ελάχιστα είναι εκείνα που μπορούν να αξιοποιήσουν τα αστικά στερεά απόβλητα. Συγκεκριμένα, ο πίνακας με τα πιστοποιημένα εργοστάσια παραγωγής αιθανόλης είναι ο ακόλουθος (USDA 2018 China Report):

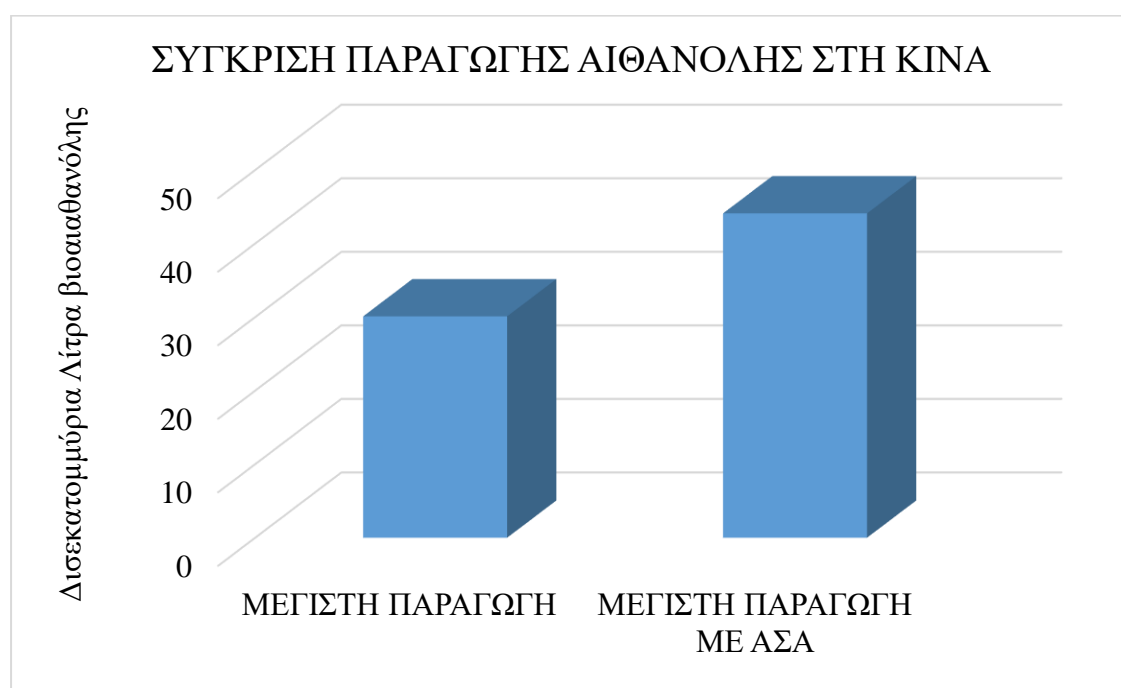
ΠΑΡΑΓΩΓΟΙ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
Jinlin Fuel Alcohol	
Henan Tianguan	η παραγωγή ανεστάλη το 2018
COFCO Biochemical (Anhui)	
COFCO Bioenergy (Zhaodong)	
SDIC (Zhanjiang)	
Shandong Longlive	η παραγωγή ανεστάλη το 2018
COFCO Bioenergy (Guangxi)	η παραγωγή ανεστάλη το 2018
ZTE Zonergy (Inner Mongolia)	
SDIC (Tieling)	σε λειτουργία τον Σεπτέμβριο του 2018
Liaoyuan Jufeng Biochemical	
Jilin Boda Biochemistry	
Jiangsu Lianhai Biotechnology	



Εικόνα 10. Εγκατάσταση COFCO Biochemical (<http://www.cofco.com/en/BrandProduct/COFCOBiochemical/>).

Η χώρα αυτή ενώ έχει τη δυνατότητα να αξιοποιήσει μεγάλο μέρος των αστικών στερεών αποβλήτων, μέχρι στιγμής δεν το έχει πράξει στο πλήρες των δυνατοτήτων της. Συγκεκριμένα, μέσα στα τελευταία χρόνια έχουν τεθεί ποικίλοι στόχοι αύξησης της αιθανόλης στην Κίνα. Αναλυτικότερα, το 2017, με τη συνεργασία 15 υπουργείων συντάχθηκε ένα «σχέδιο βιοαιθανόλης» με στόχο κυρίως την επέκταση της χρήσης

της και την ανάμειξη της με καύσιμα κίνησης για τα οχήματα μέχρι το 2020. Ο κύριος στόχος είναι να επιλέγονται λιγότερο τα ορυκτά καύσιμα από τα ανανεώσιμα καύσιμα χαμηλών εκπομπών άνθρακα. Η πλέον πρόσφατη ετήσια κατανάλωση βενζίνης της Κίνας στο δρόμο ήταν περίπου 172 δισεκατομμύρια λίτρα. Εάν γίνει ένα 10% ανάμειξη με αιθανόλη θα απαιτηθούν πάνω από 17 δισεκατομμύρια λίτρα αιθανόλης, σημαντικά υψηλότερη από την τρέχουσα παραγωγή της Κίνας. Μια λύση, είναι η εκμετάλλευση του οργανικού υλικού των ΑΣΑ της Κίνας, το οποίο είναι περίπου 65% των παραγόμενων αποβλήτων. Υπολογίζεται, λοιπόν, πως η Κίνα θα μπορούσε να προσθέσει άλλα 14 δισεκατομμύρια λίτρα στην τρέχουσα παραγωγή της και να φθάσει σχεδόν τον όγκο ανάμειξης 10%, αξιοποιώντας ένα μόνο μέρος των απορριμμάτων της (<https://theicct.org/blog/staff/china-potential-zero-waste-nationwide-ethanol>). Αυτή τη στιγμή στην Κίνα το 45% των αστικών στερεών απορριμμάτων αποτεφρώνεται και απομένει προς αξιοποίηση μόνο το 55% και έτσι μειώνεται και το ποσό των οργανικών απορριμμάτων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή αιθανόλης.



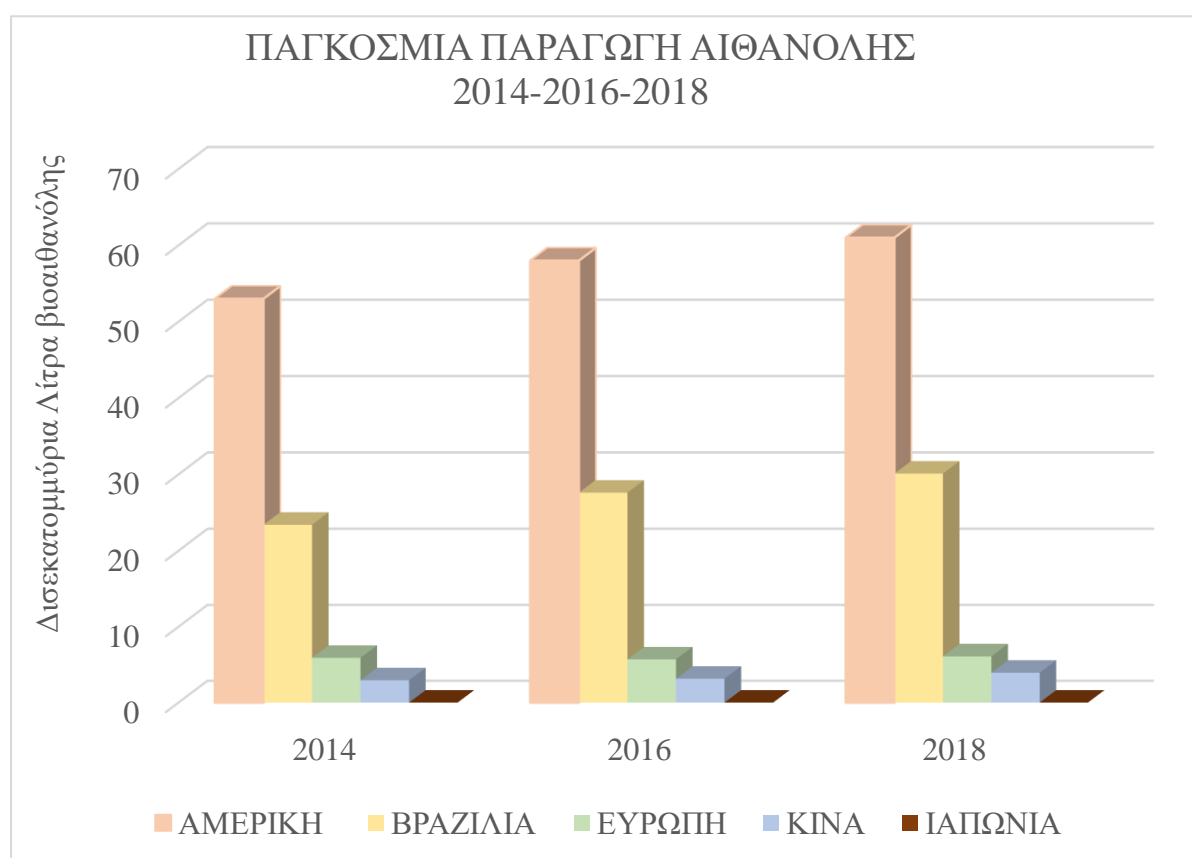
Στο παραπάνω διάγραμμα πραγματοποιείται σύγκριση της μέγιστης παραγωγής αιθανόλης στην Κίνα για το έτος 2018 με την εν δυνάμει μέγιστη παραγωγή της εάν αξιοποιούνταν το οργανικό μέρος των αστικών στερεών απορριμμάτων. Είναι φανερό πως η παραγόμενη ποσότητα θα αυξανόταν κατά πολύ μεγάλο ποσοστό και Κίνα θα ήταν σε θέση να χρησιμοποιεί πολύ περισσότερο βιοκαύσιμα και συγκεκριμένα την αιθανόλη ενώ ταυτόχρονα να μειώσει τις εισαγόμενες ποσότητες σε αιθανόλη.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

4.1. ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Βάσει όσων έχουν αναφερθεί στην συγκεκριμένη έρευνα αλλά και όσων παρατηρήθηκαν μέσα από την βιβλιογραφία ο μεγαλύτερος παραγωγός αιθανόλης παγκοσμίως είναι η Αμερική, ενώ δεύτερη έρχεται η Βραζιλία και ακολουθεί η Ευρώπη, η Κίνα και η Ιαπωνία.

Η παραγωγή των ανωτέρω θα παρουσιαστεί στο ακόλουθο διάγραμμα για τα έτη 2014, 2016 και 2018 βάσει της αναλυτικής βιβλιογραφικής έρευνας που έχει αναλυθεί στο προηγούμενα κεφάλαια.



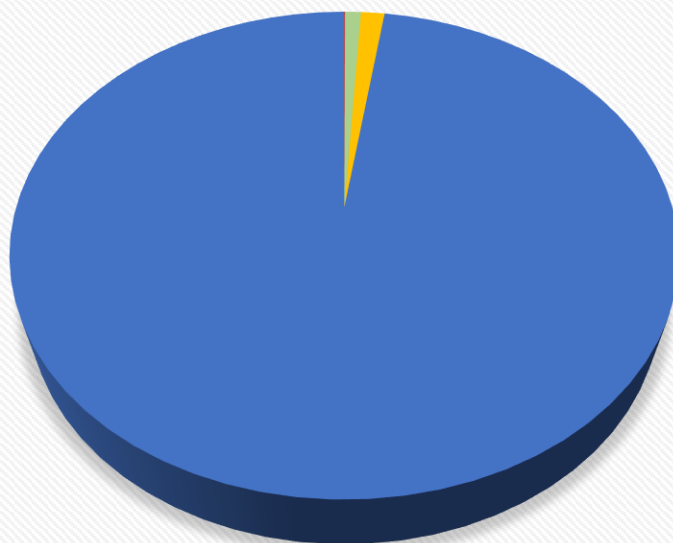
Ραβδόγραμμα 33. Παραγωγή αιθανόλης για τα έτη 2014-2016 και 2018 για τους μεγαλύτερους παράγωγους.

Από το παραπάνω διάγραμμα φαίνεται πως μεταξύ αυτών των παραγωγών τα ηνία κατέχει η Αμερική και για τρία χρονικά διαστήματα, αποδίδοντας δισεκατομμύρια λίτρα αιθανόλης κάθε χρόνο με μέγιστη παραγωγή το 2018. Η Βραζιλία αποτελεί και εκείνη έναν από τους μεγαλύτερους παραγωγούς όπως ήδη έχει αναφερθεί. Ακόμη και στις μετρήσεις για παραγωγή βιοαιθανόλης από ΑΣΑ φαίνεται πως μπορεί να αποδώσει μεγάλες ποσότητες αιθανόλης, υπό την προϋπόθεση βέβαια ότι τροποποιείται ολόκληρο το σύστημα διαχείρισης απορριμμάτων της χώρας. Αξίζει στο σημείο αυτό

να τονισθεί πως η Βραζιλία διαθέτει το μεγαλύτερο ποσοστό παραγωγής να διατίθεται για εξαγωγές. Η Ευρώπη παράγει μια αρκετά μεγάλη ποσότητα αιθανόλης, όμως σίγουρα δεν είναι αρκετή καθώς η κατανάλωση της είναι πολύ μεγαλύτερη συγκριτικά με την ποσότητα που μπορεί να παράξει. Παρόλα αυτά, προβλέπεται ότι θα αυξηθεί η παραγωγή της και η χρήση της μέσα από πολλές περιβαλλοντικές οδηγίες που έχουν θεσπιστεί και επρόκειται να εφαρμοστούν στο μεγαλύτερο ποσοστό των ευρωπαϊκών κρατών. Η Κίνα παράγει μικρότερη ποσότητα από τις υπόλοιπες παραγωγούς και εισάγει μεγάλες ποσότητες αιθανόλης ιδιαίτερα από τη Βραζιλία, και παλαιότερα και από την Αμερική. Τελευταία στη έρευνα αυτή έρχεται η Ιαπωνία, η οποία είναι η μόνη που έχει καταφέρει να παράξει μόνο κάποια εκατομμύρια λίτρα αιθανόλης, ενώ οι υπόλοιποι παραγωγοί παράγουν δισεκατομμύρια λίτρα κάθε χρόνο. Για το λόγο αυτό και στην διαγραμματική απεικόνιση φαίνεται σχεδόν μηδενική. Για το έτος 2018 δεν υπήρχαν μετρήσεις καθώς η τελευταία καταγεγραμμένη ποσότητα που είχε παραχθεί ήταν το 2016. Η Ιαπωνία, έχει σχετικά μεγάλες απαιτήσεις σε αιθανόλη, και η κατανάλωσή της είναι πολύ μεγαλύτερη από την ποσότητα που παράγει και για αυτό το λόγο διαφεύγει και εκείνη σε εισαγωγή βιοκαυσίμων. Παλαιότερα, η επιλογή αιθανόλης στην Ιαπωνία ως καύσιμων δεν ήταν μεγάλη, σταδιακά όμως και έπειτα από το νέο κατατεθειμένο από ποικίλα υπουργεία σχέδιο χρήσης αιθανόλης και ανάμειξης της, η κατανάλωσή της έχει αυξηθεί αρκετά.

Δεδομένου, λοιπόν της ιδιαίτερης ζήτησης και χρήσης της αιθανόλης, ορθό θα ήταν να βρεθούν και άλλες πηγές παραγωγής. Όπως, λοιπόν, αναφέρθηκε και νωρίτερα τόσο σε αυτό το κεφάλαιο όσο και σε προηγούμενα κεφάλαια, η αξιοποίηση του οργανικού μέρους των αστικών στερεών αποβλήτων αποτελεί μια από τις πλέον βέλτιστες λύσεις. Και οι πέντε παραγωγοί που μελετήθηκαν στην συγκεκριμένη έρευνα αποτελούν και μεγάλους παραγωγούς αστικών στερεών απορριμμάτων. Συνεπώς, η αξιοποίηση των οργανικών αποβλήτων θα μπορούσε να αποτελέσει μια επιπλέον αύξηση στην παραγωγή της αιθανόλης, ή διατήρηση της παραγόμενης ποσότητας αντικαθιστώντας άλλες πηγές βιομάζας. Παρακάτω λοιπόν θα παρουσιαστεί η παραγωγή αιθανόλης από βιοαπόβλητα για κάθε ένα από τους παραπάνω παραγωγούς σύμφωνα με πρότυπα μοντέλα που αναφέρθηκαν στο κεφάλαιο τρία.

ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΑΙΘΑΝΟΛΗΣ ΑΠΟ ΑΣΑ



■ ΒΡΑΖΙΛΙΑ ■ ΙΑΠΩΝΙΑ ■ ΚΙΝΑ ■ ΕΥΡΩΠΗ ■ ΑΜΕΡΙΚΗ

Ραβδόγραμμα 34. Παραγωγή αιθανόλης από ΑΣΑ για τους μεγαλύτερους παραγωγούς αιθανόλης.

Στο πίνακα αυτό συμπεριλήφθηκαν οι μέγιστες αποδόσεις κάθε παραγωγού, θεωρώντας πως σε κάθε περίπτωση αξιοποιείται 100% όλο το οργανικό μέρος των αστικών στερεών απορριμμάτων που υπάρχει κάθε χρόνο στα απορρίμματα. Τα πρωτεία έχει η Αμερική, η οποία έχει εξελίξει και περισσότερη την τεχνολογία αξιοποίησης των αστικών στερεών απορριμμάτων. Τελευταία είναι η Βραζιλία, η οποία είναι πολύ δύσκολο να αποκτήσει τόσο τις εγκαταστάσεις παραγωγής αιθανόλης, το εξειδικευμένο επιστημονικό προσωπικό αλλά ακόμη και να καταφέρει να συγκεντρώσει το μέρος των οργανικών υλικών των απορριμμάτων, αφού ένα πολύ μεγάλο μέρος των απορριμμάτων δεν συλλέγεται. Από την βιβλιογραφική έρευνα που αναπτύχθηκε αλλά και από τις εκτιμήσεις που έγιναν, υπολογίζεται πως η μέση απόδοση της βιοαιθανόλης είναι 40lt / κιλό αστικών στερεών αποβλήτων.

Εν κατακλείδι, η βάση και το πλέον σημαντικό βήμα είναι η συλλογή των απορριμμάτων, ο διαχωρισμός των ρευμάτων και ακολούθως η κατανομή των ποσοτήτων των υλικών για τη κάθε μέθοδο αξιοποίησης των ρευμάτων. Έπειτα, οι εγκαταστάσεις και οι δυνατότητες του κάθε παραγωγού. Σε κάθε περίπτωση όμως, η επιλογή της οργανικού μέρους των απορριμμάτων ως βιομάζα για την παραγωγή αιθανόλης αλλά και γενικότερα βιοκαυσίμων κρίνεται απαραίτητη και προτείνεται όλοι οι παραγωγοί να ξεκινήσουν ή να αυξήσουν τις πιλοτικές τους εγκαταστάσεις και η μέθοδος αυτή να επεκταθεί ακόμη περισσότερο καθώς αποτελεί τρόπο παραγωγής καυσίμων φιλικό προς το περιβάλλον ενώ ταυτόχρονα μειώνεται ο όγκος των απορριμμάτων που καταλήγουν σε ΧΥΤΑ και προωθείται η έννοια της κυκλικής οικονομίας και της επαναχρησιμοποίησης.

4.2 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Σύμφωνα με όσα παρουσιάστηκαν συνολικά στα παραπάνω κεφάλαια, φαίνεται πως σήμερα η ανάγκη για έρευνα και χρήση βιοκαυσίμων είναι πιο αναγκαία από κάθε άλλη στιγμή.

Η επιλογή και η χρήση βιοκαυσίμων από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, θα βοηθήσει τόσο στην μείωση εκπομπών του CO₂, και πολλών άλλων αερίων επικίνδυνων για το περιβάλλον όσο και στη μείωση του ρυθμού κατανάλωση των ορυκτών καυσίμων. Τα περισσότερα βιοκαύσιμα μέχρι στιγμής παράγονται από βιομάζα που προέρχεται συνήθως από είτε ενεργειακές καλλιέργειες όπως ο αραβόσιτος, το ζαχαροκάλαμο, ο μίσχανθος, το σόργο και πολλά ακόμη φυτικά είδη, είτε από δασικά και γεωργικά υπολείμματα, υπολείμματα από ξυλουργικές εργασίες όπως ροκανίδια και άλλων ειδών εργασίες.

Σταδιακά, με το επισιτιστικό ζήτημα που απαιτεί περισσότερες καλλιεργήσιμες εκτάσεις για εδώδιμες καλλιέργειες, στρέμματα που παλαιότερα αξιοποιούνται για την παραγωγή ενεργειακών καλλιεργειών γίνονται πλέον και αυτά απαραίτητα. Ταυτόχρονα, η αύξηση του πληθυσμού, η αυξανόμενη κατανάλωση αγαθών έχει οδηγήσει και στη συνεχή αύξηση των απορριμμάτων. Είναι, θετικό, ότι η κοινωνία και η επιστήμη έχει αναπτύξει και σχεδιάζει ποικίλες μεθόδους διαχείρισης των απορριμμάτων και αξιοποίησης αυτών. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η δημιουργία ρευμάτων των απορριμμάτων όπου διαχωρίζονται τα υλικά. Πιο αναλυτικά οι πολίτες μπορούν να συγκεντρώνουν σε διαφορετικά σημεία (κάδους) το χαρτί, το αλουμίνιο, το γυαλί και σε διαφορετικό σημείο τα σύμμεικτα απορρίμματα. Στόχος είναι τα σύμμεικτα απορρίμματα να αρχίσουν να μειώνονται όσο περισσότερο γίνεται καθώς όλα τα υπόλοιπα υλικά οδηγούνται στην ανακύκλωση και στην επαναχρησιμοποίηση ώστε να μειώνονται οι νέοι πόροι που χρειάζονται για την παραγωγή αντίστοιχων προϊόντων και να μην συγκεντρώνονται σε χώρου υγειονομικής ταφής που απαιτούν χιλιάδες χρόνια για να αποσυντεθούν θέτοντας σε κίνδυνο το υδατικό και εδαφικό περιβάλλον.

Συνεπώς, για να μειωθούν τα σύμμεικτα απορρίμματα πρέπει από τη σύστασή τους να συγκεντρώνονται σε διαφορετικά σημεία και τα οργανικά υλικά, όπως τρόφιμα, «πράσινα υπολείμματα» από αντίστοιχες εργασίες πρασίνου (κλαδέματα, αποψιλώσεις και άλλα). Η συγκέντρωση του οργανικού μέρους των αστικών στερεών απορριμμάτων μπορεί να αξιοποιηθεί για ποικίλους λόγους. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη παραγωγή εδαφοβελτιωτικών που είναι και η πιο συνηθισμένης μέθοδος αξιοποίησης τους αλλά μπορούν ακόμη να χρησιμοποιηθούν και πρώτη ύλη (πηγή βιομάζας) για την παραγωγή βιοκαυσίμων όπως βιοντίζελ και βιοαιθανόλη.

Με αυτό τον τρόπο μπορεί να αυξηθεί η παραγωγή βιοκαυσίμων και ιδιαίτερα της βιοαιθανόλης σε όλες τις περιοχές που παράγεται προκειμένου να αυξηθεί η παραγόμενη ποσότητα κάθε χώρας, ενώ ταυτόχρονα ενισχύεται και μια νέα μέθοδος διαχείρισης των αστικών στερεών απορριμμάτων.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ευρωπαϊκή επιτροπή. Έκθεση της επιτροπής προς το ευρωπαϊκό κοινοβούλιο και το συμβούλιο. *Ποιότητα καυσίμων βενζίνης και ντίζελ που χρησιμοποιούνται για τις οδικές μεταφορές στην Ευρωπαϊκή Ένωση (Έκθεση για το έτος 2017), 1-6*

Ευρωπαϊκό Ελεγκτικό Συνέδριο, Ειδική Έκθεση 2016. Το σύστημα της ΕΕ για την πιστοποίηση των βιώσιμων βιοκαυσίμων, 1-60

Ινστιτούτο Γεωγραφίας και Στατιστικής της Βραζιλίας, 2014. Ετήσια αναφορά, 1-40

Στατιστικές Αποβλήτων- EUROSTAT, 2019 1/1

Ποιότητα καυσίμων βενζίνης και ντίζελ που χρησιμοποιούνται για τις οδικές μεταφορές στην Ευρωπαϊκή Ένωση 2017, 1-11

Χριστακόπουλος, Τόπακας, 2011. Βιοτεχνολογία Παραγωγής Βιοκαυσίμων, 1-114

Abdel-Shafy and Mansour, 2018. Solid waste issue: Sources, composition, disposal, recycling, and valorization, 1275-1290

A.Mamadzhanov et al. 2019. Willingness to pay for a second-generation bioethanol: A case study of Korea, 464-474

Baawain et al, 2017. Ultimate composition analysis of municipal solid waste in Muscat, 355-362

Biorefineries in Europe 2017, 1-8

Boya Zhou et al., 2017. Solid Waste Disposal in Chinese Cities: An Evaluation of Local Performance, 1-20

Brazil Energy Policy, Laws and Regulations Handbook.. *Volume 1. Strategic Information and Basic Laws, 1-129*

D. Cekmecelioglu, Oya N. Uncu, 2012. Kinetic modeling of enzymatic hydrolysis of pretreated kitchen wastes for enhancing bioethanol production, 735-739

H.Cheng and Y. Hu 2010, Municipal solid waste (MSW) as a renewable source of energy: Current and future practices in China, 3816-3824

Demirbas et al 2010. Biowastes-to-biofuels, 1815-1828

Demirbas, 2008. Biofuels sources, biofuel policy, biofuel economy and global biofuel projections, 2106-2116

Demirbas, 2009. Biofuels securing the planet's future energy needs, 2239- 2249

DIRECTIVE 2009/28/EC Of The European Parliament And Of The Council of 23 April 2009 | on the promotion of the use of energy from renewable sources and amending and subsequently repealing Directives 2001/77/EC and 2003/30/EC, 1-47

Dong QingZhang et al., 2010. Municipal solid waste management in China: Status, problem and challenges, 1623-1633

EPE-Executive Summary Ethanol Supply Scenarios, 2018, 1-62

EU SDG Indicator set 2019 - Result of the review in preparation of the 2019 edition of the EU SDG monitoring report. EU COMMISSION / *EUROSTAT*, 1-31

European Environment Agency, 2013. Managing municipal solid waste, 1-40

J. Ge, Yalin Lei, 2017. Policy options for non-grain bioethanol in China: Insights from an economy-energy-environment CGE model, 502-511

Hafid et al. 2017. Feasibility of using kitchen waste as future substrate for bioethanol production: A review, 671-686

IGES Policy Report 2011-02. Waste-based ethanol production and a sound material-cycle society. Case studies on construction and food wastes in Japan, 1-54

Institute for Global Environmental Strategies (IGES). IGES Policy Report 2011-02. *Waste-based ethanol production and a sound material-cycle society - Case studies on construction and food wastes in Japan*, 1-54

Japan Biofuels Annual 2018, USDA Foreign Agriculture Service, 1-14

M. Kyriakou et al. 2019. Biowaste-based biochar: A new strategy for fermentative bioethanol overproduction via whole-cell immobilization, 480-491

A.Mamadzhanov et al. 2019. Willingness to pay for a second-generation bioethanol: A case study of Korea, 464-474

Marotta Alfaia et al, 2017. Municipal solid waste in Brazil: A review, 1-15

L. Matsakas et al. 2014. Utilization of household food waste for the production of ethanol at high dry material content, 1-9

Meijl et al. 2015. Bioenergy Economics and Policies, 1-27

Michael Thöne 2012. Biofuels – At What Costs? Mandating ethanol and biodiesel consumption in Germany, 1-60

Mussatto et al. 2010. Technological trends, global market, and challenges of bio-ethanol production, 817-830

Mustafa Vohra et al 2014. Bioethanol production: Feedstock and current technologies, 1-14

N.F. Abdel Salam, 2018. Review of ethanol production from fruit wastes, 1-5

OECD, 2002. Organization for Economic Co-operation and Development. Sustainable Development, 1-26

Poonam Singh Nigam & Anoop Singh, 2010. Production of liquid biofuels from renewable resources, 52-68

Raquel Greice de Souza Marotta Alfaia, et al. 2017. Municipal solid waste in Brazil: A review, 1195-1209

Recreate-PB-2-2015. *Producing bio-ethanol from residues and wastes. A technology with enormous potential in need of further research and development*, 1-12

RFA Outlook 2019, 1-36

S.Yokoyama, Y. Matsumura, 2015. The Present Status and Future Scope of Bioenergy in Japan, 1079-1086

São Martinho Annual & Sustainability Report 2017/2018, 1-80

J.Shi et al., 2018. Prototype heat exchange and monitoring system at a municipal solid waste landfill in China, 659-658

Shruti A. Byadgi, P. B. Kalburgi, 2016. Production of Bioethanol from Waste Newspaper, 555-562

Subhasish Das, S.-H. Lee, Pawan Kumar, Ki-Hyun Kim, Sang Soo Lee, Satya Sundar Bhattacharya, 2019. Solid waste management: Scope and the challenge of sustainability, 658-678

Technical- Report 2010. Preparatory Study On Food Waste Across Eu 27 (https://ec.europa.eu/environment/eussd/pdf/bio_foodwaste_report.pdf)

UNEP 2013, Guidelines for National Waste Management Strategies. *Moving from Challenges to Opportunities*, 1-112

USDA 2015. *U.S. Ethanol: An Examination of Policy, Production, Use, Distribution, and Market Interactions*, 1-87

USDA 2018 China Report, 1-30

USDA 2019 China Report. China - Peoples Republic of Biofuels Annual China Will Miss E10 by 2020 Goal by Wide Margin, 1-25

USDA, Annual report 2018- Brazil, 1-27

USDA-EU Biofuels Annual Report 2019, 1-52

Waste-to-Energy from Municipal Solid Wastes Report 2019, 1-36

WBG – World Bank Group, 2017. Annual Report 2017, 1-87

World Bank, 2012. What a waste : A Global Review of Solid Waste Management, 1-116

ΙΣΤΟΓΡΑΦΙΑ

<https://www.npr.org/sections/thesalt/2016/02/10/466010209/the-shocking-truth-about-americas-ethanol-law-it-doesnt-matter-for-now?t=1575994636204>, τελευταία πρόσβαση 16/7/2020.

<https://biofuels-news.com/news/innovative-new-method-to-produce-ethanol-from-potato-waste/> , τελευταία πρόσβαση 16/7/2020.

<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%92%CF%81%CE%B1%CE%B6%CE%B9%CE%BB%CE%AF%CE%B1> , τελευταία πρόσβαση 16/7/2020.

<https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=37074> , τελευταία πρόσβαση 16/7/2020

<https://advancedbiofuelsusa.info/brazil-ethanol-output-could-double-by-2030-govt-stud> , τελευταία πρόσβαση 16/7/2020

<http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=238&language=el-GR> , τελευταία πρόσβαση 25/7/2020.

https://ec.europa.eu/info/legal-notice_en , τελευταία πρόσβαση 25/7/2020.

<https://ec.europa.eu/eurostat/tgm/table.do?tab=table&init=1&plugin=1&language=en&pcode=ten00106> , τελευταία πρόσβαση 25/7/2020.

https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Waste_statistics/el , τελευταία πρόσβαση 25/7/2020.

<http://www.waste2bio.com/the-project/> , τελευταία πρόσβαση 22/7/2020.

https://www.japanfs.org/en/news/archives/news_id027774.html , τελευταία πρόσβαση 22/7/2020.

<https://bioenergyinternational.com/biofuels-oils/ethanol-development-in-china> , τελευταία πρόσβαση 22/7/2020.

<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CF%81%CF%87%CE%B5%CE%AF%CE%BF:%CE%A7%CE%AC%CF%81%CF%84%CE%B7%CF%82%CF%84%CE%BF%CF%85%CE%A7%CE%B1%CE%BB%CE%B1%CE%BD%CE%B4%CF%81%CE%AF%CE%BF%CF%85.jpg> , τελευταία πρόσβαση 22/7/2020.

<http://bioenergynews.gr/aporrimmatofora-kinountai-me-kausima-apo-ta-skoupidia/?fbclid=IwARIn11dAjJaQu2ufK42xMnxcmgVaEJ-JsbJvltDJDajG6yzpt58H73Jb9Iw> , τελευταία πρόσβαση 22/7/2020.

<https://www.chalandri.gr/uncategorized/58375/> , τελευταία πρόσβαση 20/7/2020.

<https://www.bioenergyconsult.com/waste-to-energy-china/> , τελευταία πρόσβαση 21/7/2020

<https://www.statista.com/statistics/1026287/china-number-of-sanitary-landfill-sites/> , τελευταία πρόσβαση 28/8/2020

<https://www.statista.com/statistics/281494/us-fuel-ethanol-production/> , τελευταία πρόσβαση 16/7/2020 , τελευταία πρόσβαση 28/8/2020

<https://biofuels-news.com/news/innovative-new-method-to-produce-ethanol-from-potato-waste/> , τελευταία πρόσβαση 16/07/20

<https://www.lanzatech.com/2018/06/08/worlds-first-commercial-waste-gas-ethanol-plant-starts/> , τελευταία πρόσβαση 16/7/2020 , τελευταία πρόσβαση 28/8/2020

<http://biomassmagazine.com/articles/1670/two-companies-to-convert-indiana-msw-to-ethanol> , τελευταία σύνδεση 16/7/2020

<https://www.epa.gov/facts-and-figures-about-materials-waste-and-recycling/national-overview-facts-and-figures-materials> , τελευταία πρόσβαση 16/7/2020

<https://www.eia.gov/energyexplained/biomass/waste-to-energy.php> , τελευταία πρόσβαση 16/07/2020

<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9A%CE%B1%CF%84%CE%AC%CE%BB%CE%BF%CE%B3%CE%BF%CF%82%CF%87%CF%89%CF%81%CF%8E%CE%BD%CE%B1%CE%BD%CE%AC%CF%80%CE%BB%CE%B7%CE%B8%CF%85%CF%83%CE%BC%CF%8C> , τελευταία πρόσβαση 16/7/2020

<https://www.epa.gov/facts-and-figures-about-materials-waste-and-recycling/national-overview-facts-and-figures-materials> , τελευταία πρόσβαση 16/7/2020

<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%92%CF%81%CE%B1%CE%B6%CE%B9%CE%BB%CE%AF%CE%B1> , τελευταία πρόσβαση 28/8/2020

,

<https://www.statista.com/statistics/968331/ethanol-production-brazil/> , τελευταία πρόσβαση 16/7/2020

<https://agenciabrasil.ebc.com.br/en/geral/noticia/2019-11/brazil-generates-79-million-tons-solid-waste-every-year> , τελευταία πρόσβαση 16/7/2020

<https://www.brazil.org.za/environmental-issues.html#.UxyPbIWwVqk> , τελευταία πρόσβαση 16/7/2020

<http://abal.org.br/en/sustainability/recycling/recycling-in-brazil/> , τελευταία πρόσβαση 28/8/2020

https://www.iswa.org/fileadmin/user_upload/World_Congress_2014_Sao_Paolo/Carlos_Carlos_Waste_management_in_Brazil_-_it_is_time_to_focus_on_waste_as_a_resource.pdf , τελευταία ενημέρωση 16/7/2020

<http://ethanolproducer.com/articles/16422/report-eu-ethanol-consumption-to-increase-in-2019> , τελευταία πρόσβαση 20/7/2020

https://europa.eu/european-union/sites/europa.eu/files/eu_in_slides_el.pdf , τελευταία πρόσβαση 20/7/2020

http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=env_wasmun , τελευταία πρόσβαση 20/7/2020

<https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/waste-recycling-1/assessment-1> , τελευταία πρόσβαση 20/7/2020

<https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/-/DDN-20190123-1> , τελευταία πρόσβαση 20/7/2020

<http://www.wabio.de/en/> , τελευταία πρόσβαση 20/7/2020

<https://knoema.com/atlas/Japan/topics/Energy/Renewables/Fuel-ethanol-production> , τελευταία πρόσβαση 21/7/2020

<https://www.statista.com/statistics/751032/japan-consumption-volume-of-fuel-ethanol/> , τελευταία πρόσβαση 21/7/2020

<https://journalofeconomicstructures.springeropen.com/articles/10.1186/s40008-015-0027-2> , τελευταία πρόσβαση 21/7/2020

<https://journalofeconomicstructures.springeropen.com/articles/10.1186/s40008-015-0027-2#Fig5> , τελευταία πρόσβαση 21/7/2020

<https://link.springer.com/article/10.1007/s10163-017-0643-z> , τελευταία πρόσβαση 21/7/2020

<https://www.argusmedia.com/en/news/2098066-sekisui-to-produce-wastebased-bioethanol-update> , τελευταία πρόσβαση 21/7/2020

<https://www.agmrc.org/renewable-energy/renewable-energy-climate-change-report/renewable-energy-climate-change-report/november-2017-report/chinas-new-ethanol-use-mandate-will-create-opportunities-for-us-exports> , τελευταία πρόσβαση 21/7/2020

<https://www.indexmundi.com/energy/?country=cn&product=ethanol&graph=consumption> , τελευταία πρόσβαση 21/7/2020

<https://www.statista.com/statistics/1026306/china-volume-of-waste-handled-by-type-of-disposal/> τελευταία πρόσβαση 21/7/2020

<https://www.statista.com/statistics/279117/amount-of-disposed-garbage-in-china/> ,
τελευταία πρόσβαση 21/7/2020

<https://theicct.org/blog/staff/china-potential-zero-waste-nationwide-ethanol>
τελευταία πρόσβαση 21/7/2020

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5928010/> τελευταία πρόσβαση
21/7/2020

<https://www.chemengonline.com/lanzatech-starts-up-waste-to-ethanol-plant-in-china/> τελευταία πρόσβαση 21/7/2020

<https://www.eia.gov/energyexplained/biofuels/> , τελευταία πρόσβαση 2/8/2020

http://www.dsanet.gr/Epikairothta/Nomothesia/n3423_05.htm, τελευταία
πρόσβαση 2/8/2020

<http://www.agroenergy.gr/categories/%CE%B2%CE%B9%CE%BF%CE%BA%CE%B1%CF%8D%CF%83%CE%B9%CE%BC%CE%B1>, τελευταία πρόσβαση
2/8/2020

<http://www.waste2bio.com/the-project/> τελευταία πρόσβαση 28/8/2020

<https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/news/second-generation-bioethanol> τελευταία πρόσβαση 28/8/2020

http://www.abengoa.com/web/en/noticias_y_publicaciones/noticias/historico/2013/06_junio/abg_20130626.html τελευταία πρόσβαση 28/8/2020

