



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ:
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΕΡΓΑ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΠΡΟΤΥΠΗΣ ΤΕΧΝΙΚΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ ΚΑΙ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ ΓΙΑ ΜΟΝΑΔΕΣ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΟΡΓΑΝΙΚΩΝ
ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΩΝ ΧΥΜΟΠΟΙΗΣΗΣ ΕΣΠΕΡΙΔΟΕΙΔΩΝ**

Μαργαρίτα Πετρολιάγκη
Χημικός Μηχανικός

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια: Δρ Αιμιλία Κονδύλη

ΑΘΗΝΑ, ΙΟΥΛΙΟΣ 2023



**UNIVERSITY OF WEST ATTICA
SCHOOL OF ENGINEERING
DEPARTMENT OF MECHANICAL ENGINEERING
MASTER OF SCIENCE
ENERGY AND ENVIRONMENTAL DEVELOPMENTS**

DIPLOMA THESIS

**DEVELOPMENT OF A STANDARD TECHNO-ECONOMIC STUDY AND AN
INVESTMENT EVALUATION MODEL FOR ORGANIC RESIDUE UTILIZATION
UNITS OF CITRUS JUICE INDUSTRIES**

**Margarita Petroliagki
Chemical Engineer**

Supervisor: Dr Emilia Kondili

ATHENS, JULY 2023



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ:
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΕΡΓΑ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΠΡΟΤΥΠΗΣ ΤΕΧΝΙΚΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ ΚΑΙ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ ΓΙΑ ΜΟΝΑΔΕΣ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΟΡΓΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΩΝ ΧΥΜΟΠΟΙΗΣΗΣ ΕΣΠΕΡΙΔΟΕΙΔΩΝ

Μέλη Εξεταστικής Επιτροπής συμπεριλαμβανομένου και του Εισηγητή

Η μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία εξετάστηκε επιτυχώς από την κάτωθι Εξεταστική Επιτροπή:

A/α	ΟΝΟΜΑ ΕΠΩΝΥΜΟ	ΒΑΘΜΙΔΑ / ΙΔΙΟΤΗΤΑ	ΨΗΦΙΑΚΗ ΥΠΟΓΡΑΦΗ
1	ΙΩΑΝΝΗΣ Κ. ΚΑΛΔΕΛΛΗΣ	ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ	
2	ΑΙΜΙΛΙΑ Μ. ΚΟΝΔΥΛΗ	ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ	
3	ΧΡΙΣΤΙΑΝΑ ΠΑΠΑΠΟΣΤΟΛΟΥ	ΕΠΙΚΟΥΡΗ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ	


ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η κάτωθι υπογεγραμμένη Μαργαρίτα Πετρολιάγκη του Σταματίου, με αριθμό μητρώου 202021 φοιτήτρια του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών «Ενεργειακά και Περιβαλλοντικά Έργα» του Τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών της Σχολής Μηχανικών του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, δηλώνω υπεύθυνα ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της μεταπτυχιακής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

Η Δηλούσα



Μαργαρίτα Πετρολιάγκη

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η διπλωματική αυτή εργασία πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών στα Ενεργειακά και Περιβαλλοντικά Έργα στη Σχολή Μηχανικών/Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τους διδάσκοντες καθηγητές αυτού του προγράμματος για τις γνώσεις που μου προσέφεραν και ιδιαίτερα την επιβλέπουσα καθηγήτρια, κα Αιμιλία Κονδύλη για την πολύτιμη καθοδήγησή της κατά την εκπόνηση της διπλωματικής μου εργασίας, τον καθηγητή κ. Ιωάννη Καλδέλλη για τις γνώσεις που μου προσέφερε στο μάθημα της οικονομικοτεχνικής αξιολόγησης ενεργειακών και περιβαλλοντικών επενδύσεων, τον κ. Παναγιώτη Κτενίδη για τις συμβουλές στη σύνταξη της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον σύζυγό μου και τα δύο τέκνα μου για τη συνεχή υποστήριξη και υπομονή τους καθ' όλη τη διάρκεια των μεταπτυχιακών σπουδών μου.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας αποτελεί η ανάπτυξη μια πρότυπης τεχνοοικονομικής μελέτης και μοντέλου αξιολόγησης επένδυσης μονάδων αξιοποίησης οργανικών υπολειμμάτων βιομηχανιών χυμοποίησης εσπεριδοειδών στο πλαίσιο της κυκλικής οικονομίας και αειφόρου ανάπτυξης. Το περιεχόμενο της εργασίας οργανώνεται σε οχτώ ενότητες.

Στο πρώτο κεφάλαιο παρουσιάζεται ο σκοπός και το αντικείμενο της έρευνας, επεξηγείται η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για τη διεξαγωγή της και αναλύεται η δομή της εργασίας. Στο δεύτερο κεφάλαιο πραγματοποιείται βιβλιογραφική ανασκόπηση σχετικά με τη ζήτηση και τις καταναλώσεις της ενέργειας ανά πηγή, τις πολιτικές βιωσιμότητας και παρουσιάζονται οι επακόλουθες εξελίξεις και προβλέψεις στον τομέα της ενέργειας μέχρι το 2050. Στο τρίτο κεφάλαιο παρατίθενται στοιχεία για τη βιομάζα, τις τεχνολογίες μετατροπής και ενεργειακής αξιοποίησής της, το δυναμικό διαθεσιμότητάς της σε ευρωπαϊκό και εθνικό επίπεδο.

Στο τέταρτο κεφάλαιο εξετάζεται διεξοδικά το θέμα των βιοδιυλιστηρίων μέσω βιβλιογραφικής ανασκόπησης και παράθεσης παραδειγμάτων, ενώ αναλύονται σχετικά ζητήματα που αφορούν στον σχεδιασμό και στην οικονομική βιωσιμότητά τους. Στο πέμπτο κεφάλαιο προσδιορίζονται θέματα που αφορούν στη σύσταση και στους τρόπους αξιοποίησης των οργανικών υπολειμμάτων βιομηχανιών χυμοποίησης εσπεριδοειδών και παρουσιάζονται οι μέχρι σήμερα διαθέσιμες βιβλιογραφικές μελέτες για την ανάπτυξη και τον σχεδιασμό ενός ολοκληρωμένου βιοδιυλιστηρίου που παράγει προϊόντα υψηλής προστιθέμενης αξίας από οργανικά απόβλητα βιομηχανιών χυμοποίησης. Το έκτο κεφάλαιο περιλαμβάνει τη χωροθέτηση της μονάδας βιοδιυλιστηρίου επεξεργασίας οργανικών υπολειμμάτων από τις ελληνικές βιομηχανίες χυμοποίησης εσπεριδοειδών στην Περιφέρεια της Πελοποννήσου μέσω κατάλληλων υπολογιστικών εργαλείων (λογισμικό QGIS) και λαμβάνοντας υπόψη το εν ισχύ νομοθετικό πλαίσιο για τον χωροταξικό και πολεοδομικό σχεδιασμό μονάδων επεξεργασίας βιομάζας / βιοαερίου. Στο έβδομο κεφάλαιο πραγματοποιείται τεχνοοικονομική αξιολόγηση του έργου παρουσιάζοντας αναλυτικά όλες τις παραμέτρους που επηρεάζουν την αποδοτικότητα και την οικονομική βιωσιμότητά του. Στο όγδοο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα συμπεράσματα που προέκυψαν από την εκπόνηση της μελέτης, εξετάζοντας τα δυνατά σημεία, τις αδυναμίες και τις μελλοντικές προοπτικές της έρευνας επί του εν θέματι πεδίου.

Λέξεις κλειδιά

Βιοδιυλιστήριο, αιθέρια έλαια, χυμοποιεία, βιοκαύσιμα, ηλεκτρική ενέργεια, τεχνοοικονομική μελέτη, εσπεριδοειδή, βιοαιθανόλη, βιομεθάνιο.

ABSTRACT

The subject of this thesis is the development of a standard techno-economic study and investment evaluation model of a biorefinery using citrus juice organic residues from industries as raw material, within the context of the circular economy and sustainable development. The paper is organized into eight chapters. The first chapter presents the purpose and the objective of the research, explains the methodology followed for its conduct and analyzes the structure of the work. In the second chapter, a literature review is carried out on the demand and consumption of energy by source, the sustainability policies at both European and national level and the subsequent developments and forecasts in the energy sector until 2050. The third chapter presents various data on biomass, its conversion and energy utilization technologies and available potential. In the fourth chapter, the topic of integrated biorefineries is thoroughly examined via both a literature review and examples, while challenges related to their design and economic viability are analyzed.

In the fifth chapter, the organic residues produced by the citrus juice industries are studied as raw materials to feed the biorefinery with the purpose of valorizing them to a series of value-added products and energy vectors. The sixth chapter includes the siting of the biorefinery unit processing organic residues from the Greek citrus juice industries in the Peloponnese Region through appropriate computational tools (QGIS software) and considering the current legislative framework for the spatial and urban planning of biomass / biogas processing units. In the seventh chapter, a techno-economic evaluation of the project is carried out, presenting in detail all the parameters that affect its efficiency and economic performance. In the eighth chapter, the results of the proposed methodology are discussed, examining the strengths, weaknesses and future perspectives of the work reported in this thesis.

Word keys

Biorefineries, essential oils, fruit plants, biofuels, electric energy, techno economic feasibility study, citrus waste, bioethanol, biomethane

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	11
1.1 ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΤΟΥ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟΥ ΠΕΔΙΟΥ	11
1.2 ΣΚΟΠΟΣ ΚΑΙ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΤΗΣ ΈΡΕΥΝΑΣ	12
1.3 ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΕΡΩΤΗΜΑΤΑ	13
1.4 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΚΠΟΝΗΣΗΣ	13
1.4.1 Διαδικασία	13
1.4.2 Μέθοδοι	14
1.4.3 Εργαλεία	14
1.5 ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	14
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΕΝΕΡΓΕΙΑ	16
2.1 ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	16
2.2 ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	20
2.3 ΠΟΛΙΤΙΚΕΣ ΒΙΩΣΙΜΟΤΗΤΑΣ	26
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΒΙΟΜΑΖΑ	30
3.1 ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	30
3.2 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΜΕΤΑΤΡΟΦΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ	33
3.3 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΒΙΟΜΑΖΑΣ	42
3.4 ΚΟΣΤΗ ΧΡΗΣΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ	51
3.5 ΔΙΑΘΕΣΙΜΟΤΗΤΑ ΒΙΟΜΑΖΑΣ	59
3.6 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΧΡΗΣΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ	65
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΒΙΟΔΙΥΛΙΣΤΗΡΙΑ	68
4.1 ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	68
4.2 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΒΙΟΔΙΥΛΙΣΤΗΡΙΩΝ	69
4.3 ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΒΙΟΔΙΥΛΙΣΤΗΡΙΩΝ	78
4.3.1 Ευρωπαϊκή νομοθεσία	78
4.3.2 Εθνική νομοθεσία	78
4.4 ΚΙΝΗΤΡΑ ΚΑΙ ΕΜΠΟΔΙΑ ΓΙΑ ΕΠΕΝΔΥΣΕΙΣ ΒΙΟΔΙΥΛΙΣΤΗΡΙΩΝ	79
4.5 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΒΙΟΔΙΥΛΙΣΤΗΡΙΩΝ	80
4.6 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	87
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΩΝ ΧΥΜΟΠΟΙΗΣΗΣ ΕΣΠΕΡΙΔΟΕΙΔΩΝ	89
5.1 ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	89
5.2 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΩΝ ΧΥΜΟΠΟΙΗΣΗΣ ΚΑΙ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥΣ	93
5.3 ΒΙΟΔΙΥΛΙΣΤΗΡΙΟ ΜΕ ΠΡΩΤΕΣ ΎΛΕΣ ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΕΣΠΕΡΙΔΟΕΙΔΩΝ	98
5.4 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	102
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6. ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗ ΒΙΟΔΙΥΛΙΣΤΗΡΙΟΥ	104
6.1 ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	104
6.1.1 Διαχείριση εφοδιαστικής αλυσίδας	104
6.1.2 Χωροταξικός σχεδιασμός στην Ελλάδα	107

6.2	ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΒΙΟΔΙΥΛΙΣΤΗΡΙΟΥ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΧΥΜΟΠΟΙΗΣΗΣ ΕΣΠΕΡΙΔΟΕΙΔΩΝ	109
6.2.1	Επιλογή και ανάλυση περιοχής μελέτης	109
6.2.2	Μεθοδολογία.....	111
6.2.3	Διαδικασία υλοποίησης χωροθέτησης	113
	Εύρεση κατάλληλων εδαφών.....	113
	Εύρεση ζωνών αποκλεισμού	117
	Εύρεση κατάλληλων εδαφών μετά την αφαίρεση ζωνών αποκλεισμού.....	123
	Εύρεση ζωνών επιρροής.....	124
	Εύρεση κατάλληλων εδαφών μετά την εφαρμογή των ζωνών επιρροής.....	126
	Εύρεση σημείων χωροθέτησης	126
6.3	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ	128
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7. ΤΕΧΝΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ ΒΙΟΔΙΥΛΙΣΤΗΡΙΟΥ		129
7.1	ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ.....	129
7.1.1	Αναλυτική περιγραφή της παραγωγικής διαδικασίας.....	129
7.1.2	Πρώτες – βοηθητικές ύλες και ενέργεια.....	130
7.1.3	Προϊόντα	132
7.1.4	Ισοζύγιο μάζας	136
7.1.5	Μηχανολογικός εξοπλισμός	137
7.1.6	Εκπομπές	137
7.2	ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΠΑΓΙΑΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ	139
7.3	ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΣΥΝΟΛΙΚΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ	140
7.3.1	Κόστος πρώτων υλών και βοηθητικών υλών, ενέργειας	140
7.3.2	Κόστος ανθρώπινου δυναμικού	141
7.3.3	Κόστος μεταφοράς.....	142
7.3.4	Κόστος συντήρησης και εξοπλισμού.....	142
7.3.5	Κόστος ασφάλειας ιδιοκτησίας	142
7.3.6	Λοιπά βιομηχανικά έξοδα	142
7.3.7	Γενικές Δαπάνες.....	142
7.3.8	Απόσβεση	143
7.3.9	Συνολικό κόστος παραγωγής.....	143
7.4	ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΕΣΟΔΩΝ	144
7.4.1	Έσοδα από την πώληση των προϊόντων	144
7.4.2	Υπολειμματική αξία.....	144
7.5	ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ	144
7.5.1	Χρηματοδότηση	144
7.5.2	Οικονομικές παράμετροι και παραδοχές.....	145
	Συντελεστής απόσβεσης.....	145
	Πληθωρισμός.....	145
	Επιτόκιο αναγωγής (προεξοφλητικό επιτόκιο).....	146

<i>Συντελεστής φορολόγησης</i>	146
7.5.3 <i>Δείκτες αξιολόγησης επένδυσης</i>	146
<i>Απλός και πλήρης χρόνος απόσβεσης</i>	147
<i>Καθαρή Παρούσα αξία (NPV)</i>	148
<i>Εσωτερικός Συντελεστής Απόδοσης (IRR)</i>	149
7.5.4 <i>Αποτελέσματα οικονομικής αξιολόγησης της επένδυσης</i>	150
7.6 <i>ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑΣ</i>	152
7.6.1 <i>Ανάλυση ευαισθησίας</i>	152
7.7 <i>ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΕΝΑΡΙΩΝ – ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ ΚΡΙΣΙΜΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ</i>	156
7.7.1 <i>Ανάλυση σεναρίων</i>	156
7.7.2 <i>Κατανομή πιθανότητας των κρίσιμων μεταβλητών</i>	159
7.7.3 <i>Ανάλυση κινδύνων</i>	159
7.7.4 <i>Αξιολόγηση αποδεκτών επιπέδων κινδύνου</i>	159
7.7.5 <i>Αντιμετώπιση κινδύνων</i>	162
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΕΡΕΥΝΑ	164
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ	169
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ «Α»: ΔΥΝΑΜΙΚΟ ΒΙΟΜΑΖΑΣ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ ΣΕ ΜΤΕΟ (ΕJ/YR) (ΙΕΕΡ, 2021).	178
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ «Β»: ΜΟΝΟΠΑΤΙΑ ΒΙΟΔΙΥΛΙΣΤΗΡΙΟΥ (ΙΕΑ ΒΙΟENERGY, 2022).	179
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ «Γ»: ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΒΙΟΔΙΥΛΙΣΤΗΡΙΩΝ (ΙΕΑ ΒΙΟENERGY, 2022).	180
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ «Δ»: ΚΟΣΤΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΑΠΟ ΒΙΟΔΙΥΛΙΣΤΗΡΙΑ.	184
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ «Ε»: ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΓΙΑ ΤΑ ΒΙΟ-ΔΙΥΛΙΣΤΗΡΙΑ (ΕUROPEAN COMMISSION, 2021^B).	185
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ «ΣΤ»: ΚΙΝΗΤΡΑ ΚΑΙ ΕΜΠΟΔΙΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΓΙΑ ΤΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΒΙΟ-ΔΙΥΛΙΣΤΗΡΙΩΝ (ΕUROPEAN COMMISSION, 2021^B).	187
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ «Ζ»: ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΓΕΝΙΚΩΝ ΚΙΝΗΤΡΩΝ ΚΑΙ ΕΜΠΟΔΙΩΝ ΓΙΑ ΕΠΕΝΔΥΣΕΙΣ ΣΕ ΒΙΟ-ΔΙΥΛΙΣΤΗΡΙΑ (ΕUROPEAN COMMISSION, 2021^B).	188
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ «Η»: (ΜΟNCADA, 2012).	192
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ «Θ»: ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ ΦΛΟΥΔΑΣ ΕΣΠΕΡΙΔΟΕΙΔΩΝ ΣΤΟΝ ΤΟΜΕΑ ΤΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ ΜΗ (SURI ET AL, 2022).	193
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ «Ι»: ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΠΟΡΩΝ ΚΑΙ ΠΥΡΗΝΟΣΠΟΡΩΝ ΕΣΠΕΡΙΔΟΕΙΔΩΝ ΣΤΟΝ ΤΟΜΕΑ ΤΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ ΜΗ (SURI ET AL, 2022).	194
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ «ΙΑ»: ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ ΕΣΠΕΡΙΔΟΕΙΔΩΝ ΣΕ ΕΝΑ ΤΥΠΙΚΟ ΒΙΟΔΙΥΛΙΣΤΗΡΙΟ ΜΗΔΕΝΙΚΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ (ΜΑΗΑΤΟ, ET AL, 2021).	195
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ «ΙΒ»: ΟΡΓΑΝΩΜΕΝΟΙ ΥΠΟΔΟΧΕΙΣ ΜΕΤΑΠΟΙΗΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΩΝ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ (ΠΗΓΗ: ΜΟΥΡΤΣΙΑΔΗΣ Α., 2012 ΚΑΙ ΙΔΙΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΑΠΟ ΜΑΣΟΥΡΑΚΗ Κ.Α. 2017).	196
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ «ΙΓ»: ΕΝΤΟΠΙΣΜΕΝΕΣ ΆΤΥΠΕΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ	197
(ΠΗΓΗ: ΜΟΥΡΤΣΙΑΔΗΣ Α., 2012).	197
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ «ΙΔ»: ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΠΟΡΤΟΚΑΛΙΩΝ (ΤΝ) ΑΝΑ ΝΟΜΟ ΚΑΙ ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΑ ΧΥΜΟΠΟΙΗΣΗΣ ΕΣΠΕΡΙΔΟΕΙΔΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ (ΠΡΟΣΩΠΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ).	198
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ «ΙΕ». ΚΑΤΑΛΛΗΛΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ ΒΙΟΔΙΥΛΙΣΤΗΡΙΟΥ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ	199
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ «ΙΣΤ». ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΩΝ ΠΕΝΤΕ (5) ΠΡΩΤΩΝ ΚΑΤΑΛΛΗΛΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ ΒΙΟΔΙΥΛΙΣΤΗΡΙΟΥ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ	200

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ «ΙΖ». ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΟΣΤΟΥΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ ΤΟΥ ΒΙΟΔΙΥΛΙΣΤΗΡΙΟΥ.....	201
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ «ΙΘ.1». ΠΙΝΑΚΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΣΥΝΟΛΙΚΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ ΓΙΑ ΠΡΩΤΕΣ, ΒΟΗΘΗΤΙΚΕΣ ΥΛΕΣ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑ (EURO)	203
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ «ΙΘ.2». ΠΙΝΑΚΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΣΥΝΟΛΙΚΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ ΓΙΑ ΜΙΣΘΟΔΟΣΙΑ ΑΝΘΡΩΠΙΝΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ (EURO)	204
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ «ΙΘ.3». ΠΙΝΑΚΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΣΤΑΘΕΡΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ (EURO)	205
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ «ΙΘ.4». ΠΙΝΑΚΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΕΣΟΔΩΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΩΛΗΣΗ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ (EURO)	206
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ «ΙΘ.5». ΚΥΚΛΟΣ ΕΡΓΑΣΙΩΝ, ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΧΩΡΙΣ ΑΠΟΣΒΕΣΕΙΣ, ΑΚΑΘΑΡΙΣΤΑ ΚΕΡΔΗ ΣΕ ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ (EURO).....	207
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ «ΙΘ.6». ΦΟΡΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΚΑΘΑΡΑ ΚΕΡΔΗ ΣΕ ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ (EURO).....	208
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ «Κ.1». ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΤΗΣΙΩΝ ΧΡΗΜΑΤΟΡΟΩΝ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ.	209
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ «Κ.2». ΕΤΗΣΙΕΣ ΧΡΗΜΑΤΟΡΟΕΣ ΚΑΙ ΚΕΡΔΗ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ	210
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ «ΚΑ.1». ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΠΟΚΛΙΣΕΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ ΕΡΓΟΥ.	211
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ «ΚΑ.2». ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑΣ ΝΡV.	212
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ «ΚΑ.3». ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ.	213
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ «ΚΒ». ΚΑΤΑΝΟΜΕΣ ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑΣ ΚΡΙΣΙΜΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ ΕΡΓΟΥ.	214
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ «ΚΓ.1». ΣΩΡΕΥΤΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑΣ ΚΑΘΑΡΑΣ ΠΑΡΟΥΣΑΣ ΑΞΙΑΣ.	222
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ «ΚΓ.2». ΣΩΡΕΥΤΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ ΒΑΘΜΟΥ ΑΠΟΔΟΣΗΣ.	223
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ «ΚΓ.3». ΣΩΡΕΥΤΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΔΕΙΚΤΗ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑΣ.	224
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ «ΚΓ.4». ΣΩΡΕΥΤΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΠΛΗΡΟΥΣ ΧΡΟΝΟΥ ΑΠΟΣΒΕΣΗΣ (ΕΤΗ).	225
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ «ΚΔ». ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ ΣΕ ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΜΕ ΤΗ ΔΥΝΑΜΙΚΟΤΗΤΑ.....	226
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ «ΚΕ.1». ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ (Α : ΜΕ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ).....	227
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ «ΚΕ.2». ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ (Β : ΜΕ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΩΛΗΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ).....	228
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ «ΚΘ». ΜΗΤΡΑ ΚΙΝΔΥΝΩΝ – ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΚΑΙ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΚΙΝΔΥΝΩΝ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ.....	229
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ «Λ». ΑΝΑΛΥΣΗ SWOT ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΒΙΟΔΙΥΛΙΣΤΗΡΙΟΥ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ.	231

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Επισκόπηση του ερευνητικού πεδίου

Η αύξηση του παγκόσμιου πληθυσμού από τον 14^ο αιώνα έχει προκαλέσει αυξανόμενες ανάγκες σε τρόφιμα, νερό και ενέργεια. Οι κυβερνητικές πολιτικές για να αντιμετωπίσουν τις προκλήσεις του ενεργειακού ζητήματος λαμβάνοντας υπόψη την κλιματική αλλαγή, τις εκπομπές των αερίων θερμοκηπίου και την απώλεια της βιοποικιλότητας εστιάζουν στην προώθηση νέων τεχνολογιών στο τρίπτυχο της βιώσιμης ανάπτυξης «άνθρωπος - πλανήτη - κέρδος». Στο πλαίσιο αυτό, έχει αναπτυχθεί μεγάλο ερευνητικό ενδιαφέρον για τον σχεδιασμό και την ανάπτυξη καινοτόμων βιοδιυλιστηρίων, τα οποία θα επεξεργάζονται με οικονομικά βιώσιμο και αποδοτικό τρόπο την υπολειμματική βιομάζα ώστε να την μετατρέπουν μέσω οικονομικών και φιλικών προς το περιβάλλον διεργασιών σε προϊόντα υψηλής προστιθέμενης αξίας, όπως είναι τα βιοκαύσιμα, οι βιο-χημικές ενώσεις, η βιοενέργεια και άλλα βιο-υλικά, με κύρια εφαρμογή στους τομείς των μεταφορών, τροφίμων και της βιομηχανίας.

Στις προτεινόμενες οικονομικές και αποδοτικές πρώτες ύλες των βιοδιυλιστηρίων περιλαμβάνονται και τα οργανικά υπολείμματα από τη βιομηχανική επεξεργασία εσπεριδοειδών (πορτοκαλιών, λεμονιών, γκρέιπφρουτ και μανταρινιών) για παραγωγή χυμού, γνωστά ως απόβλητα εσπεριδοειδών, με εκτιμώμενη παγκόσμια παραγωγή 15 εκατομμυρίων τόνων παγκοσμίως. Ένα μέρος των αποβλήτων εσπεριδοειδών διατίθενται στο εμπόριο ως ζωοτροφές, με χαμηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες, ενώ τα υπόλοιπα διατίθενται σε χώρους υγειονομικής ταφής, προκαλώντας σοβαρά οικονομικά και περιβαλλοντικά προβλήματα, παρότι αποτελούνται από διάφορους διαλυτούς και μη διαλυτούς υδατάνθρακες, πολυμερή που τα καθιστούν ιδανική πρώτη ύλη για βιολογική μετατροπή σε βιοκαύσιμα, όπως η αιθανόλη και το βιοαέριο, αλλά και στην ανάκτηση προϊόντων προστιθέμενης αξίας, όπως είναι τα αιθέρια έλαια. Τα ως άνω οργανικά υπολείμματα πληρούν όλες τις απαιτήσεις για να χρησιμοποιηθούν ως πρώτη ύλη βιοεπεξεργασίας δεύτερης γενιάς μέσω μιας σειράς βιώσιμων διαδικασιών βιοδιυλιστηρίων.

Για την επίτευξη αυτού του στόχου, όμως, απαιτείται συνεργατική και διεπιστημονική έρευνα, καθώς και να ληφθούν υπόψη πολλοί άλλοι σημαντικοί παράγοντες, συμπεριλαμβανομένων μιας αποτελεσματικής υποδομής, εσωτερικών πόρων, βέλτιστων εναλλακτικών λύσεων για ρεύματα αποβλήτων, μία συστηματική, αυστηρή, ποσοτική προσέγγιση και αποτελεσματικά αναλυτικά εργαλεία (Sharma, 2017). Η πλήρης διαχείριση των αποβλήτων εσπεριδοειδών θα συμβάλει αφενός μεν στη μείωση του κόστους και στη βελτίωση της αποτελεσματικότητας της επεξεργασίας, αφετέρου δε στη μείωση του φορτίου ρύπανσης στο περιβάλλον.

Ωστόσο, μερικά από τα ζητήματα που θα πρέπει να αντιμετωπιστούν για να είναι αποτελεσματική και οικονομικά αποδεκτή η διαχείριση αποβλήτων εσπεριδοειδών είναι τα παρακάτω (Sharma, 2017):

- Η επαρκής πηγή πρώτων υλών και η συνεχής παροχή αυτών για την εξαγωγή προϊόντων υψηλής προστιθέμενης αξίας.
- Η διαθεσιμότητα μιας προσβάσιμης εγκατάστασης ή μιας αναλυτικής μεθόδου για τον πλήρη χαρακτηρισμό και ποσοτικοποίηση των μικροθρεπτικών συστατικών και άλλων ενώσεων από τα εσπεριδοειδή υποπροϊόντα.
- Η συστηματική χρήση απορριμμάτων εσπεριδοειδών και ταυτόχρονα η διατήρηση της ποιότητας των προϊόντων στον τομέα της επεξεργασίας τροφίμων, όπου η διάρκεια ζωής και τα θέματα ασφάλειας των τροφίμων είναι πρωταρχικής σημασίας. Επί πλέον, ορισμένα φυτοχημικά προϊόντα, όπως το D-limonene και τα

νιτρικά άλατα, τα οποία έχουν δυσμενείς επιπτώσεις στις μεθόδους επεξεργασίας, πρέπει να απομακρυνθούν με αποτελεσματικά συστήματα ποιοτικού ελέγχου.

- Η απαίτηση ενεργούς συμμετοχής των βιομηχανιών τροφίμων και συμμαχιών με σεβασμό στη βιώσιμη παραγωγή και διαχείριση αποβλήτων.
- Η εκπόνηση μελλοντικών ερευνών σχετικά με τη βιοδραστικότητα, τη βιοδιαθεσιμότητα και τοξικολογία των φυτοχημικών εσπεριδοειδών, καθώς επίσης και με τη σταθερότητα και αλληλεπίδρασή τους με άλλα συστατικά τροφίμων, με προσεκτική αξιολόγηση των *in vitro* και *in vivo* μελετών.
- Η έλλειψη αποτελεσματικών και οικονομικά αποδοτικών μεθόδων εκχύλισης, με αποτέλεσμα να αυξάνεται το ενεργειακό κόστος, αλλά και να αμφισβητείται η ποιότητα των τελικών προϊόντων, όπως και η ελάττωση των περιβαλλοντικών προβλημάτων (Putnik et al, 2017). Επιπλέον, οι διαλύτες που χρησιμοποιούνται για την εκχύλιση των αιθέριων ελαίων από τα απόβλητα είναι συχνά τοξικοί, όπως το εξάνιο, ο πετρελαϊκός αιθέρας, ο διαιθυλαιθέρας κ.λπ. και για αυτό εξετάζεται η χρήση «πράσινων εκχυλίσεων» για την παροχή υψηλότερων αποδόσεων και εξοικονόμησης ενέργειας.

Επομένως, όλα αυτά τα στοιχεία, όπως και οι αντίστοιχες τεχνικοοικονομικές προκλήσεις, η ποιότητα των προϊόντων, η ασφάλεια της υγείας θα πρέπει πρωτίστως να διασφαλιστούν προκειμένου να επιτευχθούν πλήρως οι στόχοι της κυκλικής οικονομίας.

1.2 Σκοπός και αντικείμενο της έρευνας

Η μετάβαση προς την κυκλική οικονομία αποτελεί έναν από τους βασικότερους πυλώνες για την επίτευξη της κλιματικής ουδετερότητας της χώρα μας έως το 2050, κυρίως μέσω της αποσύνδεσης της οικονομικής μεγέθυνσης από τη χρήση των πόρων, όπως περιγράφεται στον Εθνικό Σχεδιασμό Διαχείρισης Απορριμμάτων. Ειδικότερα, η κυκλική οικονομία, η εταιρική δέσμευση, οι κυβερνητικές πολιτικές συμβάλλουν στην ανάπτυξη αυτού του τομέα, ενώ οι ανταγωνιστικές τιμές του πετρελαίου, η απουσία φόρου άνθρακα σε πολλά είδη, οι εμπορικοί πόλεμοι, η έλλειψη συνοχής στην πολιτική και νομοθεσία την επιβραδύνουν. Παρόλο αυτά, η αξιοποίηση ανακυκλώσιμων πόρων, η ανάκτηση και επαναχρησιμοποίηση προϊόντων με κατεύθυνση την κυκλική οικονομία ενισχύει την ανταγωνιστικότητα, προστατεύει το περιβάλλον και δίνει νέα δικαιώματα στους καταναλωτές. Στη χώρα μας, αρκετές επιχειρήσεις αναζητούν νέες στρατηγικές ανάπτυξης μέσω των πράσινων επενδύσεων εστιάζοντας εκ νέου στα υψηλά κέρδη και στις περιοχές όπως είναι τα τρόφιμα και η διατροφή, τα αρώματα, τα καλλυντικά για προσωπική φροντίδα, τα φαρμακευτικά προϊόντα, αλλά και στα προϊόντα που χρειάζονται περισσότερη έρευνα και ανάπτυξη: λιπαντικά, επιφανειοδραστικά, επικαλύψεις, διαλύτες, υλικά υψηλής τεχνολογίας (π.χ. βιοϊατρικά).

Από τις ερευνητικές εργασίες που έχουν διεξαχθεί μέχρι σήμερα, αλλά και από τις μικρού πλήθους επιχειρήσεις που ήδη λειτουργούν στην Ευρώπη καταδεικνύεται ότι θα μπορούσε να είναι επικερδής και περιβαλλοντικά ασφαλής η διαχείριση των οργανικών υπολειμμάτων των εσπεριδοειδών. Το γεγονός αυτό αποτελεί πρόκληση για την περαιτέρω διερεύνησή τους και στην χώρα μας, δεδομένου ότι μέχρι σήμερα δεν έχουν εκπονηθεί αντίστοιχες τεχνικοοικονομικές μελέτες για την αξιοποίηση των οργανικών υπολειμμάτων από τα ελληνικά εργοστάσια χυμοποίησης εσπεριδοειδών μέσα από το πρίσμα του σχεδιασμού ενός ολοκληρωμένου βιοδιυλιστηρίου που θα τα χρησιμοποιεί ως πρώτες ύλες για την παραγωγή προϊόντων υψηλής προστιθέμενης αξίας. Παράλληλα, αξίζει να σημειωθεί ότι η βιομηχανία παραγωγής προϊόντων βιολογικής προέλευσης ευρίσκεται σε κρίσιμο σημείο, καθώς προβλέπεται η οικονομική κλιμάκωσή τους τα επόμενα έτη.

Ως απόρροια των ανωτέρω, σκοπός και αντικείμενο της παρούσας εργασίας είναι να αναπτυχθεί μια πρότυπη μελέτη τεχνικοοικονομικής αξιολόγησης μέσω της οποίας θα διερευνηθούν οι δυνατότητες μιας οικονομικά **βιώσιμης, αξιόπιστης και περιβαλλοντικά φιλικής επένδυσης** για την κατασκευή και λειτουργία ενός βιοδιυλιστηρίου που θα αξιοποιεί τα οργανικά απόβλητα εσπεριδοειδών των ελληνικών βιομηχανικών μονάδων χυμοποίησης με σκοπό την παραγωγή υλικών προστιθέμενης αξίας, όπως είναι τα αιθέρια έλαια, τα βιοκαύσιμα και η ηλεκτρική ενέργεια. Τα αποτελέσματα της μελέτης εκτιμάται ότι αφενός μεν θα προσελκύσουν το ενδιαφέρον για τη σύναψη νέας μορφής συνεργασίας με τη βιομηχανία και επενδύσεων, αφετέρου δε θα κινητοποιήσουν την έρευνα από διάφορους επιστημονικούς φορείς και ερευνητικά ιδρύματα για την προώθηση της καινοτομίας στην παραγωγή βιο-προϊόντων. Επιπρόσθετα, θα συμβάλει στην εφαρμογή μιας βιώσιμης πολιτικής παραγωγής προϊόντων στην χώρα μας παρέχοντας τη δυνατότητα για σημαντική μείωση των αποβλήτων με ταυτόχρονη ανάκτηση της οικονομικής αξίας αυτών και αποφυγή ή ελαχιστοποίηση των επιπτώσεών τους στο περιβάλλον και στην κλιματική αλλαγή.

1.3 Ερευνητικά ερωτήματα

Η παρούσα διπλωματική εργασία επιδιώκει να απαντήσει σε ερωτήματα που εστιάζουν στην τεχνολογική, οικονομική και περιβαλλοντική διάσταση της ανάπτυξης, σχεδιασμού και λειτουργίας ενός βιοδιυλιστηρίου επεξεργασίας οργανικών υπολειμμάτων από εργοστάσια χυμοποίησης στη χώρα μας, όπως παρουσιάζονται ακολούθως :

- *Ποιο είναι το προτεινόμενο επιχειρηματικό σχέδιο (business plan) για την κατασκευή και λειτουργία ενός οικονομικά αποδοτικού βιοδιυλιστηρίου επεξεργασίας οργανικών υπολειμμάτων από εργοστάσια χυμοποίησης στη χώρα μας?*
- *Ποιες τεχνολογίες θα χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή προϊόντων με "οικολογική ταυτότητα" και με συμβολή στην εξοικονόμηση ενέργειας?*
- *Ποια είναι η συνεισφορά της λειτουργίας του προτεινόμενου βιοδιυλιστηρίου στην ελληνική κοινωνία και οικονομία?*
- *Ποια είναι τα αποτελέσματα της μελέτης τεχνικοοικονομικής αξιολόγησης και πως επηρεάζονται από την εξέλιξη του κλάδου των βιομηχανικών μονάδων χυμοποίησης ?*

1.4 Μεθοδολογία εκπόνησης

Οι διαδικασίες, τα εργαλεία και οι μέθοδοι που χρησιμοποιήθηκαν για την εκπόνηση της παρούσας εργασίας προσδιορίζονται ως ακολούθως :

1.4.1 Διαδικασία

- Έρευνα βιβλιογραφίας : κατανόηση και καταγραφή του νομοθετικού πλαισίου για τη χωροθέτηση της μονάδας επεξεργασίας οργανικών υπολειμμάτων από τις ελληνικές βιομηχανίες χυμοποίησης εσπεριδοειδών, την κατανόηση και καταγραφή των τεχνολογιών και διεργασιών που θα χρησιμοποιηθούν στο βιο-διυλιστήριο, κατανόηση τρέχοντος πλαισίου διοίκησης, λειτουργίας, πληρωμών του βιοδιυλιστηρίου.
- Έρευνα γραφείου : συλλογή στατιστικών και άλλων δεδομένων με συστηματικό τρόπο για να χαρτογραφηθεί η περιοχή χωροθέτησης του βιοδιυλιστηρίου και εκτιμηθεί το δυναμικό διάθεσης οργανικών υπολειμμάτων από τις βιομηχανίες χυμοποίησης εσπεριδοειδών στην Ελλάδα.

- Έρευνα αγοράς : κατανόηση συνθηκών αγοράς, απαιτήσεων χαρακτηριστικών βιο-προϊόντων, κόστους μεταφοράς της πρώτης ύλης, εξοπλισμού, εμπορίας βιο-προϊόντων και πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας από την ενεργειακή αξιοποίηση βιομάζας/βιοαερίου.

1.4.2 Μέθοδοι

Οι μέθοδοι που χρησιμοποιήθηκαν είναι :

- Ανάπτυξη Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (ΓΠΣ) για τη χωροθέτηση του βιοδιυλιστηρίου.
- Ανάλυση του λειτουργικού και του επενδυτικού κόστους για τη δημιουργία του μοντέλου της τεχνοοικονομικής αξιολόγησης της επένδυσης και εν συνεχεία υπολογισμού των δεικτών Καθαρή Παρούσα Αξία, Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης, Δείκτης αποδοτικότητας, Απλός και πλήρης χρόνος αποπληρωμής.
- Ανάλυση ευαισθησίας (sensitivity analysis) των κρίσιμων παραμέτρων που επηρεάζουν την οικονομική συμπεριφορά της επένδυσης μέσω προσομοιώσεων Monte-Carlo.
- Ανάλυση σεναρίων (scenario analysis) – κατανομή πιθανότητας των κρίσιμων μεταβλητών.
- Ανάλυση κινδύνων και αξιολόγηση αποδεκτών επιπέδων κινδύνου μέσω των σωρευτικών κατανομών των δεικτών οικονομικής αξιολόγησης.

1.4.3 Εργαλεία

Τα εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν είναι :

- Λογισμικό πρόγραμμα ανοικτού κώδικα QGIS 3.16.
- Γεωχωρικά δεδομένα σε μορφή σχηματικών αρχείων (ESRI shape files) από την παγκόσμια γεωγραφική βάση δεδομένων Open Street Map (OSM) <https://www.openstreetmap.org/> και τη βάση ανοικτών δεδομένων <https://geodata.gov.gr/> του ερευνητικού Ινστιτούτου Πληροφοριακών Συστημάτων (ΙΠΣΥ).
- Πρόγραμμα προσομοιώσεων Monte-Carlo για τη δημιουργία κατανομών πιθανοτήτων.
- Πρόγραμμα Minitab 17 και excel για τη δημιουργία γραφημάτων και στατιστικής ανάλυσης δεδομένων.

1.5 Δομή και περιεχόμενο της εργασίας

Η διάρθρωση της διπλωματικής εργασίας και το περιεχόμενο των Κεφαλαίων συνοψίζονται ως ακολούθως :

Κεφάλαιο 1: Περιγράφεται το ερευνητικό ζήτημα και ορίζεται ο σκοπός και το αντικείμενο της εργασίας, όπως και τα ερευνητικά ερωτήματα που εστιάζει να απαντήσει. Επίσης, αναφέρονται οι διαδικασίες, τα εργαλεία και οι μέθοδοι που ακολουθήθηκαν για τη διεξαγωγή της εργασίας, με παράλληλη προεπισκόπηση στη δομή της.

Κεφάλαιο 2: Αναλύεται το ενεργειακό ζήτημα και παρουσιάζεται μια βιβλιογραφική ανασκόπηση των επακόλουθων εξελίξεων και προβλέψεων στον τομέα της ενέργειας μέχρι το 2050. Γίνεται εκτενής αναφορά στην παραγωγή και κατανάλωση ενέργειας ανά πηγή ενέργειας, στην ενεργειακή ζήτηση, αλλά και στις πολιτικές βιωσιμότητας σε ευρωπαϊκό και εθνικό επίπεδο.

Κεφάλαιο 3: Διερευνώνται οι τεχνολογίες μετατροπής και ενεργειακής αξιοποίησης της βιομάζας με παραδείγματα εφαρμογών σε ευρωπαϊκό και παγκόσμιο επίπεδο. Επίσης, αναλύεται το δυναμικό διαθεσιμότητάς της σε ευρωπαϊκό και εθνικό επίπεδο, το κόστος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από σταθμούς αξιοποίησης βιομάζας

και σχολιάζονται τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της χρήσης των πρώτων υλών της στο πλαίσιο της κυκλικής οικονομίας, της βιώσιμης ανάπτυξης και της προστασίας του περιβάλλοντος.

Κεφάλαιο 4: Εξετάζεται το θέμα των βιοδιυλιστηρίων, παραθέτοντας αναλυτικά στοιχεία σχετικά με τις κατηγορίες τους σε σχέση με τις πρώτες ύλες, τις τεχνολογίες μετατροπής. Επίσης, πραγματοποιείται ανασκόπηση στη ευρωπαϊκή και εθνική νομοθεσία για τη λειτουργία ενός βιοδιυλιστηρίου μέσω των πολιτικών που εφαρμόζονται για την ολοκληρωμένη διαχείριση των αποβλήτων και της λειτουργίας εγκαταστάσεων αξιοποίησης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Παράλληλα, αναλύονται τα στάδια σχεδιασμού ενός ολοκληρωμένου βιοδιυλιστηρίου και αναλύονται τα κίνητρα και εμπόδια για επενδύσεις στον τομέα αυτό.

Κεφάλαιο 5: Αναδεικνύεται η σημασία αξιοποίησης των οργανικών υπολειμμάτων βιομηχανιών χυμοποίησης εσπεριδοειδών και παρουσιάζονται οι μέχρι σήμερα διαθέσιμες βιβλιογραφικές μελέτες για την ανάπτυξη, τον σχεδιασμό και τεχνικοοικονομική αξιολόγηση ενός ολοκληρωμένου βιοδιυλιστηρίου που παράγει προϊόντα υψηλής προστιθέμενης αξίας από οργανικά απόβλητα βιομηχανιών χυμοποίησης.

Κεφάλαιο 6: Πραγματοποιείται βιβλιογραφική ανασκόπηση σχετικά με τη μεθοδολογία διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας της βιομάζας, το νομοθετικό πλαίσιο για τη χωροθέτηση σταθμών αξιοποίησης της βιομάζας. Εν συνεχεία, παρουσιάζεται η εύρεση κατάλληλων εδαφών για τη χωροθέτηση μονάδας βιοδιυλιστηρίου στην Περιφέρεια της Πελοποννήσου με πρώτες ύλες οργανικά υπολείμματα από τις ελληνικές βιομηχανίες χυμοποίησης εσπεριδοειδών χρησιμοποιώντας τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών και εφαρμόζοντας κριτήρια, κανόνες όπως ορίζονται στο εν ισχύ νομοθετικό πλαίσιο για τον χωροταξικό και πολεοδομικό σχεδιασμό μονάδων επεξεργασίας βιομάζας / βιοαερίου.

Κεφάλαιο 7: Περιγράφεται η τεχνικοοικονομική αξιολόγηση της επένδυσης ενός ολοκληρωμένου βιοδιυλιστηρίου επεξεργασίας οργανικών υπολειμμάτων παρουσιάζοντας αναλυτικά όλες τις παραμέτρους που επηρεάζουν την αποδοτικότητα και την οικονομική βιωσιμότητα του έργου.

Κεφάλαιο 8: Συνοψίζονται τα συμπεράσματα που προέκυψαν από την εκπόνηση της μελέτης και εξετάζονται τα δυνατά σημεία, οι αδυναμίες και οι μελλοντικές προοπτικές της έρευνας επί του εν θέματι πεδίου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΕΝΕΡΓΕΙΑ

2.1 Γενικά στοιχεία

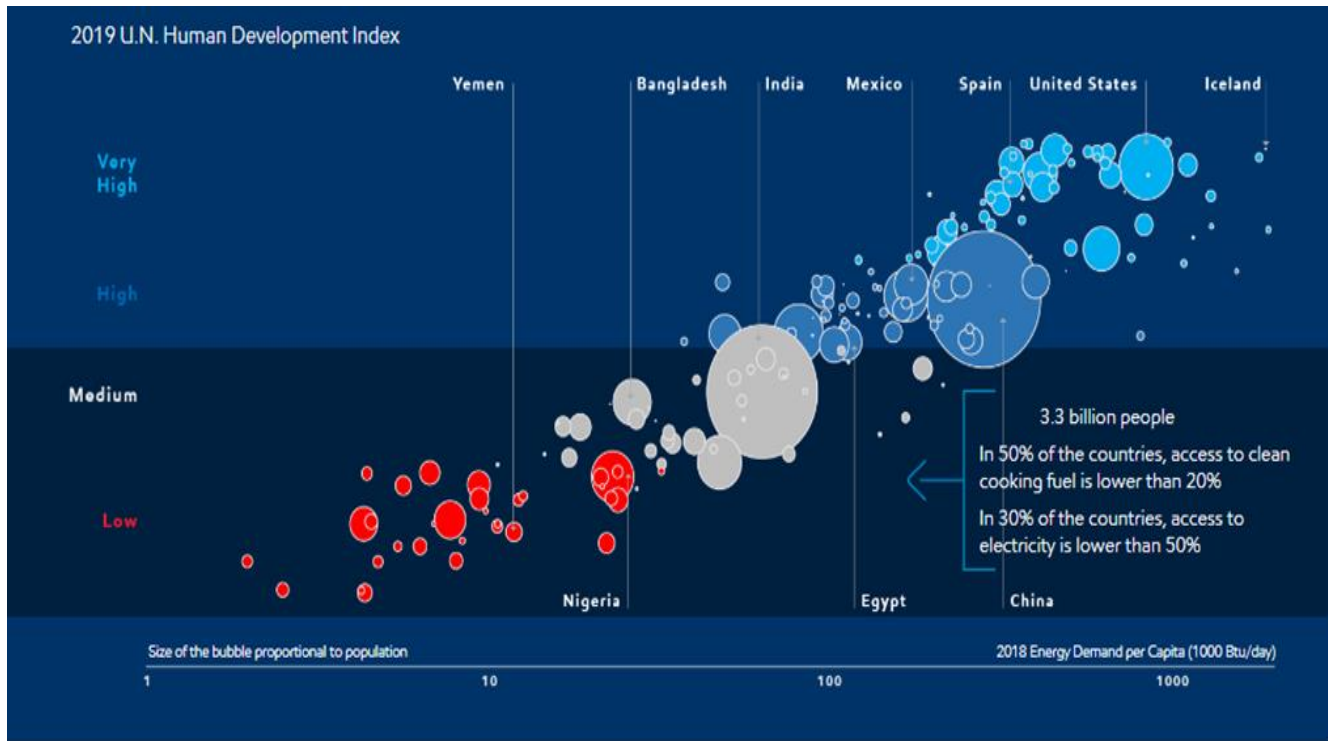
Η ενέργεια είναι άρρητα συνδεδεμένη με την ανθρώπινη εξέλιξη, ενώ έχει χαρακτηριστεί ως αγαθό και υπηρεσία. (Ζιώγας, 2020). Όμως, δεν αποτελεί «εκ φύσεως» ελεύθερο αγαθό, διότι στηρίζεται στη ζήτηση και προσφορά μιας κοινωνίας, ενώ η τελική προς διάθεσή μορφή της αποτελεί προϊόν παραγωγικής διαδικασίας μέσω κάποιας τεχνολογίας μετατροπής και ταυτόχρονα εμπορικής συναλλαγής προς τον τελικό χρήστη. Επομένως, η ιδιότητα της ενέργειας ως καταναλωτικό αγαθό, την καθιστά απαραίτητη για την εξέλιξη του ανθρώπινου είδους, αφού επηρεάζει και καθορίζει την κουλτούρα, τον τρόπο ζωής και σκέψης των ανθρώπων, αλλά και τις εξωτερικές πολιτικές των χωρών που εφαρμόζονται τόσο στον έλεγχο των πρωτογενών μορφών της όσο και στο διαθέσιμο δυναμικό Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας.

Το δικαίωμα, όμως, στην ενέργεια θα μπορούσε να αποτελέσει και ένα αυτοτελές δικαίωμα, αντίληψη που εκφράστηκε με επιφύλαξη για πρώτη φορά στην Παγκόσμια Συνδιάσκεψη του Γιοχάνεσμπουργκ για την Αειφόρο Ανάπτυξη του 2002, όταν μια ομάδα εργασίας κατέληξε στο συμπέρασμα πως *«ακόμη και εάν η ενέργεια από μόνη της δεν αποτελεί ένα αυτοτελές ανθρώπινο δικαίωμα, έχει ζωτική σημασία για την εκπλήρωση όλων των αναγκών. Έλλειψη πρόσβασης σε διάφορες μορφές ενέργειας και οικονομικά προσιτές σημαίνει ότι οι βασικές ανάγκες του ανθρώπου δεν θα ικανοποιηθούν.»* (Κούλα, 2020). Επομένως, ένα αυτοτελές δικαίωμα στην ενέργεια συνιστά κοινωνικό δικαίωμα διότι σχετίζεται άμεσα με τις αρχές του κράτους πρόνοιας, το οποίο υποχρεούται να εξασφαλίζει συλλογικά σε όλους τους πολίτες την πρόσβαση στην ενέργεια, λαμβάνοντας ιδιαίτερα υπόψη τις πιο ευπαθείς ομάδες. Αξίζει να σημειωθεί ότι, το δικαίωμα πρόσβασης στην ενέργεια αναφέρεται αποκλειστικά στην πρόσβαση και όχι σε ένα *per se* δικαίωμα στην ενέργεια, γιατί αυτό που ενδιαφέρει δεν είναι η ενέργεια καθαυτή, αλλά μέσω αυτής να εξασφαλίζονται οι ανάγκες κάθε ατόμου.

Η πρόσβαση σε ασφαλή, αξιόπιστη και οικονομικά προσιτή ενέργεια αποτελεί κρίσιμο παράγοντα για τη διαμόρφωση υψηλότερου βιοτικού επιπέδου, συμπεριλαμβανομένης μιας μακροχρόνιας και υγιέστερης ανθρώπινης ζωής. Σήμερα, ένα σημαντικό μέρος του παγκόσμιου πληθυσμού εξακολουθεί να αντιμετωπίζει σοβαρές προκλήσεις όσον αφορά στην πρόσβαση σε ενέργεια, με αποτέλεσμα να υποφέρει από προβλήματα υγείας και να μην μπορεί να αξιοποιήσει πλήρως τις δυνατότητές του. Ως εκ τούτου, η βελτίωση της πρόσβασης στην ενέργεια σε μια αναπτυσσόμενη παγκόσμια οικονομία δημιουργεί καλύτερες οικονομικές ευκαιρίες, υψηλότερα εισοδήματα και βελτιωμένες συνθήκες διαβίωσης για πολλούς.

Σε γενικές γραμμές, οι πιο ανεπτυγμένες χώρες με μεγαλύτερη χρήση ενέργειας, παρουσιάζουν μεγαλύτερο δείκτη ανθρώπινης ανάπτυξης (HDI), αφού παρέχουν στους πολίτες βελτιωμένο βιοτικό επίπεδο, καλύτερη πρόσβαση σε γνώση και μακρά και υγιή ζωή (Εικ.2.1.-1). Σήμερα, περισσότερο από το 40% του παγκόσμιου πληθυσμού ζει σε χώρες με χαμηλά έως μέτρια επίπεδα δείκτη ανάπτυξης. Όμως, η ανάπτυξη αστικών κέντρων με αυξημένο ΑΕΠ και αναπτυσσόμενη οικονομία αυξάνει ταυτόχρονα τη χρήση ενέργειας και τον δείκτη HDI (Jordan Hanania et al, 2018). Καθώς λοιπόν, οι άνθρωποι μετακινούνται από τις αγροτικές περιοχές σε αστικές πόλεις αναζητώντας θέσεις εργασίας με υψηλότερες αμοιβές και περαιτέρω εκπαίδευση, αποκτούν πιο συνεχή πρόσβαση στην ηλεκτρική ενέργεια, με αποτέλεσμα η πληθυσμιακή αύξηση των αστικών κέντρων να συμβάλλει στην αυξανόμενη χρήση ενέργειας. Στις αγροτικές περιοχές, η έλλειψη παροχής ηλεκτρικού ρεύματος μπορεί να μειώσει τις τιμές HDI. Από σχετικές μελέτες υπολογίζεται ότι 3,3 δισεκατομμύρια άνθρωποι έχουν πολύ χαμηλή πρόσβαση στην ηλεκτρική ενέργεια, αλλά και σε καθαρά καύσιμα για μαγείρεμα. Στις περιοχές όπου η πρόσβαση στην

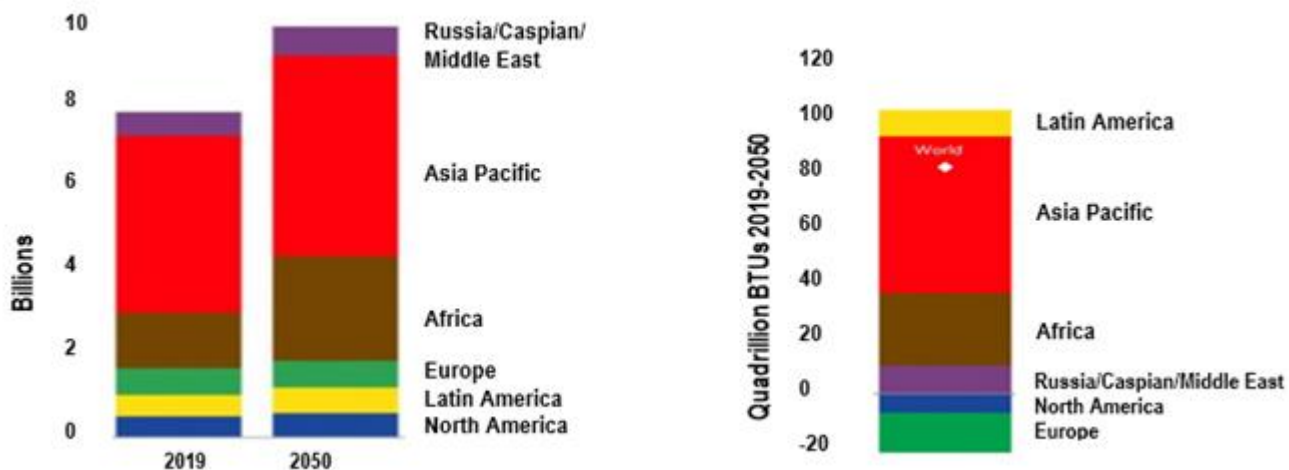
ηλεκτρική ενέργεια βελτιώνεται, παρέχονται καλύτερες σχολικές και ιατρικές εγκαταστάσεις. Επίσης, η ηλεκτρική ενέργεια στα αγροτικά σπίτια αυξάνει την ποιότητα ζωής καθώς μειώνει την ανάγκη καύσης επιβλαβών καυσίμων. Γενικά, η μεγαλύτερη πρόσβαση στην ηλεκτρική ενέργεια και κατά συνέπεια στην κατανάλωση ενέργειας μπορεί να εξηγήσει τις υψηλές τιμές του δείκτη HDI.



Εικόνα 2.1-1. Σχέση μεταξύ του δείκτη ανθρώπινης ανάπτυξης (HDI) και κατανάλωση ενέργειας κατά κεφαλήν σε παγκόσμια κλίμακα το έτος 2019 (ΕκxonMobil, 2021^α).

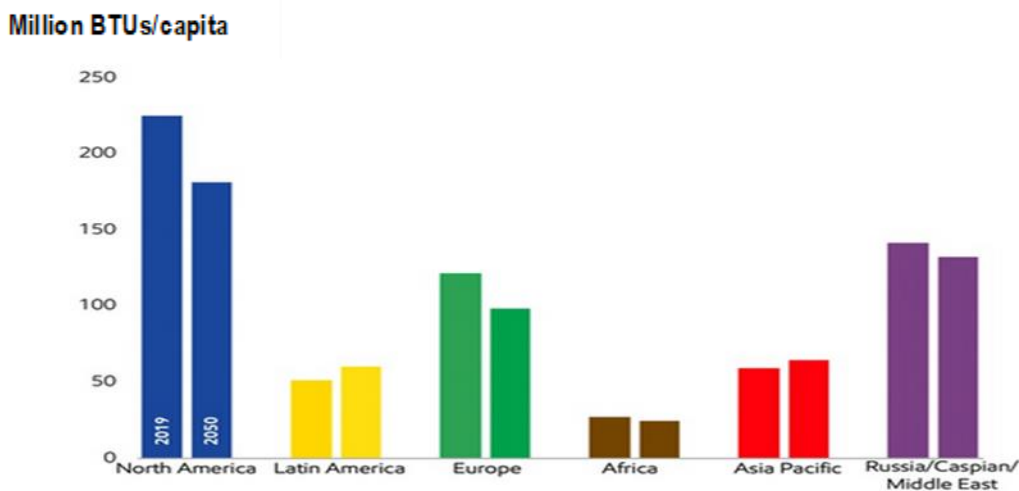
Εν συνεχεία, ο παγκόσμιος πληθυσμός αναμένεται να αυξηθεί από το έτος 2019 έως το 2050, σε σχεδόν 9,7 δισεκατομμύρια από 7,7 δισεκατομμύρια ανθρώπους, και αντίστοιχα το ακαθάριστο εγχώριο προϊόν (ΑΕΠ) σε παγκόσμιο επίπεδο αναμένεται να υπερδιπλασιαστεί (ΕκxonMobil, 2021^α). Ειδικότερα, προβλέπεται ότι, για το χρονικό διάστημα 2019-2050, 65% της πληθυσμιακής αύξησης θα παρατηρηθεί στην Αφρική και τη Μέση Ανατολή, περισσότερο από 25% στην Ασία-Ειρηνικό και λίγο κάτω από το 5% στις χώρες του Οργανισμού Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης (ΟΟΣΑ) (Εικ. 2.1-2 και 2.1-4). Παρόλο αυτά, στις προβλέψεις της πληθυσμιακής αύξησης δεν έχουν ληφθεί υπόψη τα επίπεδα θνησιμότητας και εκπαίδευσης λόγω της πανδημίας Covid.

Οι χώρες εκτός ΟΟΣΑ (αναπτυσσόμενες χώρες) θα αυξάνουν με διπλάσιο ρυθμό τον εγχώριο ΑΕΠ σε σχέση με αυτόν των χωρών του ΟΟΣΑ (ανεπτυγμένες χώρες) και θα αντιπροσωπεύουν σχεδόν το 55% του παγκόσμιου ΑΕΠ. Ειδικότερα, η Κίνα αναμένεται να υπερτριπλασιάσει το κατά κεφαλήν ΑΕΠ από το 2019 έως το 2050, το οποίο θα αντιστοιχεί στο 75% των χωρών ΟΟΣΑ, ενώ η Ινδία είναι πιθανό να αυξήσει το εγχώριο ΑΕΠ με ακόμη γρηγορότερο ρυθμό από την Κίνα παραμένοντας, όμως, κάτω από τον παγκόσμιο μέσο όρο. Σε ότι αφορά στην Αφρική, θα εξακολουθήσει να βρίσκεται περίπου στο 10% του μέσου όρου του υψηλότερου εισοδήματος των χωρών του ΟΟΣΑ.



Εικόνα 2.1-2. Αύξηση του πληθυσμού παγκοσμίως από το έτος 2019 έως το 2050 (αριστερά) και ποσοστιαία μεταβολή στη ζήτηση ενέργειας (Quadrillion BTUs) ανά χώρα, για τη χρονική περίοδο 2019-2050 (δεξιά) (ExxonMobil, 2021^a).

Παρόλο που το μέσο εισόδημα στις χώρες εκτός ΟΟΣΑ παραμένει χαμηλότερο από ό,τι στις χώρες του ΟΟΣΑ, προβλέπεται ταχεία ανάπτυξη της παγκόσμιας μεσαίας τάξης, με δισεκατομμύρια περισσότερους ανθρώπους να ξεπερνούν τα επίπεδα της φτώχειας έως το 2030 (ExxonMobil, 2021^a). Εν προκειμένω, στην Ασία αναμένεται η μεγαλύτερη ανάπτυξη, ενώ στην Ινδία και στην Κίνα περισσότεροι από 1 δισεκατομμύριο πολίτες θα αυξήσουν τα εισοδήματά τους σε επίπεδα μεσαίας τάξης. Αυτό σημαίνει ότι δισεκατομμύρια άνθρωποι θα στοχεύουν στη βελτίωση των συνθηκών διαβίωσής τους με μοχλό την καλύτερη πρόσβαση στην ενέργεια. Επομένως, η αύξηση της κατά κεφαλήν καταναλισκόμενης ενέργειας θα αποτελεί ουσιαστικό γεγονός στις αναπτυσσόμενες χώρες, η οποία εκτιμάται ότι θα επιφέρει κατά 15% υψηλότερη ενεργειακή ζήτηση το 2050 έναντι του 2019 (Εικ. 2.1-3).



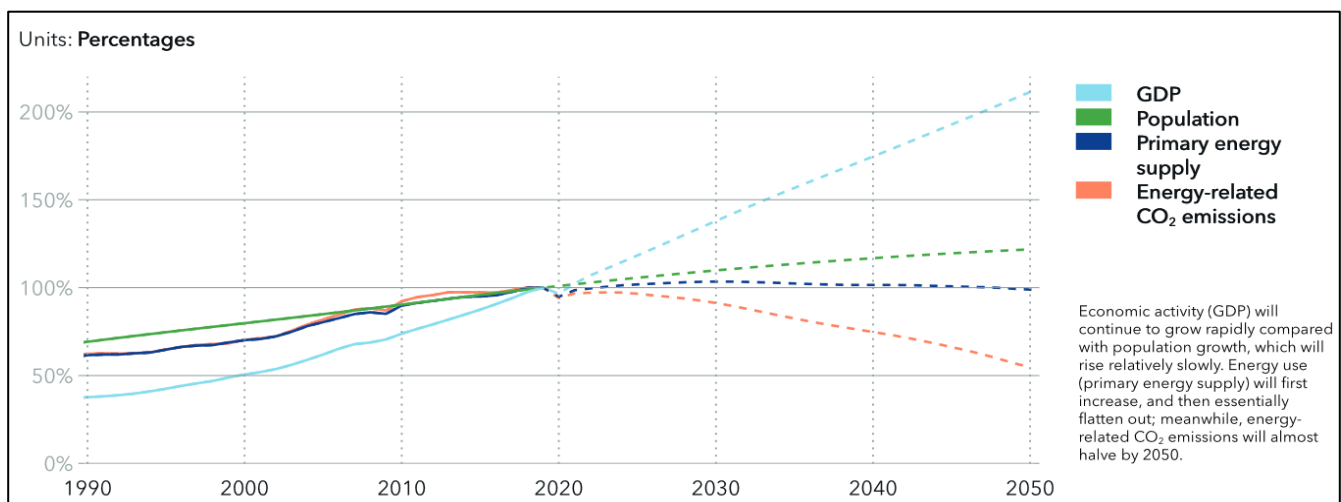
Εικόνα 2.1-3. Ενεργειακή κατανάλωση κατά κεφαλήν για τα έτη 2019 και 2050, Million BTUs /capita (ExxonMobil, 2021^a).

Γενικά, η ζήτηση της ενέργειας διαμορφώνεται από τρεις βασικούς παράγοντες που αλληλοεπιδρούν άρρηκτα μεταξύ τους, όπως είναι η πολιτική, η τεχνολογία και οι προτιμήσεις των καταναλωτών (ExxonMobil, 2021^a). Είναι δεδομένο ότι, η ανάπτυξη μιας νέας τεχνολογίας μπορεί να συμβάλει στη βελτίωση του βιοτικού επιπέδου των

ανθρώπων. Ωστόσο, οι περισσότερες επιτυχημένες τεχνολογίες συχνά υποστηρίζονται από πολιτικές, οι οποίες διαμορφώνουν τις κατάλληλες συνθήκες για την ανάπτυξή τους σε αρκετά μεγάλη κλίμακα ώστε να επηρεάσουν τις παγκόσμιες αγορές. Οι προτιμήσεις των καταναλωτών μπορούν επίσης, να δημιουργήσουν ένα «φαινόμενο έλξης» («pull effect») που αυξάνει τη ζήτηση στην αγορά για νέες τεχνολογίες.

Παράλληλα, οι κυβερνητικές πολιτικές λαμβάνοντας υπόψη την κλιματική αλλαγή, τις εκπομπές των αερίων θερμοκηπίου, αλλά και την απώλεια της βιοποικιλότητας δύνανται να ενθαρρύνουν την ανάπτυξη νέων τεχνολογιών στο τρίπτυχο της βιώσιμης ανάπτυξης «άνθρωπος - πλανήτης - κέρδος» και να επηρεάσουν τις καταναλωτικές προτιμήσεις μέσω της ευαισθητοποίησης του κοινού. Για παράδειγμα, η πολιτική μιας χώρας μπορεί να ενθαρρύνει την υιοθέτηση μιας νέας τεχνολογίας (π.χ. τη δωρεάν στάθμευση για ηλεκτρικά οχήματα) ή να αποθαρρύνει τη χρήση μιας ήδη υπάρχουσας (π.χ. περιορισμό στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από καύσιμα άνθρακα). Συνεπώς, όταν η πολιτική δεν συνδράμει με την ανταγωνιστική τεχνολογία ή δεν ευθυγραμμίζεται με τις προτιμήσεις των καταναλωτών τότε διατρέχει τον κίνδυνο να μην μπορεί να εφαρμοστεί αφού οι καταναλωτές έχουν δημιουργήσει αρνητική αντίληψη και πιστεύουν ότι, η νέα τεχνολογία δεν ικανοποιεί τις ανάγκες τους. Επίσης, διάφορες έρευνες έχουν αποδείξει ότι οι καταναλωτές που αποστρέφονται περισσότερο τον κίνδυνο (loss aversion), συνήθως αποφεύγουν τις επενδύσεις σε ενεργειακή αναβάθμιση. Για την άμβλυση της αβεβαιότητας που παρουσιάζεται από την πλευρά του καταναλωτή απαιτείται η χάραξη πολιτικών με βάση την κοινωνική ψυχολογία και τη συμπεριφορική επιστήμη, ώστε να επιτευχθεί ο στόχος της μείωσης της κατανάλωσης της ενέργειας (Οικονομικό Επιμελητήριο της Ελλάδας, 2022).

Επομένως, η ζήτηση για ενέργεια καθορίζεται από τις επιλογές των καταναλωτών, οι οποίες συνεχώς αλλάζουν, ως απόρροια των νέων τεχνολογιών που είναι πιο ελκυστικές, βελτιωμένες και προσφέρουν καλύτερες επιλογές, όπως χαμηλότερο κόστος και χαμηλότερες εκπομπές ρύπων. Οι προτιμήσεις των καταναλωτών μπορούν επίσης, να αλλάξουν με την πάροδο του χρόνου όταν τους δοθούν κίνητρα για επιλογές ως αποτέλεσμα πολιτικών που προάγουν τη βιώσιμη κατανάλωση, όπως είναι ο φόρος άνθρακα που ενθαρρύνει την παροχή ηλεκτρικής ενέργειας με χαμηλότερες εκπομπές. Αυτό αποτελεί σημαντικό γεγονός διότι θα δώσει πραγματική κινητήρια δύναμη στους καταναλωτές να συμμετάσχουν ενεργά στην ενεργειακή μετάβαση σε συνδυασμό με τη μείωση του κόστους της τεχνολογίας και τη ψηφιοποίηση.



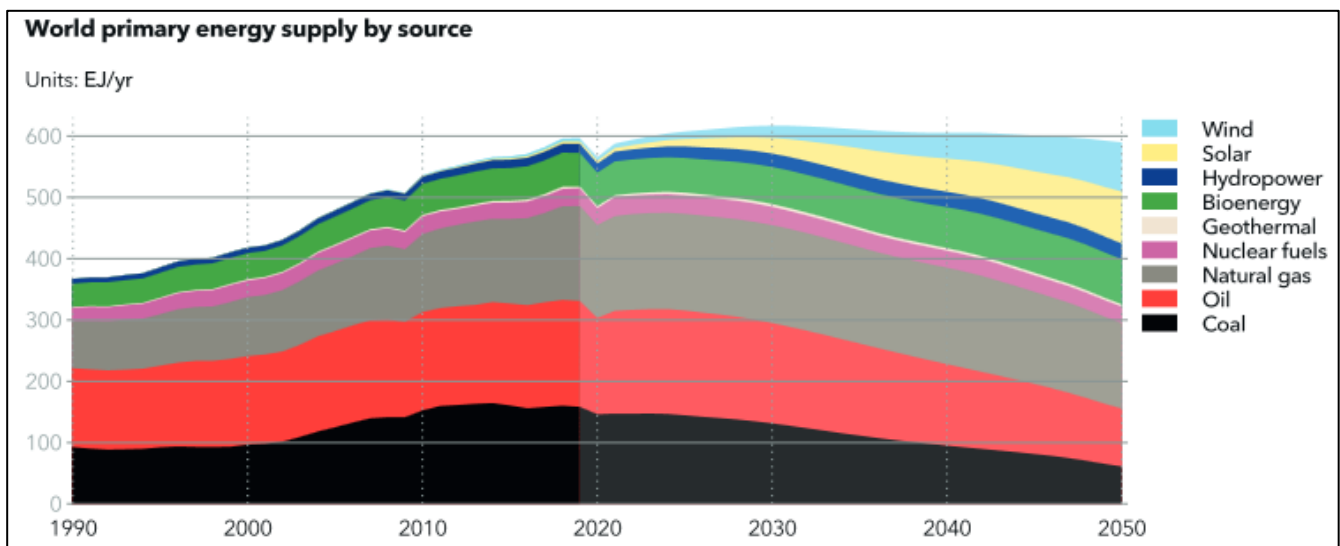
Εικόνα 2.1-4. Ποσοστιαία μεταβολή του δείκτη HDI, πληθυσμού, πρωτογενούς ενέργειας και εκπομπών CO₂ για τη χρονική περίοδο 1990 – 2050 (DNV, 2021).

2.2 Παραγωγή και κατανάλωση ενέργειας

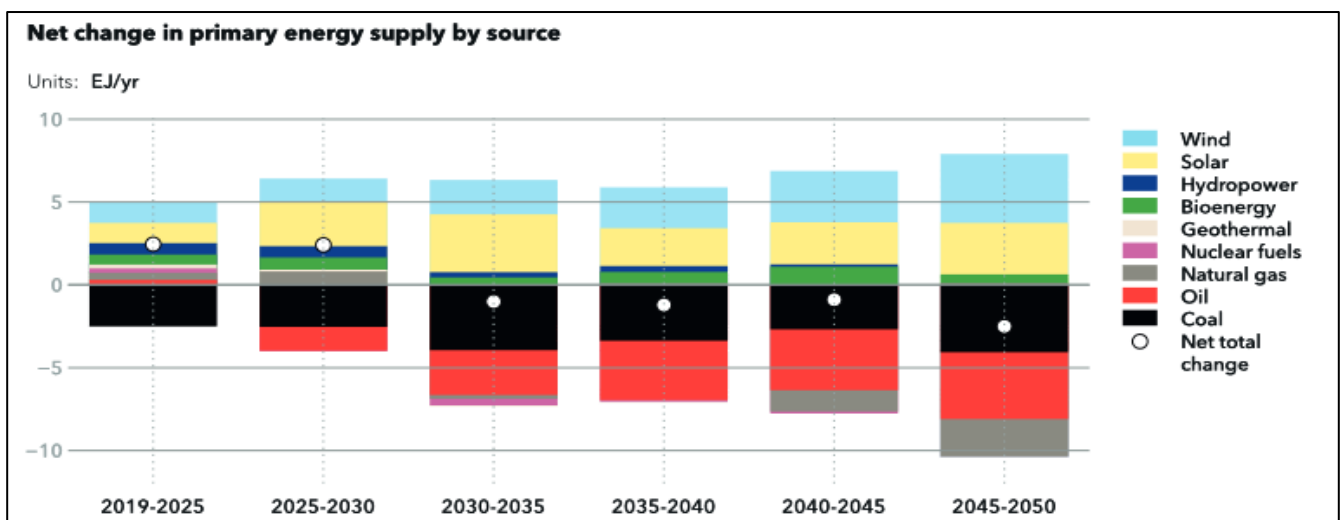
Κατόπιν βιβλιογραφικής ανασκόπησης μελετών της ExxonMobil (2021), DNV(2021) και bp (2022) σχετικά με την ενεργειακή κατανάλωση και παραγωγή, αλλά και τις αντίστοιχες εκπομπές αερίων θερμοκηπίου για τη χρονική περίοδο 1990 – 2050, συνάγονται τα εξής συμπεράσματα:

1) Πρωτογενής ενέργεια

Είναι γνωστό ότι κατά την μετατροπή και μεταφορά της ενέργειας σημειώνονται απώλειες που ξεπερνούν τα 100 EJ ετησίως. Η πρωτογενής ενέργεια ήταν 594 EJ πριν την πανδημία, ενώ σημείωσε τη μεγαλύτερη αύξηση κατά 31 EJ το 2021, εξαιτίας της ανάπτυξης των αναδυόμενων οικονομιών που σημείωσαν αύξηση κατά 13 EJ, με την Κίνα να ξεπερνά τα 10 EJ. Η αύξηση στην πρωτογενή ενέργεια οφείλεται καθαρά στη συμμετοχή των Α.Π.Ε. και αναμένεται να αυξηθεί κατά 4% (617 EJ) το 2030 και μετέπειτα να μειωθεί κατά 4% (590 EJ) το 2050 (Εικ. 2.2-1 και 2.2-2).



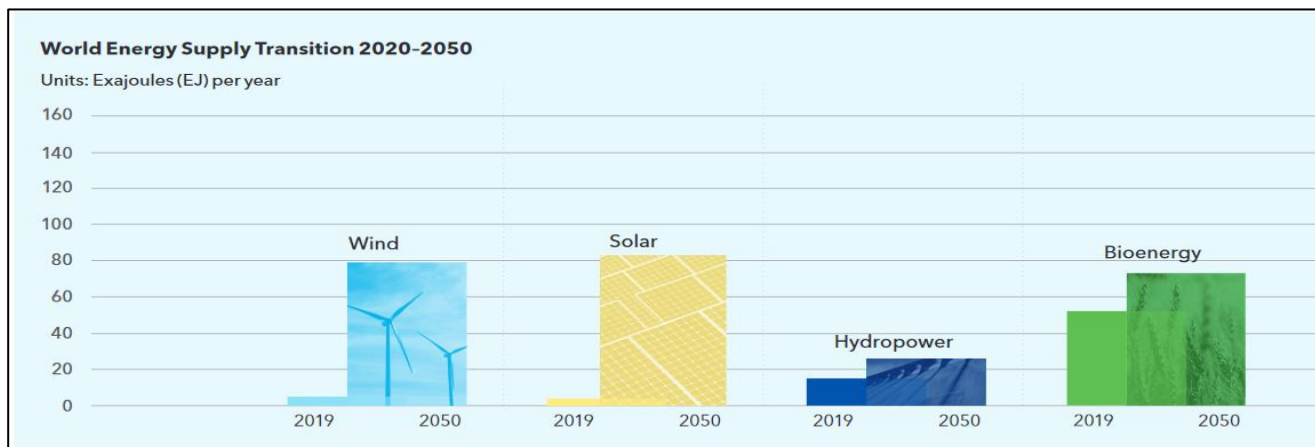
Εικόνα 2.2-1. Πρωτογενής ενέργεια ανά καύσιμο σε παγκόσμιο επίπεδο τη χρονική περίοδο 1990 – 2050 (IEA WEB, 2020).



Εικόνα 2.2-2. Ποσοστιαία μεταβολή της πρωτογενούς ενέργειας ανά καύσιμο τη χρονική περίοδο 2019 – 2050 (IEA WEB, 2020).

Επιπλέον αυτών προβλέπεται ότι:

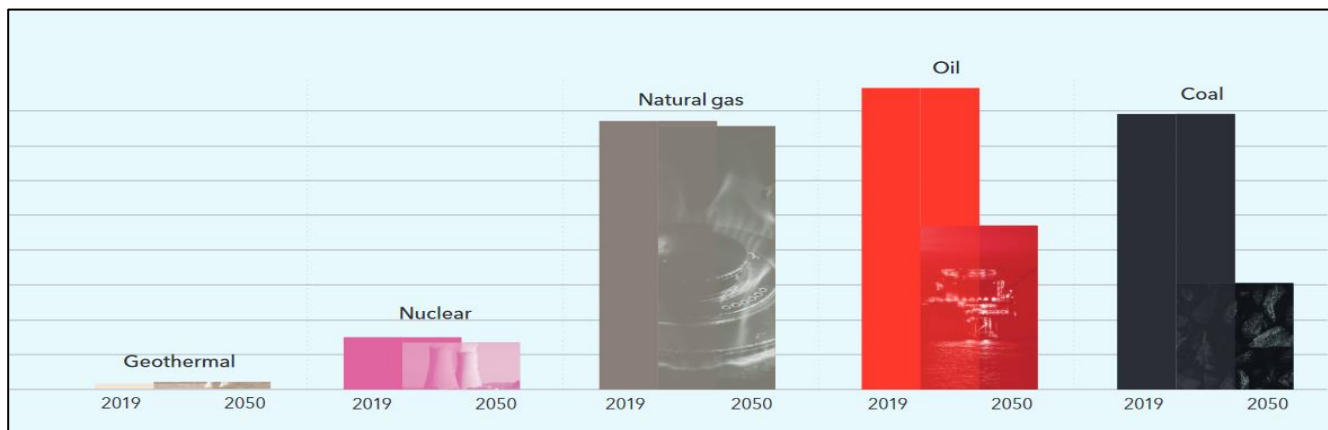
- Οι Α.Π.Ε. θα αυξήσουν τη συμμετοχή τους στο ενεργειακό μίγμα σε σχέση με τα ορυκτά καύσιμα, με εξαίρεση το φυσικό αέριο, το οποίο θα μειωθεί μόνο τη δεκαετία του 2040. Πιο αναλυτικά, το μίγμα των ορυκτών καυσίμων θα μειωθεί από 80% σήμερα σε 50% μέχρι τα μέσα του αιώνα, ενώ οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας θα τριπλασιαστούν, ήτοι από 15% σε 45%, αντίστοιχα.
- Η πυρηνική ενέργεια θα κυμανθεί σε σταθερό ποσοστό 5% πάνω από τα σημερινά επίπεδα σε όλη τη χρονική περίοδο μετάβασης 2020 – 2050. Παρόλο αυτά, η πυρηνική ενέργεια, σήμερα, αν και μπορεί να παρέχει ενέργεια σε κλίμακα και με χαμηλές εκπομπές άνθρακα, λίγα σενάρια προβλέπουν υψηλή ανάπτυξη της.
- Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και η πυρηνική ενέργεια θα σημειώνουν ισχυρή ανάπτυξη, συμμετέχοντας περίπου κατά 55% στο ενεργειακό μίγμα για την κάλυψη της αυξημένης ενεργειακής ζήτησης και χαμηλών εκπομπών άνθρακα (Εικ. 2.2-3). Ειδικότερα, το 2021, οι Α.Π.Ε. αυξήθηκαν κατά 5,1 EJ, ήτοι εμφάνισαν ρυθμό αύξησης κατά 15% (αιολική και ηλιακή ενέργεια συμμετείχαν κατά 10,2% στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας), υψηλότερο από οποιαδήποτε άλλη πηγή ενέργειας, με πρωτοπόρο την Κίνα, η οποία εμφάνισε μερίδιο 36% και 40% στην παγκόσμια παραγωγή ηλιακής και αιολικής ενέργειας αντίστοιχα. Όμως, η υδροηλεκτρική ενέργεια μειώθηκε κατά 1,4% το 2021, για πρώτη φορά από το 2015, ενώ η παραγωγή της πυρηνικής ενέργειας αυξήθηκε κατά 4,2% για πρώτη φορά από το 2004, με πρωτοπόρο την Κίνα. Γενικά, οι ρυθμοί χρήσης της ηλιακής και αιολικής ενέργειας θα πρέπει να επιταχυνθούν για να επιτευχθούν οι στόχοι των σεναρίων για τη μείωση των εκπομπών αερίων.



Εικόνα 2.2-3. Παραγωγή Α.Π.Ε. για τον ενεργειακό εφοδιασμό σε παγκόσμιο επίπεδο τα έτη 2019 και 2050 (DNV, 2021).

- Το πετρέλαιο θα συνεχίζει να διαδραματίζει ηγετικό ρόλο εξαιτίας της αυξανόμενης ζήτησης του στις εμπορικές μεταφορές και στις πρώτες ύλες για τη βιομηχανία χημικών. Το 2019, οι τιμές του πετρελαίου κυμάνθηκαν \$70.91/bbl, ήτοι παρουσίασαν τη δεύτερη μεγαλύτερη άνοδο από το 2015, αλλά και τη μεγαλύτερη μείωση στη διύλισή του στις χώρες του ΟΟΣΑ από το 1998.
- Το φυσικό αέριο θα αναπτύσσεται περισσότερο από κάθε τύπο ενέργειας, φτάνοντας σχεδόν το 30% της συνολικής ζήτησης. Ειδικότερα, το 2021, η προσφορά του φυσικού αερίου από τις ΗΠΑ αυξήθηκε, η Κίνα αποτέλεσε τον μεγαλύτερο εισαγωγέα LNG σε ποσοστό 60% της παγκόσμιας ζήτησης, ενώ η μεγαλύτερη πηγή τροφοδοσίας της Ευρώπης ήταν η Αλγερία και το Αζερμπαϊτζάν.

- Η χρήση άνθρακα θα παραμείνει σημαντική σε χώρες του αναπτυσσόμενου κόσμου, αλλά θα είναι κάτω από το 15% του παγκόσμιου μεριδίου, καθώς η Κίνα και τα έθνη του ΟΟΣΑ μεταβαίνουν προς πηγές χαμηλότερων εκπομπών, όπως είναι οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, η πυρηνική ενέργεια και το φυσικό αέριο. Παρόλο αυτά, οι τιμές άνθρακα αυξήθηκαν δραματικά το 2021 (\$121/tonne στην Ευρώπη και \$145/t στην αγορά της Ασίας), ενώ η Κίνα και η Ινδία συμμετείχαν κατά 70% στην αύξηση της ζήτησής του. Αντίστοιχα, η Ευρώπη και η Βόρεια Αμερική παρουσίασαν σημαντική αύξηση στην κατανάλωση άνθρακα μετά από τις συνεχείς μειώσεις στη χρήση του την τελευταία δεκαετία (Εικ. 2.2-4).

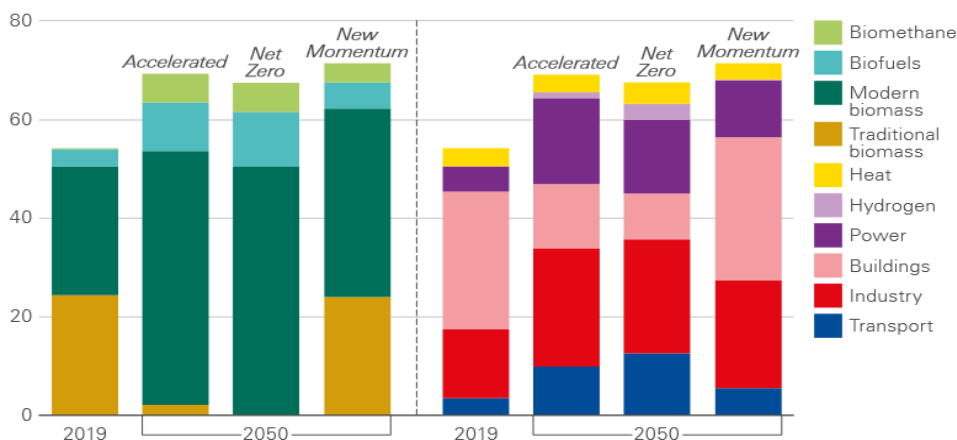


Εικόνα 2.2-4. Παραγωγή ορυκτών καυσίμων για τον ενεργειακό εφοδιασμό σε παγκόσμιο επίπεδο τα έτη 2019 και 2050 (DNV, 2021).

- Η βιομάζα μπορεί να διαδραματίσει σημαντικό ρόλο παρέχοντας βιοκαύσιμα για τη μεταφορά με αρνητικές εκπομπές άνθρακα, εφόσον πραγματοποιηθεί δέσμευση και αποθήκευση του CO₂ από τα καυσάερια των σταθμών ηλεκτροπαραγωγής. Ειδικότερα, η βιοενέργεια θα αυξηθεί στα 70 EJ μέχρι το 2050, χρησιμοποιώντας ως πρώτες ύλες κυρίως απόβλητα από τη γεωργία, κτηνοτροφία και δάση, τα οποία είναι προσβάσιμα και δεν διαταράσσουν τη βιοποικιλότητα (Εικ. 2.2-5).

Bioenergy supply and demand

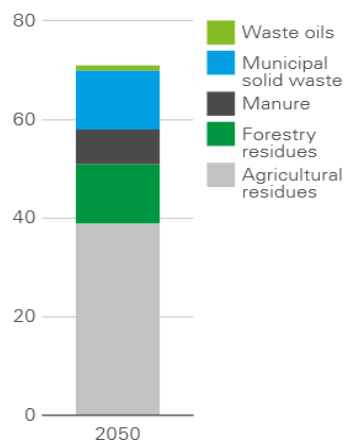
Primary energy, EJ



Modern biomass includes biogas (but excludes biomethane)
Industry includes feedstocks

Sources of modern bioenergy

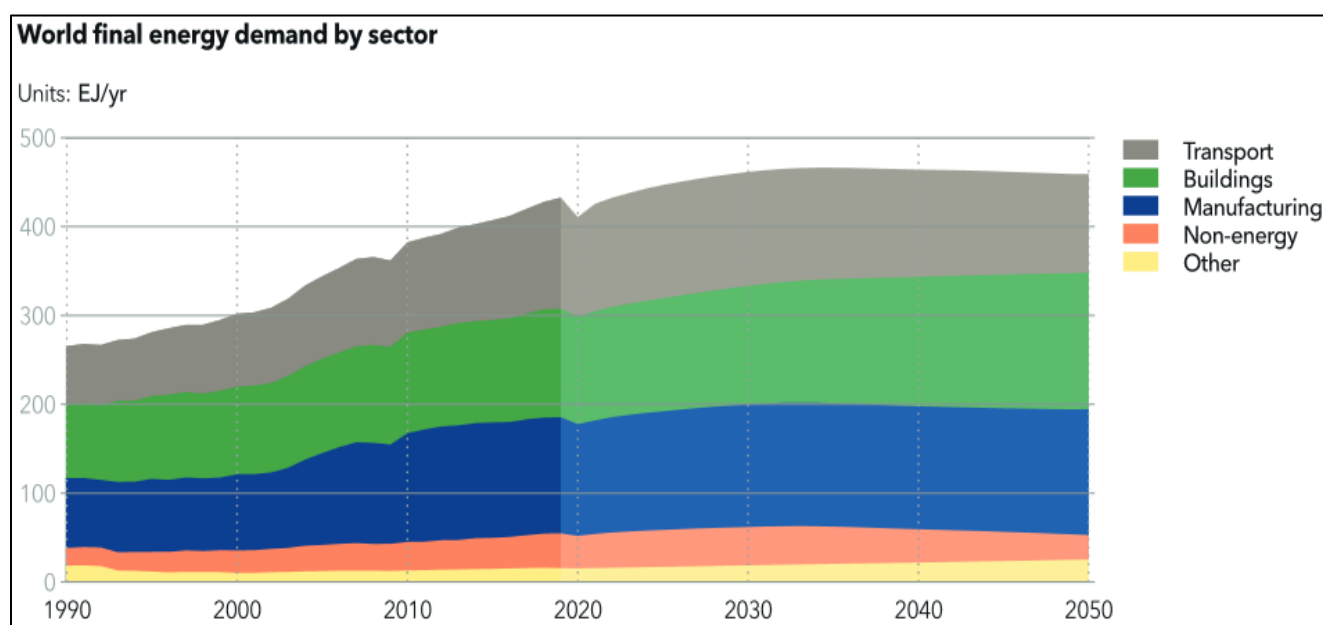
Primary energy, EJ



Εικόνα 2.2-5. Παραγωγή και κατανάλωση βιοενέργειας τα έτη 2019 και 2050 (αριστερά) και πηγές παραγωγής βιοενέργειας το 2050 (δεξιά) (DNV, 2021).

2) Ενεργειακή Ζήτηση

Η ενεργειακή ζήτηση αυξήθηκε κατά 5,8% το 2021, υπερβαίνοντας τα επίπεδα του 2019 κατά 1,3%, ως απόρροια των αναδυόμενων οικονομιών με πρωτοπόρο την Κίνα. Η παγκόσμια ζήτηση σε ενέργεια υπολογίζεται να φθάσει περίπου τα 660 τετράκις δισεκατομμύρια BTU το έτος 2050, ήτοι να αυξηθεί κατά ~15% σε σύγκριση με το 2019, εξαιτίας της αύξησης και της ευημερίας του πληθυσμού. Η παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας αναμένεται να μετατοπιστεί αναλογικά προς τις αναπτυσσόμενες οικονομίες που παρουσιάζουν πληθυσμιακή και οικονομική ανάπτυξη σε ρυθμούς μεγαλύτερους από το παγκόσμιο μέσο όρο. Αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα το μερίδιο των χωρών εκτός του ΟΟΣΑ στην παγκόσμια ενεργειακή ζήτηση να φθάσει το ~70% το 2050, ενώ στις Η.Π.Α. και στις ευρωπαϊκές χώρες του ΟΟΣΑ να μειωθεί περίπου από 30% το 2019 σε 20% το 2050. Η ζήτηση σε ηλεκτρική ενέργεια θα αυξηθεί περίπου τέσσερις φορές πιο γρήγορα σε όλους τους τελικούς χρήστες από τη συνολική ενεργειακή ζήτηση, ενώ το ενεργειακό μίγμα που θα χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή της θα χρησιμοποιεί πηγές ενέργειας μικρότερων εκπομπών άνθρακα.



Εικόνα 2.2-6. Ετήσια ενεργειακή ζήτηση ανά χρήση σε παγκόσμιο επίπεδο για τη χρονική περίοδο 1990 – 2050 (IEA WEB, 2020).

Επιπλέον αυτών, για την ενεργειακή ζήτηση ανά τομέα (Εικ. 2.2-6), διαπιστώνεται ότι :

- α) Τα κτήρια οικιακού τομέα και υπηρεσιών θα καταναλώνουν συλλογικά 26% περισσότερη ενέργεια το 2050 σε σχέση με το 2019, αυξάνοντας το μερίδιό τους από 28% στο ένα τρίτο της παγκόσμιας χρήσης ενέργειας. Εξαιτίας της αυξανόμενης ευημερίας του πληθυσμού των αναπτυσσόμενων χωρών, η συνολική επιφάνεια των κτηρίων κατοικιών και υπηρεσιών θα αυξηθεί κατά 62%, με αποτέλεσμα οι απαιτήσεις :
- για κλιματισμό αυτών των χώρων να τετραπλασιαστεί τις ερχόμενες τρεις δεκαετίες λόγω αύξησης των προτύπων διαβίωσης και της κλιματικής αλλαγής,
 - για θέρμανση να μειωθούν κατά 17% εξαιτίας της βελτιωμένης απόδοσης των συστημάτων που παράγουν θερμική ενέργεια,

- για φωτισμό και λειτουργία των συσκευών να διπλασιαστούν, λόγω των μέτριων κερδών απόδοσης από το σχεδιασμό προϊόντων τελικής χρήσης,
- για άλλες τελικές χρήσεις όπως το μαγείρεμα και η θέρμανση του νερού να παραμείνουν σχετικά σταθερές, εξαιτίας της βελτιωμένης απόδοσης των συστημάτων και της στροφής προς σύγχρονες μεθόδους μαγειρέματος.

Γενικά, τα κτίρια συμμετέχουν σήμερα κατά ποσοστό 25% στις εκπομπές αερίων και αναμένεται μείωση αυτών σε απόλυτες τιμές κατά 44% μέχρι τα μέσα του αιώνα, εξαιτίας της χρήσης παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας από ένα «πιο πράσινο μίγμα» καυσίμων, αλλά και συστημάτων υψηλής ενεργειακής απόδοσης.

- β) Η ζήτηση ενέργειας από τη μεταποίηση θα αυξηθεί κατά 8% έως το 2050. Ο τομέας της μεταποίησης καταλάμβανε ποσοστό 30% στην τελική ενεργειακή ζήτηση το έτος 2019. Ειδικότερα, η παραγωγή βιομηχανικών προϊόντων οφειλόταν για το 31% της τελικής ενεργειακής κατανάλωσης, ο σίδηρος και χάλυβας για το 26%, οι κατασκευές και η εξόρυξη για το 5%. Ωστόσο, οι πρακτικές της ανακύκλωσης και τα κέρδη από την ανάκτηση της ενέργειας θα αντισταθμίζουν τις απαιτήσεις σε ενεργειακή ζήτηση με αποτέλεσμα να παρουσιαστεί μια μικρή αύξηση κατά 6% το 2033, η οποία θα κυμανθεί μετέπειτα σε σταθερά επίπεδα μέχρι το 2050. Ο τομέας της μεταποίησης εκλύει ετησίως 12 GtCO₂ (μερίδιο 35%) και αναμένεται να μειωθεί κατά 50% την προβλεπόμενη περίοδο.
- γ) Στον τομέα των μεταφορών, η χρήση νέων καυσίμων (κυρίως ηλεκτρικής ενέργειας και υδρογόνου) και τα κέρδη από τις βελτιωμένες αποδόσεις των συστημάτων θα έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της ενεργειακής ζήτησης από 125 EJ το 2019 σε 111 EJ το 2050. Το πετρέλαιο θα συνεχίζει να καλύπτει πάνω από το ήμισυ τις ενεργειακές απαιτήσεις των μεταφορών, η ηλεκτρική ενέργεια στο ένα τέταρτο αυτών, το υδρογόνο κατά 10%, τα βιοκαύσιμα και το φυσικό αέριο κατά 7% έκαστο. Γενικά, στον τομέα των μεταφορών το πετρέλαιο συμμετέχει κατά 92%, τα βιοκαύσιμα και το φυσικό αέριο κατά 3% και 4% και η ηλεκτρική ενέργεια κατά 1%. Το ενεργειακό μίγμα είναι παρόμοιο στην αεροπορία και στη ναυτιλία, ενώ στις σιδηροδρομικές μεταφορές χρησιμοποιείται κυρίως ηλεκτρική ενέργεια.

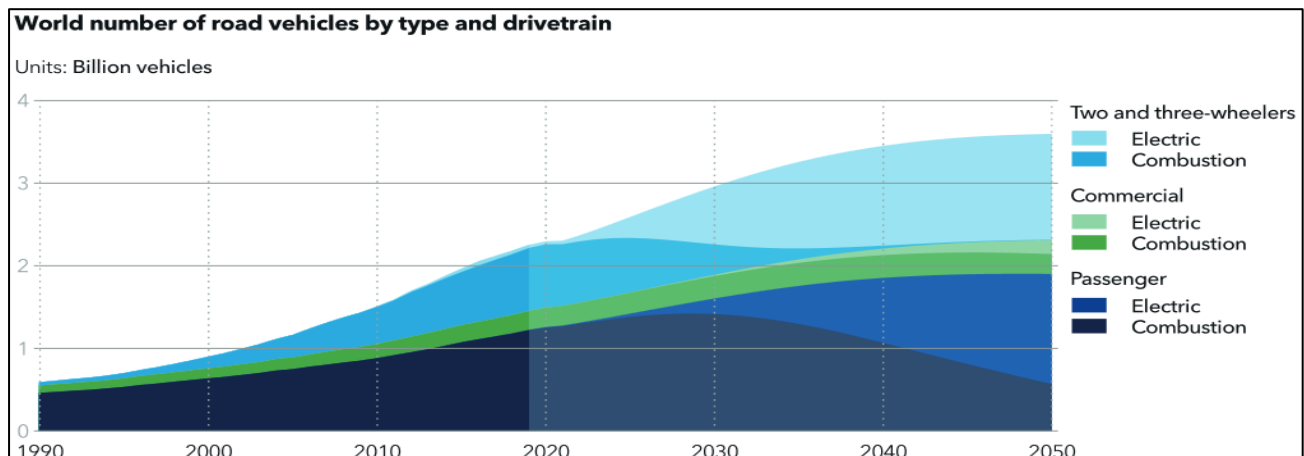
Επιπλέον αυτών, προβλέπεται ότι, μέχρι το 2042, το 50% του στόλου των επιβατικών αυτοκινήτων θα είναι ηλεκτρικός, ενώ το πετρέλαιο θα συνεχίζει να τροφοδοτεί κατά 30% τα επιβατικά αυτοκίνητα και κατά 59% τα αντίστοιχα επαγγελματικά (Εικ. 2.2-7). Περίπου το 16% του εμπορικού στόλου ηλεκτρικών οχημάτων στην περιοχή των χωρών του ΟΟΣΑ και στην Κίνα μέχρι το 2050 θα περιέχουν ηλεκτρικές κυψέλες καυσίμου (FCEV). Ο συνδυασμός ηλεκτρικής ενέργειας, υδρογόνου, και βιοκαυσίμων θα αντικαταστήσουν 21 εκατομμύρια βαρέλια ημερησίως πετρελαίου από το ενεργειακό μίγμα οδικών μεταφορών έως το 2050.

Σχεδόν το 3% της τελικής ενεργειακής ζήτησης παγκοσμίως και το 7% του παγκόσμιου πετρελαίου καταναλώνεται σήμερα από τα πλοία, και κυρίως από τις διεθνείς μεταφορές ναυσιπλοΐας (Εικ. 2.2-8). Μέχρι το 2050, το πετρέλαιο θα έχει αντικατασταθεί από χαμηλών ή και μηδενικών εκπομπών άνθρακα όπως αμμωνία, υδρογόνο, e-μεθανόλη. Το φυσικό αέριο – κυρίως LNG – θα συμμετάσχει στο ενεργειακό μίγμα κατά 39%. Η αλλαγή του ενεργειακού μίγματος και η ψηφιοποίηση των μεταφορών αναμένεται να αυξήσουν την ενεργειακή απόδοση του στόλου και να μειώσουν τη χρήση των ορυκτών καυσίμων.

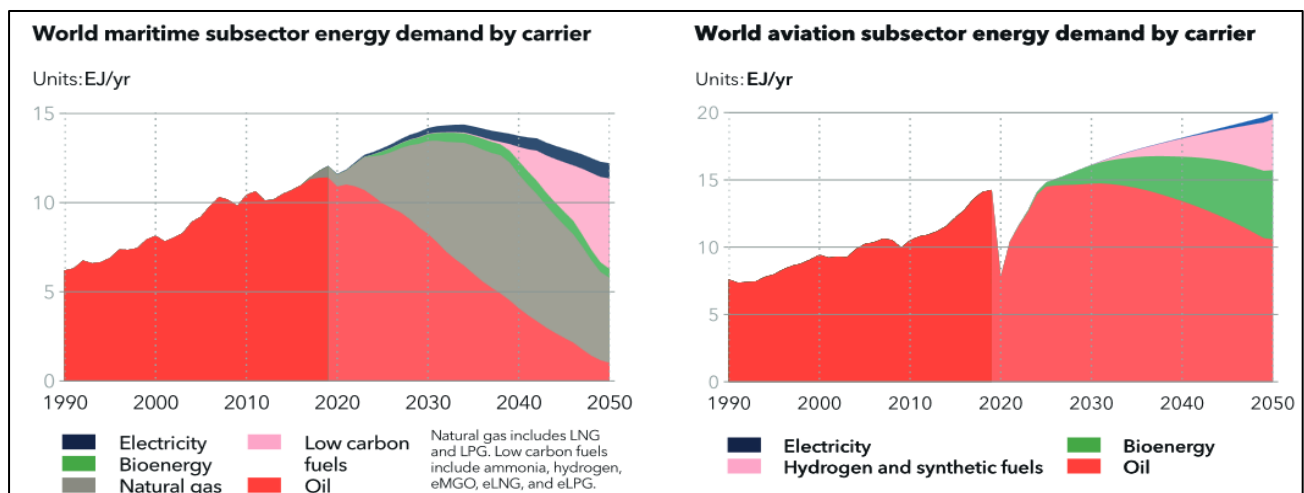
Τα αεροπορικά μέσα μεταφοράς καταλαμβάνουν ποσοστό 3% της ενεργειακής κατανάλωσης παγκοσμίως μέσω της χρήσης, κυρίως, πετρελαιοειδούς καυσίμου (Εικ. 2.2-8). Μέχρι το 2050, το πετρελαιοειδές καύσιμο

θα εξακολουθεί να αντιπροσωπεύει το 53% των αεροπορικών καυσίμων, αλλά σε απόλυτους όρους η χρήση του πρώτου θα είναι κατά 26% χαμηλότερη από σήμερα. Μετά την ανάκαμψη από την πανδημία και την πτώση της ζήτησης των αερομεταφορών, ο αριθμός των πτήσεων θα αυξάνεται σταθερά σε αντιστοιχία με την αύξηση του ΑΕΠ, σε επίπεδο 140% υψηλότερο το 2050 σε σύγκριση με το 2019. Οι τρεις κύριες επιλογές για αντικατάσταση καυσίμου με βάση το πετρέλαιο στις αερομεταφορές είναι: η ηλεκτρική ενέργεια, το υδρογόνο και το βιώσιμο καύσιμο αεροπορίας (SAF). Τα κόστη των τριών τελευταίων καυσίμων θα είναι υψηλότερα από τα αντίστοιχα του πετρελαίου και οι χρήσεις αυτών όπως και οι συναφείς τεχνολογικές αλλαγές αναμένεται να υποστηριχθούν από πολιτικές και καταναλωτικές ρυθμίσεις.

Μετά το 2040 προβλέπεται σε κάποιες περιοχές να κυκλοφορήσουν τα πρώτα αεροπλάνα που θα χρησιμοποιούν υδρογόνο. Παράλληλα, η χρήση βιώσιμων αεροπορικών καυσίμων (Sustainable aviation fuels, SAF), τα οποία παράγονται κατά την ανάμιξη των συμβατικών ορυκτών καυσίμων με βιώσιμες πρώτες ύλες που έχουν ως κύρια πηγή προέλευσης τη βιομάζα (π.χ. αστικά απόβλητα/απορρίμματα, χρησιμοποιημένα έλαια κλπ) αποτελεί σημαντικό παράγοντα για τη βαχυπρόθεσμη και μεσοπρόθεσμη απανθρακοποίηση των αερομεταφορών, καθώς τα βιοκαύσιμα θα καταλαμβάνουν μερίδιο 26% επί του ενεργειακού μίγματος σε συνδυασμό με το 19% από τα e-καύσιμα (συν το καθαρό υδρογόνο).



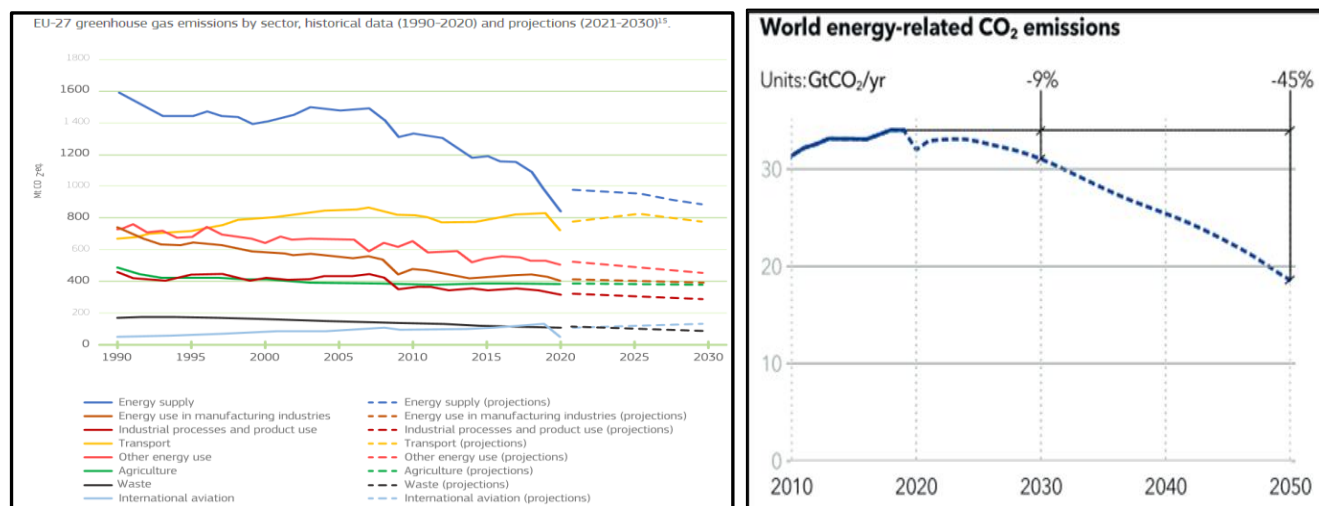
Εικόνα 2.2-7. Πληθυσμός οχημάτων οδικών μεταφορών για τη χρονική περίοδο 1990 – 2050 (IEA WEB, 2020).



Εικόνα 2.2-8. Ετήσια ζήτηση καυσίμων στη ναυσιπλοΐα και στις αερομεταφορές για τη χρονική περίοδο 1990 – 2050 (IEA WEB, 2020).

3) Εκπομπές CO₂

Μέχρι σήμερα υπάρχουν αρκετές ανησυχίες σχετικά με την επίτευξη των στόχων της Συμφωνίας του Παρισιού, καθότι οι παγκόσμιες εκπομπές CO₂ κορυφώθηκαν το 2019 (34,3 Gt CO₂) και έπειτα σημείωσαν πρωτοφανή μείωση κατά 6% το 2020 εξαιτίας της πανδημίας του COVID-19 (Εικ. 2.2-9). Παρότι, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (Α.Π.Ε.) συμμετέχουν με αυξημένο ρυθμό στο ενεργειακό μίγμα, επί του παρόντος δεν έχουν αντικαταστήσει πλήρως την παραγωγή θερμικής ενέργειας από τα ορυκτά καύσιμα, με αποτέλεσμα να αναμένεται αύξηση των αέριων εκπομπών για τα επόμενα συνεχή τρία έτη και ειδικότερα στην Ινδία, Υποσαχάρια Αφρική και Κίνα.



Εικόνα 2.2-9. Εκπομπές CO₂ στην Ευρωπαϊκή Ένωση για το χρονικό διάστημα 1990-2020 και προβλέψεις έως το 2030 (EU, 2021) και σε παγκόσμιο επίπεδο για το χρονικό διάστημα 2010-2020 και προβλέψεις έως το 2050 (DNV, 2021).

Υπολογίζεται, λοιπόν, ότι οι εκπομπές CO₂ έως το 2030 πιθανότατα να είναι μόνο 9% χαμηλότερες (31 Gt CO₂) από το 2019 και ως το 2050 χαμηλότερες κατά 45% αντίστοιχα, σε αντίθεση με τους φιλόδοξους στόχους της μείωσης των εκπομπών των αέριων θερμοκηπίου κατά 50% έως το 2030 και της επίτευξης καθαρών μηδενικών εκπομπών έως το 2050 ώστε να περιοριστεί η υπερθέρμανση του πλανήτη στους 1,5 °C. Επίσης, το 2050, οι υψηλότερες κατά κεφαλήν εκπομπές θα σημειώνονται στη Βορειοανατολική Ευρασία, ήτοι 7,5 τόνους/άτομο, ενώ στη Βόρεια Αμερική, στη Μέση Ανατολή και στη Βόρεια Αφρική θα κυμαίνονται σε 3,5 τόνους/άτομο. Κατόπιν τούτου, προβλέπεται υπερθέρμανση του πλανήτη κατά 2,3 °C έως το 2100.

Καθώς λοιπόν, οι εκπομπές CO₂ συνεχίζουν να συσσωρεύονται, η ευκαιρία για ανάληψη δράσεων μειώνεται κάθε χρόνο. Επομένως, η χρήση τεχνολογιών αρνητικών εκπομπών άνθρακα και η μη χρήση των ορυκτών καυσίμων στον υπόλοιπο μισό αιώνα αποτελούν επικίνδυνες και υψηλού ρίσκου προσεγγίσεις. Παρόλο αυτά, η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ένα «πιο πράσινο ενεργειακό μίγμα» και οι βελτιωμένες αποδόσεις των συστημάτων θα συμβάλλουν στη μείωση των αέριων εκπομπών κατά 40 – 50 % μέχρι το έτος 2050.

2.3 Πολιτικές βιωσιμότητας

Η αυξανόμενη ζήτηση για ενέργεια ως απόρροια της διαρκούς οικονομικής ανάπτυξης των χωρών αποτέλεσαν μοχλό για την ανάπτυξη νέων τεχνολογιών που χρησιμοποιούν ως καύσιμα τις Α.Π.Ε. Οι τεχνολογίες Α.Π.Ε. γίνονται όλο και πιο ανταγωνιστικές και ελκυστικές αφενός μεν εξαιτίας του μειωμένου κόστους αυτών, αφετέρου

δε λόγω της αύξησης στις τιμές των ορυκτών καυσίμων. Επιπρόσθετα, διαδραματίζουν κρίσιμο ρόλο σε εθνικό επίπεδο καθώς συμβάλλουν στην αντιμετώπιση προβλημάτων ενεργειακής ασφάλειας και στην επίτευξη των στόχων για τη μείωση των εκπομπών CO₂. Η ανάπτυξη τεχνολογιών Α.Π.Ε. μπορεί να βελτιώσει την πρόσβαση σε αξιόπιστη και οικονομικά προσιτή παροχή ηλεκτρικής ενέργειας μέσω διευρυμένης υποδομής δικτύου, αλλά και να προωθήσει νέες επενδύσεις και ευκαιρίες απασχόλησης. Αξίζει να σημειωθεί, ότι οι επενδύσεις στις Α.Π.Ε. έχουν ευρύτερο αντίκτυπο στην αγροτική ανάπτυξη σε σύγκριση με άλλους τύπους έργων και επιφέρει οφέλη, όπως είναι η μείωση της ρύπανσης, η δημιουργία θέσεων απασχόλησης και νέων πηγών εσόδων για τους ιδιοκτήτες των δασών ή τους γεωργούς, η ανάπτυξη ενεργειακών υποδομών και υπηρεσιών στις αγροτικές περιοχές και απεξάρτηση από τα συμβατικά καύσιμα.

Η Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία θέτει ως μείζονα προτεραιότητα την ενέργεια από τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Η πρώτη Ευρωπαϊκή Οδηγία (2009/28/ΕΚ) για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (RED) έθεσε κανόνες και στόχους για τη μεσοπρόθεσμη και μακροπρόθεσμη παραγωγή και προώθηση τους. Οι στόχοι για το 2020 αποτέλεσαν το πρώτο σημαντικό ορόσημο, ώστε να επιτευχθεί ο φιλόδοξος στόχος σχετικά με τη μείωση των αερίων θερμοκηπίου κατά 55% έως το 2030. Βάσει λοιπόν των κλιματικών στόχων, η ΕΕ έχει χαράξει μια βασική πολιτική προς την κλιματική ουδετερότητα μέσω της μετάβασης σε ένα ενοποιημένο ενεργειακό σύστημα που θα χρησιμοποιεί σε μεγάλο ποσοστό γεωγραφικά κατανεμημένες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας με αποδοτικό τρόπο ως προς τη χρήση πόρων, χωρίς να προκαλείται ρύπανση και απώλεια βιοποικιλότητας.

Το 2016, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή πρότεινε μια ενημέρωση της RED για την περίοδο 2021 έως 2030, γνωστή ως REDII (Renewable Energy Directive), η οποία δημοσιεύτηκε στις 24 Δεκεμβρίου 2018. Σύμφωνα με την 2018/2001 Ευρωπαϊκή Οδηγία, ως ανανεώσιμη ενέργεια ορίζεται *«η ενέργεια που προέρχεται από ανανεώσιμες μη ορυκτές πηγές (αιολική, ηλιακή, αεροθερμική, γεωθερμική, υδροθερμική, θερμική ενέργεια περιβάλλοντος, παλιρροϊκή, κυματική και λοιπές μορφές ενέργειας ωκεανών, υδροηλεκτρική), βιομάζα, εκλυόμενα στους χώρους υγειονομικής ταφής αέρια, αέρια που παράγονται σε μονάδες επεξεργασίας λυμάτων και βιοαέρια»*. Στην ως άνω οδηγία, η οποία αναδιατυπώνει και καταργεί τις αντίστοιχες, 2009/28/ΕΚ, 2015/1513 και 2013/18/ΕΕ του Συμβουλίου, η Ευρωπαϊκή Ένωση θέτει νέους δεσμευτικούς στόχους για τη συμμετοχή των Α.Π.Ε. σε ποσοστό τουλάχιστον 32% στο ενεργειακό μίγμα έως το 2030, αλλά και κανόνες για τη χρήση τους στη θέρμανση, στη ψύξη, στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας για όλα τα κράτη μέλη ώστε να μειωθεί η εξάρτηση από εισαγόμενες πηγές ενέργειας και τη χρήση ορυκτών καυσίμων. Επίσης, εισάγονται ειδικές διατάξεις που ρυθμίζουν θέματα σχετικά με τους αυτοκαταναλωτές ενέργειας από Α.Π.Ε., όπως να τους δίνεται η δυνατότητα της παραγωγής, αποθήκευσης, κατανάλωσης και πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας, αλλά και στις ενεργειακές κοινότητες να συμμετέχουν και αναπτύσσουν ειδικές στρατηγικές με στόχο την αξιοποίηση των δυνατοτήτων των αγροτικών περιοχών. Είναι γνωστό, ότι η προώθηση της χρήσης Α.Π.Ε. αποτελεί μια από τις σημαντικές συνιστώσες της δέσμης μέτρων που έχουν θεσπιστεί σχετικά με τη μείωση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου στο πλαίσιο της εφαρμογής της Συμφωνίας του Παρισιού το 2015 για την ενέργεια και το κλίμα.

Στην τελευταία προτεινόμενη αναθεώρηση της REDII που πραγματοποιήθηκε τον Ιούλιο του έτους 2021, η Ευρωπαϊκή Ένωση πρότεινε να αυξηθεί ο δεσμευτικός στόχος χρήσης Α.Π.Ε. από 32% σε τουλάχιστον 40% στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας έως το έτος 2030. Στο πλαίσιο αυτό, επιδιώκεται και η ευθυγράμμιση των πολιτικών για τη βιοενέργεια με την αρχή της αλυσιδωτής χρήσης της βιομάζας, με σκοπό να διασφαλιστεί η δίκαιη πρόσβαση στην αγορά των πρώτων υλών της προκειμένου να αναπτυχθούν καινοτόμες βιολογικές λύσεις υψηλής προστιθέμενης αξίας και μια βιώσιμη κυκλική βιοοικονομία. Η επίτευξη της αποτελεσματικής αξιοποίησης

των πόρων της βιομάζας μέσω της ιεράρχησης της χρήσης των υλικών της στην παραγωγή ενέργειας, αυξάνει με αυτό τον τρόπο τη διαθέσιμη ποσότητά της στο σύστημα. Σύμφωνα, λοιπόν, με την αρχή της αλυσιδωτής χρήσης, η χρήση για παράδειγμα της ξυλώδους βιομάζας θα πραγματοποιείται λαμβάνοντας υπόψη την υψηλότερη περιβαλλοντική και οικονομική αξία της με την ακόλουθη σειρά προτεραιοτήτων :

- 1) προϊόντα με βάση το ξύλο
- 2) παράταση της διάρκειας ζωής τους
- 3) επαναχρησιμοποίηση
- 4) ανακύκλωση
- 5) βιοενέργεια και,
- 6) διάθεση

Επιπρόσθετα, τα κράτη μέλη, λαμβάνοντας υπόψη τις εθνικές ιδιαιτερότητές τους, θα πρέπει να θέτουν ως επιλογή προτεραιότητας την πρόληψη δημιουργίας, την επαναχρησιμοποίηση και την ανακύκλωση των αποβλήτων. Παράλληλα, καθοδηγούνται να χρησιμοποιούν πρώτες ύλες για τις οποίες ο ανταγωνισμός με τους τομείς υλικών είναι περιορισμένος στην αγορά και η προμήθεια τους θεωρείται θετική τόσο για τη βιοποικιλότητα όσο και για το κλίμα, αποφεύγοντας αρνητικά κίνητρα για μη βιώσιμες οδούς παραγωγής βιοενέργειας. Για τη διασφάλιση της αποδοτικότερης χρήσης της βιοενέργειας από το έτος 2026, τα κράτη μέλη δεν θα πρέπει πλέον να στηρίζουν εγκαταστάσεις αποκλειστικής ηλεκτροπαραγωγής, εκτός και εάν οι τελευταίες τοποθετούνται σε περιοχές με ειδικό καθεστώς χρήσης κατά τη μετάβασή τους από τα ορυκτά καύσιμα ή εκτός και εάν χρησιμοποιούν τεχνολογίες για τη δέσμευση και αποθήκευση άνθρακα.

Εκτός των άλλων, η πρόσφατη αναθεώρηση της οδηγίας REDII περιλαμβάνει επίσης, κριτήρια αειφορίας και εκπομπών GHG για τη βιομάζα και τα υγρά βιοκαύσιμα που χρησιμοποιούνται στην ηλεκτρική ενέργεια, τη θέρμανση και τις μεταφορές. Για τη μείωση των κινδύνων βιωσιμότητας τίθεται σχετικοί στόχοι και μέτρα, εκ των οποίων ενδεικτικά αναφέρονται τα εξής :

- Τα βιοκαύσιμα δεν πρέπει να παράγονται από πρώτες ύλες που παράγονται σε ξηρά με υψηλή περιεκτικότητα σε άνθρακα αποθέματα ή υψηλή βιοποικιλότητα.
- Τα βιοκαύσιμα μεταφορών θα πρέπει να επιτύχουν το 65% των ελάχιστων ορίων εξοικονόμησης εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου από το 2021.
- Ανώτατο όριο στο μερίδιο των βιοκαυσίμων για τις μεταφορές και της βιομάζας για ενέργεια και θέρμανση, και βιορευστά που παράγονται από καλλιέργειες για τρόφιμα και ζωοτροφές (όπως η αιθανόλη από καλαμπόκι ή δημητριακά ή βιοντίζελ από παρθένα φυτικά έλαια).
- Περιορισμός της χρήσης καυσίμων που παράγονται από πρώτες ύλες με «υψηλό έμμεσο κίνδυνο αλλαγής χρήσης γης» και τελικά σταδιακή κατάργηση της χρήσης έως το 2030.

Στο σενάριο του 1,5°C, εκτιμάται ότι η προσφορά βιομάζας θα πρέπει να διπλασιαστεί σχεδόν μέχρι το 2030, από 55 EJ σε 99 EJ και αύξηση σε 153 EJ έως το 2050. Αυτό περιλαμβάνει μείωση της αναποτελεσματικής χρήσης της παραδοσιακής βιομάζας που σήμερα χρησιμοποιείται ως καύσιμο για το μαγείρεμα και τη θέρμανση. Η

σύγχρονη βιομάζα θα πρέπει να αυξηθεί από 30 EJ (τρέχοντα επίπεδα) κατά συντελεστή περίπου 3,5 έως το 2030 και να υπερπενταπλασιαστεί έως το 2050.

Επιπρόσθετα, στο πλαίσιο πολιτικής της Ευρωπαϊκής Ένωσης έχουν θεσπιστεί και άλλες οδηγίες, κανονισμοί σχετικά με τη βιωσιμότητα συγκεκριμένων ενεργειακών προϊόντων που παράγονται από τη βιομάζα, όπως είναι η Κοινή Γεωργική Πολιτική, η Οδηγία για τους οικότοπους της ΕΕ (92/43/ΕΚ), κανονισμοί για τις προστατευόμενες περιοχές, κανονισμός της ΕΕ για τη ξυλεία (995/2010/ΕΚ), τη Δασική Πολιτική, την οδηγία για την Ποιότητα των Καυσίμων, η οδηγία για τη μείωση της αλλαγής χρήσης γης από την οποία παράγονται βιοκαύσιμα και βιορευστά (ΕΕ 2015/1513) και η οδηγία για την ενεργειακή απόδοση (οδηγία 2012/27/ΕΕ). Τα κράτη μέλη εφαρμόζουν διάφορα μέτρα πολιτικής που περιλαμβάνουν οικονομικά κίνητρα (π.χ. τιμολόγια τροφοδότησης-FIT και πριμ τροφοδότησης-FIP) αλλά και την επιλογή ποσοτώσεων με εμπορεύσιμα πράσινα πιστοποιητικά.

Ενδεικτικά αναφέρεται ότι, για να πληρούνται οι απαιτήσεις της βιωσιμότητας για τα βιοκαύσιμα και τα βιορευστά, οι εταιρείες εθελοντικά μπορούν να ελέγχονται για τη συμμόρφωσή τους με τα κριτήρια αειφορίας και μείωσης της εκπομπής αερίων θερμοκηπίου που έχει θέσει η ΕΕ μέσω συστημάτων πιστοποίησης. Στην Εικ. 2.3-1 αναφέρονται 13 αναγνωρισμένα εθελοντικά συστήματα πιστοποίησης, όπως παρουσιάζονται στην Έκθεση της Ευρωπαϊκής Ένωσης (2020). Ειδικά, το έτος 2019, 21.876 kt υγρών βιοκαυσίμων μαζί με τα καθαρά φυτικά έλαια, 147.357.000 m³ βιομεθανίου (περίπου 106 kt) και 219.266 kt πρώτων υλών έλαβαν πιστοποίηση συμμόρφωσης με τα κριτήρια αειφορίας, όπως ορίζονται στο άρθρο 17 της οδηγίας RED II.

Εθελοντικό σύστημα Όνομασία	Πεδίο εφαρμογής		
	Τύπος πρώτης ύλης	Προέλευση πρώτης ύλης	Καλυπτόμενη αλυσίδα εφοδιασμού
International Sustainability and Carbon Certification, ISCC	Ευρύ φάσμα πρώτων υλών	Παγκόσμια	Ολόκληρη η αλυσίδα εφοδιασμού
Bonsucro EU	Ζαχαροκάλαμο	Παγκόσμια	Ολόκληρη η αλυσίδα εφοδιασμού
Roundtable on Sustainable Biomaterial EU RED (RSB EU RED)	Ευρύ φάσμα πρώτων υλών	Παγκόσμια	Ολόκληρη η αλυσίδα εφοδιασμού
RTRS EU RED	Σόγια	Παγκόσμια	Ολόκληρη η αλυσίδα εφοδιασμού
U.S. Soybean Sustainability Assurance Protocol (SSAP)	Σόγια	ΗΠΑ	Από την καλλιέργεια έως τον τόπο εξαγωγής
Biomass Biofuels voluntary scheme (2BSVs)	Ευρύ φάσμα πρώτων υλών	Παγκόσμια	Ολόκληρη η αλυσίδα εφοδιασμού
Red Tractor Farm Assurance Combinable Crops & Sugar Beet (Red Tractor)	Σιτηρά, ελαιούχοι σπόροι, ζαχαρότευτλο	Ηνωμένο Βασίλειο	Έως το πρώτο σημείο παράδοσης των πρώτων υλών
REDcert	Ευρύ φάσμα πρώτων υλών	Ευρώπη	Ολόκληρη η αλυσίδα εφοδιασμού
Better Biomass	Ευρύ φάσμα πρώτων υλών	Παγκόσμια	Ολόκληρη η αλυσίδα εφοδιασμού
KZR INiG System	Ευρύ φάσμα πρώτων υλών	Ευρώπη	Ολόκληρη η αλυσίδα εφοδιασμού
Trade Assurance Scheme for Combinable Crops (TASC)	Συνδυάσιμες καλλιέργειες, όπως σιτηρά, ελαιούχοι σπόροι και ζαχαρότευτλα	Ηνωμένο Βασίλειο	Αλυσίδα επιτήρησης από το αγρόκτημα έως την πρώτη επιχείρηση μεταποίησης
Universal Feed Assurance Scheme (UFAS)	Συστατικά πρώτων υλών και σύνθετες πρώτες ύλες, καθώς και συνδυάσιμες καλλιέργειες	Ηνωμένο Βασίλειο	Αλυσίδα επιτήρησης από το αγρόκτημα έως την πρώτη επιχείρηση μεταποίησης
Roundtable on Sustainable Palm Oil RED (RSPO RED)	Φοινικέλαιο	Παγκόσμια	Ολόκληρη η αλυσίδα εφοδιασμού

Εικόνα 2.3-1. Εθελοντικά συστήματα αναγνωρισμένα από την Επιτροπή της ΕΕ (Ευρωπαϊκή Ένωση, 2020).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΒΙΟΜΑΖΑ

3.1 Γενικά στοιχεία

Σύμφωνα με την Οδηγία 2018/2001/ΕΚ, ως βιομάζα ορίζεται «το βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα προϊόντων, αποβλήτων και υπολειμμάτων βιολογικής προέλευσης από τη γεωργία, συμπεριλαμβανομένων των φυτικών και των ζωικών ουσιών, από τη δασοκομία και τους συναφείς κλάδους, συμπεριλαμβανομένης της αλιείας και της υδατοκαλλιέργειας, καθώς και το βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα αποβλήτων, συμπεριλαμβανομένων των βιομηχανικών και αστικών αποβλήτων και απορριμμάτων, βιολογικής προέλευσης».

Γενικά, η βιομάζα θεωρείται ότι αποτελεί δεσμευμένη και αποθηκευμένη μορφή της ηλιακής ενέργειας, διότι πολλές μορφές της παράγονται κατά την αντίδραση φωτοσύνθεσης των φυτικών οργανισμών. Ειδικότερα, η χλωροφύλλη των φυτών μετασχηματίζει μέσω μιας σειράς διεργασιών την ηλιακή ενέργεια σε βιομάζα, χρησιμοποιώντας το διοξείδιο του άνθρακα από την ατμόσφαιρα, το νερό και τα ανόργανα συστατικά από το έδαφος (Τσούτσος και Σκίκος, 1999). Τα φύλλα των φυτών ενεργούν ως βιολογικοί ηλιακοί συλλέκτες, ενώ τα κλαδιά, οι μίσχοι και οι ρίζες ως μπαταρίες αποθήκευσης σύνθετων ενώσεων άνθρακα πλούσιων σε ενέργεια. Επομένως, κατά την παραγωγή της βιομάζας δεσμεύεται το διοξείδιο του άνθρακα, το οποίο αποτελεί ένα από τα βασικότερα αέρια που συνεισφέρουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου. Το γεγονός, αυτό, καθιστά τη χρήση της βιομάζας βιώσιμη και φιλικότερη προς το περιβάλλον σε σύγκριση με άλλες πηγές καυσίμων, διότι το εκλυθέν διοξείδιο του άνθρακα κατά την επεξεργασία της ή την καύση των βιοκαυσίμων, έχει απορροφηθεί από την ίδια τη βιομάζα κατά τη φωτοσυνθετική διαδικασία και την ανάπτυξη των φυτών, με αποτέλεσμα να προκύπτει μηδενικό ισοζύγιο διοξειδίου του άνθρακα, σύμφωνα με τον «κύκλο του CO₂» (Ζουμπούλης κ.ά, 2015).

Οι κυριότερες κατηγορίες βιομάζας με κριτήριο την πηγή προέλευσής τους είναι (Κορωνάιος, 2012):

- α. Τα **κτηνοτροφικά απόβλητα**, ήτοι τα λύματα των ζώων, τα κατάλοιπα σφαγείων και το τυρόγαλο, τα οποία περιέχουν δεσμευμένη ενέργεια στα μόρια τους, την οποία μπορούν να χρησιμοποιήσουν κατά ένα μεγάλο ποσοστό διάφοροι μικροοργανισμοί για την ικανοποίηση των αναγκών μεταβολισμού τους. Υπό αναερόβιες συνθήκες, πραγματοποιείται παραγωγή βιοαερίου με σύσταση 60 - 70 % CH₄, CO₂ 30 - 40 %, 1 - 3 % H₂, 0,5 - 1 O₂ %, 1 - 5 % ίχνη άλλων αερίων και θερμογόνο δύναμη 4.500 - 7.000 kcal/m³. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της ρύπανσης από τα κτηνοτροφικά απόβλητα και την παραγωγή ενός καυσίμου με απλή τεχνολογία, το οποίο, όμως, έχει μικρή ελαστικότητα στην κάλυψη των απαιτήσεων της ζήτησης και είναι κατάλληλο μόνο για τοπική χρήση.
- β. Η **δασική βιομάζα**, ήτοι τα καυσόξυλα και τα ξυλοκάρβουνα, η οποία αποτελούσε βασική πηγή ενέργειας για την ανθρωπότητα μέχρι τα μέσα του περασμένου αιώνα. Η θερμαντική αξία της δασικής βιομάζας εξαρτάται από το ποσοστό άνθρακα στα διάφορα είδη της, ενώ μειώνεται από την περιεχόμενη υγρασία. Η θερμογόνος δύναμη του ξύλου ανά μονάδα βάρους είναι χαμηλή σε σύγκριση με την αντίστοιχη των ορυκτών καυσίμων. Η χρήση του ξύλου ως πηγή ενέργειας δυσχεραίνεται από ζητήματα που οφείλονται στη διασπορά και στη μικρή πυκνότητά του, στα κόστη της συλλογής και μεταφοράς του. Παρόλο αυτά, το ξύλο, ως προϊόν της φωτοσύνθεσης, λειτουργεί ως το πιο αποδοτικό σύστημα συνεχούς δέσμευσης και αποθήκευσης ηλιακής ενέργειας, δηλαδή αποτελεί μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας με την προϋπόθεση της αειφορικής διαχείρισης των δασών. Η παραγωγή του ξύλου δεν προκαλεί ρύπανση στο περιβάλλον, ενώ από την καύση του παράγεται μόνο νερό και διοξείδιο του άνθρακα, αλλά και μεγάλες ποσότητες στάχτης και αιθάλης, οι οποίες μπορούν να δεσμευτούν μέσω ειδικών συλλεκτών/συσκευών καθαρισμού των καυστήρων. Την τελευταία

δεκαετία παρόλο που καταβάλλονται προσπάθειες για την ανάπτυξη τεχνολογιών μετατροπής της δασικής βιομάζας σε βιοκαύσιμα με βελτιωμένες ιδιότητες, η απευθείας καύση της συνεχίζει να εφαρμόζεται σε μεγάλη κλίμακα.

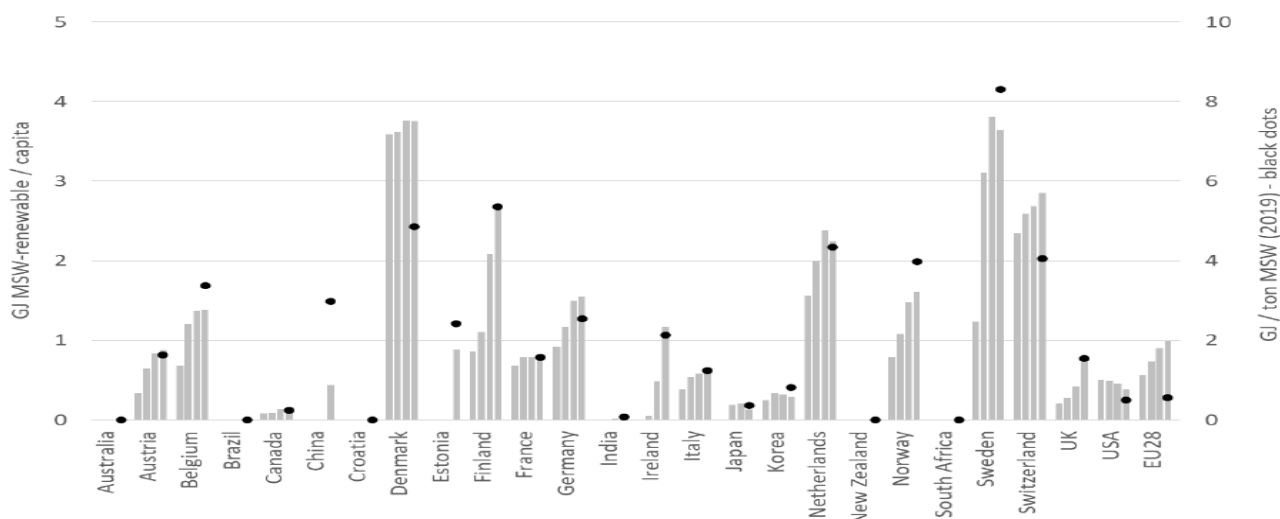
- γ. Τα **γεωργικά παραπροϊόντα**, ήτοι τα παραπροϊόντα συγκομιδής (π.χ. άχυρα από τα σιτηρά, κότσαλα και στελέχη από το καλαμπόκι, φύλλα και στελέχη από το βαμβάκι, οι φούντες και τα στελέχη του καπνού, τα κλαδοδέματα των δέντρων, το ελαιοπυρηνόξυλο και οι κληματίδες) και τα παραπροϊόντα γεωργικών βιομηχανιών (π.χ. πολτοί, πυρήνες, φλοιοί). Η σημερινή αξιοποίηση των γεωργικών παραπροϊόντων είναι ελάχιστη, εάν και η ενεργειακή τους μετατροπή κρίνεται αρκετά αξιόλογη. Σύμφωνα με τη γεωργική πρακτική, τα παραπροϊόντα της συγκομιδής συνήθως επιστρέφονται στο έδαφος, καίγονται ή αφήνονται να αποσυντεθούν ή να χρησιμοποιηθούν ως απόθεμα βοσκής. Παρόλο αυτά, θα μπορούσαν με κατάλληλη επεξεργασία να μετατραπούν σε υγρά καύσιμα ή με την καύση/αεριοποίηση να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας.
- δ. Τα **αστικά απορρίμματα**, ήτοι τα στερεά απορρίμματα οικιακής προέλευσης, εμπορίου, βιοτεχνίας, αλλά και οικονομικών δραστηριοτήτων σε ένα πολεοδομικό συγκρότημα. Τα αστικά απορρίμματα περιλαμβάνουν ποικίλα ετερογενή υλικά. Η σύνθεσή τους μεταβάλλεται εποχιακά και ημερησίως, ενώ είναι άμεσα εξαρτώμενη και με το βιοτικό επίπεδο, την οικονομική δραστηριότητα μιας περιοχής και εν γένει της τεχνολογικής εξέλιξης της κοινωνίας από την οποία συλλέγονται. Ως εκ τούτου, βασικό κριτήριο για τον σχεδιασμό διαχείρισης και διάθεσης των απορριμμάτων αποτελεί η σύνθεση των απορριμμάτων και οι φυσικοχημικές ιδιότητές τους. Η ταξινόμηση των αστικών απορριμμάτων με βάση τα κυριότερα συστατικά τους είναι : χαρτί, γυαλί, μέταλλα, υφάσματα, πλαστικό, ζυμώσιμα (υπολείμματα τροφών), αδρανή (μπάζα), υπόλοιπα. Οι τεχνολογίες αξιοποίησης των απορριμμάτων περιλαμβάνουν την ανακύκλωση, την καύση, την πυρόλυση, την παραγωγή RDF, ανάκτηση ενέργειας από τα αέρια χώρων ταφής απορριμμάτων, η παραγωγή βελτιωτικών εδάφους (λιπασματοποίηση), ολοκληρωμένα συστήματα που συνδυάζουν όλα τα προαναφερόμενα.

Σύμφωνα με την μελέτη της IEA Bioenergy (2021^a), σχετικά με τις πρώτες ύλες και τις μορφές βιομάζας που χρησιμοποιούνται σε παγκόσμια κλίμακα διαπιστώνεται ότι :

- Σε όλες σχεδόν τις χώρες για την παραγωγή ενέργειας, χρησιμοποιείται κυρίως, η στερεή βιομάζα, ενώ αξιοσημείωτη είναι και η χρήση των υγρών βιοκαυσίμων, των ανανεώσιμων αποβλήτων και του βιοαερίου/βιομεθανίου.
- Οι χώρες που έχουν υψηλή κατά κεφαλήν εγχώρια δασική έκταση (εξαιρούνται οι προστατευόμενες δασικές εκτάσεις) και σημαντικές βιομηχανίες επεξεργασίας ξύλου παρουσιάζουν τα υψηλότερα επίπεδα χρήσης στερεής βιομάζας (κατά κεφαλήν), όπως είναι η Φινλανδία, η Σουηδία, η Εσθονία, η Αυστρία και η Δανία. Ειδικότερα, η Δανία χρησιμοποιεί, επίσης, εισαγωγές άχυρου και ξύλου. Κατόπιν τούτου, εάν ληφθεί υπόψη ότι, η τυπική θερμογόνος δύναμη του ξύλου είναι 19 GJ/τόνο ξηρής μάζας, οι περισσότερες χώρες (συμπεριλαμβανομένης της Φινλανδίας, της Σουηδίας, της Εσθονίας) καταναλώνουν λιγότερο από 1,5 τόνους στερεής βιομάζας (ισοδύναμο ξηρής μάζας ξύλου) ανά εκτάριο εγχώριας δασικής έκτασης, ήτοι ποσότητα μικρότερη από την αντίστοιχη ετήσια αύξηση των δασών τους. Εν συνεχεία, οι ΗΠΑ, ο Καναδάς και η Εσθονία πραγματοποιούν μέτριες εξαγωγές στερεής βιομάζας σε σύγκριση με το εγχώριο δυναμικό τους, ενώ η Γερμανία, η Αυστρία και η Ιταλία φτάνουν σε κάπως υψηλότερα επίπεδα χρήσης στερεής βιομάζας σε σύγκριση με την οικιακή δασική έκταση τους, η οποία σχετίζεται τόσο με υψηλότερες αυξήσεις στα δάση τους

(καλύτερες κλιματικές συνθήκες σε σύγκριση με τις αντίστοιχες των σκανδιναβικών χωρών) όσο και με εισαγωγές από γειτονικές χώρες. Χώρες με περιορισμένο δυναμικό εγχώριας δασικής βιομάζας, όπως είναι η Ολλανδία, το Ηνωμένο Βασίλειο, το Βέλγιο και η Δανία, εισάγουν στερεή βιομάζα για την παραγωγή ενέργειας, σύμφωνα με τις απαιτήσεις της βιωσιμότητας, ώστε να μετριάσουν τους κινδύνους που σχετίζονται με την προμήθεια βιομάζας από το εξωτερικό και τους οποίους δεν μπορούν να ελέγξουν με εγχώριες δασικές πολιτικές.

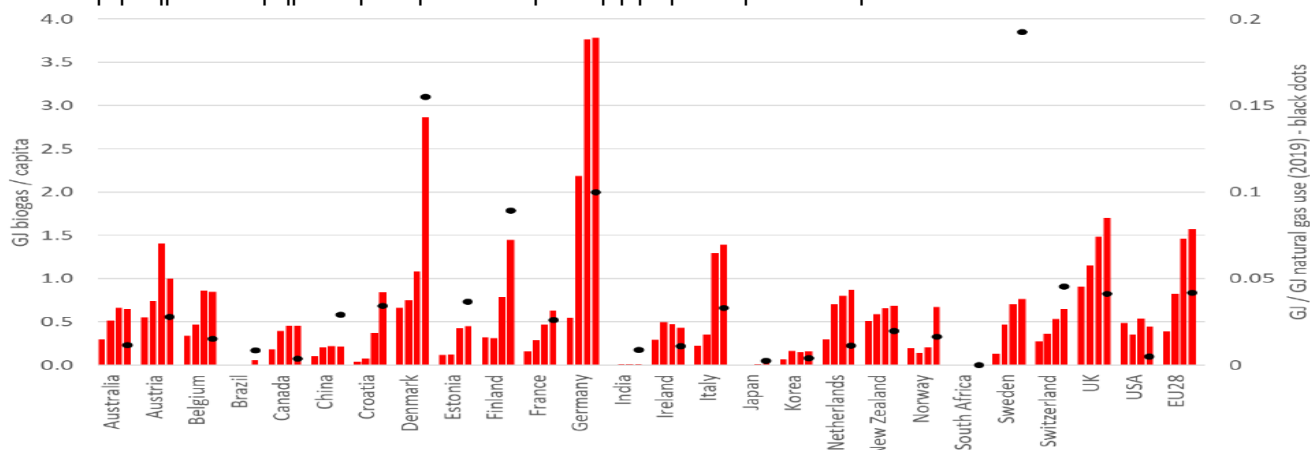
- Η ποσότητα των αστικών στερεών αποβλήτων που χρησιμοποιείται για την παραγωγή ενέργειας ή/και θερμότητας συνδέεται σαφώς με τη διαχείριση των απορριμμάτων στην αντίστοιχη χώρα, έχοντας ως υπόδειγμα τις χώρες της Σκανδιναβίας και της Δυτικής Ευρώπης, στις οποίες εφαρμόζονται αποτελεσματικά συστήματα συλλογής αποβλήτων (συχνά με διαχωρισμό διαφορετικών κλασμάτων για ανακύκλωση), με αποτέλεσμα να έχει σχεδόν μηδενιστεί η υγειονομική ταφή των απορριμμάτων. Οι περισσότερες χώρες με προηγμένα συστήματα διαχείρισης αποβλήτων χρησιμοποιούν 3 έως 5 GJ ανανεώσιμων ΑΣΑ για ενέργεια ανά τόνο παραγόμενου ΑΣΑ. Το επίπεδο στη Σουηδία είναι ακόμη υψηλότερο, ήτοι στα 8 GJ ανά τόνο, κάτι που οφείλεται επίσης, και στις σημαντικές εισαγωγές αποβλήτων για παραγωγή ενέργειας από την εν λόγω χώρα (Εικ.3.1-1).



Εικόνα 3.1-1. Χρήση ανανεώσιμων ΑΣΑ για ενέργεια στις χώρες μέλη της IEA Bioenergy (2005-2010-2015-2019) και σύγκριση με την ποσότητα των εγχώριων ΑΣΑ που παράγονται (IEA, 2021 και World Bank, 2018).

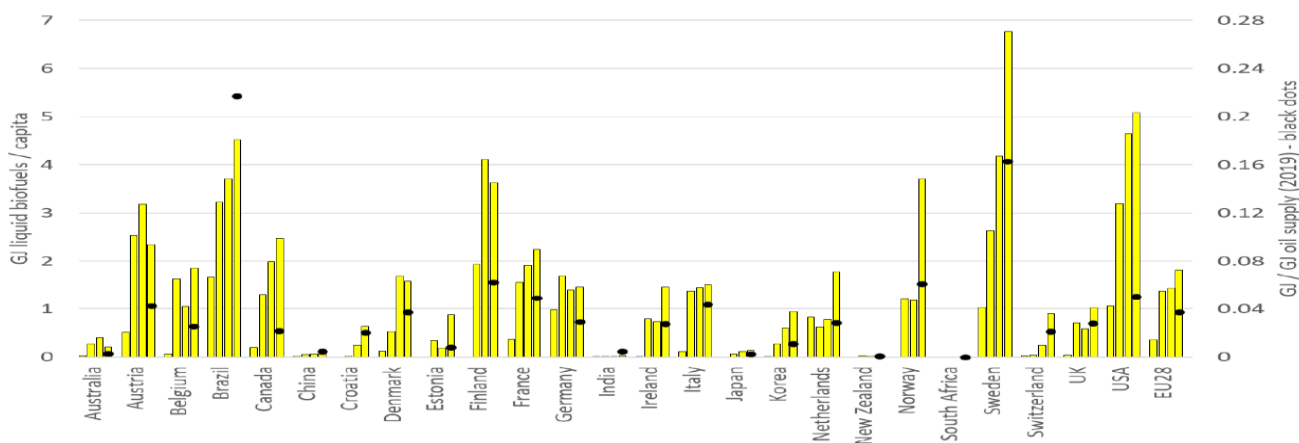
- Το βιοαέριο παράγεται κυρίως μέσω της αναερόβιας χώνευσης πρώτων υλών βιομάζας όπως είναι τα γεωργικά απόβλητα, η κοπριά, τα αστικά απόβλητα, η λυματολάσπη, τα πράσινα απόβλητα, υπολείμματα τροφίμων ή από την υγειονομική ταφή. Ορισμένες χώρες χρησιμοποιούν επίσης, ενεργειακές καλλιέργειες, όπως είναι το κριθάρι, το καλαμπόκι, το σιτάρι για την παραγωγή του βιοαερίου. Μέχρι στιγμής, η πιο κοινή χρήση του είναι η μετατροπή σε ενέργεια/θερμότητα, αν και τελευταία, εφαρμόζονται τεχνολογίες για την αναβάθμισή του σε πρότυπα συμβατικού φυσικού αερίου, ώστε να μπορεί να εγχυθεί στο δίκτυο φυσικού αερίου ή να χρησιμοποιηθεί ως υποκατάστατο φυσικού αερίου στον τομέα των μεταφορών. Η Γερμανία είναι η πιο προηγμένη χώρα στη χρήση βιοαερίου/βιομεθανίου, ενώ η Δανία έχει προβεί στη τροφοδότηση του εθνικού δικτύου φυσικού αερίου με βιομεθάνιο, το οποίο προέρχεται από την παραγωγή βιοαερίου από κοπριά και ενεργειακές καλλιέργειες. Βασικός στόχος στη Δανία είναι να εγχέεται 100% βιομεθάνιο στο δίκτυο

φυσικού αερίου έως το έτος 2040. Το Ηνωμένο Βασίλειο, η Φινλανδία και η Ιταλία πέτυχαν επίσης σημαντικές ποσότητες παραγωγής βιοαερίου (>1GJ κατά κεφαλήν), μέσω ειδικών στόχων και μέτρων στήριξης. Στη Σουηδία, η χρήση βιοαερίου/βιομεθανίου ισοδυναμεί ήδη με το 20% της χρήσης φυσικού αερίου (Εικ. 3.1-2). Σε άλλες χώρες και περιοχές με πιο σημαντικά επίπεδα φυσικού αερίου, το βιοαέριο τείνει να ισοδυναμεί με ποσοστό που περιορίζεται στο 1-5% της χρήσης φυσικού αερίου, γεγονός που δείχνει ότι θα χρειαστούν ακόμη σημαντικά βήματα για τη σταδιακή κατάργηση του ορυκτού αερίου.



Εικόνα 3.1-2. Χρήση βιοαερίου για ενέργεια στις χώρες μέλη της IEA Bioenergy (2005-2010-2015-2019) και σύγκριση με την κατανάλωση φυσικού αερίου (IEA, 2021^b).

- Τα υψηλότερα επίπεδα χρήσης υγρών βιοκαυσίμων κατά κεφαλήν (>3GJ κατά κεφαλήν) επιτυγχάνονται στη Σουηδία, στις ΗΠΑ, στη Βραζιλία, στη Φινλανδία και στη Νορβηγία. Ειδικότερα, στη Βραζιλία και στη Σουηδία, η χρήση υγρών βιοκαυσίμων ισοδυναμεί ήδη με το 2% και το 5% της χρήσης του ορυκτού πετρελαίου αντίστοιχα, κάτι το οποίο σημαίνει ότι θα πρέπει να γίνουν αρκετά βήματα μέχρι την οριστική αντικατάσταση των ορυκτών καυσίμων.

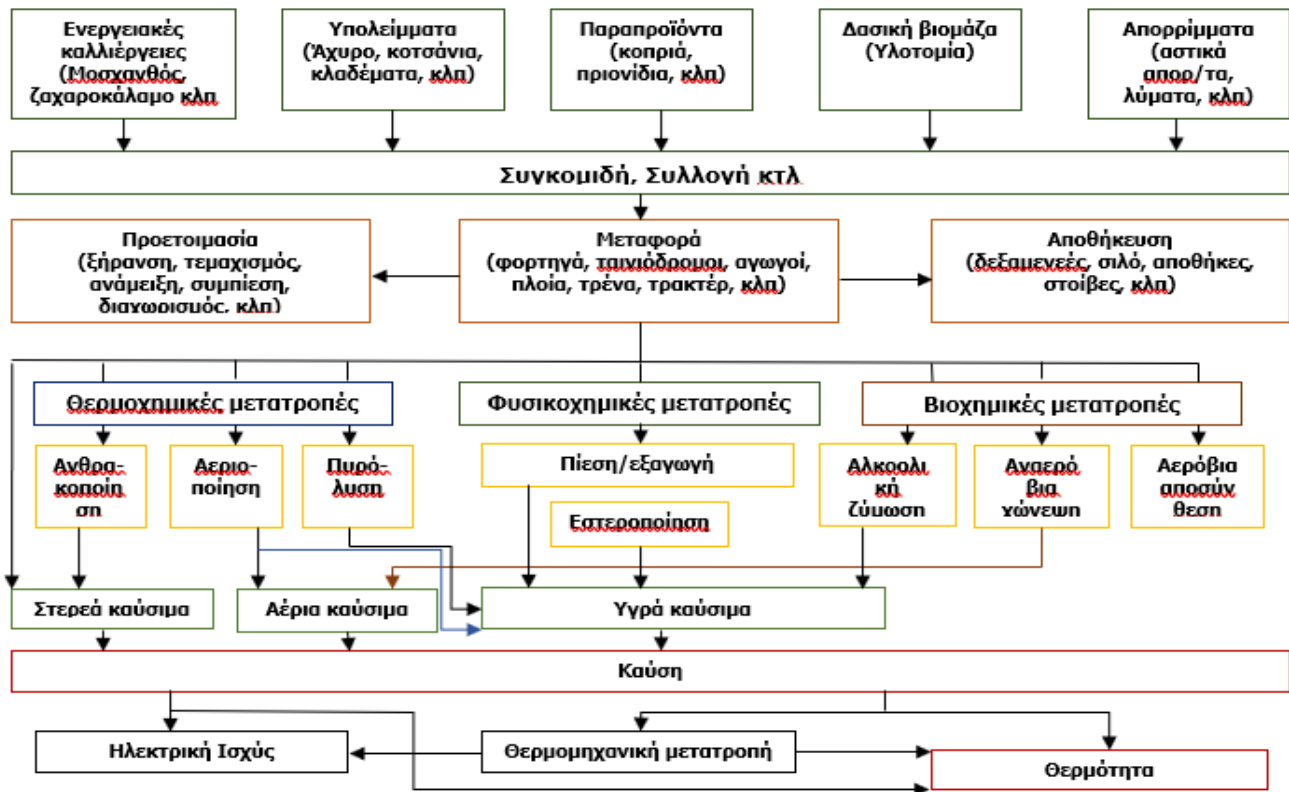


Εικόνα 3.1-3. Χρήση των υγρών βιοκαυσίμων στις χώρες μέλη της IEA Bioenergy (2005-2010-2015-2019) και σύγκριση με την κατανάλωση ορυκτού πετρελαίου (πηγή δεδομένων: IEA (2021) Παγκόσμια Ενεργειακά Ισοζύγια και Πληροφορίες για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας)

3.2 Τεχνολογίες μετατροπής βιομάζας

Οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για την ενεργειακή μετατροπή της βιομάζας σε βιοκαύσιμα, θερμότητα ή ηλεκτρισμό κατηγοριοποιούνται σε θερμοχημικές (ξηρές) και βιοχημικές (υγρές). Τα κριτήρια επιλογής μιας

συγκεκριμένης τεχνολογίας έναντι άλλων εξαρτώνται από τις βασικές φυσικές και χημικές ιδιότητες των πρώτων υλών βιομάζας, ως απόρροια της στοιχειομετρικής σύστασής τους (σχέση άνθρακα προς άζωτο) και της περιεκτικότητας σε υγρασία. Οι διεργασίες μετατροπής της βιομάζας ταξινομούνται σε θερμοχημικές, φυσικοχημικές και βιοχημικές και παρουσιάζονται αναλυτικά στην Εικ. 3.2-1. Αξίζει να αναφερθεί ότι οι θερμοχημικές τεχνολογίες εφαρμόζονται στη «ξηρή» βιομάζα, καθώς απαιτείται θέρμανση μικρότερης ποσότητας νερού, ενώ οι αντίστοιχες βιοχημικές στην «υγρή» βιομάζα, η οποία έχει υψηλή περιεκτικότητα σε υγρασία. Πιο αναλυτικά :



Εικόνα 3.2-1. Ενεργειακές μετατροπές βιομάζας (Ασημακόπουλος, 2015).

α. **Οι θερμοχημικές μετατροπές** χρησιμοποιούνται για τα είδη της βιομάζας, των οποίων η σχέση άνθρακα προς άζωτο είναι άνω του 30 και η υγρασία μικρότερη του 50%. Κατά τις διεργασίες αυτές, λαμβάνουν χώρα αντιδράσεις που εξαρτώνται από τη θερμοκρασία για διαφορετικές συνθήκες οξειδωσης. Επίσης, οι τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται είναι οι εξής (Πολυζάκης, 2019):

- 1) **Η απευθείας καύση**, κατά την οποία πραγματοποιείται οξείδωση της βιομάζας παρουσία περίσσειας αέρα και τα παραγόμενα θερμά καυσαέρια χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ατμού. Πρόκειται για μια ώριμη τεχνολογία με χαμηλό βαθμό απόδοσης και προβλήματα στην τροφοδοσία μεγάλων εγκαταστάσεων εξαιτίας του υψηλού κόστους μεταφοράς της βιομάζας. Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι, στους σύγχρονους σταθμούς μεγάλης κλίμακας, η αποτέφρωση των ΑΣΑ συνδυάζεται με την αυξανόμενη καθαρή παραγωγή ηλεκτρικής ισχύος έως και 45 MW.

2) **Η σύγκausη**, κατά την οποία πραγματοποιείται η ταυτόχρονη καύση δύο διαφορετικών καυσίμων στον ίδιο ατμοπαραγωγό, ήτοι των βιοκαυσίμων με ορυκτά καύσιμα. Έχουν αναφερθεί τρεις δημοφιλείς τεχνικές σύγκausης, με τα αντίστοιχα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματά τους :

- **Άμεση σύγκausη** : αποτελεί μια απλή, χαμηλού κόστους τεχνική και πραγματοποιείται σε ήδη υπάρχουσες εγκαταστάσεις παραγωγής ενέργειας, όπου η βιομάζα αναμιγνύεται με άνθρακα στο ίδιο σύστημα και το μίγμα τροφοδοτείται στον ατμοπαραγωγό, ή η βιομάζα προετοιμάζεται χωριστά από τον άνθρακα και μετέπειτα εγχύεται στον ατμοπαραγωγό χωρίς να γίνει καμία αλλαγή στο συμβατικό σύστημα τροφοδοσίας του άνθρακα.
- **Έμμεση σύγκausη** : αποτελεί μια πλεονάζουσα τεχνική σχετικά με τη χρήση ευρύτατου φάσματος βιοκαυσίμων και ευκολίας στον καθαρισμό του αέριου καυσίμου. Σύμφωνα με την τεχνική αυτή, αρχικά παράγεται το syngas μέσω ενός χωριστού αεριοποιητή βιομάζας, το οποίο εν συνεχεία τροφοδοτείται και καίγεται στον ίδιο ατμοπαραγωγό που χρησιμοποιεί άνθρακα ή φυσικό αέριο.
- **Ξεχωριστή χρήση ατμοπαραγωγού βιομάζας** : αποτελεί μια τεχνική κατά την οποία παράγεται ατμός με βελτιωμένα ποιοτικά χαρακτηριστικά και χρησιμοποιείται σε ατμοηλεκτρικούς σταθμούς όπου χρησιμοποιείται άνθρακας ή φυσικό αέριο ως καύσιμη ύλη.

Στις εγκαταστάσεις παραγωγής ενέργειας που χρησιμοποιούν τη σύγκausη της βιομάζας με τον άνθρακα έχουν παρατηρηθεί διάφοροι τεχνικοί περιορισμοί εξαιτίας προβλημάτων κατά την τροφοδοσία και την προετοιμασία της βιομάζας (π.χ. έκρηξη σκόνης κατά τη διάρκεια της άλεσης), στον ατμοπαραγωγό άνθρακα (π.χ. διάβρωση εξαιτίας των υψηλών θερμοκρασιών), στη διέλευση των καυσαερίων, στην ποιότητα των υγρών και στερεών υποπροϊόντων (νερό έκπλυσης, γύψος, ιπτάμενη τέφρα).

3) **Η αεριοποίηση**, κατά την οποία πραγματοποιείται μερική οξειδωση της βιομάζας σε θερμοκρασίες 800 – 900°C και μετατροπή αυτής σε ένα μίγμα καύσιμου αερίου, γνωστό ως αέριο σύνθεσης που αποτελείται από CO και H₂, το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε σε διεργασία άμεσης καύσης, είτε ως καύσιμο σε αεριοστρόβιλος, είτε ως πρώτη ύλη στην παραγωγή διάφορων χημικών ουσιών (π.χ. μεθανόλη). Επίσης, η βιομάζα υπόκειται σε διαδικασίες προετοιμασίας «preparation & handling», ανάλογα με την χρησιμοποιούμενη τεχνολογία αεριοποίησης, όπως είναι η ξήρανση (όρια υγρασίας βιομάζας πριν την αεριοποίηση <10-15% για να μην παρεμποδίζεται η ανάφλεξη και μειώνεται η θερμογόνος δύναμη του παραγόμενου αερίου), κατακερματισμός (όρια μεγέθους των τροφοδοτούμενων κόκκων 20-80mm ώστε να παράγεται ένα αέριο με λιγότερες ακαθαρσίες αφού τα μικρά μόρια βιομάζας περιέχουν λιγότερο άζωτο και αλκάλια), διήθηση (πλύση με νερό για τη μείωση του αζώτου και των αλκαλίων που περιέχονται στη βιομάζα).

Η αεριοποίηση μπορεί να πραγματοποιηθεί σε ένα δοχείο αντιδραστήρα ή σε διαφορετικά, ανάλογα με τον τύπο αεριοποιητή που χρησιμοποιείται. Στους άμεσους αεριοποιητές, οι οποίοι λειτουργούν σε συνθήκες πίεσης ίσης ή και μεγαλύτερης της ατμοσφαιρικής, πραγματοποιείται απευθείας εισαγωγή αέρα, οξυγόνου ή υδρογόνου στο μοναδικό δοχείο του αεριοποιητή με αποτέλεσμα να λαμβάνουν χώρα οι αντιδράσεις της πυρόλυσης, της αεριοποίησης και της καύσης, ενώ επιτυγχάνεται υποστοιχειομετρική καύση της βιομάζας. Στους έμμεσους αεριοποιητές που λειτουργούν με σχεδόν ατμοσφαιρική πίεση, ένα

αδρανές μέσο μεταφοράς όπως είναι η άμμος μεταφέρει την παραγόμενη θερμότητα από τον καυστήρα στον αεριοποιητή όπου πραγματοποιούνται μόνο οι αντιδράσεις της πυρόλυσης και της αεριοποίησης.

Αξίζει να σημειωθεί ότι, από τη διεργασία της αεριοποίησης παράγονται τρία είδη αερίου διαφορετικής ποιότητας που έχουν θερμογόνο δύναμη 4-6 MJ/m³, 12-18 MJ/m³, 40 MJ/m³, ανάλογα με τις συνθήκες λειτουργίας, το μέσο αεριοποίησης (αέρας ή οξυγόνο/ατμός ή υδρογόνωση) και τη μέθοδο λειτουργίας που χρησιμοποιούνται.

Εν συνεχεία, υπάρχουν δύο τύποι αεριοποιητών (Πολυζάκης, 2019):

- α. Οι **αεριοποιητές σταθερής κλίνης** που αποτελούν την παραδοσιακή τεχνολογία, είναι απλοί στην κατασκευή και λειτουργία, χρησιμοποιούνται σε εφαρμογές μικρής ή μεσαίας κλίμακας (της τάξεως των μερικών MW) και παράγουν αέρια με χαμηλή θερμογόνο δύναμη χρησιμοποιώντας ως αέριο μέσο τον αέρα. Επίσης, ανάλογα με την κατεύθυνση της ροής του αερίου μέσου, οι αεριοποιητές ταξινομούνται σε:
 - **Αεριοποιητές ανωρεύματος**, έχουν περιορισμένη χρήση στην ηλεκτροπαραγωγή ισχύος μέχρι τα 10 MW. Εν προκειμένω, η τροφοδοσία της βιομάζας γίνεται από την κορυφή του αεριοποιητή, ο αέρας από τη βάση του, ενώ το παραγόμενο αέριο φεύγει από την κορυφή του. Η αεριοποίηση πραγματοποιείται σε 4 ζώνες (ξήρανση, απόσταξη, μετατροπή, εστία), με υψηλή απόδοση, ενώ παράγονται λιγότερα υπολείμματα στερεού άκαυστου άνθρακα. Ως βασικά μειονεκτήματα των αεριοποιητών ανωρεύματος αναφέρονται η παραγωγή αερίου χαμηλής θερμογόνου δύναμης και υψηλού ποσοστού πίσσας στα προϊόντα.
 - **Αεριοποιητές κατωρεύματος**, οι οποίοι έχουν χρήση σε εφαρμογές ισχύος μέχρι 1 MW. Η τροφοδοσία της βιομάζας γίνεται από την κορυφή του αεριοποιητή, ο αέρας τροφοδοσίας εισέρχεται από τη μέση του, ενώ το παραγόμενο αέριο απομακρύνεται από τη βάση του. Η αεριοποίηση πραγματοποιείται σε 4 ζώνες που έχουν διαφορετική διάταξη από την αντίστοιχη στον αεριοποιητή ανωρεύματος (ξήρανση, απόσταξη, εστία, μετατροπή), με αποτέλεσμα να επιτυγχάνεται η παραγωγή αερίου με χαμηλή περιεκτικότητα σε πίσσα. Όμως, η χαμηλή απόδοση της αεριοποίησης, το υψηλό ποσοστό τέφρας και σκόνης στο παραγόμενο αέριο αποτελούν τα βασικά μειονεκτήματα αυτού του τύπου αεριοποιητή.
 - **Αεριοποιητές διασταυρωμένης ροής**, στους οποίους χρησιμοποιείται μόνο βιομάζα με υψηλό ποσοστό τέφρας (ξύλο, κάρβουνο, κωκ), Η τεχνολογία αυτών των αεριοποιητών εφαρμόζεται σε εργοστάσια ηλεκτροπαραγωγής πολύ μικρής κλίμακας (<10kW).
- β. Οι **αεριοποιητές ρευστοποιημένης κλίνης**, στους οποίους περιλαμβάνονται οι τρεις τύποι : περιδινούμενη ρευστοποιημένη κλίνη, κοχλάζουσα ρευστοποιημένη κλίνη, εσωτερικής κυκλοφορίας αεριοποιητής. Ως βασικά μειονεκτήματα αυτής της κατηγορίας έναντι των αεριοποιητών σταθερής κλίνης αναφέρονται η σύνθετη λειτουργία τους, το υψηλό κόστος σχεδιασμού, κατασκευής και λειτουργίας, το υψηλό ποσοστό πίσσας και σκόνης στο παραγόμενο αέριο, η ατελής καύση του άνθρακα, η δημιουργία αλκαλικών μετάλλων σε κατάσταση ατμού εξαιτίας των υψηλών θερμοκρασιών του παραγόμενου αερίου.

Χαρακτηριστικό παράδειγμα μονάδων αεριοποίησης είναι η αντίστοιχη της Enerkem στην οποία παράγεται αιθανόλη και μεθανόλη από βιοαπόβλητα. Ειδικότερα, στο εργοστάσιο του Rotterdam στην Ολλανδία, 360.000 τόνοι αποβλήτων μετατρέπονται σε 220.000 τόνους βιομεθανόλης. Παρόμοια, η Velocys έχει ιδρύσει δυο εργοστάσια παραγωγής αεροπορικών καυσίμων από βιομάζα και βιοαπόβλητα χρησιμοποιώντας την τεχνολογία της αεριοποίησης σε δύο στάδια (Πίνακας 3.2-1 και Εικ. 3.2-2).

Πίνακας 3.2-1. Επιχειρήσεις που χρησιμοποιούν την τεχνολογία της αεριοποίησης για την παραγωγή συνθετικών καυσίμων (Panoutsou and Maniatis, 2021).

A/A	Κατασκευαστής τεχνολογίας	Εργοστάσιο/ τοποθεσία	Δυναμικότητα παραγωγής (tones/yr)	Σε λειτουργία από
1	Enerkem	Edmonton, CA biowaste	30,000 ethanol	2021?
		Varenes, CA biowaste	100,000 ethanol	2023?
		Rotterdam, NL biowaste	220,000 methanol	2023?
		Tarragona, SP biowaste	220,000 methanol	2024?
2	Velocys/TRI	Altalto Immingham biowaste	37,000 SAF	2023?
		Natchez, Mississippi biomass	75,000 SAF	2024?
3	TRI	biowaste	32,000 SAF	2022?



Εικόνα 3.2-2. ENERKEM εργοστάσιο στον Καναδά (Edmonton, Alberta) (αριστερά) και TRI εργοστάσιο υπό κατασκευή στις Η.Π.Α. (Reno Nevada) (δεξιά) (Panoutsou and Maniatis, 2021).

- 4) **Η πυρόλυση**, κατά την οποία η βιομάζα, απουσία οξυγόνου, διασπάται σε ατμούς, (υγρό κλάσμα), σε άνθρακα (στερεό κλάσμα) και σε αέρια προϊόντα. Μετά την απομάκρυνση του άνθρακα, λαμβάνει χώρα η ψύξη και συμπύκνωση των ατμών σε ένα υγρό βιοέλαιο, το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για θέρμανση ή παραγωγή ηλεκτρισμού ή άλλες χρήσεις. Οι τύποι βιομάζας που μπορούν να χρησιμοποιηθούν είναι το ξύλο και τα υπολείμματα ξύλου, αλλά και ο φλοιός ρυζιού, οι ενεργειακές καλλιέργειες, τα υπολείμματα ελιάς και φοινικέλαιου, κ.ά. Οι κύριες απαιτήσεις της βιομάζας που θα χρησιμοποιηθεί στην πυρόλυση είναι η περιεκτικότητα σε υγρασία να είναι μικρότερη από 6-8% και να έχει μικρό μέγεθος. Για αυτό τον λόγο αρκετές εμπορικές μονάδες παραγωγής ελαίου πυρόλυσης διαθέτουν τμήμα προεπεξεργασίας βιομάζας, στο οποίο χρησιμοποιείται η πλεονάζουσα θερμότητα και ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από την μονάδα πυρόλυσης. Για την μεγιστοποίηση της παραγωγής

του ελαίου πυρόλυσης χρησιμοποιείται η ταχεία πυρόλυση, όπου τα μικρά σωματίδια βιομάζας υπόκεινται σε πολύ γρήγορη θέρμανση, η θερμοκρασία του αντιδραστήρα πυρόλυσης διατηρείται στους 500°C περίπου, οι ατμοί παραμένουν για σύντομο χρόνο για την αποφυγή της περαιτέρω διάσπασης και υπόκεινται σε ταχεία ψύξη για την παραγωγή του υγρού πυρόλυσης. Κατά την ταχεία πυρόλυση, παρουσία οξυγόνου και όχι αέρα, παράγεται αέριο συνθέσεως, ήτοι CO + H₂. Εκτός από την ταχεία πυρόλυση, υπάρχει και η τεχνική της καταλυτικής πυρόλυσης κατά την οποία χρησιμοποιούνται ειδικοί καταλύτες για την αύξηση του βαθμού απόδοσης σε ορισμένα προϊόντα.

Χαρακτηριστικά παραδείγματα μονάδων πυρόλυσης στην Ευρώπη είναι η αντίστοιχη της EMPYRO στο Hengelo της Ολλανδίας και της Fortum - Valmet στη Φιλανδία. Στην πρώτη μονάδα, ξυλώδης βιομάζα μετατρέπεται σε 24,000 τόνους ελαίου πυρόλυσης ετησίως. Τα παραγόμενα έλαια πυρόλυσης οδηγούνται σε καύση μαζί με το φυσικό αέριο για την παραγωγή ατμού που χρησιμοποιείται σε ένα γαλακτοκομείο της FrieslandCampina στο Borculo (Ολλανδία). Η μονάδα παραγωγής ελαίου των Fortum και Valmet χρησιμοποιεί ως πρώτες ύλες δασικά υπολείμματα και άλλους τύπους ξυλώδους βιομάζας και έχει ετήσια παραγωγική δυναμικότητα 50,000 τόνων ελαίου πυρόλυσης, γνωστό με την εμπορική ονομασία “Fortum Otso” 34. Αντίστοιχα, εκτός της Ευρωπαϊκής Ένωσης έχουν κατασκευαστεί αρκετές άλλες μονάδες πυρόλυσης για την παραγωγή, κυρίως, ανανεώσιμων καυσίμων όπως είναι η μονάδα Red Arrow Products στην Wisconsin (ΗΠΑ) και η πρόσφατη AE Cote-Nord στον Καναδά (Πίνακας 3.2-2 και Εικ. 3.2-3, 3.2-4).

Πίνακας 3.2-2. Επιχειρήσεις που χρησιμοποιούν την τεχνολογία της πυρόλυσης (Panoutsou and Maniatis, 2021)

A/A	Κατασκευαστής τεχνολογίας	Εργοστάσιο/ τοποθεσία	Δυναμικότητα παραγωγής (tones/yr)	Σε λειτουργία από
1	Fortum	Joensuu, Finland	50,000	2013
2	Biomass Technology Group, (BTG)	EMPYRO Hengelo, NL	24,000	2015
		Green Fuel Nordic, FI	24,000	2020
		Pyrocell SE	24,000	2021
3	ENSYN	1. Rhinlander, Wisconsin	N/A	
		2. Renfrew, Ontario	20,000	
		3. Cote Nord, Quebec	50,000	2022



Εικόνα 3.2-3. Fortum's Joensuu εργοστάσιο στη Φιλανδία (αριστερά) και BTG's εργοστάσιο στη Φιλανδία (Green Fuel Nordic, Lieksa) (δεξιά) (Panoutsou and Maniatis, 2021).



Εικόνα 3.2-4. ENSYN's εργοστάσιο στον Καναδά (Renfrew) (Panoutsou and Maniatis, 2021).

β. **Οι βιοχημικές μετατροπές** χρησιμοποιούνται για τα είδη της βιομάζας, των οποίων η σχέση άνθρακα προς άζωτο είναι έως 30 και η υγρασία μεγαλύτερη του 50% (π.χ. υπολείμματα λαχανικών). Οι βιοχημικές μέθοδοι περιλαμβάνουν τις κάτωθι τεχνολογίες (Πολυζάκης, 2019):

- 1) **Αερόβια ζύμωση**, μια σύντομη και έντονη διαδικασία, κατά την οποία διάφορα αγροτικά προϊόντα, όπως είναι το ζαχαροκάλαμο, το κριθάρι, κλπ., μετατρέπονται σε υγρά βιοκαύσιμα (π.χ. βιοαιθανόλη), παρουσία οξυγόνου. Καταρχήν, εξάγεται ζυμώσιμο διάλυμα σακχάρων από τις καλλιέργειες ζάχαρης και με την προσθήκη εκχυλίσματος μαγιάς παράγεται με ζύμωση των σακχάρων, η βιοαιθανόλη. Αντίστοιχα, με την μέθοδο της σακχαροποίησης δύνανται να ληφθεί ζυμώσιμο διάλυμα σακχάρων από καλλιέργειες αμύλου, όπως είναι το σιτάρι ή ο αραβόσιτος, τα οποία υπόκεινται σε άλεση, ανάμιξη με νερό και ένζυμα και θερμική επεξεργασία έως 90°C περίπου. Το προϊόν της ζύμωσης περιέχει αιθανόλη σε μικρό ποσοστό (10-15%), ενώ το υπόλοιπο αυτής θα πρέπει να ληφθεί από την απόσταξη, η οποία αποτελεί μια αρκετά ενεργόβορα διεργασία. Τα βασικότερα προβλήματα που προκύπτουν κατά την παραγωγή των βιοκαυσίμων είναι η ποιότητά τους και το κόστος αυτών εξαιτίας του υψηλού κόστους των πρώτων υλών. Εξαιρέση αποτελούν οι χώρες στις οποίες υπάρχει αφθονία αγροτικών προϊόντων όπως είναι η Βραζιλία, στην οποία η παραγωγή βιοαιθανόλης έχει υποκαταστήσει σε σημαντικό βαθμό τα συμβατικά καύσιμα.

Επιπρόσθετα, αναφέρεται ότι αιθανόλη μπορεί να παραχθεί μέσω τεχνολογιών 2G που χρησιμοποιούν ως βιομάζα, λιγνοκυτταρινούχες πρώτες ύλες, όπως είναι το ξύλο ή το άχυρο και συνίστανται από ημικυτταρίνη, κυτταρίνη και λιγνίνη. Οι ως άνω τεχνολογίες εφαρμόζουν τη διαδικασία της θερμικής προεπεξεργασίας για την αρχική διάσπαση της δομής της ημικυτταρίνης, κυτταρίνης και λιγνίνης και την επακόλουθη σακχαρίωση της κυτταρίνης παρουσία ενζύμων. Από το ζυμώσιμο διάλυμα σακχάρων παράγεται η αιθανόλη, η οποία απομονώνεται και καθαρίζεται με τη διαδικασία που περιεγράφηκε ανωτέρω. Στις ΗΠΑ και στη Βραζιλία, έχουν αναπτυχθεί πρόσφατα δραστηριότητες για την προώθηση στην αγορά της λιγνοκυτταρινικής αιθανόλης. Χαρακτηριστικά αναφέρεται, το δίκτυο Patriot Renewable Fuels στο Annawan, Illinois, στο οποίο παράγονται περίπου 380,000 t/a αιθανόλη από κόκκους σιτηρών και επιπλέον 75,000 – 90,000 t/a αιθανόλη από άχυρο καλαμποκιού (Lane, 2019). Αντίστοιχη επέκταση από μονάδα μετατροπής 300,000 t/a αραβοσίτου σε περίπου 60,000 t/a αιθανόλη πραγματοποιήθηκε στο βιοδιυλιστήριο POET στο Emmetsburg της Iowa. Στη Βραζιλία, η Raízen, η οποία αποτελεί κοινοπραξία της επιχείρησης παραγωγής ζάχαρης Cosan και του ομίλου παραγωγής ορυκτελαίων Royal Dutch Shell προέβη σε αντίστοιχες επεκτάσεις μονάδων για την παραγωγή αιθανόλης από άχυρο και βαγιάση ζαχαροκάλαμου. Ως βασικά πλεονεκτήματα αυτών των επεκτάσεων έχουν θεωρηθεί η χρήση πρώτων υλών χαμηλού κόστους και σταθερής παροχής (βαγιάση και άχυρο), το

μικρότερο επενδυτικό και λειτουργικό κόστος εξαιτίας της χρήσης του υπάρχοντος εξοπλισμού και άλλων υποδομών. Ωστόσο, στην Ευρώπη, μέχρι την πρόσφατη βιβλιογραφική ανασκόπηση δεν έχουν διεξαχθεί μελέτες για την ενσωμάτωση τεχνολογιών παραγωγής λιγνοκυτταρινικής αιθανόλης και των πρώτων υλών αυτής σε υφιστάμενες μονάδες παραγωγής βιοαιθανόλης.

2) **Αναερόβια ζύμωση**, όπου οργανικά απόβλητα μετατρέπονται από υφιστάμενους πληθυσμούς βακτηριών σε βιοαέριο, ήτοι μίγμα μεθανίου και διοξειδίου του άνθρακα, μέσα σε χωνευτήρες συνεχούς ή διακοπτόμενης λειτουργίας, απουσία αέρα. Το παραγόμενο βιοαέριο μπορεί να χρησιμοποιηθεί μέσω της καύσης για μαγείρεμα, θέρμανση ή στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μέσω μηχανών εσωτερικής καύσης ισχύος μέχρι 10MW. Σημαντική παράμετρος της διεργασίας είναι η θερμοκρασία, η οποία πρέπει να διατηρείται μεταξύ 20° – 65° C. Σύμφωνα με βιβλιογραφικά δεδομένα, από μια τυπική δεξαμενή αναερόβιας χώνευσης παράγονται 200-400m³ βιοαερίου (με σύσταση 55-70% μεθάνιο) ανά τόνο αποβλήτου.

γ. Οι **φυσικο-χημικές μετατροπές** περιλαμβάνουν φυσικές (π.χ. συμπίεση ελαιούχων σπόρων και πελλετών, άλεση, εκχύλιση παραγόμενου ελαίου κ.ά) και χημικές διεργασίες (π.χ. εστεροποίηση, υδροθερμική επεξεργασία) μετατροπής της βιομάζας. Χαρακτηριστικό παράδειγμα εφαρμογής αυτών των μετατροπών είναι οι μονάδες παραγωγής βιοντίζελ από φυτά που περιέχουν έλαιο, χρησιμοποιημένα μαγειρικά έλαια και απόβλητα ζωικής προέλευσης (λίπη).

Αξίζει να σημειωθεί ότι, στις φυσικοχημικές μεθόδους χρησιμοποιείται και η υδροθερμική υγροποίηση, η οποία αποτελεί διαδικασία παρόμοια με την ταχεία πυρόλυση με την κύρια διαφορά ότι είναι εφαρμόσιμη για τη μετατροπή της υγρής βιομάζας (όπως τα φύκια) σε ακατέργαστο πετρέλαιο υπό μέτρια θερμοκρασία και υψηλή πίεση, παρουσία ενός καταλύτη (Panoutsou and Maniatis, 2021). Το παραχθέν βιοκαύσιμο χρειάζεται αναβάθμιση πριν χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο μεταφορών. Σήμερα, γίνονται πολλές προσπάθειες για την ανάπτυξη της συγκεκριμένης τεχνολογίας στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Ωστόσο, ο πιο προηγμένος πάροχος αυτής της τεχνολογίας είναι η Reliance/CRI στην Ινδία, η οποία παράγει 5 ton/day.

Η τεχνολογία IH₂ είναι μια καταλυτική θερμοχημική διαδικασία που μετατρέπει τη βιομάζα απευθείας σε καύσιμα υδρογονανθράκων υψηλής καθαρότητας ή/και αποθέματα μείγματος με ανάκτηση ενεργειακού περιεχομένου περίπου 70% σε όλες τις διαμορφώσεις. Η διαδικασία χρησιμοποιεί καταλυτική υδροπυρόλυση, δηλ. πυρόλυση παρουσία υψηλής συγκέντρωσης υδρογόνου, σε ρευστοποιημένη κλίνη υπό πίεση. Αυτή η τεχνολογία μπορεί να παράγει βενζίνη (βενζίνη), καύσιμο πολιτικών αεροσκαφών και ντίζελ. Ενώ η ιδέα της τεχνολογίας IH₂ αναπτύχθηκε από το Gas Technology Institute (GTI) που εδρεύει στο Σικάγο για τη μετατροπή αστικών και γεωργικών απορριμμάτων σε υγρά καύσιμα μεταφορών, τα παγκόσμια δικαιώματα άδειας για τη νέα τεχνολογία αποκτήθηκαν από την CRI Catalyst Company, θυγατρική της Royal Dutch Shell. Η ελάχιστη εμπορικά βιώσιμη κλίμακα αυτής της τεχνολογίας αναμένεται να είναι από 500 έως 1000 TPD βιομάζας. Ένα εργοστάσιο 500 TPD θα παράγει περίπου 200 TPD προηγμένα βιοκαύσιμα (Panoutsou and Maniatis, 2021).

Εν συνεχεία, η NESTE, είναι η πρώτη εταιρεία παγκοσμίως, η οποία παράγει ανανεώσιμο βιοντίζελ (Hydrogenated vegetable oil, HVO) σε εμπορική κλίμακα. Άλλα ευρωπαϊκά διυλιστήρια μετατρέπουν εκ νέου τα υπάρχοντα διυλιστήρια πετρελαίου σε βιοδιυλιστήρια HVO, εξαιτίας του γεγονότος ότι τα μεγάλης κλίμακας εμπορικά διυλιστήρια χρειάζονται μεγάλους όγκους από φυτικά έλαια ή απόβλητα ρευμάτων λιπιδίων, ενώ

σύμφωνα με τις απαιτήσεις της ευρωπαϊκής πολιτικής, τα βιοκαύσιμα θα πρέπει να παράγονται από βιώσιμες πρώτες ύλες.

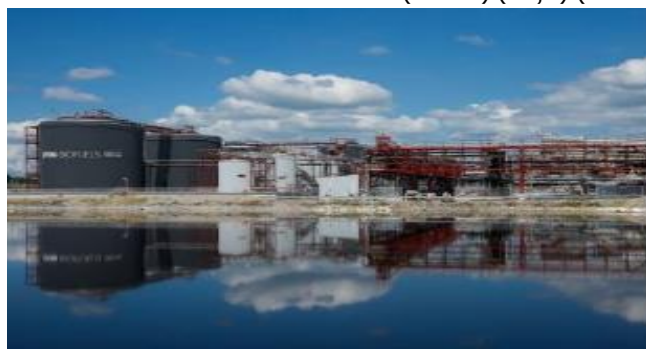
Η εταιρεία ENI (Εικ. 3.2-5) έχει μετατρέψει τα διυλιστήρια της στη Βενετία και στη Σικελία σε παραγωγή HVO. Το εργοστάσιο της Βενετίας θα παράγει 420.000 τόνους/έτος το 2024, ενώ το διυλιστήριο της Σικελίας στοχεύει να χρησιμοποιεί πρώτες ύλες που δεν ανταγωνίζονται την τροφική αλυσίδα (Panoutsou and Maniatis, 2021). Σήμερα η ENI έχει τη δυνατότητα επεξεργασίας 1,1 εκατομμυρίων τόνων ετησίως με στόχο τον διπλασιασμό της συνολικής παραγωγικής ικανότητας έως το 2024, φτάνοντας τους 5-6 εκατομμύρια τόνους έως το 2050 (Πίνακας 3.2-3). Το Lappeenranta Biorefinery της UPM ήταν το πρώτο βιοδιυλιστήριο εμπορικής κλίμακας που παρήγαγε ανανεώσιμες πηγές HVO με βάση το ξύλο και νέφτι (Εικ. 3.2-6). Το βιοδιυλιστήριο βρίσκεται δίπλα στο εργοστάσιο παραγωγής χαρτοπολτού και χαρτιού στο UPM Kaukas (Εικ. 3.2-6).

Πίνακας 3.2-3. Επιχειρήσεις που παράγουν HVO (Panoutsou and Maniatis, 2021)

A/A	Κατασκευαστής τεχνολογίας	Εργοστάσιο/ τοποθεσία	Δυναμικότητα παραγωγής (tones/yr)	Σε λειτουργία από
1	NESTE	Porvoo 1, Finland	200,000	2007
		Porvoo 2, Finland	200,000	2009
		Singapore	1,300,000	2010
		Rotterdam, Netherlands	1,200,000	2011
2	ENI	Venice, Italy	360,000	2014
		Gela, Sicily, IT	700,000	2019
3	UPM	Lappeenranta, Finland	130,000	2015
4	TotalEnergies	La Mede, France	500,000	2019
5	Preem	Gothenburg, Sweden	210,000	2021
		Lysekil, Sweden	750,000	2024?



Εικόνα 3.2-5. NESTE's HVO εργοστάσιο στο Rotterdam (αριστερά) και ENI's Green Refinery εργοστάσιο στην Ιταλία (Venice) (δεξιά) (Panoutsou and Maniatis, 2021).



Εικόνα 3.2-6. UPM's Lappeenranta εργοστάσιο βιοδιυλιστηρίου (αριστερά) και Preem raff στο Gothenburg (δεξιά) (Panoutsou and Maniatis, 2021).



Εικόνα 3.2-7. Βιοδιυλιστήριο στο La Mede (αριστερά) και CRI/SHELL εργοστάσιο (demonstration) στην Ινδία (Bangalore) (δεξιά) (Panoutsou and Maniatis, 2021).

3.3 Ενεργειακή αξιοποίηση βιομάζας

Στην προσπάθεια αναζήτησης από την παγκόσμια κοινότητα τρόπων μείωσης της εξάρτησης από τα συμβατικά ορυκτά καύσιμα, η βιομάζα θεωρείται ότι αποτελεί ένα ανανεώσιμο καύσιμο, το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή θερμότητας και ισχύος (Πολυζάκης, 2019). Στην πράξη, υφίστανται δύο κατηγορίες ανανεώσιμων καυσίμων :

- Τα συμβατικά βιοκαύσιμα ή πρώτης γενιάς βιοκαύσιμα, όπως είναι το βιοντίζελ (FAME, μεθυλεστέρας λιπαρών οξέων και παράγεται από την εστεροποίηση των φυτικών ελαίων π.χ. φοινικέλαιο, κραμβέλαιο, ηλιέλαιο), η βιοαιθανόλη (παράγεται από τη ζύμωση σακχάρων, σακχαρούχων φυτών, ή αμυλούχων καλλιεργειών), το βιοαέριο (παράγεται από την αναερόβια χώνευση οργανικών υπολειμμάτων, αποβλήτων και γεωργικών ειδών).
- Τα προηγμένα βιοκαύσιμα, τα οποία παράγονται από δασικά και γεωργικά υπολείμματα, απόβλητα βιομηχανιών, καλλιέργειες μη τροφικών φυτών και χαρακτηρίζονται κατά τον κύκλο ζωής τους από εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου κατά <50% χαμηλότερες από τις βασικές οριακές εκπομπές CO₂. Ενδεικτικά παραδείγματα αυτής της κατηγορίας αποτελεί η λιγνοκυτταρούχος αιθανόλη από κυτταρίνη και απλούστερες δομές ή από σάκχαρα ή από άμυλο άλλων φυτών εξαιρουμένου του αραβοσίτου, το BTL, γνωστό ως Fischer-Tropsch ντίζελ, τα υδρογονωμένα φυτικά έλαια (HVO/Hydrotreated Vegetable Oils), τα βιοκαύσιμα υδροεπεξεργασμένων εστέρων και λιπαρών οξέων (HEFA – Hydroprocessed Esters and Fatty Acids) αποβλήτων και υπολειμμάτων.

Επιπρόσθετα, σημειώνεται ότι σύμφωνα με την πρόσφατη αναθεώρηση της Ευρωπαϊκής Οδηγίας REDII, ως ανανεώσιμα καύσιμα θεωρούνται τα βιοκαύσιμα («υγρά καύσιμα μεταφορών τα οποία παράγονται από βιομάζα»), τα βιορευστά («υγρά καύσιμα για ενεργειακούς σκοπούς, εξαιρουμένων των μεταφορών, συμπεριλαμβανομένης της ηλεκτρικής ενέργειας και της θέρμανσης και της ψύξης»), τα καύσιμα βιομάζας («αέρια και στερεά καύσιμα που παράγονται από βιομάζα») και τα ανανεώσιμα υγρά και αέρια καύσιμα μεταφορών μη βιολογικής προέλευσης («υγρά ή αέρια καύσιμα τα οποία χρησιμοποιούνται στον τομέα των μεταφορών, πλην των βιοκαυσίμων ή των βιοαερίων, το ενεργειακό περιεχόμενο των οποίων προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας πλην της βιομάζας»).

Κατά την καύση των βιοκαυσίμων απελευθερώνεται ενέργεια, γνωστή, ως βιοενέργεια, η οποία θεωρείται ότι είναι δευτερογενής ηλιακή ενέργεια, καθώς συμμετέχει στη διαδικασία φωτοσύνθεσης των φυτών όπου δημιουργούνται λιγνοκυτταρινούχες ενώσεις και εν συνεχεία, περνάει στην τροφική αλυσίδα όλων των ζωντανών οργανισμών από τους οποίους παράγεται βιομάζα (Πολυζάκης, 2019). Η βιοενέργεια αποτελεί μια μορφή ανανεώσιμης πηγής ενέργειας, η οποία προέρχεται από την ενεργειακή αξιοποίηση της γεωργικής και δασικής βιομάζας (λοιπά αγροτικά καύσιμα, ξυλάνθρακες και καυσόξυλα) (Γεωργακέλλος & Διδασκάλου, 2022). Στην Ευρωπαϊκή Ένωση αποτελεί την κύρια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, της οποίας το μερίδιο αντιστοιχεί σε ποσοστό 60% το έτος 2018. Ειδικότερα, τα στερεά βιοκαύσιμα αντιστοιχούν στο 68,4%, τα υγρά βιοκαύσιμα στο 12,6%, το βιοαέριο στο 11,6%, το ανανεώσιμο ποσοστό των αστικών αποβλήτων στο 7,2% και οι ξυλάνθρακες στο 2% (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2020).

Παρόλο αυτά, κατά την καύση της βιομάζας χάνεται ένα μεγάλο ποσοστό ενέργειας, με αποτέλεσμα η διεργασία αυτή να χαρακτηρίζεται ως μη αποδοτική. Για παράδειγμα, η χρήση της παραδοσιακής βιομάζας, ήτοι στην «ακατέργαστη μορφή της», όπως είναι τα καυσόξυλα για μαγείρεμα σε αγροτικές περιοχές καταναλώνει μεγαλύτερο ποσοστό ενέργειας κατά κεφαλήν σε σύγκριση με τα υγρά ή αέρια καύσιμα και μπορεί να προκαλέσει ατμοσφαιρική ρύπανση με σοβαρές συνέπειες στην υγεία. Επομένως, υφίσταται ο αυξημένος κίνδυνος να χρησιμοποιείται βιομάζα για την παραγωγή ενέργειας χωρίς να έχει διασφαλιστεί επαρκώς η βιώσιμη προέλευση της με αποτέλεσμα να μην επιτυγχάνονται περιβαλλοντικά οφέλη.

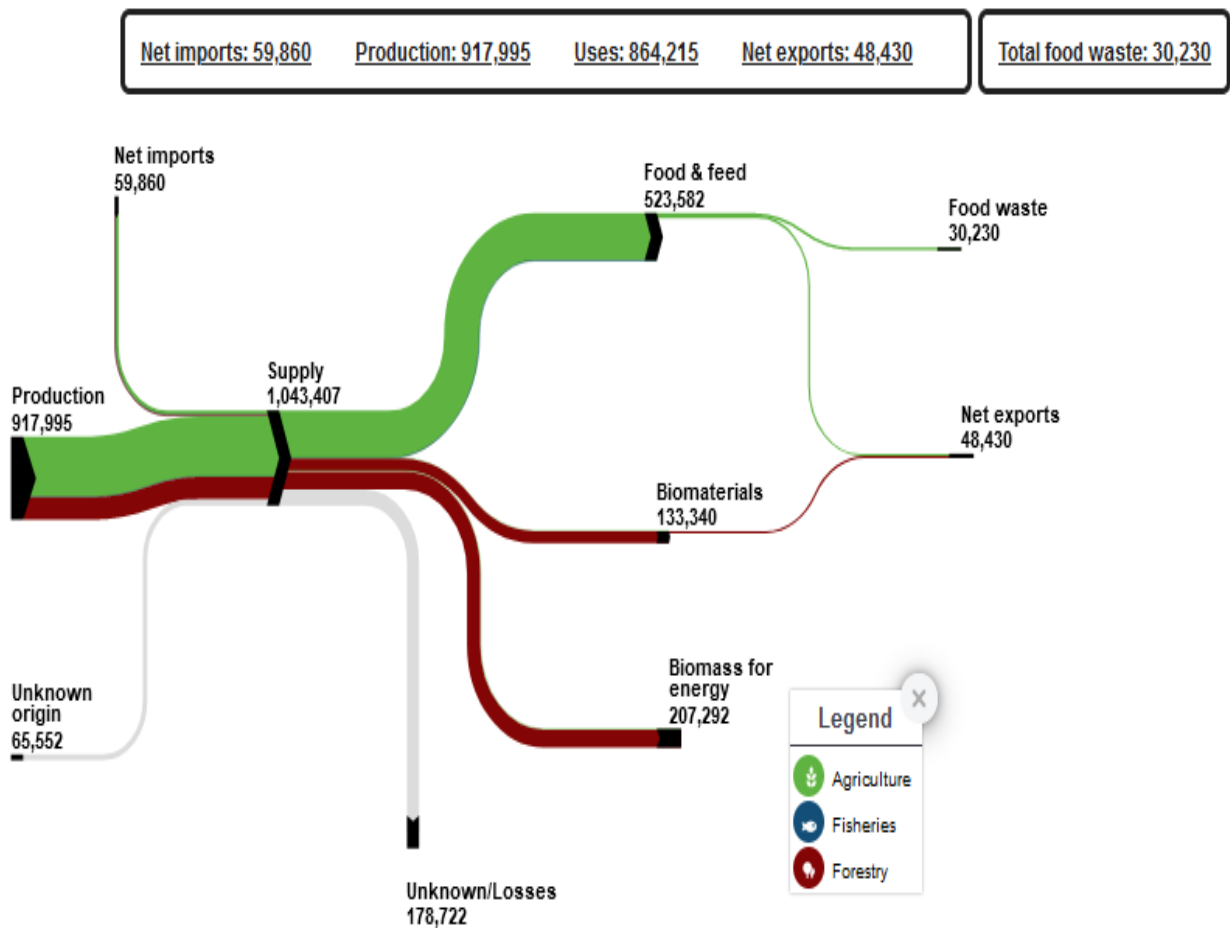
Γενικά, στον επιστημονικό χώρο αμφισβητείται το χρονικό διάστημα κατά το οποίο δύνανται να προκύψουν περιβαλλοντικά οφέλη από τη βιοενέργεια («περίοδος αποπληρωμής άνθρακα»), ενώ υποστηρίζεται ότι η καύση της βιομάζας από υπολείμματα ή κατάλοιπα ξύλου μπορεί να μειώσει σημαντικά τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου βραχυπρόθεσμα. Ωστόσο, η συγκομιδή δασικών προϊόντων, κυρίως για ενεργειακούς σκοπούς, θα αυξήσει την περιεκτικότητα σε CO₂ την ατμόσφαιρα, ακόμη και αν φυτευτούν νέα δέντρα, επειδή τα δενδρύλλια δεν θα μπορούν να απορροφήσουν τις ίδιες ποσότητες άνθρακα με τα ώριμα δέντρα, και για αυτό τον λόγο απαιτείται επιπλέον χρόνος για τη δέσμευση του εκλυθέντος CO₂ από την καύση. Το γεγονός, όμως, αυτό θα μπορούσε να επηρεάσει σοβαρά το κλίμα του πλανήτη, αυξάνοντας τις θερμοκρασίες από τη μια σταθερή κατάσταση στην άλλη («σημεία καμπής για το κλίμα»). Παρόλο αυτά, κάποιοι άλλοι υποστηρίζουν ότι η «περίοδος αποπληρωμής άνθρακα» δεν έχει πραγματικά σημασία, επειδή όλο το εκλυθέν διοξείδιο του άνθρακα απορροφάται.

Κατόπιν τούτου, ο βιώσιμος χαρακτήρας της βιοενέργειας σχετίζεται άμεσα με τον τρόπο με τον οποίο παράγεται και χρησιμοποιείται η βιομάζα. Η αντικατάσταση των συμβατικών καυσίμων από το βιοαέριο ή βιομεθάνιο και τη στερεή βιομάζα μπορεί να μειώσουν τις εκπομπές αερίων ανάλογα με το σύστημα παραγωγής της γεωργικής ή της δασικής βιομάζας, του βιοαερίου και του βιομεθανίου. Οι κίνδυνοι για τη βιωσιμότητα που έχουν σχέση με τη βιοενέργεια στο πλαίσιο της εφαρμογής της ευρωπαϊκής πολιτικής περιλαμβάνουν μείωση της βιοποικιλότητας, υποβάθμιση του εδάφους, λειψυδρία και ρύπανση υδάτων, εκπομπές αερίων θερμοκηπίου, ατμοσφαιρική ρύπανση, κοινωνικοοικονομικά ζητήματα (μη αποδοτική χρήση της βιομάζας και ανταγωνισμό με υφιστάμενες χρήσεις).

Εν προκειμένω, καταβάλλεται προσπάθεια στην παροχή καθαρών καυσίμων μαγειρέματος για όλους, σύμφωνα με τον Στόχο 7 του ΟΗΕ για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη (IEA, IRENA, UNSD, Παγκόσμια Τράπεζα και ΠΟΥ, 2021). Σήμερα, όμως, έχουν αναπτυχθεί σύγχρονες εφαρμογές για την αξιοποίηση της βιομάζας, ιδιαίτερα στις

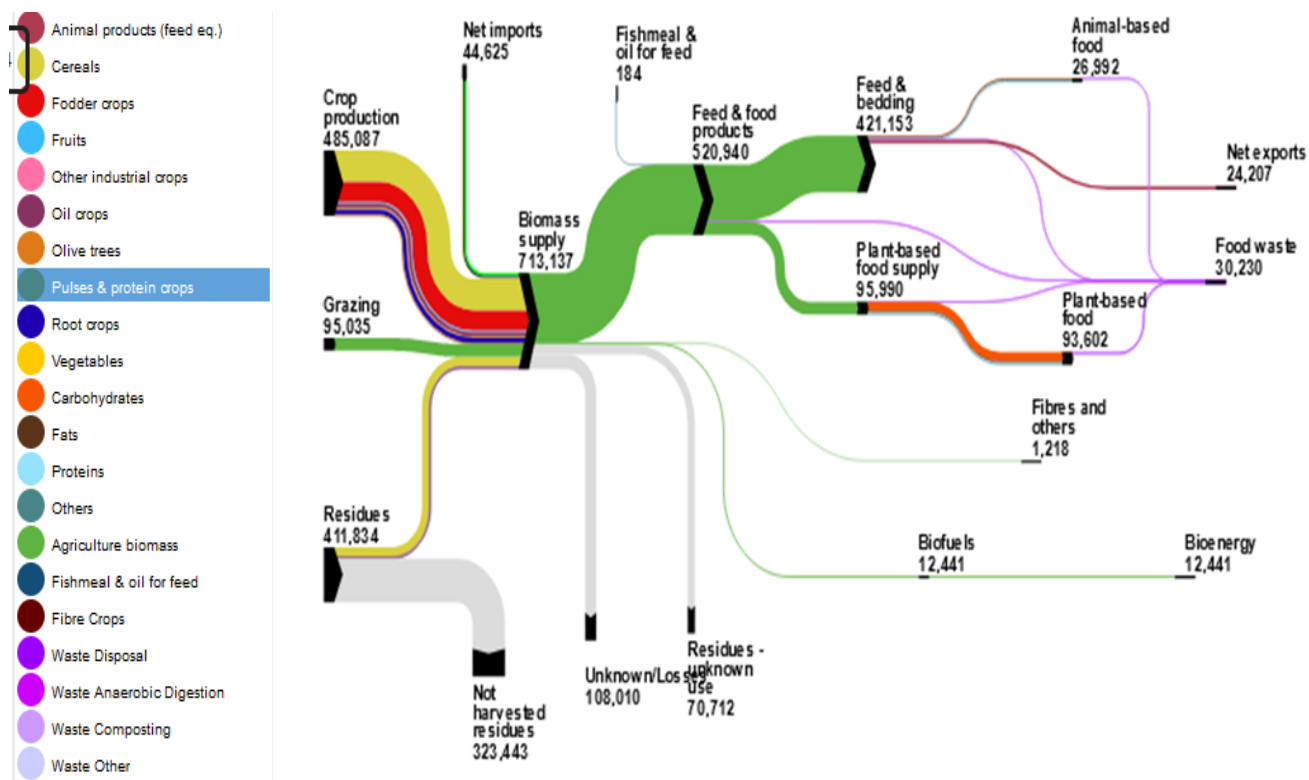
βιομηχανικές χώρες. Επομένως, η επιτυχής παραγωγή ενέργειας από τη βιομάζα εξαρτάται από τη χρήση εφαρμογών προηγμένης τεχνολογίας.

Το 2017, η συνολική προσφορά βιομάζας στην ΕΕ ανήλθε σε περίπου 1 δισεκατομμύριο τόνους ξηράς ύλης (tdm). Σχεδόν το 90% αυτής της βιομάζας παρήχθη στην ΕΕ, ενώ το 5% της προμήθειας βιομάζας εισήχθη από χώρες εκτός ΕΕ (Διάγραμμα 3.3-1,2,3,4). Η προέλευση του 5% της συνολικής βιομάζας δεν ήταν δυνατό να προσδιοριστεί. Ο αγροτικός τομέας είναι ο μεγαλύτερος παραγωγός εγχώριας βιομάζας με 69% του συνόλου (από 20% στη Φινλανδία έως άνω του 90% στην Ελλάδα, στην Κύπρο και στη Μάλτα), ακολουθούμενη από τη δασοκομία με το 31% της περιεκτικότητας σε ξηρά ουσία (από μη παραγωγικές χώρες όπως η Μάλτα έως σε ποσοστό άνω του 80% στη Φινλανδία), ενώ ο αλιευτικός τομέας συμμετέχει με πολύ μικρό ποσοστό μικρότερο του 1%). Εάν δεν ληφθούν υπόψη οι απώλειες ή το ποσοστό της βιομάζας για το οποίο δεν υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία για τη χρήση του, εκτιμάται ότι περίπου το 60% της διαθέσιμης βιομάζας χρησιμοποιείται για τρόφιμα και ζωοτροφές, 24% για ενέργεια και 16% για βιολικά, αντίστοιχα. Στην Ελλάδα, 45% της βιομάζας χρησιμοποιείται για τρόφιμα και ζωοτροφές, 2% για ενέργεια και 7% για βιο-υλικά.

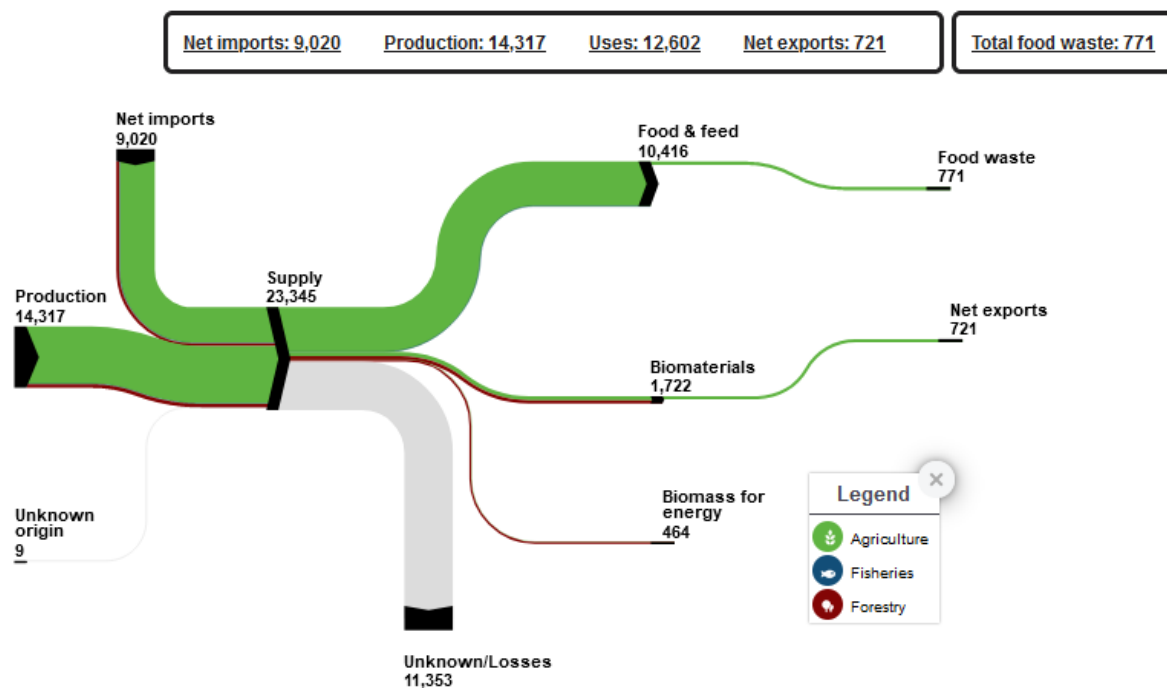


Διάγραμμα 3.3-1. Ροές βιομάζας στην ΕΕ (1000 tdm). (DataM, 2022).



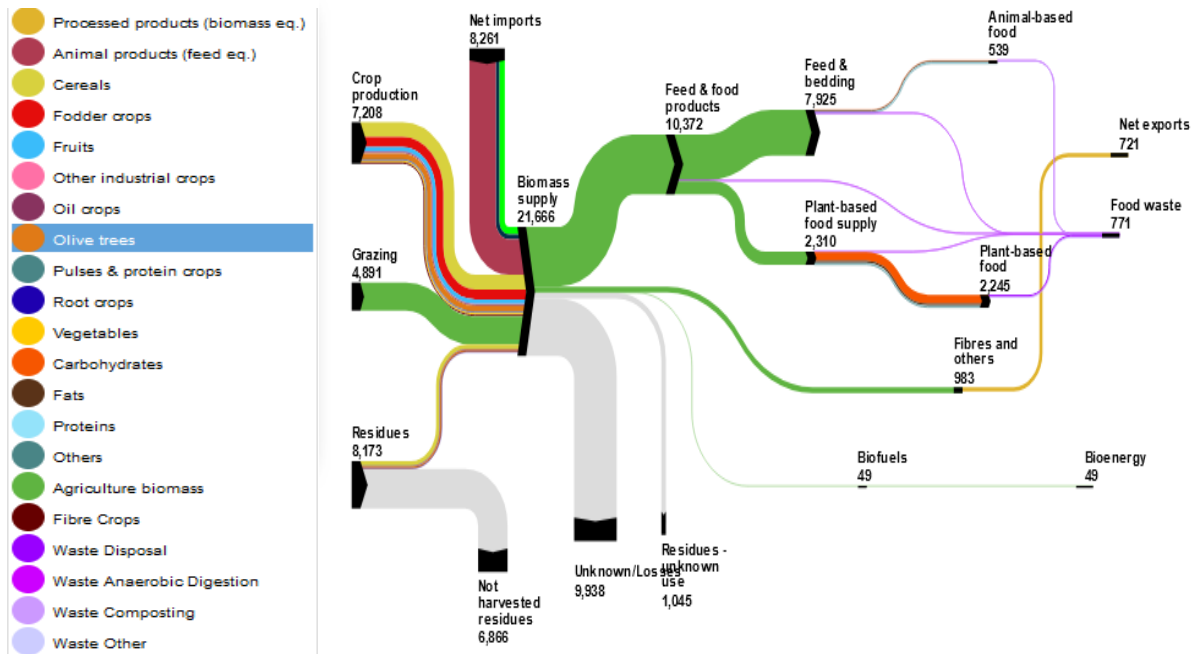


Διάγραμμα 3.3-2. Αναλυτικές ροές βιομάζας ανά πρώτη ύλη στην ΕΕ (1000 tdm) (DataM, 2022).



Διάγραμμα 3.3-3. Ροές βιομάζας στην Ελλάδα (1000 tdm) (DataM, 2022).

Net imports: 8,261	Production: 13,406	Uses: 11,394	Net exports: 721	Total food waste: 771	Consumption food waste: 527 (18.9% of available food)	Processing to distribution: 243
--------------------	--------------------	--------------	------------------	-----------------------	---	---------------------------------



Διάγραμμα 3.3-4. Αναλυτικές ροές βιομάζας ανά πρώτη ύλη στην Ελλάδα (1000 tdm) (DataM, 2022).

Η βιομάζα, λοιπόν, λαμβάνοντας υπόψη τα μειονεκτήματα που προβάλλονται κατά τη διαχείρισή της, όπως είναι η μεγάλη διασπορά της, ο μεγάλος όγκος, η συλλογή, η μεταφορά και αποθήκευση των πρώτων υλών της, αξιοποιείται συνήθως σε περιοχές που ευρίσκονται πλησίον του τόπου παραγωγής της και χρησιμοποιείται σε μια πληθώρα εφαρμογών. Ενδεικτικά, αναφέρονται οι πιο σημαντικές (Τσούτσος και Σκίκος, 1999):

- **Η τηλεθέρμανση κατοικημένων περιοχών :**

Με την τηλεθέρμανση εξασφαλίζεται η παροχή και μεταφορά θερμικής ενέργειας μέσω δικτύων αγωγών από ένα κεντρικό σταθμό παραγωγής προς έναν αριθμό περιφερειακών καταναλωτών, όπως είναι τα κτήρια ενός οικισμού, χωριού ή πόλης, οι βιοτεχνίες και βιομηχανίες. Η τηλεθέρμανση αποτελεί μια ενδεδειγμένη τεχνολογία εξοικονόμησης ενέργειας με την οποία επιτυγχάνεται η δημιουργία οικονομικά βιώσιμων εγκαταστάσεων για την αξιοποίηση της χρήσης της βιομάζας και θέσεων εργασίας, απασχόλησης, αλλά και η μείωση στις εκπομπές αέριων ρύπων, στο κόστος θέρμανσης και στην ενεργειακή εξάρτηση από εισαγόμενα ορυκτά καύσιμα. Οι σημαντικότερες χρήσεις στις κατοικίες είναι η θέρμανση χώρων και η παραγωγή ζεστού νερού χρήσης, στις βιομηχανίες η θέρμανση των χώρων και η κάλυψη των απαιτήσεων της παραγωγικής διαδικασίας σε θερμική ενέργεια, όπως είναι η τροφοδότηση ξηρατηρίων γεωργικών και δασικών προϊόντων, κ.ά. (Τσατήρης, 2018).

Εξαιτίας τούτου, η Ευρωπαϊκή Ένωση προωθεί την εφαρμογή της τηλεθέρμανσης μέσα από μια σειρά οδηγιών όπως είναι η αντίστοιχη της Εξοικονόμησης Ενέργειας στα Κτίρια (EPBD), και της Εξοικονόμησης Ενέργειας (EED). Χαρακτηριστικά παραδείγματα εφαρμογής αυτής της τεχνολογίας είναι στις πόλεις Güssing της Αυστρίας, Marstal της Δανίας, Nacka της Σουηδίας, Milano της Ιταλίας, Burgos της Ισπανίας, Düsseldorf της Γερμανίας, Helsinki της Φινλανδίας, Polderwijk της Ολλανδίας, κ.ά. (WWF Ελλάς, 2016). Αξίζει, επίσης, να αναφερθεί ένα πρόσφατο έργο με προϋπολογισμό 12.500.000 ευρώ που υλοποιήθηκε στην Ελλάδα για την

παραγωγή θερμικής ενέργειας αξιοποιώντας άνω του 50% βιομάζα για την τηλεθέρμανση της ευρύτερης περιοχής του Αμυνταίου, μέσω της εγκατάστασης δυο λεβήτων καύσης μίγματος υπολειμματικής βιομάζας (π.χ. καλαμπόκι) καλλιεργειών με θρύμματα ξύλου, συνολικής ισχύος 30 MWh, όπως αναφέρεται στα παραδείγματα Έργων ΕΠΑνεΚ (ΕΣΠΑ 2014-2020) της ιστοσελίδας του Υπουργείου Ανάπτυξης και Επενδύσεων.

- **Η παραγωγή θερμότητας σε κατοικίες, βιοτεχνίες και θερμοκήπια**

Σε μεμονωμένες κατοικίες χρησιμοποιούνται συστήματα μικρής δυναμικότητας για την κάλυψη των αναγκών σε θέρμανση και ζεστό νερό μέσω εναλλακτών θερμότητας. Αντίστοιχα διαδεδομένη είναι και η αξιοποίηση της βιομάζας για τη θέρμανση θερμοκηπίων και την κάλυψη αναγκών σε βιοτεχνίες/βιομηχανίες. Ενδεικτικά αναφέρονται οι βιομηχανίες στις οποίες παράγεται ενέργεια (θερμότητα ή/και ηλεκτρισμός) από βιομάζα υπολειμμάτων επεξεργασίας γεωργικών και δασικών προϊόντων, τα οποία είναι υποπροϊόντα κάποιας παραγωγικής διαδικασίας ή άλλων βιομηχανικών μονάδων (π.χ. ελαιουργεία, εκκοκιστήρια βαμβακιού, πυρηνελουργεία κ.ά.) (Τσατήρης, 2018).

Παρομοίως, οι μονάδες παραγωγής θερμότητας που χρησιμοποιούν ως καύσιμο βιομάζα (άχυρο, πυρηνόξυλο, κ.ά) δύνανται να αξιοποιηθούν για τη θέρμανση θερμοκηπίων, καθώς παρουσιάζουν σημαντικά πλεονεκτήματα όπως είναι το χαμηλό κόστος και η τοπική διαθεσιμότητα των πρώτων υλών. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η θερμοκηπιακή μονάδα καλλιέργειας οπωροκηπευτικών με έκταση 2 στρέμματα στον νομό Σερρών, στην οποία έχει εγκατασταθεί σύστημα παραγωγής θερμότητας συνολικής θερμικής ισχύος 400.000 kcal/h από καύσιμο άχυρο σιτηρών. Παρομοίως, σε θερμοκηπιακή μονάδα γεωργικών προϊόντων, με έκταση 1.050 τμ στην Κρήτη, έχει εγκατασταθεί μονάδα παραγωγής θέρμανσης ισχύος 150.000 kcal/h από ελαιοπυρηνόξυλο (WWF Ελλάς, 2010).

- **Η παραγωγή βιοκαυσίμων**

Η βιομάζα μέσω βιοχημικών και θερμοχημικών μετατροπών δύνανται να παράγει βιοκαύσιμα ή άλλα ανανεώσιμα καύσιμα, τα οποία πρέπει να πληρούν συγκεκριμένα κριτήρια στο πλαίσιο του συστήματος αειφορίας της Ευρωπαϊκής Ένωσης, ώστε να διασφαλιστεί ότι από τη χρήση βιοκαυσίμων και βιορευστών αφενός μεν επιτυγχάνεται μείωση στις εκπομπές αερίων θερμοκηπίου, αφετέρου δε δεν χρησιμοποιούνται πρώτες ύλες που προέρχονται από εδάφη υψηλής αξίας βιοποικιλότητας, εκτάσεις υψηλών αποθεμάτων άνθρακα, περιοχές που ευρίσκονται σε ειδικό καθεστώς προστασίας φύσης ή απειλούμενων ή υπό εξαφάνιση οικοσυστημάτων/ειδών. Τα βιοκαύσιμα δύνανται να κατηγοριοποιηθούν σε βιοκαύσιμα 1ης, 2ης, 3ης και 4ης γενιάς ανάλογα με την πηγή προέλευσης της πρώτης ύλης. Πιο αναλυτικά, τα βιοκαύσιμα (Ναζάκη κ.ά., 2021):

- ✓ 1ης γενιάς, προέρχονται από πρώτες ύλες με υψηλή περιεκτικότητα σε άμυλο και σάκχαρα μέσω συμβατικών ή ενεργειακών καλλιεργειών, ενώ η βιωσιμότητά τους τίθεται υπό αμφισβήτηση λαμβάνοντας υπόψη την ανταγωνιστικότητα ως προς τη χρήση γης και νερού για την παραγωγή τροφίμων και ζωοτροφών, αλλά και το υψηλό κόστος των πρώτων υλών και των εγκαταστάσεων παραγωγής και επεξεργασίας των βιοκαυσίμων.
- ✓ 2ης γενιάς, χρησιμοποιούν μη εδώδιμη βιομάζα (π.χ. υπολείμματα, απόβλητα λιγνοκυτταρινικής φύσεως με βασικά πλεονεκτήματα το χαμηλό κόστος των πρώτων υλών, τον μη ανταγωνισμό με την παραγωγή τροφίμων και τη μείωση εκπομπών ρυπογόνων αερίων.

- ✓ 3ης γενιάς, προέρχονται από μη καλλιεργήσιμη γη (π.χ. άληη) που αναπτύσσεται σε αστικά λύματα, παράκτια θαλάσσια ύδατα και αλατούχα νερά, έχουν περιβαλλοντικό χαρακτήρα και βρίσκουν ευρεία εφαρμογή στη φαρμακευτική και χημική βιομηχανία, στα συμπληρώματα ζωοτροφών, αλλά και στα είδη υγιεινής διατροφής.
- ✓ 4ης γενιάς, προέρχονται από γενετικά τροποποιημένες καλλιέργειες που καταναλώνουν περισσότερο διοξείδιο του άνθρακα από την ατμόσφαιρα από ότι απελευθερώνουν κατά την καύση, επιφέροντας αρνητικό αποτύπωμα άνθρακα και για αυτό θεωρούνται πιο αναβαθμισμένα παρόλο που δεν έχει ακόμη ξεκινήσει η εμπορευματοποίησή τους.

Σύμφωνα με την Έκθεση προόδου για την ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (2020) της Ευρωπαϊκής Ένωσης, η κατανάλωση βιοκαυσίμων στην ΕΕ ανήλθε σε 16.597 ktoe το έτος 2018, εκ των οποίων το 77% αντιστοιχεί σε βιοντίζελ (FAME ή HVO) και το 16% σε βιοιθανόλη (Πίνακας 3.3-1). Επίσης, το βιοντίζελ σε ποσοστό 59% είχε εισαχθεί ή παραχθεί από εισαγόμενες πρώτες ύλες, ενώ το 41% είχε παραχθεί από πρώτες ύλες βιομάζας της ΕΕ όπως είναι η κράμβη, τα χρησιμοποιημένα μαγειρικά έλαια και το ζωικό λίπος.

Πίνακας 3.3-1. Προέλευση πρώτων υλών για την παραγωγή βιοντίζελ στην ΕΕ (Ευρωπαϊκή Ένωση, 2020).

	Κράμβη	Φοινικέλαιο	Σόγια	Χρησιμοποιημένα μαγειρικά έλαια (ΧΜΕ)	Ζωικό λίπος	Άλλα, έλαια πεύκου/ταλλέλαιο, λιπαρά οξέα, ηλιέλαιο	Σύνολο (%)	Σύνολο (ktoe)
ΕΕ	26 %		1 %	8 %	5 %	1 %	41 %	5 871
Αυστραλία	2 %						2 %	308
Ουκρανία	2 %						3 %	362
Καναδάς							1 %	96
Ινδονησία		15 %		2 %			17 %	2 382
Μαλαισία		7 %		1 %			8 %	1 082
ΗΠΑ			3 %	1 %			4 %	580
Βραζιλία			2 %				2 %	266
Κίνα				4 %			4 %	527
Αργεντινή			9 %				9 %	1 342
Άλλο		1 % ²⁾		3 % ³⁾		1 %	5 %	707
Άγνωστο	1 % ²⁾					4 %	5 %	671
Σύνολο (%)	32 %	23 %	15 %	19 %	5 %	6 %	100 %	
Σύνολο (ktoe)	4 502	3 208	2 193	2 678	693	921		14 194

1) Μικρό κλάσμα των εισαγωγών κράμβης καταγράφεται στη Eurostat [εμπόριο της ΕΕ από το 1988 σύμφωνα με τη συνδυασμένη ονοματολογία (ΣΟ8) [DS-016890]] ως εισαγωγές από χώρες και εδάφη μη κατονομαζόμενα για εμπορικούς ή στρατιωτικούς λόγους

2) Μικρότερα κλάσματα βιοντίζελ με βάση το φοινικέλαιο εκτιμάται ότι προέρχονται, μεταξύ άλλων, από την Ονδούρα (0,3 %), τη Γουατεμάλα (0,1 %) και την Κολομβία (0,1 %)

3) Μικρότερα κλάσματα βιοντίζελ που περιέχει ΧΜΕ εκτιμάται ότι προέρχονται, μεταξύ άλλων, από τη Σαουδική Αραβία (0,5 %), την Ιαπωνία (0,3 %) και τη Ρωσία (0,3 %)

Αντίστοιχα, στην ως άνω Έκθεση αναφέρεται ότι, η βιοιθανόλη σε ποσοστό 73% παράγεται κυρίως από πρώτες ύλες βιομάζας της ΕΕ (σιτάρι, αραβόσιτο, ζαχαρότευτλο, κυτταρινική αιθανόλη), ενώ το 27% προέρχονται από τρίτες χώρες, όπως είναι ο αραβόσιτος (Πίνακας 3.3-2).

Πίνακας 3.3-2. Προέλευση πρώτων υλών για την παραγωγή βιοαιθανόλης στην ΕΕ (Ευρωπαϊκή Ένωση, 2020).

	Σιτάρι %	Αραβόσιτος %	Κριθάρι %	Σίκαλη %	Σιτοσίκαλη %	Ζαχαρ /τλο %	Ζαχαρ /μο %	Κυτ/χες ύλες %	Άγνωστο / Άλλο %	Σύνολο (%)	Σύνολο (ktoe)
ΕΕ	34	24						0		73	2199
Ουκρανία	0	4							0	4,5	134
Βραζιλία		2					1			2,6	79
Καναδάς	0	1								0,8	24
ΗΠΑ	0	2								2,2	68
Ρωσία	1	0								1,6	50
Πακιστάν							2			1,6	49
Άλλο	0	1					1		2	4,0	119
Άγνωστο			2	3	5					9	285
Σύνολο (%)	37	34	2	3	5	14	4	0	2	100	
Σύνολο (ktoe)	1101	1016	70	79	136	425	116	8	54		3006

• Η παραγωγή βιοαερίου

Το βιοαέριο παράγεται από την αναερόβια χώνευση κτηνοτροφικών κυρίως αποβλήτων, αστικών και βιομηχανικών απορριμμάτων και αποτελείται κυρίως, από μεθάνιο και διοξείδιο του άνθρακα. Η χρήση του αναφέρεται κυρίως, στη συμπαραγωγή θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας, στην παραγωγή βιομεθανίου και βιο-υδρογόνου (3^{ης} γενιάς) μέσω της αναμόρφωσής του. Σήμερα, στην Ιταλία και σε μεγαλύτερο βαθμό στη Γαλλία εφαρμόζεται από εκατοντάδες αγρότες το γεωργικό μοντέλο «Biogasdoneight», όπου συνδυάζεται η παραγωγή βιοαερίου από ενεργειακά φυτά και γεωργικά υπολείμματα, όπως είναι το άχυρο και τα υπολείμματα καλαμποκιού και η περαιτέρω αναβάθμισή του σε βιομεθάνιο (Ζαφείρης, 2022). Παράλληλα, για το έτος 2021, εκτιμήθηκε ότι στην Ελλάδα, σύμφωνα με τον Ζαφείρη (2022), «το θεωρητικό δυναμικό σιτηρών και κτηνοτροφικών αποβλήτων είναι 28.330.000 τόνοι με ενεργειακό περιεχόμενο βιομεθανίου 11.181.000 MWh, το οποίο μπορεί να καλύψει το 85% της κατανάλωσης φυσικού αερίου στα κτήρια κατοικιών».

Στην Ευρωπαϊκή Ένωση έχουν ιδρυθεί 17.662 μονάδες βιοαερίου συνολικής εγκατεστημένης ισχύος 9.985 Mwe, σύμφωνα με τα στοιχεία της European Biogas Association (EBA, 2017), με προεξέχουσα θέση τη Γερμανία (10.849 μονάδες βιοαερίου συνολικής εγκατεστημένης ισχύος 4.635 MWe) και την Ιταλία (1.555 μονάδες βιοαερίου συνολικής εγκατεστημένης ισχύος 1.171 MWe). Σύμφωνα με τον Ζαφείρη (2017), στην Ελλάδα έχουν υλοποιηθεί 31 έργα για την ενεργειακή αξιοποίηση του βιοαερίου συνολικής εγκατεστημένης ισχύος 57 MWe, εκ των οποίων τα 12,8 MWe προέρχονται από 22 αγρο-κτηνοτροφικές μονάδες (ως πρώτη ύλη χρησιμοποιούνται κοπριάς βοοειδών και τυρόγαλο από την επεξεργασία του γάλακτος), τα 14,5 MWe από βιολογικούς καθαρισμούς και τα 29,7 MWe από ΧΥΤΑ (Χώρους Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων), ενώ υπό διαδικασία αδειοδότησης το έτος 2017 ήταν 597 έργα βιομάζας ισχύος 369,1 MW.

Επιπρόσθετα, η Θεσσαλονίκη, η Λάρισα και η Βοιωτία αποτελούν περιοχές με υψηλό δυναμικό οργανικών αποβλήτων, στις οποίες δύνανται να κατασκευαστούν κεντρικές μονάδες χώνευσης για παραγωγή βιοαερίου, όπως και μονάδες αναβάθμισής του σε βιομεθάνιο που θα εγχυθεί ως φυσικό αέριο στο δίκτυο. Γενικά, τα προβλήματα που εντοπίζονται στην κατασκευή μονάδων βιοαερίου στην Ελλάδα, αφορούν στη διαχείριση και διαθεσιμότητα των πρώτων υλών, στην έγκριση περιβαλλοντικών όρων και όρων δόμησης, στην απουσία περιφερειακού πλαισίου χωροταξικού σχεδιασμού και αιφόρου ανάπτυξης, στη σύνδεση των σταθμών παραγωγής βιοαερίου με το δίκτυο, στην κοινωνική αποδοχή, στη γραφειοκρατία, στη χρηματοδότηση και στα τεχνικά ζητήματα σχετικά με τη χρήση της συμπαραγόμενης θερμικής ενέργειας.

- **Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από στερεά απορρίμματα**

Μια εναλλακτική μέθοδος διαχείρισης των αστικών απορριμμάτων είναι η ανάκτηση ενέργειας μέσω υψηλών θερμοκρασιών χρησιμοποιώντας αντίστοιχες μεθόδους θερμικής επεξεργασίας, γνωστή ως «waste-to energy». Οι μονάδες αποτέφρωσης αποτελούν τις κύριες μονάδες ενεργειακής αξιοποίησης αποβλήτων (WTE), στις οποίες εντάσσονται ακόμη και οι μονάδες αποτέφρωσης μαζί με τον λιγνίτη και οι τσιμεντοβιομηχανίες στις οποίες συγκεκριμένα ρεύματα αποβλήτων χρησιμοποιούνται ως μέρος του καυσίμου.

Χαρακτηριστικό παράδειγμα αυτής της εφαρμογής αποτελεί το Amager Bakke στην Κοπεγχάγη της Δανίας (Chaliki et al, 2014). Πρόκειται για «μία από τις καλύτερες εγκαταστάσεις αποτέφρωσης αποβλήτων στον κόσμο» και αποτελεί εξαιρετικό παράδειγμα ενός καλά σχεδιασμένου εργοστασίου αποβλήτων με ανάκτηση ενέργειας. Αυτή η εγκατάσταση επεξεργάζεται περίπου 400.000 τόνους αποβλήτων ετησίως, που παράγονται από περίπου 500.000 - 700.000 Δανούς πολίτες. Με αυτά τα απόβλητα, η εγκατάσταση παρέχει σε 62.500 νοικοκυριά ηλεκτρικό ρεύμα και σε 160.000 νοικοκυριά τηλεθέρμανση. Χρησιμοποιεί επίσης περισσότερο από το 100% της ενεργειακής περιεκτικότητας του καυσίμου, έχει ποσοστό ηλεκτρικής απόδοσης 28%, μειώνει τις εκπομπές θείου κατά 99,5% και ελαχιστοποιεί τις εκπομπές NOx στο δέκατο. Η ως άνω εγκατάσταση επαναχρησιμοποιεί 100.000 τόνους τέφρας πυθμένα ως οδικό υλικό για την πόλη, η οποία εξοικονομεί μεγάλη ποσότητα χαλικιού. Επομένως, το Amager Bakke δεν βοηθά μόνο το περιβάλλον, αλλά αποτελεί επίσης ένα πολύ σημαντικό ορόσημο στην πόλη της Κοπεγχάγης που μπορεί να φανεί στο παρασκήνιο σχεδόν κάθε τουριστικού αξιοθέατου.

Επιπρόσθετα, αναφέρεται ότι στο Εθνικό Σχέδιο Διαχείρισης Αποβλήτων (Ε.Σ.Δ.Α.) που εκδόθηκε με την Πράξη 39 της 31.08.2020 του Υπουργικού Συμβουλίου (ΦΕΚ Α' 185) και αποτελεί υποχρέωση της χώρας μας όπως απορρέει από το άρθρο 28 της Οδηγίας 2008/98/ΕΚ και των νέων στοιχείων που εισήχθησαν σε αυτό με την οδηγία (ΕΕ) 2018/851 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 30ης Μαΐου 2017, καθώς και της κατευθυντήριας οδηγίας της Ευρωπαϊκής ένωσης «The role of Waste – to -Energy in the circular economy» COM (2017) 34 final/26.01.2017» προβλέπεται μεταξύ των στόχων η δημιουργία μονάδων παραγωγής ενέργειας (ενδεικτικά τουλάχιστον 3-4 μονάδες) από τα υπολείμματα των Μονάδων Επεξεργασίας Αποβλήτων (ΜΕΑ) ή και από τα υπολείμματα των ΚΔΑΥ ή και από εναλλακτικά καύσιμα ή και από κάθε άλλη υπολειμματική ροή προκύπτουσα από την επεξεργασία / διαλογή των χωριστά συλλεγέντων ρευμάτων, ώστε σε συνδυασμό με τα ανωτέρω, η χώρα να μπορέσει να επιτύχει τη μείωση των αστικών αποβλήτων κάτω από 10%. Οι μονάδες αυτές μπορεί να είναι κεντρικές μονάδες για όλη τη χώρα χωρίς όμως να αποκλείεται αυτό να γίνεται καθετοποιημένα και εντός των ιδίων των ΜΕΑ εφόσον αυτό κρίνεται τεχνικοοικονομικά εφικτό και προκριθεί από τα οικεία ΠΕΣΔΑ ή/και τους οικείους ΦΟΣΔΑ.

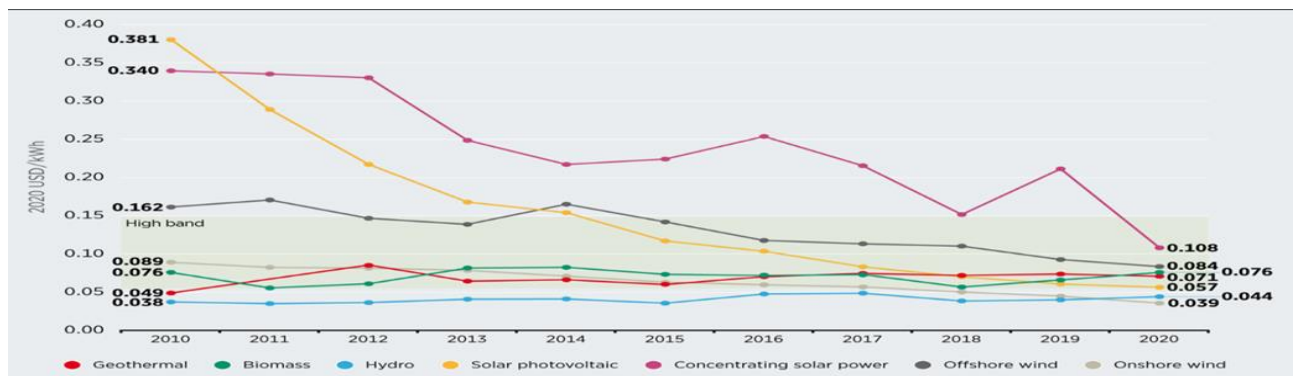
Όμως, σε ότι αφορά στις ΜΕΑ, η απόφαση του ΥΠΕΝ θα κατισχύσει έναντι όποιων άλλων ακόμη και στην περίπτωση όπου τελικώς επιλεγεί η υλοποίηση κάποιων μονάδων που δεν θα αφορούν διαπεριφερειακή συνεργασία, αλλά θα περιορίζονται ενδεχομένως σε επίπεδο περιφέρειας ή μέρους αυτής. Σε κάθε περίπτωση το ΥΠΕΝ θα είναι αρμόδιο να αποφασίσει σχετικά με τον καθορισμό του αριθμού των ΜΕΑ, των περιοχών εξυπηρέτησης ανά μονάδα και της χωροθέτησης (προσδιορισμού της θέσης αυτών). Δεν αποκλείεται η δυνατότητα πρωτοβουλίας των ΦΟΣΔΑ για τα ανωτέρω, όμως ακόμη και στην περίπτωση αυτή οι τελικές αποφάσεις θα ληφθούν από το ΥΠΕΝ. Επίσης, θα επιδιωχθεί αρμοδίως κατά το δυνατόν η δημιουργία μονάδων ενεργειακής αξιοποίησης που θα επιτυγχάνουν την κατάταξή τους σύμφωνα με τις ισχύουσες διατάξεις στην κατηγορία εργασιών «Ανάκτησης» (κατηγορία R) και όχι στην κατηγορία «Διάθεσης» (κατηγορία D), στο βαθμό που αυτό είναι εφικτό με βάση τα χαρακτηριστικά των προς διαχείριση αποβλήτων και τις τοπικές συνθήκες.

Τέλος, οι ΜΕΑ προτείνεται να δραστηριοποιηθούν στην Περιφέρεια Κρήτης, Πελοποννήσου και Δυτικής Ελλάδος, Αττικής και Στερεάς Ελλάδος, Ανατολικής Μακεδονίας – Θράκης, Κεντρικής Μακεδονίας, Δυτικής Μακεδονίας, Ηπείρου και Θεσσαλονίκης. Από τα προτεινόμενα σενάρια στο Ε.Σ.Δ.Α. προκύπτει ότι υπόλειμμα μονάδων ενεργειακής αξιοποίησης συμπεριλαμβανομένων και αυτών που θα προέρχονται από τις νησιωτικές Περιφέρειες Ιονίων Νήσων, Βορείου Αιγαίου και Νοτίου Αιγαίου αλλά και από επεξεργασία άλλων ρευμάτων θα είναι της τάξεως του 9% περίπου.

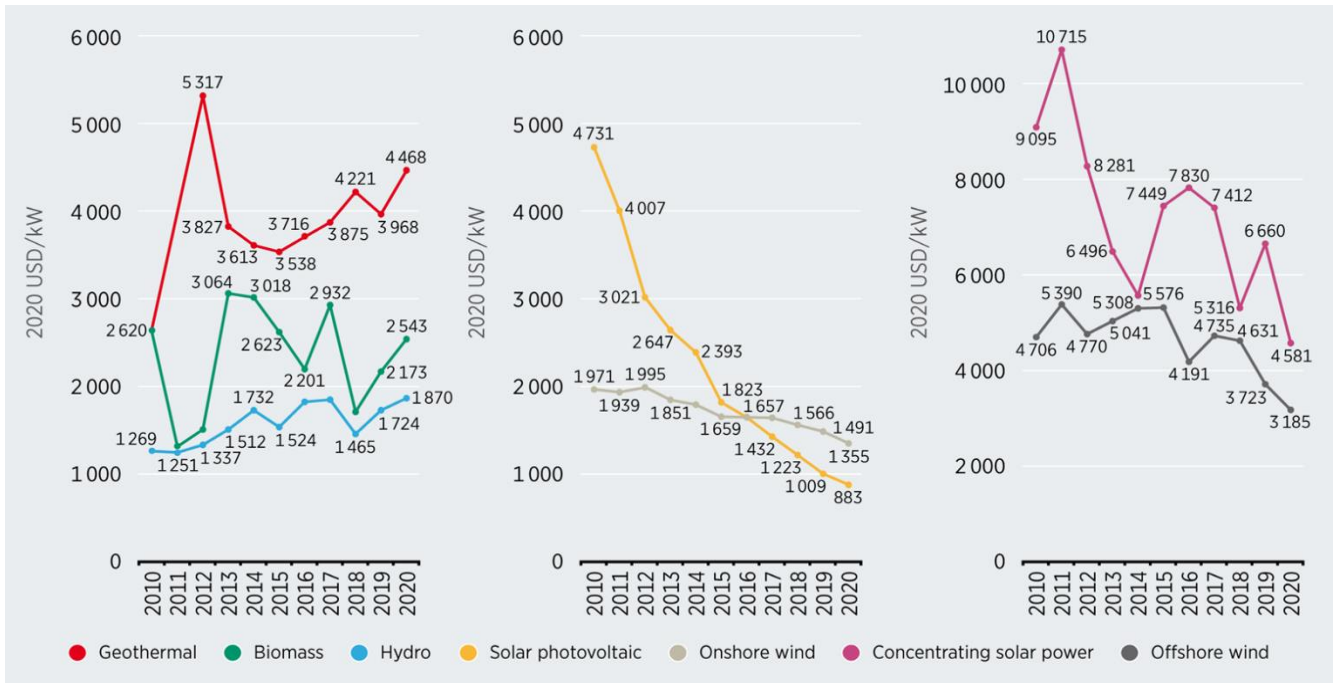
3.4 Κόστη χρήσης βιομάζας

Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από βιομάζα παρουσιάζει ένα ευρύ φάσμα επιλογών πρώτων υλών και τεχνολογίας, με αποτέλεσμα να την καθιστά ανταγωνιστική έναντι άλλων μορφών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Ειδικότερα για τη χρονική περίοδο 2010 – 2021, σύμφωνα με τη μελέτη «Renewable Power Generation Costs in 2021» της IRENA (2022) διαπιστώνεται :

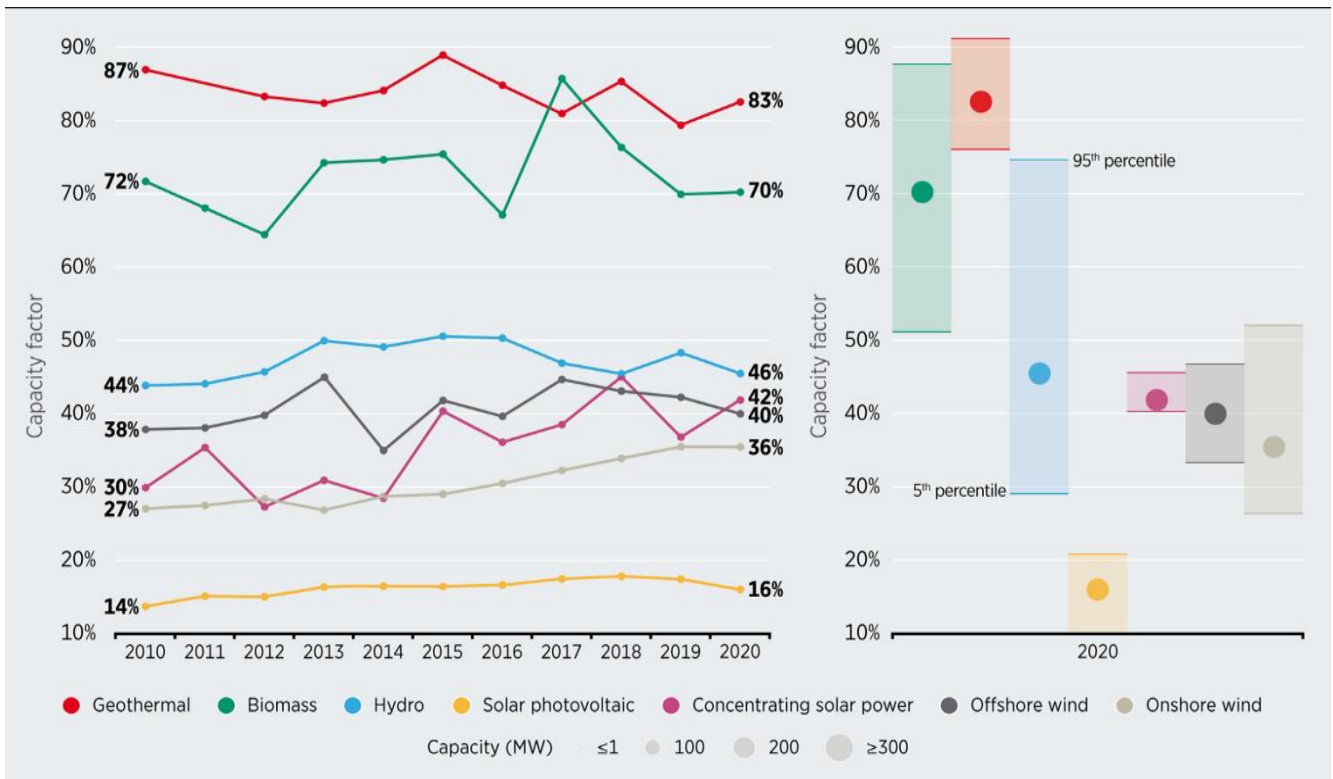
- Μείωση του μέσου ετήσιου σταθμισμένου κόστους ενέργειας (levelized cost of electricity, LCOE), ήτοι του συνολικού κόστους εγκατάστασης και λειτουργίας ενός έργου βιοενέργειας καθ' όλη τη διάρκεια ζωής του προς τη συνολική παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια (ευρώ ανά MWh ή USD/kWh) στην ίδια περίοδο, σύμφωνα με το διάγραμμα της Εικ.3.4-1. Ειδικότερα, η τιμή του κόστους LCOE ήταν **0,078 USD/kWh** το 2010 και **0,067 USD/kWh** το 2021. Πιο αναλυτικά, η Ινδία και η Κίνα εμφάνισαν τις χαμηλότερες τιμές κόστους LCOE (0,057 USD/kWh και 0,060 USD/kWh), ενώ η Ευρώπη και η Βόρεια Αμερική, τις υψηλότερες (0,088 USD/kWh και 0,097 USD/kWh).
- Μείωση του μέσου ετήσιου σταθμισμένου συνολικού κόστους εγκατάστασης σε έργα που υλοποιήθηκαν το 2021 (**2.353 USD/kW**) σε σχέση με το αντίστοιχο το 2020 (**2.634 USD/kW**), σύμφωνα με το διάγραμμα της Εικ. Εικ.3.4-2.
- Διαφοροποίηση στους εκτιμώμενους μέσους ετήσιους σταθμισμένους συντελεστές χρησιμοποίησης (capacity factors), ήτοι στους συντελεστές που δείχνουν την πραγματική παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια κατά τη διάρκεια μιας χρονικής περιόδου ως ποσοστό της μέγιστης δυνατής παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας σε πλήρη ετήσια λειτουργία των μονάδων στην ονομαστική τους ισχύ, σύμφωνα με το διάγραμμα της Εικ.3.4-3. Εν προκειμένω, οι συντελεστές χρησιμοποίησης εξαρτώνται άμεσα από την τεχνολογία και την διαθεσιμότητα των πρώτων υλών βιομάζας. Οι τιμές των ως άνω συντελεστών ήταν χαμηλές το 2012 (64%), υψηλές το 2017 (86%) και εκ νέου μειωμένες το 2021 (68%).



Εικόνα 3.4-1. Ετήσιες μεσοσταθμισμένες τιμές κόστους ενέργειας (levelized cost of electricity, LCOE), ανά τεχνολογία Α.Π.Ε. παγκοσμίως, κατά τη χρονική περίοδο 2010 – 2020 (IRENA, 2022).



Εικόνα 3.4-2. Ετήσιες μεσοσταθμισμένες τιμές κόστους εγκατάστασης (total installed cost) ανά τεχνολογία Α.Π.Ε. παγκοσμίως, κατά τη χρονική περίοδο 2010 – 2020 (IRENA, 2022).



Εικόνα 3.4-3. Ετήσιες μεσοσταθμισμένες τιμές συντελεστών χρησιμοποίησης (capacity factors) ανά τεχνολογία Α.Π.Ε. παγκοσμίως, κατά τη χρονική περίοδο 2010 – 2020 (IRENA, 2022).

Για την παραγωγή ενέργειας από τη βιομάζα μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένα ευρύ φάσμα πρώτων υλών σε συνδυασμό με διαφορετικές τεχνολογίες καύσης, οι οποίες περιλαμβάνουν ώριμα, εμπορικά διαθέσιμα, αλλά και λιγότερο ώριμα, καινοτόμα συστήματα, όπως είναι η αεριοποίηση και πυρόλυση. Στις ώριμες τεχνολογίες περιλαμβάνεται η άμεση καύση, η αναερόβια χώνευση, η αποτέφρωση ΑΣΑ και η συμπαραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας. Γενικά, για να αναλυθεί το κόστος της παραγωγής βιοενέργειας, είναι σημαντικό να ληφθούν υπόψη τρεις βασικοί παράγοντες: ο τύπος και προμήθεια πρώτης ύλης, η διαδικασία μετατροπής βιομάζας και η τεχνολογία παραγωγής βιοενέργειας. Πιο αναλυτικά (IRENA, 2022):

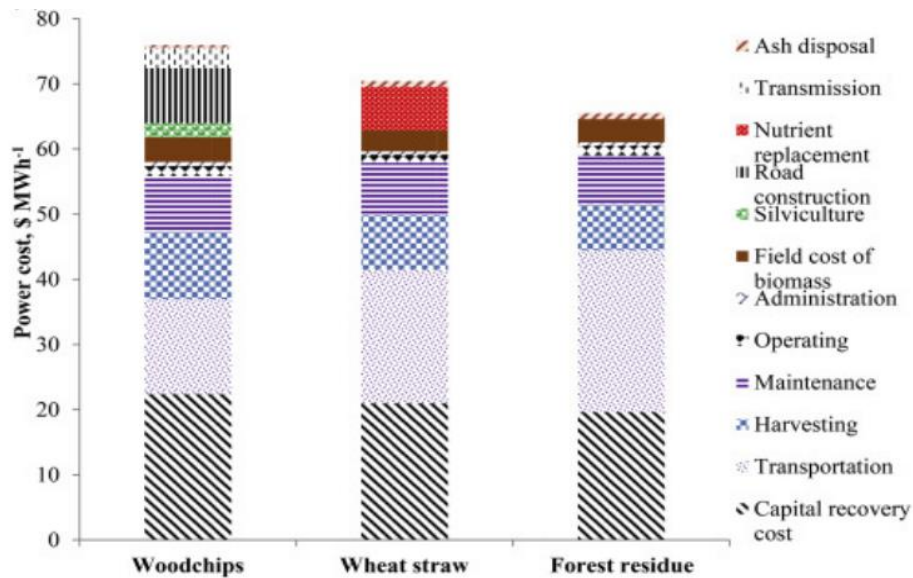
Κόστος πρώτων υλών βιομάζας

Το κόστος παραγωγής ενέργειας από βιομάζα διαφέρει από το αντίστοιχο της αιολικής, ηλιακής ή υδροηλεκτρικής ενέργειας επειδή η βιομάζα εξαρτάται κυρίως από τη διαθεσιμότητα προμήθειας της πρώτης ύλης, η οποία πρέπει να είναι προβλέψιμη, βιώσιμη, χαμηλού κόστους και μακροπρόθεσμα επαρκής. Επίσης, ένα άλλο γεγονός που συμβάλλει στην πολυπλοκότητα της διαμόρφωσης του κόστους είναι ότι η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από βιομάζα μπορεί να αποτελεί δευτερεύουσα δραστηριότητα μιας βιομηχανικής μονάδας. Για παράδειγμα, σε μονάδες χαρτοβιομηχανίας, ένα μέρος από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από βιομάζα χρησιμοποιείται για να εξυπηρετήσει τις επιμέρους λειτουργικές ανάγκες αυτών των μονάδων για την παραγωγή χαρτιού ή πολτού.

Η βιομάζα, ως κύριο οργανικό υλικό των φυτικών ζωντανών οργανισμών όπως είναι τα δέντρα, το γρασίδι και οι γεωργικές καλλιέργειες, περιλαμβάνει ετερογενείς πρώτες ύλες με χημική σύνθεση που εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τα είδη των φυτών. Επομένως, το κόστος της πρώτης ύλης ανά μονάδα ενέργειας είναι πολύ μεταβλητό και εξαρτάται από το κόστος άλλων επιπρόσθετων δραστηριοτήτων, όπως είναι η επιτόπια επεξεργασία υπολειμμάτων, η μίσθωση της γης, η συγκομιδή, η μεταφορά και η αποθήκευση των ενεργειακών καλλιεργειών σε ειδικό χώρο των εργοστασίων ηλεκτροπαραγωγής βιοενέργειας. Χαρακτηριστικά αναφέρεται η καύση υπολειμμάτων χαμηλού κόστους για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας όπως είναι οι η βαγάσα, οι φλοιοί ρυζιού και άλλα υπολείμματα επεξεργασίας χαρτοπολτού και χαρτιού, πριονίδια και αστικά απορρίμματα.

Άλλοι σημαντικοί παράγοντες που επηρεάζουν τη διαμόρφωση του τελικού κόστους είναι οι φυσικές ιδιότητες των πρώτων υλών, όπως είναι η περιεκτικότητα σε τέφρα, η πυκνότητα, το μέγεθος σωματιδίων και η υγρασία. Αυτοί οι παράγοντες επηρεάζουν το κόστος της συλλογής, μεταφοράς, προεπεξεργασίας και αποθήκευσης, καθώς και την επιλογή της κατάλληλης τεχνολογίας μετατροπής. Ως εκ τούτου, οι μονάδες ηλεκτροπαραγωγής από βιομάζα συνήθως εγκαθίσταται σε περιοχές κοντινών αποστάσεων από την πηγή προέλευσης των πρώτων υλών. Γενικά, το τυπικό μερίδιο του κόστους πρώτης ύλης στο συνολικό LCOE κυμαίνεται μεταξύ 20% και 50%, αν και τα δεδομένα σχετικά με το κόστος των πρώτων υλών βιομάζας είναι αρκετά περιορισμένα, ενώ οι αντίστοιχες εκτιμήσεις αυτού από τεχνικοοικονομικές αναλύσεις δεν είναι απαραίτητα αντιπροσωπευτικές.

Στην Εικόνα 3.4.-4 παρουσιάζεται η ανάλυση του κόστους μονάδας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας ισχύος 500 MW που χρησιμοποιεί ως πρώτες ύλες δασικά υπολείμματα, άχυρο και θρυμματισμένο ξύλο (Papareitou and Kosmadakis, 2022). Εν προκειμένω, διαπιστώνεται ότι, η μεταφορά, συγκομιδή και συντήρηση της ακατέργαστης βιομάζας αποτελούν μεταξύ άλλων τα κύρια στοιχεία του κόστους της μονάδας ηλεκτροπαραγωγής.



Εικόνα 3.4-4. Ανάλυση κόστους μονάδας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας ισχύος 500-MW από ακατέργαστη βιομάζα (woodchips: θρυμματισμένο ξύλο, forest residues: δασικά υπολείμματα, και wheat straw: άχυρο).

Κόστος εγκατάστασης

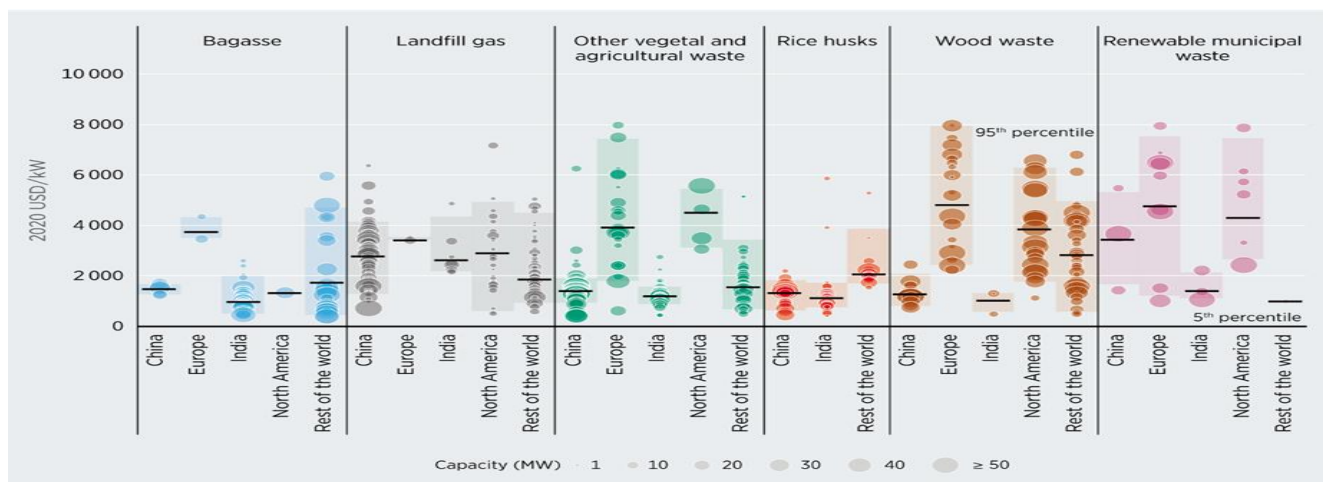
Το κόστος παραγωγής ενέργειας από βιομάζα διαφοροποιείται ανάλογα με την περιοχή στην οποία εγκαθίστανται η αντίστοιχη μονάδα, αλλά και το είδος τεχνολογίας που χρησιμοποιείται. Τα έργα στις χώρες με αναδυόμενες οικονομίες τείνουν να έχουν χαμηλότερο επενδυτικό κόστος σε σύγκριση με τα αντίστοιχα στις χώρες του ΟΟΣΑ, αφού οι πρώτες επωφελούνται από τα χαμηλά εργατικά και εμπορευματικά κόστη. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την ανάπτυξη τεχνολογιών χαμηλότερου κόστους, αλλά και μειωμένων επενδύσεων στον έλεγχο των εκπομπών αέριων ρύπων.

Το επενδυτικό κόστος ενός σταθμού ηλεκτροπαραγωγής από βιομάζα περιλαμβάνει τα κόστη σχεδιασμού, κατασκευής, μηχανολογικού/ηλεκτρολογικού εξοπλισμού, καυσίμων και διασύνδεσης με το δίκτυο. Το μεγαλύτερο ποσοστό καταλαμβάνει το κόστος εξοπλισμού, χωρίς, όμως, να αποκλείεται το υψηλό κόστος για υποδομές, ή logistics, ή διασύνδεσης με το δίκτυο, όταν οι εγκαταστάσεις παραγωγής βιοενέργειας ευρίσκονται σε απομακρυσμένες περιοχές. Το συνολικό εγκατεστημένο κόστος ανά κατηγορία πρώτης ύλης βιομάζας και ανά δυναμικότητα μονάδας παραγωγής βιοενέργειας για την χρονική περίοδο 2000 έως 2021 παρουσιάζεται αναλυτικά στην Εικ. 3.4-5 και Εικ. 3.4-6 αντίστοιχα. Επίσης, οι συντελεστές χρησιμοποίησης (capacity factors) έργων παραγωγής βιοενέργειας για διαφορετικές πρώτες ύλες βιομάζας και δυναμικότητες ανά χώρα απεικονίζονται στην Εικ. 3.4-7. Από την ανάλυση των ως άνω διαγραμμάτων προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα :

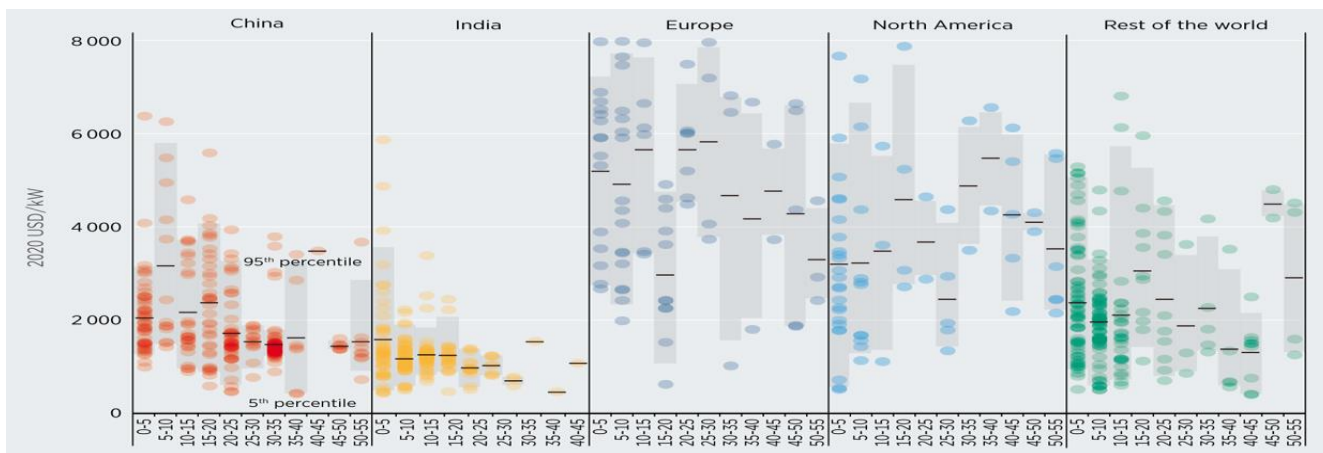
- Το κόστος των πρώτων υλών βιομάζας κυμαίνεται ανάλογα με την χώρα προέλευσης, ενώ το συνολικό κόστος εγκατάστασης τείνει να είναι υψηλότερο στην Ευρώπη και την Βόρεια Αμερική (π.χ. στη Βόρεια Αμερική κυμαίνεται από 619 USD/kW για έργα βιοαερίου από υγειονομική ταφή έως 7.694 USD/kW για έργα απορριμμάτων ξύλου στην Ευρώπη) και χαμηλότερο στην Ασία και στη Νότια Αμερική (π.χ. στην Κίνα κυμαίνεται από 656 USD/kW για έργα με φλοιό ρυζιού έως 5.497 USD/kW για έργα με ανανεώσιμα αστικά απόβλητα, στην Ινδία από 533 USD/kW για έργα με βαγάση έως 4.593 USD/kW για έργα βιοαερίου από υγειονομική ταφή). Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι τα έργα βιοενέργειας στις χώρες του ΟΟΣΑ στηρίζονται στη χρήση ξυλώδους βιομάζας ή στην καύση ανανεώσιμων αστικών ή βιομηχανικών αποβλήτων στο πλαίσιο

διαχείρισης των απορριμμάτων. Σε αυτές τις περιπτώσεις, η παραγωγή ενέργειας (θερμότητας και ηλεκτρισμού) αποτελεί παραπροϊόν της διαδικασίας διαχείρισης των απορριμμάτων μέσω της τεχνολογίας ΣΗΘ. Το σταθμισμένο μέσο συνολικό εγκατεστημένο κόστος για έργα στον υπόλοιπο κόσμο συνήθως κυμαίνεται μεταξύ των χαμηλότερων τιμών που παρατηρούνται στην Κίνα και στην Ινδία και των υψηλότερων που επικρατούν στην Ευρώπη και Βόρεια Αμερική.

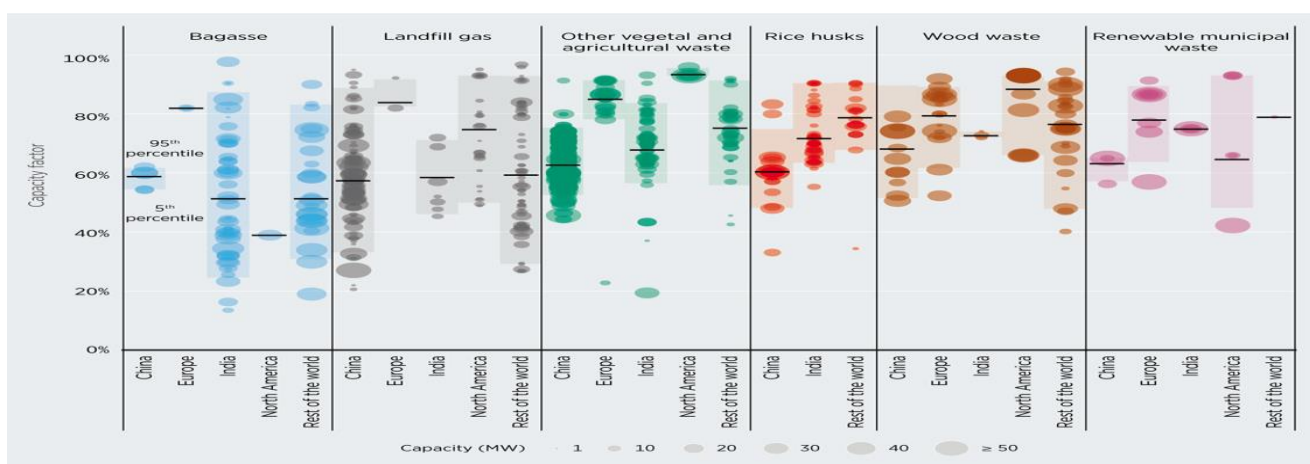
- Τα έργα βιοενέργειας είναι κυρίως, μικρής κλίμακας ισχύος κάτω των 25 MW. Ωστόσο, υπάρχουν σαφείς οικονομίες κλίμακας για μονάδες άνω των 25 MW, σύμφωνα με τα διαθέσιμα στοιχεία για την Κίνα και την Ινδία. Η σχετικά μικρή δυναμικότητα των εγκαταστάσεων οφείλεται στο χαμηλό ενεργειακό δυναμικό των πρώτων υλών, αλλά και στο αυξανόμενο κόστος υλικοτεχνικής υποστήριξης που απαιτείται για την προμήθεια μεγαλύτερου όγκου πρώτων υλών σε εγκαταστάσεις μεγάλης κλίμακας. Ως εκ τούτου, η βέλτιστη δυναμικότητα μιας εγκατάστασης για την επίτευξη ελάχιστου σταθμισμένου κόστους ενέργειας (LCOE) επιτυγχάνεται με την εξισορρόπηση των οφελών κόστους των οικονομιών κλίμακας και του κόστους των πρώτων υλών, το οποίο αυξάνεται με την μέση απόσταση μεταξύ του εργοστασίου και των πηγών προέλευσης της βιομάζας.
- Όταν η διαθεσιμότητα της πρώτης ύλης είναι ομοιόμορφη καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, οι μονάδες ηλεκτροπαραγωγής από βιομάζα εμφανίζουν υψηλές τιμές συντελεστών χρησιμοποίησης (capacity factors) που κυμαίνονται μεταξύ 85% και 95%, σε αντίθεση με τις αντίστοιχες μονάδες που χρησιμοποιούν πρώτες ύλες από εποχιακές γεωργικές συγκομιδές. Στην τελευταία περίπτωση, οι ως άνω συντελεστές λαμβάνουν χαμηλότερες τιμές. Ωστόσο, το γεγονός εάν η διαθεσιμότητα της βιομάζας όπως και η διανομή της κατά τη διάρκεια του έτους επηρεάζεται από την κλιματική αλλαγή είναι υπό διερεύνηση.
- Οι μεσοσταθμισμένοι συντελεστές χρησιμοποίησης λαμβάνουν τιμές που κυμαίνονται από 50% έως 60% για πρώτες ύλες βιομάζας, βιοαέρια και βαγάση και από 60% έως 93%, για πρώτες ύλες ξυλώδους βιομάζας και γεωργικών, βιομηχανικών και αστικών ανανεώσιμων αποβλήτων. Η φθίνουσα σειρά κατάταξης των περιοχών σε σχέση με τις τιμές των ως άνω συντελεστών είναι η Βόρεια Αμερική με 85%, η Ευρώπη με 82%, η Ινδία με 68%, η Κίνα και οι υπόλοιπες χώρες του κόσμου με 64% και 67%, αντίστοιχα.



Εικόνα 3.4-5. Συνολικό εγκατεστημένο κόστος για έργα παραγωγής βιοενέργειας ανά πρώτη ύλη βιομάζας και χώρα, για την χρονική περίοδο 2000 – 2021 (IRENA, 2022a).



Εικόνα 3.4-6. Συνολικό εγκατεστημένο κόστος έργων παραγωγής βιοενέργειας για εύρη διαφορετικών τιμών δυναμικότητας ανά χώρα, για την χρονική περίοδο 2000 – 2021 (IRENA, 2022a).



Εικόνα 3.4-7. Συντελεστές χρησιμοποίησης (capacity factors) έργων παραγωγής βιοενέργειας για διαφορετικές πρώτες ύλες βιομάζας και δυναμικότητες ανά χώρα, για την χρονική περίοδο 2000 – 2021 (IRENA, 2022a).

Κόστος λειτουργίας και συντήρησης

Το κόστος σταθερής λειτουργίας και συντήρησης (O&M) αντιπροσωπεύει μεταξύ 2% και 6% του συνολικού εγκατεστημένου κόστους ανά έτος και περιλαμβάνει μεταξύ άλλων, την εργασία, την ασφάλιση, την προγραμματισμένη συντήρηση και την τακτική αντικατάσταση εξαρτημάτων της εγκατάστασης (π.χ. λέβητες και αεριοποιητές), τον εξοπλισμό διαχείρισης της πρώτης ύλης. Οι μεγάλοι σταθμοί παραγωγής βιοενέργειας τείνουν να έχουν χαμηλότερο σταθερό κόστος O&M ανά kWh, λόγω οικονομιών κλίμακας. Το μεταβλητό κόστος O&M, κατά μέσο όρο 0,005 USD/kWh, είναι συνήθως χαμηλό για σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής από βιομάζα σε σύγκριση με το πάγιο κόστος O&M. Τα ανταλλακτικά και το πρόσθετο κόστος συντήρησης είναι τα κύρια στοιχεία των μεταβλητών δαπανών O&M, αν και αυτά περιλαμβάνουν επίσης, το κόστος καυσίμων εκτός βιομάζας, τη διάθεση τέφρας κλπ

Ειδικό κόστος ενέργειας (LCOE-Levelized Cost of Energy)

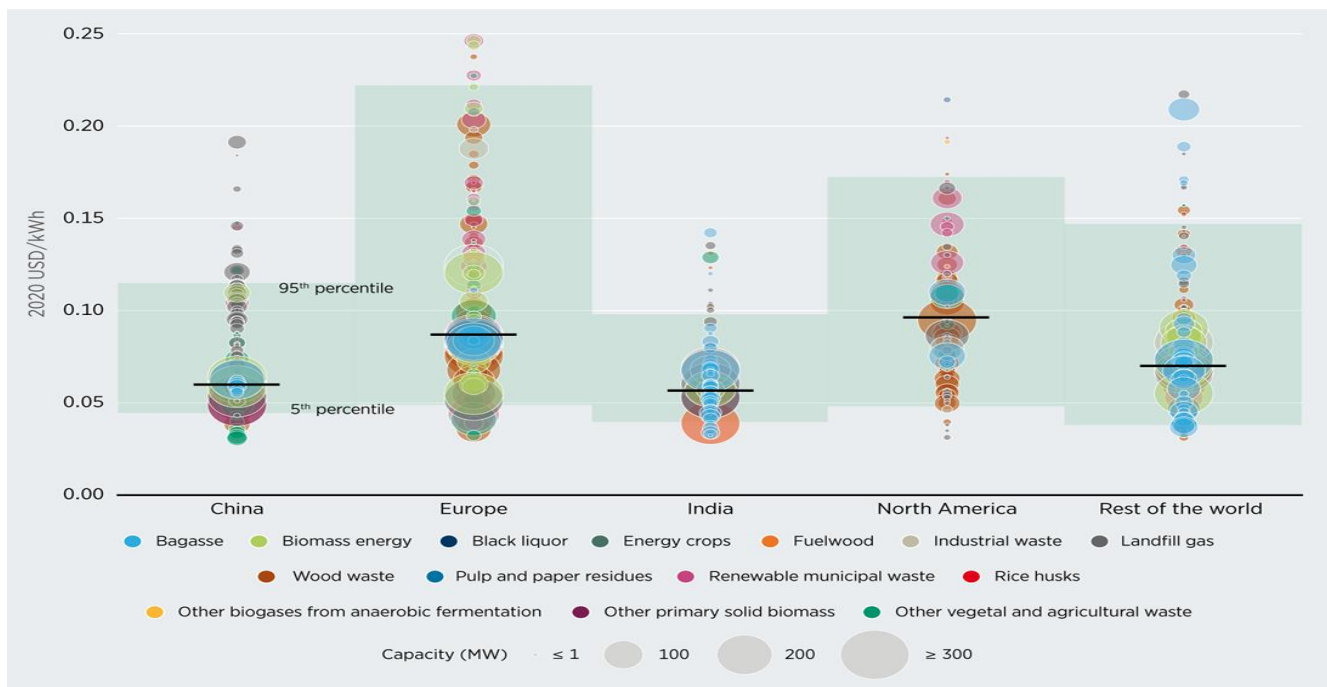
Ο δείκτης LCOE συνήθως χρησιμοποιείται είτε ως κριτήριο για την εκτίμηση της αποδοτικότητας διαφόρων τεχνολογιών παραγωγής ενέργειας, είτε ως ελάχιστο κόστος πώλησης της ηλεκτρικής ενέργειας με σκοπό το

σύστημα να είναι ομαλά βιώσιμο. Ο δείκτης LCOE, σύμφωνα με την IRENA(2022), υπολογίζεται ως ο λόγος του συνολικού κόστους προς τη συνολική παραγωγή ενέργειας από το σύστημα και δίνεται από την παρακάτω σχέση:

$$\text{LCOE} = \frac{\text{Κόστος επένδυσης} + \text{Κόστος λειτουργίας και συντήρησης} + \text{Κόστος καυσίμου}}{\text{Ετήσια παραγόμενη ενέργεια από το σύστημα}}$$

Σύμφωνα με τα στοιχεία της IRENA (2022), εάν υποθέσουμε ότι το κόστος κεφαλαίου κυμαίνεται μεταξύ 7,5% και 10% και το κόστος πρώτης ύλης μεταξύ 1 USD/Gigajoule (GJ) και 9 USD/GJ (οι υπολογισμοί LCOE στην ως άνω μελέτη έλαβαν ως παραδοχή τιμή κόστους 1,50 USD/GJ), τότε ο σταθμισμένος μέσος όρος LCOE παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από βιομάζα για έργα που τέθηκαν σε λειτουργία το 2021 υπολογίστηκε ίσος με 0,067 \$/kWh, ήτοι μειώθηκε σε σχέση με το 2020 (0,072 USD/kWh).

Εξετάζοντας το σύνολο δεδομένων για την περίοδο από το 2000 έως το 2021, η χαμηλότερη τιμή του σταθμισμένου μέσου όρου LCOE παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από βιομάζα παρουσιάστηκε στην Ινδία (0,058 USD/kWh) και στην Κίνα (0,060 USD/kWh), η υψηλότερη τιμή στην Ευρώπη (0,088 USD/kWh) και στη Βόρεια Αμερική (0,097 USD/kWh), ενώ στον υπόλοιπο κόσμο εμφάνισε τιμή ίση με 0,070 USD/kWh (Εικ. 3.4-8).



Εικόνα 3.4-8. LCOE ανά έργο, πρώτη ύλη βιομάζας και χώρα για τη χρονική περίοδο 2000-2020 (IRENA, 2022).

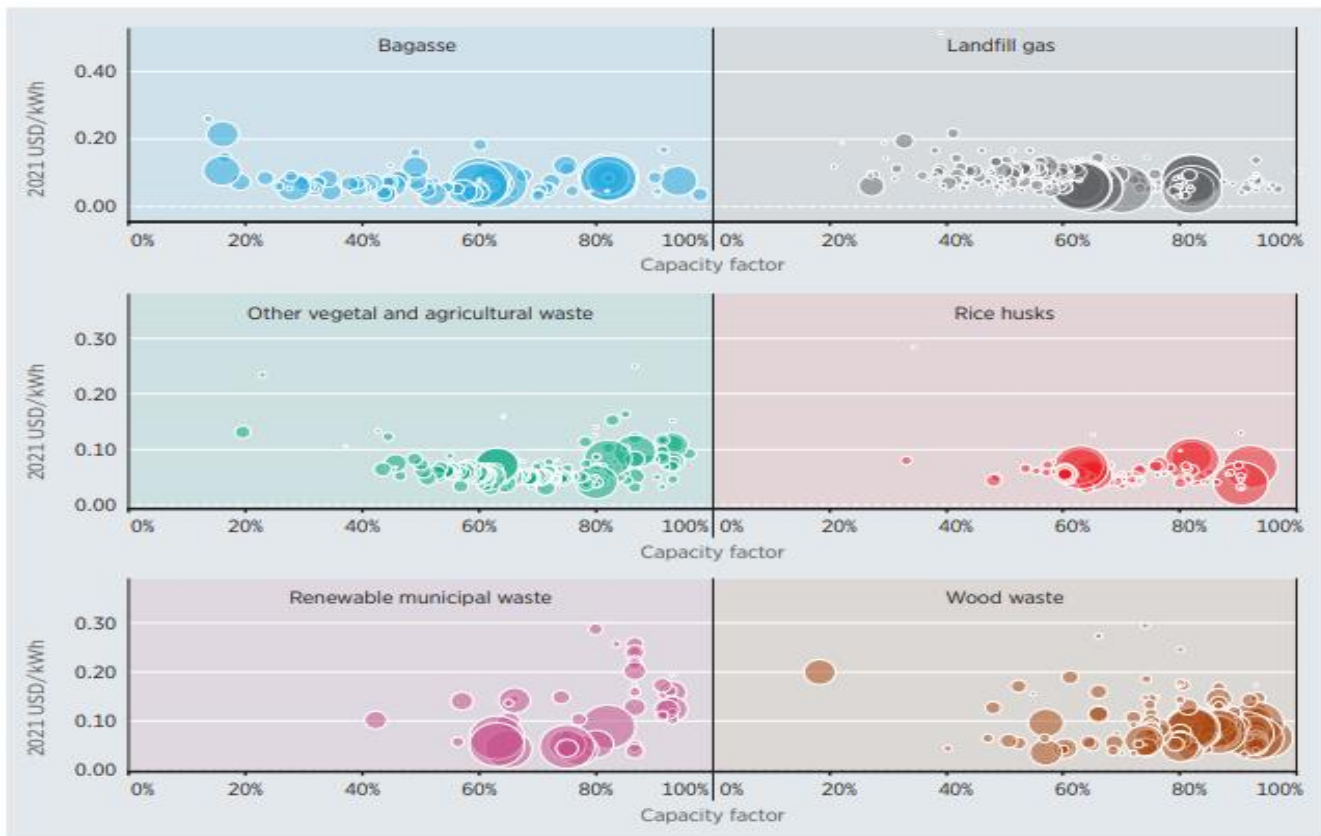
Η βιοενέργεια είναι αρκετά ανταγωνιστική ως προς την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σε σχέση με τις άλλες τεχνολογίες Α.Π.Ε., εξαιτίας του χαμηλού κόστους κεφαλαίου και των πρώτων υλών βιομάζας, υπό την προϋπόθεση, της διαθεσιμότητας των τελευταίων. Πράγματι, η τεχνολογία μετατροπής βιομάζας μπορεί να συμβάλλει στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με χαμηλό κόστος LCOE ίσο περίπου με 0,040 USD/kWh. Τα πιο ανταγωνιστικά έργα χρησιμοποιούν ως πρώτες ύλες τα γεωργικά ή δασικά υπολείμματα που είναι ήδη διαθέσιμα στις αντίστοιχες βιομηχανίες μηδενίζοντας ή και ελαχιστοποιώντας το οριακό κόστος πρώτης ύλης. Η απαίτηση θερμότητας ή φορτίων ατμού ικανοποιείται μέσω των συστημάτων ΣΗΘ συμβάλλοντας, επίσης, στη μείωση του LCOE σε μόλις 0,03 USD/kWh. Ωστόσο, ακόμη και έργα υψηλότερου κόστους που υλοποιούνται σε ορισμένες

αναπτυσσόμενες χώρες μπορεί να είναι επίσης, ελκυστικά, επειδή παρέχουν ασφάλεια στον εφοδιασμό σε συνθήκες όπου η διακοπή λειτουργίας και ρεύματος μπορεί να είναι ιδιαίτερα προβληματικές για την αποδοτικότητα των βιομηχανικών διεργασιών.

Γενικά παρατηρείται ότι στα έργα που χρησιμοποιούνται πρώτες ύλες χαμηλού κόστους, όπως γεωργικά ή δασικά υπολείμματα ή υπολείμματα από τη μεταποίηση γεωργικών ή δασικών προϊόντων, τείνουν να έχουν χαμηλότερο κόστος LCOE. Σύμφωνα με τα δημοσιευμένα στοιχεία στη μελέτη της IRENA (2022), ο σταθμισμένος μέσος όρος LCOE έργου ανά πρώτη ύλη λαμβάνει τιμή ίση με 0,06 USD/kWh ή μικρότερη όταν χρησιμοποιείται ως πρώτη ύλη στερεά βιομάζα (συνήθως ξύλο ή ροκανίδια), ανανεώσιμα αστικά στερεά απόβλητα, φυτικά και γεωργικά απόβλητα. Ειδικότερα, οι εγκαταστάσεις που χρησιμοποιούν αστικά απόβλητα είναι υψηλής δυναμικότητας και αποτελούν οικονομικά ελκτικές πηγές παραγωγής ενέργειας.

Ωστόσο, για έργα που έχουν υλοποιηθεί στη Βόρεια Αμερική το LCOE είναι σημαντικά υψηλότερο από τον μέσο όρο, εξαιτίας του γεγονότος ότι αυτά τα έργα έχουν αναπτυχθεί, κυρίως για την επίλυση προβλημάτων διαχείρισης απορριμμάτων και όχι πρωτίστως για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, χωρίς, όμως, αυτό να αποτελεί αναγκαστικά εμπόδιο για τη βιωσιμότητά τους. Στην Ευρώπη, παρόμοια έργα παράγουν θερμότητα, η οποία, εν συνεχεία, παρέχεται είτε σε τοπικούς βιομηχανικούς χρήστες, είτε στο δίκτυο υπό μορφή τηλεθέρμανσης, με αποτέλεσμα τα έσοδα από τις πωλήσεις να μειώνουν το κόστος LCOE. Το υψηλότερο κόστος αυτών των έργων με πρώτη ύλη τα αστικά στερεά απόβλητα οφείλεται στο γεγονός ότι χρησιμοποιούν τεχνολογίες αντιρρύπανσης, οι οποίες αυξάνουν το κόστος κεφαλαίου. Εξαιρουμένων αυτών των έργων –που συνήθως δεν είναι τα μεγαλύτερα– το σταθμισμένο μέσο κόστος LCOE στην Ευρώπη και τη Βόρεια Αμερική μειώνεται κατά περίπου 0,01 USD/kWh, με αποτέλεσμα να μειώνεται και η αντίστοιχη διαφορά με τις χώρες εκτός ΟΟΣΑ.

Στο διάγραμμα της Εικ. 3.4-9 παρουσιάζεται το κόστος LCOE σε συνάρτηση με το συντελεστή χρησιμοποίησης σε έργα με πρώτη ύλη τη βαγιάση, το βιοαέριο, φλοιούς ρυζιού και άλλα φυτικά και γεωργικά απορρίμματα που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τη βιοενέργεια. Τα συμπεράσματα που προκύπτουν από την ως άνω διαγραμματική απεικόνιση είναι καταρχήν, ότι η διαθεσιμότητα της πρώτης ύλης επηρεάζει το οικονομικά βέλτιστο ενός έργου. Παράλληλα, όταν ο συντελεστής χρησιμοποίησης είναι μεγαλύτερος από 30% τότε παρατηρείται ότι δεν υπάρχει άμεση συσχέτιση μεταξύ του συντελεστή χρησιμοποίησης και του κόστους LCOE. Η διαθεσιμότητα ενός συνεχούς ρεύματος τροφοδοσίας πρώτης ύλης συμβάλλει στην επίτευξη υψηλών συντελεστών χρησιμοποίησης, χωρίς, όμως, αυτό να σημαίνει ότι ελαχιστοποιείται και το κόστος LCOE, όπως συμβαίνει στην περίπτωση όπου τα εποχιακά γεωργικά υπολείμματα πρέπει να συμπληρωθούν με ακριβότερες πρώτες ύλες. Παρόλο αυτά, το κόστος LCOE αυτών των έργων είναι συγκρίσιμο με το αντίστοιχο εκείνων που χρησιμοποιούν ως πρώτες ύλες υπολείμματα ξύλου (π.χ. πέλλετς και πριονίδια), των οποίων η προμήθεια είναι εφικτή καθ' όλη τη διάρκεια του έτους. Συνεπώς, η πρόσβαση σε χαμηλού κόστους πρώτες ύλες αντισταθμίζει το κόστος LCOE σε έργα με χαμηλούς συντελεστές επίδοσης. Σε έργα που χρησιμοποιούν ως πρώτη ύλη άλλα φυτικά και γεωργικά απόβλητα διαπιστώνεται ότι υπάρχει άμεση συσχέτιση μεταξύ υψηλότερων συντελεστών επίδοσης και χαμηλότερου κόστους LCOE στις αναπτυσσόμενες χώρες, λαμβάνοντας υπόψη ότι τα υψηλότερα κόστους έργα που έχουν τιμές συντελεστών χρησιμοποίησης άνω του 80% ευρίσκονται στις χώρες του ΟΟΣΑ.



Εικόνα 3.4-9. LCOE και συντελεστές χρησιμοποίησης ανά έργο με επιλεγμένες πρώτες ύλες για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από βιοενέργεια (IRENA, 2022).

3.5 Διαθεσιμότητα βιομάζας

Οι πρώτες ύλες βιομάζας που απαιτούνται για την παραγωγή βιοενέργειας και βιοχημικών για τα σενάρια επίτευξης του κλιματικού στόχου δημιουργούν ερωτήματα σχετικά με το εάν οι απαιτούμενες ποσότητες αυτών είναι ρεαλιστικές και εάν δύνανται να παραχθούν με διεργασίες που σέβονται τους περιβαλλοντικούς, κοινωνικούς και οικονομικούς παράγοντες βιωσιμότητας διατηρώντας παράλληλα την επισιτιστική ασφάλεια και τη βιοποικιλότητα. Επίσης, η χρήση της βιομάζας θα πρέπει να συμβάλλει σε πραγματικές και ουσιαστικές μειώσεις των αερίων του θερμοκηπίου λαμβάνοντας υπόψη ολόκληρο τον κύκλο ζωής του άνθρακα, όπως και της απελευθέρωσης τυχόν αποθεμάτων αυτού εξαιτίας αλλαγής χρήσης της γης ή επιπτώσεων στο έδαφος.

Οριστικές εκτιμήσεις σχετικά με τη διαθεσιμότητα της βιομάζας σε 30 έως 50 έτη είναι αδύνατο να πραγματοποιηθούν. Συνήθως, η εκτίμηση της διαθέσιμης βιομάζας πραγματοποιείται με διάφορα οικονομικά σενάρια που βασίζονται στην προσφορά – ζήτηση σε σχέση με διάφορες δράσεις και μέτρα για τη βιωσιμότητα. Δεδομένης αυτής της πολυπλοκότητας προκύπτει ένα τεράστιο εύρος εκτιμήσεων για τους κάτωθι λόγους (IRENA, 2022c):

- α. Οι μελέτες χωρίς να εξηγούν τους διάφορους περιορισμούς, αναφέρονται σε διαφορετικές εκτιμήσεις του δυναμικού της βιομάζας, όπως είναι:
 - Του **θεωρητικού δυναμικού**, δηλαδή του μέγιστου ποσού βιομάζας που παράγεται σε μια περιοχή, εντός θεμελιωδών βιοφυσικών ορίων. Στην περίπτωση της βιομάζας από καλλιέργειες και δάση, το θεωρητικό

δυναμικό αντιπροσωπεύει τη μέγιστη παραγωγικότητα υπό θεωρητικά βέλτιστη διαχείριση λαμβάνοντας υπόψη τους περιορισμούς που προκύπτουν από το έδαφος, τη θερμοκρασία, την ηλιακή ακτινοβολία και τις βροχοπτώσεις. Στην περίπτωση των υπολειμμάτων και των απορριμμάτων, τα θεωρητικά δυναμικά ισούνται με τη συνολική ποσότητα που παράγεται.

- Του **διαθέσιμου δυναμικού**, δηλαδή του ποσοστού από το θεωρητικό δυναμικό που μπορεί να χρησιμοποιηθεί λαμβάνοντας υπόψη τοπικές και άλλες παραμέτρους (π.χ. μορφολογία εδάφους, ανταγωνιστικές χρήσεις όπως είναι η παραγωγή δευτερογενών προϊόντων ξύλου από τις βιομηχανίες επεξεργασίας ξύλου, κλπ).
 - Του **τεχνικά εκμεταλλεύσιμου δυναμικού**, δηλαδή του ποσοστού από το διαθέσιμο δυναμικό που αξιοποιείται με τις τρέχουσες τεχνολογικές δυνατότητες (όπως τεχνικές συγκομιδής, υποδομές και προσβασιμότητα, τεχνικές επεξεργασίας). Λαμβάνει, επίσης, υπόψη τους χωρικούς περιορισμούς λόγω άλλων χρήσεων γης (παραγωγή τροφίμων, ζωοτροφών και ινών) καθώς και οικολογικούς (π.χ. φυσικά καταφύγια) και πιθανώς άλλους μη τεχνικούς περιορισμούς.
 - Του **οικονομικά εκμεταλλεύσιμου δυναμικού**, δηλαδή του ποσοστού από το τεχνικά εκμεταλλεύσιμο που μπορεί να αξιοποιηθεί οικονομικά λαμβάνοντας υπόψη το κόστος εξασφάλισης της πρώτης ύλης (βιομάζας), και την επεξεργασία της για να μετατραπεί στην τελική μορφή και περαιτέρω αξιοποιηθεί ενεργειακά.
 - Του **βιώσιμου εκμεταλλεύσιμου δυναμικού**, λαμβάνοντας υπόψη κριτήρια περιβαλλοντικής, οικονομικής και κοινωνικής βιωσιμότητας στην αξιολόγηση των πόρων βιομάζας. Αυτό σημαίνει ότι τα κριτήρια βιωσιμότητας λειτουργούν σαν φίλτρο στο θεωρητικό, διαθέσιμο, τεχνικά εκμεταλλεύσιμο, οικονομικά εκμεταλλεύσιμο δυναμικό διαμορφώνοντας τελικά ένα βιώσιμο εκμεταλλεύσιμο δυναμικό. Ανάλογα με το είδος του δυναμικού, εφαρμόζονται αντίστοιχα και τα κριτήρια βιωσιμότητας σε διαφορετικούς βαθμούς.
- β. Οι μελέτες δεν εξετάζουν το πλήρες φάσμα των πιθανών πόρων βιομάζας ή ευκαιριών, αλλά ούτε και παρέχουν λεπτομέρειες. Οι περισσότερες από αυτές παρουσιάζουν τις κύριες κατηγορίες πρώτων υλών βιομάζας, όπως είναι τα είδη των φυτών, τα δασικά και αγροτικά υπολείμματα, τα παραπροϊόντα από συμβατικά τρόφιμα και βιομηχανία, χωρίς να χρησιμοποιούν κάποια λεπτομερή μοντελοποίηση της χρήσης των ως άνω για τη συμπαραγωγή βιομάζας.
- γ. Χρησιμοποιούνται διαφορετικές προσεγγίσεις για της εξέταση του τρόπου με τον οποίο επιδρούν διάφοροι παράγοντες στη διαθεσιμότητα ενός συγκεκριμένου πόρου, όπως είναι η διαθεσιμότητα καλλιεργήσιμης γης, οι αποδόσεις των καλλιεργειών, η ζήτηση τροφίμων, η χρήση βιομάζας για την παραγωγή βιο-υλικών και πως επαναχρησιμοποιούνται σε διαδοχικές αλυσίδες.
- δ. Εφαρμόζονται διαφορετικά κριτήρια βιωσιμότητας για την παροχή βιομάζας. Για παράδειγμα, ορισμένες εκτιμήσεις αποκλείουν την αροτραία/υποβαθμισμένη γη για την παραγωγή βιομάζας, ενώ άλλες την περιλαμβάνουν.

Επομένως, οι αξιολογήσεις του δυναμικού βιομάζας θα πρέπει να είναι σαφείς, πλήρεις και τεκμηριωμένες ώστε να μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη διαμόρφωση πολιτικής. Γενικά, εκτιμάται ότι οι διαθέσιμοι πόροι βιομάζας παγκοσμίως κυμαίνονται από **47 EJ** έως **1.500 EJ** (IRENA, 2022c). Οι πιο πρόσφατες εκτιμήσεις έχουν

μικρότερο εύρος, από **100 EJ έως 250 EJ**, αντανακλώντας πιθανά όρια στη χρήση γης που προορίζονται μόνο για ενεργειακές καλλιέργειες. Πιο αναλυτικά, σύμφωνα με:

1) Τον IRENA (2022c), εκτιμάται ότι, **153 EJ/έτος** βιώσιμης βιομάζας θα συμμετέχουν στην παραγωγή βιοενέργειας έως το 2050. Προηγούμενες εκτιμήσεις του IRENA ανέφεραν ότι η πιθανή προσφορά βιομάζας το 2030 θα κυμαίνεται από **97 EJ έως 147 EJ** ετησίως, ενώ ως κύριες πηγές θα μπορούσαν να είναι:

- Τα γεωργικά υπολείμματα και τα απόβλητα (**37-66 EJ**)
- Οι ενεργειακές καλλιέργειες (**33-39 EJ**).
- Τα δασικά προϊόντα, συμπεριλαμβανομένων των δασικών υπολειμμάτων (**24-43 EJ**).

Αξίζει να σημειωθεί ότι, στην έκθεση IRENA «Ενίσχυση των βιοκαυσίμων» προβάλλονται τρόποι αύξησης των πόρων της διαθέσιμης βιοενέργειας άνω των 200 EJ, συμπεριλαμβανομένων υψηλότερων αποδόσεων σε λιγότερη γη, τόσο για τρόφιμα όσο και για ενεργειακές καλλιέργειες για την κάλυψη της αυξανόμενης ζήτησης. Αυτό θα απαιτούσε περισσότερη αγροτική ένταση, λιγότερα απόβλητα τροφίμων, και την έναρξη καλλιεργειών φυτειών ξύλου για την παραγωγή υλικών και καυσίμων παρέχοντας ταυτόχρονα περιβαλλοντικά οφέλη (IRENA, 2016e).

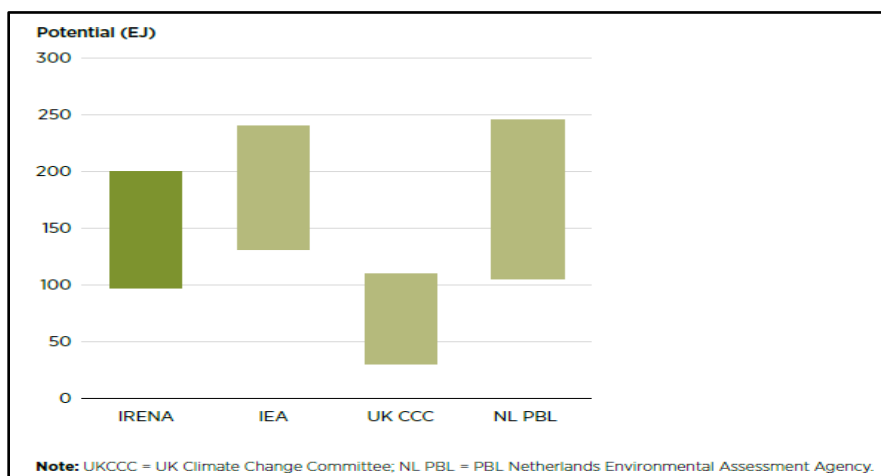
2) Τον IEA (2021d), το επίπεδο χρήσης βιοενέργειας περιορίζεται στα **100 EJ**, πλησιάζοντας το ελάχιστο επίπεδο που αναφέρεται στις ακαδημαϊκές και άλλες μελέτες. Προηγούμενη ανάλυση του IEA είχε καταλήξει στο συμπέρασμα ότι η πιθανή προσφορά ήταν πιθανή **130 – 240 EJ**, εκ των οποίων τα **70 – 140 EJ** θα προέρχονται από απόβλητα και υπολείμματα και τα **60 – 100 EJ** από ενεργειακές καλλιέργειες (IEA, 2017).

3) Την Επιτροπή Κλιματικής Αλλαγής του Ηνωμένου Βασιλείου (UK CCC), (HB CCC, 2018), εκτιμήθηκαν οι δυνατότητες για «εμπορεύσιμη βιομάζα» μεταξύ **15 EJ και 85 EJ** και τη "μη εμπορεύσιμη" βιομάζα, μεταξύ **30 EJ και 110 EJ**.

4) Τον Οργανισμό Περιβαλλοντικής Αξιολόγησης της Ολλανδίας (NL PBL, 2021), εκτιμάται το παγκόσμιο δυναμικό βιώσιμης βιομάζας μεταξύ **105 EJ και 245 EJ** το 2050, με βάση την εργασία του CE Delft.

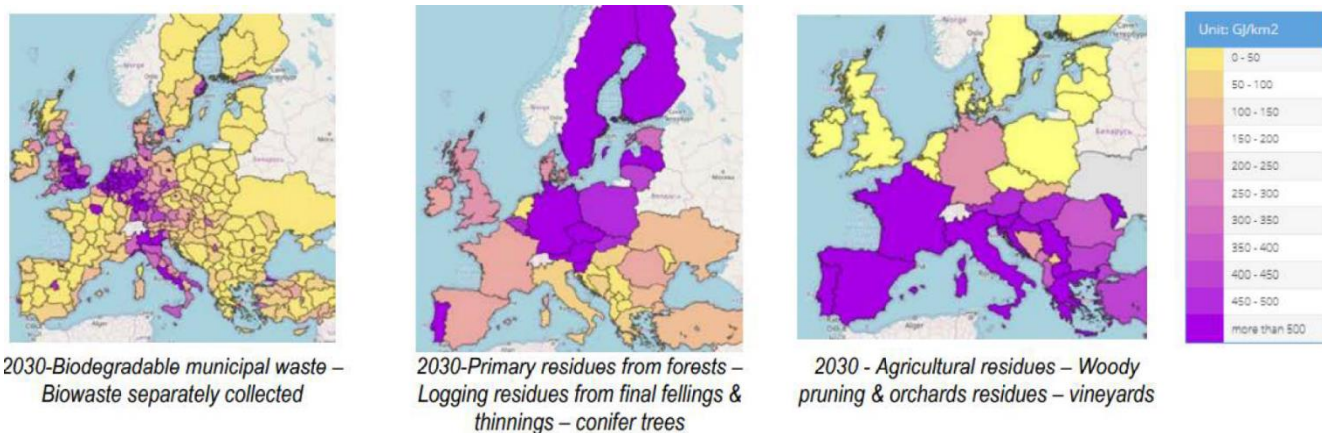
Στην Εικ.3.5-1 παρουσιάζεται το εύρος των δυνατοτήτων βιομάζας που σχετίζονται με τις παραπάνω εκτιμήσεις. Αυτοί ακόμα παρουσιάζουν ένα ευρύ φάσμα, αλλά κυρίως στο εύρος **100 – 250 EJ** που παρατηρήθηκε νωρίτερα.

Κατόπιν των ανωτέρω, προκύπτει ότι δεν υπάρχουν ολοκληρωμένες εκτιμήσεις σχετικά με τη διαθεσιμότητα της βιομάζας έως το 2050 και μετά. Η προέλευση των πόρων, οι παράγοντες που επιδρούν στη διαθεσιμότητα και τα πολλαπλά κριτήρια βιωσιμότητας επηρεάζουν την αποτελεσματικότητα των εκτιμήσεων, οι οποίες κυμαίνονται μεταξύ μεγάλων ορίων, εμφανίζουν ελλιπή στοιχεία στις υποθέσεις τους και δυσχεραίνουν τη συγκριτική αξιολόγηση. Ωστόσο, η μη επαρκής εκτίμηση του διαθέσιμου δυναμικού της βιομάζας δεν θα πρέπει να αποτρέπει τη συμμετοχή της βιοενέργειας στα σενάρια της ενεργειακής μετάβασης, αλλά ούτε και να εμποδίζει τη χρήση της σε διάφορες πολιτικές εφόσον συνδυάζονται με κανονισμούς και διαδικασίες που στηρίζονται στη βιωσιμότητα.



Εικόνα 3.5-1. Εκτιμήσεις ενεργειακού δυναμικού βιομάζας για το έτος 2050 (IRENA, 2022c).

Εν συνεχεία, στην Ευρώπη παρατηρείται ότι η διαθέσιμη βιομάζα εξαρτάται από την κατανομή των πρώτων υλών ανά γεωγραφική περιοχή (Εικ. 3.5-2), σύμφωνα με την μελέτη «*BIOfuels production from Syngas FERmentation for Aviation and maritime use Grant Agreement No 884208*» (Centre for Research & Technology Hellas, 2020). Από την ανάλυση των πρώτων υλών βιομάζας και του αντίστοιχου δυναμικού τους, όπως παρουσιάζεται στον Πίνακα 3.5-1 και 3.5-2, προκύπτει ότι, οι μεσογειακές χώρες διαθέτουν υψηλές συγκεντρώσεις αγροτικών υπολειμμάτων, όπως είναι τα κλαδέματα και τα κουκούτσια ελιάς, με πρωτοπόρες, τις τρεις κορυφαίες ελαιοπαραγωγούς στον κόσμο, την Ισπανία, την Ιταλία και την Ελλάδα. Παράλληλα, οι χώρες αυτές εμφανίζουν υψηλές συγκεντρώσεις σε υπολείμματα από τους αμπελώνες εξαιτίας της εξειδίκευσής τους στον τομέα του κρασιού. Επιπρόσθετα, οι μεσογειακές χώρες παρουσιάζουν μακροχρόνιες καλλιέργειες σε σιτάρι, κριθάρι, βρώμη, σίκαλη και καλαμπόκι, οι οποίες ευνοούνται από το μικροκλίμα που επικρατεί σε αυτές.



Εικόνα 3.5-2. Τεχνικά εκμεταλλεύσιμο δυναμικό βιομάζας στην Ευρώπη το έτος 2030 (Centre for Research & Technology Hellas, 2020).

Στις κεντρικές χώρες της Ευρώπης, και ιδιαίτερα στο Βέλγιο και στην Ολλανδία παρουσιάζονται υψηλές συγκεντρώσεις σε βιοαπόβλητα και αγροτικά υπολείμματα, ενώ στις βόρειες χώρες και ειδικότερα στη Νορβηγία, υψηλές συγκεντρώσεις δασικών υπολειμμάτων, κυρίως από κωνοφόρα δέντρα. Οι χώρες της Σκανδιναβίας προσφέρονται ιδανικά για την αξιοποίηση των δασών τους. Τα υπολείμματα της δασοκομίας καθώς και τα υπολείμματα από την ευρύτερη βιομηχανία ξύλου (π.χ. πριονίδι) παράγονται με έναν δυναμικό βιώσιμο τρόπο.

Ωστόσο, ο τομέας των σιτηρών για τη Φινλανδία δεν είναι τόσο ανταγωνιστικός όσο στις μεσογειακές χώρες. Η παραγωγικότητα της γεωργικής γης στη Φινλανδία είναι ασθενέστερη και διαρκεί μικρότερη χρονική περίοδο εξαιτίας της γεωγραφικής της θέσης.

Πίνακας 3.5-1. Πηγές βιομάζας στην Ευρώπη (Centre for Research & Technology Hellas, 2020).

Περιοχή Ευρώπης	Χώρα	Πρώτες ύλες βιομάζας
Βόρεια	Φινλανδία	Υπολείμματα από δάση
Νότια – Ανατολικά	Ελλάδα	Αγροτικά υπολείμματα (δέντρα ελιάς, φρούτων, αμπελώνες), βιοαπόβλητα (αεροδρόμια/λιμάνια)
Νότια – Δυτικά	Ισπανία	Αγροτικά υπολείμματα (δέντρα ελιάς, άχυρο, αμπελώνες)
Νότια - Κεντρικά	Ιταλία	Βιοαπόβλητα, αγροτικά υπολείμματα (δέντρα ελιάς, άχυρο, αμπελώνες)
Κεντρικά	Βέλγιο - Ολλανδία	Βιοαπόβλητα (αεροδρόμια/λιμάνια), αγροτικά υπολείμματα (αμπελώνες)

Πίνακας 3.5-2. Ανάλυση δυναμικού βιομάζας στην Ισπανία, Ιταλία, Ελλάδα και Φινλανδία (Centre for Research & Technology Hellas, 2020).

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΙΣΠΑΝΙΑ	ΙΤΑΛΙΑ	ΕΛΛΑΔΑ	ΦΙΛΑΝΔΙΑ
Α				
<u>Αγροτικά υπολείμματα</u>				
Ξυλώδη κλαδέματα & υπολείμματα οπωρώνων (kton dm)				
Υπολείμματα από αμπελώνες	617	737	93	0
Υπολείμματα από φυτείες ελιάς	2955	1334	1165	0
Υπολείμματα από φυτείες εσπεριδοειδών	565	220	73	0
Υπολείμματα από φυτείες οπωροφόρων δέντρων	738	470	211	5
Άχυρο/Καλαμιές				
Δημητριακά	14210	6448	2021	3279
Καλαμπόκι	1666	5692	1227	0
Ηλιάνθος	1932	435	208	0
Ρύζι	867	1556	255	0
Ελαιοκράμβη	139	11	0	100
Υποπροϊόντα και υπολείμματα από τη βιομηχανία επεξεργασίας τροφίμων και φρούτων				
Πυρήνες ελιάς	633	327	182	0
Φλοιός ρυζιού	191	297	51	0
Πίτουρο δημητριακών	2852	1838	394	519
<u>Πρωτογενή υπολείμματα από δάση</u>				
Υπολείμματα υλοτομίας				
Υπολείμματα από μη κωνοφόρα δέντρα (from final fellings)	859	2261	156	774
Υπολείμματα από μη κωνοφόρα δέντρα (from thinnings)	312	534	155	705
Υπολείμματα από κωνοφόρα δέντρα (from final fellings)	1801	356	197	5629
Υπολείμματα από κωνοφόρα δέντρα (from thinnings)	1248	432	197	3454
Κορμοί δέντρων				
Κορμοί από μη κωνοφόρα δέντρα (from final fellings)	1339	3444	0	1070
Κορμοί από κωνοφόρα δέντρα (from final fellings)	2655	463	131	7274
<u>Πρωτογενής παραγωγή από λιγνοκυτταρινικές καλλιέργειες βιομάζας</u>				
Πρεμνοφυές δάσος μικρού περιτροπού χρόνου				
Ιτιά πρεμνοφυής	272	1024	0	0
<u>Αστικά απόβλητα</u>				
Βιοαποδομήσιμα αστικά απόβλητα				
Βιολογικά απόβλητα που δεν συλλέγονται χωριστά	7599	4772	1781	612
Βιολογικά απόβλητα που συλλέγονται χωριστά	1900	7159	198	408

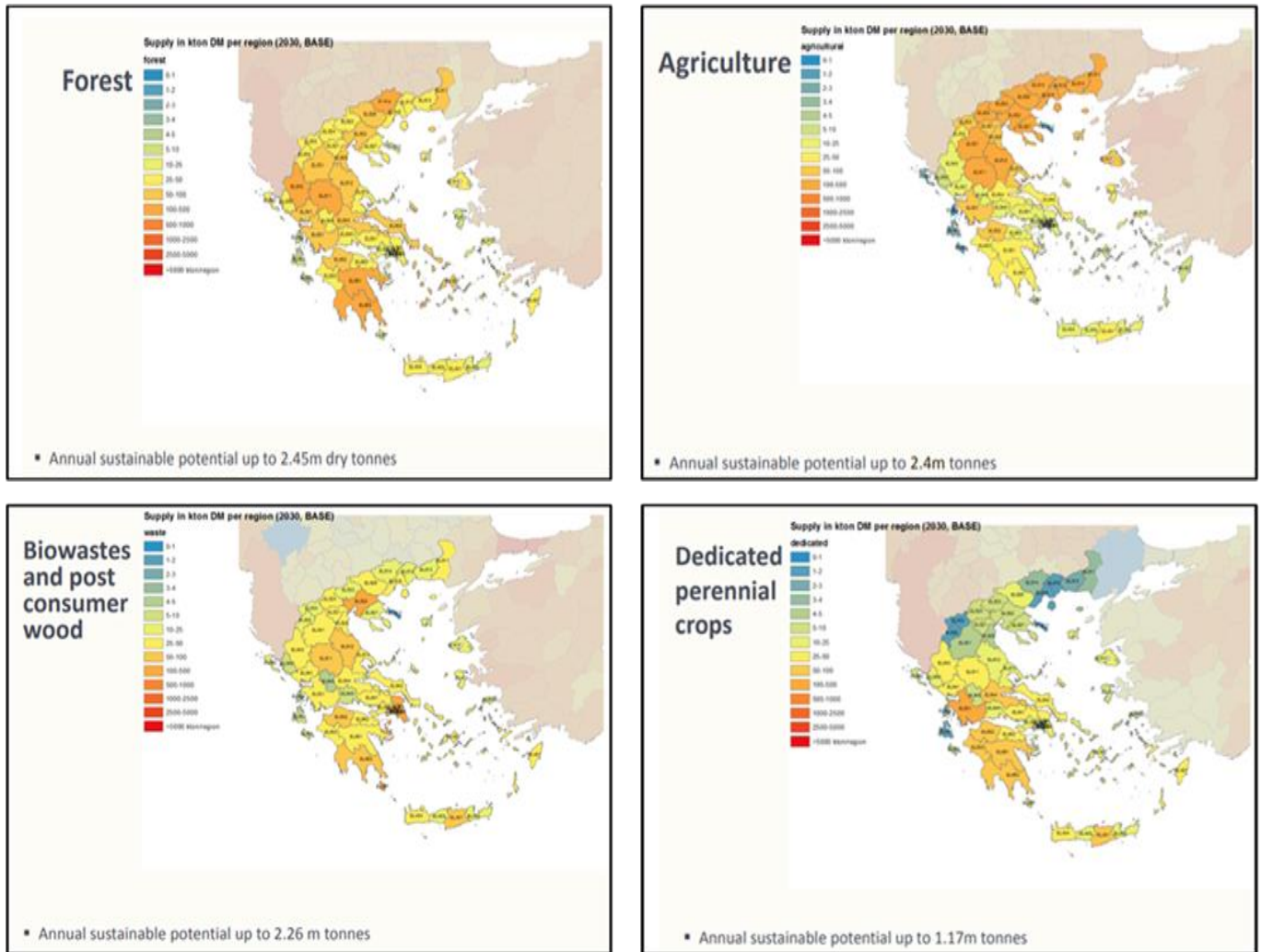
Στη μελέτη «Biomass in the EU Green Deal» του Institute European Environmental Policy (2021) αναφέρεται ότι τα σενάρια ζήτησης προβλέπουν σχεδόν διπλασιασμό έως τριπλασιασμό της βιοενέργειας το 2050 και αύξηση έως 50% στην κατανάλωση υλικών, στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Ειδικότερα, η ζήτηση για βιομάζα θα κυμανθεί μέχρι **19 EJ** έως το 2050, δηλαδή εντός του εύρους των εκτιμώμενων θεωρητικών και τεχνικά εκμεταλλεύσιμων δυναμικών (έως **30 EJ** το 2050) μέσω της εντατικής εξόρυξης βιοπόρων.

Ωστόσο, η βιώσιμη δυνητική προσφορά της βιομάζας είναι πολύ χαμηλότερη, όπως παρουσιάζεται στο Παράρτημα «Α». Στα ρεαλιστικά και βιώσιμα σενάρια της ΕΕ, όπου λαμβάνονται υπόψη οι περιβαλλοντικοί και κλιματικοί στόχοι, απαιτείται προμήθεια βιομάζας **9-17,2 EJ/έτος (191-409 Mtoe)** έως το 2030 και **9-22 EJ/έτος (215-478 Mtoe)** έως το 2050, με μέση παροχή **14,2 EJ/έτος (340,2 Mtoe)** το 2050 (IEEP, 2021). Όμως, το εύρος προμήθειας υπολογίζεται ακόμη μικρότερο, ήτοι **11-13 EJ/έτος**, εάν επιπλέον, ληφθούν υπόψη τα κριτήρια βιωσιμότητας και οι οικονομικοί παράγοντες της ΕΕ. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, η εκτιμώμενη ζήτηση να υπερβαίνει κατά **6-8 EJ/έτος (143,4-191,2 Mtoe)** το εκτιμώμενο μέσο όρο βιώσιμης παροχής της βιομάζας.

Το γεγονός αυτό αποδεικνύει, ότι η κατανόηση του αντίκτυπου της προσφοράς έναντι της ζήτησης είναι αρκετά πολύπλοκη. Γενικά, όπως αναφέρθηκε και ανωτέρω, οι εκτιμώμενες ποσότητες της διαθέσιμης βιομάζας στην Ευρωπαϊκή Ένωση παρουσιάζουν διακυμάνσεις και η ακρίβεια των δεδομένων σε συνδυασμό με τις εκτιμήσεις για την προσφορά και ζήτηση δημιουργούν την ανάγκη για μια πιο σαφή περιγραφή των υποθέσεων και του πεδίου εφαρμογής ώστε να διεξαχθούν αξιόλογες συγκρίσεις (Institute European Environmental Policy, 2021). Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η αξιοπιστία των εκτιμήσεων σχετικά με τη συγκομιδή δασικής βιομάζας, όπου η χρήση ξυλώδους βιομάζας αυξάνεται, ενώ οι κίνδυνοι βιοποικιλότητας μειώνονται μαζί με το δασικό απόθεμα άνθρακα.

Στην Ελλάδα αντίστοιχα, εκτιμάται ότι υφίστανται ανεκμετάλλευτο δυναμικό βιομάζας ισοδύναμο άνω των 1,3 εκατ. τόνων πετρελαίου (βιομάζα από την καλλιέργεια και επεξεργασία βαμβακιού, καλαμποκιού, ρυζιού, στερεά απόβλητα ελαιολιπών και ελαιουργείων, άχυρο, κλαδιά δένδρων, φλοιοί ξηρών καρπών, πυρήνες ροδάκινων (κονσερβοποιία), πριονίδι, αγριαγκινάρα, κλπ). Σύμφωνα με τον IRENA (2022b), ο μέσος όρος πρωτογενούς παραγωγής βιομάζας στην Ελλάδα ισούται με 3 - 4 tC/ha/έτος. Στην Εικ. 3.5-3 παρουσιάζεται το ετήσιο βιώσιμο δυναμικό βιομάζας με πρώτες ύλες από τα δάση (2,45 m drytones), τη γεωργία (2,4 m tones), τα βιοαπόβλητα (2,26 m tones) και τις πολυετείς καλλιέργειες (1,17 m tones).

Ωστόσο, τα προβλήματα και εμπόδια που παρουσιάζονται στον ελλαδικό χώρο για την προώθηση της βιοενέργειας σχετίζονται άμεσα με τη δυσλειτουργία του αδειοδοτικού συστήματος εξαιτίας των σύνθετων γραφειοκρατικών διαδικασιών και των ασαφειών του υφιστάμενου νομικού πλαισίου, τον έλεγχο και τη σύναψη μακροχρόνιων συμβολαίων για την ανάκτηση απαραίτητων πρώτων υλών βιομάζας, κλπ., την έλλειψη τεχνογνωσίας σε όλα τα στάδια υλοποίησης των επενδύσεων, την έλλειψη βασικών υποδομών (χρήση γης, κτηματολόγιο, δασολόγιο, κλπ) και την τοπική κοινωνική αποδοχή.



Εικόνα 3.5-3. Βιώσιμο δυναμικό βιομάζας στην Ελλάδα (Panoutsou et al, 2017).

3.6 Συμπεράσματα χρήσης βιομάζας

Η βιομάζα, ως αποθήκη ηλιακής ενέργειας, θεωρείται ότι αποτελεί ανεξάντλητο υλικό και δυνητική πηγή ενέργειας. Επιπλέον, η χρήση της για παραγωγή ενέργειας παρουσιάζει αρκετά πλεονεκτήματα όπως (Πολυζάκης, 2019) :

- Μειωμένες εκπομπές οξειδίων του αζώτου, διοξειδίου του άνθρακα (π.χ. από τη χρήση βιοντίζελ εκπέμπονται 2,5 $\text{tnCO}_2/1000\text{lt}$, ενώ από το συμβατικό ντίζελ 3,2 $\text{tnCO}_2/1000\text{lt}$), μονοξειδίου του άνθρακα (μείωση κατά 15% σε σύγκριση με τη βενζίνη των αυτοκινήτων), σωματιδίων (μείωση κατά 30% σε σύγκριση με τις μονάδες καύσης άνθρακα), άλλων εκπομπών, υδρογονανθράκων (μείωση κατά 10% σε σύγκριση με τα βενζινοκίνητα αυτοκίνητα), οξειδίων του θείου, οσμών.
- Προστασία των δασών, έναντι της διάβρωσης του εδάφους και καλή διαχείριση των υδάτων.
- Μείωση περιβαλλοντικής ρύπανσης από τα απορρίμματα και παραπροϊόντα λυμάτων.
- Εκμετάλλευση εδαφών μικρής γονιμότητας και δημιουργία εναλλακτικών γεωργικών λύσεων.

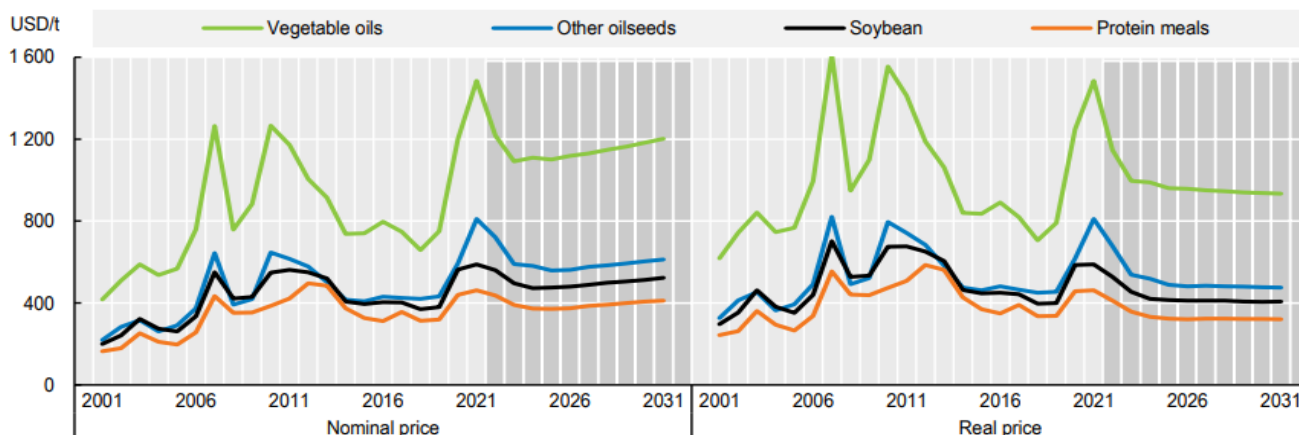
- Αύξηση του αγροτικού εισοδήματος και αναβάθμιση μικρών ανεπτυγμένων γεωργικών οικονομιών.
- Μειωμένη εξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα, όπως το πετρέλαιο με σημαντικές επιπτώσεις στην οικονομία και στο εμπορικό ισοζύγιο.
- Δημιουργία νέων θέσεων εργασίας και απασχόλησης.
- Ανταγωνιστικότητα ως προς την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σε σχέση με τις άλλες τεχνολογίες Α.Π.Ε., εξαιτίας του χαμηλού κόστους κεφαλαίου και των πρώτων υλών, υπό την προϋπόθεση, της διαθεσιμότητας των τελευταίων.

Πράγματι, η τεχνολογία μετατροπής βιομάζας μπορεί να παρέχει παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με χαμηλό κόστος LCOE ίσο περίπου με 0,040 USD/kWh. Τα πιο ανταγωνιστικά έργα χρησιμοποιούν ως πρώτες ύλες τα γεωργικά ή δασικά υπολείμματα που είναι ήδη διαθέσιμα στις αντίστοιχες βιομηχανίες μηδενίζοντας ή και ελαχιστοποιώντας το οριακό κόστος πρώτης ύλης. Η απαίτηση θερμότητας ή φορτίων ατμού ικανοποιείται μέσω των συστημάτων ΣΗΘ συμβάλλοντας, επίσης, στη μείωση του LCOE σε μόλις 0,03 USD/kWh.

Ωστόσο, ακόμη και έργα υψηλότερου κόστους που υλοποιούνται σε ορισμένες αναπτυσσόμενες χώρες μπορεί να είναι επίσης, ελκυστικά, επειδή παρέχουν ασφάλεια στον εφοδιασμό σε συνθήκες όπου η διακοπή λειτουργίας και ρεύματος μπορεί να είναι ιδιαίτερα προβληματικές για την αποδοτικότητα των βιομηχανικών διεργασιών. Παρόλο, όμως, τον ανανεώσιμο χαρακτήρα της βιομάζας και τις απλές τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται για την μετατροπή της σε ενέργεια, υπάρχουν διάφορα ζητήματα που περιορίζουν τη χρήση της μεταξύ των οποίων είναι (Πολυζάκης, 2019):

- Η χαμηλή θερμογόνος δύναμη και το υψηλό περιεχόμενο σε υγρασία.
- Το κόστος παραγωγής ενέργειας, το οποίο επηρεάζεται, κυρίως, από το κόστος των εγκαταστάσεων, την αξιοπιστία τροφοδοσίας καυσίμων (ποιότητα και ποσότητα υλικών), το κόστος των πρώτων υλών σε περίπτωση μη διαθεσιμότητάς τους, την ωριμότητα των τεχνολογιών λειτουργίας και συντήρησης, την αποδοχή από την αγορά.
- Η εμπορευσιμότητα της τέφρας, η οποία θα πρέπει να είναι απαλλαγμένη από οργανικές ύλες, όπως είναι το χλώριο.
- Το αυξημένο κόστος μεταφοράς, το οποίο μπορεί να αντιμετωπιστεί είτε με την εγκατάσταση των μονάδων μετατροπής στον χώρο παραγωγής, είτε άλλων αξιόπιστων εναλλακτικών πηγών όταν οι μονάδες παραγωγής βρίσκονται σε ακτίνα μεγαλύτερη των 80 km.
- Η εκπομπή οργανικών σωματιδίων, CO και οργανικών αερίων κατά την ατελή καύση της ξυλείας.
- Οι απαιτήσεις στη διαδικασία προετοιμασίας (συλλογή, μεταποίηση, μεταφορά, αποθήκευση), λαμβάνοντας υπόψη τη μεγάλη διασπορά, την εποχιακή παραγωγή και το υψηλό περιεχόμενο υγρασίας της βιομάζας.
- Η αυξημένη ζήτηση πρώτων υλών βιομάζας μπορεί να επιφέρει αύξηση στις τιμές των αγροτικών προϊόντων και αντιστοίχως, στις τιμές των τροφίμων. Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι, από το έτος 2021, πριν την έναρξη του πολέμου στην Ουκρανία, παρατηρήθηκαν πληθωριστικές πιέσεις σε κατηγορίες τροφίμων, όπως αναφέρει ο Οργανισμός Τροφίμων και Γεωργίας των Ηνωμένων Εθνών (FAO), με κύριο λόγο τουλάχιστον για τα φυτικά έλαια, την αυξημένη ζήτησή τους για την παραγωγή βιοκαυσίμων (OECD/FAO, 2022). Ειδικότερα, οι τιμές των

φυτικών ελαίων αυξήθηκαν κατά 70% και των δημητριακών κατά 30% σε σύγκριση με την προηγούμενη πενταετία (Εικ. 3.6-1). Συνεπώς, τα περιβαλλοντικά οφέλη που προκύπτουν από τη χρήση των βιοκαυσίμων δύνανται να ανατραπούν από τις επιπτώσεις που ενδεχομένως επιφέρει η παραγωγή τους τόσο στη χρήση γης (π.χ. η μετατροπή δασικών εκτάσεων σε καλλιεργήσιμη γη), όσο και στην προσφορά – ζήτηση των τροφίμων (π.χ. ο κίνδυνος επισιτιστικής κρίσης εξαιτίας της δυσλειτουργίας της εφοδιαστικής αλυσίδας από λόγους ανωτέρας βίας) (Μάναλης, 2022).



Εικόνα 3.6-1. Διακύμανση τιμών φυτικών ελαίων παγκοσμίως (OECD/FAO, 2022).

- Η συμμετοχή της βιομάζας στη δημιουργία του βιομηχανικού νέφους. Στις αναπτυσσόμενες χώρες, η βιομάζα χρησιμοποιείται κυρίως για τη θέρμανση και το μαγείρεμα προκαλώντας ατμοσφαιρική ρύπανση, με σοβαρές συνέπειες στην υγεία, μαζί με την υποβάθμιση των δασών που οδηγεί σε εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου και απώλεια βιοποικιλότητας. Παρόλο αυτά, καταβάλλεται προσπάθεια στην παροχή καθαρών καυσίμων μαγειρέματος για όλους – όπως ενσωματώνεται στον Στόχο 7 του ΟΗΕ για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη (IEA, IRENA, UNSD, Παγκόσμια Τράπεζα και ΠΟΥ, 2021).

Αξίζει να σημειωθεί ότι, στο πλαίσιο της δέσμης μέτρων “Fit for 55” της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου (GHG) κατά 55% μέχρι το 2030 σε σύγκριση με τα επίπεδα του 1990, η βιώσιμη βιοενέργεια αναμένεται να συμβάλλει αποτελεσματικά στην επίτευξη των στόχων για την κλιματική ουδετερότητα. Παράλληλα, η μετάβαση σε μια νέα βιώσιμη κυκλική βιοοικονομία απαιτεί αλλαγές που δεν περιορίζονται μόνο στον χώρο της παραγωγής και κατανάλωσης, αλλά και στον τρόπο διαχείρισης των αποβλήτων των δραστηριοτήτων μας με συγκεκριμένους κανόνες αειφορίας κατά την μετατροπής τους σε βιοβασισμένα υλικά και προϊόντα προστιθέμενης αξίας όπως είναι τα βιοπλαστικά, τα βιοϋλικά, τα βιολογικά προϊόντα και η βιοενέργεια.

Ως εκ τούτου για την αξιοποίηση και ευρύτερη χρήση της βιομάζας απαιτείται να ληφθούν μέτρα, όπως είναι η δημιουργία κινήτρων, προγραμματισμού (π.χ. εκπόνηση μελετών αξιοποίησης βιομάζας σε σχέση με τις ανάγκες εκάστης περιοχής, ανάπτυξη ή και μεταφορά τεχνολογίας, ανάπτυξη της αγοράς, θέσπιση κινήτρων και θεσμών σχετικά με την επιχειρηματική δραστηριότητα της συλλογής, επεξεργασίας, διανομής και προώθησης χρήσεων της βιομάζας, κ.ά) και η ίδρυση επιχειρήσεων που θα ασχολούνται με τη συλλογή και εκμετάλλευση της βιομάζας, όπως είναι οι ομάδες παραγωγών ενέργειας (συνεταιρισμοί, οργανισμοί τοπικής αυτοδιοίκησης, κ.ά), οι πιστωτικοί φορείς (τράπεζες), οι φορείς εμπορίας βιομάζας και των προϊόντων της (Τσατήρης, 2018).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΒΙΟΔΙΥΛΙΣΤΗΡΙΑ

4.1 Γενικά στοιχεία

Στη δεκαετία του 1990, εμφανίστηκε ο όρος «βιοδιυλιστήρια» για να ορίσει τις εγκαταστάσεις που ασχολούνται με τη μεταποίηση διαφορετικών πόρων προέλευσης βιομάζας. Σύμφωνα με τον πιο συχνά αναφερόμενο ορισμό που προτείνεται από το Εθνικό Εργαστήριο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας των Η.Π.Α. (NREL ΗΠΑ), «Βιοδιυλιστήριο είναι μια εγκατάσταση που ενσωματώνει διεργασίες και εξοπλισμό μετατροπής βιομάζας για την παραγωγή καυσίμων, ενέργειας και χημικών ουσιών προστιθέμενης αξίας από βιομάζα. Το βιοδιυλιστήριο είναι ανάλογο με το σημερινό διυλιστήριο πετρελαίου, το οποίο παράγει πολλαπλά καύσιμα και προϊόντα από πετρέλαιο» (Grosser and Neczaj, 2022). Οι πιο συνηθισμένοι ορισμοί για τα βιοδιυλιστήρια παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.1-1.

Πίνακας 4.1-1. Ορισμός βιοδιυλιστηρίου

Πηγή	Ορισμός
NREL	Βιοδιυλιστήριο είναι μια εγκατάσταση που ενσωματώνει διεργασίες και εξοπλισμό μετατροπής βιομάζας για την παραγωγή καυσίμων, ενέργειας και χημικών ουσιών προστιθέμενης αξίας από βιομάζα. Το βιοδιυλιστήριο είναι ανάλογο με το σημερινό διυλιστήριο πετρελαίου, το οποίο παράγει πολλαπλά καύσιμα και προϊόντα από πετρέλαιο.
US Department of Energy (DOE)	Βιοδιυλιστήριο είναι μια συνολική έννοια μιας μονάδας επεξεργασίας όπου οι πρώτες ύλες βιομάζας μετατρέπονται σε ένα ευρύ φάσμα πολύτιμων προϊόντων.
International Energy Agency (IEA)	Η βιώσιμη επεξεργασία της βιομάζας σε ένα ευρύ φάσμα βιοβασισμένων προϊόντων (τρόφιμα, ζωοτροφές, χημικά, υλικά) και βιοενέργεια (βιοκαύσιμα, ισχύς και/ή θερμότητα).
Oak Ridge National Laboratory (US)	Μια εγκατάσταση που επεξεργάζεται και μετατρέπει τη βιομάζα σε προστιθέμενης αξία προϊόντα, από βιοϋλικά έως βιοκαύσιμα όπως η αιθανόλη ή σημαντικές πρώτες ύλες για την παραγωγή χημικών.

Η έννοια του βιοδιυλιστηρίου μπορεί να είναι ανάλογη με αυτή των διυλιστηρίων πετρελαίου, υπάρχουν, όμως, σημαντικές διαφορές μεταξύ τους. Στα διυλιστήρια πετρελαίου τα ορυκτά καύσιμα μετατρέπονται σε ενέργεια (π.χ. καύσιμα) και άλλα προϊόντα όπως χημικά, πλαστικά κ.λπ., ενώ στα βιοδιυλιστήρια ένα ευρύ φάσμα βιοβασισμένων προϊόντων όπως είναι η βιοενέργεια, τα βιοχημικά, τα βιο-υλικά, τα τρόφιμα και οι ζωοτροφές παράγονται από πρώτες ύλες βιομάζας που προέρχονται από τη γεωργία, τις βιομηχανίες τροφίμων, τα αστικά απορρίμματα, βιομηχανίες χαρτιού και χαρτοπολτού, δάση και βιομηχανίες αμύλου.

Πολύ συχνά ένα βιοδιυλιστήριο συνδέεται με μια εγκατάσταση που μετασχηματίζει τη βιομάζα από τη γεωργία. Ωστόσο, θα πρέπει να σημειωθεί ότι στην πραγματικότητα τα βιοδιυλιστήρια μπορούν να χρησιμοποιήσουν μια τεράστια ποικιλία υλικών ως πρώτη ύλη, συμπεριλαμβανομένων πολλών κατηγοριών βιο αποδομήσιμων αποβλήτων. Επομένως, ανεξάρτητα από τον τύπο των πρώτων υλών, διάφορες μηχανικές, βιοχημικές, χημικές και θερμοχημικές διεργασίες εμπλέκονται στην μετατροπή των πρώτων υλών σε χρήσιμα βιο-προϊόντα. Η τεχνολογία που θα χρησιμοποιηθεί εξαρτάται τόσο από τις ιδιότητες της πρώτης ύλης, αλλά και του τελικού προϊόντος που πρόκειται να ληφθεί.

4.2 Κατηγορίες βιοδιυλιστηρίων

Σύμφωνα με βιβλιογραφικά δεδομένα, τα βιο-διυλιστήρια έχουν ταξινομηθεί σε τρεις κατηγορίες ανάλογα με την ευελιξία και την γενιά των παραγόμενων προϊόντων (Γκανάτσιος, 2015 και Κακαβέλης, 2017):

- α. **Πρώτης γενιάς** : έχουν σταθερές δυνατότητες παραγωγής, χρησιμοποιούν τα σιτηρά ως πρώτη ύλη, ενώ δεν έχουν καμία δυνατότητα μεταποίησης. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η μονάδα ξηρής άλεσης σιτηρών που παράγει βιοαιθανόλη, καθώς επίσης ζωοτροφές και διοξείδιο του άνθρακα. Εν προκειμένω, η προσέγγιση αυτή δεν συμβάλλει στη βιώσιμη αντικατάσταση των ορυκτών καυσίμων με τα βιοκαύσιμα, διότι αφενός μεν τίθενται σε κίνδυνο οι ανάγκες της παραγωγής τροφίμων, της χρήσης νερού και γης, αφετέρου δε οι υπολογισμοί εκπομπών αερίων συμβάλλουν σε ελάχιστη μείωση εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα ή και αρνητική σε σχέση με την παραγωγή με βάση τα ορυκτά καύσιμα, όταν υπολογιστούν επίσης, οι πτυχές της καλλιέργειας των φυτών, ήτοι η συγκομιδή, τα μηχανήματα, τα λιπάσματα και οι μεταφορές.
- β. **Δεύτερης γενιάς**: χρησιμοποιούν μη εδώδιμες πρώτες ύλες, υποπροϊόντα ή απόβλητα και έχουν τη δυνατότητα για βιώσιμη παραγωγή ενέργειας αλλά και μια μεγάλης σειράς προϊόντων προστιθέμενης αξίας, ανάλογα με τη ζήτησή τους, τις τιμές, αλλά και τις συμβατικές υποχρεώσεις. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η μονάδα παραγωγής που χρησιμοποιεί την τεχνολογία υγρής άλεσης σιτηρών και έχει την ικανότητα να παράγει άμυλο, σιρόπι αραβοσίτου, αιθανόλη και αραβοσιτέλαιο. Ωστόσο, τα βιο-διυλιστήρια 2ης γενιάς έχουν τεχνολογικά-οικονομικά ζητήματα: ποικιλία σε πρώτη ύλη, υψηλό κόστος προηγμένων διαδικασιών και άλλες λειτουργικές ανησυχίες σε κάθε τύπο διαδικασίας.
- γ. **Τρίτης γενιάς** : χρησιμοποιούν μίγματα ως πρώτη ύλη, όπως είναι τα ακατέργαστα ορυκτά υλικά, η υδάτινη βιομάζα (π.χ. μικροφύκη και άλγη), τα αστικά και γεωργικά απόβλητα και μπορούν να παράγουν μια σειρά προϊόντων προστιθέμενης αξίας με χρήση συνδυασμού τεχνολογιών. Τα τρίτης γενιάς βιοδιυλιστήρια σε σχέση με τα αντίστοιχα της πρώτης και δεύτερης είναι πιο ευέλικτα στην παραγωγή των προϊόντων, καθώς χρησιμοποιούν ένα πλήθος συνδυαστικών εφαρμόσιμων μεθόδων και αποδίδουν ενέργεια κατά τριάντα φορές περισσότερη ανά μονάδα έκτασης καλλιεργειών.
- δ. **Τέταρτης γενιάς** : χρησιμοποιούν ως πρώτη ύλη φυτικά έλαια ώστε να παραχθεί βιο βενζίνη.

Επιπρόσθετα, τα βιο-διυλιστήρια ανάλογα με την πρώτη ύλη και την τεχνολογία βιοδιύλισης που χρησιμοποιούν ταξινομούνται σε έξι κατηγορίες (Γκανάτσιος, 2015):

- 1) **Ολικού καρπού** : χρησιμοποιούν ως πρώτη ύλη ακατέργαστα δημητριακά, όπως ρύζι, σιτάρι, καλαμπόκι, κ.ά., ξεκινούν με μηχανικό διαχωρισμό της βιομάζας σε διάφορα συστατικά, τα οποία βιοδιυλίζονται ξεχωριστά και παράγονται μια σειρά προϊόντων όπως γλυκόζη, βιοπλαστικά, τροφές και ζωοτροφές, πρόσθετα τροφίμων αλλά και βιοαέριο, το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως βασική ύλη για τη σύνθεση βιοκαυσίμων και μεθανόλης με τη μέθοδο Fischer-Tropsch.
- 2) **Πράσινα βιο-διυλιστήρια** : χρησιμοποιούν ως πρώτη ύλη φυσικές πρώτες ύλες που προέρχονται από πράσινες φυτικές καλλιέργειες (γρασίδι, άγουρα δημητριακά, πράσινες συγκομιδές, κ.ά.) και απομονώνουν με την τεχνολογία υγρής κλασμάτωσης πράσινες χημικές ουσίες ή υγρά απόβλητα, με μορφή αποχυμωμένης συμπαγούς μάζας η οποία περιέχει εκτός από κυτταρίνη και άμυλο, πρωτεΐνες, ελεύθερα αμινοξέα, οργανικά οξέα, χρωστικές, ένζυμα, ορμόνες, άλλες οργανικές ουσίες και ανόργανα συστατικά. Η αποχυμωμένη συμπαγής μάζα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή πράσινων pellets τροφοδοσίας, τα οποία

αποτελούν αρχική πρώτη ύλη για την παραγωγή χημικών και για την μετατροπή σε βιοκαύσιμα. Τα υπολείμματα της μετατροπής είναι κατάλληλα για την παραγωγή βιοαερίου σε συνδυασμό με την παραγωγή θερμικής ενέργειας και ηλεκτρισμού.

- 3) **Λιγνοκυτταρινούχου τροφοδοσίας** : χρησιμοποιούν ως πρώτη ύλη από ξυλεία και αστικά απόβλητα που περιέχουν ημικυτταρίνη, κυτταρίνη και λιγνίνη. Η πρώτη ύλη καθαρίζεται και διαχωρίζεται σε τρία βασικά χημικά κλάσματα μέσω χημικής ή ενζυματικής πέψης ή υδρόλυσης. Ειδικότερα, η ημικυτταρίνη και η κυτταρίνη μπορούν να απομονωθούν σε αλκαλικό ή θειώδες περιβάλλον και να μετατραπούν με υδρόλυση σε σάκχαρα (ξυλόζη, γαλακτόζη, γλυκόζη, αραβινόζη, μαννόζη), ενώ η λιγνίνη απομονώνεται με καταβύθιση με οξέα από διήθημα της κατεργασίας της λιγνοκυτταρινούχου βιομάζας με 1% NaOH. Σημειώνεται ότι, ένα εργοστάσιο λιγνοκυτταρινούχου τροφοδοσίας μπορεί να παράγει ετησίως 180.000.000 τόνους βιοαιθανόλης και 323.000 τόνους φουρφουράλης με αρχική ημερήσια τροφοδοσία 40.000 τόνους. Επίσης, η βιοτεχνολογική αξιοποίηση της γλυκόζης μπορεί να δώσει βιοϋδρογόνο, μεθάνιο, προπανόλη και ακετόνη.
- 4) **Θερμοχημικά βιο-διυλιστήρια** : αποτελούνται από διασυνδεδεμένες λειτουργίες και βιοτεχνολογικές μετατροπές με σκοπό να μειωθεί το συνολικό κόστος λειτουργίας. Οι διεργασίες ενός θερμοχημικού βιοδιυλιστηρίου είναι η προεπεξεργασία της πρώτης ύλης, η τροφοδοσία, η μετατροπή με υδρόλυση ή πυρόλυση ή αεριοποίηση, ο καθαρισμός του προϊόντος και η μερική χρήση του παραγόμενου προϊόντος για οικονομική ανεξαρτοποίηση λειτουργία της μονάδας. Η ανάπτυξη αυτής της κατηγορίας των βιο-διυλιστηρίων είναι μικρή εξαιτίας του υψηλού κόστους επένδυσης.
- 5) **Διπλής πλατφόρμας** : χρησιμοποιούν βιομάζα που περιέχει 75% υδατάνθρακες και μπορεί να τυποποιηθεί είτε σε μια ενδιάμεση βιοτεχνολογική πλατφόρμα μετατροπής των σακχάρων σε μια ποικιλία προϊόντων υψηλής προστιθέμενης αξίας, είτε να μετατραπεί θερμοχημικά σε μια πλατφόρμα παραγωγής συνθετικού αερίου και άλλων προϊόντων. Το βασικό πλεονέκτημα αυτής της κατηγορίας των βιο-διυλιστηρίων είναι η παραγωγή ενέργειας, καυσίμων και άλλων βιοπροϊόντων.
- 6) **Θαλάσσια βιο-διυλιστήρια ή βιο-διυλιστήρια άλγεων** : χρησιμοποιούν ως πρώτη ύλη τα μακροάλη (θαλάσσια φύκια) και τα μικροάλη (φυτοπλαγκτόν) για την παραγωγή μιας σειράς προϊόντων μέσα από την χρήση φωτοβιοαντιδραστήρων ή ανοιχτών υδατικών συστημάτων.

Η βιομάζα ως πρώτη ύλη βιοδιύλισης, μπορεί να κατηγοριοποιηθεί ανάλογα με τη σύστασή της σε σακαχαρούχο, αμυλούχο, λιγνοκυτταρινούχο (κυτταρίνη, λιγνίνη), άλη (Γκανάσιος, 2015). Επίσης, οι τέσσερις σημαντικότερες τεχνολογίες που έχουν αναπτυχθεί και χρησιμοποιούνται ευρέως στα βιο-διυλιστήρια είναι οι χημικές (π.χ. εστεροποίηση, υδρογόνωση, υδρόλυση, κ.ά.), μηχανικές και θερμομηχανικές, θερμοχημικές (αεριοποίηση, υδροθερμόλυση, πυρόλυση, κ.ά.) και οι βιοτεχνολογικές διεργασίες (αναερόβια χώνευση, αλκοολική ζύμωση, ζύμωση στερεάς κατάστασης, οξική ζύμωση, γαλακτική ζύμωση, βουτυρική ζύμωση, προπιονική ζύμωση).

Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Επιτροπή (2021^b), τα βιο-διυλιστήρια κατηγοριοποιήθηκαν πρόσφατα ανάλογα με την πρώτη ύλη βιοδιύλισης, όπως παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.2-1, στον οποίο αναφέρονται, επίσης, τα ενδιάμεσα («platforms») και τελικά προϊόντα που παράγονται. Η μεγάλη τροποποίηση στην μέχρι σήμερα κατηγοριοποίηση των βιο-διυλιστηρίων στηρίζεται στο γεγονός ότι διαφοροποιείται η λιγνοκυτταρινική βιομάζα που παράγεται από δασικές εκτάσεις (δασοκομία) από αυτή που προέρχεται από τις καλλιεργήσιμες εκτάσεις και λιβάδια λαμβάνοντας υπόψη σχετικές πληροφορίες που συνδέονται με έννοιες όπως η χρήση γης, η αλλαγή

χρήσης γης, η δασοκομία (LULUCF), καθώς και η αποτελεσματική διαχείριση προστατευόμενων περιοχών που συμβάλλουν στην καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής και στην αύξηση της βιοποικιλότητας. Οι τελευταίες αποτελούν τους βασικούς πυλώνες για την ευρωπαϊκή στρατηγική για τη βιοποικιλότητα 2030 και την Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία. Γενικά, η πρωτογενής βιομάζα προέρχεται από τεχνητή ή φυσική φωτοσύνθεση και είναι ικανή να συλλάβει και να αποθηκεύσει άνθρακα κατά την περίοδο ανάπτυξης. Επίσης, παράγεται για ειδική χρήση ή σκοπό και προέρχεται από δασικές, γεωργικές εκτάσεις, υδρόβια συστήματα ή εξειδικευμένους βιοαντιδραστήρες. Η δευτερογενής βιομάζα παράγεται κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας, μετατροπής ή αποσύνθεσης πρωτογενούς βιομάζας και οργανικού υλικού, αποτελεί παράπλευρο προϊόν και εντάσσεται στην κατηγορία υπολειμμάτων που προέρχεται από τα βιομηχανικά οικοσυστήματα ή από τις αλυσίδες παραγωγής και κατανάλωσης.

Πίνακας 4.2-1. Κατηγοριοποίηση βιο-διυλιστηρίων (European Commission, 2021)

1. Πρώτες ύλες	2. Διεργασίες μετατροπής	3. Ενδιάμεσα προϊόντα	4. Τελικά προϊόντα
<p>1.1. Πρωτογενής βιομάζα</p> <ul style="list-style-type: none"> • Υδρόβια βιομάζα • Λιγνοκυτταρινική βιομάζα από καλλιέργειες, βοσκοτόπους, ξυλεία – δάση • Καλλιέργειες ελαιούχων καρπών • Καλλιέργειες αμυλούχων καρπών • Καλλιέργειες σακχαρούχων καρπών • Άλλη πρωτογενής βιομάζα <p>1.2. Δευτερογενής βιομάζα</p> <ul style="list-style-type: none"> • Μικροβιακή καλλιέργεια • Υπολείμματα από γεωργία • Υπολείμματα από υδρόβια βιομάζα • Υπολείμματα από δασοκομία και βιομηχανίες επεξεργασίας ξύλου • Υπολείμματα από τη φύση και διαμόρφωση τοπίου • Υπολείμματα από ανακυκλωμένα βιο-προϊόντα • Άλλα οργανικά υπολείμματα 	<p>2.1 Βιοχημικές</p> <ul style="list-style-type: none"> • Αερόβια μετατροπή • Αναερόβια χώνεψη • Ενζυματική διαδικασία • Ζύμωση • Βιομετατροπή με βάση τα έντομα • Άλλες βιοχημικές μετατροπές <p>2.2 Χημικές</p> <ul style="list-style-type: none"> • Καταλυτικές • Εστεροποίηση • Υδρογόνωση • Υδρόλυση • Μεθανοποίηση • Χημική πολτοποίηση • Ατμοποίηση • Ηλεκτρόλυση νερού • Άλλη χημική μετατροπή <p>2.3 Μηχανικές και θερμομηχανικές</p> <ul style="list-style-type: none"> • Άλεση • Εκχύλιση • Μηχανική και θερμομηχανική κλασμάτωση • Μηχανική πολτοποίηση • Διεργασίες διαχωρισμού • Άλλες μηχανικές και θερμομηχανικές μετατροπές <p>2.4 Θερμοχημικές</p> <ul style="list-style-type: none"> • Καύση • Αεριοποίηση • Υδροθερμική υγροποίηση • Πυρόλυση • Υπερκρίσιμη μετατροπή • Ανθρακοποίηση • Άλλες θερμοχημικές μετατροπές 	<ul style="list-style-type: none"> • Βιο-άνθρακας • Βιο-ακατέργαστο • Βιο-αέριο • Βιο-έλαια • Βιο-υδρογόνο • Βιο-νάφθα • C5/C6 σάκχαρα • CO₂ • Λιγνίνη • Έλαια • Οργανικές ίνες • Οργανικός πολτός • Πρωτεΐνη • Υγρό πυρόλυσης • Άμυλο • Συνθετικό αέριο • Άλλα ενδιάμεσα προϊόντα 	<p>4.1 Χημικά</p> <ul style="list-style-type: none"> • Προσθετικά • Αγροχημικά • Δομικά Υλικά • Καταλύτες και ένζυμα • Χρωστικές ουσίες • Αρώματα και αρωματικές ύλες • Λιπαντικά • Θρεπτικές ουσίες • Βαφές και χρώματα • Φαρμακευτικά • Διαλύτες • Επιφανειδραστικές ουσίες • Άλλα χημικά προϊόντα <p>4.2 Υλικά</p> <ul style="list-style-type: none"> • Συνθετικά Υλικά • Ίνες, κλωστές, • Οργανικά λιπάσματα • Πολυμερή • Ρητίνες • Άλλα προϊόντα υλικών <p>4.3 Τρόφιμα</p> <p>4.4 Ζωοτροφές</p> <p>4.5 Ενέργεια</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ψυκτικά μέσα • Καύσιμα • Θερμότητα • Ψύξη • Ισχύ • Άλλο ενεργειακό προϊόν

Τα συστήματα ταξινόμησης των βιοδιυλιστηρίων περιλαμβάνουν μεταξύ άλλων και τα «μονοπάτια μετατροπής» (“conversion pathways”), τα οποία περιγράφουν τον τρόπο μετατροπής των πρώτων υλών σε

προϊόντα μέσω πλατφορμών (ενδιάμεσων) και διαδικασιών. Τα κύρια οφέλη του καθορισμού των διαδικασιών μετατροπής ενός βιοδιυλιστηρίου είναι η καλύτερη κατανόηση τόσο της προέλευσης και παραγωγής διαφορετικών εμπορεύσιμων βιολογικών προϊόντων όσο και των διαφορετικών τύπων -υφιστάμενων και αναδυόμενων - βιοδιυλιστηρίων, αλλά και η παροχή πληροφοριών για τα ενδιάμεσα προϊόντα. Σύμφωνα με το IEA Bioenergy (2022), ορίζονται τα ακόλουθα έντεκα «μονοπάτια βιοδιυλιστηρίου»:

- A. Βιοδιυλιστήριο μιας πλατφόρμας (σάκχαρα C6) που χρησιμοποιεί καλλιέργειες ζαχαρότευτλων.
- B. Βιοδιυλιστήριο μιας πλατφόρμας (άμυλο) που χρησιμοποιεί καλλιέργειες αμύλου.
- C. Βιοδιυλιστήριο μιας πλατφόρμας (ελαίου) που χρησιμοποιεί καλλιέργειες ελαιούχων καρπών, απόβλητα και υπολείμματα.
- D. Βιοδιυλιστήριο δύο πλατφορμών (πολτός) με χρήση ξυλώδους βιομάζας.
- E. Βιοδιυλιστήριο τριών πλατφορμών (σάκχαρα C5, σάκχαρα C6 και λιγνίνη) με χρήση λιγνοκυτταρινικής βιομάζας.
- F. Βιοδιυλιστήριο δύο πλατφορμών (οργανικές ίνες και οργανικός χυμός) με χρήση πράσινης βιομάζας.
- G. Βιοδιυλιστήριο δύο πλατφορμών (ελαίου και βιοαερίου) με χρήση υδρόβιας βιομάζας.
- H. Βιοδιυλιστήριο δύο πλατφορμών (οργανικές ίνες και έλαιο) με χρήση φυσικών ινών.
- I. Βιοδιυλιστήριο μίας πλατφόρμας (συνθετικό αέριο) που χρησιμοποιεί λιγνοκυτταρινική βιομάζα και αστικά στερεά απόβλητα.
- J. Βιοδιυλιστήριο δύο πλατφορμών (πυρολυτικό υργό και βιο-άνθρακας) με χρήση λιγνοκυτταρινικής βιομάζας.
- K. Βιοδιυλιστήριο μιας πλατφόρμας (βιο-ακατέργαστο) που χρησιμοποιεί λιγνοκυτταρινική βιομάζα, υδρόβια βιομάζα και οργανικά υπολείμματα.

Για τον καθορισμό ή την καθιέρωση αυτών των μονοπατιών, χρησιμοποιούνται μόνο η(οι) πλατφόρμα(ες) που προκύπτουν από την πρωτογενή διύλιση (ή πρωτογενής μετατροπή), όπως φαίνεται στο Παράρτημα «B». Για κάθε βιοδιυλιστήριο υπάρχουν διάφορες παραλλαγές στις διεργασίες ως αποτέλεσμα της δευτερογενούς διύλισης και του τρόπου επεξεργασίας των παραπροϊόντων και των υπολειμμάτων. Για την τυποποίηση των μονοπατιών βιοδιυλιστηρίου χρησιμοποιείται ο αριθμός και το όνομα της κύριας πλατφόρμας, αλλά και το όνομα των πρώτων υλών. Τα μονοπάτια (“conversion pathways”) ταξινομούνται σε δύο γενικές κατηγορίες ανάλογα με τον τρόπο ανάπτυξης των βιοδιυλιστηρίων :

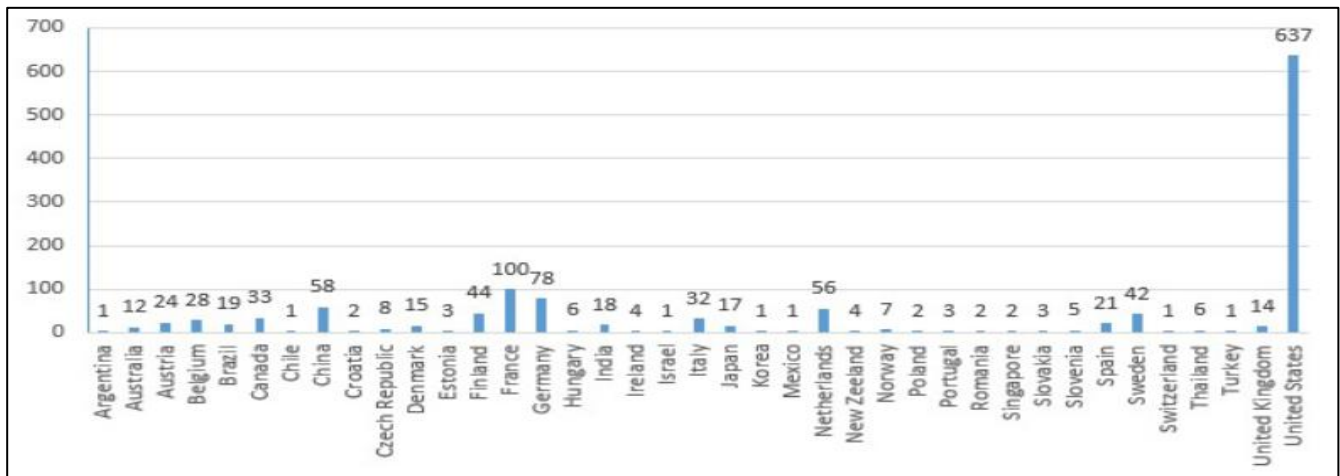
- προσέγγιση από κάτω προς τα άνω, η οποία εξετάζει την επέκταση ή/και την αναβάθμιση των συμβατικών υφιστάμενων εγκαταστάσεων επεξεργασίας βιομάζας (π.χ. ζαχαρότευτλων, αμύλου, ελαίου και χαρτοπολτού) ή,
- προσέγγιση από άνω προς τα κάτω, η οποία εξετάζει νέες προστιθέμενης αξίας βιομηχανικές αλυσίδες προϊόντων με εξαιρετικά ολοκληρωμένα συστήματα.

Τα μονοπάτια του βιοδιυλιστηρίου που βασίζονται στην προσέγγιση από κάτω προς τα άνω (α-δ) παρουσιάζονται σε εμπορική κλίμακα (TRL9), ενώ τα μονοπάτια που βασίζονται στην προσέγγιση από άνω προς τα κάτω (ε-θ) ευρίσκονται επί το πλείστον σε χαμηλότερο βαθμό ωριμότητας τουλάχιστον για την παραγωγή χημικών ή/και υλικών (Παράρτημα «B»). Μερικά από αυτά παρουσιάζουν επίσης, χαμηλά επίπεδα τεχνολογικής

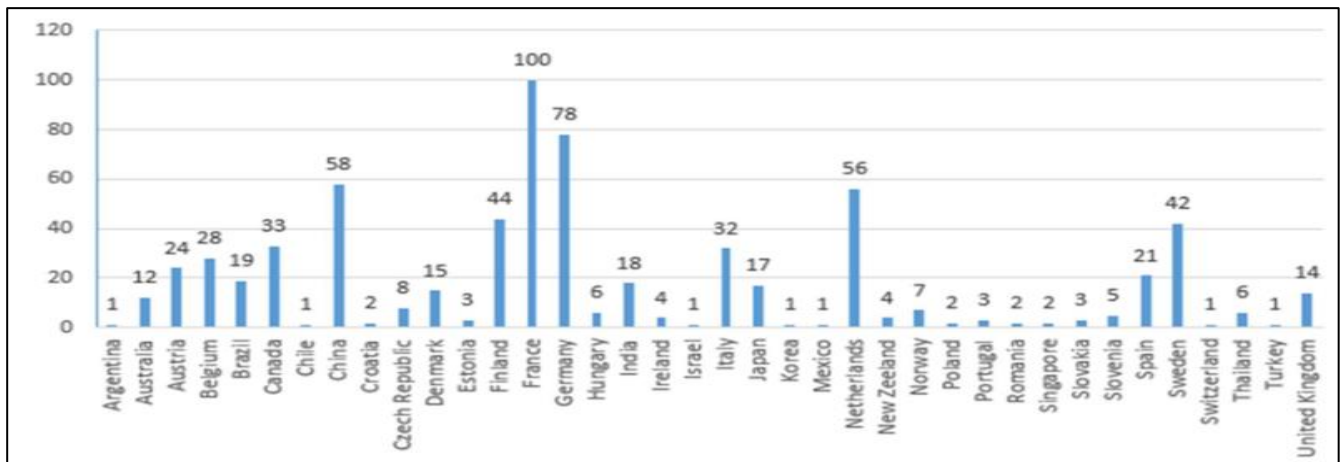
ετοιμότητας (Technology Readiness Levels, TRLs) και απαιτούν υποστήριξη σε διαφορετικά στάδια (θεμελιώδης έρευνα, εφαρμοσμένη έρευνα, πιλοτική εφαρμογή ή επίδειξη) προτού καταλήξουν σε εμπορική εφαρμογή.

Σύμφωνα με πρόσφατα βιβλιογραφικά δεδομένα, σε παγκόσμιο επίπεδο λειτουργούν στο σύνολο περίπου 1.312 βιοδιυλιστήρια εξαιρουμένων αυτών που έχουν αναστείλει τη λειτουργία τους (Εικ. 4.2-1, 4.2-2). Πιο αναλυτικά, έχουν καταγραφεί (IEA Bioenergy, 2022):

- 637 βιοδιυλιστήρια στις Η.Π.Α.,
- άνω των 40 βιοδιυλιστηρίων στις χώρες Κίνα, Φιλανδία, Γαλλία, Γερμανία, Ολλανδία,
- μεταξύ 10 και 40 βιοδιυλιστηρίων στην Αυστραλία, Αυστρία, Βέλγιο, Βραζιλία, Καναδά, Δανία, Ινδία, Ιταλία, Ιαπωνία και Ηνωμένο Βασίλειο, και
- λιγότερο από 10 βιοδιυλιστήρια στις λοιπές χώρες.

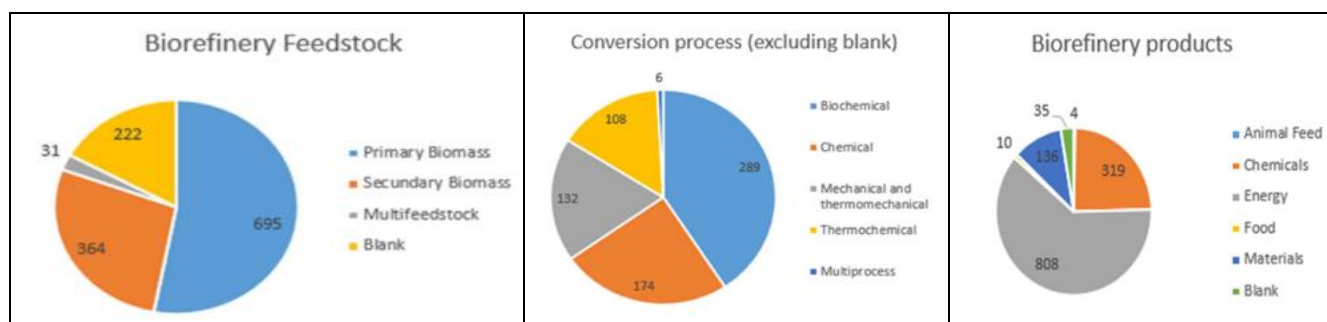


Εικόνα 4.2-1. Βιοδιυλιστήρια ανά χώρα (με εξαίρεση αυτών που έχουν σταματήσει τη λειτουργία τους).



Εικόνα 4.2-2. Βιοδιυλιστήρια ανά χώρα (με εξαίρεση αυτών που έχουν σταματήσει τη λειτουργία τους και των Η.Π.Α.).

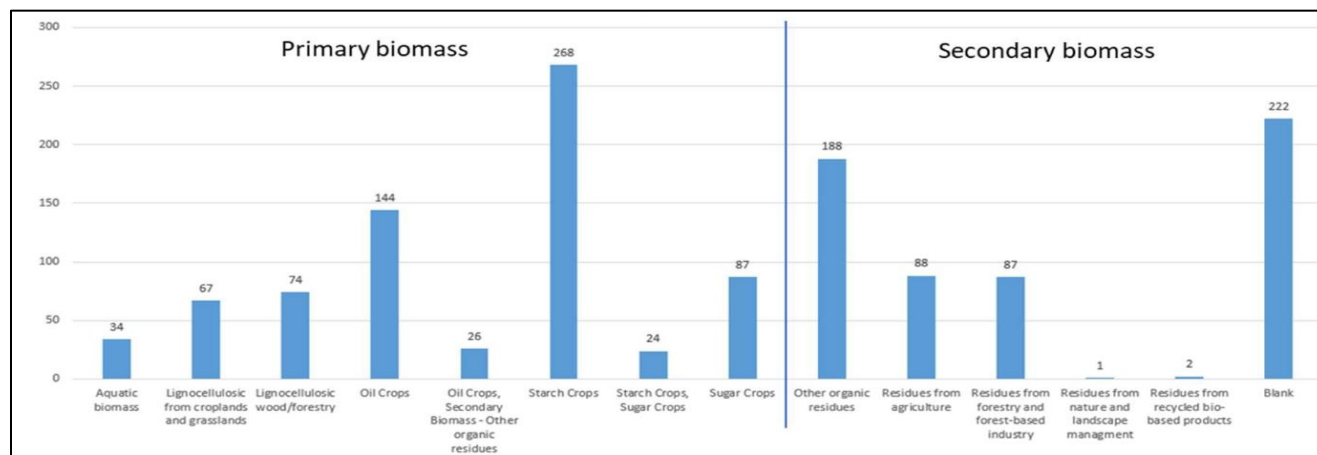
Η ταξινόμηση των βιοδιυλιστηρίων σε σχέση με τις πρώτες ύλες βιομάζας, τις διεργασίες μετατροπής και τα προϊόντα παραγωγής παρουσιάζονται στην Εικ. 4.2-3 (IEA Bioenergy, 2022).



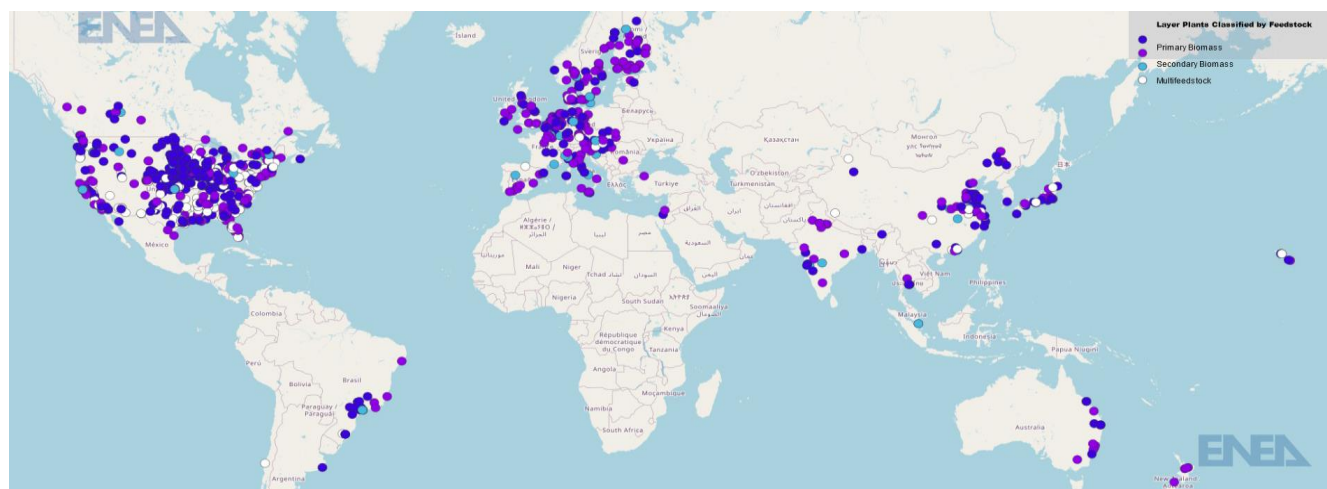
Εικόνα 4.2-3. Πλήθος βιοδιυλιστηρίων με βάση την πρώτη ύλη (αριστερά), τις διεργασίες (κέντρο) και τα προϊόντα (δεξιά).

Πιο αναλυτικά :

- α. Ως πρώτη ύλη χρησιμοποιείται κυρίως, η πρωτογενής βιομάζα από τη γεωργία (καλλιέργειες αμύλου, λιγνοκυτταρινική μάζα από δάση, ελαιώδεις καλλιέργειες, ζαχαρότευτλα), ενώ ως κύρια δευτερεύουσα πρώτη ύλη βιομάζας είναι τα οργανικά, γεωργικά υπολείμματα και τα υπολείμματα από τη δασοκομία (Εικ. 4.2-4). Στην Εικ. 4.2-5 παρουσιάζεται η κατανομή των βιοδιυλιστηρίων παγκοσμίως ανάλογα με τον τύπο των πρώτων υλών βιομάζας (IEA Bioenergy, 2022).

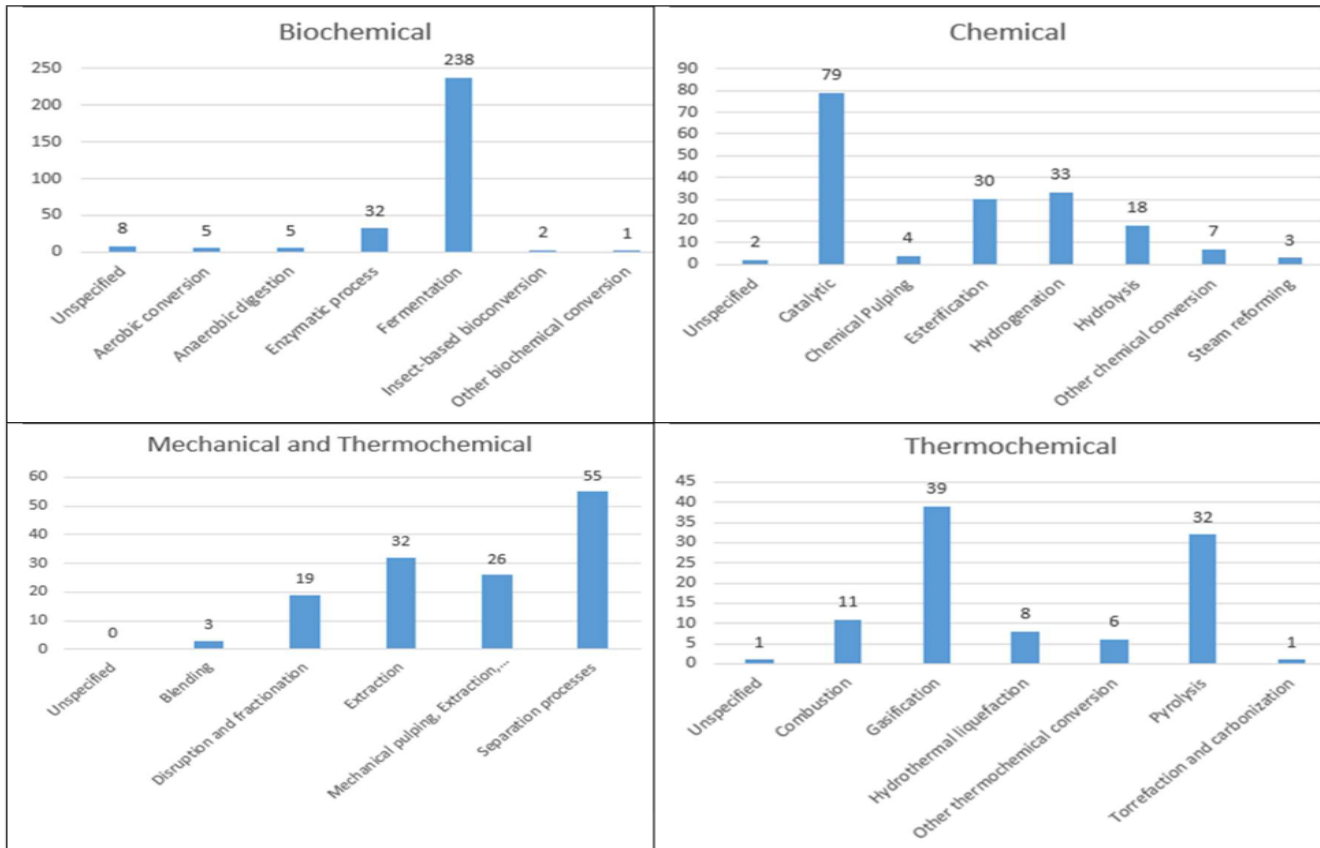


Εικόνα 4.2-4. Πρώτες ύλες πρωτογενούς και δευτερογενούς βιομάζας.

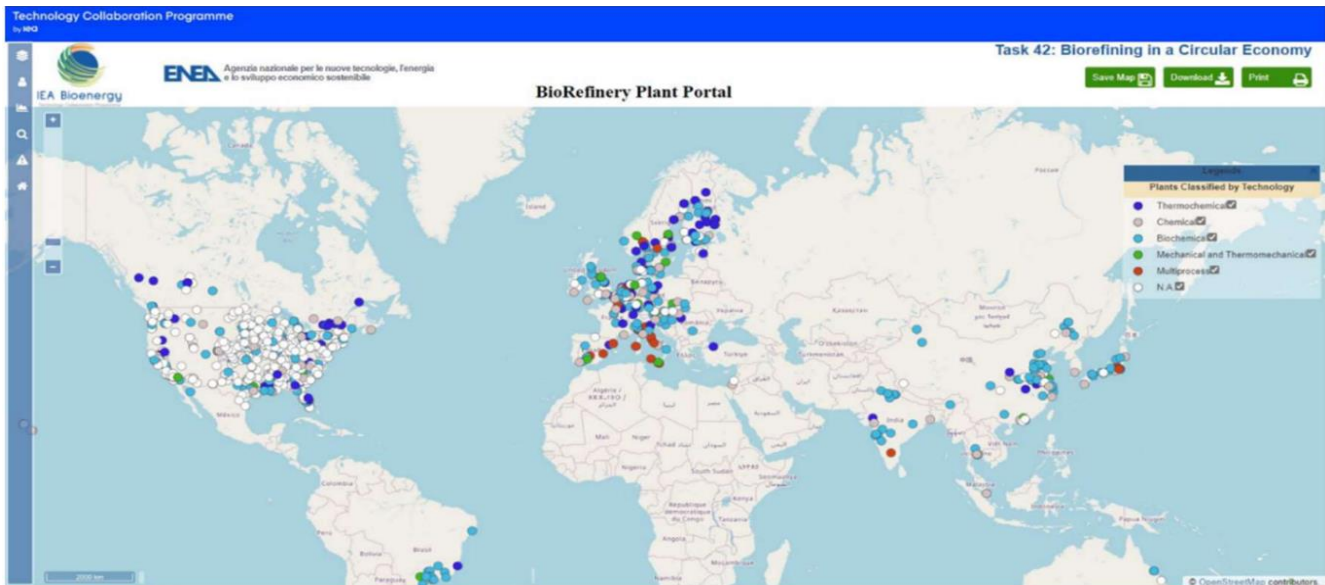


Εικόνα 4.2-5. Βιοδιυλιστήρια σε παγκόσμια κλίμακα με βάση τις πρώτες ύλες βιομάζας. (<http://webgis.brindisi.enea.it/bioenergy/maps.php#>).

β. Οι διεργασίες για τη μετατροπή της βιομάζας είναι κυρίως, βιοχημικές (ζύμωση), ακολουθούν οι χημικές (κατάλυση, εστεροποίηση, υδρογόνωση) και τέλος, οι μηχανικές και θερμοχημικές που χρησιμοποιούνται συχνά με την εκχύλιση, διαχωρισμό, αεριοποίηση και πυρόλυση (IEA Bioenergy, 2022) (Εικ. 4.2-6, 4.2-7).

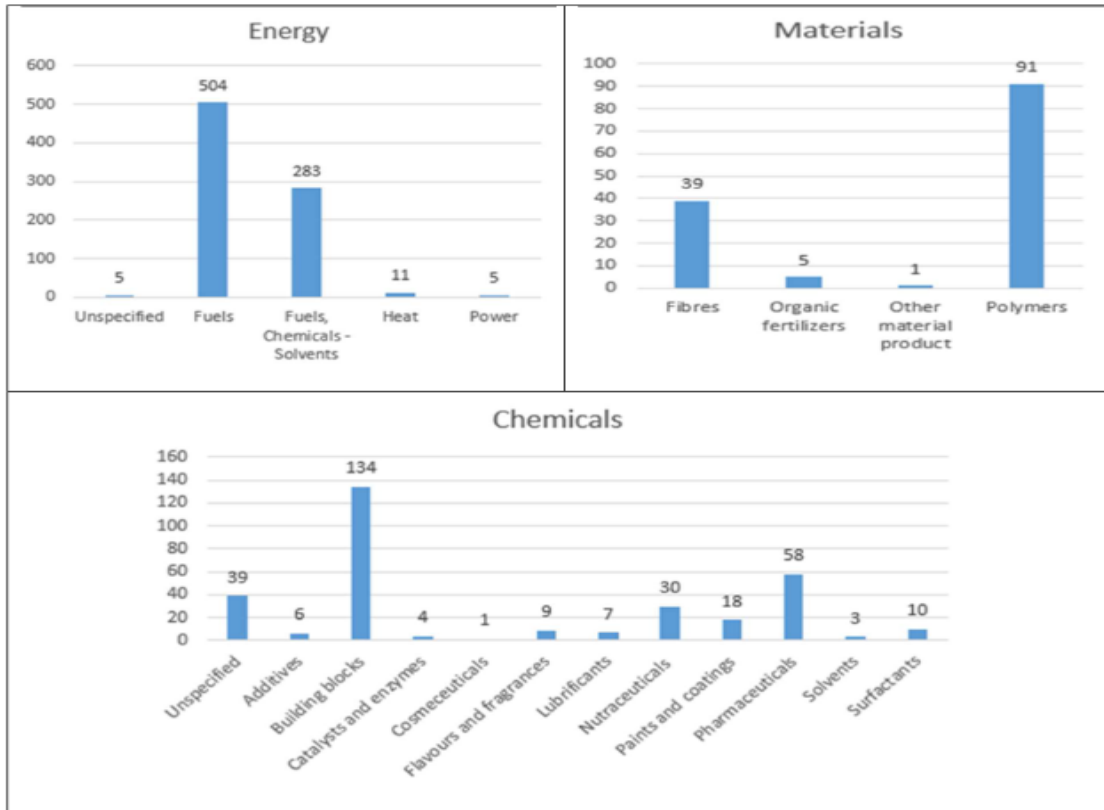


Εικόνα 4.2-6. Ειδικές τεχνολογίες που χρησιμοποιούν βιοχημικές, χημικές, μηχανικές και θερμοχημικές διεργασίες μετατροπής της βιομάζας.

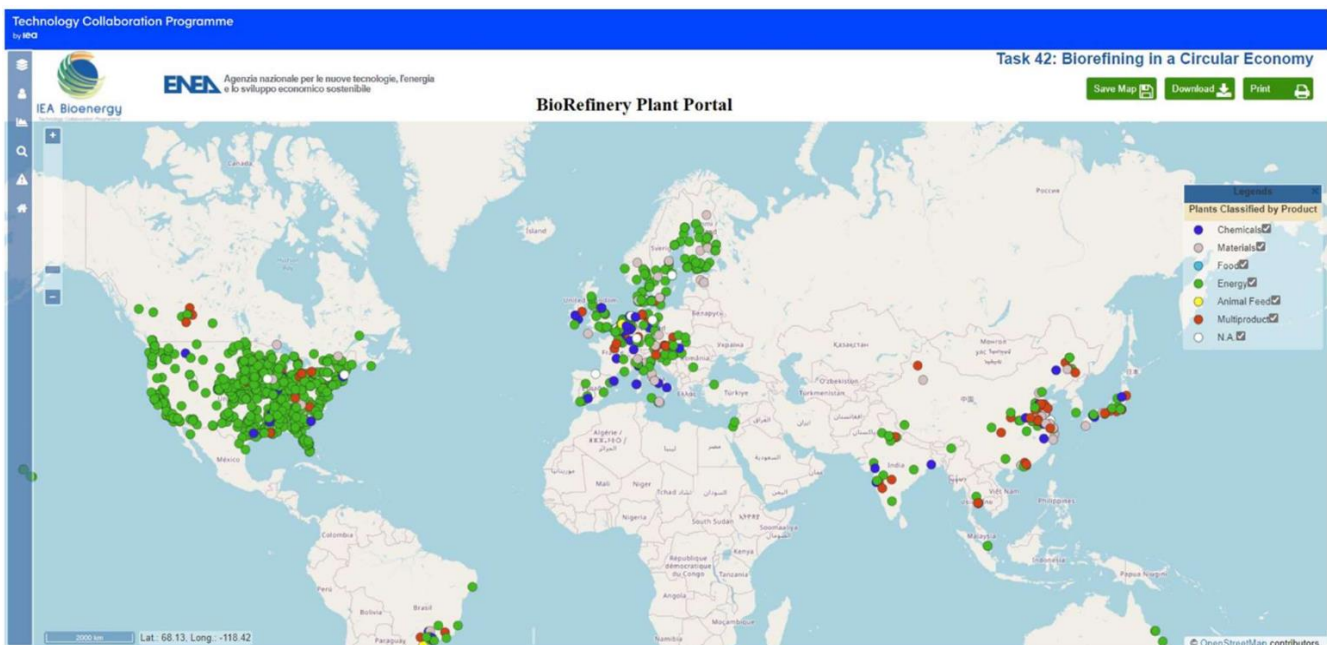


Εικόνα 4.2-7. Βιοδιυλιστήρια σε παγκόσμια κλίμακα με βάση τις διεργασίες μετατροπής.

γ. Το μεγαλύτερο ποσοστό προϊόντων που παράγονται από τα βιο-διυλιστήρια, όπως παρουσιάζονται στην Εικ.4.2-8 και 4.2-9, είναι η ενέργεια, και ειδικότερα τα βιοκαύσιμα, τα χημικά προϊόντα (δομικά, φαρμακευτικά και προϊόντα διατροφής) δομικά υλικά (πολυμερή και ίνες) (IEA Bioenergy, 2022) .



Εικόνα 4.2-8. Κατηγορίες παραγόμενων προϊόντων από τα βιοδιυλιστήρια.



Εικόνα 4.2-9. Βιοδιυλιστήρια σε παγκόσμια κλίμακα με βάση τα προϊόντα παραγωγής τους.

Ενδεικτικά παραδείγματα βιοδιυλιστηρίων, τα οποία είναι σε λειτουργία παγκοσμίως αναφέρονται στο Παράρτημα «Γ», σύμφωνα με τα στοιχεία που έχουν καταγραφεί στην ετήσια έκθεση «Global biorefinery status report 2022» του IEA Bioenergy (2022). Στην ως άνω μελέτη, επίσης, αναφέρεται ότι, για την οικονομική ανάλυση και αξιολόγηση της έννοιας του βιοδιυλιστηρίου λαμβάνονται υπόψη οι εξής παράγοντες:

- Η διαθεσιμότητα και οι τιμές της πρώτης ύλης - περιλαμβάνοντας επίσης, τη μεταφορά και την υλικοτεχνική υποστήριξη των πρώτων υλών και των αντίστοιχων βοηθητικών, όπως είναι τα ένζυμα, οι διαλύτες και οι καταλύτες καθώς και το κόστος που σχετίζεται με την προεπεξεργασία της πρώτης ύλης (η τιμή της πρώτης ύλης μπορεί να αποτελεί έως και το 75% του συνολικού κόστους παραγωγής).
- Ο τύπος της τεχνολογίας μετατροπής/τεχνολογιών της βιομάζας.
- Η κλίμακα παραγωγής (μέγεθος του βιοδιυλιστηρίου).
- Το είδος των πρωτογενών και δευτερογενών προϊόντων.

Μετά από αναζήτηση εκτεταμένων πηγών βιβλιογραφίας, δεν υπάρχουν αρκετά διαθέσιμα στοιχεία σχετικά με τη δυναμικότητα, τον αριθμό των εργαζομένων, τον κύκλο εργασιών και το επενδυμένο κεφάλαιο των βιοδιυλιστηρίων. Ωστόσο, αξίζει να σημειωθεί ότι σε πολλά από τα βιο-διυλιστήρια παράγονται μη βιολογικής προέλευσης προϊόντα. Επίσης, το μεγαλύτερο ποσοστό των εγκαταστάσεων των βιο-διυλιστηρίων χρονολογείται άνω της δεκαετίας. Στο Παράρτημα «Δ» παρουσιάζονται ενδεικτικά κόστη για τις ακόλουθες περιπτώσεις βιοδιυλιστηρίων (IEA Bioenergy, 2021^ο):

- Περίπτωση 1: Δύο πλατφόρμες (C5 and C6 σάκχαρα, λιγνίνη) βιοδιυλιστήριο για την παραγωγή βιοαιθανόλης, ηλεκτρικής και θερμότητας από καλαμπόκι.
- Περίπτωση 2: Δύο πλατφόρμες (C5 and C6 σάκχαρα, βιοαέριο) βιοδιυλιστήριο για την παραγωγή βιοπολυμερούς (PHB), ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας από σακχαρότευτλο ή ζαχαροκάλαμο.
- Περίπτωση 3: Τρεις πλατφόρμες (C6 σάκχαρα, τροφή ζώων, λιπίδια) βιοδιυλιστήριο για την παραγωγή βιοπολυμερούς PLA, τροφή ζώων, και λιπίδια από υπολείμματα τροφίμων.
- Περίπτωση 4: Τρεις πλατφόρμες (πολτός, λιγνίνη, ενέργεια) βιοδιυλιστήριο για την παραγωγή πολτού, λιγνίνης, και ενέργειας από πριονίδια ξύλου.

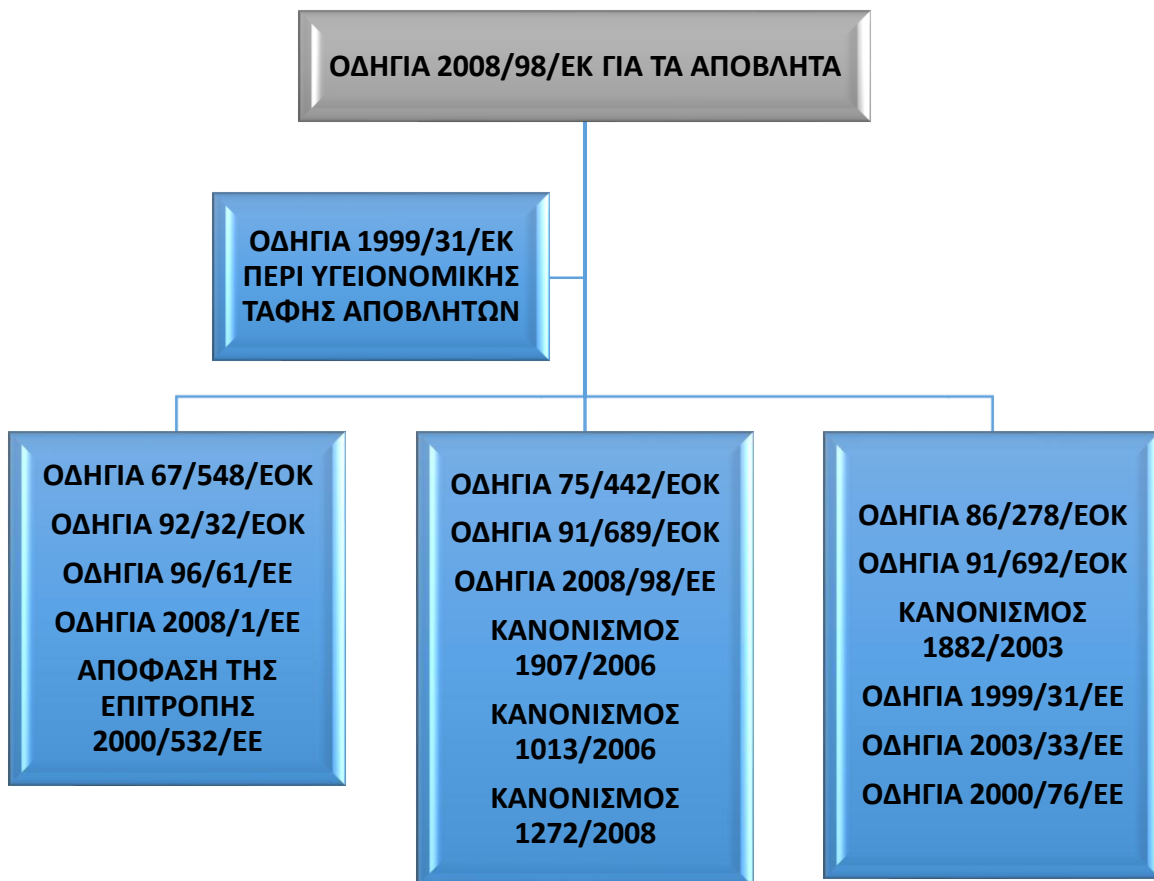
Από τις παραπάνω μελέτες περιπτώσεων προκύπτει ότι τα περιβαλλοντικά οφέλη από τις διεργασίες των βιοδιυλιστηρίων υπερσχύουν της οικονομικής σκοπιμότητας αυτών. Ωστόσο, οι σημερινές διεργασίες των βιοδιυλιστηρίων παρουσιάζουν σημαντικό δυναμικό βελτιστοποίησης, ενώ οι διαδικασίες μετατροπής και παραγωγής των προϊόντων είναι αρκετά τεχνολογικά ώριμες. Οι τεχνικές εξελίξεις στον τομέα των βιοδιυλιστηρίων συνεχίζουν να παράγουν νέες γνώσεις, ενώ η συνεχής αύξηση της εμπορικής δραστηριότητας τους πιθανότατα να συμβάλλει στη βελτίωση οικονομικών κλίμακας. Αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση του κόστους παραγωγής των προϊόντων στο (εγγύς) μέλλον και την αύξηση της ανταγωνιστικότητας αυτών με την πάροδο του χρόνου υπό την προϋπόθεση ότι θα ανταποκρίνονται στην ποιότητα και στις τιμές της αγοράς. Μέχρι τότε, απαραίτητη προϋπόθεση για την ενίσχυση της λειτουργίας των βιοδιυλιστηρίων είναι τα στοχευμένα μέτρα πολιτικής, τα προγράμματα ανάπτυξης, η δημόσια υποστήριξη σε συνάρτηση με τον ορθό σχεδιασμό των μονοπατιών, των πρώτων υλών, των διεργασιών, αλλά και της ορθής χωροθέτησης των εγκαταστάσεών τους.

4.3 Νομοθεσία βιοδιυλιστηρίων

4.3.1 Ευρωπαϊκή νομοθεσία

Στο Παράρτημα «Ε» παρουσιάζεται αναλυτικά η σχετική ευρωπαϊκή νομοθεσία -οδηγίες και κανονισμοί- σε ότι αφορά στην ανάπτυξη και λειτουργία των βιο-διυλιστηρίων και το δυναμικό αγοράς προϊόντων και υλικών βιολογικής προέλευσης, ενώ στο Παράρτημα «ΣΤ» περιγράφονται τα γενικά κίνητρα που δίνονται μέσω της ως άνω ευρωπαϊκής νομοθεσίας, αλλά και τα εμπόδια που δημιουργούνται μέσω αυτής για την παραγωγή προϊόντων από τα βιο-διυλιστήρια.

Επιπρόσθετα, αξίζει να σημειωθεί ότι στο πλαίσιο της οδηγίας 2008/98/ΕΚ καθορίζονται οι διαδικασίες και τίθενται τα συγκεκριμένα όρια που αφορούν στη διαχείριση των αποβλήτων στο σύνολό τους, έχοντας ως φθίνουσα σειρά ιεράρχησης την πρόληψη, την επαναχρησιμοποίηση, την ανακύκλωση, την ανάκτηση και τέλος τη διάθεση. Στην Εικόνα 4.3-1 παρουσιάζεται η σχετική ευρωπαϊκή νομοθεσία για τα απόβλητα.



Εικόνα 4.3-1. Ευρωπαϊκή νομοθεσία για τα απόβλητα (Βλάχος, 2021).

4.3.2 Εθνική νομοθεσία

Η διαχείριση αποβλήτων στην Ελλάδα καθορίζεται από τις ακόλουθες νομικές διατάξεις :

- Τον ν. 2939/2001 (ΦΕΚ 179/Α/06.08.2001) «Συσκευασίες και εναλλακτική διαχείριση των συσκευασιών άλλων προϊόντων – Ίδρυση Εθνικού Οργανισμού Εναλλακτικής Διαχείρισης Συσκευασιών και άλλων Προϊόντων

(ΕΟΕΔΣΑΠ) και άλλες διατάξεις», όπως τροποποιήθηκε με τον ν. 3854/10 (ΦΕΚ 94/Α/23.06.2010) «Τροποποίηση της νομοθεσίας για την εναλλακτική διαχείριση των συσκευασιών και άλλων προϊόντων και τον Εθνικό Οργανισμό Εναλλακτικής Διαχείρισης Συσκευασιών και Άλλων Προϊόντων (Ε.Ο.Ε.Δ.Σ.Α.Π.) και άλλες διατάξεις» και τον ν.4042/2012.

- Τον ν.4042/2012 (ΦΕΚ 24/Α/13-2-2012) «Ποινική Προστασία του περιβάλλοντος – Εναρμόνιση με την Οδηγία 2008/99/ΕΚ – Πλαίσιο παραγωγής και διαχείρισης αποβλήτων – Εναρμόνιση με την Οδηγία 2008/98/ΕΚ – Ρύθμιση θεμάτων Υπουργείου Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής» που ενσωματώνει στο εθνικό δίκαιο την οδηγία-πλαίσιο 2008/98/ΕΕ για τα απόβλητα.
- Τις ειδικές προβλέψεις του ν. 4014/11 (ΦΕΚ 209/Α/21-9-11) «Περιβαλλοντική αδειοδότηση έργων και δραστηριοτήτων, ρύθμιση αυθαιρέτων σε συνάρτηση με δημιουργία περιβαλλοντικού ισοζυγίου και άλλες διατάξεις αρμοδιότητας Υπουργείου Περιβάλλοντος», όπως τροποποιήθηκε και ισχύει.

Στο πλαίσιο εφαρμογής του ν. 4042/2012, καταρτίζεται το Εθνικό Σχέδιο Διαχείρισης Αποβλήτων (ΕΣΔΑ), στο οποίο καθορίζεται η στρατηγική, οι στόχοι και οι δράσεις για τη διαχείριση των αποβλήτων σε εθνικό επίπεδο. Παράλληλα, στο εθνικό δίκαιο έχουν επίσης, ενσωματωθεί βασικές οδηγίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τα απόβλητα, όπως:

- η ΚΥΑ 29407/3508/2002 (ΦΕΚ 1572 Β) «Μέτρα και όροι για την υγειονομική ταφή των αποβλήτων», προς ενσωμάτωση της Οδηγίας 1999/31/ΕΚ, και
- η ΚΥΑ 22912/1117/2005 (ΦΕΚ 759 Β) «Μέτρα και όροι για την πρόληψη και τον περιορισμό της ρύπανσης του περιβάλλοντος από την αποτέφρωση των αποβλήτων», προς ενσωμάτωση της Οδηγίας 2000/76/ΕΚ.

Επιπλέον, σε άμεση ισχύ είναι και ο Ευρωπαϊκός Κατάλογος Αποβλήτων (ΕΚΑ), σύμφωνα με το Παράρτημα της Απόφασης 2002/532/ΕΚ, όπως έχει τροποποιηθεί και ισχύει. Εν προκειμένω, σύμφωνα με την ευρωπαϊκή Οδηγία 1999/31/ΕΚ του Συμβουλίου της 26ης Απριλίου 1999 περί υγειονομικής ταφής των αποβλήτων ορίζεται φόρος υγειονομικής ταφής για τα οργανικά απόβλητα και παράλληλα, επιβάλλεται στις μονάδες εκτροφής ζώων να εφαρμόζουν ορθές γεωργικές πρακτικές αναφορικά με τους τρόπους που διαχειρίζονται τα παραγόμενα στις μονάδες ζωικά απόβλητα με σκοπό να περιοριστεί η νιτρορύπανση των υπόγειων και επιφανειακών υδάτων, καθώς και να εκδώσουν άδεια τήρησης περιβαλλοντικών όρων, σύμφωνα με το ν. 4056/2012 (ΦΕΚ 52 Α) για την κατασκευή χώρων αποθήκευσης των στερεών αποβλήτων (Κακαβέλης, 2017).

Τέλος, με την ευρωπαϊκή Οδηγία 2009/28/ΕΚ (ν. 3468/2006 – ΦΕΚ 129 Α), προωθείται η χρήση ενέργειας μέσω ανανεώσιμων πηγών, μεταξύ αυτών περιλαμβάνεται η ηλεκτρική ενέργεια που προέρχεται από βιομάζα ή βιοαέριο.

4.4 Κίνητρα και εμπόδια για επενδύσεις βιοδιυλιστηρίων

Σύμφωνα με την μελέτη «EU Biorefinery Outlook to 2030» (European Commission, 2021^b), μέχρι σήμερα υπάρχουν αρκετά κίνητρα, αλλά και εμπόδια στις επενδύσεις για την κατασκευή και λειτουργία βιο-διυλιστηρίων, τα οποία παρουσιάζονται αναλυτικά στο Παράρτημα «Ζ».

Συνοπτικά, τα κύρια εμπόδια που έχουν διαπιστωθεί είναι τα κάτωθι :

- Το κόστος ανταγωνισμού βιο-προϊόντων έναντι των προϊόντων συμβατικής τεχνολογίας, ειδικότερα, όταν τα χημικά ή υλικά δεν προσφέρουν πρόσθετες λειτουργίες. Σε αυτήν την περίπτωση, οι ανάγκες έρευνας και

ανάπτυξης εστιάζουν στο γεγονός πως να μειώσουν το κόστος παραγωγής, είτε μέσω της βελτίωσης των διαδικασιών μετατροπής, είτε μέσω της χρήσης πρώτων υλών χαμηλού κόστους (μετάβαση σε δευτερογενείς πρώτες ύλες).

- Ο περιορισμός της διαθεσιμότητας πρωτογενών πρώτων υλών, οι οποίες ανταγωνίζονται επίσης, τις καλλιέργειες τροφίμων. Προκειμένου να ξεπεραστεί αυτό το εμπόδιο, αξιολογείται η τεχνική σκοπιμότητα χρήσης δευτερεύουσας βιομάζας (με ιδιαίτερο ενδιαφέρον στα λιγνοκυτταρινικά υλικά) με στόχο τα οφέλη από το «χαμηλότερο κόστος» και τη «μεγαλύτερη αφθονία» αυτής.
- Η περιορισμένη ανάπτυξη και η διαφοροποίηση των προϊόντων και υλικών βιολογικής προέλευσης. Σε ορισμένες περιπτώσεις, η βελτίωση και η ανάπτυξη των βιο-προϊόντων εμποδίζεται από το υψηλό κόστος παραγωγής και την έλλειψη γνώσεων για τη διεύθυνση αυτών σε νέες αγορές ή / και εφαρμογές. Αυτή η περίπτωση αντιμετωπίζεται με έργα και στρατηγικές συνεργασίας.
- Σε ορισμένες περιπτώσεις κρίνεται απαραίτητη η ανάπτυξη ολόκληρης της αλυσίδας εφοδιασμού από την παραγωγή βιομάζας, την τροποποίηση των διαδικασιών μετατροπής, την ανάπτυξη προϊόντος, μέχρι την εισαγωγή στην αγορά. Σε αυτήν την περίπτωση απαιτείται να δημιουργηθούν νέοι παράγοντες στην αγορά και να υλοποιηθούν σημαντικές επενδύσεις.

Γενικά, διαπιστώνεται ότι τα τεχνικά και μη εμπόδια στις επενδύσεις των βιοδιυλιστηρίων συνδέονται άμεσα με το περιβάλλον της αγοράς, όπως είναι οι ανταγωνιστές, οι πελάτες, οι κοινωνικές προσδοκίες, η πολιτική δημιουργώντας μια ασαφή κατεύθυνση κινητήριας δύναμης «push/pull» (IEA Bioenergy, 2022). Λαμβάνοντας υπόψη τη διαφοροποίηση που υπάρχει στις έννοιες του βιοδιυλιστηρίου, στους στόχους-αγορές και στην ωριμότητα των τεχνολογιών που χρησιμοποιούν στις διάφορες διεργασίες τους, προκύπτουν και διαφορετικά εμπόδια στην εμπορευματοποίηση τους. Αυτό αποτελεί έναν από τους σοβαρούς λόγους για την αναζήτηση συγκεκριμένων γνώσεων που σχετίζονται άμεσα με το περιβάλλον της αγοράς ώστε να αναπτυχθούν στρατηγικές που θα γεφυρώσουν το χάσμα μεταξύ του πειραματικού εργαστηρίου και της αγοράς. Εν προκειμένω, η ανάπτυξη – έρευνα μέσω της καινοτομίας δύνανται συνεισφέρει στην αντιμετώπιση αυτού του χάσματος αφού εστιάζει έντονα στην τεχνολογική ανάπτυξη και στην επίλυση άλλων ζητημάτων όπως είναι η ζήτηση - αγορά, τα περιβαλλοντικά θέματα και η κοινωνική αποδοχή.

Η μεθοδολογία της ανάλυσης απόδοσης (IPA) των βιοδιυλιστηρίων μπορεί να χρησιμεύσει ως οδηγός για την ανάπτυξη πολιτικών επενδυτικών στρατηγικών. Το ανταγωνιστικό πλεονέκτημα των διυλιστηρίων πετρελαίου λόγω δεκαετιών προώθησης της τεχνολογίας τους, της αυξημένης αποδοτικότητάς τους, της κλιμάκωσής τους, και του σχηματισμού αγοράς κ.λπ. βασίζεται στη στρέβλωση της αγοράς, επειδή η περιβαλλοντική ζημιά που σχετίζεται με την τεχνολογία διύλισης του πετρελαίου ουδέποτε πληρώνεται από τον ρυπαίνων. Εάν λοιπόν, το περιβάλλον της αγοράς που αντιπροσωπεύει το εξωτερικό κόστος δεν εξισωθεί με την περιβαλλοντική ζημιά που προκαλείται από τη χρήση των ορυκτών πόρων και την εκπομπή CO₂, τα βιοδιυλιστήρια θα βρίσκονται στη συνεχή πάλη με τα εμπόδια που θα προβάλλει συνεχόμενα η εμπορευματοποίησή τους.

4.5 Σχεδιασμός βιοδιυλιστηρίων

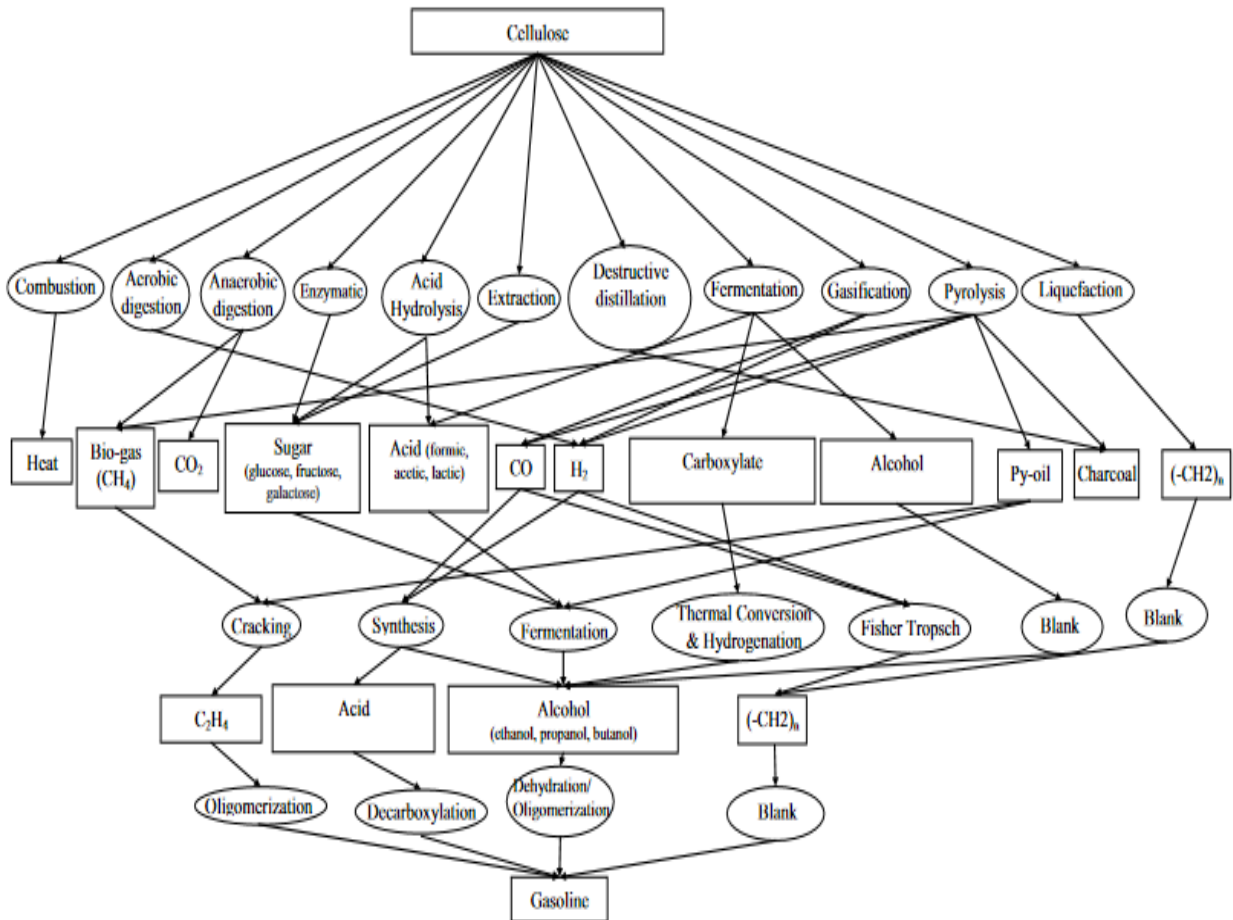
Ο σχεδιασμός βιοδιυλιστηρίων αποτελεί ένα σύνθετο πρόβλημα εξαιτίας της δυσκολίας και των πολυάριθμων δυνατοτήτων αξιολόγησης των προτεινόμενων χαρτοφυλακίων που αφορούν στις πρώτες ύλες, στις διαθέσιμες τεχνολογίες, στα προϊόντα, στα μονοπάτια μετατροπής των πρώτων υλών και των ενδιάμεσων προϊόντων, στα

κοινωνικά ζητήματα, στον εφοδιασμό, στις πολιτικές, στο νομικό και κανονιστικό πλαίσιο, στη χωροθέτηση κ.ά., αλλά και των περιορισμών που τίθενται από τα συστήματα, την αγορά, αλλά και τον πληθυσμό. Σε πολλές περιπτώσεις, ο σχεδιασμός των βιοδιυλιστηρίων αγνοεί ζητήματα όπως είναι η επισιτιστική ασφάλεια και για αυτό απαιτείται η προσέγγιση μιας στρατηγικής που θα ορίζει στόχους σε αρμονία με τη διαμόρφωση του περιβάλλοντος και των διαθέσιμων πόρων σε αναπτυσσόμενες χώρες ή σε περιοχές με έλλειψη τροφίμων ώστε να επιτευχθεί σε μακροπρόθεσμο ορίζοντα ένα διαρκές και ανταγωνιστικό αποτέλεσμα. Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι περιοχές όπως είναι η Κολομβία, η Βραζιλία, η Ινδονησία παρουσιάζουν μεγάλη διαθεσιμότητα λιγνοκυτταρινικών υλικών, σχεδόν σε δεκαπλάσιες ποσότητες σε σύγκριση με άλλες ευρωπαϊκές χώρες. Επομένως, το πρόβλημα που απαιτείται να επιλυθεί είναι ποιος συνδυασμός ή τύπος λιγνοκυτταρινικών υλικών δύνανται να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή μιας επιθυμητής σειράς προϊόντων μέσω των πλατφορμών γλυκόζης.

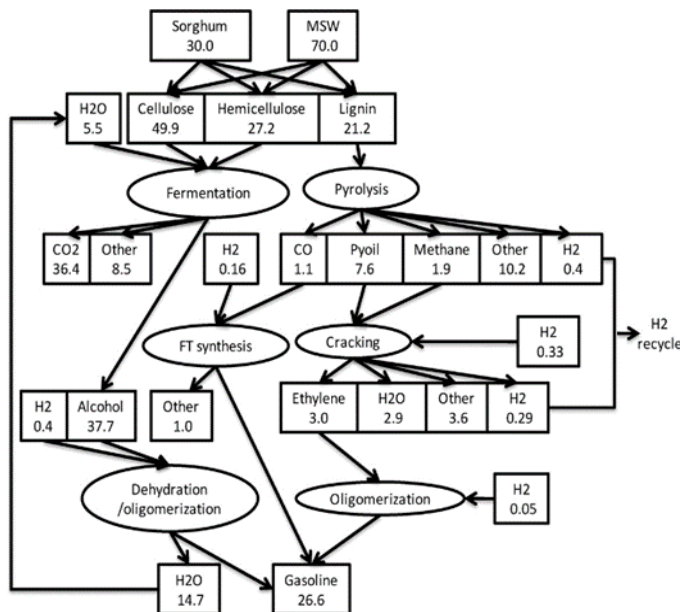
Σύμφωνα με τα βιβλιογραφικά δεδομένα, ο εννοιολογικός σχεδιασμός ενός βιοδιυλιστηρίου θα πρέπει να ακολουθεί μια ολιστική προσέγγιση της μηχανικής σε σύζευξη με τον σχεδιασμό διεργασιών, λαμβάνοντας υπόψη το ευρύ φάσμα διαθέσιμων πρώτων υλών, αλλά και τις ανάγκες σε τοπικό και περιφερειακό επίπεδο (Moncada et al, 2016). Η στρατηγική αυτή εφαρμόζεται στον σχεδιασμό διαφορετικών χημικών μονάδων, αλλά σπάνια στον τομέα των βιοδιυλιστηρίων. Οι πρώτες ύλες θα πρέπει να επιλέγονται ανάλογα με τη διαθεσιμότητά τους και τις ανάγκες της αγοράς, ενώ διάφοροι περιορισμοί σε σχέση με τις εφαρμογές και τις χρήσεις δίνουν προτεραιότητα στην παραγωγή προϊόντων υψηλής προστιθέμενης αξίας έναντι άλλων, όπως είναι η ενέργεια. Ωστόσο, είναι πολύ σημαντικό να αξιοποιούνται στο μέγιστο δυνατό οι πρώτες ύλες και να χρησιμοποιούνται κατάλληλες τεχνολογίες μετατροπής που θα συνδυάζουν διαφορετικές γενεές βιοδιυλιστηρίων. Για παράδειγμα, η λειτουργία βιοδιυλιστηρίων ζαχαροκάλαμου στην Κολομβία περιλαμβάνει τη χρήση λιγνοκυτταρινικών υλικών για τη συμπαραγωγή ενέργειας, ενώ το πλούσιο σε κυτταρίνη κλάσμα μετά την προεπεξεργασία του δύναται να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή αλκοόλης (Moncada et al, 2013).

Ο εννοιολογικός σχεδιασμός βιοδιυλιστηρίων περιλαμβάνει τρεις τύπους ανάλυσης : την τεχνική, την οικονομική και την περιβαλλοντική με τύπους παραγωγής προϊόντων σε μάζα και ενέργεια (Moncada et al, 2016). Γενικά, ο σχεδιασμός ενός βιοδιυλιστηρίου χρησιμοποιεί τη μεθοδολογία της σύνθεσης διεργασιών μέσω ειδικών λογισμικών όπως είναι το Aspen Plus, το Superpro Designer, κ.ά., λαμβάνοντας υπόψη μεμονωμένες πειραματικές διαδικασίες που παρουσιάζουν την καλύτερη απόδοση στη βιβλιογραφία. Η μεθοδολογική προσέγγιση που βασίζεται στην έννοια της βελτιστοποίησης εξετάζει τη σύνδεση διαφορετικών ρευμάτων υλικών με τεχνολογίες επεξεργασίας (διαδρομές μετατροπής) ώστε να επιτευχθεί η μεγιστοποίηση της απόδοσης και του οικονομικού δυναμικού (π.χ. ελάχιστο κόστος παραγωγής, μέγιστη απόδοση). Με αυτό τον τρόπο η διαδικασία του εννοιολογικού σχεδιασμού των κύριων στοιχείων ενός βιοδιυλιστηρίου που επικεντρώνεται στη βελτιστοποίηση προτείνει μια σειρά πολυάριθμων εναλλακτικών λύσεων μέσω της ενσωμάτωσης διαφορετικών τεχνολογιών, θέτει τη βάση για μια λεπτομερή τεχνοοικονομική ανάλυση και δίνει λύσεις σε διάφορες δυσκολίες εφαρμογών σε βιομηχανικό επίπεδο.

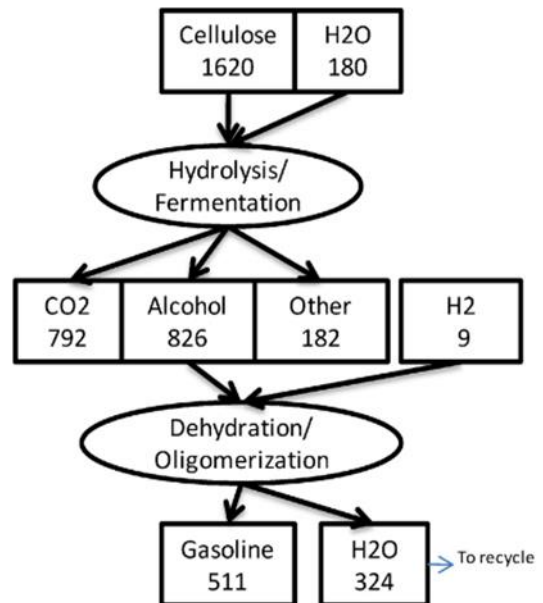
Οι Bao et al. (2011), παρουσιάζουν τρεις μελέτες περιπτώσεων παραγωγής βενζίνης από κυτταρινική βιομάζα (Εικ. 4.5-1, 4.5-2, 4.5-3), όπου εφαρμόζεται η ως άνω μεθοδολογία, προβάλλοντας την αποτελεσματικότητα και τη δυνατότητα εφαρμογής της αναπτυσσόμενης προσέγγισης για τη δημιουργία ενός ευρέως φάσματος μονοπατιών που επιτυγχάνουν τον ίδιο στόχο, αλλά ποικίλλουν σημαντικά ως προς τα δομικά στοιχεία και τις διασυνδέσεις τους.



Εικόνα 4.5-1. Μελέτη περίπτωσης 1, για τη μετατροπή 162 τον/ετησίως κυτταρινικής βιομάζας σε βενζίνη



Εικόνα 4.5-2. Μελέτη περίπτωσης 2, για τη μετατροπή 30 τον/ετησίως ζαχαρόχορτο και 70 τον/ετησίως ΑΣΑ σε βενζίνη



Εικόνα 4.5-3. Μελέτη περίπτωσης 2, για τη μετατροπή 1620 τον/ημέρα κυτταρινικής σε βενζίνη

Από άλλους συγγραφείς προτείνεται η μεθοδολογία της βελτιστοποίησης των βιοδιυλιστηρίων με τον όρο της υπερδομής «superstructure term», καθώς ενσωματώνουν την ανάλυση κύκλου ζωής και την τεχνοοικονομική ανάλυση για τη βελτιστοποίηση της περιβαλλοντικής και οικονομικής απόδοσης (Wang et al, 2013 και Gebreslassie et al, 2013). Η εφαρμογή αυτής της μεθοδολογίας χρησιμοποιείται σε διαφορετικούς τύπους βιοδιυλιστηρίων, όπως είναι των υδρογονανθράκων μέσω της τεχνολογίας της αεριοποίησης, καταλυτών σύνθεσης Fischer–Tropsch και παραγωγής υδρογόνου. Η οικονομική απόδοση αξιολογείται μέσω του υπολογισμού της καθαρής παρούσας αξίας, ενώ η αντίστοιχη περιβαλλοντική μέσω του παγκόσμιου δυναμικού υπερθέρμανσης του πλανήτη (global warming potential, GWP). Άλλες μεθοδολογίες που χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση των βιοδιυλιστηρίων είναι στα πρώιμα στάδια σχεδιασμού όπου με τη χρήση λογισμικού προσομοίωσης συγκρίνονται οι διεργασίες μετατροπής της βιομάζας με τις αντίστοιχες ενός ισοδύναμου πετροχημικού. Εν προκειμένω, πραγματοποιείται μια λεπτομερής αξιολόγηση του συστήματος που περιλαμβάνει χημικές, είτε βιοχημικές μετατροπές της βιομάζας με σκοπό την ανάκτηση σε 100% των ενδιαφερόμενων προϊόντων, με αποτέλεσμα να υπολογίζονται τρεις βασικοί δείκτες (οικονομικός περιορισμός, επιπτώσεις πρώτων υλών σε σχέση με την ενέργεια, πολυπλοκότητα διαδικασίας) και εν συνεχεία, να συγκρίνονται με τους αντίστοιχους ενός πετροχημικού βιοδιυλιστηρίου.

Η μεθοδολογική προσέγγιση που χρησιμοποιείται στη σύνθεση συστημάτων βιοδιυλιστηρίων βασίζεται στην ονομαζόμενη προσέγγιση βασισμένη στη γνώση για τη σύνθεση χημικών διεργασιών και εξετάζει τρεις κύριες έννοιες, την ιεραρχία, την αλληλουχία και την ολοκλήρωση. Πιο αναλυτικά, σύμφωνα με τους Moncada et al (2016):

- α. Στην ιεραρχία, εξετάζεται η ιεραρχική αποσύνθεση των πρώτων υλών και η σχέση τους με τα προϊόντα, αλλά και των τεχνολογιών. Η ανάλυση των πρώτων υλών εξετάζει τις σχέσεις μεταξύ των πρώτων υλών κάθε γενιάς και των διαφορετικών πλατφορμών που σχεδιάστηκαν για να παραχθούν διαφορετικά προϊόντα, τα οποία ταξινομούνται σε έξι κύριες οικογένειες : βιοκαύσιμα (που αναφέρονται σε υγρά καύσιμα), βιοενέργεια, βιομόρια, βιοϋλικά και προϊόντα διατροφής και βιολιπάσματα. Ο σκοπός ενός συστήματος βιοδιυλιστηρίου είναι η αξιοποίηση πρώτης ύλης όλων των γενεών καθώς και όλης της οικογένειας προϊόντων για την αποφυγή παραγωγής ενώσεων που θα θεωρηθούν ως υπολείμματα. Από τεχνολογικής απόψεως, η ιεραρχική αποσύνθεση επικεντρώνεται στο βήμα που επηρεάζει περισσότερο εκάστη διαδικασία. Σε ορισμένες περιπτώσεις, οι προεπεξεργασίες είναι κρίσιμες για τη λήψη προϊόντων. Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι σε ένα βιοδιυλιστήριο με βάση τη λιγνοκυτταρίνη, ως κρίσιμα στάδια είναι τα στάδια προεπεξεργασίας και υδρόλυσης, εάν η επιθυμητή είναι η κατασκευή πλατφόρμας με βάση τη ζάχαρη. Ωστόσο, εάν η επιθυμητή πλατφόρμα είναι η θερμοχημική (π.χ. η παραγωγή αερίου σύνθεσης) τότε το κρίσιμο στάδιο είναι η θερμοχημική διαδικασία.
- β. Στην αλληλουχία, εξετάζεται η δημιουργία μιας λογικής σειράς για τη συσχέτιση τεχνολογιών και προϊόντων, με αντίστοιχους περιορισμούς στις πλατφόρμες και στις γραμμές επεξεργασίας. Απαραίτητη προϋπόθεση είναι να καθοριστεί ο σκοπός του βιοδιυλιστηρίου όσον αφορά στα προϊόντα και στις διαθέσιμες τεχνολογίες. Για παράδειγμα, σε ένα βιοδιυλιστήριο ζαχαροκάλαμου που παράγει ζάχαρη (για τρόφιμα) και αιθανόλη, στο πρώτο στάδιο πραγματοποιείται η εκχύλιση πολτού και στο δεύτερο η χρήση του πολτού για την απομόνωση άλλων προϊόντων. Σε αυτό το σημείο εμφανίζονται πολλές επιλογές και ανάλογα με τον σκοπό του βιοδιυλιστηρίου, ο πολτός μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ζάχαρης ή για την παραγωγή αιθανόλης. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι η αιθανόλη μπορεί επίσης, να παραχθεί από τη μη κρυσταλλωμένη ζάχαρη (μελάσα), η οποία είναι υποπροϊόν της διαδικασίας παραγωγής ζάχαρης. Εάν ο πολτός χρησιμοποιηθεί εξ ολοκλήρου για την παραγωγή ζάχαρης, η αιθανόλη λαμβάνεται από τη μελάσα και

ως εκ τούτου είναι προφανές ότι η σειρά παραγωγής ζάχαρης καταλαμβάνει την πρώτη θέση. Επιπλέον, η ποσότητα της παραγόμενης μελάσας θα εξαρτηθεί αποκλειστικά από την ποσότητα της επεξεργασμένης πρώτης ύλης (ζαχαροκάλαμο) και την αποτελεσματικότητα των τεχνολογιών που χρησιμοποιούνται στην παραγωγή ζάχαρης. Λαμβάνοντας υπόψη το γεγονός ότι μπορούν να οριστούν πολλές εναλλακτικές γραμμές επεξεργασίας ανάλογα με τους στόχους του βιοδιυλιστηρίου ακόμη και για την απόκτηση των ίδιων προϊόντων, είναι σημαντικό να χρησιμοποιηθούν συστηματικά εργαλεία, όπως υπορουτίνες βελτιστοποίησης, για τον έλεγχο των τεχνολογιών και τη διανομή των πλατφορμών. Μια άλλη αρχή που εφαρμόζεται στην αλληλουχία είναι ότι κάθε γραμμή επεξεργασίας πρέπει να περιλαμβάνει την παραγωγή προϊόντων με υψηλό βαθμό καθαρότητας ώστε να αποφευχθεί η συσσώρευση διαλυτών και τυχόν ρύπων. Για παράδειγμα, στα βιοδιυλιστήρια που έχουν σχεδιαστεί για την απόκτηση προϊόντων υψηλής προστιθέμενης αξίας (π.χ. αντιοξειδωτικά, αρώματα, κλπ) από πρώτες ύλες υπολείμματα εσπεριδοειδών, οι φλούδες χρησιμοποιούνται, καταρχήν, για την απομόνωση αντιοξειδωτικών. Εν συνεχεία, από τα υπολείμματα αυτής της διαδικασίας παράγεται πηκτίνη και από τα υπολείμματα της τελευταίας παράγεται αιθανόλη ή ενέργεια μέσω των κύκλων συμπαραγωγής. Με αυτή την αλληλουχία των διαδικασιών μειώνεται η τιμή πώλησης και οι περιορισμοί για την καθαρότητα κάθε προϊόντος. Συνήθως, οποιοδήποτε προϊόν που χρησιμοποιείται στα τρόφιμα ή ως πρόσθετο εμφανίζεται στο πρώτο στάδιο επεξεργασίας του βιοδιυλιστηρίου.

- γ. Στην έννοια της ολοκλήρωσης, εξετάζεται η συνδυαστική λειτουργία διαφορετικών τύπων βιοδιυλιστηρίων (πρώτης, δεύτερης και τρίτης γενιάς). Τα επίπεδα ολοκλήρωσης σχετίζονται άμεσα με τις ακολουθίες διεργασιών και την ιεραρχική αποσύνθεση πρώτων υλών, προϊόντων και τεχνολογιών με κύριο στόχο τη μέγιστη δυνατή χρήση των πόρων εντός της ίδιας εγκατάστασης. Επομένως, εξετάζεται η ενοποίηση πρώτων υλών, τεχνολογιών και προϊόντων.

Στην ενοποίηση πρώτων υλών προτείνεται η χρήση ρευμάτων που προκύπτουν από μια διαδικασία και μπορούν να αξιοποιηθούν άμεσα σε άλλες διεργασίες (π.χ. η εκμετάλλευση μελάσας για την παραγωγή αιθανόλης). Με άλλα λόγια, ο στόχος είναι να αξιοποιηθούν τα ρεύματα με χαμηλότερη οικονομική αξία, εάν δεν μετασχηματίζονται σε τελικά προϊόντα. Η ενσωμάτωση των πρώτων υλών μπορεί επίσης, να θεωρηθεί ως εναλλακτική λύση για τη μείωση όσο το δυνατόν περισσότερο των ροών αποβλήτων. Επιπλέον, είναι δυνατό να ληφθούν προϊόντα που θα χρησιμοποιηθούν ως πρώτη ύλη για περαιτέρω επεξεργασία στο ίδιο βιοδιυλιστήριο: αιθανόλη και έλαιο μικροφυκών για την παραγωγή βιοντίζελ ή να ληφθούν αντιοξειδωτικά που θα προστεθούν αργότερα σε προϊόντα διατροφής (για παράδειγμα σάκχαρα ή βρώσιμα έλαια). Σε αυτό το σημείο είναι εμφανής η σχέση μεταξύ των εννοιών αλληλουχίας και ολοκλήρωσης.

Τέλος, στην ενοποίηση τεχνολογιών εξετάζονται θέματα που αφορούν : (i) στη θερμότητα, (ii) στη μάζα, (iii) στις διεργασίες, λαμβάνοντας υπόψη τις οικονομικές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις που επιφέρουν οι διαφορετικές μεθοδολογίες στα βιοδιυλιστήρια, όπως είναι η κατανάλωση νερού και υλικών που μπορούν να ανακτηθούν και ανακυκλωθούν, η ταυτόχρονη σακχαροποίηση και ζύμωση ή η εκχυλιστική απόσταξη που μπορούν να μειώσουν την κατανάλωση ενέργειας στη γραμμή παραγωγής αιθανόλης.

Στο Παράρτημα «Η» παρουσιάζεται ένα παράδειγμα βιοδιυλιστηρίου από ζαχαροκάλαμο που ευρίσκεται σε δύο περιοχές της Κολομβίας, στην Caldas (μεσαία περιοχή παραγωγής ζαχαροκάλαμου) και στη Valle del Cauca (μεγάλη περιοχή παραγωγής ζαχαροκάλαμου) με τις τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται σε κάθε στάδιο του βιοδιυλιστηρίου και τη διανομή των πρώτων υλών με την τελική χρήση τους (Moncada, 2008). Ειδικότερα, εξετάζονται τέσσερα σενάρια, εκ των οποίων τα σενάρια 1 και 2 αποτελούν τη βασική περίπτωση της Κολομβίας

για την παραγωγή κορυφαίων προϊόντων (ζάχαρη, αιθανόλη και ηλεκτρική ενέργεια) και δεύτερα προϊόντα (ζωοτροφές, τέφρα και λίπασμα) από ζαχαροκάλαμο (πρώτης γενιάς). Τα σενάρια 3 και 4 συνδυάζουν πρώτες ύλες όπως ζαχαροκάλαμο και ζαχαροκάλαμο βγάσσης (πρώτης και δεύτερης γενιάς) για την παραγωγή ζάχαρης, αιθανόλης, ηλεκτρικής ενέργειας, PHB και ανθοκυανινών ως κορυφαίων προϊόντων και τα ίδια δεύτερα προϊόντα με τα σενάρια 1 και 2. Η δομή του βιοδιυλιστηρίου που περιγράφεται στο Παράρτημα «Η» αποτελεί παράδειγμα εφαρμογής εννοιολογικού σχεδιασμού με έννοιες ιεραρχίας, αλληλουχίας και ολοκλήρωσης και αντικατοπτρίζουν την ιεραρχική αποσύνθεση της πρώτης ύλης στα προϊόντα ανάλογα με τη σημασία της, τη σειρά απόκτησης των προϊόντων (π.χ. τα δεύτερα προϊόντα λαμβάνονται από υπολείμματα που δημιουργούνται στις διαδικασίες για την παραγωγή κορυφαίων προϊόντων), και τη χρήση ηλεκτρικής ενέργειας για την κάλυψη των αναγκών του βιοδιυλιστηρίου.

Στον σχεδιασμό των βιοδιυλιστηρίων απαιτείται να ενσωματωθούν και οι αρχές της πράσινης χημείας και μηχανικής, ώστε να *«επιτευχθεί ο σχεδιασμός χημικών ουσιών και διεργασιών που μειώνουν τη χρήση ή την παραγωγή επικίνδυνων ουσιών»* (Tang et al, 2008). Η πράσινη χημεία εφαρμόζεται σε όλο τον κύκλο ζωής ενός χημικού προϊόντος, συμπεριλαμβανομένου του σχεδιασμού, της κατασκευής, της χρήσης και της τελικής απόρριψής του. Με τον ίδιο τρόπο, οι αρχές της πράσινης μηχανικής ορίζονται ως *«ο σχεδιασμός, η εμπορευματοποίηση και η χρήση διαδικασιών και προϊόντων με τρόπο που ελαχιστοποιεί τη ρύπανση, προάγει τη βιωσιμότητα και προστατεύει την ανθρώπινη υγεία χωρίς να θυσιάζεται η οικονομική βιωσιμότητα και αποτελεσματικότητα»*. Με βάση λοιπόν, τις ως άνω αρχές, ο βιώσιμος σχεδιασμός ενός βιοδιυλιστηρίου θα πρέπει να ακολουθεί τις παρακάτω κατευθυντήριες οδηγίες, σύμφωνα με τους Moncada et al (2016):

- Η ενσωμάτωση πρώτων υλών βιομάζας πρώτης, δεύτερης και τρίτης γενιάς θα πρέπει να αποτελεί βασικό στόχο ενός βιοδιυλιστηρίου. Στην περίπτωση του ζαχαροκάλαμου ως πρώτης ύλης, ο πολτός ζαχαροκάλαμου, η μελάσα και το CO₂ που προκύπτουν από τη συμπαραγωγή μπορούν να χρησιμοποιηθούν πλήρως ως πλατφόρμες για την κοινή παραγωγή άλλων προϊόντων.
- Οι ολοκληρωμένες τεχνολογίες θα πρέπει να προτιμώνται έναντι των διαχωρισμένων τεχνολογιών. Για παράδειγμα, η ταυτόχρονη σακχαροποίηση και ζύμωση είναι μια τεχνολογία πολύ καλύτερης απόδοσης από την αυτοτελή διαδικασία της ζύμωσης.
- Η μείωση των ροών αποβλήτων, η ενσωμάτωση προϊόντων με πρώτες ύλες σε βιοδιυλιστήρια πολλαπλής επεξεργασίας για περαιτέρω αξιοποίηση αποτελεί βασική πρόκληση. Σημαντικό παράδειγμα αποτελεί η ενοποίηση συστημάτων συμπαραγωγής που χρησιμοποιούν στερεά απόβλητα από την ίδια εγκατάσταση, η χρήση ενέργειας για την επίτευξη των μέγιστων επιπέδων ενεργειακής απόδοσης, η ενσωμάτωση του νερού (ανάκτηση) που αποτρέπει τη διάθεση οργανικών λυμάτων και μειώνει τόσο τις πιθανές περιβαλλοντικές επιπτώσεις, όσο και το κόστος που σχετίζεται με την αγορά των πρώτων υλών.
- Στα βιοδιυλιστήρια θα πρέπει να συμπεριλαμβάνονται όσο το δυνατόν περισσότερα προϊόντα και να αποφεύγεται η αυτόνομη παραγωγή δεδομένου ότι οι οικονομικές, περιβαλλοντικές και κοινωνικές επιπτώσεις είναι πάντα πιο θετικές, όταν ο αριθμός των προϊόντων αυξάνεται.
- Η λειτουργία των βιοδιυλιστηρίων θα πρέπει να συμβάλλει στη διατήρηση των οικοσυστημάτων και της βιοποικιλότητας. Η χρήση πρώτων υλών δεύτερης και τρίτης γενιάς συμβάλλει στη βελτίωση της συνολικής απόδοσης του βιοδιυλιστηρίου αποφεύγοντας την ανάγκη χρήσης άλλων φυσικών πόρων. Για παράδειγμα, η παραγωγή καυσίμου αλκοόλης από αγροβιομηχανικά υπολείμματα συμβάλλει στη μείωση της εξάρτησης από

πρώτες ύλες πρώτης γενιάς και έμμεσα στην αποφυγή κοινωνικών επιπτώσεων από την επισιτιστική ασφάλεια των τροφίμων.

- Η χρήση καινοτόμων τεχνολογιών απαιτείται να συμπεριληφθεί στον σχεδιασμό των βιοδιυλιστηρίων. Για παράδειγμα, ο συνδυασμένος κύκλος μαζί με την τεχνολογία αεριοποίησης για συμπαραγωγή έχει καλύτερη απόδοση από την τεχνολογία που βασίζεται στην άμεση καύση. Ενδιαφέρον παράδειγμα αποτελεί η ανάκτηση γαλακτικού οξέος από τον πολτό ζύμωσης χρησιμοποιώντας στήλες ανταλλαγής ιοντικής ρητίνης και απόσταξης.
- Η εγκατάσταση και λειτουργία του βιοδιυλιστηρίου επιφέρει διάφορες κοινωνικοοικονομικές επιπτώσεις, οι οποίες θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη στον σχεδιασμό. Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι, όταν η εφοδιαστική αλυσίδα βελτιώνεται, τότε αυξάνεται η απόδοση λειτουργίας του βιοδιυλιστηρίου. Αυτό επιτρέπει την αύξηση των εισοδημάτων και στη συνέχεια την αναδιανομή τους στους καλλιεργητές ή σε άλλους παράγοντες της αλυσίδας. Ως εκ τούτου, η ευημερία αυξάνεται και νέες θέσεις εργασίας και απασχόλησης δημιουργούνται με βιώσιμο τρόπο.
- Ένα βιοδιυλιστήριο θα πρέπει να ελέγχει ανάντη και κατόντη τη μονάδα παραγωγής του και να λαμβάνει υπόψη τους βιώσιμους σχεδιασμούς της εφοδιαστικής αλυσίδας. Οι προσπάθειες για βιώσιμες πρακτικές θα πρέπει να ξεκινούν από τη γεωργία και να καταλήγουν στη βιώσιμη κατανάλωση και διαχείριση προϊόντων.
- Η μείωση της κατανάλωσης ενέργειας όπως και των παραπροϊόντων με χαμηλή προστιθέμενη αξία θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά τον σχεδιασμό ενός βιοδιυλιστηρίου, στον οποίο προτείνεται να χρησιμοποιηθούν αποτελεσματικές θερμοδυναμικές προσεγγίσεις ώστε να μειωθούν οι αβεβαιότητες και να βελτιωθεί η απόδοση των κύκλων στις διαδικασίες συμπαραγωγής.
- Η χρήση σύγχρονων εργαλείων και στρατηγικών ανάλυσης και αξιολόγησης για τις περιβαλλοντικές, τεχνικές και οικονομικές επιπτώσεις είναι πολύ σημαντική. Η χρήση του Aspen Plus και άλλων λογισμικών για συγκεκριμένες μονάδες και υπολογισμούς έχει ως αποτέλεσμα την ακριβή πρόβλεψη της συμπεριφοράς διεργασιών μεγάλης κλίμακας. Επίσης, διαφορετικά εργαλεία όπως ο αλγόριθμος WAR που αναπτύχθηκε από την Environmental Protection Agency (EPA), το Greenscope, ο οικονομικός αναλυτής Aspen, ο Aspen Energy Analyzer και άλλα εργαλεία, όπως μοντέλα βελτιστοποίησης επιτρέπουν την εξέταση εναλλακτικών λύσεων βιοδιυλισμού με σκοπό τη βελτιστοποίηση της απόδοσης από τεχνο- οικονομική και περιβαλλοντική άποψη.
- Οι επιπτώσεις στην επισιτιστική ασφάλεια θα πρέπει να αναλύονται με αντικειμενικό τρόπο, συμπεριλαμβανομένων των κοινωνικών, περιβαλλοντικών και οικονομικών επιπτώσεων. Σε αυτή την περίπτωση, το βιοδιυλιστήριο που παράγει τρόφιμα και υλικά ως πρόσθετα θα πρέπει να μελετηθεί προσεκτικά λαμβάνοντας υπόψη τις συνεισφορές ή επιπτώσεις στην επισιτιστική ασφάλεια. Για παράδειγμα, η παραγωγή ξυλιτόλης προβάλλεται ως προϊόν υψηλής προστιθέμενης αξίας επειδή έχει παρόμοια χαρακτηριστικά γεύσης με τα αντίστοιχα της σακχαρόζης. Αυτοί οι τύποι προϊόντων μπορούν να μειώσουν την ασκούμενη πίεση στην κοινωνία εξαιτίας του ανταγωνισμού μεταξύ τροφίμων και ενέργειας.
- Η ασφάλεια στις διαδικασίες σχεδιασμού του βιοδιυλιστηρίου όπως και η χρήση χημικών και υλικών υπό ελεγχόμενες συνθήκες προϋποθέτει καλή προσομοίωση για τη διασφάλιση της σταθερότητας των μονάδων. Επίσης, οι διαδικασίες θα πρέπει να προσανατολίζονται στην παραγωγή προϊόντων υψηλής προστιθέμενης αξίας, όπως είναι τα αντιοξειδωτικά και τα βιοπολυμερή.

- Η αλυσίδα εφοδιασμού αποτελεί ουσιαστικό στοιχείο ενός πράσινου βιοδιυλιστηρίου και για αυτό οι μεταφορές και η διανομή των προϊόντων και άλλων θα πρέπει να συμπεριλαμβάνεται στον σχεδιασμό του.
- Τα σενάρια και η ανάλυση ευαισθησίας διαμορφώνουν την κύρια στρατηγική στον σχεδιασμό του βιοδιυλιστηρίου. Οι στρατηγικές αντιστάθμισης κινδύνου είναι απαραίτητες για την αντιμετώπιση των απροσδόκητων και μη επιθυμητών αλλαγών στις τιμές των πρώτων υλών και της ενέργειας που χρησιμοποιούνται στο βιοδιυλιστήριο. Ως εκ τούτου, η αποτελεσματική διαχείριση των οικονομικών κινδύνων θα διατηρεί σταθερή την Καθαρή Παρούσα Αξία και το συνολικό κόστος παραγωγής, αλλά και θα αποφεύγει τις κερδοσκοπίες στην αγορά.
- Ο υπολογισμός της απόδοσης ενός βιοδιυλιστηρίου θα πρέπει να γίνεται με απλό τρόπο χρησιμοποιώντας για παράδειγμα τον δείκτη μάζας βιοδιυλιστηρίου (Mass index of biorefineries, MI_B), ο οποίος εξαρτάται από το πλήθος των παραγόμενων προϊόντων προς την ποσότητα της βιομάζας που χρησιμοποιήθηκε αποκλειστικά για αυτό τον σκοπό.

4.6 Συμπεράσματα

Από την παραπάνω ανάλυση σχετικά με τον σχεδιασμό και τη λειτουργία των βιοδιυλιστηρίων συνάγονται τα ακόλουθα συμπεράσματα (Moncada et al, 2016 και European Commission, 2021^b):

- Από τα μέχρι σήμερα διαθέσιμα δεδομένα της βιβλιογραφίας, διαπιστώνεται ότι λειτουργούν αρκετά βιοδιυλιστήρια εντός και εκτός της Ευρωπαϊκής Ένωσης που παράγουν πλήθος χημικών και υλικών προϊόντων. Όμως, η έλλειψη στοιχείων σχετικά με την παραγωγή τους καθιστούν δύσκολο γεγονός την εκτίμηση και αξιολόγηση της σημασίας τους συνολικά.
- Τα βιοδιυλιστήρια που λειτουργούν σήμερα δεν αποτελούν πρόσφατη εξέλιξη αφού πολλά από αυτά ήδη έχουν ξεκινήσει τη λειτουργία τους πριν σχεδόν δέκα (10) έτη. Σε πολλές εγκαταστάσεις παράγονται τόσο ορυκτά όσο και βιολογικά προϊόντα, ή παραδοσιακά προϊόντα από πρώτες ύλες βιομάζας σε συνδυασμό με καινοτόμα/προηγμένα βιοπροϊόντα.
- Η πρώτη ύλη των βιοδιυλιστηρίων είναι κυρίως πρωτογενής βιομάζα, με κυρίαρχη θέση τα σάκχαρα και το άμυλο. Η κυριαρχία της πλατφόρμας σακχάρων C5/C6 και των ελαίων διακρίνεται έντονα στην ανάλυση της βάσης δεδομένων στα περισσότερα βιοδιυλιστήρια της ευρωπαϊκών χωρών και μη. Τα βιοδιυλιστήρια που χρησιμοποιούν δευτερογενή βιομάζα έχουν ως πρώτες ύλες που προέρχονται από υπολείμματα δασοκομίας, αποβλήτων και γεωργικών υπολειμμάτων. Η τελευταία κατηγορία παρουσιάζεται πιο συχνά εκτός της Ευρωπαϊκής Ένωσης.
- Τα υλικά που παράγονται από τα βιοδιυλιστήρια της Ευρωπαϊκής Ένωσης είναι κυρίως πολυμερή, ίνες και σε μικρότερο βαθμό συνθετικά υλικά και ρητίνες. Αντίστοιχα, εκτός της Ευρωπαϊκής Ένωσης παράγονται πολυμερή και ρητίνες σε μεγαλύτερο βαθμό έναντι των σύνθετων υλικών και ινών. Επίσης, στα βιοδιυλιστήρια που παράγονται χημικά προϊόντα, τα περισσότερα από αυτά είναι βιοχημικής προέλευσης.
- Ο ορθός σχεδιασμός ενός βιοδιυλιστηρίου απαιτείται για την αποφυγή των αρνητικών και περιβαλλοντικών επιπτώσεων που έχει επιφέρει ο σχεδιασμός των διυλιστηρίων πετρελαίου, αφού ο βιοδιυλισμός θεωρείται η λύση για την μερική αντικατάσταση της εξάρτησης από το πετρέλαιο. Ωστόσο, τα βιώσιμα συστήματα βιοδιυλιστηρίων εξακολουθούν να αποτελούν πρόκληση, καθώς οι αδύναμοι σχεδιασμοί (συνήθως δεν περιλαμβάνουν τις βασικές αρχές ή τις κατευθυντήριες γραμμές για την εξέταση όλων των παραγόμενων ροών

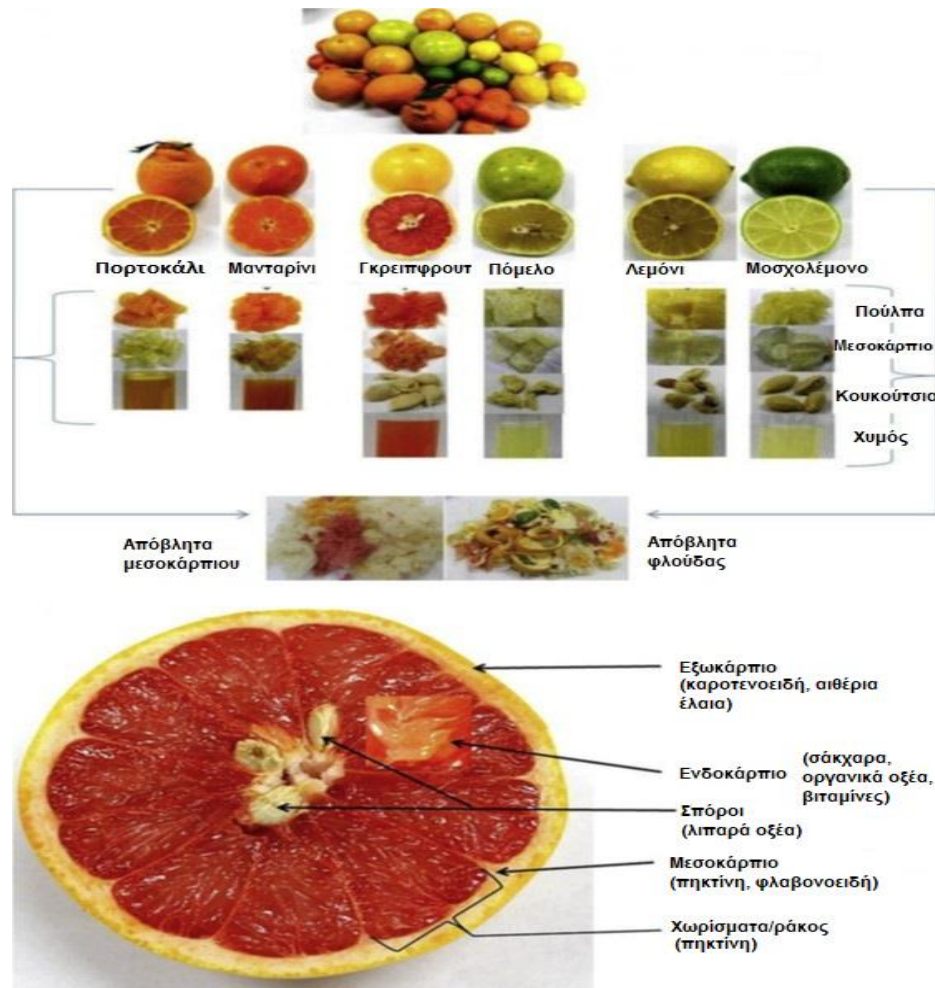
και των αποδοτικών τεχνολογιών) οδηγούν σε διαδικασίες που λειτουργούν ελάχιστα στο οικονομικό περιθώριο, δεν παρέχουν σημαντική μείωση των περιβαλλοντικών επιβαρύνσεων σε σύγκριση με των αντίστοιχων των πετροχημικών συστημάτων και δεν αντιμετωπίζουν τα κοινωνικοοικονομικά ζητήματα όπως είναι η χρήση γης, η εργασία και η επισιτιστική ασφάλεια, μεταξύ άλλων.

στ. Η έννοια του βιοδιυλιστηρίου σήμερα, χρησιμοποιείται σε αρκετές επιστημονικές συναντήσεις, συνέδρια και δημοσιεύσεις για να χαρακτηρίσουν αυτόνομες διαδικασίες παραγωγής βιοενέργειας ή βιοενέργειας / βιοκαυσίμων, ως μια γραμμή επεξεργασίας πολλών πιθανών προϊόντων που λαμβάνονται από τη βιομάζα. Όμως, η μέγιστη ολοκληρωμένη χρήση βιομάζας, όπως και ο αριθμός των παραγόμενων προϊόντων είναι απαραίτητα για να θεωρηθεί οποιαδήποτε διαδικασία μετασχηματισμού βιομάζας ως σύστημα βιοδιυλιστηρίου. Επιπλέον, η ιεραρχία, η αλληλουχία και η ολοκλήρωση αποδείχθηκαν ενδιαφέρουσες και νέες έννοιες για τον εννοιολογικό σχεδιασμό των βιοδιυλιστηρίων με στόχο την αύξηση της αποδοτικότητας της επεξεργασίας των πρώτων υλών της βιομάζας μέσω τεχνολογιών και προσεγγίσεων που στηρίζονται στους τρεις βασικούς πυλώνες της αειφορίας, ήτοι την περιβαλλοντική, οικονομική και κοινωνική βιωσιμότητα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΩΝ ΧΥΜΟΠΟΙΗΣΗΣ ΕΣΠΕΡΙΔΟΕΙΔΩΝ

5.1 Εισαγωγικά στοιχεία

Τα εσπεριδοειδή ανήκουν στην οικογένεια των ρυτοειδών (Rutaceae) και είναι χαμηλά, αειθαλή δέντρα με πιο αντιπροσωπευτικά την πορτοκαλιά (Citrus sinensis), τη μανταρινιά (Citrus reticulata), τη λεμονιά (Citrus limon), τη κιτριά (Citrus aurantium) και το γκρέιπφρουτ (Citrus paradisi). Αν και πιστεύεται ότι τουλάχιστον πριν από 4000 χρόνια, «οι τροπικές και υποτροπικές περιοχές της ασιατικής ηπείρου και του αρχιπελάγους της Μαλαισίας» είχαν αρχίσει να φυτεύουν εσπεριδοειδή, εξακολουθεί να υπάρχει αβεβαιότητα σχετικά με την πραγματική προέλευση της καλλιέργειάς τους (Berk, 2016a), όπως διαπιστώνεται από τις διάφορες ερευνητικές μελέτες. Οι Rouseff, Perez-Cacho και Jabaipurwala (2009) αναφέρουν ότι τα γλυκά πορτοκάλια προέρχονται από την Ινδία, το τρίφυλλο πορτοκάλι και μανταρίνι από την Κίνα και η όξινη ποικιλία εσπεριδοειδών από τη Μαλαισία. Τα εσπεριδοειδή είναι εμπλουτισμένα με φυτοχημικά και βιοενεργά συστατικά, όπως είναι η βιταμίνη C, το φυλλικό οξύ, το κάλιο, η πηκτίνη (Rafiq et al., 2018), αλλά και υψηλές ποσότητες σε πολυφαινόλες, φλαβονοειδή και αντιοξειδωτικά, τα οποία είναι ευεργετικά για την υγεία, εξαιτίας των αντιοξειδωτικών, αντιφλεγμονωδών και αντικαρκινικών ιδιοτήτων τους, (Espinosa-Pardo, Nakajima, Macedo, Macedo & Martinez, 2017).



Εικόνα 5.1-1. Είδη και βασικά μέρη των εσπεριδοειδών

Τα εσπεριδοειδή καταναλώνονται ευρέως λόγω της ελκυστικής γεύσης, του αρώματος και των θρεπτικών τους ιδιοτήτων ως αποτέλεσμα της ύπαρξης αξιόλογων ποσοτήτων δευτερογενών μεταβολιτών. Όλες οι ποικιλίες εσπεριδοειδών παρουσιάζουν παρόμοια ανατομική δομή, όπως φαίνεται στην Εικ.5.1-1. Παλαιότερα, διακινούνταν και καταναλώνονταν μόνο ως φρέσκα φρούτα και μπορούσαν να διανεμηθούν ακόμη και στις περιοχές όπου δεν υπήρχαν καλλιέργειες εσπεριδοειδών, εξαιτίας της εξαιρετικής σταθερότητας που παρουσιάζουν κατά και μετά τη συγκομιδή. Ωστόσο, με τη συνεχή αύξηση της έκτασης των φυτειών και του μεγέθους των καλλιεργειών, η εκβιομηχάνιση των εσπεριδοειδών έχει καταστεί αναπόφευκτη. Οι βιομηχανίες που παράγουν μαρμελάδες, ζελέδες, κομπόστες, φλαβονοειδείς ενώσεις και αιθέρια έλαια από τα εσπεριδοειδή, είναι ενεργές εδώ και χρόνια. Με βάση τα βιβλιογραφικά δεδομένα, η μεγάλης κλίμακας χρήση των εσπεριδοειδών ξεκίνησε από τις βιομηχανίες χυμών φρούτων που ιδρύθηκαν στην Καλιφόρνια και τη Φλόριντα τον 20ο αιώνα (Berk, 2016).

Η παγκόσμια συνολική παραγωγή εσπεριδοειδών ήταν περίπου 158,49 εκατομμύρια τόνους το 2020, με την Ασία να αντιπροσωπεύει την υψηλότερη συνολική παραγωγή (47,7%) ακολουθούμενη από την Αφρική (43,7%), την Αμερική (8,1%), την Ευρώπη (0,4%) και την Ωκεανία (0,1%). Μεταξύ των χωρών παραγωγής εσπεριδοειδών, η Κίνα προηγείται με 44,63 εκατομμύρια τόνους παραγωγής, αντιπροσωπεύοντας το 28,16% της συνολικής παγκόσμιας παραγωγής το 2020, ενώ η Βραζιλία, η Ινδία και το Μεξικό παράγει περισσότερο από 5 % της συνολικής παραγωγής παγκοσμίως. Εν συνεχεία, σε παγκόσμιο επίπεδο, περίπου 10,07 εκατομμύρια εκτάρια γης καταλαμβάνονται για την παραγωγή εσπεριδοειδών. Η Κίνα, η Ινδία, η Νιγηρία, η Βραζιλία και το Μεξικό είναι οι κύριες χώρες καλλιέργειας εσπεριδοειδών στον κόσμο (FAOSTAT, 2020).

Η παγκόσμια εισαγωγή εσπεριδοειδών εκτιμάται σε 14,57 εκατομμύρια τόνους το 2015, με τα πορτοκάλια να συνεισφέρουν σε περίπου 47%, ακολουθούμενα από τα μανταρίνια (29%), το λεμόνι/λάιμ (17%) και το γκρέιπφρουτ (7%). Η Ρωσική Ομοσπονδία είναι ο παγκόσμιος κορυφαίος εισαγωγέας εσπεριδοειδών, συνεισφέροντας στο 10,63% των παγκόσμιων εισαγωγών. Η Γερμανία (7,54%), η Γαλλία (7,19%), η Ολλανδία (6,72%) και οι Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής (6,44%) είναι άλλοι κύριοι εισαγωγείς εσπεριδοειδών.

Στο πλαίσιο των παγκόσμιων εξαγωγών εσπεριδοειδών, η Ισπανία κατέχει την 1η θέση με ετήσια εξαγωγή 3,64 εκατομμυρίων MT, αντιπροσωπεύοντας το 24,06% της παγκόσμιας εξαγωγής εσπεριδοειδών το 2015 (FAO, 2017). Οι παγκόσμιες εξαγωγές εσπεριδοειδών υπολογίζονται σε 15,62 εκατομμύρια τόνους με τα πορτοκάλια να αντιπροσωπεύουν το 44,00%, τα μανταρίνια σχεδόν το 30,50%, ακολουθούμενα από το λεμόνι/λάιμ (18,50%) και το γκρέιπφρουτ (7,00%). Η Ισπανία είναι ένας από τους κορυφαίους εξαγωγείς πορτοκαλιών (1,58 εκατομμύρια τόνους), μανταρινιών (1,48 εκατομμύρια τόνους) και λεμονιού και λάιμ (0,52 εκατομμύρια τόνους). Το 5% της συνολικής παγκόσμιας εξαγωγής εσπεριδοειδών γίνεται από την Ισπανία, τη Νότια Αφρική, την Τουρκία, την Αίγυπτο, την Κίνα και τις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής (FAO, 2017).

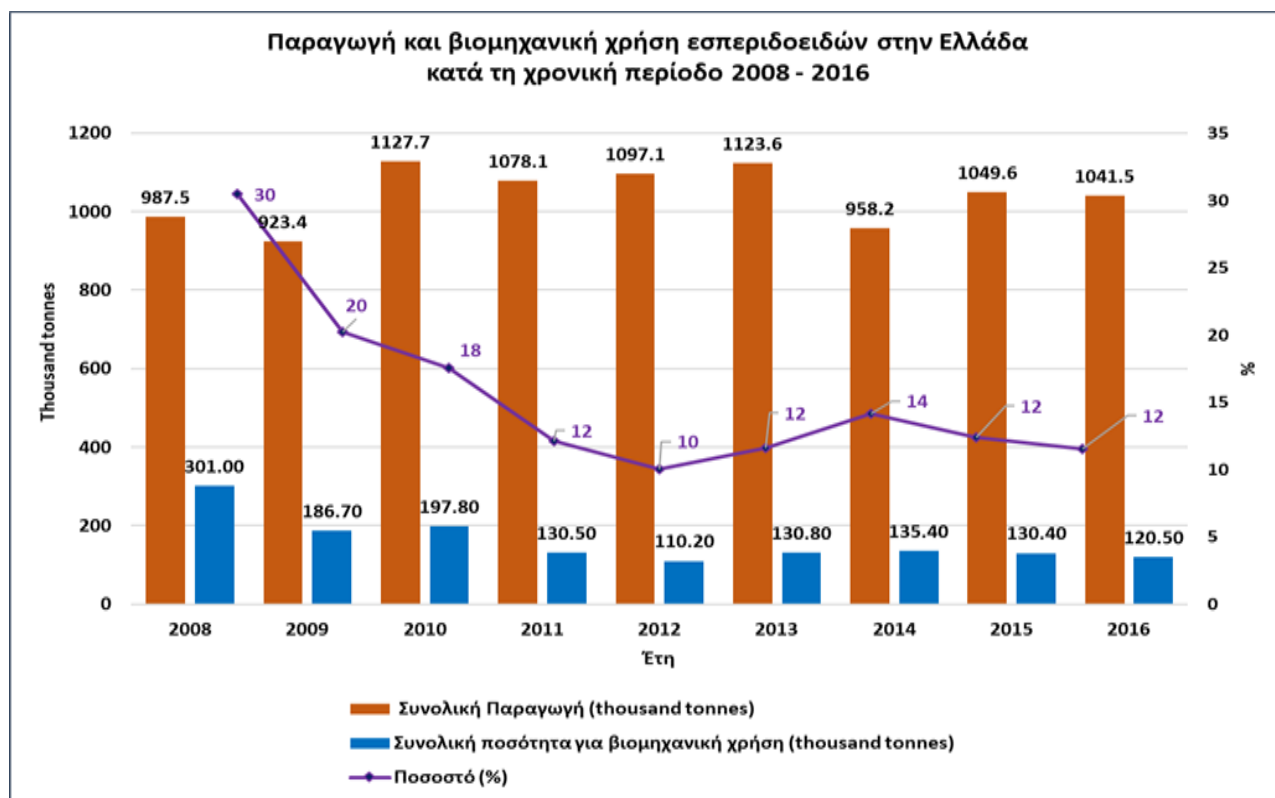
Σε ότι αφορά στην παγκόσμια επεξεργασία εσπεριδοειδών, η Βραζιλία είναι η πρώτη χώρα με 12,11 εκατομμύρια τόνους εσπεριδοειδών που χρησιμοποιούνται για επεξεργασία, αντιπροσωπεύοντας το 48,47% του παγκόσμιου συνόλου. Μεταξύ των διαφορετικών εσπεριδοειδών, τα πορτοκάλια είναι τα κυρίως επεξεργασμένα εσπεριδοειδή (80,00%), ακολουθούμενα από τα μανταρίνια (7,26%), το λεμόνι/λάιμ (9,74%) και το γκρέιπφρουτ (3,00%). Οι Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής, το Μεξικό, η Αργεντινή και η Κίνα, η ηπειρωτική χώρα είναι οι σημαντικότερες χώρες επεξεργασίας εσπεριδοειδών στον κόσμο (FAO, 2017).

Τα ως άνω που αφορούν στην παραγωγή, καλλιέργειες, εισαγωγές και εξαγωγές των εσπεριδοειδών παρουσιάζονται Εικ.5.1-2.



Εικόνα 5.1-2. Χώρες με τουλάχιστον 5% της συνολικής παγκόσμιας έκτασης εσπεριδοειδών που συμμετέχουν στη συγκομιδή, παραγωγή, εισαγωγές, εξαγωγές και μεταποίηση (Suri et al, 2022).

Από τη συνολική παγκόσμια παραγωγή εσπεριδοειδών, περίπου το 18% προορίζεται για βιομηχανική χρήση (FAO, 2017), και ειδικότερα για την παραγωγή χυμού. Σε πρόσφατη μελέτη της USDA (United States Department of Agriculture Foreign Agricultural Service) «Citrus: World Markets and Trade» που δημοσιεύτηκε τον Ιούλιο 2022, υπολογίζεται ότι το 13% της παραγωγής των πορτοκαλιών στην Ευρωπαϊκή Ένωση για το έτος 2021/2022 χρησιμοποιήθηκε στη μεταποίηση. Αντίστοιχα, λαμβάνοντας υπόψη τα διαθέσιμα μέχρι σήμερα στατιστικά δεδομένα για την Ελλάδα, σύμφωνα με τη FAO (2017), το αντίστοιχο ποσοστό των εγχώριων εσπεριδοειδών που παραδόθηκε στη μεταποίηση κυμαίνεται κατά μέσο όρο σε ποσοστό 17% για τη χρονική περίοδο 2008 – 2016. Λαμβάνοντας υπόψη ακόμη παλαιότερα δεδομένα, όπως έχουν δημοσιευτεί στις 09.09.2013, στην ιστοσελίδα του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, και ειδικότερα στην ανακοίνωση με τίτλο «Στοιχεία Παραγωγής, Διανομής και Διάθεσης για την Ελλάδα» προκύπτει ότι το 19% περίπου των πορτοκαλιών από τις εγχώριες καλλιέργειες οδηγήθηκε σε μεταποιητικές μονάδες χυμοποίησης για τα έτη 2010, 2011 και 2012.



Εικόνα 5.1-3. Παραγωγή και βιομηχανική χρήση εσπεριδοειδών 2008 – 2016 στην Ελλάδα, σύμφωνα με τα δεδομένα της FAO, 2017.

Στην Ελλάδα, ο κλάδος των χυμών και αναψυκτικών συγκεντρώνεται σε λίγες μεγάλου μεγέθους επιχειρήσεις, οι οποίες διαθέτουν εκτεταμένα και οργανωμένα δίκτυα διανομής για την κάλυψη γεωγραφικά του συνόλου σχεδόν της ελληνικής επικράτειας. Ταυτόχρονα, δραστηριοποιούνται και δύο άλλες κατηγορίες επιχειρήσεων μικρομεσαίου και μικρού μεγέθους, εκ των οποίων οι πρώτες διαφοροποιούνται ως προς το βαθμό κάλυψης της αγοράς, της διανομής (συνεργασία με αντιπροσώπους, χονδρέμπορους, εταιρείες διανομής, κ.ά.), ενώ οι δεύτερες δραστηριοποιούνται στις τοπικές αγορές μέσω της προβολής της εντοπιότητας των προϊόντων τους. Σύμφωνα με τα στοιχεία της ΕΛΣΤΑΤ, στην Ελλάδα, το έτος 2017 δραστηριοποιούνται στο σύνολο 62 επιχειρήσεις που παράγουν χυμούς φρούτων και λαχανικών, πραγματοποιώντας συνολικό κύκλο εργασιών €121,79 εκ.

5.2 Χαρακτηριστικά αποβλήτων βιομηχανιών χυμοποίησης και αξιοποίησή τους

Η αυξημένη χρήση των εσπεριδοειδών έχει συμβάλει στην αύξηση των απορριμμάτων που προέρχονται από την οικιακή κατανάλωσή τους ως νωπά φρούτα, αλλά και των αποβλήτων που δημιουργούνται από τις βιομηχανίες παραγωγής χυμού. Στην τελευταία περίπτωση τα απόβλητα αποτελούν πρακτικά το 50% της μάζας των νωπών φρούτων που οδηγήθηκαν στη μεταποίηση και περιλαμβάνουν φλούδες (50–55% της συνολικής μάζας φρούτων), σπόρους (20–40% της συνολικής μάζας φρούτων), πυρηνόσπορους και λύματα (καλύπτουν τμήματα χαλασμένων φρούτων, σπόρων, πολτού και φλούδες). Παράλληλα, η βιομηχανία της χυμοποίησης αποτελεί έναν κλάδο με ιδιαίτερα υψηλό δυναμικό όσον αφορά στον όγκο των παραγόμενων υγρών αποβλήτων, εξαιτίας της χρήσης μεγάλων ποσοτήτων νερού για τη πλύση των καρπών (Βλάχος, 2021). Η συγκεκριμένη κατηγορία αποβλήτων παρουσιάζει χαμηλό επίπεδο pH (3–4) και χαρακτηρίζεται από υψηλές τιμές οργανικού φορτίου (BOD5 & COD) και αιωρούμενων στερεών. Γενικά, εκτιμάται ότι η παγκόσμια επεξεργασία εσπεριδοειδών δημιουργεί περίπου 10 εκατομμύρια τόνους απορριμμάτων κάθε χρόνο (Zema et al., 2018), προκαλώντας σοβαρό οικολογικό πρόβλημα.

Οι χώρες της Νότιας Ευρώπης (Ελλάδα, Ισπανία, Ιταλία, Πορτογαλία) παράγουν συνολικά 1.000.000 τόνους τέτοιων οργανικών αποβλήτων ετησίως (το 50% της αρχικής ποσότητας του εσπεριδοειδούς παραμένει σαν υπόλειμμα μετά τη χυμοποίηση), τα οποία έχουν μηδενική ή αρνητική οικονομική αξία αφού αποτελούν απόβλητα. Οι βιομηχανίες επεξεργασίας εσπεριδοειδών στη χώρα μας παράγουν περίπου 150.000 τόνους οργανικών αποβλήτων ετησίως. Τα περισσότερα από αυτά ξηραίνονται για να μετατραπούν σε ζωοτροφές βοοειδών και τα υπόλοιπα διατίθενται ανεπεξέργαστα σε αποδέκτες και χωματερές προκαλώντας ρύπανση στο περιβάλλον. Η διαδικασία ξήρανσης των αποβλήτων απαιτεί υψηλές καταναλώσεις ενέργειας, δαπανηρές εγκαταστάσεις και απελευθερώνει μεγάλες ποσότητες πτητικών οργανικών ενώσεων (VOCs), διοξείδιο του θείου, οξείδια του αζώτου, MeOH, φορμαλδεΐδες, διοξείδιο του άνθρακα, αιωρούμενα σωματίδια και άλλες ενώσεις ή δυνητικά επικίνδυνους ατμοσφαιρικούς ρύπους που προέρχονται από την αποσύνθεση των οργανικών ενώσεων που υπάρχουν στη βιομάζα εκτός από την καύση του καυσίμου ή του φυσικού αερίου που χρησιμοποιείται στη διαδικασία ξήρανσης (Mahato et al, 2021). Έχει αναφερθεί ότι οι πτητικές οργανικές ενώσεις που αποβάλλονται από τα απόβλητα εσπεριδοειδών ανέρχονται σε 9000–18000 τόνους/έτος. Για αυτό τον λόγο σε διάφορες χώρες λαμβάνονται αυστηρότερα μέτρα για την πρόληψη της ρύπανσης αέρα που προκαλεί η διαδικασία ξήρανσης. Εναλλακτικά, τα απόβλητα των βιομηχανιών επεξεργασίας εσπεριδοειδών μπορούν να παράγουν χρήσιμη θερμική και ηλεκτρική ενέργεια με κατάλληλες τεχνολογικές μετατροπές (Ασημακόπουλος, 2015). Οι πιο συνηθισμένοι τρόποι διαχείρισης των αποβλήτων των εσπεριδοειδών είναι η κομποστοποίηση, η αναερόβια χώνευση, η αποτέφρωση, η θερμόλυση και η αεριοποίηση. Ωστόσο, και η κομποστοποίηση έχει αναφερθεί ότι παρουσιάζει μειονεκτήματα εξαιτίας μεταξύ άλλων, της χαμηλής περιεκτικότητας σε άζωτο που εμποδίζει τη γρήγορη αποσύνθεση και των αντιμικροβιακών ιδιοτήτων που καταστρέφουν τους μικροοργανισμούς του εδάφους.

Τα υποπροϊόντα εσπεριδοειδών είναι επίσης, προβληματικά απόβλητα εξαιτίας της διάθεσής τους σε μεγάλη ποσότητα και του ευπαθούς χαρακτήρα τους. Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι, οι φλούδες των εσπεριδοειδών περιέχουν περίπου 80% νερό με αποτέλεσμα να αποτελούν θρεπτικά συστατικά για τη δημιουργία, μικροβίων, μούχλας, μυκοτοξινών, κ.λπ. Επομένως, η σωστή διάθεση των απορριμμάτων εσπεριδοειδών απαιτεί σημαντικές επενδύσεις, καθώς η μη εξουσιοδοτημένη διάθεση αυτών προκαλεί ρύπανση του εδάφους και των υδάτων, καταστρέφοντας περαιτέρω το υδάτινο οικοσύστημα (Zema et al., 2018). Αντίθετα, τα υπολείμματα εσπεριδοειδών, δηλαδή οι φλούδες (flavedo και albedo), οι σπόροι και ο πυρήνας θεωρείται ότι αποτελούν πιθανές πρώτες ύλες για την παραγωγή βιο-προϊόντων.

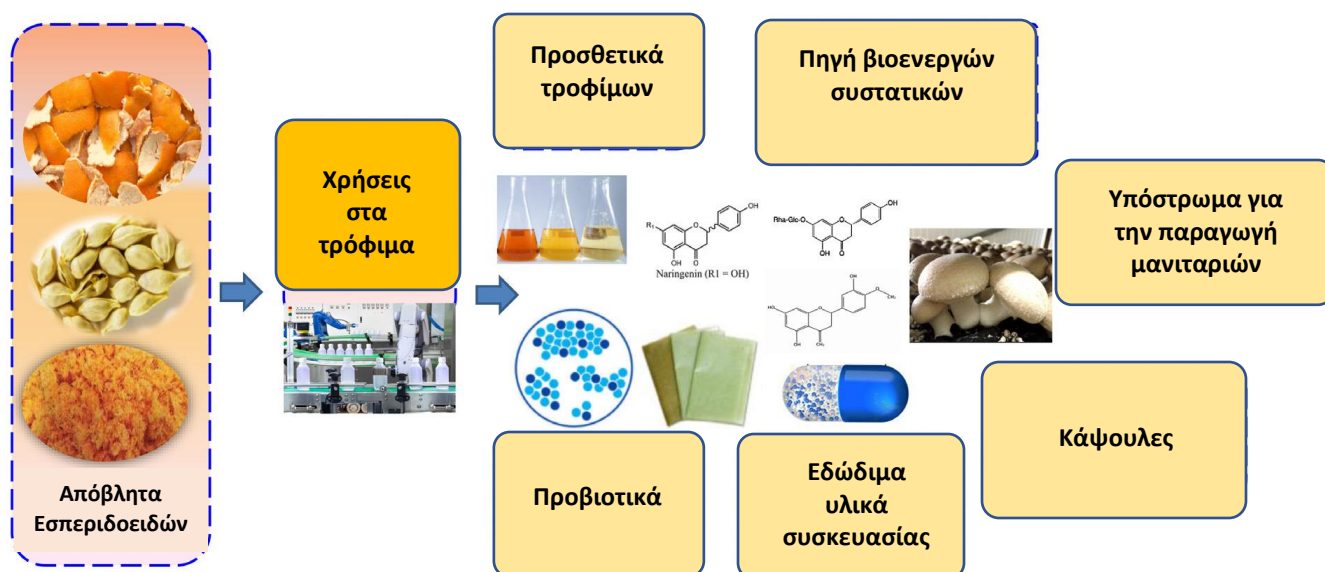
Ο Πίνακας 5.2-1 παρουσιάζει τη σύσταση των παραγόμενων παραπροϊόντων των κύριων εσπεριδοειδών που προκύπτουν από τη βιομηχανική επεξεργασία εσπεριδοειδών (Safari and Karimi, 2018). Πιο αναλυτικά, περιλαμβάνουν λίπη, ελεύθερα σάκχαρα (π.χ. γλυκόζη, φρουκτόζη και σακχαρόζη), οργανικά οξέα, υδατάνθρακες, πολυμερή (κυτταρίνη, ημικυτταρίνη και πηκτίνη), ένζυμα (πηκτινοστεράση, φωσφατάση και υπεροξειδάση), φλαβονοειδή, αιθέρια έλαια (κυρίως λιμονένιο), και χρωστικές (Boukroufa et al., 2015). Τα οργανικά οξέα στα απόβλητα επεξεργασίας πορτοκαλιού, ήτοι κιτρικό, μηλικό, μηλονικό και οξαλικό οξύ, συνθέτουν όλα μαζί περίπου το 1% του ξηρού βάρους (Angel Siles Lopez et al., 2010). Στα εσπεριδοειδή, το κιτρικό οξύ είναι το κυρίαρχο οργανικό οξύ και γενικά ο χυμός λεμονιού έχει την υψηλότερη οξύτητα με άνω από 48 g/L κιτρικό οξύ (Karadeniz, 2004). Η γεύση του χυμού επηρεάζεται κυρίως, από τα σάκχαρα και τα οργανικά οξέα, ενώ το άρωμά του συνδέεται με πτητικές οργανικές ενώσεις. Αξίζει να σημειωθεί ότι, τα απόβλητα εσπεριδοειδών από εργοστάσια χυμοποιίας περιλαμβάνουν και σπόρους εσπεριδοειδών, οι οποίοι είναι πλούσιοι σε C16 και C18 λιπαρά οξέα (Anwar et al., 2008).

Πίνακας 5.2-1. Σχετική σύνθεση ορισμένων βασικών υποπροϊόντων εσπεριδοειδών (% ξηρής βάσης).

Απόβλητα	Τέφρα	Σάκχαρα	Λίπη	Πρωτεΐνη	Φλαβονοειδή	Πηκτίνη	Λιγνίνη	Κυτταρίνη	Ημικυτταρίνη
Φλούδες λεμονιού	2.52	6.52	1.51	7.00	12.54	13.00	7.56	23.06	8.09
Φλούδες ^α γλυκού πορτοκαλιού	2.56	9.57	4.00	9.06	4.5	23.02	7.52	37.08	11.04
Απόβλητα ^α εσπεριδοειδών	3.73	22.9 ^β	3.78 ^γ	6.07	-	25.00	2.19	22.00	11.09
Απόβλητα εσπεριδοειδών	4.75	33.09 ^β	-	-	-	15.30 ^δ	1.95	8.82	7.96 ^ε
Μανταρίνι	3.23	31.58	-	5.78	-	22.6	0.56	10.10	4.28

^α Μείγμα από φλούδες, σπόρους και υπολείμματα φύλλων πορτοκαλιού και γκρέιπφρουτ μετά την εκχύλιση του χυμού
^β Άθροισμα γλυκόζης, σακχαρόζης και φρουκτόζης
^γ Λιμονένιο
^δ Γαλακτουρονάνη
^ε Άθροισμα αραβινάνης, ξυλάνης, γαλακτάνης και μαννάνης

Οι μεγάλες ποσότητες ενώσεων υψηλής προστιθέμενης αξίας που περιέχουν τα απόβλητα εσπεριδοειδών παρουσιάζουν πολύτιμες ευκαιρίες στους τομείς τεχνολογίας και υγείας, όπως είναι οι πολυφαινόλες, τα καροτενοειδή και τα αιθέρια έλαια (Putnik et al, 2017), των οποίων, όμως, η σύσταση και το pH μεταβάλλεται και εξαρτάται από την περίοδο συγκομιδής, την τοποθεσία και τις διεργασίες διαχείρισης αυτών. Οι πολυφαινόλες και τα καροτενοειδή είναι γνωστό ότι έχουν έντονη αντιοξειδωτική δράση, ενώ οι πολυφαινόλες χρησιμοποιούνται ως πρώτες ύλες για την παραγωγή τροφίμων, φαρμακευτικών προϊόντων, και καλλυντικών. Οι βιοδραστικές ενώσεις που υπάρχουν στα απόβλητα επεξεργασίας εσπεριδοειδών μπορούν να χρησιμοποιηθούν στις βιομηχανίες φαρμάκων αλλά και τροφίμων ως πρόσθετα ζαχαροπλαστικής/αρτοποιίας ή ως πηγή πηκτίνης, χρωστικών ή αρωματικών ενώσεων. Αντιστοίχως, τα αιθέρια έλαια είναι υπεύθυνα για το άρωμα και μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην παρασκευή φαρμακευτικών προϊόντων, πρόσθετων γεύσης τροφίμων, όπως και σε προϊόντα προσωπικής υγιεινής. Επίσης, πολλά αιθέρια έλαια έχουν παρουσιάσει βιοκτόνο δράση σε βακτήρια, μύκητες, ιούς, πρωτόζωα, έντομα και φυτά. Εκτιμάται ότι η χρήση αποβλήτων από τη βιομηχανία εσπεριδοειδών στις ΗΠΑ, θα μπορούσε να παρέχει έως και 10.000 τόνους μιας πολυφαινόλης, της εσπεριδίνης επησίως. Πρόσφατα, έχει αναφερθεί ότι η εσπεριδίνη θα μπορούσε να έχει ανασταλτική δράση στην επίδραση της μόλυνσης και της αναπαραγωγής του ιού COVID-19 (Meneguzzo et al., 2020 a&b).



Εικόνα 5.2-1. Διατροφικές χρήσεις αποβλήτων επεξεργασίας εσπεριδοειδών (Suri et al, 2022).

Οι μη διατροφικές χρήσεις των απορριμμάτων εσπεριδοειδών περιλαμβάνουν την απομόνωση ενώσεων που θα χρησιμοποιηθούν ως υπόστρωμα για την παραγωγή βιο-προσροφητικών υλικών, βιοκαυσίμων, βιολιπάσματος, υλικών συσκευασίας, ενεργού άνθρακα (Sharma, Mahato, Cho & Lee, 2017), αλλά και υλικών υψηλής προστιθέμενης αξίας, όπως είναι τα αιθέρια έλαια για την περαιτέρω ενσωμάτωσή τους σε καλλυντικά προϊόντα (Pinto, Cadiz-Gurrea, Silva, Delerue-Matos & Rodrigues, 2021). Επομένως, τα απορρίμματα εσπεριδοειδών αποτελούν σημαντική πρόκληση για τη χρήση τους ως πιθανές πηγές πρώτων υλών στους τομείς των τροφίμων, καλλυντικών, φαρμάκων, συσκευασίας και άλλων μη διατροφικών χρήσεων, συμβάλλοντας με αυτό τον τρόπο στη χρήση βιώσιμων προτύπων και στην ενίσχυση της κυκλικής οικονομίας.

Τα απόβλητα εσπεριδοειδών περιέχουν ~70% υδαάνθρακες και μπορούν να παράγουν ~1,2 δισεκατομμύρια λίτρα αιθανόλης (ή 300 εκατομμύρια γαλόνια) σε παγκόσμια κλίμακα (Mahato, 2021). Τα τελευταία χρόνια η αιθανόλη έχει μελετηθεί ως εναλλακτική λύση για το καύσιμο βενζίνης, και ως εκ τούτου, η ζήτηση της έχει επίσης, αυξηθεί. Επιπλέον, προτείνεται να αντικαταστήσει τον μεθυλ-τριτοταγή βουτυλαιθέρα (MTBE—πρόσθετο στο καύσιμο πετρελαίου), ο οποίος απελευθερώνει επιβλαβείς ρύπους και έχει καρκινογόνο δράση. Παράλληλα, μέσω της πυρόλυσης της βιομάζας απορριμμάτων εσπεριδοειδών σε ηλεκτρικά θερμαινόμενη κάμινο παράγεται υδρογόνο, το οποίο αποτελεί καθαρό καύσιμο με ευρεία χρήση σε οικιακές και βιομηχανικές εφαρμογές. Αντίστοιχα πειράματα θερμικής αποικοδόμησης υπολειμμάτων φλούδας λεμονιού και πορτοκαλιού σε έναν οριζόντιο αντιδραστήρα πυρόλυσης σταθερής κλίνης (FBR) οδήγησαν στην παραλαβή βιοελαίου και βιοξυλάνθρακα.

Κατόπιν των ανωτέρω, εξαιτίας των πολύτιμων συστατικών που περιέχουν τα απόβλητα των εσπεριδοειδών και λαμβάνοντας υπόψη την αυξανόμενη ανησυχία για την προστασία του περιβάλλοντος από την ανεξέλεγκτη διάθεσή τους ως απορρίμματα έχουν αναπτυχθεί αρκετές εφαρμογές για την απομόνωσή τους και τη σχετική χρήση τους στον τομέα των τροφίμων και μη, όπως παρουσιάζονται αναλυτικά στην Εικ.5.2-2 και στα Παραρτήματα «Θ» και «Ι».



Εικόνα 5.2-2. Διατροφικές και μη χρήσεις αποβλήτων επεξεργασίας εσπεριδοειδών (Suri et al, 2022).

Το είδος το οποίο χρήζει μεγαλύτερου ενδιαφέροντος μεταξύ των εσπεριδοειδών και λόγω του μεγέθους της παραγωγής του σε εθνικό επίπεδο είναι το πορτοκάλι. Από διαθέσιμα βιβλιογραφικά δεδομένα (Ασημακόπουλος, 2010), προκύπτει πώς μια τυπική σύσταση των προϊόντων και παραπροϊόντων που προκύπτουν από την επεξεργασία των πορτοκαλιών είναι η εξής:

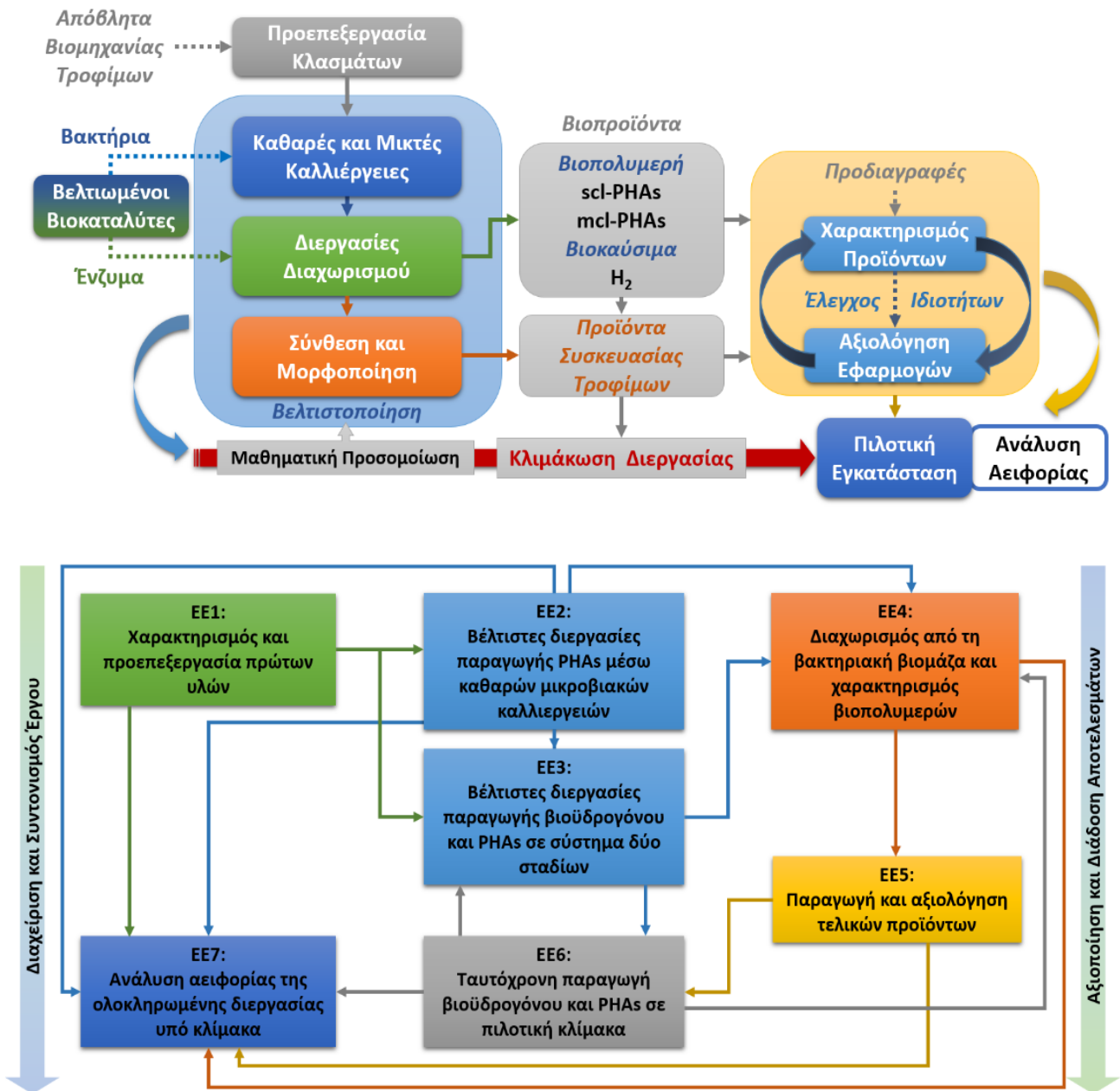
Πίνακας 5.2-2. Σύσταση προϊόντων και παραπροϊόντων επεξεργασίας πορτοκαλιών για χυμοποίηση

Χυμός (kg/kg Καρπού)	Αιθέρια Έλαια (kg/kg Καρπού)	Στερεά Απόβλητα (kg/kg Καρπού)	Υγρά Απόβλητα (kg/kg Καρπού)
0,3	0,001	0,533	0,167

Γενικά, η σύσταση των απορριμμάτων από τις βιομηχανίες χυμοποίησης πορτοκαλιών εξαρτάται άμεσα από τη γραμμή βιομηχανικής παραγωγής, αλλά και τη γεωργική προέλευση της πρώτης ύλης (ποικιλία, συνθήκες καλλιέργειας, έδαφος, κλίμα, κ.ά.), με αποτέλεσμα να παρατηρούνται διακυμάνσεις ειδικότερα στη σύσταση σακχάρων, λιγνίνης, κυτταρίνης και ημικυτταρίνης. Η αξιοποίηση των αποβλήτων πορτοκαλιού τόσο ως απόβλητο των βιομηχανιών μεταποίησης εσπεριδοειδών, όσο και ως απόβλητο μαζικής εστίασης έχει αποτελέσει αντικείμενο πολλών ερευνητών (Γκανάτσιος, 2015). Μια από αυτές περιλαμβάνει την ενζυμική ή αλκαλική επεξεργασία για παραγωγή ζωοτροφής, αλλά και τη χρήση της πούλπας για την παραγωγή μονοκυτταρικής πρωτεΐνης και καθαρής πηκτινάσης. Παρά τις ερευνητικές δυνατότητες για βιοτεχνολογική αξιοποίηση τόσο της πούλπας πορτοκαλιού, όσο και των άλλων αποβλήτων εσπεριδοειδών μεγάλες ποσότητες πορτοκαλιού απορρίπτονται επιβαρύνοντας το περιβάλλον. Η υγειονομική ταφή και η κομποστοποίηση ως εναλλακτικές λύσεις κοστίζουν από 40,92 έως 73,03 \$/tn και 25 έως 35 \$/m³ αντίστοιχα (Ortiz-Sanchez et al, 2021). Από τη διάθεση των πορτοκαλιών και των απόβλητων εσπεριδοειδών σε χώρους υγειονομικής ταφής, η ρύπανση περιστασιακά φθάνει σε υψηλά επίπεδα ώστε να μπορεί να ανιχνεύεται οπτικά στον υδάτινο ορίζοντα.

Τέλος, αξίζει να σημειωθεί ότι στο πλαίσιο ανάπτυξης αξιολογών ελληνικών πρακτικών που ενσωματώνουν τις αρχές κυκλικής οικονομίας τόσο σε επίπεδο έρευνας, όσο και σε επίπεδο εφαρμογής, υλοποιείται το έργο «Wastes-to-Biopolymers» στο πλαίσιο της Δράσης ΕΡΕΥΝΩ – ΔΗΜΙΟΥΡΓΩ – ΚΑΙΝΟΤΟΜΩ, συγχρηματοδοτούμενο από το Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης (ΕΤΠΑ) της Ευρωπαϊκής Ένωσης και

εθνικούς πόρους μέσω του Ε.Π. Ανταγωνιστικότητα, Επιχειρηματικότητα & Καινοτομία (ΕΠΑνΕΚ) (κωδικός έργου: Τ1ΕΔΚ-02822). Ο κύριος σκοπός του έργου, όπως παρουσιάζεται στην Εικ. 5.2-3, είναι να αναπτύξει περιβαλλοντικά φιλικές και οικονομικά βιώσιμες διεργασίες βιομετατροπής αποβλήτων της βιομηχανίας τροφίμων σε βιοπλαστικά προϊόντα, μέσω της αξιοποίησης υγρών ρευμάτων αποβλήτων από την παραγωγή τυροκομικών προϊόντων (**ορός τυρογάλακτος**), τη χυμοποίηση φρούτων και λαχανικών (**σακχαρούχα κλάσματα**) για τη σύνθεση **πλήρως βιοαποικοδομήσιμων βιοπολυμερών** (πολύ-ύδροξυ-αλκανοϊκών εστέρων, **PHAs**), με εφαρμογές σε συσκευασίες τροφίμων (ΕΚΕΤΑ, 2018).



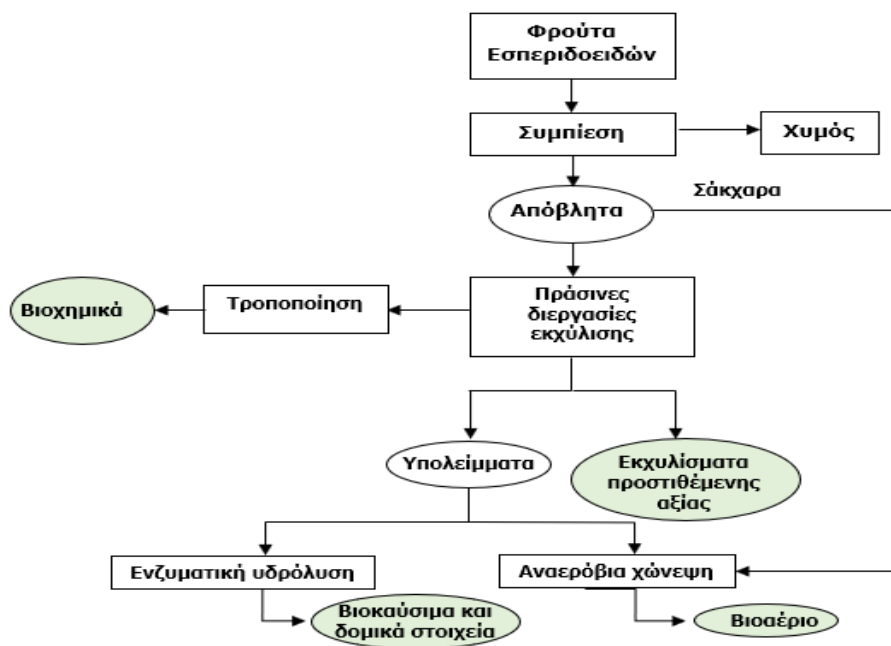
Εικόνα 5.2-3. Έργο Wastes-to-Biopolymers (<https://www.wastes-to-biopolymers.gr/477ADE0D.el.aspx>).

5.3 Βιοδιυλιστήριο με πρώτες ύλες απόβλητα εσπεριδοειδών

Στο Παράρτημα «ΙΑ» παρουσιάζεται η επεξεργασία απορριμμάτων εσπεριδοειδών σε ένα τυπικό βιοδιυλιστήριο μηδενικών αποβλήτων. Γενικά, οι προτεινόμενες διαφορετικές προσεγγίσεις και τρόποι αξιοποίησης των αποβλήτων έχουν ως σκοπό είτε την παραγωγή προϊόντων υψηλής προστιθέμενης αξίας όπως των αιθέριων ελαίων, πηκτίνης και ηλεκτρικού οξέος (Patsalou et al, 2017), είτε την χρήση διεργασιών που περιλαμβάνουν την καύση, τη βιομεθανοποίηση και την κομποστοποίηση (Siles et al, 2016).

Στο πλαίσιο αυτό, οι κυριότερες μελέτες που έχουν εκπονηθεί σχετικά με τον σχεδιασμό ενός ολοκληρωμένου βιοδιυλιστηρίου που χρησιμοποιεί απόβλητα εργοστασίων χυμοποίησης είναι οι ακόλουθες (Torre et al., 2019):

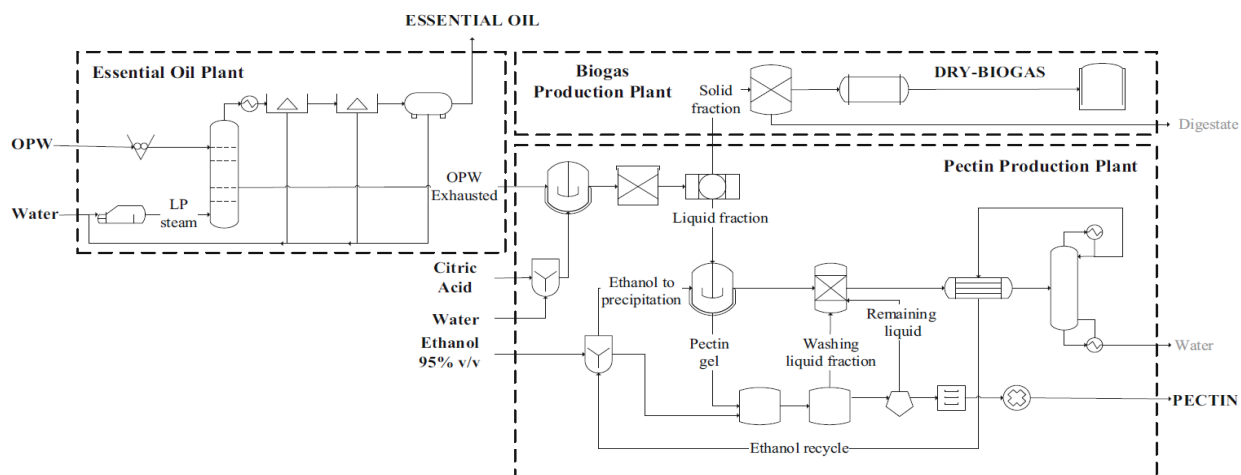
- α. Η ερευνητική ομάδα του Satari (2018) πρότείνει «πράσινες τεχνολογίες» για την προ επεξεργασία των βιο-αποβλήτων, την ανάκτηση χημικών, και βιοτεχνολογικές διεργασίες για την παραγωγή προϊόντων υψηλής προστιθέμενης αξίας, όπως παρουσιάζονται στην Εικ. 5.3-1. Ωστόσο, οι προτεινόμενες μέθοδοι στηρίζονται σε δεδομένα εργαστηρίου και θα πρέπει να εξεταστούν περαιτέρω τόσο ως προς τη δυνατότητα εφαρμογής τους σε βιομηχανική κλίμακα όσο και ως προς την οικονομική τους βιωσιμότητα μέσω της ανάπτυξης στρατηγικών βελτιστοποίησης διαδικασιών για τη χρήση του νερού, της ενέργειας, την ανάκτηση και βελτίωση της ποιότητας των προϊόντων.



Εικόνα 5.3-1. Μοντέλο διαγράμματος ροής «πράσινων» χημικών και βιοτεχνολογικών διεργασιών αποβλήτων εσπεριδοειδών σε ολοκληρωμένο βιοδιυλιστήριο (Satari, 2018).

- β. Η ερευνητική ομάδα του Ortiz-Sanchez (2021) πρότείνει την αξιοποίηση αποβλήτων πορτοκαλιών για την παραγωγή αιθέριων ελαίων, πηκτίνης και βιοαερίου (Πίνακας 5.3-1), ήτοι προϊόντων υψηλής προστιθέμενης αξίας και Α.Π.Ε., μέσω των διεργασιών που παρουσιάζονται στην Εικ.5.3-2. Τα στάδια αυτών των διεργασιών περιλαμβάνουν:

- Την εκχύλιση των αιθέριων ελαίων μέσω της διαδικασίας απόσταξης ατμού και εν συνεχεία τον καθαρισμό αυτών. Τα αιθέρια έλαια που ανακτώνται έχουν βαθμό καθαρότητας 90% και βρίσκουν αρκετές εφαρμογές στις βιομηχανίες φαρμάκων, τροφίμων, καλλυντικών. Η κατάταξη αυτού του σταδίου σε πρώτη σειρά οφείλεται στο γεγονός ότι ορισμένα συστατικά των αιθέριων ελαίων του πορτοκαλιού (π.χ. D-limonene) αναστέλλουν την παραγωγή βιοαερίου.
- Την εκχύλιση της πηκτίνης μέσω της ανάμιξης με κιτρικό οξύ και εν συνεχεία με αιθανόλη, και ξήρανση του πηκτώματος που προκύπτει.
- Την παραγωγή βιοαερίου από τα στερεά υπολείμματα που έχουν παραχθεί από την εκχύλιση των αιθέριων ελαίων και της πηκτίνης.



Εικόνα 5.3-2. Διάγραμμα ροής διεργασιών παραγωγής αιθέριων ελαίων, πηκτίνης, βιοαερίου σε βιοδιυλιστήριο με πρώτες ύλες τα στερεά απόβλητα πορτοκαλιών (Ortiz-Sanchez et al, 2021).

Πίνακας 5.3-1. Υπολογιζόμενοι δείκτες μετατροπής μάζας βιο-διυλιστηρίου (Ortiz-Sanchez et al, 2021)

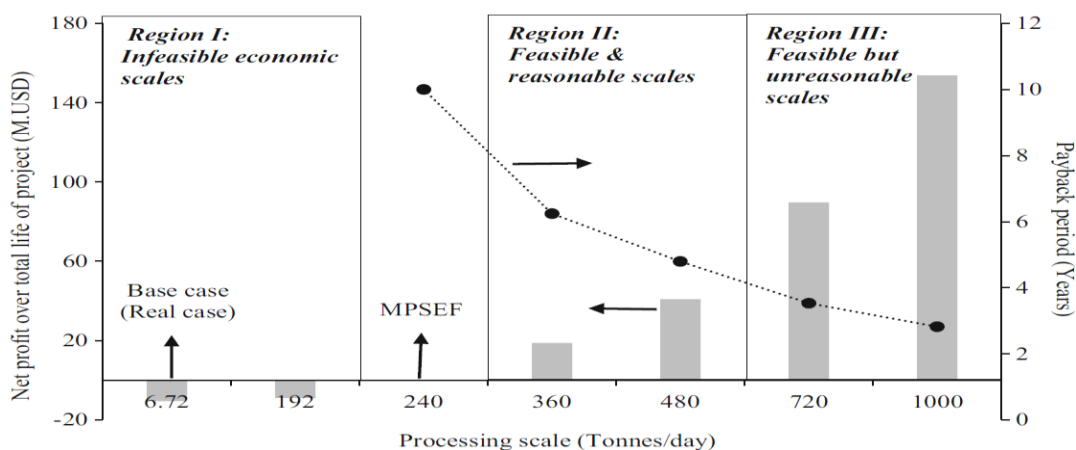
Δείκτες μάζας	Τιμές	Μονάδα
Απόδοση αιθέριων ελαίων	6,07	Kg/t
Απόδοση πηκτίνης	22,75	Kg/t
Απόδοση βιοαερίου	77,72	Nm ³ /t
Συνολική απόδοση	116,99	Kg/t
Παραγωγικότητα	0,35	Kg/t h
Απόδοση χημικής μετατροπής (RME)	9,86	%
Απόδοση μετατροπής άνθρακα (CCE)	72,63	%

Οι Ortiz-Sanchez et al (2021) εκτίμησαν το κόστος παραγωγής (Πίνακας 5.3-2) και υπολόγισαν συνολική ενεργειακή κατανάλωση 2,93 MJ/kg στερεών αποβλήτων. Η καταναλισκόμενη ενέργεια για την ανάκτηση των αιθέριων ελαίων ισοδυναμεί με το 51% της συνολικής απαιτούμενης θερμικής ενέργειας, ενώ για την πηκτίνη και το βιοαέριο 36% και 13%, αντίστοιχα. Εξαιτίας τούτου, μελετήθηκε η ανάκτηση ενέργειας μέσω των διεργασιών του βιο-διυλιστηρίου και η επαναχρησιμοποίησή της στα ενδιάμεσα στάδια. Υπολογίστηκε, λοιπόν, ότι η ενέργεια που παράγεται από την καύση του βιοαερίου σε μηχανές εσωτερικής καύσης μπορεί να ικανοποιήσει τις απαιτήσεις κατά 17,54% της απαιτούμενης θερμικής ενέργειας στο βιο-διυλιστήριο.

Πίνακας 5.3-2. Κόστη πρώτων υλών, βοηθητικών παροχών, εργασίας (Ortiz-Sanchez et al, 2021)

Πρώτες ύλες, αντιδραστήρια		Βοηθητικές παροχές	
Συστατικά	Κόστος	Κατηγορία	Κόστος
Υπολείμματα πορτοκαλιού (λαμβάνοντας υπόψη και την εφοδιαστική αλυσίδα)	0.022 USD/kg	Ηλεκτρική ενέργεια	0.022 USD/MJ
Κιτρικό οξύ	0.19 USD/kg	Νερό ψύξης	0.042 USD/cum
Αιθανόλη	0.98 USD/kg	LP ατμός	7.89 USD/ton
Νερό	0.326 USD/cum	Κόστη προϊόντων	
Κόστος εργασίας	1.2 USD/h	Αιθέρια έλαια	10 USD/kg
		Πηκτίνη	11 USD/kg
		Βιοαέριο	0.26 USD/kg

Από την οικονομοτεχνική αξιολόγηση των Ortiz-Sanchez et al (2021) όπως παρουσιάζεται στην Εικ.5.3-3, διαπιστώνεται ότι η προταθείσα επένδυση είναι βιώσιμη, όταν η μονάδα παραγωγής έχει δυναμικότητα 240 - 480 τόνους ημερησίως. Σε αυτή την περίπτωση υπολογίστηκε περίοδος αποπληρωμής από 4 έως 10 έτη.

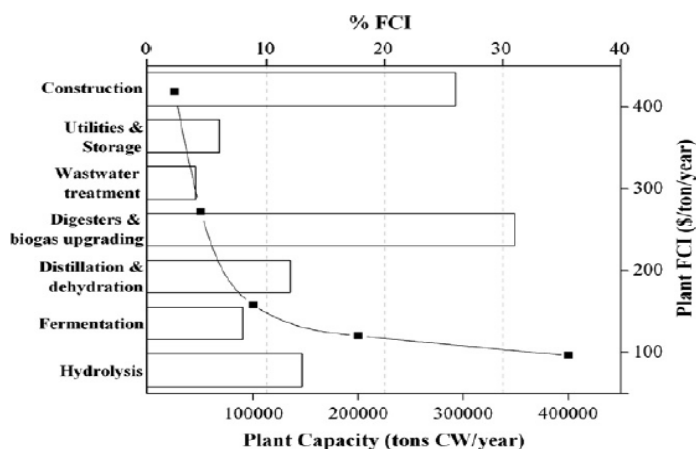


Εικόνα 5.3-3. Καθαρά κέρδη της επένδυσης σε συνάρτηση με τη δυναμικότητα παραγωγής της βιομηχανικής μονάδας του βιο-διυλιστηρίου (Ortiz-Sanchez et al, 2021).

- γ. Η ερευνητική ομάδα του Cristobal (2018) λαμβάνοντας υπόψη ότι οι βιομηχανίες χυμοποίησης στην Ευρώπη, παράγουν περισσότερα από 3 εκατομμύρια τόνους ετησίως απόβλητα εσπεριδοειδών εκ των οποίων ανακτώνται αιθέρια έλαια, φαινόλες και πηκτίνη με παραδοσιακές και σύγχρονες μεθόδους, όπως και το γεγονός ότι η αξιοποίηση των υπολειμμάτων των βιομηχανιών τροφίμων είναι σε πρώιμο στάδιο ανάπτυξης με ελλιπείς μελέτες ως προς την οικονομική τους σκοπιμότητα, ασχολήθηκαν με τη μελέτη περίπτωσης ενός πλήθους εγκαταστάσεων στο σύνολο εβδομήντα (70) επεξεργασίας αποβλήτων πορτοκαλιών και υπολόγισαν δείκτη αποδοτικότητας της επένδυσης ίσο με 1.76% και περίοδο αποπληρωμής μικρότερη από έξι μήνες. Επίσης, υποστήριξαν ότι ένας από τους παράγοντες αύξησης της κερδοφορίας της επένδυσης είναι οι τιμές πώλησης των προϊόντων προστιθέμενης αξίας και πρότειναν τη βελτίωση της διαθεσιμότητας της πρώτης ύλης και της εφοδιαστικής της αλυσίδα προκειμένου η βιομηχανική μονάδα να είναι κερδοφόρα.
- δ. Η ερευνητική ομάδα του Davila (2015) διεξήγαγε οικονομική μελέτη σε βιοδιυλιστήριο επεξεργασίας αποβλήτων πορτοκαλιών με σκοπό την αύξηση της προστιθέμενης αξίας των βασικών ελαίων που περιέχονται στις φλούδες πορτοκαλιών για την παραγωγή p-cymene και πηκτίνης, αντίστοιχα. Η τεχνικοοικονομική μελέτη περιλαμβάνει δύο σενάρια με την δυνατότητα ή μη της ηλεκτροπαραγωγής μαζί με την παραγωγή προϊόντων

υψηλής προστιθέμενης αξίας. Από τα αποτελέσματα της μελέτης διαπιστώνεται ότι, πιο κατάλληλη είναι η εγκατάσταση στην οποία δεν παράγεται ηλεκτρική ενέργεια, καθώς το κόστος παραγωγής διαμορφώνεται σε 5.27 USD/kg για την p-cymene και σε 3.53 USD/kg για την ηκηκίνη, αντίστοιχα, ενώ ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης 5% για δεκαετή λειτουργία της επένδυσης. Εν προκειμένω, η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας δεν αντισταθμίζει το επιπλέον κόστος κεφαλαίου, παρότι θα μπορούσε να καλύψει τις απαιτήσεις των διεργασιών σε ηλεκτρική ενέργεια. Παρόλο αυτά, η μη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας συμβάλλει στην αύξηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων αφού παραμένει ανεκμετάλλευτο το στερεό υπόλειμμα μετά το τέλος των διεργασιών.

- ε. Η ερευνητική ομάδα του Negro (2017) διεξήγαγε ανάλυση κύκλου ζωής στη χρήση των παραδοσιακών τρόπων διαχείρισης των στερεών αποβλήτων εσπεριδοειδών (υγειονομική ταφή, κομποστοποίηση, ζωοτροφές) έναντι των αναδυόμενων τεχνολογιών (καύση, πυρόλυση και αναερόβια χώνεψη μόνο για τα στερεά απόβλητα). Οι συγγραφείς καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι τα σενάρια για την παραγωγή βιοαερίου είναι η καλύτερη εναλλακτική λύση, όσον αφορά στη συμβολή της υπερθέρμανσης του πλανήτη και στη μείωση των πόρων, επισημαίνοντας την αυξανόμενη χρήση βιομεθανίου στον τομέα των μεταφορών. Ωστόσο, απαιτούνται περισσότερες μελέτες για την περαιτέρω ανάπτυξη της πυρόλυσης των ως άνω στερεών αποβλήτων, ενώ η μετατροπή αυτών σε ζωοτροφές αντιμετωπίζει σχετικά υψηλό κόστος επεξεργασίας.
- στ. Η ερευνητική ομάδα του Lohrasbi (2010) ανέλυσε τις διεργασίες ενός ολοκληρωμένου βιο-διυλιστηρίου που επεξεργάζεται απόβλητα εσπεριδοειδών για την παραγωγή αιθέριων ελαίων, βιοαιθανόλης, βιοαερίου και προϊόν κομποστοποίησης μέσω χημικών και βιοτεχνολογικών μετατροπών. Ένα από τα κύρια συμπεράσματα ήταν ότι στην μονάδα που έχει δυναμικότητα από 25,000 έως 400,000 τόνους αποβλήτων εσπεριδοειδών ετησίως μειώνονται τα κόστη παραγωγής των προϊόντων κατά 80%, πετυχαίνοντας δείκτη αποδοτικότητας 5% για τη δεκαπενταετή λειτουργία της επένδυσης (Εικ.5.3-4). Το κόστος του εξοπλισμού δεν αυξάνεται γραμμικώς με την αύξηση της δυναμικότητας της παραγωγής, ενώ η αύξηση στην επένδυση παγίου κεφαλαίου οφείλεται στην αύξηση των χωνευτών βιοαερίου. Γενικότερα, τα κεφαλαιουχικά κόστη των μονάδων παραγωγής επιδρούν σημαντικά στο κόστος παραγωγής και όσο μεγαλύτερη είναι η εγκατάσταση τόσο μικρότερο είναι το κόστος κεφαλαίου ανά μονάδα. Επιπλέον, η επένδυση είναι ευαίσθητη στην εφοδιαστική αλυσίδα των πρώτων υλών, των οποίων το κόστος θα μπορούσε να ελαττωθεί για να επιτευχθεί οικονομική αποδοτικότητα της παραχθείσας βιο-αιθανόλης.



Εικόνα 5.3-4. Επένδυση παγίου κεφαλαίου σε συνάρτηση με τη δυναμικότητα της μονάδας παραγωγής και τις επιμέρους διεργασίες

5.4 Συμπεράσματα

Οι καλλιέργειες των εσπεριδοειδών είναι από τις πιο ευρέως διαδομένες στις τροπικές και υποτροπικές περιοχές και αποφέρουν συνδυασμένη ετήσια παραγωγή περίπου 120 εκατομμύρια τόνους. Εξαιτίας των θρεπτικών συστατικών που περιέχουν τα εσπεριδοειδή αποτελούν σημαντικό και αναπόσπαστο μέρος της διατροφής μας. Εκτιμάται ότι άνω του 80% των εσπεριδοειδών χρησιμοποιείται για την παρασκευή επεξεργασμένων ειδών όπως χυμοί, μαρμελάδες, ζελέδες, κ.ά. Τα απόβλητα από τις βιομηχανίες επεξεργασίας εσπεριδοειδών ανέρχονται σε άνω των σαράντα (40) εκατομμυρίων τόνων ετησίως σε παγκόσμια κλίμακα. Η αποτελεσματική διαχείριση των ως άνω αποβλήτων κρίνεται απαραίτητη για την προστασία του περιβάλλοντος διότι η ανεξέλεγκτη διάθεσή τους ως απορρίμματα συμβάλλει στη ρύπανση κυρίως των υδάτων και του εδάφους.

Σύμφωνα με τα διαθέσιμα βιβλιογραφικά δεδομένα, διαπιστώνεται ότι με την εφαρμογή διαφορετικών ολοκληρωμένων μεθόδων διαχείρισης των απορριμμάτων των εσπεριδοειδών είναι δυνατή η βελτίωση της αποτελεσματικότητας της επεξεργασίας, η περιβαλλοντική προστασία, η αύξηση της κερδοφορίας μέσω της επίτευξης παραγωγής προϊόντων προστιθέμενης αξίας. Η ανάκτηση των παραπροϊόντων των εσπεριδοειδών αποτελεί βασική πηγή λειτουργικών ενώσεων των οποίων η χρήση ενδείκνυται στα τρόφιμα και ποτά, φαρμακευτικά προϊόντα, αλλά και στις μονάδες παραγωγής δερματικών καλλυντικών. Ειδικότερα, από την επεξεργασία των αποβλήτων εσπεριδοειδών παράγεται βιοαιθανόλη, d-λιμονένιο, μεθάνιο (βιοαέριο), βιοδραστικά μόρια και πηκτίνη, ήτοι προϊόντα σε εμπορική κλίμακα, τα οποία προσθέτουν οικονομικά οφέλη, σύμφωνα με τους Mahato et al (2021). Για παράδειγμα, σε μια μονάδα βιοδιυλιστηρίου επεξεργασίας αποβλήτων εσπεριδοειδών που παράγονται ~152.000 m³ αιθανόλης ετησίως προκύπτει καθαρό κέρδος εσόδων 90,00 USD ανά m³ χωρίς να ληφθεί υπόψη το d-λιμονένιο. Το κέρδος διαμορφώνεται στα 169,00 USD ανά m³, όταν το d-limonene συμπεριληφθεί στα προϊόντα. Ωστόσο, η εμπορική εφαρμογή αυτής της δραστηριότητας ευρίσκεται ακόμη σε επίπεδο ανάπτυξης.

Γενικά, η μεθοδολογία για την εύρεση οικονομικά και βέλτιστα αποδοτικών εναλλακτικών λύσεων εκμετάλλευσης των ροών των αποβλήτων από τις βιομηχανίες επεξεργασίας εσπεριδοειδών θα πρέπει να λαμβάνει υπόψη μεταξύ άλλων, τα ακόλουθα (Sharma et al, 2017 και Mahato et al, 2021):

- Εξασφάλιση επαρκούς ποσότητας ανακυκλώσιμου υλικού με συνεχή παροχή και ανάπτυξη μεθόδων διαχωρισμού ενώσεων προστιθέμενης αξίας, όπως είναι οι πολυφαινόλες, τα καροτενοειδή, τα σάκχαρα, η πηκτίνη, το d-λιμονένιο, η μεθανόλη και το γαλακτουρονικό οξύ μαζί με τη βιοαιθανόλη.
- Προεπεξεργασία των ροών αποβλήτων για τον πλήρη χαρακτηρισμό και ποσοτικοποίηση των μικροθρεπτικών συστατικών και άλλων λειτουργικών ενώσεων.
- Βελτιστοποίηση διεργασιών στην προεπεξεργασία, παραγωγή και ανάκτηση των παραπροϊόντων από τις βιομηχανίες επεξεργασίας εσπεριδοειδών.
- Ανάπτυξη μεθόδων διαχωρισμού με χαμηλό κόστος, ελάχιστο ενεργειακό και περιβαλλοντικό αποτύπωμα με στόχο την αειφόρο παραγωγή.
- Αξιολόγηση της βιοδραστικότητας, βιοδιαθεσιμότητας και τοξικολογίας των φυτοχημικών ενώσεων από τα απόβλητα των εσπεριδοειδών καθώς και των αλληλεπιδράσεών τους με άλλα συστατικά τροφίμων μέσω in vitro και in vivo ερευνητικών μελετών.

- Ανάλυση κύκλου ζωής και τεχνοοικονομική αξιολόγηση της συνολικής αλυσίδας διεργασιών που λαμβάνουν χώρα στη βιοδιύλιση των αποβλήτων εσπεριδοειδών. Ειδικότερα, θα πρέπει να ληφθούν υπόψη τα στατιστικά αρχεία σχετικά με κρίσιμα δεδομένα διεργασιών για μικρομεσαίες σε μεγάλο μέγεθος μονάδες βιοδιυλιστηρίων που συνδέονται με μονάδες επεξεργασίας εσπεριδοειδών/τροφίμων με δυνατότητα παραγωγής απορριμμάτων 36.000–360.000 τόνων ετησίως. Το κόστος των πρώτων υλών είναι μια κρίσιμη πτυχή για την παραγωγή βιοκαυσίμων από απόβλητα βιομάζας, αλλά και το κόστος που συνεπάγεται η συντήρηση διαφορετικών συσκευών και επεξεργασίας οργάνων στο βιοδιυλιστήριο ή στον αντιδραστήρα, χημικές ουσίες, ένζυμα, μικροβιακά στελέχη, οι υπηρεσίες κοινής ωφέλειας (ατμός, νερό, ηλεκτρισμός κ.λπ.), τα αναλώσιμα, το εργατικό κόστος, η εγκατάσταση εξοπλισμού, οι γενικές επιβαρύνσεις και φόροι του κράτους.

Κατόπι τούτου, η ολοκληρωμένη προσέγγιση ενός βιοδιυλιστηρίου επεξεργασίας αποβλήτων εσπεριδοειδών παρέχει μια μοναδική προσέγγιση παραγωγής ενός ευρέως φάσματος βιοϋλικών, βιοχημικών ουσιών και βιοενέργειας, με πολλά υποσχόμενες για την ενεργειακή ασφάλεια προοπτικές που συμβάλλουν στη βιωσιμότητα και αειφόρο διαχείριση του πλανήτη.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6. ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗ ΒΙΟΔΥΛΙΣΤΗΡΙΟΥ

6.1 Εισαγωγικά στοιχεία

6.1.1 Διαχείριση εφοδιαστικής αλυσίδας

Σύμφωνα με τον ορισμό της διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας της βιομάζας υπάρχουν πολλές μεταβλητές που μπορούν να επηρεάσουν τη λήψη αποφάσεων όπως είναι η τοποθεσία, η δυναμικότητα και τεχνολογία της εγκατάστασης, ο σχεδιασμός αποθεμάτων βιομάζας, η διαχείριση στόλου και ούτω καθεξής. Παράλληλα, η λήψη αποφάσεων σχετικά με την εφοδιαστική αλυσίδα της βιομάζας μπορεί να ταξινομηθεί σε τρεις κατηγορίες, οι οποίες και αναλύονται ως εξής (Εικ. 6.1-1):

Στρατηγικό επίπεδο Μακροπρόθεσμες αποφάσεις (ένα έτος ή περισσότερο)	Τακτικό επίπεδο Μεσοπρόθεσμες αποφάσεις (μηνιαίως ή εβδομαδιαίως)	Επιχειρησιακό επίπεδο Βραχυπρόθεσμες αποφάσεις (ημερησίως ή ωριαίως)
<ul style="list-style-type: none">• Αποθήκευση<ul style="list-style-type: none">• Τοποθεσία• Δυναμικότητα αποθήκευσης• Προ-επεξεργασία<ul style="list-style-type: none">• Τοποθεσία• Δυναμικότητα προεπεξεργασίας• Κατηγορία (πυρόλυση, ξήρανση, κλπ)• Βιοδιυλιστήρια<ul style="list-style-type: none">• Τοποθεσία• Δυναμικότητα παραγωγής• Αποδεκτά Προϊόντα• Εσωτερικές διεργασίες• Βιομάζα<ul style="list-style-type: none">• Επιλογή καλλιέργειας• Επιλογή συγκομιδής καλλιεργειών• Προμήθεια• Τρόποι Μεταφοράς	<ul style="list-style-type: none">• Προγραμματισμός συγκομιδής<ul style="list-style-type: none">• Ποσότητα σε κάθε αγρόκτημα• Ποσότητα σε κάθε περίοδο• Σχεδιασμός εξοπλισμού συγκομιδής• Έλεγχος απογραφής<ul style="list-style-type: none">• Ποσότητα για παραγγελία• Χρονική περίοδος για παραγγελία• Επίπεδα απογραφής• Σχεδιασμός μεταφοράς<ul style="list-style-type: none">• Μεγέθη αποστολής• Προσαρμογές μεγέθους στόλου	<ul style="list-style-type: none">• Εργασίες συγκομιδής<ul style="list-style-type: none">• Προσδιορισμός της συγκομιδής σε ορισμένη ημέρα• Εργασίες αποθήκευσης<ul style="list-style-type: none">• Είσοδοι και έξοδοι αποθήκευσης• Εργασίες μεταφοράς<ul style="list-style-type: none">• Δρομολόγια οχημάτων• Δρομολόγια οδηγών

Εικόνα 6.1-1. Επίπεδα αποφάσεων σε αλυσίδες εφοδιασμού βιομάζας με παραδείγματα τυπικών αποφάσεων.

α. Στρατηγικές αποφάσεις

Οι στρατηγικές αποφάσεις αφορούν μακροπρόθεσμους στόχους (π.χ. από ένα μέχρι πολλά έτη) και εστιάζουν στην τοποθεσία, στη χωρητικότητα και στον τύπο των αποθηκών, στην προεπεξεργασία και στα βιοδιυλιστήρια. Η προμήθεια και η κατανομή της βιομάζας μεταξύ των εγκαταστάσεων, αλλά και των τρόπων μεταφοράς της μπορεί να θεωρηθεί ότι αποτελεί στρατηγική απόφαση, ακόμα κι αν βρίσκονται υπό συνεχή τροποποίηση. Πολλές μελέτες

προτείνουν ένα μοντέλο γραμμικού προγραμματισμού σε οριζόντες πολλαπλών περιόδων που στοχεύει στη βελτιστοποίηση των τοποθεσιών και στα μεγέθη των βιοδιυλιστηρίων καθώς και στην κατανομή των πρώτων υλών της βιομάζας μεγιστοποιώντας το κέρδος σε ολόκληρη την αλυσίδα εφοδιασμού, συμπεριλαμβανομένων των προμηθευτών πρώτων υλών και των παραγωγών καυσίμων.

β. Αποφάσεις τακτικής

Οι αποφάσεις τακτικής αφορούν μεσοπρόθεσμους στόχους (από έναν έως αρκετούς μήνες) και εστιάζουν κυρίως στον σχεδιασμό των αποθεμάτων, στη διαχείριση του στόλου, στην προεπεξεργασία της βιομάζας και στους τρόπους μεταφοράς της. Οι μελέτες από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση, προτείνουν ένα μοντέλο προγραμματισμού πολλαπλών σταδίων σε χρονικό ορίζοντα ενός έτους με μηνιαία χρονικά βήματα.

γ. Επιχειρησιακές αποφάσεις

Οι επιχειρησιακές αποφάσεις λαμβάνονται για βραχυπρόθεσμους στόχους (π.χ. εβδομαδιαία, ημερησίως ή ωριαίως) και επικεντρώνονται στις λεπτομέρειες των λειτουργιών, στην καθημερινή απογραφή, έλεγχο και δρομολόγηση των οχημάτων ώστε να επιτυγχάνεται αποτελεσματική διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας. Οι περισσότερες μελέτες αυτής της κατηγορίας αναπτύσσουν ένα γραμμικό μοντέλο προγραμματισμού με εβδομαδιαία χρονικά βήματα.

Επιπρόσθετα, στη λήψη αποφάσεων για τη διαχείριση των αλυσίδων εφοδιασμού της βιομάζας χρησιμοποιείται η τεχνική της βελτιστοποίησης, ενώ για την ανάλυση των αποφάσεων χρησιμοποιούνται οι ακόλουθες μέθοδοι (Atashbar et al, 2018):

- Ο μαθηματικός προγραμματισμός: αποτελεί ένα από τους καλύτερα αναπτυγμένους κλάδους της επιχειρησιακής έρευνας και συνίσταται στη βελτιστοποίηση μιας συνάρτησης πολλών μεταβλητών κάτω από ένα σύνολο περιορισμών. Στις εφαρμογές για τη βιομηχανία, οι μεταβλητές συχνά ορίζουν μια κατανομή περιορισμένων πόρων που έχουν μεταξύ τους ανταγωνιστικές δραστηριότητες. Ο μαθηματικός προγραμματισμός εξαρτάται από χαρακτηριστικά των μεταβλητών, την αντικειμενική συνάρτηση και τους περιορισμούς, και μπορεί να κατηγοριοποιηθεί στον γραμμικό προγραμματισμό, στον ακέραιο προγραμματισμό, στον προγραμματισμό μεικτού αριθμού και στον μη γραμμικό προγραμματισμό.
- Η ευρετική: αποτελεί μέθοδο αναζήτησης μιας σχετικά καλής λύσης σε σύντομο χρονικό διάστημα για την επίλυση σύνθετων προβλημάτων. Ορισμένα από τα πλεονεκτήματα αυτής είναι η ικανότητα βελτιστοποίησης ακόμη και μη γραμμικών και ασυνεχών συναρτήσεων, καθώς και η ικανότητα αντιμετώπισης πολλών μεταβλητών και εύρεσης μια καλής λύσης σε σύντομο χρονικό διάστημα, χρησιμοποιώντας διαφορετικούς τύπους αλγορίθμων όπως είναι το Particle Swarm Optimization (PSO), Simulated Annealing (SA), Genetic Algorithm (GA) και ούτω καθεξής.
- Η ανάλυση απόφασης πολλαπλών κριτηρίων (MCDA): αποτελεί ένα σημαντικό μαθηματικό εργαλείο που επιτρέπει τη σύγκριση διαφορετικών εναλλακτικών ή σεναρίων χρησιμοποιώντας πολλά κριτήρια, συχνά αντικρουόμενα, προκειμένου να καθοδηγηθούν οι υπεύθυνοι λήψης αποφάσεων σε μια συνετή επιλογή. Τα κύρια στάδια που ακολουθούνται για την επίλυση ενός πολυκριτηριακού προβλήματος περιλαμβάνουν την επιλογή των κριτηρίων και την περιγραφή των χαρακτηριστικών τους, την βαθμολόγηση των κριτηρίων και τον καθορισμό των συντελεστών βαρύτητας αυτών, τη βαθμολόγηση των κριτηρίων για κάθε εναλλακτικό σενάριο,

την εξαγωγή των αποτελεσμάτων, την κατάταξη των σεναρίων, την ανάλυση ευαισθησίας και την τελική επιλογή του σεναρίου (Γιαννάκος, 2013).

- Τα γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών (GIS, ΓΠΣ): είναι τα πληροφοριακά συστήματα που επιτρέπουν στον χρήστη να οργανώσει, δημιουργήσει και επεξεργαστεί χωρικά και περιγραφικά δεδομένα ώστε μέσω ανάλυσης να καταλήξει σε κάποιο συμπέρασμα και να επιλύσει κάποιο χωρικό πρόβλημα (Ανδρουλάκης, 2021α). Τα δεδομένα λοιπόν μπορεί να είναι χωρικά, δηλαδή να έχουν πληροφορία θέσης (x,y,z) και τοπολογικών σχέσεων, καθώς και περιγραφικά, δηλαδή να περιέχουν πληροφορίες που μπορούν να αξιοποιηθούν και να οπτικοποιηθούν. Τα στάδια ανάπτυξης ενός ΓΠΣ περιλαμβάνει την αναγνώριση και συλλογή των δεδομένων που απαιτούνται για τη συγκεκριμένη εφαρμογή, την προεπεξεργασία των δεδομένων και την εισαγωγή τους στον υπολογιστή, τη δημιουργία δομής της γεωγραφικής βάσης, την επεξεργασία και την ανάλυση των δεδομένων, την παραγωγή αποτελεσμάτων σε έντυπη ή μη μορφή (Γιαννάκος, 2013).

Εν προκειμένω, η χρήση GIS στην εφοδιαστική αλυσίδα βιομάζας καθιστά δυνατούς τους ακριβείς υπολογισμούς 1) της αναμενόμενης παροχής βιομάζας από εκάστη περιοχή 2) τις αποστάσεις και το σχετικό κόστος μεταφοράς της και 3) της χωροθέτησης του βιοδιυλιστηρίου με βάση κριτήρια που αφορούν στη χρήση γης, στο περιβάλλον, στο τοπίο και στη βιοποικιλότητα. Επίσης, από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση διαπιστώνεται ότι αρκετές μελέτες που ασχολούνται με την παραγωγή βιοκαυσίμων ή τη χωροθέτηση σταθμών παραγωγής ενέργειας χρησιμοποιούν συνδυαστικά την πολυκριτηριακή ανάλυση με τα ΓΠΣ.

- Η προσομοίωση: αποτελεί μια σημαντική μέθοδο για τη μελέτη πολύπλοκων συστημάτων και περιλαμβάνει την επιλογή του μοντέλου, την κατασκευή και υλοποίηση του μοντέλου στον υπολογιστή, τον υπολογισμό των αποτελεσμάτων του αλγορίθμου και την οπτικοποίηση των δεδομένων εξόδου. Σε σύγκριση με τον μαθηματικό προγραμματισμό, η προσομοίωση αντιμετωπίζει πιο εύκολα τυχαία γεγονότα μέσω της μοντελοποίησης. Παρόλο αυτά, υπολογίζει τις βέλτιστες τιμές ενός συνόλου δεικτών απόδοσης από ένα ορισμένο σύνολο παραμέτρων μέσω πολλών εκτελέσεων υπολογισμών.

Ο σχεδιασμός και η διαχείριση αποτελεσματικών αλυσίδων εφοδιασμού στο σημερινό ανταγωνιστικό περιβάλλον αποτελεί μια μεγάλη πρόκληση για τους διαχειριστές (Eksioğlu et al, 2009). Ένα καλά σχεδιασμένο και διαχειρίσιμο σύστημα εφοδιασμού συμβάλλει στη μείωση του κόστους παροχής βιομάζας σε ένα βιοδιυλιστήριο, γεγονός που επηρεάζει άμεσα το κόστος παραγωγής βιοκαυσίμων. Στον σχεδιασμό της εφοδιαστικής αλυσίδας ενός βιοδιυλιστηρίου προσδιορίζεται: (α) ο αριθμός, η δυναμικότητα και η θέση των βιοδιυλιστηρίων που απαιτούνται για την αξιοποίηση της διαθέσιμης βιομάζας στην περιοχή, (β) ο αριθμός και η θέση των εγκαταστάσεων συλλογής βιομάζας, (γ) οι τοποθεσίες συγκομιδής που εξυπηρετούν μια συγκεκριμένη εγκατάσταση συλλογής, (δ) οι εγκαταστάσεις συλλογής που εξυπηρετούν ένα συγκεκριμένο βιοδιυλιστήριο και (ε), οι εγκαταστάσεις ανάμειξης που χρησιμοποιούνται από ένα συγκεκριμένο βιοδιυλιστήριο.

Αξίζει να σημειωθεί ότι, λαμβάνονται μακροπρόθεσμες αποφάσεις κάθε 5 – 10 έτη για τον σχεδιασμό της εφοδιαστικής αλυσίδας των βιοδιυλιστηρίων, ενώ για τη διαχείριση της λαμβάνονται μεσοπρόθεσμες και βραχυπρόθεσμες αντίστοιχα. Οι τελευταίες αφορούν στον προσδιορισμό της ποσότητας βιομάζας από τον τόπο συλλογής μέχρι και της επεξεργασίας της στις μονάδες βιοδιυλιστηρίων εκάστη χρονική περίοδο. Εξαιτίας της αλληλεπίδρασης μεταξύ των αποφάσεων χρησιμοποιούνται μαθηματικά μοντέλα που ενσωματώνουν τον μακροπρόθεσμο σχεδιασμό αλυσίδας εφοδιασμού με μεσοπρόθεσμες αποφάσεις διαχείρισης με στόχο την ελαχιστοποίηση του κόστους παράδοσης των βιοκαυσίμων. Παρόλο αυτά, η διαθεσιμότητα της βιομάζας

δημιουργεί αβεβαιότητα στα αποτελέσματα αυτών των μοντέλων, καθώς τα τελευταία ασχολούνται κυρίως, με το κόστος συλλογής, χειρισμού και μεταφοράς βιομάζας στα βιοδιυλιστήρια, ενώ λιγότερη προσοχή δίνεται σε ζητήματα που αφορούν στην παραγωγή πρώτης ύλης, στις απώλειες στο αγρόκτημα, στη μεταφορά, στην αποθήκευση, στις απώλειες αποθήκευσης και στη διαχείριση απογραφής της πρώτης ύλης. Ως εκ τούτου, απαιτείται να βελτιστοποιηθεί στο σύνολο η εφοδιαστική αλυσίδα λαμβάνοντας υπόψη σημαντικούς παράγοντες όπως είναι μεταξύ άλλων η τοποθεσία, η απογραφή και η μεταφορά της βιομάζας από τον τόπο συγκομιδής στο βιοδιυλιστήριο σε συνδυασμό με την υποβάθμιση, την εποχικότητα προσφοράς και τη διαθεσιμότητα της προμήθειας.

6.1.2 Χωροταξικός σχεδιασμός στην Ελλάδα

Η Εθνική Χωρική Στρατηγική διαμορφώνεται από το Υπουργικό Συμβούλιο και έχει ως στόχο την οργάνωση και τη βιώσιμη ανάπτυξη του εθνικού χώρου, καθώς θέτει μεταξύ άλλων τους μεσοπρόθεσμους και μακροπρόθεσμους στόχους χωρικής ανάπτυξης σε επίπεδο Γενικής Κυβέρνησης και των φορέων αυτής, μέτρα και δράσεις για να υλοποιηθεί η επιδιωκόμενη ανάπτυξη. Ο χωρικός σχεδιασμός στην Ελλάδα ρυθμίζεται με τον ν. 4447/2016 (Α' 241) και διαφοροποιείται σε χωροταξικό και πολεοδομικό αντίστοιχα. Στον χωροταξικό σχεδιασμό υπάγονται τα Ειδικά Χωροταξικά Πλαίσια (για τις καλλιέργειες, τη βιομηχανία, ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, καταστημάτων κράτησης), τα Περιφερειακά Χωροταξικά Πλαίσια (ΠΧΠ) και τα Θαλάσσια Χωροταξικά Πλαίσια, ενώ στον πολεοδομικό σχεδιασμό υπάγονται τα Τοπικά Πολεοδομικά Σχέδια και τα Ειδικά Πολεοδομικά Σχέδια (Καραθανάσης και Κούγκουλος, 2021). Με τον πρόσφατα θεσμοθετημένο ν. 4759/2020 «*Εκσυγχρονισμός της Χωροταξικής και Πολεοδομικής Νομοθεσίας και άλλες διατάξεις*», προβλέπεται η δυνατότητα των λεπτομερών κατευθύνσεων ανά Δήμο σχετικά με τις περιπτώσεις που δεν μπορούν να αντιμετωπιστούν από ΓΠΣ, ΖΟΕ ή κάποιο άλλο τοπικό πλαίσιο χωροταξικού σχεδιασμού, ενώ εισάγονται σημαντικές νέες ρυθμίσεις όπως είναι η σύσταση νέου εθνικού συστήματος σχετικά με την κατάταξη χρήσεων γης, όπου θα αντιστοιχίζονται οι κωδικοί αριθμοί δραστηριότητας και οι επιτρεπόμενες δραστηριότητες με την ισχύουσα νομοθεσία περιβαλλοντικής αδειοδότησης.

Αξίζει, επίσης, να σημειωθεί ότι τα ΠΧΠ είναι ανομοιογενή ως προς τον τρόπο που καθορίζουν τις ζώνες ευρείας ανάπτυξης όπως και των ΑΠΕ, οι οποίες προωθούνται σε μεγάλο βαθμό στην Κεντρική, Δυτική Μακεδονία και στη Δυτική Ελλάδα, αλλά και στο σημειακό προσδιορισμό των ΑΠΕ στους χάρτες που τα συνοδεύουν (Στεφανή, 2021). Αντίστοιχα, τα ΠΧΠ παρουσιάζουν υστέρηση στη χωρική συνέργεια μεταξύ των Περιφερειών, αλλά και ανομοιογένεια στην χαρτογραφική απεικόνιση των ζωνών ευρείας ανάπτυξης της μεταποίησης όπως και του σημειακού προσδιορισμού τους στους χάρτες Χωροταξικής Οργάνωσης και Χωρικού Προτύπου. Ιδιαίτερο ζήτημα σαφήνειας και ερμηνείας προκύπτει κατά την έκδοση των Αποφάσεων Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων (ΑΕΠΟ) εξαιτίας της ύπαρξης σχεδίων χρήσεων γης που δεν έχουν εναρμονιστεί με τα νέα δεδομένα σε ότι αφορά στην εγκατάσταση σταθμών που θα παράγουν ηλεκτρική ενέργεια από ΑΠΕ με αποτέλεσμα να δημιουργείται επενδυτική ανασφάλεια.

Επιπρόσθετα, για την εγκατάσταση και λειτουργία έργων και δραστηριοτήτων Συστημάτων Περιβαλλοντικών Υποδομών απαιτείται να χορηγηθεί Βεβαίωση Χωροθέτησης από την αρμόδια Υπηρεσία Δόμησης, σύμφωνα με τα οριζόμενα στην υπ' αριθ. ΥΠΕΝ/ΔΙΠΑ/11936/836/2019 (Β' 436) Κοινή Υπουργική Απόφαση (Καραθανάσης και Κούγκουλος, 2021). Η ως άνω Βεβαίωση εκδίδεται λαμβάνοντας υπόψη τις θεσμοθετημένες κατηγορίες χρήσεων γης στην επιλεχθείσα περιοχή, αλλά και τα κριτήρια αποκλεισμού όπως ορίζονται στο Εθνικό Σχέδιο Διαχείρισης Αποβλήτων, στο Εθνικό Σχέδιο Διαχείρισης Επικίνδυνων Αποβλήτων και στα Περιφερειακά Σχέδια Διαχείρισης Αποβλήτων (ΠΕΣΔΑ), στα Περιφερειακά Χωροταξικά Πλαίσια και στα Ειδικά Χωροταξικά Σχέδια. Σε περίπτωση

όπου η δραστηριότητα είναι συμβατή με τις αντίστοιχες χρήσεις που έχουν θεσμοθετηθεί στην επιλεγθείσα περιοχή, τότε η Υπηρεσία Δόμησης εκδίδει την αντίστοιχη Βεβαίωση Χρήσεων γης, διαφορετικά θα πρέπει να καθοριστούν οι προϋποθέσεις χωροθέτησης της νέας δραστηριότητας. Γενικά, η χωροθέτηση μιας μονάδας αποτελεί μια περίπλοκη και αρκετά δύσκολη απόφαση λαμβάνοντας υπόψη τους πολύπλοκους δεσμούς και εξαρτήσεις που παρουσιάζει ο χωρικός σχεδιασμός με την τοπική/περιφερειακή οικονομία. Η επιλογή του τόπου εγκατάστασης επηρεάζεται από τα νέα δεδομένα της εποχής μας όπως είναι μεταξύ άλλων, οι νέες τεχνολογίες, οι αυτοματισμοί στην παραγωγή, οι εξελίξεις στα μέσα μεταφοράς και επικοινωνίας, οι νέες πηγές ενέργειας, οι οργανωμένοι χώροι υποδοχής της βιομηχανίας (Γουργιώτης κ.ά 2022).

Σύμφωνα με τη βιβλιογραφική ανασκόπηση έχουν αναπτυχθεί αρκετές θεωρίες και έχουν διεξαχθεί αρκετές έρευνες για τη χωροθέτηση βιομηχανικών δραστηριοτήτων στην Ελλάδα στο πλαίσιο Ολοκληρωμένων Στρατηγικών Χωρικής Ανάπτυξης. Η οργάνωση και χωρική ανάπτυξη των βιομηχανιών στην Ελλάδα ξεκίνησαν με την εισαγωγή του θεσμού των «Βιομηχανικών Περιοχών» κατά τα μέσα της δεκαετίας του '60, σύμφωνα με τον ν.4458/1965 και ν.742/1977, όπου ιδρύθηκαν οι τέσσερις πρώτες Βιομηχανικές Περιοχές με θέση εγκατάστασης στη Θεσσαλονίκη, Πάτρα, Ηράκλειο και Βόλο και σταδιακά σε όλη την ελληνική επικράτεια. Αυτές οι Βιομηχανικές Περιοχές, αμιγώς κρατικές, αποτελούσαν τα «πάρκα 1ης γενιάς» και τις διαδέχτηκαν οι «Βιομηχανικές και Επιχειρηματικές Περιοχές» («πάρκα 2ης γενιάς», κρατικά και ιδιωτικά) κατ' εφαρμογή του ν.2545/1997, όπου θεσμοθετήθηκαν σαράντα τρεις (43) Οργανωμένοι Υποδοχείς Μεταποιητικών Δραστηριοτήτων (ΟΥΜΕΔ) (Μασουράκης κ.ά. 2017). Οι Βιομηχανικές και Επιχειρηματικές Περιοχές περιλαμβάνουν τέσσερα είδη οργανωμένων υποδοχών : ΒΙ.ΠΕ (Βιομηχανική Περιοχή), ΒΙ.ΠΑ (Βιομηχανικό Πάρκο), ΒΙΟ.ΠΑ (Βιοτεχνικό Πάρκο) και Τεχνόπολη.

Μετά το έτος 2011, ακολούθησε η δημιουργία των «Επιχειρηματικών Πάρκων», σύμφωνα με τις διατάξεις του ν.3982/2011, ο οποίος τροποποιήθηκε και συμπληρώθηκε από τον ν.4605/2019 με γνώμονα τη βιώσιμη ανάπτυξη και την αρμονική συμβίωση των τοπικών κοινωνιών με τις επιχειρήσεις. Ωστόσο, οι διατάξεις του ως άνω νόμου δεν έφεραν τα προσδοκώμενα αποτελέσματα, αφού μόνο έξι (6) Επιχειρηματικά Πάρκα ιδρύθηκαν στην τελευταία δεκαετία θέτοντας σε αμφισβήτηση την αποτελεσματικότητα του θεσμού, ο οποίος δεν εφάρμοσε έναν κεντρικό στρατηγικό σχεδιασμό, αλλά ούτε και έλαβε υπόψη του τεχνικοοικονομικά και αναπτυξιακά κριτήρια (π.χ. βασικές μεταφορικές υποδομές, εγγύτητα σε πόλους κατανάλωσης, πρώτες ύλες, μεταφορικά δίκτυα, λογικό κόστος γης, διαθέσιμο ανθρώπινο δυναμικό, διαχείριση εφοδιαστικής αλυσίδας, κλπ). Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, να έχουν δημιουργηθεί σήμερα οργανωμένοι υποδοχείς που παρουσιάζουν χαμηλή ή και μηδενική πληρότητα, εξαιτίας της απουσίας ζήτησης που οφείλεται στην «άστοχη» χωροθέτησή τους, αλλά και να υφίστανται περιοχές που εμφανίζουν σημαντική μεταποιητική δραστηριότητα εκτός σχεδίου, αλλά στερούνται τις συνθήκες οργανωμένης υποδοχής (Μασουράκης κ.ά. 2017). Στα Παραρτήματα «ΙΒ» και «ΙΓ» παρουσιάζονται οι Οργανωμένοι Υποδοχείς Μεταποιητικών και Επιχειρηματικών Δραστηριοτήτων, αλλά και οι Άτυπες Βιομηχανικές Συγκεντρώσεις που υφίστανται στην ελληνική επικράτεια.

Πρόσφατα, δημοσιεύτηκε ο ν. 4982/2022, προς αντικατάσταση των παλαιότερων νομικών διατάξεων, στον οποίο επιδιώκεται η προσέλκυση επενδύσεων μέσω της απλούστευσης και μείωσης των ειδών και των τύπων των επιχειρηματικών πάρκων, της ενίσχυσης/αναβάθμισης υφιστάμενων πάρκων, της προσθήκης των Συστημάτων Περιβαλλοντικών Υποδομών και των data centers. Ο ως άνω νόμος, λαμβάνοντας υπόψη την «Εθνική Στρατηγική Ανάπτυξη 2021», έρχεται να αντιμετωπίσει προβλήματα που σχετίζονται με τον χωρικό σχεδιασμό όπως παρουσιάζονται στις άτυπες βιομηχανικές συγκεντρώσεις (ΑΒΣ), αλλά και στις διάσπαρτες μεταποιητικές

εγκαταστάσεις, δημιουργώντας ένα ευνοϊκό περιβάλλον για την ανάπτυξη οικονομιών κλίμακας που θα συμβάλλουν στη μεταφορά καινοτομίας, στην εξωστρέφεια και ανταγωνιστικότητα των επιχειρήσεων, στην παραγωγή καινοτόμων προϊόντων στο πλαίσιο προώθησης της κυκλικής οικονομίας, στην προστασία του περιβάλλοντος, αλλά και στη δημιουργία νέων θέσεων απασχόλησης και εργασίας (Γουργιώτης κ.ά 2022).

6.2 Χωροθέτηση εγκατάστασης βιοδιυλιστηρίου επεξεργασίας αποβλήτων χυμοποίησης εσπεριδοειδών

6.2.1 Επιλογή και ανάλυση περιοχής μελέτης

Στο πλαίσιο λοιπόν, της παρούσας εργασίας, θα εξεταστεί καταρχήν, η επιλογή της περιοχής για τη χωροθέτηση βιοδιυλιστηρίου με πρώτη ύλη βιομάζας τα υπολείμματα εσπεριδοειδών από εργοστάσια χυμοποίησης που δραστηριοποιούνται στην Ελλάδα. Μετά από αναζήτηση των σχετικών στοιχείων των μεταποιητικών επιχειρήσεων χυμοποίησης από το Γενικό Εμπορικό Μητρώο (ΓΕΜΗ) και τις εκδοθείσες Υπουργικές Αποφάσεις για την έγκριση συμμετοχής μεταποιητικών επιχειρήσεων χυμοποίησης πορτοκαλιών στο καθεστώς συνδεδεμένης ενίσχυσης για τις μεταποιητικές περιόδους 2019-2022, όπως είναι αναρτημένες στην ιστοσελίδα του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων (Ισχύουσα Νομοθεσία για τα Εσπεριδοειδή), συγκεντρώθηκαν συνολικά στοιχεία 23 εργοστασίων χυμοποίησης εσπεριδοειδών, τα οποία δραστηριοποιούνται στην Ελλάδα. Από τη γραφική απεικόνιση αυτών, όπως παρουσιάζεται στον χάρτη του Παραρτήματος «ΙΔ» διαπιστώνεται ότι το μεγαλύτερο πλήθος αυτών δραστηριοποιείται στην **Περιφέρεια Πελοποννήσου**, η οποία επιλέγεται και ως περιοχή μελέτης.

Η Περιφέρεια Πελοποννήσου ευρίσκεται γεωγραφικά στο νοτιότερο χερσαίο άκρο της Ευρώπης καλύπτοντας το 11,7% της συνολικής έκτασης της Ελλάδος και καταλαμβάνοντας ολόκληρο το νοτιοανατολικό τμήμα και ένα μέρος από το βόρειο και δυτικό τμήμα της γεωγραφικής ενότητας της Πελοποννήσου (ΙΝΣΕΤΕ, 2019). Επίσης, συνορεύει βορειοανατολικά με την Περιφέρεια Αττικής, δυτικά με την Περιφέρεια Δυτικής Ελλάδος (Αχαΐα και Ηλεία) και βρέχεται δυτικά από το Ιόνιο Πέλαγος και ανατολικά από το Μυρτώο Πέλαγος. Έχει ως έδρα την Τρίπολη και περιλαμβάνει πέντε (5) Περιφερειακές Ενότητες (Κορινθίας, Αργολίδος, Αρκαδίας, Μεσσηνίας, Λακωνίας).

Ιδιαίτερο χαρακτηριστικό της Περιφέρειας Πελοποννήσου είναι το έντονο ανάγλυφο του εδάφους της, με έντονη διαφοροποίηση τόσο μεταξύ των Περιφερειακών Ενοτήτων της, όσο και εσωτερικά σε κάθε μία από αυτές, παρουσιάζοντας ως κυρίαρχο στοιχείο τους ορεινούς όγκους (50,1% της συνολικής της έκτασης), οι οποίοι σε πολλές περιπτώσεις δημιουργούν τα φυσικά σύνορα μεταξύ των Περιφερειακών Ενοτήτων (π.χ. Ταΰγετος για Μεσσηνία και Λακωνία) (ΙΝΣΕΤΕ, 2019). Το πεδινό τμήμα της Πελοποννήσου καταλαμβάνει το 19,9% της έκτασης της, ευρίσκεται κυρίως στις περιοχές εγγύς των θαλάσσιων κόλπων (π.χ. Αργολικός κάμπος και ο κάμπος της Κορινθίας), ενώ το υπόλοιπο 30% είναι ημιορεινό. Επίσης, η Περιφέρεια της Πελοποννήσου χαρακτηρίζεται από το μεγάλο μήκος της ακτογραμμής της, αλλά και του μεγάλου αριθμού των φυσικών λιμένων και παραλιών κολύμβησης.

Σύμφωνα με τα στοιχεία της ΕΛΣΤΑΤ το έτος 2011, ο πραγματικός πληθυσμός της καταλαμβάνει το 5,35% του πληθυσμού της χώρας, παρουσιάζοντας μείωση κατά 8,4% το χρονικό διάστημα 2001-2011, γεγονός που αντανάκλα τη δημογραφική αποδυνάμωση σε όλες τις Περιφερειακές Ενότητές της, ενώ η αυξητική τάση του δείκτη γήρανσης δείχνει τη δημογραφική συρρίκνωση σε μεσοπρόθεσμο διάστημα. Εν συνεχεία, κάθε γεωγραφικό διαμέρισμα της ως άνω Περιφέρειας παρουσιάζει τα δικά του γεωμορφολογικά και ιστορικά χαρακτηριστικά, όπως και τα αντίστοιχα αναπτυξιακά πλεονεκτήματα, ενώ στο σύνολό της η Περιφέρεια εμφανίζει την εικόνα μιας

«ανοιχτής πόλης» εξαιτίας των νέων οδικών αξόνων και του προαστιακού σιδηροδρόμου, οι οποίοι έφεραν τις πρωτεύουσες των ΠΕ σε απόσταση μεταξύ τους μικρότερη των σαράντα πέντε λεπτών. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να δημιουργηθούν νέα αναπτυξιακά δεδομένα, με έμφαση στην αγροτική παραγωγή αλλά και στον τομέα του τουρισμού.

Η χωροταξική διάρθρωση και χωρική οργάνωση της υπό μελέτη Περιφέρειας εμφανίζει πολλαπλό αναπτυξιακό δυισμό τόσο σε επίπεδο ΠΕ, όσο και εντός των χωρικών ή διοικητικών επιπέδων εκάστοτε ΠΕ (υποδομές, παραγωγή, δημογραφικά χαρακτηριστικά), όπως αναφέρεται στο Περιφερειακό Πρόγραμμα Ανάπτυξης Πελοποννήσου 2021-2025, Παράρτημα στην υπ' αριθ. 141244/29.12.2021 Απόφαση του Υφυπουργού Ανάπτυξης και Επενδύσεων (ΦΕΚ Β' 6289). Ειδικότερα, παρατηρείται ότι στην ΠΕ Αρκαδίας και Κορίνθου κυρίαρχο ρόλο παρουσιάζει ο δευτερογενής τομέας, ενώ ο πρωτογενής και τριτογενής έχει πολύ μικρή συμμετοχή. Αντίστοιχα, στις ΠΕ Αργολίδας και Λακωνίας εμφανίζεται ένας διογκωμένος πρωτογενής τομέας, ο τριτογενής και δευτερογενής τομέας παρουσιάζει μια σχετική ισορροπία στην ΠΕ Αργολίδας, ενώ πολύ υψηλή συμμετοχή του τριτογενούς τομέα εμφανίζεται στη ΠΕ Λακωνίας. Στην ΠΕ Μεσσηνίας, βασικοί τομείς είναι ο τριτογενής και δευτερογενής, ενώ ο πρωτογενής τομέας έχει μικρή παρουσία. Γενικά, στην ΠΕ Πελοποννήσου, ο βασικός επιχειρηματικός ιστός με εξαίρεση τα διυλιστήρια της Κορινθίας, τις ηλεκτροπαραγωγικές μονάδες της Αρκαδίας και της μεγάλης τουριστικής μονάδας στη Μεσσηνία, κυριαρχείται από μικρές επιχειρήσεις, αυστηρά οικογενειακού χαρακτήρα, με χαμηλό βαθμό εξωστρέφειας, μικρό βαθμό ενσωμάτωσης καινοτομιών και χαμηλού βαθμού έως και έλλειψη διασύνδεσης των παραγωγικών τομέων και κλάδων με τη μεταποίηση.

Εν συνεχεία, όπως αναφέρεται στο ΠΕΠ Πελοποννήσου, η εν λόγω Περιφέρεια αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα οικοσυστήματα της Ελλάδας, με έντονη βιοποικιλότητα σε χλωρίδα και πανίδα, περιλαμβάνοντας 26 περιοχές χαρακτηρισμένες ως Natura 2000, δυο αισθητικά δάση, δεκατέσσερα διατηρητέα μνημεία της φύσης, οικολογικά πάρκα. Παρόλο αυτά, η εν λόγω Περιφέρεια αντιμετωπίζει διαχρονικά σοβαρά περιβαλλοντικά προβλήματα που σχετίζονται με την ολοκληρωμένη διαχείριση στερεών αποβλήτων, την ελλιπή διαχείριση υγρών αστικών αποβλήτων, την ορθολογική διαχείριση των υδάτινων πόρων και της αξιοποίησης επιφανειακών υδάτων. Ως διάχυτες πηγές ρύπανσης έχουν αναφερθεί κυρίως, τα αστικά λύματα, η αγροτική δραστηριότητα, η ποιμενική κτηνοτροφία, οι ιχθυοκαλλιέργειες με κυριότερους παραγόμενους ρύπους το άζωτο, το φώσφορο, και το βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο. Παράλληλα, σημαντικές πιέσεις στο περιβάλλον της Περιφέρειας ασκούν τα έργα υποδομής, οι κατ' επανάληψη φυσικές καταστροφές από πυρκαγιές, η παράνομη βόσκηση μαζί με τα ελλιπή μέτρα διαχείρισης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων.

Τα γεωμορφολογικά και κλιματολογικά χαρακτηριστικά των περιοχών της διαμορφώνουν ιδιαίτερες κλιματολογικές συνθήκες, οι οποίες μαζί με τις ενεργοβόρες μεταποιητικές εγκαταστάσεις αυξάνουν τις ενεργειακές απαιτήσεις σε θέρμανση/ψύξη. Αρκετά σημαντικά ενεργειακά έργα έχουν πραγματοποιηθεί, αλλά ένα μεγάλο ποσοστό αυτών είναι ακόμη σε εξέλιξη ή σε μελετητικό/κατασκευαστικό επίπεδο. Το δίκτυο μεταφοράς φυσικού αερίου είναι εν εξέλιξη, ενώ η γεωθερμία ελάχιστα αξιοποιημένη και διαδεδομένη. Παρόλο αυτά, η ΠΕ Πελοποννήσου έχει σημαντική συνεισφορά στις ΑΠΕ, καθώς κατέλαβε τη δεύτερη θέση στις αιολικές εγκαταστάσεις και την τρίτη αντίστοιχα στις φωτοβολταϊκές το έτος 2017.

Τέλος, στο Περιφερειακό Πρόγραμμα Ανάπτυξης Πελοποννήσου 2021-2025, όπου διαμορφώνεται η στρατηγική της ΠΕ Πελοποννήσου για τη χρονική περίοδο 2021 – 2025, τίθενται μεταξύ των αναπτυξιακών στόχων και ο αντίστοιχος της πράσινης ανάπτυξης, ο οποίος περιλαμβάνει δράσεις που αφορούν τη βιώσιμη διαχείριση στερεών και υγρών αποβλήτων, την πράσινη επιχειρηματικότητα, αλλά και τη στήριξη φιλικών προς το περιβάλλον

διεργασιών παραγωγής και αποδοτικής χρήσης πόρων. Ως εκ τούτου, στους ως άνω πυλώνες ανάπτυξης της Πελοποννήσου κρίνεται σημαντική η ενίσχυση της ίδρυσης βιοδιυλιστηρίων που θα επεξεργάζονται τα υπολείμματα των εργοστασίων χυμοποίησης πορτοκαλιών για την ανάπτυξη νέων προϊόντων και υπηρεσιών με τη χρήση καινοτομιών.

6.2.2 Μεθοδολογία

Για την αναζήτηση των περιοχών χωροθέτησης της μονάδας βιοδιυλιστηρίου στην Περιφέρεια Πελοποννήσου εφαρμόστηκε η μεθοδολογία των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (ΓΠΣ). Επίσης, για τον ορισμό των κριτηρίων της χωροθέτησης χρησιμοποιήθηκε το Ειδικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης για τη χωροθέτηση βιομηχανιών, εγκαταστάσεων Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) και συνοδευτικών έργων. Πιο αναλυτικά αναφέρεται ότι, για την υλοποίηση της μεθοδολογίας ΓΠΣ :

α. Χρησιμοποιήθηκαν τα ακόλουθα εργαλεία :

- Το λογισμικό πρόγραμμα ανοικτού κώδικα QGIS 3.16, το οποίο αποτελεί επίσημο πρόγραμμα του Open Source Geospatial Foundation (OSGeo). Το εν λόγω λογισμικό είναι φιλικό προς τον χρήστη, υποστηρίζει πολλές μορφές δεδομένων όπως vector , raster , dxf, επικοινωνεί με χωρικές βάσεις δεδομένων και διαθέτει μια σειρά ενσωματωμένων εργαλείων που συνδράμουν στην οπτικοποίηση, στον μετασχηματισμό των δεδομένων και στους τοπολογικούς ελέγχους.
- Γεωχωρικά δεδομένα σε μορφή σχηματικών αρχείων (ESRI shape files) από την παγκόσμια γεωγραφική βάση δεδομένων Open Street Map (OSM) <https://www.openstreetmap.org/> και τη βάση ανοικτών δεδομένων <https://geodata.gov.gr/> του ερευνητικού Ινστιτούτου Πληροφοριακών Συστημάτων (ΙΠΣΥ), το οποίο εσππεύεται από τη Γενική Γραμματεία Έρευνας και Καινοτομίας του Υπουργείου Ανάπτυξης και Επενδύσεων.

β. Ακολουθήθηκαν τα ακόλουθα βήματα (Ανδρουλάκης κ.ά, 2021β):

1^ο βήμα: Ανάλυση προβλήματος και υφιστάμενης κατάστασης (προσδιορισμός αναγκών και βασικών απαιτήσεων) για τη δημιουργία Γεωβάσης.

Στο πρώτο βήμα προσδιορίστηκε η διαχειριστική ενότητα, συγκεντρώθηκαν τα απαραίτητα στοιχεία και δεδομένα που αφορούν στο φυσικό και ανθρωπογενές περιβάλλον της περιοχής μελέτης, εκτιμήθηκαν οι ανάγκες της δραστηριότητας σε έκταση και χωρητικότητα. Για την υλοποίηση αυτού του βήματος καθορίστηκαν με ακρίβεια τα κριτήρια, τα διάφορα απαιτούμενα επίπεδα γεωγραφικής πληροφορίας, τα περιγραφικά χαρακτηριστικά, η κωδικοποίηση τόσο των γεωγραφικών όσο και των περιγραφικών χαρακτηριστικών, τα μεταδεδομένα (metadata) και η οργάνωση του χώρου εργασίας.

2^ο βήμα: Δημιουργία επιπέδων από τα κριτήρια και αποκλεισμός περιοχών.

Στο δεύτερο βήμα συμπληρώθηκαν τα απαιτούμενα δεδομένα για την επίλυση του προβλήματος με τη βοήθεια των εργαλείων διαχείρισης και δημιουργήθηκε η χωρική Βάση Δεδομένων στον υπολογιστή. Πιο αναλυτικά, δημιουργήθηκαν θεματικοί χάρτες χρησιμοποιώντας διάφορα κριτήρια αποκλεισμού όπως προκύπτουν από νομοθετικούς, επιστημονικούς και τεχνικούς περιορισμούς, αποκλείστηκαν περιοχές στις οποίες ήταν αδύνατη η χωροθέτηση και εισήχθησαν χαρακτηριστικά (περιβαλλοντικά, κοινωνικά, χωροταξικά, οικονομικά) της περιοχής.

3ο βήμα: Δημιουργία των επίπεδων καταλληλότητας και αποκλεισμού

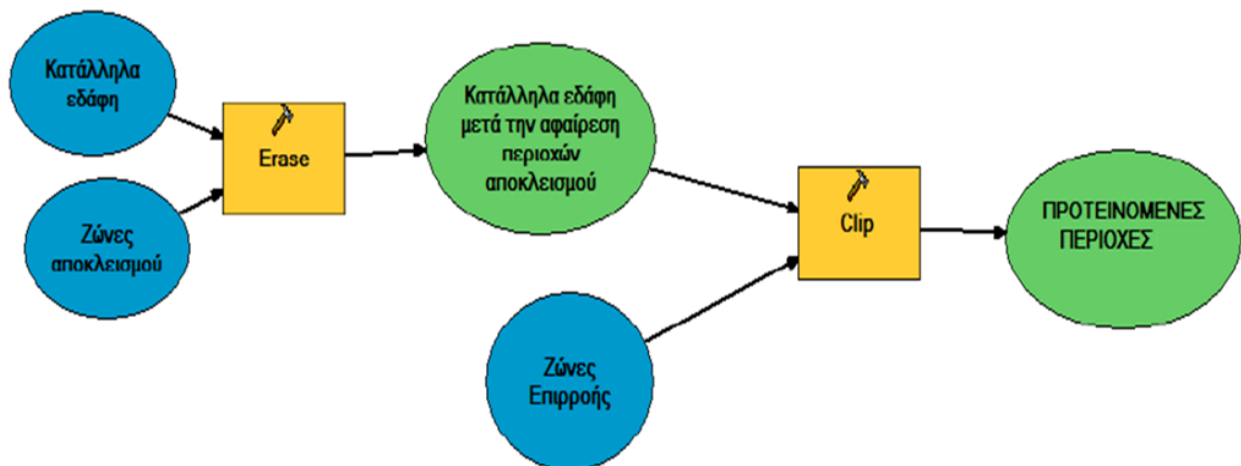
Στο τρίτο βήμα πραγματοποιήθηκε χωρική ανάλυση των δεδομένων με τη δημιουργία νέων επιπέδων, τη βοήθεια εργαλείων δημιουργίας ζωνών αποκλεισμού, αλληλεπίθεσης διαφόρων επιπέδων και άλλων αναλυτικών λειτουργιών.

4ο βήμα : Δημιουργία τελικών περιοχών και αξιοποίηση του Model Builder :

Στο τέταρτο βήμα ορίστηκαν τα κριτήρια ιεράρχησης, υπολογίστηκε η βαθμολογία κάθε περιοχής και προτάθηκαν οι περιοχές με τη μεγαλύτερη βαθμολογία, ως καταλληλότερες περιοχές.

γ. Εφαρμόστηκαν οι ακόλουθες διαδικασίες (Εικ. 6.2-1) :

- Δημιουργήθηκαν τρεις ομάδες ζωνών: οι ζώνες αποκλεισμού, ώστε οι προτεινόμενες περιοχές να καλύπτουν τα κριτήρια ακαταλληλότητας λαμβάνοντας υπόψη περιβαλλοντικούς και χωροταξικούς περιορισμούς, οι ζώνες καταλληλότητας εδάφους, με κριτήρια τη χρήση γης, την κλίση εδάφους και τη χωρητικότητα, οι ζώνες επιρροής, με βάση οικονομικά κριτήρια.
- Σύμφωνα με την κλασική προσέγγιση των ΓΠΣ, συγκεκριμένα επίπεδα με τη βοήθεια κατάλληλων αναλυτικών εργαλείων μετατράπηκαν σε νέα επίπεδα που, με τη σειρά τους, με τη χρήση αναλυτικών εργαλείων δημιούργησαν νέα επίπεδα, μέχρις ότου επιτεύχθηκε ο τελικός στόχος που είναι η δημιουργία ενός επιπέδου που περιέχει τις προτεινόμενες περιοχές για τη δημιουργία των ζητούμενων περιοχών εγκατάστασης βιοδιυλιστηρίου.



Εικόνα 6.2-1. Διαδικασίες εύρεσης περιοχών χωροθέτησης της μονάδας βιοδιυλιστηρίου στην Περιφέρεια Πελοποννήσου με το λογισμικό πρόγραμμα QGIS 3.16 (Ανδρουλάκης κ.ά, 2021β).

δ. Χρησιμοποιήθηκαν οι ακόλουθες εντολές για την υλοποίηση του συνδυασμού των ως άνω λειτουργιών:

- **Select** : για την επιλογή συγκεκριμένων εγγραφών από ένα αρχείο.
- **Intersect (τομή)** : για τη δημιουργία των κατάλληλων εδαφών.
- **Erase (Αφαίρεση)** : για την αφαίρεση όλων τα πολυγώνων, στα οποία υπάρχουν μέσα στις ζώνες αποκλεισμού, από το επίπεδο των κατάλληλων εδαφών.

- **Clip (Αποκοπή)** : για την επιλογή από τα εναπομείναντα μόνο αυτών που βρίσκονται μέσα στην ζώνη επιρροής.
- **Buffer** : για τη δημιουργία ζωνών επιρροής γύρω από πολυγωνικά, σημειακά και γραμμικά δεδομένα.
- **Merge Vector Layers** : για την ένωση πολλαπλών επιπέδων σε ένα σχηματικό αρχείο.

6.2.3 Διαδικασία υλοποίησης χωροθέτησης

Καταρχήν, δημιουργήθηκε ένα μοντέλο (model builder) με το λογισμικό πρόγραμμα QGIS, στο οποίο εισήχθησαν κριτήρια, σύμφωνα με τις ισχύουσες νομικές διατάξεις για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, τη βιομηχανία και την πολεοδομία, αλλά και κριτήρια βιωσιμότητας, καταλληλότητας με σκοπό την εύρεση των κατάλληλων περιοχών για τη χωροθέτηση του εργοστασίου βιοδιυλιστηρίου στην περιοχή της Πελοποννήσου.

Εύρεση κατάλληλων εδαφών

Για την επιλογή των κατάλληλων εδαφών τέθηκαν κριτήρια που αφορούν στη χρήση γης, στις κλίσεις εδάφους και στο απαιτούμενο εμβαδόν ως εξής :

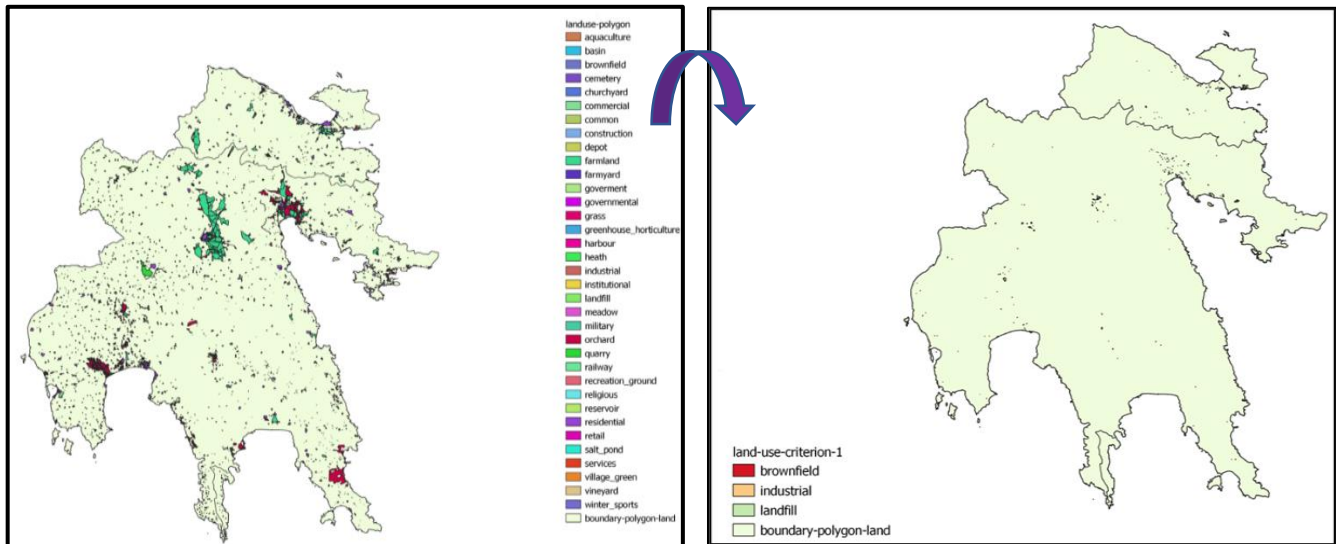
Κριτήριο 1^ο : Κάλυψη γης

Είναι γνωστό ότι, ως προνομιακές περιοχές για την εγκατάσταση μονάδων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από τη χρήση βιομάζας θεωρούνται ενδεικτικά οι χώροι που ευρίσκονται κοντά σε :

- γεωργικές εκμεταλλεύσεις παραγωγής της πρώτης ύλης,
- χώρους υγειονομικής ταφής (Χ.Υ.Τ.Α.)
- εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων
- μεγάλες κτηνοτροφικές ή πτηνοτροφικές μονάδες
- μονάδες παραγωγής χαρτοπολτού
- μονάδες παραγωγής χυμών και τοματοπολτών
- πάσης φύσεως γεωργικές ή κτηνοτροφικές βιομηχανίες, βιομηχανίες ζωοτροφών, κλπ.

Εν προκειμένω, λαμβάνοντας υπόψη και τα ως άνω, περιορίστηκαν τα κατάλληλα εδάφη σε αυτά που έχουν χρήση γης : «**industrial**», «**landfill**», «**brownfield**». Για την εφαρμογή αυτού του κριτηρίου ακολουθήθηκαν τα παρακάτω βήματα :

- α. Επιλογή του αρχείου land-use.shp και χρήση της εντολής «Select Features by value» από την γραμμή εργαλείων του QGIS για τη δημιουργία ερωτήματος στο πεδίο land-use με τις τιμές «industrial», «landfill», «brownfield».
- β. Αποθήκευση των επιλεγμένων πολυγώνων σε ένα ξεχωριστό επίπεδο με την εντολή «Export», «Save Selected Features As» σε ένα σχηματικό αρχείο με την ονομασία land-use-criterion-1.shp (Εικ. 6.2-2).

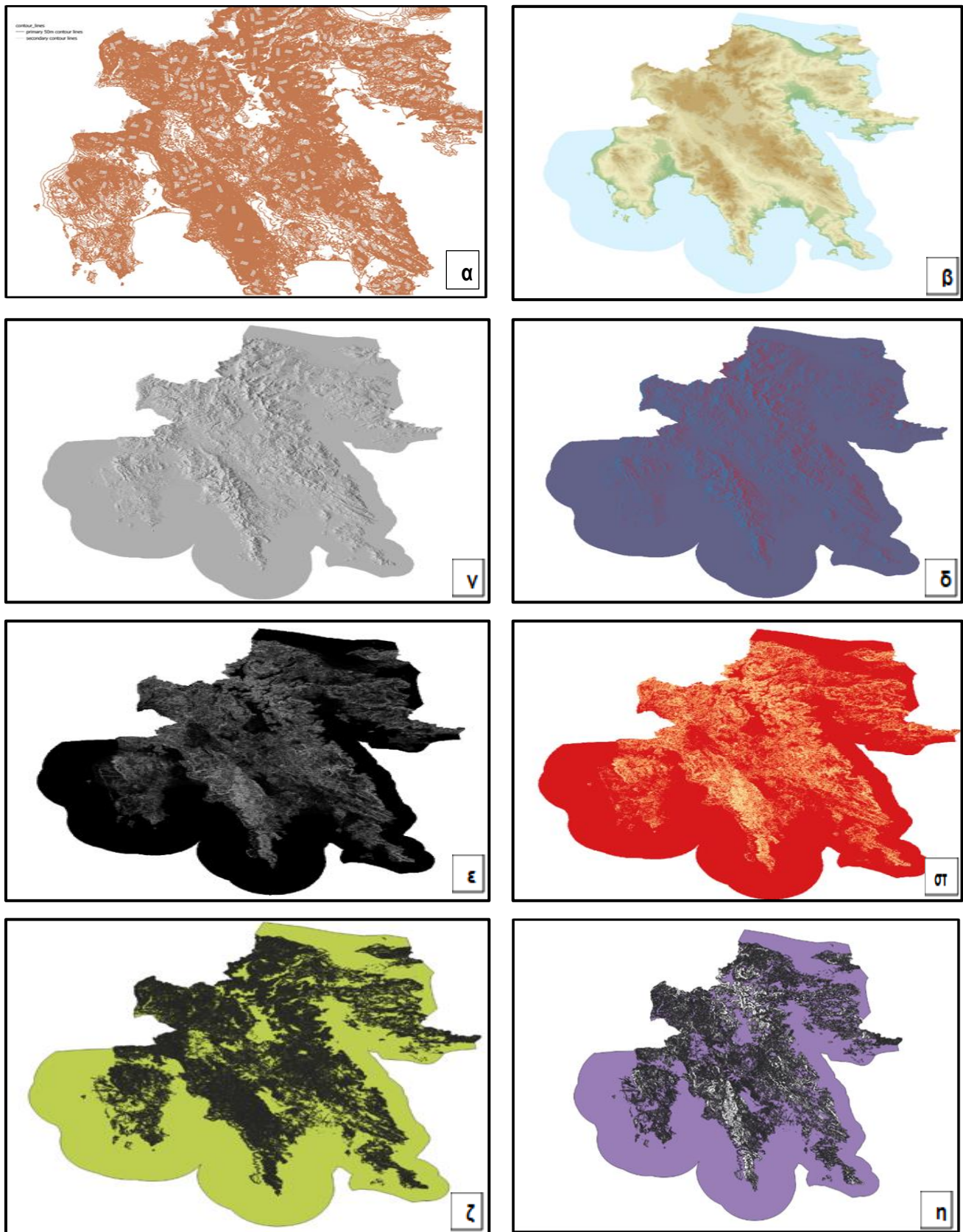


Εικόνα 6.2-2. Κριτήριο 1 : Κάλυψη γης

Κριτήριο 2^ο : Καταλληλότητα λόγω κλίσης εδάφους

Τα κατάλληλα εδάφη θα πρέπει να έχουν κλίση **μικρότερη από 15 μοίρες**. Για την εφαρμογή αυτού του κριτηρίου ακολουθήθηκαν τα παρακάτω βήματα :

- α. Δημιουργία ενός digital elevation model (DEM) χρησιμοποιώντας τη διαδικασία Rasterize (vector to raster) του QGIS στο αρχείο (contour_lines.shp) των ισοϋψών καμπυλών της Πελοποννήσου (Εικ.6.2-3 : α), με να ληφθεί το raster image που απεικονίζεται στην Εικ. 6.2-3: β.
- β. Δημιουργία ενός raster image τύπου hillshade χρησιμοποιώντας το αναλυτικό εργαλείο hillshade του QGIS (Εικ. 6.2-3: γ).
- γ. Χρωματισμός κατάλληλα των κλίσεων (με μπλε χρώμα τις μικρότερες κλίσεις και με κόκκινο τις μεγαλύτερες) (Εικ. 6.2-3: δ).
- δ. Χρήση του αναλυτικού εργαλείου slope του QGIS για την παραγωγή ενός raster image με τις πληροφορίες των κλίσεων των εδαφών (Εικ. 6.2-3: ε).
- ε. Υποδιαίρεση των groups κλίσεων σε έξι επιμέρους κατηγορίες με βήμα 15 μοιρών από 0 – 90 μοίρες, χρησιμοποιώντας το εργαλείο reclassify by table του QGIS. Στα εδάφη με κλίση μικρότερη των 15 μοιρών ορίστηκε η τιμή 1 στο πεδίο DN. Το νέο ληφθέν raster image χρωματίστηκε ανάλογα (Εικ. 6.2-3: στ).
- στ. Μετατροπή του raster image σε ESRI shapefile (vector) χρησιμοποιώντας το εργαλείο Polygonize (raster to vector) του QGIS, με αποτέλεσμα τη δημιουργία ενός νέου επιπέδου, το οποίο έχει όλα τα εδάφη της Περιφέρειας Πελοποννήσου με τις κατηγορίες κλίσης (slopes.shp) (Εικ. 6.2-3: ζ).
- ζ. Επιλογή από το αρχείο slopes.shp των εδαφών με κατηγορία κλίσης DN=1 (δηλαδή μικρότερη από 15 μοίρες) και αποθήκευση των επιλεγμένων εδαφών σε ένα σχηματικό αρχείο «slopes-criterion-2.shp» (Εικ. 6.2-3: η).



Εικόνα 6.2-3. Κριτήριο 2: Καταλληλότητα λόγω κλίσης εδάφους

Οι ζώνες των **κατάλληλων εδαφών** προκύπτουν από το κριτήριο1 (χρήσεις γης) **και** το κριτήριο2 των **κλίσεων εδαφών**. Επειδή θα πρέπει να πληρούνται και τα δυο κριτήρια, ήτοι η χρήση γης (Industrial, landfill, brownfield) **και** οι κλίσεις των εδαφών (μικρότερες των 15 μοιρών) χρησιμοποιήθηκε η εντολή «Intersect» (τομή) των δυο κριτηρίων, με αποτέλεσμα να προκύψει ένα νέο επίπεδο (proper-land-use.shp) με τις ζώνες των καταλλήλων εδαφών (Εικ. 6.2-4).

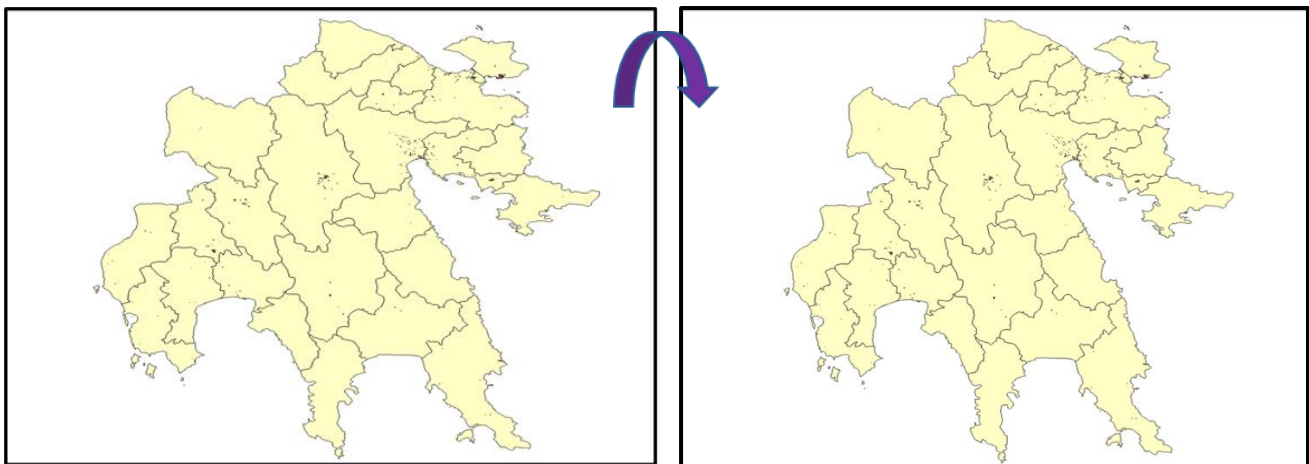


Εικόνα 6.2-4: αριστερά: Ζώνες του κριτηρίου 1, κέντρο: Ζώνες του κριτηρίου 2, δεξιά: Ζώνες των κατάλληλων εδαφών, μετά την τομή των κριτηρίων 1 και 2.

Κριτήριο 3^ο : Κατάλληλη χωρητικότητα

Τα κατάλληλα εδάφη θα πρέπει να έχουν εμβαδόν **μεγαλύτερο ή ίσο από 2.000 τ.μ.** Για την εφαρμογή αυτού του κριτηρίου ακολουθήθηκαν τα παρακάτω βήματα :

- α. Στο αρχείο proper-land-use.shp χρησιμοποιήθηκε η εντολή Add Geometry Attributes του QGIS για τη δημιουργία ενός νέου επιπέδου (proper-land-use-with-geometry.shp), το οποίο περιλαμβάνει το εμβαδόν (area) των κατάλληλων εδαφών.
- β. Στο αρχείο proper-land-use-with-geometry.shp επιλέχθηκαν τα πολύγωνα που έχουν εμβαδόν μεγαλύτερο ή ίσο των 2.000 τ.μ. χρησιμοποιώντας την εντολή «Select Features by value».
- γ. Τα επιλεγμένα πολύγωνα αποθηκεύτηκαν με την εντολή «Export», «Save Selected Features As» σε ένα σχηματικό αρχείο με την ονομασία proper-land-use-with-geometry-2000.shp (Εικ. 6.2-5).



Εικόνα 6.2-5. Κριτήριο 3: κατάλληλη χωρητικότητα

Εύρεση ζωνών αποκλεισμού

Τα κριτήρια για την επιλογή των ζωνών αποκλεισμού, όπως παρουσιάζονται αναλυτικά στον Πίνακα 6.2-1, ορίστηκαν σύμφωνα με τα οριζόμενα στο Παράρτημα VI της υπ' αριθ. 49828/2008 Υπουργικής Απόφασης (ΦΕΚ Β' 2464) και του ν.4759/2020 (Α' 245).

Πίνακας 6.2-1. Κριτήρια για την επιλογή των ζωνών αποκλεισμού

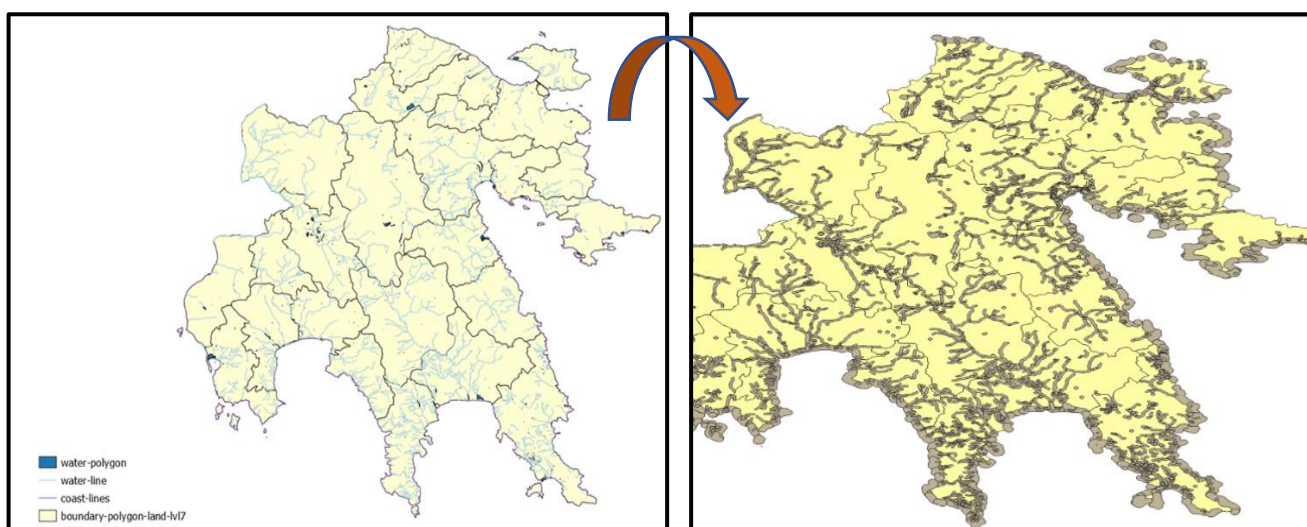
A/A	Χαρακτηριστικό	Πρόταση
1	Υδροβιότοποι, λίμνες, ποταμοί και ακτογραμμές	Νεκρή ζώνη γύρω από ποταμούς: 300m Νεκρή ζώνη γύρω από τις λίμνες: 500m Νεκρή ζώνη γύρω από τις ακτογραμμές: 1000m
2	Προστατευόμενες περιοχές	Νεκρή ζώνη γύρω από περιοχές απολύτου προστασίας: 500m Νεκρή ζώνη γύρω από αισθητικά δάση: 200m Νεκρή ζώνη γύρω από οικότοπους που έχουν ενταχθεί στον Κατάλογο του Ευρωπαϊκού Οικολογικού Δικτύου «Φύση 2000» και ορνιθοπανίδας: 200m
3	Αεροδρόμια και διάδρομοι αεροδρομίων	Νεκρή ζώνη γύρω από Αεροδρόμια και διαδρόμους αεροδρομίων: 500m
4	Δρόμοι και σιδηροδρομικές γραμμές	Νεκρή ζώνη από άξονα αυτοκινητοδρόμων (highway-line-secondary): 100m Νεκρή ζώνη από άξονα εθνικών (highway-line-primary): 60m Νεκρή ζώνη από άξονα επαρχιακών οδών (highway-line-tertiary) : 20m Νεκρή ζώνη γύρω από σιδηροδρομικές γραμμές (railway-line): 30m
5	Ενεργειακά δίκτυα (μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας και φυσικού αερίου)	Νεκρή ζώνη γύρω από Ηλεκτρικές γραμμές υψηλής και μέσης τάσης: 100m
6	Κατοικημένες περιοχές	Νεκρή ζώνη γύρω από κατοικημένες περιοχές (πυκνότητα: >10.000 κατοίκους): 1000m Νεκρή ζώνη γύρω από κατοικημένες περιοχές (πυκνότητα: 2000 – 10.000 κατοίκους): 700m Νεκρή ζώνη γύρω από κατοικημένες περιοχές (πυκνότητα: <2000 κατοίκους): 500m
7	Παραδοσιακοί οικισμοί	Νεκρή ζώνη γύρω από παραδοσιακούς οικισμούς: 1500 m
8	Αποστάσεις από αναπτυξιακές ζώνες και δραστηριότητες (Περιοχές Ολοκληρωμένης Τουριστικής Ανάπτυξης και άλλες περιοχές οργανωμένης ανάπτυξης παραγωγικών δραστηριοτήτων του τριγενούς τομέα, θεματικά πάρκα, τουριστικοί λιμένες, αρχαιολογικοί χώροι και μνημεία, ιερές μονές, κ.α.)	Νεκρή ζώνη γύρω από αναπτυξιακές ζώνες και δραστηριότητες: 500m

Για την υλοποίηση αυτών των περιορισμών στο Γεωγραφικό Σύστημα χρησιμοποιήθηκε το εργαλείο Buffer Vectors της βιβλιοθήκης GDAL του QGIS ώστε να δημιουργηθεί μια νεκρή ζώνη κάποιας απόστασης γύρω από τα σημεία ενδιαφέροντος. Πιο αναλυτικά :

Κριτήριο 1ο : Προστασία υδροφόρου ορίζοντα

Για την προστασία του υδροφόρου ορίζοντα δημιουργήθηκαν ζώνες αποκλεισμού γύρω από τους υδροβιότοπους, τις λίμνες, τους ποταμούς και τις ακτογραμμές σε απόσταση, σύμφωνα με τα κριτήρια του Πίνακα 6.2-1. Για την εφαρμογή αυτού του κριτηρίου ακολουθήθηκαν τα παρακάτω βήματα :

- α. Επιλογή σαν είσοδο των επιπέδων ESRI shapefile που δίνουν τα ποτάμια, τους υδροβιότοπους και τις λίμνες, τις ακτογραμμές στην ευρύτερη περιοχή της Πελοποννήσου.
- β. Εκτέλεση του εργαλείου Buffer Vectors σε κάθε ένα από αυτά τα επίπεδα και προσθήκη της απόστασης γύρω από τις γραμμές και τα πολύγωνα, σύμφωνα με τα κριτήρια του Πίνακα 6.2-1. Το αποτέλεσμα σε καθένα από τα επίπεδα αποθηκεύτηκε σε ξεχωριστό αρχείο.
- γ. Ένωση των ως άνω αρχείων που δημιουργήθηκαν για τα **ποτάμια, τους υδροβιότοπους, τις λίμνες και τις ακτογραμμές**, χρησιμοποιώντας το εργαλείο Merge Vector Layers του QGIS.



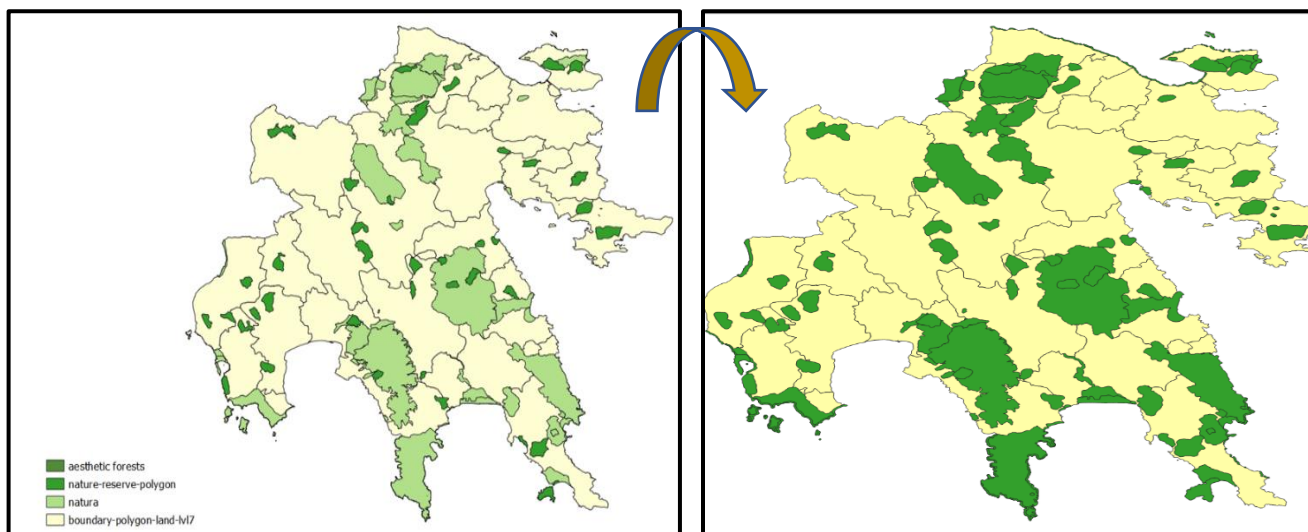
Εικόνα 6.2-6. Κριτήριο 1ο : Προστασία υδροφόρου ορίζοντα

Κριτήριο 2ο : Προστατευόμενες περιοχές

Για τις προστατευόμενες περιοχές δημιουργήθηκαν ζώνες αποκλεισμού γύρω από αυτές σε απόσταση, σύμφωνα με τα οριζόμενα κριτήρια στον Πίνακα 6.2-1. Για την εφαρμογή αυτού του κριτηρίου ακολουθήθηκαν τα παρακάτω βήματα :

- α. Επιλογή σαν είσοδο των επιπέδων ESRI shapefile που δίνουν τις περιοχές απολύτου προστασίας, τα αισθητικά δάση, τους οικότοπους που έχουν ενταχθεί στον Κατάλογο του Ευρωπαϊκού Οικολογικού Δικτύου «Φύση 2000» (περιλαμβάνουν και τις περιοχές ορνιθοπανίδας).
- β. Εκτέλεση του εργαλείου Buffer Vectors σε καθένα από τα επίπεδα αυτά και προσθήκη της απόστασης γύρω από τις γραμμές και τα πολύγωνα, σύμφωνα με τα κριτήρια του Πίνακα 6.2-1. Το αποτέλεσμα σε καθένα από τα επίπεδα αποθηκεύτηκε σε ξεχωριστό αρχείο.
- γ. Ένωση των ως άνω αρχείων που δημιουργήθηκαν για τις περιοχές **απολύτου προστασίας, τα αισθητικά δάση, τους οικότοπους που έχουν ενταχθεί στον Κατάλογο του Ευρωπαϊκού Οικολογικού Δικτύου**

«Φύση 2000» (περιλαμβάνουν και τις περιοχές ορνιθοπανίδας), χρησιμοποιώντας το εργαλείο Merge Vector Layers του QGIS.

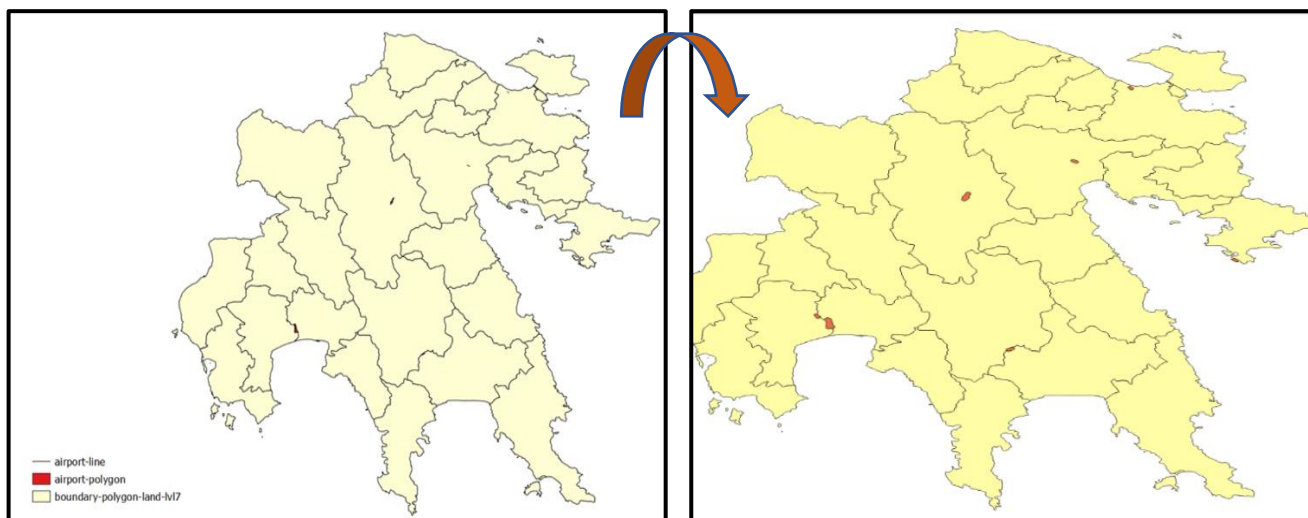


Εικόνα 6.2-7. Κριτήριο 2ο : Προστατευόμενες περιοχές

Κριτήριο 3ο : Αεροδρόμια και διάδρομοι αεροδρομίων

Για τα αεροδρόμια και τους διαδρόμους αεροδρομίων δημιουργήθηκαν ζώνες αποκλεισμού γύρω από αυτά σε απόσταση 500 m. Για την εφαρμογή αυτού του κριτηρίου ακολουθήθηκαν τα παρακάτω βήματα :

- Επιλογή σαν είσοδο των επιπέδων ESRI shapefile που δίνουν τις περιοχές για τα αεροδρόμια και τους διαδρόμους αεροδρομίων στην ευρύτερη περιοχή της Πελοποννήσου.
- Εκτέλεση του εργαλείου Buffer Vectors σε καθένα από τα επίπεδα αυτά και προσθήκη μιας απόστασης 500 μέτρων γύρω από τις γραμμές και τα πολύγωνα. Το αποτέλεσμα σε καθένα από τα επίπεδα αποθηκεύτηκε σε ξεχωριστό αρχείο.
- Ένωση των ως άνω αρχείων που δημιουργήθηκαν για τα αεροδρόμια και τους διαδρόμους αεροδρομίων, χρησιμοποιώντας το εργαλείο Merge Vector Layers του QGIS.

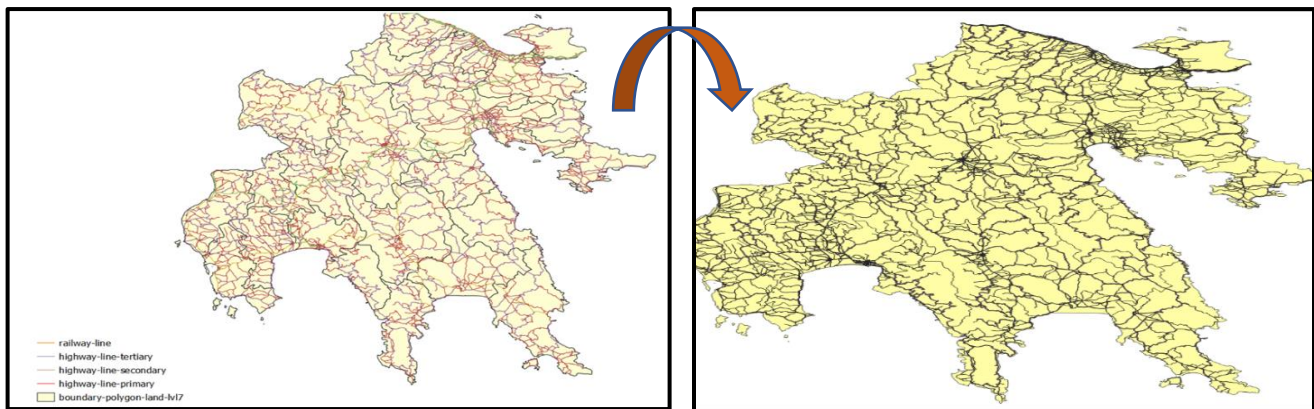


Εικόνα 6.2-8. Κριτήριο 3ο : Αεροδρόμια και διάδρομοι αεροδρομίων

Κριτήριο 4^ο : Δρόμοι και σιδηροδρομικές γραμμές

Για τους **δρόμους και τις σιδηροδρομικές γραμμές** δημιουργήθηκαν ζώνες αποκλεισμού γύρω από αυτά σε απόσταση: . Για την εφαρμογή αυτού του κριτηρίου ακολουθήθηκαν τα παρακάτω βήματα :

- Επιλογή σαν είσοδο των επιπέδων ESRI shapefile που δίνουν τις περιοχές για τους αυτοκινητόδρομους, εθνικές οδούς, επαρχιακούς οδούς, σιδηροδρομικές γραμμές στην ευρύτερη περιοχή της Πελοποννήσου.
- Εκτέλεση του εργαλείου Buffer Vectors σε καθένα από τα επίπεδα αυτά και προσθήκη της οριζόμενης απόστασης γύρω από τις γραμμές και τα πολύγωνα, σύμφωνα με τα κριτήρια του Πίνακα 6.2-1. Το αποτέλεσμα σε καθένα από τα επίπεδα αποθηκεύτηκε σε ξεχωριστό αρχείο.
- Ένωση των ως άνω αρχείων που δημιουργήθηκαν για τους **δρόμους και τις σιδηροδρομικές γραμμές**, χρησιμοποιώντας το εργαλείο Merge Vector Layers του QGIS.

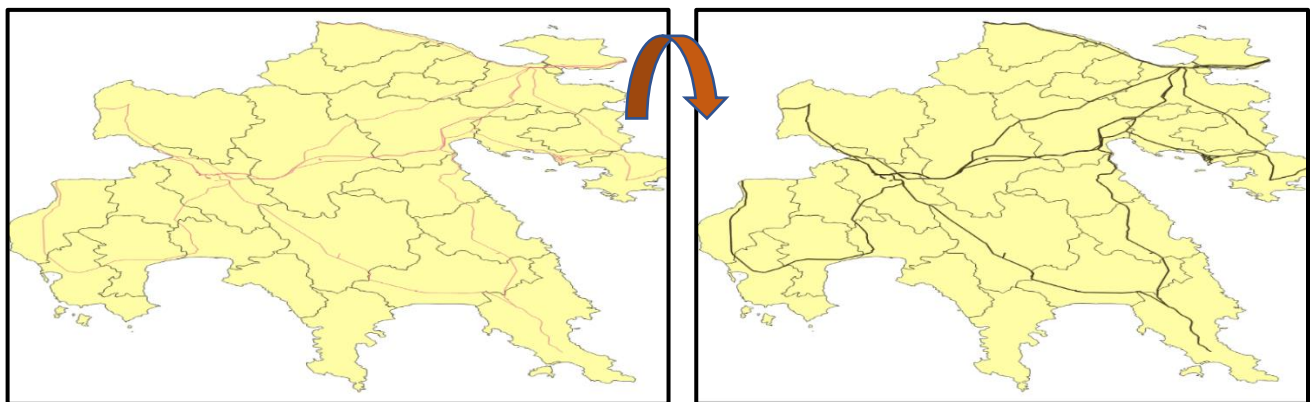


Εικόνα 6.2-9. Κριτήριο 4^ο : Δρόμοι και σιδηροδρομικές γραμμές

Κριτήριο 5^ο : Ηλεκτρικές γραμμές και αγωγοί φυσικού αερίου

Για τους **αγωγούς φυσικού αερίου** δεν υπάρχουν διαθέσιμα δεδομένα, αφού η εγκατάσταση δικτύων διανομής αυτού είναι υπό εξέλιξη. Για τις **ηλεκτρικές γραμμές** δημιουργήθηκαν ζώνες αποκλεισμού γύρω από αυτές σε απόσταση **100 m**. Για την εφαρμογή αυτού του κριτηρίου ακολουθήθηκαν τα παρακάτω βήματα :

- Επιλογή σαν είσοδο του επιπέδου για τις **ηλεκτρικές γραμμές** στην ευρύτερη περιοχή της Πελοποννήσου.
- Εκτέλεση του εργαλείου Buffer Vectors στο επίπεδο αυτό, προσθήκη μιας απόστασης 100 μέτρων γύρω από τις γραμμές και τα πολύγωνα και τέλος, αποθήκευση του αποτελέσματος σε ξεχωριστό αρχείο.

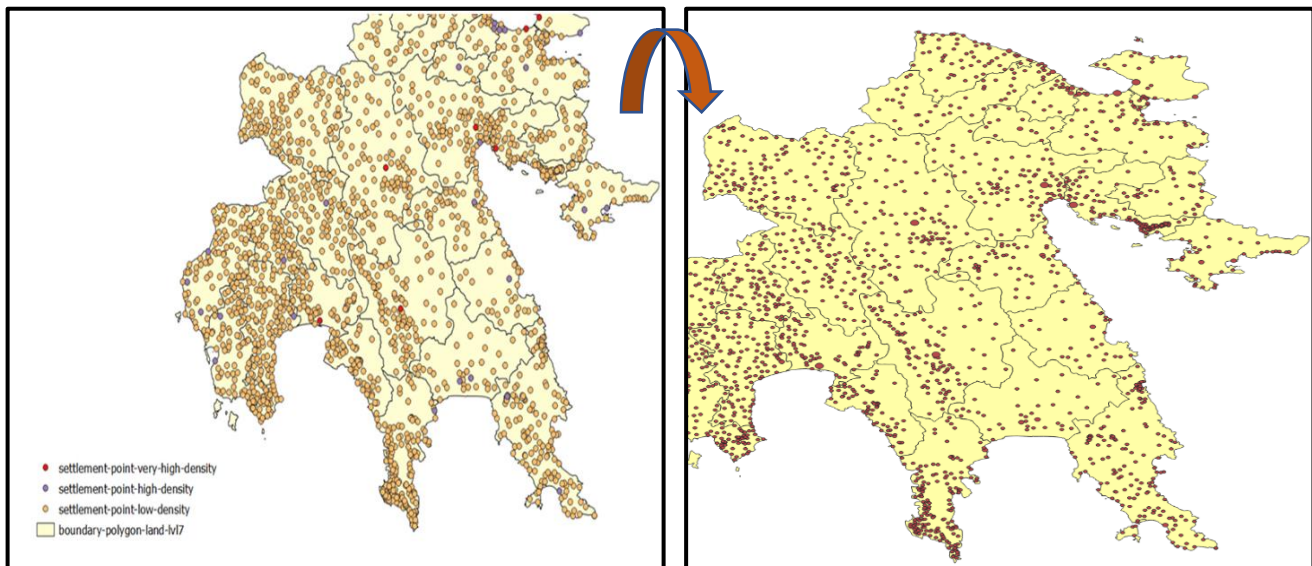


Εικόνα 6.2-10. Κριτήριο 5^ο : Ηλεκτρικές γραμμές και αγωγοί φυσικού αερίου

Κριτήριο 6^ο : Κατοικημένες περιοχές

Για τις κατοικημένες περιοχές δημιουργήθηκαν ζώνες αποκλεισμού γύρω από αυτές σε απόσταση, σύμφωνα με τα οριζόμενα κριτήρια στον Πίνακα 6.2-1. Για την εφαρμογή αυτού του κριτηρίου ακολουθήθηκαν τα παρακάτω βήματα :

- α. Επιλογή σαν είσοδο των επιπέδων ESRI shapefile που δίνουν για τις κατοικημένες περιοχές με πυκνότητα: >10.000 κατοίκους (very high density), με πυκνότητα: 2000 – 10.000 κατοίκους (high density), με πυκνότητα: <2000 κατοίκους (low density).
- β. Εκτέλεση του εργαλείου Buffer Vectors σε κάθε ένα από αυτά τα επίπεδα και προσθήκη της απόστασης γύρω από τις γραμμές και τα πολύγωνα, σύμφωνα με τα κριτήρια του Πίνακα 6.2-1. Το αποτέλεσμα σε καθένα από τα επίπεδα αποθηκεύτηκε σε ξεχωριστό αρχείο.
- γ. Ένωση των ως άνω αρχείων που δημιουργήθηκαν για τις περιοχές **με πυκνότητα: >10.000 κατοίκους, με πυκνότητα: 2000 – 10.000 κατοίκους, με πυκνότητα: <2000 κατοίκους**, χρησιμοποιώντας το εργαλείο Merge Vector Layers του QGIS.

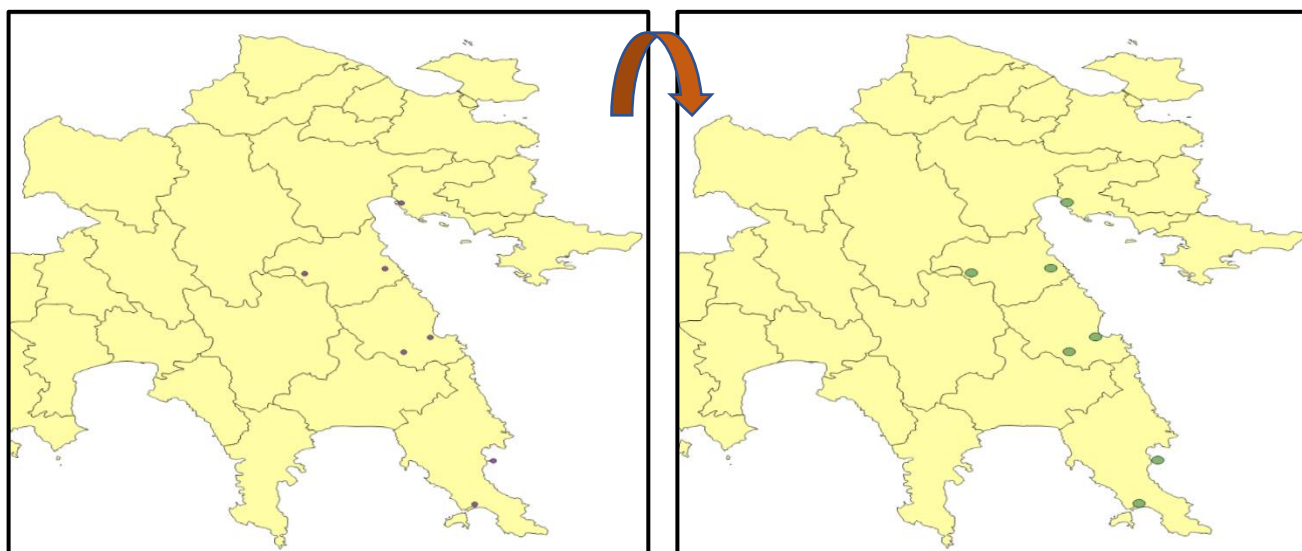


Εικόνα 6.2-11. Κριτήριο 6ο : Κατοικημένες περιοχές

Κριτήριο 8^ο : Παραδοσιακοί οικισμοί

Για τους παραδοσιακούς οικισμούς δημιουργήθηκαν ζώνες αποκλεισμού γύρω από αυτές σε απόσταση **1500 m**. Για την εφαρμογή αυτού του κριτηρίου ακολουθήθηκαν τα παρακάτω βήματα :

- α. Επιλογή σαν είσοδο του επιπέδου για **τους παραδοσιακούς οικισμούς** στην ευρύτερη περιοχή της Πελοποννήσου.
- β. Εκτέλεση του εργαλείου Buffer Vectors στο επίπεδο αυτό και προσθήκη μιας απόστασης 1500 μέτρων γύρω από τις γραμμές και τα πολύγωνα. Το αποτέλεσμα αποθηκεύτηκε σε ξεχωριστό αρχείο.

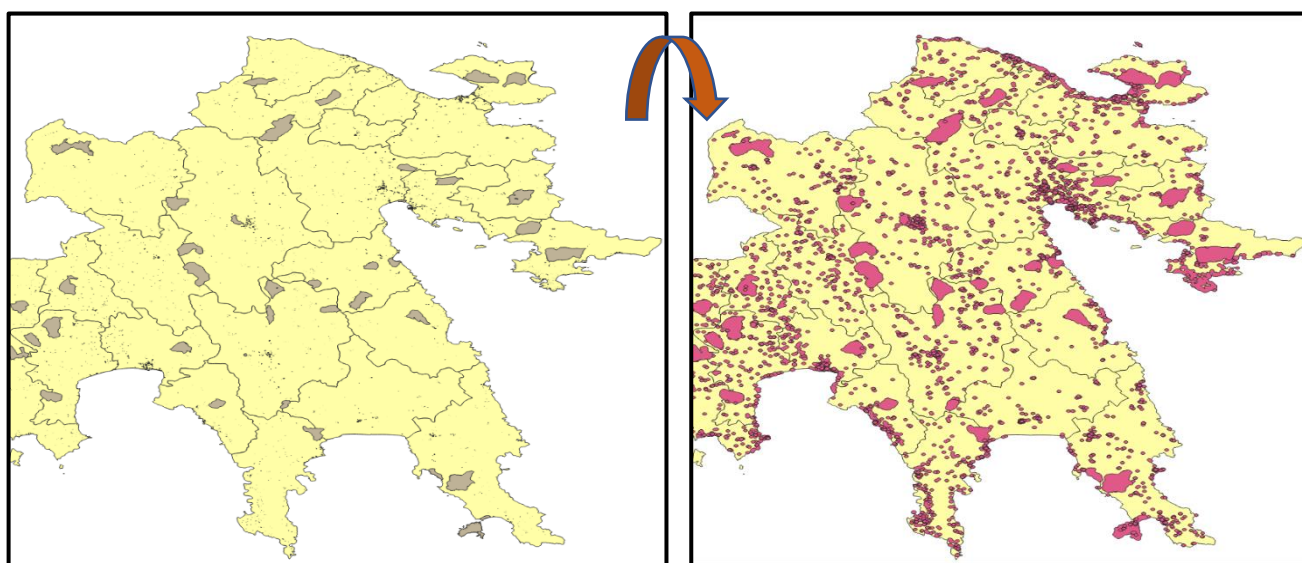


Εικόνα 6.2-12. Κριτήριο 8ο : Παραδοσιακοί οικισμοί

Κριτήριο 9ο : Αποστάσεις από αναπτυξιακές ζώνες και δραστηριότητες (Περιοχές Ολοκληρωμένης Τουριστικής Ανάπτυξης και άλλες περιοχές οργανωμένης ανάπτυξης παραγωγικών δραστηριοτήτων του τριγενούς τομέα, θεματικά πάρκα, τουριστικοί λιμένες, κ.α.)

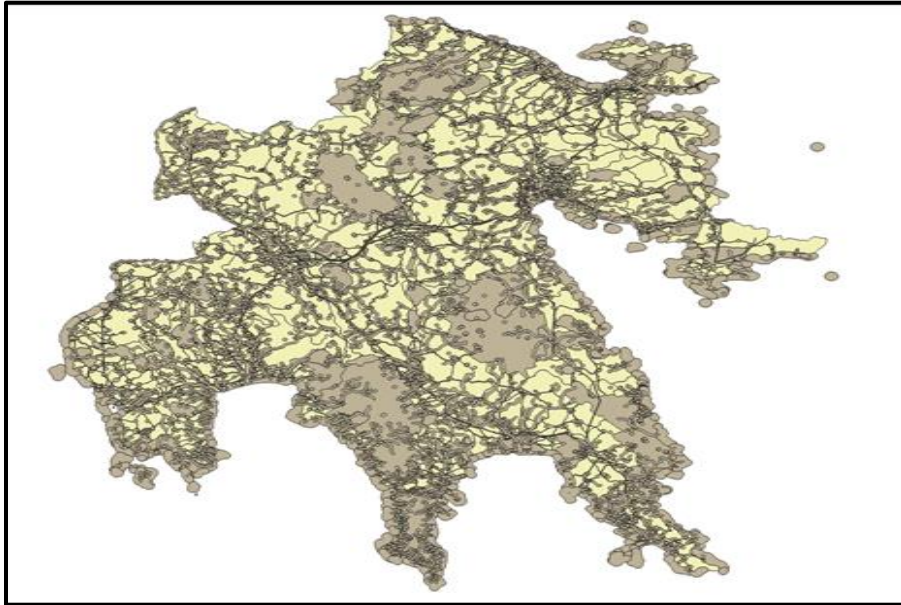
Για τις αναπτυξιακές ζώνες και δραστηριότητες (Περιοχές Ολοκληρωμένης Τουριστικής Ανάπτυξης και άλλες περιοχές οργανωμένης ανάπτυξης παραγωγικών δραστηριοτήτων του τριγενούς τομέα, θεματικά πάρκα, τουριστικοί λιμένες, αρχαιολογικοί χώροι και μνημεία, ιερές μονές, κ.α.) δημιουργήθηκαν ζώνες αποκλεισμού γύρω από αυτές σε απόσταση **1500 m**. Για την εφαρμογή αυτού του κριτηρίου ακολουθήθηκαν τα παρακάτω βήματα:

- γ. Επιλογή σαν είσοδο του επιπέδου για τις αναπτυξιακές ζώνες και δραστηριότητες στην ευρύτερη περιοχή της Πελοποννήσου.
- δ. Εκτέλεση του εργαλείου Buffer Vectors Buffer Vectors στο επίπεδο αυτό και προσθήκη μιας απόστασης 1500 μέτρων γύρω από τις γραμμές και τα πολύγωνα. Το αποτέλεσμα αποθηκεύτηκε σε ξεχωριστό αρχείο.



Εικόνα 6.2-13. Αποστάσεις από αναπτυξιακές ζώνες και δραστηριότητες

Κατόπιν των ανωτέρω, πραγματοποιήθηκε **ένωση** των επιπέδων που είχαν προκύψει από έκαστο κριτήριο σε ένα νέο επίπεδο (elimination-zones-all.shp) χρησιμοποιώντας την εντολή Merge Vector Layers του QGIS, καθώς οι ζώνες αποκλεισμού προκύπτουν από τη σύνθεση όλων των κριτηρίων στα οποία δεν επιτρέπεται η χωροθέτηση της μονάδας βιοδιυλιστηρίου. Το τελικό αποτέλεσμα παρουσιάζεται στην Εικ.6.2-14.



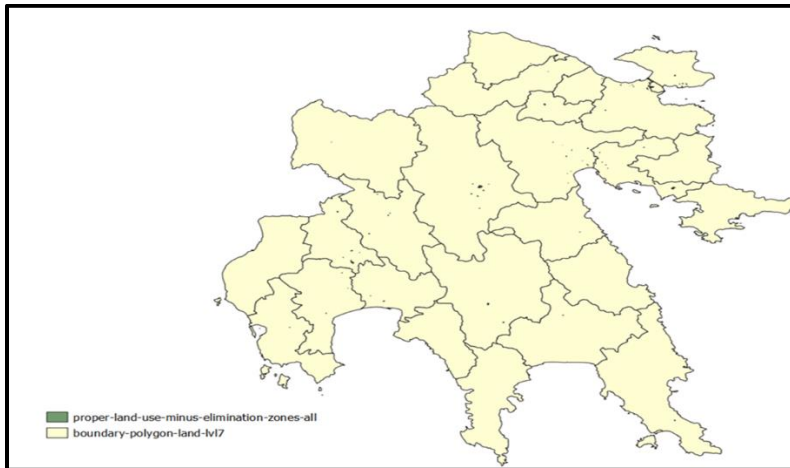
Εικόνα 6.2-14. Ζώνες αποκλεισμού μετά την ένωση των επιπέδων εκάστοτε κριτηρίου

Εύρεση κατάλληλων εδαφών μετά την αφαίρεση ζωνών αποκλεισμού

Μετά τη δημιουργία των ζωνών αποκλεισμού και των κατάλληλων εδαφών, αφαιρέθηκαν τα κατάλληλα εδάφη που ευρίσκονται εντός ζωνών αποκλεισμού χρησιμοποιώντας την εντολή **ERASE** και ειδικότερα την ισοδύναμή της στο λογισμικό QGIS, **Symmetrical Difference**, η οποία δουλεύει μόνο με πολυγωνικά επίπεδα.

Εν προκειμένω, για να αντιμετωπιστούν ζητήματα με τη συγκεκριμένη εντολή που αφορούν στην πολύπλοκη τοπολογία των αρχείων, επιλέχθηκε ως εναλλακτική λύση η χρήση της εντολής UNION της βιβλιοθήκης Saga. Επομένως, δημιουργήθηκε ένα επίπεδο που περιλάμβανε τις κατάλληλες περιοχές και τις ζώνες αποκλεισμού. Για την περαιτέρω επιλογή των πολυγώνων που είναι εκτός ζωνών αποκλεισμού, ακολουθήθηκαν τα ακόλουθα βήματα:

- Προσθήκη ενός πεδίου (elim_flag) στο επίπεδο ζωνών αποκλεισμού (elimination-zones-all.shp) και ορισμό της τιμής 1 σε όλες τις εγγραφές.
- Εκτέλεση της διαδικασίας UNION της βιβλιοθήκης SAGA με είσοδο τα δύο επίπεδα με τα κατάλληλα εδάφη (proper-land-use-with-geometry-2000.shp) και τις ζώνες αποκλεισμού (elimination-zones-all.shp) και παραγωγή ενός νέου επιπέδου που περιλαμβάνει τα κατάλληλα εδάφη και τις ζώνες αποκλεισμού.
- Στον πίνακα χαρακτηριστικών του νέου επιπέδου που δημιουργήθηκε στο προηγούμενο βήμα, επιλέχθηκαν οι εγγραφές που έχουν τιμή NULL στο πεδίο elim_flag, ήτοι αυτές που δεν περιλαμβάνονταν στις ζώνες αποκλεισμού.
- Αποθήκευση των νέων επιλεγμένων εγγραφών σε ένα νέο επίπεδο με το όνομα proper-land-use-minus-elimination-zones-all.shp (Εικ. 6.2-15).



Εικόνα 6.2-15. Κατάλληλα εδάφη μετά την αφαίρεση περιοχών αποκλεισμού.

Εύρεση ζωνών επιρροής

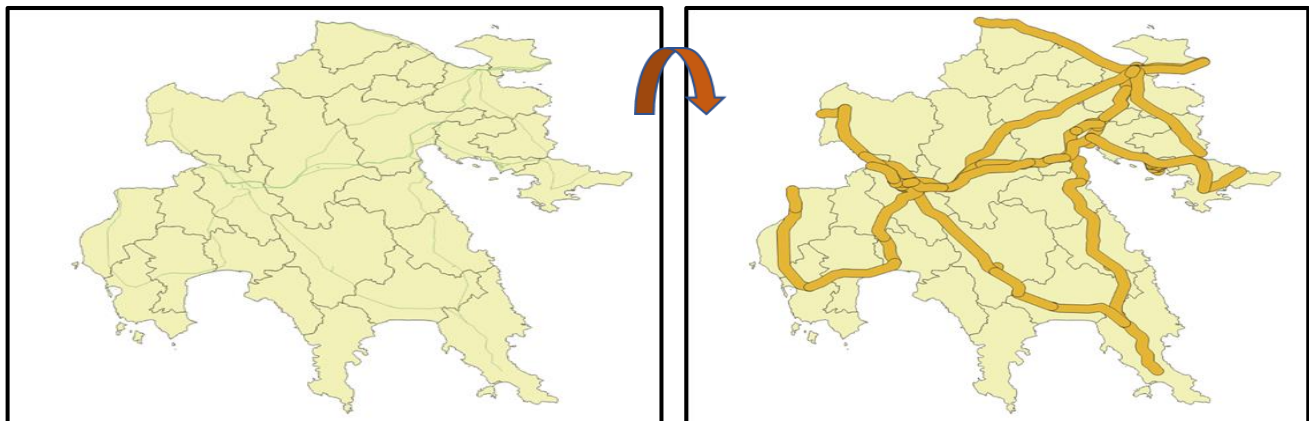
Ως επόμενο στάδιο της προτεινόμενης μεθοδολογίας είναι η δημιουργία ζωνών επιρροής, ήτοι ζωνών μέσα στις οποίες θα πρέπει να συμπεριλαμβάνονται τα κατάλληλα εδάφη ώστε να είναι οικονομικά βιώσιμη η επιχείρηση και οικονομικά συμφέρουσα η κατασκευή του εργοστασίου. Τα κριτήρια που τέθηκαν για την επιλογή αυτών των ζωνών περιγράφονται στον Πίνακα 6.2-2:

Πίνακας 6.2-2. Κριτήρια για την επιλογή των ζωνών επιρροής

α/α	Χαρακτηριστικό	Πρόταση
1	Εγγύτητα σε γραμμές μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας	Μέγιστη απόσταση από γραμμές μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας: 2 km
2	Εγγύτητα σε οδικό δίκτυο	Μέγιστη απόσταση από οδικό δίκτυο (εθνικοί δρόμοι, δρόμοι ταχείας κυκλοφορίας, επαρχιακοί δρόμοι): 2 km

Κριτήριο 1^ο : Γραμμές μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας

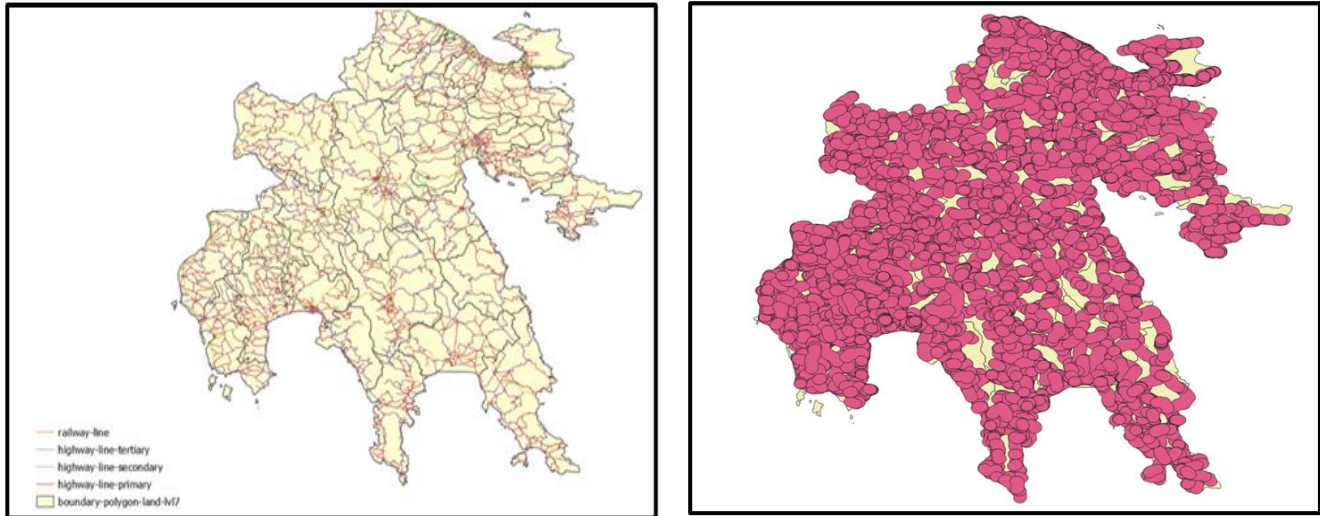
Η πρώτη ζώνη επιρροής δημιουργήθηκε από το επίπεδο που περιλαμβάνει τις γραμμές ηλεκτρικής ενέργειας (power-line.shp), μέσω της διαδικασίας Buffer Vectors όπου προστέθηκε μια ζώνη 2 χιλιομέτρων. Εντός αυτής της ζώνης θα πρέπει να ευρίσκονται τα κατάλληλα εδάφη, ώστε να μειωθούν οι απώλειες μεταφοράς ηλεκτρικού ρεύματος από το εργοστάσιο προς το δίκτυο. Το αποτέλεσμα αυτής της διαδικασίας ήταν η δημιουργία του επιπέδου της πρώτης ζώνης επιρροής, το οποίο αποθηκεύτηκε σε αρχείο με το όνομα zoni-epirois-powerline.shp (Εικ. 6.2-16).



Εικόνα 6.2-16. Ζώνες επιρροής δικτύου μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας

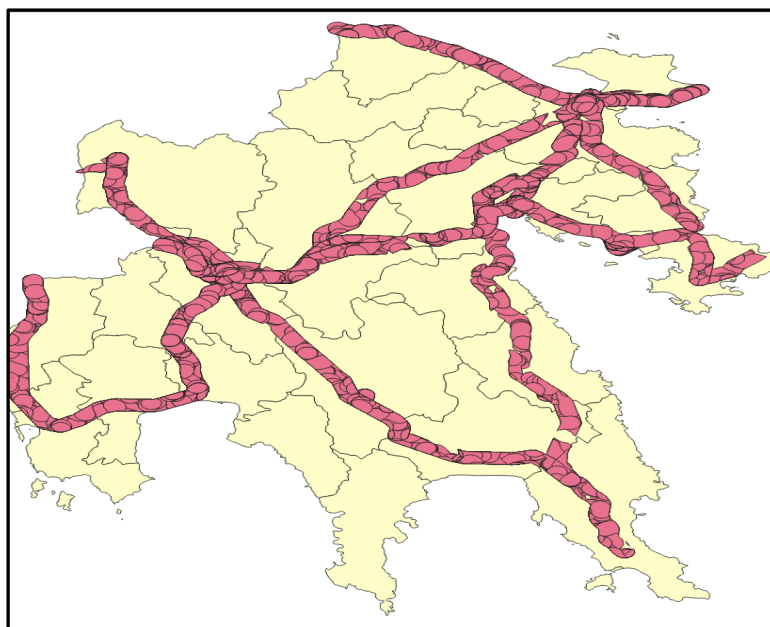
Κριτήριο 2^ο : Οδικό δίκτυο

Η διαδικασία που εφαρμόστηκε για τη δημιουργία της πρώτης ζώνης επιρροής ακολουθήθηκε και για τη δημιουργία της δεύτερης ζώνης επιρροής, ήτοι της εγγύτητας 2 χιλιομέτρων από το οδικό δίκτυο, χρησιμοποιώντας το αρχικό επίπεδο που περιέχει το οδικό δίκτυο (highway-line.shp) και προσθέτοντας μια ζώνη 2 χιλιομέτρων γύρω από το οδικό δίκτυο με τη λειτουργία Buffer Vectors. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα να δημιουργηθεί το επίπεδο της δεύτερης ζώνης επιρροής, το οποίο αποθηκεύτηκε σε αρχείο με το όνομα zoni-epirois-highwayline.shp.



Εικόνα 6.2-17. Ζώνες επιρροής οδικού δικτύου

Εν συνεχεία, για τη δημιουργία των περιοχών που ευρίσκονται σε απόσταση 2 χιλιομέτρων τόσο από τις γραμμές ηλεκτρικής ενέργειας όσο και από το οδικό δίκτυο χρησιμοποιήθηκε η εντολή Intersect της βιβλιοθήκης SAGA, με αποτέλεσμα να δημιουργηθεί το επίπεδο «zones-epirois-all.shp» (Εικ6.2-18), το οποίο αποτελεί την τομή των δύο κριτηρίων του Πίνακα 6.2-2.

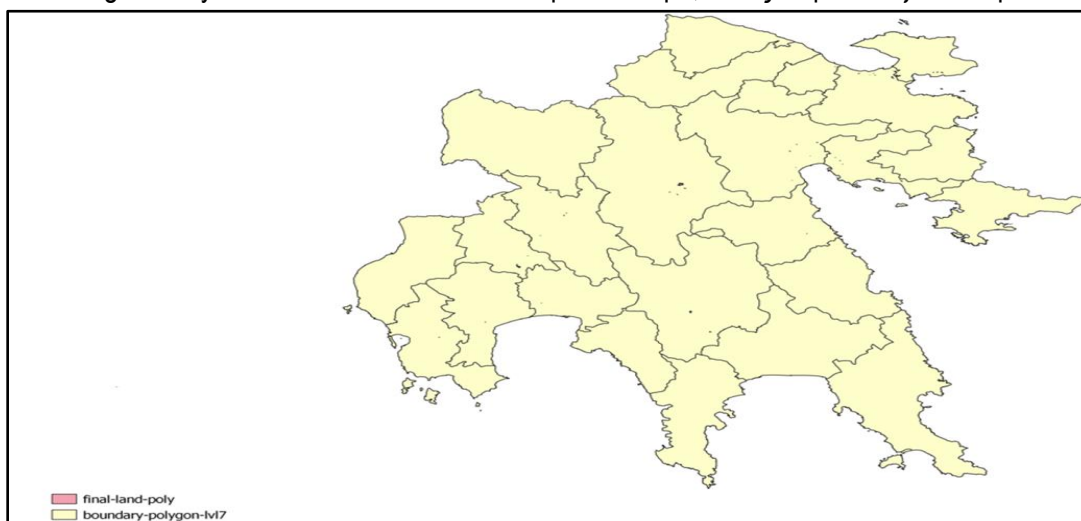


Εικόνα 6.2-18. Ζώνες επιρροής δικτύου μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας και οδικού δικτύου

Εύρεση κατάλληλων εδαφών μετά την εφαρμογή των ζωνών επιρροής

Μετά τη δημιουργία των ζωνών επιρροής, θα πρέπει από τα εναπομείναντα στο επίπεδο των κατάλληλων εδαφών να κρατηθούν μόνο αυτά που ευρίσκονται μέσα στη ζώνη επιρροής. Για τον λόγο αυτό εφαρμόστηκε η διαδικασία Polygon clipping της εργαλειοθήκης SAGA του QGIS, πρώτα με το επίπεδο proper-land-use-minus-elimination-zones-all.shp και σαν overlay επίπεδο το επίπεδο zones-epirois-all.shp, από την οποία δημιουργήθηκε ένα νέο επίπεδο (final-land-poly.shp) που περιλάμβανε τα κατάλληλα εδάφη μετά την εφαρμογή και των ζωνών επιρροής.

Στα εναπομείναντα κατάλληλα εδάφη αφαιρέθηκαν τα αντίστοιχα στα οποία υφίστανται κάποια δομή/εργοστάσιο/άλλο και τα νέα επιλεγμένα εδάφη αποθηκεύτηκαν σε ένα νέο επίπεδο με την ονομασία «final-free-land-use-with-geometry-and-total-distance-from-companies.shp», όπως παρουσιάζεται στην Εικ.6.2-19:



Εικόνα 6.2-19. Προτεινόμενες περιοχές χωροθέτησης βιοδιυλιστηρίου στην Περιφέρεια Πελοποννήσου

Τελικά, ευρέθηκαν συνολικά **εξήντα οχτώ (68)** κατάλληλες περιοχές για τη χωροθέτηση του βιοδιυλιστηρίου επεξεργασίας εσπεριδοειδών, εκ των οποίων οι **δεκαπέντε (15)** ευρίσκονται στον Νομό Αργολίδος, **δεκαπέντε (15)** στον Νομό Αρκαδίας, **είκοσι τέσσερις (24)** στον Νομό Κορινθίας, **επτά (7)** στον Νομό Λακωνίας και **επτά (7)** στον Νομό Μεσσηνίας. Τα ως άνω αποτελέσματα παρουσιάζονται στον Πίνακα 6.2-3 και στο Παράρτημα «ΙΕ».

Πίνακας 6.2-3. Αποτελέσματα περιοχών χωροθέτησης βιοδιυλιστηρίου στην Περιφέρεια Πελοποννήσου

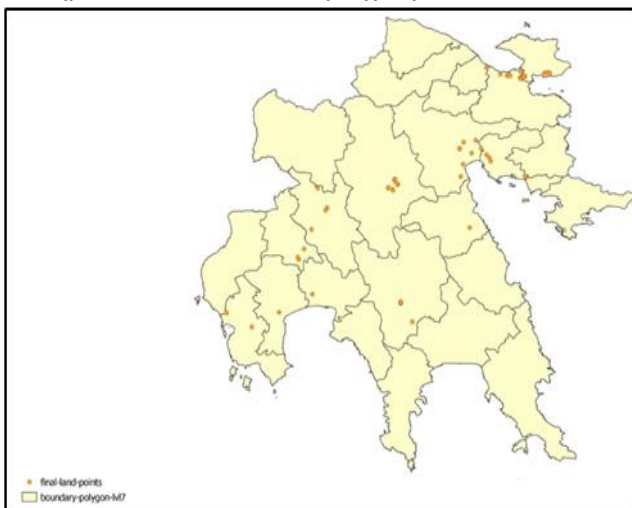
Νομός	Κατάλληλες Περιοχές	Συνολικό Εμβαδόν Κατάλληλων Περιοχών (m ²)	Συνολικό Εμβαδόν Νομού (m ²)	Εμβαδόν % Νομού Κατάλληλων Εδαφών
ΑΡΓΟΛΙΔΑΣ	15	221,576.47	2,148,781,225.84	0.01%
ΑΡΚΑΔΙΑΣ	15	3,243,737.46	4,418,396,999.00	0.07%
ΚΟΡΙΝΘΙΑΣ	24	437,271.48	2,012,326,869.22	0.02%
ΛΑΚΩΝΙΑΣ	7	200,858.83	3,621,145,616.54	0.01%
ΜΕΣΣΗΝΙΑΣ	7	967,282.62	2,967,656,824.24	0.03%
ΣΥΝΟΛΟ	68	5,070,726.86	15,168,307,534.83	0.03%

Εύρεση σημείων χωροθέτησης

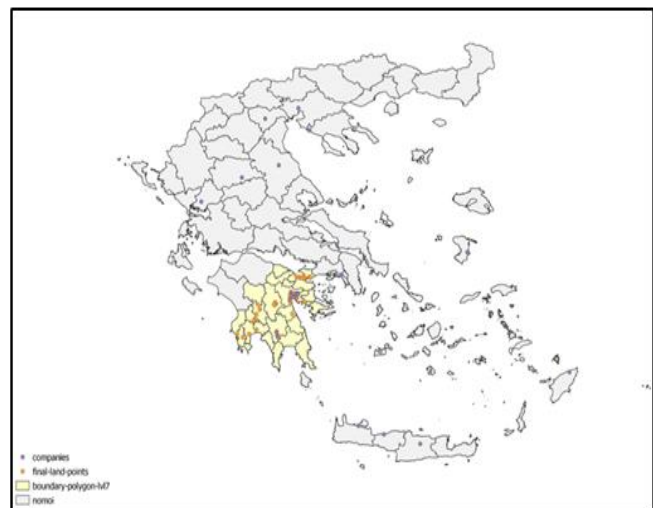
Μετά την εύρεση των κατάλληλων περιοχών χωροθέτησης, αναζητήθηκαν οι περιοχές των οποίων η απόσταση είναι η μικρότερη από τα εργοστάσια χυμοποίησης των εσπεριδοειδών στην Ελλάδα. Η σκοπιμότητα χωροθέτησης του βιοδιυλιστηρίου στην ευρύτερη περιοχή παραγωγής της πρώτης ύλης σχετίζεται άμεσα με την

οικονομική βιωσιμότητα του, αφού οι μεταβολές των συνθηκών τροφοδοσίας της πρώτης ύλης αλλά και το κόστος μεταφοράς της, αποτελούν βασικούς παράγοντες για τη ρύθμιση του κόστους κτήσης της και συνεπακόλουθα των λειτουργικών εξόδων του βιοδιυλιστηρίου. Για την εύρεση, λοιπόν, των περιοχών που ευρίσκονται πιο κοντά στα εργοστάσια χυμοποίησης ακολουθήθηκαν τα εξής βήματα :

- α. Μετατροπή του επιπέδου πολυγώνων των κατάλληλων εδαφών που ευρέθηκαν στην προηγούμενη ενότητα σε επίπεδο σημείων χρησιμοποιώντας το εργαλείο Polygon Centroids της βιβλιοθήκης SAGA, με αποτέλεσμα τη δημιουργία ενός νέου επιπέδου που περιλαμβάνει τα κεντροειδή σημεία των κατάλληλων περιοχών (final-land-with-geometry-centroids.shp).
- β. Ενοποίηση του επιπέδου «final-land-with-geometry-centroids.shp» με το επίπεδο που περιλαμβάνει τα σημεία στα οποία ευρίσκονται τα εργοστάσια χυμοποίησης των εσπεριδοειδών (companies.shp), από όπου δημιουργήθηκε το νέο αρχείο «final-land-with-geometry-and-companies-points.shp» με χαρακτηριστικά και σημεία και από τα δύο προηγούμενα επίπεδα.



Εικόνα 6.2-20. Κεντροειδή σημεία των κατάλληλων περιοχών χωροθέτησης βιοδιυλιστηρίου στην Περιφέρεια Πελοποννήσου.



Εικόνα 6.2-21. Κεντροειδή σημεία των κατάλληλων περιοχών χωροθέτησης βιοδιυλιστηρίου στην Περιφέρεια Πελοποννήσου και περιοχές εργοστασίων χυμοποίησης εσπεριδοειδών.

- γ. Αλλαγή της αρίθμησης των IDs των εργοστασίων χυμοποίησης με την προσθήκη της τιμής 300 μέσω του field calculator ώστε να αποφευχθούν προβλήματα αλληλοεπικάλυψης των τιμών ids των εργοστασίων με των αντίστοιχων των κατάλληλων εδαφών.
- δ. Υπολογισμός των αποστάσεων μεταξύ όλων των κεντροειδών σημείων και των εργοστασίων χυμοποίησης χρησιμοποιώντας το εργαλείο Distance Matrix του QGIS, από όπου δημιουργήθηκε το επίπεδο «distance-matrix.shp».
- ε. Εξαγωγή των αποτελεσμάτων του αρχείου «distance-matrix.shp» σε αρχείο CSV για περαιτέρω επεξεργασία με το πρόγραμμα Microsoft Excel.
- στ. Δημιουργία PIVOT table από το αρχείο CSV, με γραμμές τα IDs των εργοστασίων χυμοποίησης (Target ID filter >= 300), κolumns τα IDs των κεντροειδών σημείων των κατάλληλων εδαφών (Input ID < 300) ώστε να υπολογιστεί το συνολικό άθροισμα των αποστάσεων κάθε κεντροειδούς σημείου από το σύνολο των εργοστασίων χυμοποίησης.

- ζ. Μεταφορά των IDs των κεντροειδών σημείων των κατάλληλων εδαφών με το συνολικό άθροισμα των αποστάσεων σε ένα νέο φύλλο εργασίας του Microsoft Excel, το οποίο εν συνεχεία εξάχθηκε σε αρχείο CSV.
- η. Εισαγωγή του αρχείου CSV στο QGIS και χρησιμοποιώντας την εντολή JOIN εισήχθησαν οι συνολικές αποστάσεις των κεντροειδών σημείων από το αρχείο CSV ως χαρακτηριστικό στο επίπεδο «final-land-with-geometry.shp».
- θ. Ταξινόμηση κατά αύξουσα αρίθμηση των εγγραφών με κριτήριο τη συνολική απόσταση στον πίνακα χαρακτηριστικών και επιλογή των πρώτων πέντε.
- ι. Αποθήκευση των πέντε επιλεγμένων σημείων σε ένα νέο επίπεδο «best-five-areas-with-geometry-and-total-distance-from-companies.shp», το οποίο αποτέλεσε και το τελικό αποτέλεσμα των επιλογών των χωροθετημένων περιοχών.
- ια. Για την τελική εμφάνιση και των υπόλοιπων επιπέδων στον χάρτη, χρησιμοποιήθηκε η εντολή Zoom to Selection στο QGIS.

Οι πρώτες πέντε περιοχές της ως άνω ανάλυσης παρουσιάζονται στον χάρτη του Παραρτήματος «ΙΣΤ» και η ανάλυση των γεωγραφικών σημείων αυτών στο Παράρτημα «ΙΕ» ,από όπου διαπιστώνεται ότι χωροταξικά ευρίσκονται στον Νομό Αργολίδος.

6.3 Συμπεράσματα χωροθέτησης

Σε ότι αφορά στη χωροθέτηση βιοδιυλιστηρίων στη χώρα μας δεν υπάρχει κάποιο ειδικό νομοθετικό πλαίσιο που να ρυθμίζει και εξειδικεύει τις προϋποθέσεις εγκατάστασής τους. Ως προς τους κανόνες χωροθέτησης και εγκατάστασης σταθμών ΑΠΕ εφαρμόζονται οι διατάξεις του Ειδικού Πλαισίου Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης για τις ΑΠΕ, όπως ορίζονται στην υπ' αριθ. 49828/2008 Υπουργική Απόφαση (ΦΕΚ Β' 2464), ως ισχύει. Ειδικότερα, στο άρθρο 18 του ως άνω Ειδικού Χωροταξικού Πλαισίου καθορίζονται τα κριτήρια χωροθέτησης σταθμού εκμετάλλευσης της ενέργειας από βιομάζα/βιοαέριο, ορίζονται οι προνομιακές περιοχές χωροθέτησης του σταθμού, οι ζώνες αποκλεισμού, οι ελάχιστες αποστάσεις από τις γειτνιάζουσες χρήσεις γης, τις περιοχές περιβαλλοντικού ενδιαφέροντος, πολιτιστικής κληρονομιάς, οικιστικών δραστηριοτήτων, αναπτυξιακών ζωνών και δραστηριοτήτων. Επιπρόσθετα, τα Περιφερειακά Χωροταξικά Πλαίσια περιλαμβάνουν προγραμματικά πλαίσια και κατευθύνσεις για τον τρόπο αξιοποίησης του ενεργειακού δυναμικού των περιφερειών, ενώ η πολεοδομική νομοθεσία εφαρμόζεται με τους ίδιους όρους και περιορισμούς για τους σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής από βιομάζα/βιοαέριο με τους αντίστοιχους που ισχύουν για τις βιομηχανικές εγκαταστάσεις.

Κατόπιν των ανωτέρω, εφαρμόστηκε η μεθοδολογία των Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων στην Περιφέρεια της Πελοποννήσου και ευρέθησαν οι κατάλληλες περιοχές χωροθέτησης του βιοδιυλιστηρίου επεξεργασίας αποβλήτων εσπεριδοειδών χρησιμοποιώντας το λογισμικό πρόγραμμα ανοικτού κώδικα QGIS 3.16 και θέτοντας κριτήρια για τη δημιουργία ζωνών αποκλεισμού, καταλληλότητας εδάφους και επιρροής, κατ' εφαρμογή της υπ' αριθ. 49828/2008 Υπουργικής Απόφασης (ΦΕΚ Β' 2464) και του ν.4759/2020 (Α' 245). Οι κατάλληλες περιοχές που ευρέθησαν στην Περιφέρεια Πελοποννήσου θα χρησιμοποιηθούν, εν συνεχεία στο κεφάλαιο 7, στο πλαίσιο της τεχνικοοικονομικής αξιολόγησης της επένδυσης για τον υπολογισμό του κόστους μεταφοράς της πρώτης ύλης από τα εργοστάσια χυμοποίησης εσπεριδοειδών στον χώρο εγκατάστασης του βιοδιυλιστηρίου.

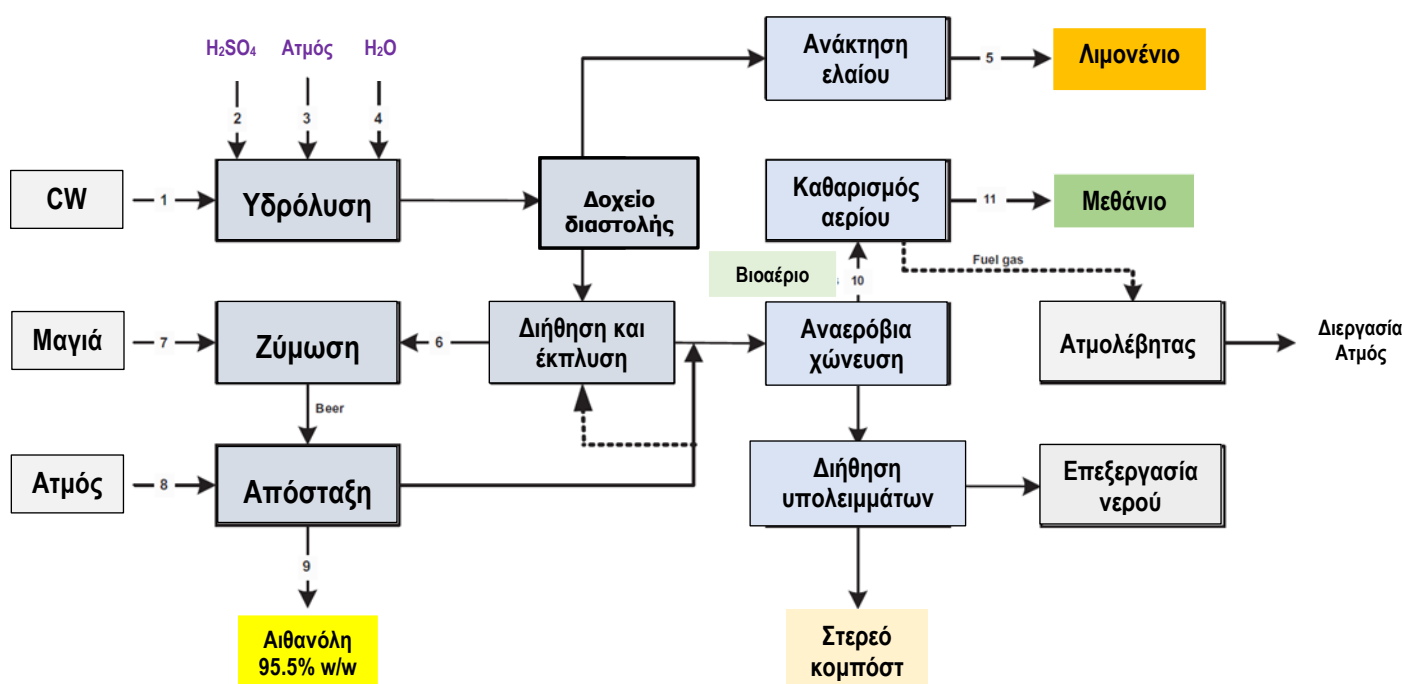
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7. ΤΕΧΝΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ ΒΙΟΔΙΥΛΙΣΤΗΡΙΟΥ

Η επένδυση για την κατασκευή και λειτουργία μονάδας βιοδιυλιστηρίου εσπεριδοειδών συμβάλλει στην παραγωγή υψηλής προστιθέμενης αξίας προϊόντων, στη μείωση της εξάρτησης της χώρας από εισαγωγές καυσίμων, αλλά και στην περιβαλλοντική προστασία καθώς μηδενίζει σχεδόν τα υπολείμματα των εργοστασίων χυμοποίησης. Ωστόσο, αξίζει να διερευνηθεί περαιτέρω η χρηματοοικονομική της απόδοση και αντίστοιχα η οικονομική βιωσιμότητά της, μέσω της μεθοδολογίας που αναπτύσσεται στο παρόν κεφάλαιο.

7.1 Παραγωγική διαδικασία

7.1.1 Αναλυτική περιγραφή της παραγωγικής διαδικασίας

Η παραγωγική διαδικασία που θα υλοποιηθεί στο βιοδιυλιστήριο (Εικ. 7.1-1), περιλαμβάνει διεργασίες υδρόλυσης, ζύμωσης, ανάκτησης αιθανόλης, αναερόβιας χώνευσης, επεξεργασίας λυμάτων, σύμφωνα με τους Lohrasbi et al (2010).



Εικόνα 7.1-1. Διάγραμμα ροής παραγωγικών διαδικασιών βιοδιυλιστηρίου επεξεργασίας αποβλήτων εσπεριδοειδών

Πιο αναλυτικά, τα στάδια της παραγωγικής διαδικασίας είναι τα ακόλουθα:

- Μεταφορά αποβλήτων από τα εργοστάσια χυμοποίησης εσπεριδοειδών μέσω φορητών και παραλαβή – αποθήκευση στις εγκαταστάσεις του βιοδιυλιστηρίου.
- Μεταφορά των φλουδών εσπεριδοειδών στους αντιδραστήρες υδρόλυσης, οι οποίοι λειτουργούν κατά παρτίδες. Σε κάθε παρτίδα, οι αντιδραστήρες φορτώνονται με πολτό (15% κ.β. απόβλητα εσπεριδοειδών και 0,5 % κ.ο. θειικό οξύ), και πραγματοποιείται υδρόλυση σε 6 λεπτά, στους 150 °C μέσω έκρηξης ατμού.
- Μεταφορά των παραγόμενων υδρολυμάτων σε δοχείο διαστολής και ανάκτηση ατμών με περιεκτικότητα 99% κ.ο. σε λιμονένιο.

- δ. Συμπύκνωση των ατμών υψηλής περιεκτικότητας σε λιμονένιο και απομάκρυνση της οργανικής φάσης με το λιμονένιο από την αντίστοιχη υδατική.
- ε. Φιλτράρισμα του πολτού υδρόλυσης και απομάκρυνση των στερεών υπολειμμάτων, τα οποία υφίστανται έκπλυση με ανακυκλωμένο νερό από τη διεργασία της απόσταξης για την ανάκτηση σε ποσοστό 96% των σακχάρων.
- στ. Απομάκρυνση του υπερκείμενου υδρολύματος που έχει υψηλή περιεκτικότητα σε σάκχαρα (γλυκόζη, φρουκτόζη και γαλακτόζη), εξουδετέρωσή του με **lime** (ασβέστη) και εν συνεχεία τροφοδοσία του σε βιοαντιδραστήρα.
- ζ. Προσθήκη στελέχους ζυμομύκητα *Saccharomyces cerevisiae* στον βιοαντιδραστήρα (συνθήκες λειτουργίας : 30° C, pH 5.0, ανάδευση 30 W/m³, προσθήκη 0,5 % w/w corn oil για την πρόληψη υπερβολικού αφρισμού).
- η. Απομάκρυνση με γραμμή ανοδικής ροής του μίγματος “beer” που περιλαμβάνει αιθανόλη (2.5% κ.β.), αραβινόζη (0.5% κ.β.), εξόζες (0.3% κ.β.) και ηηκτίνη (3.1% κ.β.) από τον βιοαντιδραστήρα και ανάκτηση σε ποσοστό 99% της αιθανόλης μέσω της διαδικασίας απόσταξης και καθαρισμού αυτής.
- θ. Απομάκρυνση με γραμμή καθοδικής ροής της μαγιάς από τον βιοαντιδραστήρα και επιστροφή της στον τελευταίο αφού προηγουμένως έχει αεριστεί σε ειδικό δοχείο για την ενεργοποίηση των παραγωγικών κυττάρων της.
- ι. Ανάμιξη των στερεών υπολειμμάτων από τη διεργασία της υδρόλυσης και της απόσταξης και τροφοδοσία σε δεξαμενές για αναερόβια χώνευση (χρόνος παραμονής του μίγματος: 20 ημέρες), από όπου παράγεται βιοαέριο με σύνθεση 41% CH₄ και 50% CO₂. Το βιοαέριο υπόκειται περαιτέρω καθαρισμό σε μονάδα προσρόφησης και αναβαθμίζεται σε CH₄ με καθαρότητα 98%.
- ια. Επεξεργασία της ιλύος από τις δεξαμενές χώνευσης και μετατροπή κατά 30% σε λάσπη και 60% σε CO₂ και νερό με COD χαμηλότερο από 325 mg/L, το οποίο μπορεί να διοχετευτεί σε δίκτυο αποχέτευσης.

7.1.2 Πρώτες – βοηθητικές ύλες και ενέργεια

α) Απόβλητα βιομηχανιών χυμοποίησης εσπεριδοειδών

Τα στερεά απόβλητα, γνωστά ως citrus wastes (CW), προκύπτουν από τα διάφορα στάδια χυμοποίησης των εσπεριδοειδών και περιλαμβάνουν τμήματα των φρούτων όπως είναι σαρκώματα καρπού, πυρήνες, φλοιοί, σπόροι, πούλπα. Οι ποσότητες των στερεών αποβλήτων περιέχουν 20% κ.β. ξηρή ύλη και τα κύρια συστατικά τους είναι : 25% ηηκτίνη, 26% εξωσάνες, 7% πεντοζάνες, σύμφωνα με τους Lohrasbi et al. (2010).

Στην παρούσα εργασία, το βιοδιυλιστήριο έχει δυνατότητα επεξεργασίας 100.000 tn CW ετησίως σε 8,000 h. Το βιοδιυλιστήριο για λόγους βιωσιμότητας θα τροφοδοτείται με φορτηγά ωφέλιμου φορτίου 15 τόνων από τα εργοστάσια χυμοποίησης εσπεριδοειδών που ευρίσκονται στην ηπειρωτική χώρα με εξαίρεση αυτών που είναι εγκατεστημένα στις νησιωτικές περιοχές της Ελλάδος (Περιφέρεια Κρήτης, Νοτίου Αιγαίου), της Κεντρικής Μακεδονίας και της Ημαθίας, με κατανομή που παρουσιάζεται στον Πίνακα 7.1-1.

Εξάλλου, η παραγωγή των CW από τις μονάδες χυμοποίησης που ευρίσκονται στην Περιφέρεια Πελοποννήσου, Αττικής, Στερεάς Ελλάδας, Ηπείρου, Θεσσαλίας μπορούν να καλύψουν τη σχεδιαζόμενη δυναμικότητα του βιοδιυλιστηρίου, λαμβάνοντας υπόψη τα μέχρι σήμερα διαθέσιμα βιβλιογραφικά δεδομένα.

Παρόλο αυτά, στο κεφάλαιο 7.7.4 πραγματοποιείται ανάλυση ευαισθησίας ως προς το εύρος της δυναμικότητας του βιοδιυλιστηρίου προκειμένου να μελετηθεί περαιτέρω η επίδρασή της στην οικονομική βιωσιμότητα του.

Πίνακας 7.1-1. Ετήσια ποσότητα στερεών αποβλήτων (tn) ανά περιφέρεια και απαιτούμενα βυτία

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ	Ποσότητα στερεών αποβλήτων (tn)	Απαιτούμενα Βυτία
ΑΡΓΟΛΙΔΑΣ	65,000.00	602
ΑΡΤΑΣ	3,000.00	28
ΑΤΤΙΚΗΣ	3,000.00	28
ΕΥΒΟΙΑΣ	2,000.00	19
ΛΑΚΩΝΙΑΣ	20,000.00	186
ΛΑΡΙΣΑΣ	5,000.00	47
ΤΡΙΚΑΛΩΝ	2,000.00	19
ΣΥΝΟΛΟ	100,000.00	929

Η μεταφορά της πρώτης ύλης προς τις εγκαταστάσεις του βιοδιυλιστηρίου θα γίνονται από οχήματα (πλήρους στεγανότητας, κατάλληλης σήμανσης σύμφωνα με τις ισχύουσες διατάξεις και εφοδιασμένα με τον απαραίτητο εξοπλισμό για τη λήψη προληπτικών/κατασταλτικών μέτρων), με τις απαιτούμενες άδειες για τη μεταφορά τέτοιων υλικών. Σε αυτή την περίπτωση, τα οχήματα θα έχουν παρασχεθεί με leasing στην επιχείρηση του βιοδιυλιστηρίου.

β) Άλλες βοηθητικές ύλες

Οι βοηθητικές ύλες που χρησιμοποιούνται στις διεργασίες του εξεταζόμενου βιοδιυλιστηρίου είναι οι εξής:

- **Θεικό οξύ (H₂SO₄ 98%)**, για τη δημιουργία ήπιων όξινων συνθηκών στο στάδιο της υδρόλυσης των στερεών αποβλήτων από τα εργοστάσια χυμοποίησης εσπεριδοειδών.
- **Μαγιά (στελέχοι ζυμομύκητα *Saccharomyces cerevisiae*)**, για τη ζύμωση των σακχάρων και τη μετατροπή τους σε αιθανόλη.
- **Urea**, για την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων.
- **Lime (ασβέστη)**, για την εξουδετέρωση του υδρολύματος υψηλής περιεκτικότητας σε σάκχαρα πριν την τροφοδοσία του βιοαντιδραστήρα.
- **Corn oil**, για την πρόληψη υπερβολικού αφρισμού κατά το στάδιο της ζύμωσης των σακχάρων στον βιοαντιδραστήρα.
- **Diammonium hydrogen phosphate**, για την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων.

Η μεταφορά των βοηθητικών υλών προς τις εγκαταστάσεις της επιχείρησης θα γίνεται, επίσης, από μεταφορέα που διαθέτει τα κατάλληλα οχήματα με τις προδιαγραφές και αδειοδοτήσεις, όπως περιεγράφηκαν και στο προηγούμενο εδάφιο. Εν προκειμένω, η ευθύνη και το κόστος μεταφοράς επιβαρύνουν τις εταιρείες παροχής των προϊόντων.

γ) Χρήση νερού

Η υδροδότηση θα γίνεται από το τοπικό δίκτυο ύδρευσης, ενώ η απαιτούμενη ποσότητα νερού σε ετήσια βάση εκτιμάται στα **252,920 tn**.

δ) Χρήση ενέργειας

Στη δραστηριότητα χρησιμοποιείται ηλεκτρική ενέργεια με κατανάλωση σε ετήσια βάση **42 kWh/tn αποβλήτων**.

7.1.3 Προϊόντα

α) Λιμονένιο

Το λιμονένιο αποτελεί προϊόν υψηλής προστιθέμενης αξίας εξαιτίας του ευρέως φάσματος εφαρμογών του με αποτέλεσμα η απομόνωσή του να επιφέρει κέρδος στη βιομηχανία επεξεργασίας εσπεριδοειδών. Ειδικότερα, έχει αναφερθεί ότι διαθέτει αντικαρκινικές και αντιδιαβητικές ιδιότητες και δύνανται να χρησιμοποιηθεί για τον έλεγχο της παχυσαρκίας και του σακχαρώδη διαβήτη τύπου-2. Εξαιτίας των αντιμικροβιακών και αντιοξειδωτικών ιδιοτήτων του μπορεί να χρησιμοποιηθεί στη βιομηχανία τροφίμων ως συντηρητικό και αρωματική ένωση, αλλά και στη βιομηχανία των καλλυντικών. Αξίζει να σημειωθεί ότι το D-limonene παρουσιάζει εντομοκτόνες ιδιότητες και μπορεί να παίξει βασικό ρόλο στην αναζήτηση νέας, πράσινης και ασφαλέστερης εναλλακτικής λύσης για τον έλεγχο των παρασίτων, αντικαθιστώντας τα παραδοσιακά συνθετικά φυτοφάρμακα, τα οποία βλάπτουν τόσο την ανθρώπινη υγεία όσο και το περιβάλλον.

Τέλος, η απομάκρυνση του λιμονενίου από τα απόβλητα των εσπεριδοειδών είναι κρίσιμη για την παραγωγή βιοκαυσίμων, λαμβάνοντας υπόψη ότι επιδρά ανασταλτικά στη ζύμωση των σακχάρων και τη μετατροπή τους σε αιθανόλη και μεθάνιο.

β) Αιθανόλη

Η βιομηχανική παραγωγή της αιθανόλης πραγματοποιείται με χημικές μεθόδους από το αιθυλένιο και με ενζυματικές αντιδράσεις από γεωργικές πρώτες ύλες. Στο υπό μελέτη βιοδιυλιστήριο, τα απόβλητα των εργοστασίων χυμοποίησης εσπεριδοειδών αποτελούν κυτταρινικά υλικά που περιλαμβάνουν σημαντική περιεκτικότητα σε διαλυτά σάκχαρα, τα οποία απομονώθηκαν μέσω της όξινης υδρόλυσης και μετατράπηκαν σε βιοαιθανόλη μέσω της διαδικασίας της ζύμωσης.

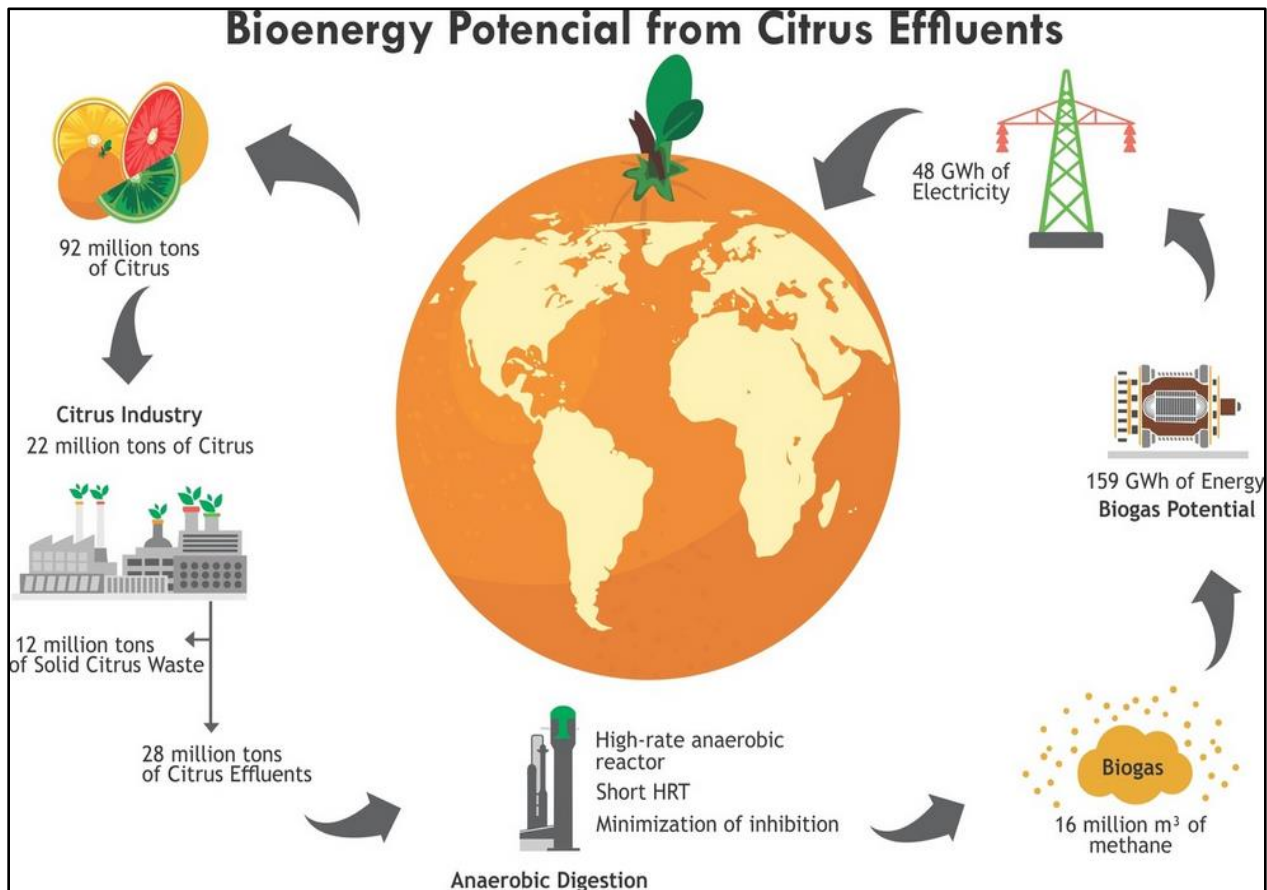
γ) Μεθάνιο

Είναι γνωστό ότι το βιοαέριο αποτελεί μίγμα μεθανίου (50-70%) και διοξείδιο του άνθρακα (30-50%) και προκύπτει ως κύριο προϊόν της αναερόβιας χώνευσης οργανικών υποστρωμάτων. Τα απόβλητα της αγροτοβιομηχανίας αποτελούν το κατάλληλο υπόστρωμα για την παραγωγή του βιοαερίου, ενώ το υψηλό δυναμικό σε μεθάνιο των αποβλήτων εσπεριδοειδών σε σχέση με υπολείμματα άλλων καλλιεργειών υποδηλώνουν τη μελλοντική αξιοποίησή τους. Αποτελέσματα επιστημονικής έρευνας έδειξαν ότι το παραγόμενο βιοαέριο από τα ρεύματα απορριμμάτων σε εργοστάσιο χυμοποίησης, μπορεί να καλύψει τις απαιτήσεις ορυκτών καυσίμων σε ποσοστό 9% που χρησιμοποιούνται για τις διεργασίες αυτού, το οποίο εκτιμάται σε ετήσια κέρδη περίπου 98,000 USD (Rosas-Mendoza et al, 2020).

Λαμβάνοντας υπόψη ότι τα λύματα από την επεξεργασία προϊόντων εσπεριδοειδών, όπως τα πορτοκάλια, τα λεμόνια/λάιμ, το γκρέιπφρουτ και τα μανταρίνια έχουν παρόμοια φυσικοχημικά χαρακτηριστικά, σύμφωνα με τους Rosas-Mendoza et al (2020), το παγκόσμιο δυναμικό βιοενέργειας του μεθανίου από αναερόβια χώνευση είναι περίπου **16 εκατομμύρια m³/έτος**, το οποίο είναι ισοδυναμεί σε περίπου **159 GWh/έτος** ακαθάριστη ενέργεια, εκ της οποίας με ηλεκτρικό βαθμό απόδοσης 30%, λαμβάνεται περίπου **48 GWh/έτος** καθαρή ηλεκτρική ενέργεια και περίπου **111 GWh/έτος** θερμική ενέργεια (Εικ.7.1-2).

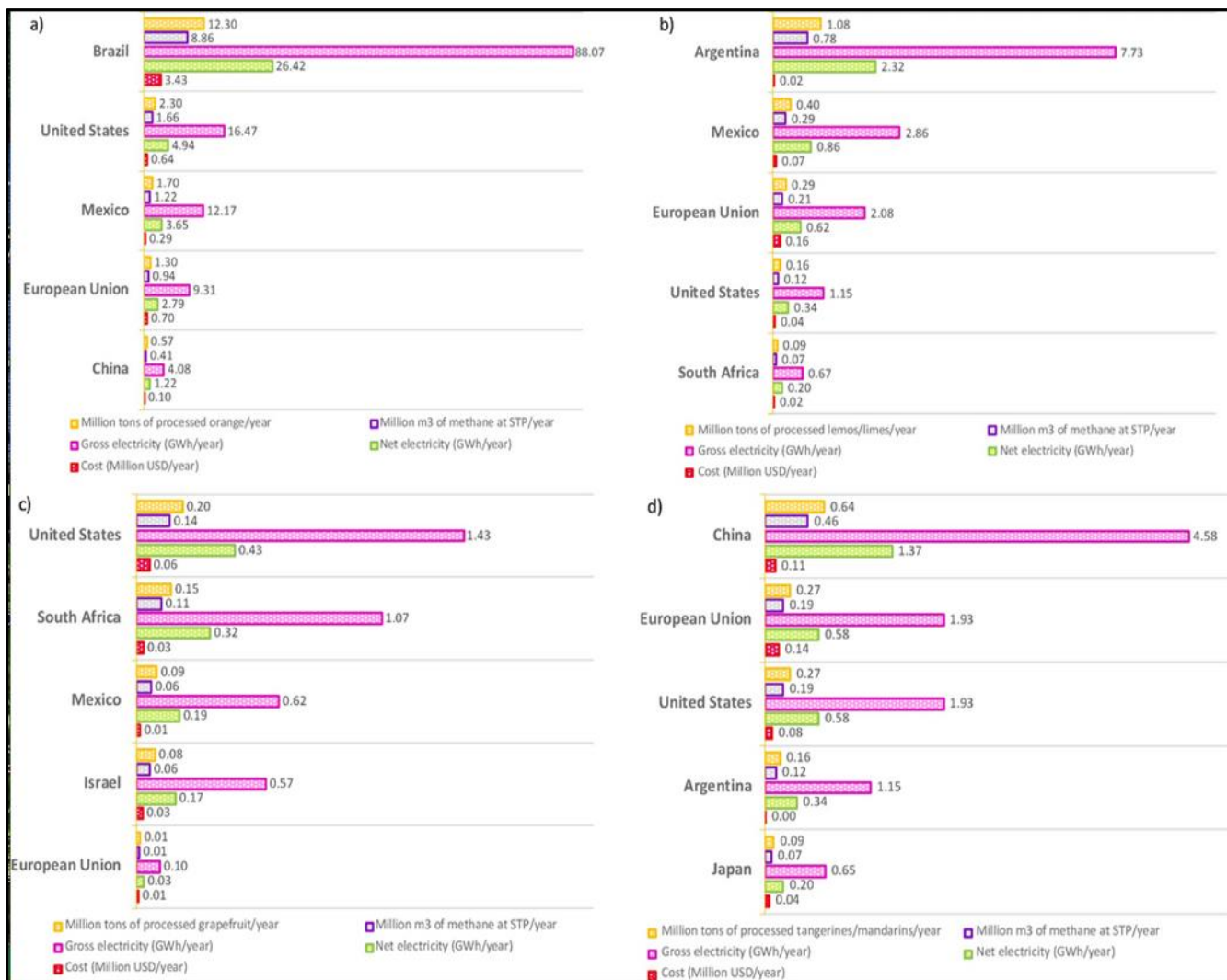
Αυτό το δυναμικό βιοενέργειας συνεισφέρουν, κατά σειρά σημασίας, η Βραζιλία, οι Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής, το Μεξικό, η Ευρωπαϊκή Ένωση, η Αργεντινή, η Κίνα, η Νότια Αφρική, η Ιαπωνία και το Ισραήλ, οι οποίες αποτελούν, επίσης, τις κύριες χώρες επεξεργασίας εσπεριδοειδών. Κατόπιν των ανωτέρω, συμπεραίνεται ότι η

κατανομή του δυναμικού βιοενέργειας για κάθε ήπειρο είναι περίπου 84% για την Αμερική, 9% για την Ευρώπη, 6% για την Ασία και 1% για την Αφρική (Εικ. 7.1-3). Η απόδοση παραγωγής μεθανίου από τα απόβλητα εσπεριδοειδών εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, όπως είναι το pH, η θερμοκρασία, η διαθεσιμότητα θρεπτικών ουσιών για μικροοργανισμούς και, δευτερευόντως, από την ποικιλία των εσπεριδοειδών. Ωστόσο, όπως συμβαίνει με την αλκοολική ζύμωση, κύριο εμπόδιο για την αναερόβια χώνευση των CPW είναι η παρουσία αιθέριων ελαίων στο οργανικό υπόστρωμα.



Εικόνα 7.1-2. Δυναμικό βιοενέργειας από την επεξεργασία οργανικών υπολειμμάτων εργοστασίων χυμοποίησης εσπεριδοειδών σε παγκόσμιο επίπεδο (Rosas-Mendoza et al, 2020).

Στην παρούσα εργασία, η παραγωγή μεθανίου από τις εγκαταστάσεις του βιοδιυλιστηρίου εκτιμάται σε 0.35 Nm³ CH₄/kg πηκτικών στερεών, όπου τα πηκτικά στερεά αποτελούν το 94% των συνολικών στερεών υπολειμμάτων, σύμφωνα με τους Lohrasbi et al (2010). Επιπρόσθετα, σημειώνεται ότι 29% από το παραγόμενο μεθάνιο οδηγείται σε μηχανή εσωτερικής καύσης όπου μέσω της διαδικασίας καύσης παράγονται 2.48 tn/h ατμοί για να χρησιμοποιηθούν περαιτέρω στις διεργασίες υδρόλυσης και απόσταξης του βιοδιυλιστηρίου. Η υπόλοιπη ποσότητα του μεθανίου θα χρησιμοποιηθεί για πώληση και ως εναλλακτική επιλογή στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μέσω μονάδας ΣΗΘ.



Εικόνα 7.1-3. Δυναμικό βιοενέργειας από την επεξεργασία α) πορτοκαλιών, β) λεμονιών/λαιμ, γ) γκρέιπφρουτ και δ) μανταρινιών (Rosas-Mendoza et al, 2020).

δ) Στερεό κομπόστ

Το στερεό υπόλειμμα από την αναερόβια χώνευση, σύμφωνα με τους Lohrasbi et al (2010), έχει σύσταση 120, 26 και 0.5kg/tn, σε άζωτο, φώσφορο και κάλιο και θα πωληθεί ως λίπασμα για περαιτέρω χρήση στη γεωργία.

ε) Ηλεκτρική ενέργεια

Σύμφωνα με την Τεχνική Οδηγία του Τεχνικού Επιμελητηρίου της Ελλάδος 20701-5/2017 (1^η έκδοση), για την εφαρμογή ΣΗΘ χρησιμοποιούνται συνήθως οι ακόλουθες μονάδες,:

- Παλινδρομικές μηχανές (μηχανή Otto-αεριομηχανές, Diesel-πετρελαιομηχανές)
- Ατμοστρόβιλος απομάστευσης
- Αεριοστρόβιλος με λέβητα ανάκτησης θερμότητας
- Μικροστρόβιλος
- Μηχανή Stirling και κύκλος Rankine οργανικού μέσου
- Κυψέλη καυσίμου

Αντίστοιχα, σύμφωνα με τα οριζόμενα στην ως άνω Τεχνική Οδηγία, η επιλογή της αντίστοιχης τεχνολογίας ΣΗΘ πραγματοποιείται λαμβάνοντας υπόψη συγκεκριμένες παραμέτρους, εκ των οποίων οι πιο σημαντικές είναι :

- Κλίμακα ισχύος (ανάλογα με τη ζήτηση θερμότητας και ισχύος)
- Διαθεσιμότητα καυσίμων
- Απαιτήσεις ευελιξίας (χρόνος εκκίνησης, συμπεριφορά σε μερικά φορτία)
- Λόγος ηλεκτρικής προς θερμική ισχύ
- Θερμοκρασία ζητούμενης θερμότητας
- Απαιτήσεις συντήρησης και Κόστος επένδυσης
- Κοινωνικοοικονομικό και πολιτικό πλαίσιο

Στον Πίνακα 7.1-2 παρουσιάζονται τα χαρακτηριστικά των μονάδων ΣΗΘ και στον Πίνακα 7.1-3 παρουσιάζονται αναλυτικά τα μειονεκτήματα και πλεονεκτήματα αυτών (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.-20701-5/2017, 1^η έκδοση).

Στην παρούσα εργασία, η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στο προτεινόμενο βιοδιυλιστήριο θα εξεταστεί ως εναλλακτικό σενάριο, στο οποίο θα προτείνεται ως μονάδα ΣΗΘ τρεις μηχανές εσωτερικής καύσης με βαθμό ηλεκτρικής απόδοσης 40% και συνολική εγκατεστημένη ισχύς 1500 kW (εκάστη 500 kW), οι οποίες είθισται να χρησιμοποιούνται στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από βιοαέριο.

Πίνακας 7.1-2. Συγκριτικός Πίνακας συστημάτων ΣΗΘ

Α/Α	ΒΑΣΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΣΗΘ	ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΙΣΧΥΣ (kW)	ΜΕΓΙΣΤΗ ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΙΣΧΥΣ (kW)	ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ %	ΘΕΡΜΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ %	ΟΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ %	C	ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΕΞΟΔΟΥ ΚΑΥΣΑΕΡΙΩΝ (°C)
1	ΜΗΧΑΝΗ ΟΤΤΟ	1	5000	32 – 35	40 – 45	75 – 80	0,5 – 0,2	Θ.Ν Α.Χ.Π	400 – 450
2	ΜΗΧΑΝΗ DIESEL	100	20000	35 – 40	40 – 45	70 - 80	0,7 – 0,2	Θ.Ν Α.Χ.Π	320 – 450
3	ΑΕΡΙΟΣΤΡΟΒΙΛΟΣ	100	30000	25 – 35	55 – 60	85 – 90	0,6 – 1,1	Θ.Ν Α.Χ.Π Α.Μ.Π	400 – 600
4	ΜΙΚΡΟΣΤΡΟΒΙΛΟΣ	30	300	20 – 30	40-45	65-70	0,2 – 0,5	Θ.Ν	200 – 300
5	Κύκλος ORC και STIRLING	3	3000	5 – 20	70-85	85 – 95	0,1 – 0,4	Θ.Ν	400 - 500
6	ΚΥΨΕΛΗ ΚΑΥΣΙΜΟΥ	5	συνήθως 30 αλλά και έως 120	45 – 50	20 – 25	65 – 70	1 – 2	Θ.Ν Α.Χ.Π Α.Μ.Π	140 - 200
7	ΑΤΜΟΣΤΡΟΒΙΛΟΣ ΑΠΟΜΑΣΤΕΥΣΗΣ	150	100000	35 – 40	40 – 45	75-80	0,07 – 0,57	Α.Χ.Π Α.Μ.Π	180 – 200

Πίνακας 7.1-3. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα μονάδων ΣΗΘ

Σύστημα ΣΗΘ (Εύρος ισχύος)	ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ	ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ
Μηχανές Otto 1 kW to 5 MW	Υψηλός βαθμός απόδοσης με ευελιξία σε μερικά φορτία <ul style="list-style-type: none"> Ταχεία εκκίνηση Σχετικά μικρό κόστος επένδυσης 	<ul style="list-style-type: none"> Υψηλό κόστος λειτουργίας Παραγωγή θερμότητας χαμηλής θερμοκρασίας Σχετικά υψηλές εκπομπές
Μηχανές Diesel 100 kW – 20 MW	<ul style="list-style-type: none"> Αποτελεσματική δυνατότητα παρακολούθησης φορτίου Λειτουργία σε χαμηλή πίεση 	<ul style="list-style-type: none"> Απαιτήση ψύξης Θόρυβος χαμηλής συχνότητας
Αεριοστρόβιλοι 100kW – 30MW (έως και 500 MW για μεγάλης κλίμακας εφαρμογές)	<ul style="list-style-type: none"> Υψηλή αξιοπιστία Χαμηλές εκπομπές Διαθεσιμότητα θερμότητας σε υψηλή θερμοκρασία Δεν υπάρχει απαίτηση ψύξης 	<ul style="list-style-type: none"> Απαιτήση αέρα υψηλής πίεσης και συμπιεστή Κακή απόδοση σε μερικά φορτία Μείωση απόδοσης με αύξηση της θερμοκρασίας περιβάλλοντος
Ατμοστρόβιλοι απομάστευσης 150 kW – εκατοντάδες MW	<ul style="list-style-type: none"> Υψηλός βαθμός απόδοσης Ευελιξία καυσίμου Δυνατότητα εξαγωγής θερμότητας σε πολλαπλές θερμοκρασίες Μεγάλος χρόνος ζωής και αξιοπιστία Μεταβλητός λόγος ηλεκτρισμού προς θερμότητα 	<ul style="list-style-type: none"> Αργή εκκίνηση Πολύ χαμηλός λόγος ηλεκτρισμού προς θερμότητα Απαιτήση λέβητα ή άλλης πηγής ατμού
Μικροστρόβιλοι 30 kW - 300 kW (μέχρι 1MW με πολλαπλές μονάδες)	<ul style="list-style-type: none"> Λίγα κινούμενα μέρη Μικρό μέγεθος Χαμηλές εκπομπές Μη απαίτηση ψύξης 	<ul style="list-style-type: none"> Υψηλά κόστη Σχετικά χαμηλός βαθμός απόδοσης Μειωμένη θερμοκρασία παραγόμενης θερμότητας
Fuel Cells (FC) 5 kW to 2 MW	<ul style="list-style-type: none"> Χαμηλές εκπομπές και θόρυβος Υψηλός βαθμός απόδοσης σε μεταβαλλόμενα φορτία Σπονδυλωτό σχέδιο 	<ul style="list-style-type: none"> Υψηλά κόστη Απαιτήση επεξεργασίας καυσίμου Ευαίσθησία σε ακαθαρσίες καυσίμου Χαμηλή συγκέντρωση ισχύος
ORC 1 kW - 3 MW (>10MW με πολλαπλές μονάδες)	<ul style="list-style-type: none"> Λειτουργία σε χαμηλές θερμοκρασίες Ευελιξία καυσίμου Χαμηλό κόστος συντήρησης Σπονδυλωτός σχεδιασμός 	<ul style="list-style-type: none"> Υψηλά κόστη Μικρός λόγος ηλεκτρικής προς θερμική ενέργεια Χαμηλή απόδοση σε χαμηλά φορτία Εξάρτηση από τη θερμοκρασία περιβάλλοντος
Μηχανή Stirling (SE) 1 kW – 1,5 MW	<ul style="list-style-type: none"> Λίγα κινούμενα μέρη Μικρό μέγεθος Χαμηλές εκπομπές Μη απαίτηση ψύξης 	<ul style="list-style-type: none"> Υψηλά κόστη Λειτουργία σε υψηλή θερμοκρασία Σχετικά χαμηλός ηλεκτρικός βαθμός απόδοσης Χαμηλή θερμοκρασία παραγωγής θερμότητας

7.1.4 Ισοζύγιο μάζας

Το ετήσιο ισοζύγιο μάζας στο προτεινόμενο βιοδιυλιστήριο επεξεργασίας αποβλήτων εργοστασίων χυμοποίησης εσπεριδοειδών παρουσιάζεται στον Πίνακα 7.1-4 (Lohrasbi et al, 2010).

Πίνακας 7.1-4. Πρώτες ύλες και προϊόντα ετησίως βιοδιυλιστηρίου επεξεργασίας αποβλήτων εργοστασίων χυμοποίησης εσπεριδοειδών

Πρώτες ύλες	Ποσότητα (tn/year)
Απόβλητα εσπεριδοειδών	100,000
H ₂ SO ₄ 98%	380
Yeast	48
Urea	6
Lime	520
Corn oil	673
Diammonium hydrogen phosphate	2
Προϊόντα	Ποσότητα
Λιμονένιο	800 tn/year
Αιθανόλη	3,950,000 lt/year
Μεθάνιο	3,180,000 tn/year
Στερεό κομπόστ	4,400 tn/year

7.1.5 Μηχανολογικός εξοπλισμός

Ο μηχανολογικός εξοπλισμός παρουσιάζεται στον Πίνακα 7.1-5 και διακρίνεται σε (Lohrasbi et al, 2010):

- 1) **Κύριο Παραγωγικό Εξοπλισμό**, ο οποίος περιλαμβάνει όλα τα μηχανήματα που αποτελούν τον βασικό εξοπλισμό της παραγωγικής μονάδας και υποστηρίζουν τα στάδια υδρόλυσης, ζύμωσης, ανάκτησης αιθανόλης, αναερόβιας χώνευσης, επεξεργασίας λυμάτων.
- 2) **Βοηθητικό Εξοπλισμό**, ο οποίος περιλαμβάνει τα επιπλέον βοηθητικά μηχανήματα που εξυπηρετούν τις παραγωγικές διαδικασίες.

Πίνακας 7.1-5. Κύριος Παραγωγικός και βοηθητικός εξοπλισμός

Στάδια παραγωγικής διαδικασίας	Κύριος Παραγωγικός Εξοπλισμός	Βοηθητικός Εξοπλισμός
1. Προετοιμασία τροφοδοσίας	<ul style="list-style-type: none">• δεξαμενές αποθήκευσης• φυγοκεντρική αντλία	<ul style="list-style-type: none">• Φωτισμός ασφαλείας• Σύστημα πυρανίχνευσης και πυρόσβεσης• Σύστημα ενδοεπικοινωνίας• Συσκευές θέρμανσης• Συσκευές κλιματισμού• Εξοπλισμός γραφείου• Άλλες βοηθητικές συσκευές
2. Υδρόλυση	<ul style="list-style-type: none">• 4 αντιδραστήρες με μανδύα και ανάδευσης, όγκου 1.0 m³ έκαστος• δοχείο διαστολής SS-316• εναλλάκτης θερμότητας• δεξαμενή αποθήκευσης λιμονένιου• ηρέσα φιλτραρίσματος• δοχεία : εκπλύσεων, ανάμιξης	
3. Ζύμωση	<ul style="list-style-type: none">• Βιοαντιδραστήρας S-304 με ανάδευση 30 W/m³• δοχείο διαχωρισμού	
4. Ανάκτηση αιθανόλης	<ul style="list-style-type: none">• στήλη απόσταξης 22 δίσκων• στήλες ανάκτησης 26 δίσκων• δοχεία: διαχωρισμού, ανάμιξης	
5. Αναερόβια χώνευση	<ul style="list-style-type: none">• αναερόβιοι χωνευτήρες SS-304 με ανάδευση 0.05 W/m³• δεξαμενές αποθήκευσης μεθανίου• στήλες προσρόφησης	

7.1.6 Εκπομπές

α) Αέρια απόβλητα

Οι όποιες επιπτώσεις στην ατμόσφαιρα κατά τη διάρκεια της φάσης κατασκευής προέρχονται από τα καυσαέρια των οχημάτων/μηχανημάτων που θα χρησιμοποιηθούν για την κατασκευή του έργου, από τη σκόνη που δημιουργείται από τις εργασίες στις μη ασφαλοστρωμένες επιφάνειες καθώς και από τις εκπομπές των οχημάτων που θα μεταφέρουν τον εξοπλισμό μέσω των υφιστάμενων οδικών αξόνων.

Επίσης, κατά τη λειτουργία του βιοδιυλιστηρίου είναι δυνατό να παράγονται οσμές, όπως και έκλυση βιομεθανίου σε ποσοστό 3% λόγω διαρροών κατά το στάδιο της ανάκτησής του. Ο υπολογισμός των εκπομπών άνθρακα (GHG emissions), κατά την παραγωγική διαδικασία και κατά τη μεταφορά των αποβλήτων από τα εργοστάσια χυμοποίησης των εσπεριδοειδών, για εκάστη προτεινόμενη περιοχή εγκατάστασης του βιοδιυλιστηρίου, παρουσιάζονται στον Πίνακα 7.1-6 και παρουσιάζουν συνολική μέση τιμή ίση με **72.09 kg CO_{2eq}/tn CW**. Σύμφωνα με τα διαθέσιμα βιβλιογραφικά δεδομένα (Pourbafrani et al, 2013), οι εκπομπές άνθρακα για ένα βιοδιυλιστήριο επεξεργασίας αποβλήτων εσπεριδοειδών υπολογίζονται ίσες με **79.9 – 83.3 kg CO_{2eq}/tn CW**.

Πίνακας 7.1-6. Υπολογισμός εκπομπών kg CO₂eq/tn CW

Κατηγορίες εκπομπών αερίων CO ₂ eq	Περιοχή 11	Περιοχή 47	Περιοχή 10	Περιοχή 21	Περιοχή 19
Μεταφορά αποβλήτων	11.13	10.94	11.13	10.84	11.21
Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας κατά τις διεργασίες	14.14	14.14	14.14	14.14	14.14
Χημικά ^β	23.7	23.7	23.7	23.7	23.7
Διαρροή βιομεθανίου ^γ	23.2	23.2	23.2	23.2	23.2
Σύνολο εκπομπών kg CO₂eq/tn CW (from «well to exit»)	72.17	71.98	72.17	71.88	72.25
Παραδοχές :	<ol style="list-style-type: none"> 1. Η συνολική απόσταση μεταξύ της τοποθεσίας εγκατάστασης του βιοδιυλιστηρίου και των εργοστασίων χυμοποίησης εσπεριδοειδών παρουσιάζονται στο Παράρτημα «ΙΕ». 2. Φορτηγά 40 μικτών τόνων με τρέιλερ εκπέμπουν 0.297 kg CO₂ για κάθε tn/mile (https://ghgprotocol.org/calculation-tools) 3. Οι εκπομπές CO₂ για τις διεργασίες β, γ ελήφθησαν από βιβλιογραφικά δεδομένα (Pourbafrani et al, 2013). 4. Η διαρροή του βιομεθανίου υπολογίζεται σε ποσοστό 3.1%. 5. Οι εκπομπές CO₂ για την ηλεκτρική ενέργεια υπολογίστηκαν σύμφωνα με τα διαθέσιμα δεδομένα του ενεργειακού μίγματος στην Ελλάδα το έτος 2021, όπως έχουν δημοσιευτεί στην έκθεση «2021 European Residual Mix» (https://www.aib-net.org/facts/european-residual-mix). 6. Η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας περιλαμβάνει τις διεργασίες υδρόλυσης, ζύμωσης, απόσταξης, αναερόβιας χώνευσης, επεξεργασία λυμάτων. 				

β) Υγρά απόβλητα

Τα υγρά απόβλητα προέρχονται κυρίως από τη μονάδα της αναερόβιας χώνευσης, τα οποία αποτελούν μίγμα διαφόρων οργανικών και ανόργανων ενώσεων με υψηλό φορτίο COD 3230 mgL⁻¹ και ως εκ τούτου τροφοδοτούνται στη μονάδα επεξεργασίας λυμάτων ώστε να μετατραπούν κατά 30% σε λάσπη, 60% σε CO₂ και νερό με COD χαμηλότερο από 325 mg/L, το οποίο μπορεί να διοχετευτεί περαιτέρω σε δίκτυο αποχέτευσης.

γ) Στερεά απόβλητα

Τα στερεά απόβλητα της επιχείρησης θα αποτελούνται από τα αστικά απορρίμματα, τα υλικά συσκευασίας (χαρτί, πλαστικό κ.ο.κ.). Από τα παραπάνω, τα χαρτιά, χαρτόνια, πλαστικά θα οδηγούνται προς ανακύκλωση, ενώ τα ανάμεικτα δημοτικά απόβλητα θα απορρίπτονται, προς διαχείριση από την οικεία υπηρεσία καθαριότητας. Όλα τα στερεά απόβλητα θα συγκεντρώνονται σε κλειστό χώρο και θα δίνονται για ανακύκλωση ή θα παραλαμβάνονται από τα απορριμματοφόρα του Δήμου Αργολίδος.

Το στερεό κομπόστ θα πωλείται προς λίπασμα στη γεωργία.

δ) Θόρυβος

Πηγές θορύβου θα είναι ο ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός της μονάδας καθώς και τα οχήματα μεταφοράς α' υλών και προϊόντων κατά τις διαδικασίες φορτοεκφόρτωσης. Η στάθμη του θορύβου στα όρια του γηπέδου δεν θα ξεπερνά τα προβλεπόμενα από την νομοθεσία όρια. Τα κλιματολογικά δεδομένα της περιοχής παραμένουν ανεπηρέαστα, όπως επίσης ανεπηρέαστα θα παραμένουν τα γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά της.

7.2 Εκτίμηση Πάγιας Επένδυσης

Το κεφάλαιο που χρειάζεται για τις απαιτούμενες εγκαταστάσεις παραγωγής και τις βοηθητικές εγκαταστάσεις ονομάζεται επένδυση παγίου ή βασικού κεφαλαίου (**fixed capital investment-FCI**), ενώ αυτό που χρειάζεται για τη λειτουργία της μονάδας ονομάζεται κεφάλαιο κίνησης (*working capital – WC*). Το άθροισμα της επένδυσης παγίου κεφαλαίου και του κεφαλαίου κίνησης είναι γνωστά ως συνολική επένδυση κεφαλαίου (*total capital investment- TCI*). Οι περισσότεροι υπολογισμοί του επένδυσης κεφαλαίου βασίζονται στο κόστος του απαραίτητου εξοπλισμού.

Εν προκειμένω, η επένδυση παγίου κεφαλαίου για το βιοδιυλιστήριο επεξεργασίας αποβλήτων εσπεριδοειδών εκτιμάται ότι είναι ίση με **17.94 Μ€, ήτοι 179.4 €/τον δυναμικότητας της μονάδας** και περιλαμβάνει τα άμεσα, έμμεσα κόστη και το κεφάλαιο κίνησης. Το αναλογικό κόστος κάθε συστατικού της ως άνω επένδυσης παγίου κεφαλαίου περιγράφεται στον Πίνακα 7.2-1. Οι ως άνω υπολογισμοί πραγματοποιήθηκαν λαμβάνοντας υπόψη το κόστος παραδομένου εξοπλισμού για τις διεργασίες του βιοδιυλιστηρίου που έχουν αναφέρει οι Lohrasbi et al (2010).

Τα άλλα στοιχεία που περιλαμβάνονται στο ολικό άμεσο και έμμεσο κόστος μονάδας, όπως και το κεφάλαιο κίνησης υπολογίστηκαν ως ποσοστά του κόστους παραδομένου εξοπλισμού. Η επιλογή των συντελεστών πραγματοποιήθηκε χρησιμοποιώντας αντίστοιχα βιβλιογραφικά δεδομένα (Lohrasbi et al, 2010).

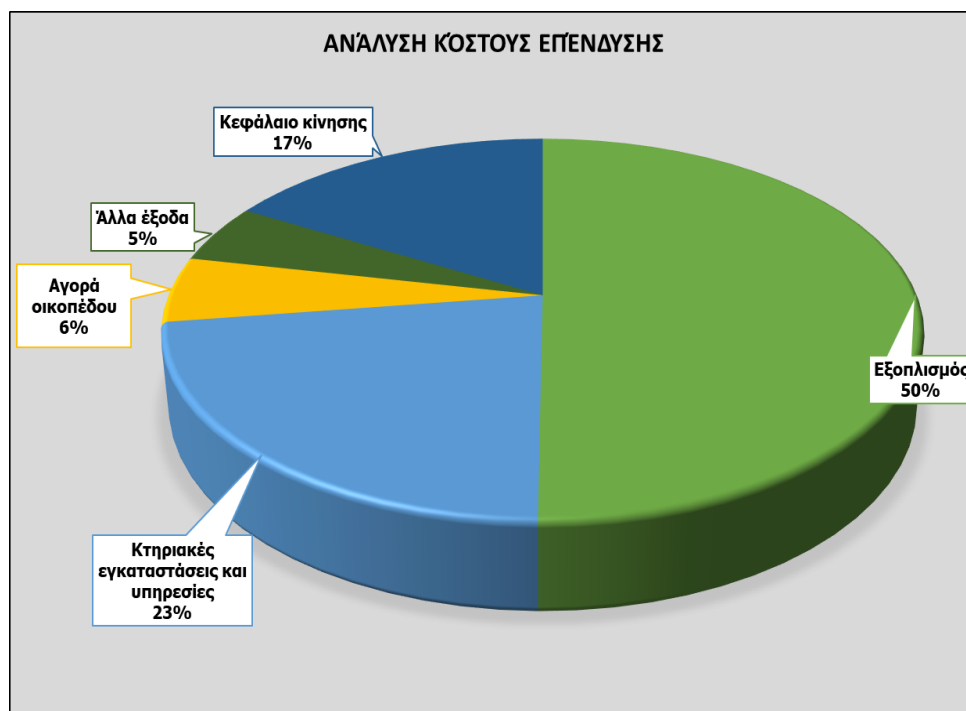
Σε ότι αφορά στον υπολογισμό του κόστους αγοράς οικοπέδου **συνολικής επιφάνειας 5,000 τ.μ.** χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα από τις τρέχουσες τιμές πώλησης των οικοπέδων στην περιοχή της Αργολίδος.

Πίνακας 7.2-1. Λεπτομερείς υπολογισμοί του άμεσου και του έμμεσου κόστους της μονάδας, του κεφαλαίου κίνησης και της συνολικής επένδυσης κεφαλαίου.

Κατηγορία εξόδων	Επιλεγμένο ποσοστό	Εκτιμώμενο κόστος (Μ€)
Άμεσα κόστη		
Αγορασμένος εξοπλισμός (TEC)		4.5
Παράδοση αγορασμένου εξοπλισμού	10% του TEC	0.45
Εγκατάσταση αγορασμένου εξοπλισμού	30% του TEC	1.35
Όργανα και ρυθμιστές (εγκατεστημένα)	20% του TEC	0.9
Σωληνώσεις (εγκατεστημένες)	30% του TEC	1.35
Ηλεκτρικά συστήματα (εγκατεστημένα)	10% του TEC	0.45
Κτηριακές εγκαταστάσεις	15% του TEC	0.675
Διαμόρφωση οικοπέδου και περιβάλλοντος χώρου	10% του TEC	0.45
Εγκαταστάσεις και έργα εξωτερικών χώρων	30% του TEC	1.35
Αγορά οικοπέδου		1
Συνολικό άμεσο κόστος μονάδας (PPC)	----	12.475
Έμμεσα κόστη		
Υπηρεσίες μηχανικών και επίβλεψη	30% του TEC	1.35
Κατασκευαστικά έξοδα	5% του TEC	0.225
Απρόβλεπτα	15% του TEC	0.675
Νομικά έξοδα	5% του TEC	0.225
Συνολικό Έμμεσο Κόστος μονάδας (IPC)	----	2.475
Επένδυση παγίου κεφαλαίου (FCI)	PPC + IPC	14.95
Κεφάλαιο κίνησης (WCI)	20% FCI	2.99
Συνολική επένδυση κεφαλαίου (TCI)	FCI + WCI	17.94

Από την παραπάνω ανάλυση προκύπτει ότι το συνολικό κόστος του εξοπλισμού (αγορά, εγκατάσταση συμπεριλαμβανομένων των σωληνώσεων, ηλεκτρικών συστημάτων και οργάνων-ρυθμιστών) αντιστοιχεί στο **50%**

του κόστους της συνολικής επένδυσης. Επίσης, το κόστος παράδοσης και εγκατάστασης του εξοπλισμού συμμετέχει σε ποσοστό **40%** επί του συνολικού κόστους του εξοπλισμού (Εικ. 7.2-1).



Εικόνα 7.2-1. Ανάλυση κόστους επένδυσης για το βιοδιυλιστήριο

7.3 Εκτίμηση συνολικού κόστους παραγωγής

7.3.1 Κόστος πρώτων υλών και βοηθητικών υλών, ενέργειας

Το συνολικό κόστος των πρώτων, βοηθητικών υλών και ενέργειας για την μονάδα του βιοδιυλιστηρίου υπολογίζεται ότι είναι ίσο με **2,187,000 €/έτος**, όπως αναλύεται στον Πίνακα 7.3-1.

Πίνακας 7.3-1. Ανάλυση του κόστους πρώτων και βοηθητικών υλών, ενέργειας

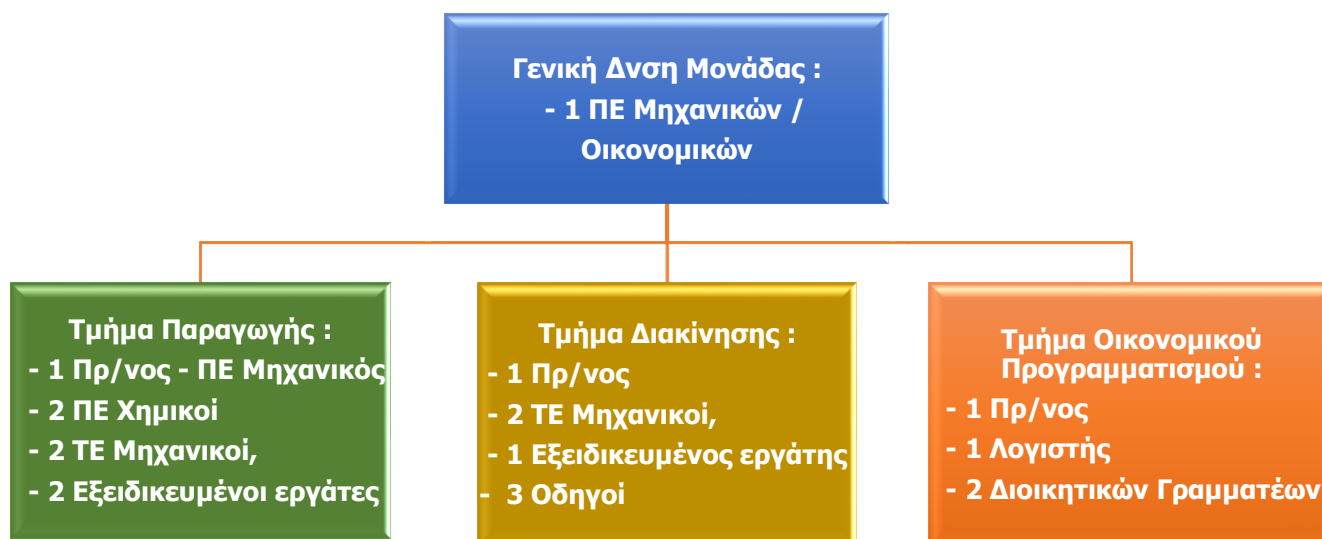
Υλικά	Ετήσια απαιτούμενη ποσότητα (tn/year)	Κόστος ανά μονάδα (€/t)	Ετήσιο Κόστος (€/year)	Βιβλιογραφικές αναφορές
Απόβλητα εσπεριδοειδών	100,000	0	0	
H ₂ SO ₄ 98%	380	145	55,100	https://www.chemanalyst.com/
Yeast	48	1,840	88,320	https://www.selinawamucii.com/
Urea	6	280	1,680	https://tradingeconomics.com/
Lime	520	154	80,080	https://www.chemanalyst.com/
Corn oil	673	760	511,480	https://tradingeconomics.com/
Diammonium hydrogen phosphate	2	480	960.00	https://www.intratec.us/chemical-markets/
H ₂ O	252,920 tn/ year	0.99 €/tn	250,391	Lohrasbi et al (2010)
Ηλεκτρική ενέργεια	42 kWh/tn	0.23 €/kWh	966,000	https://www.rae.gr/genika-nea/65511/ και Lohrasbi et al (2010)
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ			1,954,011 €	

7.3.2 Κόστος ανθρώπινου δυναμικού

Καταρχήν, οι ανάγκες σε επιτελικό και εργατικό προσωπικό πρέπει να σχεδιάζονται τόσο για την προπαραγωγική φάση (εκτέλεση) του σχεδίου της επένδυσης, όσο και για τις φάσεις έναρξης και λειτουργίας. Λαμβάνοντας υπόψη τη φύση και το μέγεθος της εξεταζόμενης παραγωγικής μονάδας, οι ανάγκες σε προσωπικό είναι ιδιαίτερα αυξημένες. Παρόλο που η παραγωγική διαδικασία είναι σε υψηλό επίπεδο αυτοματοποιημένη, ο συνεχής έλεγχος και η δυνατότητα άμεσης παρέμβασης σε περίπτωση ανάγκης είναι αυξημένος. Επίσης, είναι απαραίτητες και οι αναλύσεις ποιοτικού ελέγχου στην πρώτη ύλη, στο προϊόν και στα βοηθητικά ρεύματα. Λαμβάνοντας υπόψη διαθέσιμα βιβλιογραφικά δεδομένα σε ότι αφορά στους ανθρώπινους πόρους που απασχολεί ένα βιοδιυλιστήριο δυναμικότητας **25,000 – 400,000 tn**, προτείνεται η απασχόληση στο σύνολο **19** ατόμων για **330 ημέρες** ετησίως (Pourbafrani, 2010). Ειδικότερα, η προτεινόμενη επιχειρησιακή μονάδα θα απαρτίζεται από:

- α. **Τη Γενική Δυση** (με αρμοδιότητα την επίβλεψη, τον συντονισμό των επιμέρους τμημάτων, αλλά και τον πλήρη λειτουργικό έλεγχο της μονάδας).
- β. **Το Τμήμα Παραγωγής**, με αρμοδιότητα διαχείριση της παραγωγικής μονάδας, τον προγραμματισμό παραγωγής, επιλογή και εκπαίδευση εργατικού δυναμικού.
- γ. **Το Τμήμα Διακίνησης**, με αρμοδιότητα τον προγραμματισμό και οργάνωση προμήθειας πρώτων υλών, άλλων εφοδίων, υλικών, προϊόντων, παραπροϊόντων, αλλά και την αποθήκευση πρώτων υλών και εφοδίων.
- δ. **Το Τμήμα Οικονομικού Προγραμματισμού**, με αρμοδιότητα την παροχή λογιστικών υπηρεσιών και τη διαχείριση των χρηματοοικονομικών.

Στην Εικόνα 7.3-1, παρουσιάζεται αναλυτικά το οργανόγραμμα της επιχειρησιακής μονάδας, όπως και ο απαιτούμενος αριθμός ανά ειδικότητα εργαζομένων που θα την στελεχώσουν, ενώ στον Πίνακα 7.3-2, ο



υπολογισμός του κόστους της ετήσιας μισθοδοσίας τους λαμβάνοντας υπόψη την ειδικότητα και τα προσόντα τους.

Εικόνα 7.3-1. Οργανόγραμμα θέσεων προσωπικού στην μονάδα του βιοδιυλιστηρίου

Πίνακας 7.3-2. Κόστος ανθρώπινου δυναμικού

Προσωπικό - Ανθρώπινο δυναμικό	Προσωπικό ανά βάρδια	Ετήσιες αποδοχές (€)	Σύνολο αποδοχών (€)
Γενικός Δντής	1	60,000.00	60,000.00
Προϊστάμενος Τμήματος Παραγωγής (Μηχανικός ΠΕ)	1	30,000.00	30,000.00
Προϊστάμενος Τμήματος Διακίνησης	1	30,000.00	30,000.00
Υπεύθυνος Οικονομικού Προγραμματισμού	1	30,000.00	30,000.00
Μηχανολόγος /Ηλεκτρολόγος Μηχανικός ΤΕ	4	25,000.00	100,000
Χημικός	2	20,000.00	40,000
Λογιστής	1	20,000.00	20,000
Βοηθητικό προσωπικό (Εξειδικευμένοι εργάτες, οδηγοί και Διοικητικοί Γραμματείς)	8	15,000.00	120,000
ΣΥΝΟΛΟ	19		430,000 € 0.43 Μ€

7.3.3 Κόστος μεταφοράς

Για τη μεταφορά των οργανικών υπολειμμάτων των εργοστασίων χυμοποίησης θα χρησιμοποιηθούν φορτηγά των οποίων ο μέγιστος επιτρεπόμενος όγκος είναι **120 m³** και το μέγιστο βάρος **40 μικτοί τόνοι με τρέιλερ**. Εν προκειμένω, εάν θεωρηθεί ότι η μέγιστη τιμή της πυκνότητας των αποβλήτων είναι **900 kg/m³** (Vitale et al, 2021), τότε υπολογίζονται τα βυτία και αντίστοιχα, τα συνολικά ετήσια δρομολόγια που θα απαιτηθούν για τη μεταφορά τους από τα εργοστάσια χυμοποίησης στην εγκατάσταση του βιοδιυλιστηρίου. Αντίστοιχα, λαμβάνοντας υπόψη και τις τρέχουσες τιμές του καυσίμου diesel, όπως είναι αναρτημένες στην ιστοσελίδα του Υπουργείου Ανάπτυξης και Ανταγωνιστικότητας http://www.fuelprices.gr/price_stats_ng.view?prodclass=4&nofdays=7&order_by=9, αλλά και το γεγονός ότι η κατανάλωση καυσίμου εκάστοτε φορτηγού είναι **45 lt/100 km**, υπολογίζονται τα κόστη μεταφοράς των αποβλήτων για εκάστη προτεινόμενη περιοχή χωροθέτησης του βιοδιυλιστηρίου (Παράρτημα «ΙΖ»). Από τους ως άνω υπολογισμούς προκύπτει ότι το μέσο κόστος μεταφοράς κυμαίνεται σε **1.156€ / tn αποβλήτων**, ενώ σύμφωνα με τους Lohrasbi et al (2010) έχει υπολογιστεί ίσο με **10 \$ / tn αποβλήτων**.

7.3.4 Κόστος συντήρησης και εξοπλισμού

Το ετήσιο κόστος για τη συντήρηση και την επιδιόρθωση του εξοπλισμού εκτιμάται ως 2% της επένδυσης παγίου κεφαλαίου, σύμφωνα με τους Lohrasbi et al (2010), και υπολογίζεται ότι είναι ίσο με **0.299 Μ€/έτος**.

7.3.5 Κόστος ασφάλειας ιδιοκτησίας

Το ετήσιο κόστος για την ασφάλεια ιδιοκτησίας εκτιμάται ως 1% της επένδυσης παγίου κεφαλαίου, σύμφωνα με τους Lohrasbi et al (2010), και υπολογίζεται ότι είναι ίσο με **0.1495 Μ€/έτος**.

7.3.6 Λοιπά βιομηχανικά έξοδα

Οι λοιπές δαπάνες που απαιτούνται για τις συνήθεις υπηρεσίες της βιομηχανίας εκτιμώνται ως 50% του αθροίσματος του κόστους συντήρησης και εξοπλισμού και του κόστους ανθρώπινου δυναμικού, και υπολογίζεται ότι είναι περίπου ίσες με **0.3645 Μ€/έτος**.

7.3.7 Γενικές Δαπάνες

Στα γενικά έξοδα περιλαμβάνονται τα διοικητικά κόστη, τα έξοδα διανομής και μάρκετινγκ. Το κόστος αυτών εκτιμάται ως 25% του αθροίσματος του κόστους συντήρησης και εξοπλισμού και του κόστους ανθρώπινου δυναμικού, και υπολογίζεται ότι είναι περίπου ίσο με **0.18225 Μ€/έτος**.

7.3.8 Απόσβεση

Ο εξοπλισμός, τα κτήρια και άλλα υλικά στοιχεία, που συνιστούν μια παραγωγική μονάδα απαιτούν μια αρχική επένδυση που θα πρέπει να πληρωθεί και αυτό γίνεται χρεώνοντας την απόσβεση ως έξοδο παραγωγής (Peters et al, 2020). Εν προκειμένω, η απόσβεση εκτιμάται ότι είναι ίση με **1.2465 Μ€/έτος** για τη χρονική περίοδο των δέκα (10) πρώτων ετών (Παράρτημα «ΙΗ») της παρούσας.

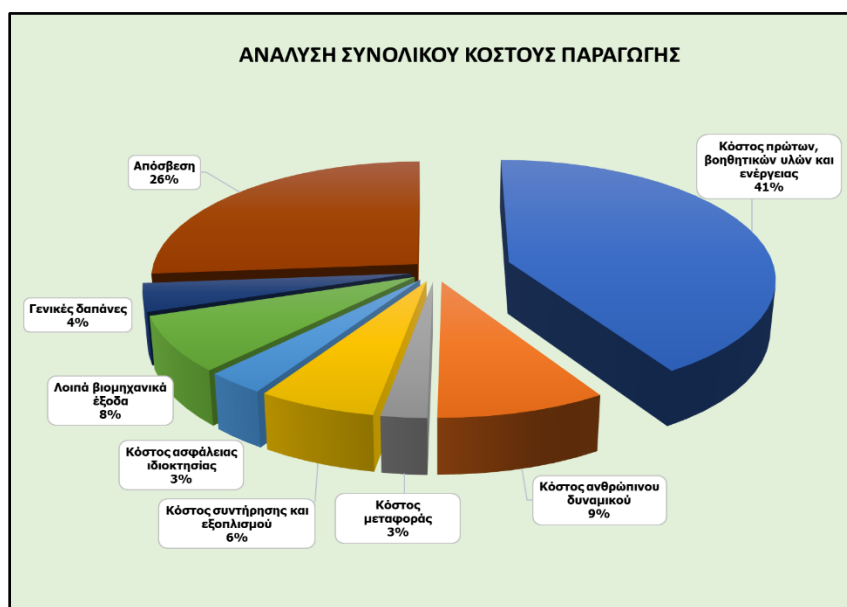
7.3.9 Συνολικό κόστος παραγωγής

Η ανάλυση του συνολικού κόστους της μονάδας παραγωγής βιοδιυλιστηρίου δυναμικότητας 100,000 τόνων ετησίως αποβλήτων εσπεριδοειδών παρουσιάζεται για εκάστη περιοχή χωροθέτησης στον Πίνακα 7.3.3.

Πίνακας 7.3-3. Υπολογισμός συνολικού κόστους (Μ€) μονάδας παραγωγής βιοδιυλιστηρίου δυναμικότητας 100,000 tn αποβλήτων εσπεριδοειδών.

ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ	ΚΟΣΤΟΣ (Μ€)				
	Περιοχή 11	Περιοχή 47	Περιοχή 10	Περιοχή 21	Περιοχή 19
Κόστος πρώτων, βοηθητικών υλών και ενέργειας	1.954	1.954	1.954	1.954	1.954
Κόστος ανθρώπινου δυναμικού	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43
Κόστος μεταφοράς	0.11642	0.11438	0.11641	0.11337	0.11724
Κόστος συντήρησης και εξοπλισμού	0.299	0.299	0.299	0.299	0.299
Κόστος ασφάλειας ιδιοκτησίας	0.1495	0.1495	0.1495	0.1495	0.1495
Λοιπά βιομηχανικά έξοδα	0.3645	0.3645	0.3645	0.3645	0.3645
Γενικές δαπάνες	0.18225	0.18225	0.18225	0.18225	0.18225
Απόσβεση	1.2465	1.2465	1.2465	1.2465	1.2465
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ	4.74217	4.74013	4.74216	4.73912	4.74299
	4,742,170.00€	4,740,130.00€	4,742,160.00€	4,739,120.00€	4,742,990.00€

Κατόπιν των ανωτέρω, προκύπτει ότι το κόστος των πρώτων, βοηθητικών υλών και υπηρεσιών αποτελούν το **41%** του συνολικού κόστους παραγωγής (Διάγραμμα 7.3-1). Επίσης, το κόστος παραγωγής διαμορφώνεται περίπου σε **50 € / tn αποβλήτων**, ενώ σύμφωνα με τους Lohrasbi et al (2010) έχει υπολογιστεί για το βιοδιυλιστήριο επεξεργασίας εσπεριδοειδών ίδιας δυναμικότητας σε **29.26 \$ / tn αποβλήτων**.



Διάγραμμα 7.3-1. Ανάλυση συνολικού κόστους παραγωγής βιοδιυλιστηρίου

7.4 Εκτίμηση εσόδων

7.4.1 Έσοδα από την πώληση των προϊόντων

Τα έσοδα που προκύπτουν από την πώληση προϊόντων του βιοδιυλιστηρίου, αλλά και των παραπροϊόντων παρουσιάζονται αναλυτικά στον Πίνακα 7.4-1.

Πίνακας 7.4-1. Έσοδα από την πώληση προϊόντων

Παραγωγή Προϊόντα	Ετήσια παραγόμενη ποσότητα	Κόστος ανά μονάδα	Ετήσια Έσοδα (€)	Βιβλιογραφικές αναφορές
Λιμονένιο	800 tn/year	9.29 €/kg	7,432,000	https://www.alibaba.com/
Αιθανόλη	3,950,000 lt/year	0.65 €/lt	2,567,500	https://tradingeconomics.com
Μεθάνιο	3,180,000 Nm ³ /year	0.83 €/ Nm ³	2,639,400	https://www.dapeep.gr/
Στερεό κομπόστ	4,400 tn/year	10 €/tn	44,000	https://www.compostnetwork.info/wordpress/wp-content/uploads/ECN-rapport-2022.pdf
Συνολικός κύκλος εργασιών			12,682,900 €	
			~3 €/ lt Αιθανόλη	
			~4 €/ Nm ³ Μεθάνιο	
			~16 €/ kg Λιμονένιο	

7.4.2 Υπολειμματική αξία

Η υπολειμματική αξία είναι το καθαρό ποσό χρημάτων που προκύπτει από την πώληση ενός χρησιμοποιημένου περιουσιακού στοιχείου πέρα και πάνω από οποιεσδήποτε χρεώσεις που σχετίζονται με την απομάκρυνση και την πώληση. Ο όρος υπολειμματική αξία υποδηλώνει ότι το περιουσιακό αυτό στοιχείο μπορεί να λειτουργήσει και μετά την πώλησή του. Εν προκειμένω, το συνολικό ποσό της υπολειμματικής αξίας του ακινήτου συμπεριλαμβανομένου του οικοπέδου υπολογίστηκε ίσο με **1,390,000 €** σε μέλλουσα αξία (το οικόπεδο μειώθηκε κατά 60% λόγω παλαιότητας, σύμφωνα με τους Αραβώση κ.α., 2011), το οποίο δεν ακολουθεί κάποιο επιτόκιο και προσμετράται ως εισροή κατά το τελευταίο έτος της επένδυσης (Παράρτημα «ΙΗ»).

7.5 Οικονομική αξιολόγηση επένδυσης

7.5.1 Χρηματοδότηση

Η χρηματοδότηση της εν λόγω επένδυσης, όπως παρουσιάζεται στον Πίνακα 7.5-1, θα πραγματοποιηθεί κατά 40% από ίδια κεφάλαια (**7,176,000 €**) και κατά 60% μέσω δανείου από τραπεζικό φορέα (**10,764,000 €**). Το δάνειο θεωρείται ότι έχει δεκαετή διάρκεια αποπληρωμής με σταθερό επιτόκιο **5%** με δύο πρώτα έτη χάριτος. Κατά αυτή τη μέθοδο αποπληρωμής, το ύψος των χρεωλυσιών προκύπτει από το δανειζόμενο κεφάλαιο διαιρούμενο με τα έτη αποπληρωμής, το οποίο είναι ίσο σε όλα τα έτη αποπληρωμής του δανείου. Επίσης, το ύψος των ετήσιων τοκοχρεολυσίων παρουσιάζεται αναλυτικά στον Πίνακα 7.5-2.

Πίνακας 7.5-1. Ανάλυση χρηματοδότησης αρχικής επένδυσης

Πηγές χρηματοδότησης	Ποσοστό (%) της Αρχικής Επένδυσης	Σύνολο (€)
Ίδιον κεφάλαιο	40%	7,176,000
Δάνειο από τραπεζικό φορέα	60%	10,764,000
Σύνολο	100%	17,940,000
Συνολική Αρχική Επένδυση	100%	17,940,000

Πίνακας 7.5-2. Δανειακές υποχρεώσεις έργου (€).

ΕΤΗ	Τοκοχρεωλύσιο	Χρεωλύσιο	Τόκοι	Υπόλοιπο Δανείου
0			0.00	10,764,000.00
1	0.00	0.00	0.00	11,302,200.00
2	0.00	0.00	0.00	11,867,310.00
3	1,669,765.50	1,076,400.00	593,365.50	10,680,579.00
4	1,610,428.95	1,076,400.00	534,028.95	9,493,848.00
5	1,551,092.40	1,076,400.00	474,692.40	8,307,117.00
6	1,491,755.85	1,076,400.00	415,355.85	7,120,386.00
7	1,432,419.30	1,076,400.00	356,019.30	5,933,655.00
8	1,373,082.75	1,076,400.00	296,682.75	4,746,924.00
9	1,313,746.20	1,076,400.00	237,346.20	3,560,193.00
10	1,254,409.65	1,076,400.00	178,009.65	2,373,462.00
11	1,195,073.10	1,076,400.00	118,673.10	1,186,731.00
12	1,135,736.55	1,076,400.00	59,336.55	0.00
ΣΥΝΟΛΟ	14,027,510.25	10,764,000	3,263,510.25	0.00

7.5.2 Οικονομικές παράμετροι και παραδοχές

Συντελεστής απόσβεσης

Η απόσβεση της επένδυσης υπολογίστηκε χρησιμοποιώντας τη σταθερή (γραμμική) μέθοδο, με συντελεστή φορολογικής απόσβεσης, σύμφωνα με την παρ.22 του άρθρου 3 του ν.4110/2013 (ΦΕΚ Α΄ 17):

- ❖ **10%** για τον μηχανολογικό εξοπλισμό, υπηρεσίες μηχανικών και επίβλεψη, νομικά έξοδα, απρόβλεπτα, κατασκευαστικά έξοδα
- ❖ **4%** για τις κτηριακές εγκαταστάσεις, εγκαταστάσεις και έργα εξωτερικών χώρων, διαμόρφωση οικοπέδου και περιβάλλοντος χώρου.

Επίσης, αξίζει να σημειωθεί ότι, το οικόπεδο δεν είναι αποσβέσιμο και υπολογίζεται μόνο η υπολειμματική αξία αυτού κατά το τελευταίο έτος της επένδυσης, ήτοι στο 15^ο έτος, όπως αναφέρθηκε και στην ενότητα 7.4.2 της παρούσας.

Πληθωρισμός

Ο πληθωρισμός ορίζεται ως η αύξηση στις τιμές των αγαθών και των υπηρεσιών με την πάροδο του χρόνου, με αποτέλεσμα να επηρεάζει το ποσό των χρημάτων που απαιτούνται για την αγορά αγαθών και υπηρεσιών. Εν προκειμένω, το πληθωριστικό επιτόκιο λαμβάνεται ίσο με **2%**, έχοντας υπόψη τον στόχο της Ευρωπαϊκής Κεντρικής Τράπεζας (ΕΚΤ) για διατήρηση του ετήσιου πληθωρισμού κάτω αλλά πλησίον του 2%, μεσοπρόθεσμα, στη Ζώνη του Ευρώ (ΖτΕ), όπως αναφέρεται στο Εβδομαδιαίο Δελτίο Οικονομικών Εξελίξεων της Alpha Bank (2023). Ειδικότερα, εάν ληφθούν υπόψη οι προβλέψεις της ΕΚΤ (Ιούνιος 2023), αναμένεται ανάπτυξη της οικονομίας της ΖτΕ με ρυθμό 0.9% το 2023, 1.5% το 2024 και αναδιαμόρφωση του γενικού πληθωρισμού σε 2.2% το 2025. Κατόπιν τούτου, οι τιμές του λειτουργικού κόστους και των εσόδων διαμορφώνονται ως ακολούθως:

1) Κόστος πρώτων, βοηθητικών υλών και ενέργειας

Το κόστος των πρώτων, βοηθητικών υλών, νερού και ηλεκτρικής ενέργειας θα αυξάνονται με τον πληθωρισμό, ήτοι κατά **2%** ετησίως. Στο Παράρτημα «ΙΘ.1» παρουσιάζονται τα κόστη αυτών για την ωφέλιμη διάρκεια ζωής της επένδυσης.

2) Κόστος ανθρώπινου δυναμικού

Το ετήσιο κόστος της μισθοδοσίας του προσωπικού προσαυξάνεται με τον πληθωρισμό, ήτοι κατά ποσοστό 2% ετησίως. Στο Παράρτημα «ΙΘ.2» παρουσιάζονται τα κόστη μισθοδοσίας για την ωφέλιμη διάρκεια ζωής της επένδυσης.

3) Σταθερό κόστος λειτουργίας

Στο σταθερό κόστος λειτουργίας συμπεριλαμβάνεται το κόστος συντήρησης και εξοπλισμού, ασφάλειας ιδιοκτησίας, λοιπά βιομηχανικά έξοδα, γενικές δαπάνες. Εν προκειμένω, τα έξοδα συντήρησης αυξάνονται κατά 2%, η ασφάλεια ιδιοκτησίας κατά 1%, οι γενικές δαπάνες και τα λοιπά βιομηχανικά έξοδα κατά 3%. Στο Παράρτημα «ΙΘ.3» παρουσιάζονται τα ως άνω κόστη για την ωφέλιμη διάρκεια ζωής της επένδυσης.

4) Έσοδα από την πώληση προϊόντων

Τα έσοδα που θα προκύπτουν από τις πωλήσεις του λιμονενίου, της αιθανόλης, του βιομεθανίου και του κομπόστ θα αυξάνονται με τον πληθωρισμό, ήτοι κατά 2% ετησίως. Στο Παράρτημα «ΙΘ.4» παρουσιάζονται τα έσοδα από την πώληση των ως άνω κατά την ωφέλιμη διάρκεια ζωής της επένδυσης.

Επιτόκιο αναγωγής (προεξοφλητικό επιτόκιο)

Για την αναγωγή των μελλοντικών χρηματοροών στην παρούσα αξία τους χρησιμοποιείται επιτόκιο αναγωγής ίσο με 7%, λαμβάνοντας υπόψη το επιτόκιο που επικρατεί στην κεφαλαιοαγορά (ως το ελάχιστο επιτρεπτό), σύμφωνα με τον Θεοφανίδη (1985). Στο Παράρτημα «ΙΘ.5» παρουσιάζεται ο κύκλος εργασιών και το συνολικό κόστος χωρίς αποσβέσεις ανηγμένα σε παρούσες αξίες.

Συντελεστής φορολόγησης

Ο συντελεστής φορολόγησης λαμβάνεται ίσος με 24% για τα νομικά πρόσωπα σύμφωνα με την Απόφαση Α 1101/30-04-2020 ([ΦΕΚ Β' 1753/07.05.2020](#)). Στο Παράρτημα «ΙΘ.6» παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που προκύπτουν πριν και μετά τη φορολόγηση των εσόδων της επένδυσης.

7.5.3 Δείκτες αξιολόγησης επένδυσης

Στον Πίνακα 7.5-3 παρουσιάζονται συνοπτικά τα αποσπασμένα της οικονομικής αξιολόγησης της επένδυσης.

Πίνακας 7.5-3. Δείκτες αξιολόγησης επένδυσης

ΔΕΙΚΤΕΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ
ΚΑΘΑΡΗ ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ (NPV)	58,624,295.37
ΔΕΙΚΤΗΣ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑΣ (PR)	3.27
ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ (IRR)	43.6%
ΑΠΛΟΣ ΧΡΟΝΟΣ ΑΠΟΠΛΗΡΩΜΗΣ (Simple Payback Period)	2.32 έτη
ΠΛΗΡΗΣ ΧΡΟΝΟΣ ΑΠΟΠΛΗΡΩΜΗΣ (Discounted Payback Period)	2.63 έτη
ΑΠΛΟΣ ΧΡΟΝΟΣ ΑΠΟΠΛΗΡΩΜΗΣ (Simple Payback Period) (ΠΡΟ ΦΟΡΩΝ)	1.83 έτη
ΠΛΗΡΗΣ ΧΡΟΝΟΣ ΑΠΟΠΛΗΡΩΜΗΣ (Discounted Payback Period) (ΠΡΟ ΦΟΡΩΝ)	2.02 έτη

Απλός και πλήρης χρόνος απόσβεσης

Ο χρόνος αποπληρωμής της επένδυσης (**Payback Period**) ή Περίοδος Επανάκτησης του Κεφαλαίου ή απλός χρόνος απόσβεσης υπολογίζει το χρονικό διάστημα που απαιτείται μέχρι το ύψος των συσσωρευμένων καθαρών χρηματικών εισροών να γίνει ίσο με το ύψος της αρχικής επένδυσης (Σολδάτος και Ροζάκης, 2013). Αν το διάστημα αυτό είναι μικρότερο ή ίσο με μια προκαθορισμένη “τιμή-όριο” του επενδυτή, τότε η επένδυση γίνεται δεκτή, ειδάλλως απορρίπτεται. Οι κυριότεροι παράγοντες που επηρεάζουν την τιμή-όριο είναι οι εξής:

- Ο βαθμός επικινδυνότητας της επένδυσης, διότι όσο πιο μεγάλος είναι ο κίνδυνος, τόσο πιο γρήγορα απαιτεί ο επενδυτής να επανακτήσει το κεφάλαιό του.
- Η ύπαρξη άλλων ευκαιριών επενδύσεων με γνωστούς χρόνους αποπληρωμής, αφού όταν υφίστανται αρκετές ευκαιρίες επένδυσης με μικρούς χρόνους αποπληρωμής, ο επενδυτής απαιτεί χρόνους, το πολύ ίσους με αυτούς που του προσφέρονται από εναλλακτικές τοποθετήσεις.
- Το ύψος των επιτοκίων δανεισμού και του πληθωρισμού, καθώς σε εποχές υψηλού πληθωρισμού και επιτοκίων, οι επενδυτές αναζητούν επενδύσεις με γρήγορη επιστροφή των κεφαλαίων που επενδύουν. Επειδή το κριτήριο της επανάκτησης του κεφαλαίου δεν προεξοφλεί τις μελλοντικές ταμειακές ροές, αλλά απλά τις αθροίζει, η διαχρονική αξία του χρήματος εκφράζεται μόνο μέσω της απαίτησης κατά το δυνατόν μικρών χρόνων αποπληρωμής.

Στα *πλεονεκτήματα* αυτής της μεθόδου περιλαμβάνεται οι απλοί, εύκολα κατανοητοί υπολογισμοί, οι οποίοι δεν απαιτούν πολλά δεδομένα και ιδιαίτερος μακροχρόνιες προβλέψεις. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να επιλέγεται άμεσα σχέδιο επένδυσης με κατά τεκμήριο μικρότερο κίνδυνο.

Ως *μειονεκτήματα* αυτής της μεθόδου θεωρούνται τα ακόλουθα :

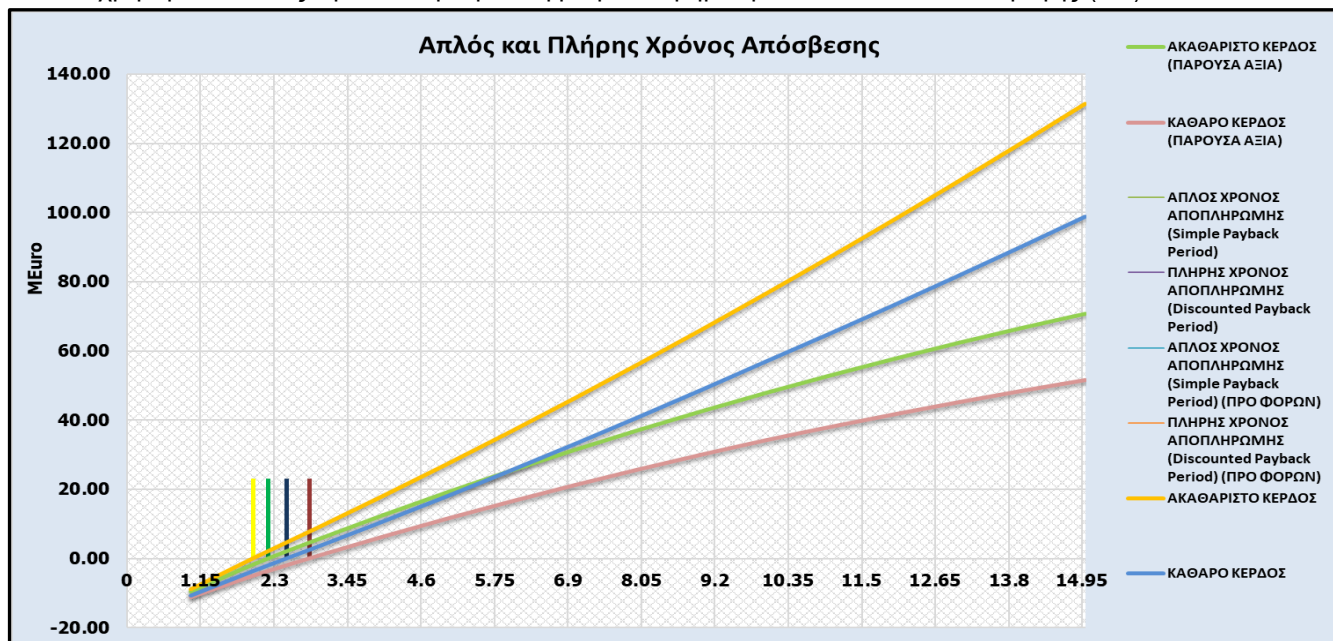
- ❖ Δεν συνυπολογίζει χρηματικές ροές της επένδυσης που προκύπτουν σε περιόδους μετά το χρόνο επανάκτησης.
- ❖ Δεν λαμβάνει υπ’ όψη τη διαχρονική αξία του χρήματος (αγνοεί διαφορές στο χρόνο πραγματοποίησης των εισροών-διαθέσιμα για επανεπένδυση).
- ❖ Πολλές φορές υπάρχει αβεβαιότητα σχετικά με το ύψος της αρχικής επένδυσης και δημιουργείται πρόβλημα εκτίμησης του κριτηρίου.

Γενικά, ο χρόνος αποπληρωμής της επένδυσης, κατά μία έννοια, εκφράζει το χρονικό διάστημα κατά το οποίο το επενδυμένο κεφάλαιο βρίσκεται «υπό κίνδυνο». Όσο μικρότερη είναι η περίοδος ανάκτησης του κεφαλαίου τόσο ασφαλέστερη θεωρείται η επένδυση. Γενικά, σχέδια με περίοδο ανάκτησης κεφαλαίου μεγαλύτερη από 7-8 χρόνια θεωρούνται από τους επενδυτές ριψοκίνδυνα ή χαμηλής απόδοσης (Καλιαμπάκος και Δαμίγος, 2008).

Στην παρούσα επένδυση υπολογίστηκε ότι :

- ❖ Ο **απλός χρόνος αποπληρωμής της απόσβεσης ή απλός χρόνος απόσβεσης** της επένδυσης είναι ίσος με **2.32 έτη**, κατ’ εφαρμογή της μαθηματικής σχέσης : $a + [(b-c)/d]$, όπου *a* είναι το έτος που η αθροιστική απόδοση για πρώτη φορά καλύπτει την αρχική δαπάνη, *c* είναι η αθροιστική χρηματοροή εκείνη τη χρονιά, *b* είναι η δαπάνη επένδυσης σε απόλυτη τιμή και *d* είναι η χρηματοροή την επόμενη χρονιά.

- ❖ Ο **χρόνος αποπληρωμής της απόσβεσης με προεξόφληση** (Discounted payback period) ή πλήρης χρόνος απόσβεσης της επένδυσης είναι ίσος με **2.63 έτη**, κατ' εφαρμογή της προαναφερθείσας μαθηματικής σχέσης και χρησιμοποιώντας την εκάστη ταμειακή ροή υποτιμημένη κατά το επιτόκιο αναγωγής (7%).



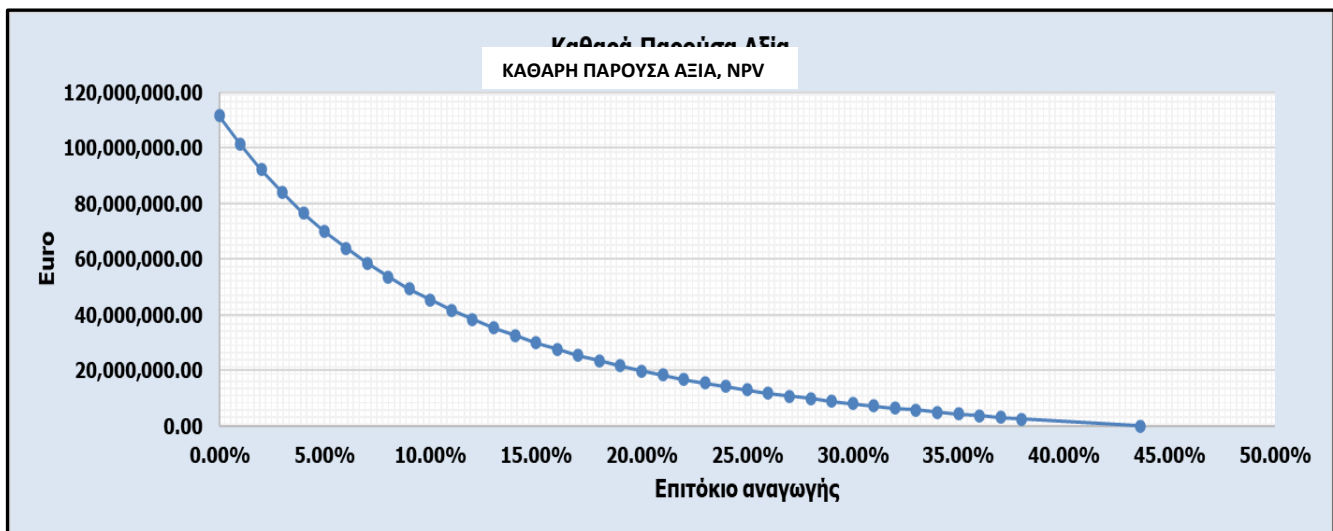
Διάγραμμα 7.5-1. Απλός και πλήρης χρόνος απόσβεσης σε συνάρτηση με τα ακαθάριστα και καθαρά κέρδη

Κατόπιν των ανωτέρω υπολογισμών προκύπτουν τα ακόλουθα συμπεράσματα:

- ❖ Με τον απλό χρόνο απόσβεσης, η επένδυση επιστρέφει το αρχικό κεφάλαιο σε **2.32 έτη**, ενώ με τον πλήρη χρόνο απόσβεσης σε **2.63 έτη**, εξαιτίας του γεγονότος ότι ο απλός χρόνος απόσβεσης δεν λαμβάνει υπ' όψιν τη χρονική αξία του χρήματος.
- ❖ Ο χρόνος απόσβεσης της επένδυσης, απλός είτε πλήρης, είναι αρκετά μικρότερος από τον ωφέλιμο χρόνο ζωής της εγκατάστασης (15 έτη) και επομένως, η επένδυση θεωρείται οικονομικά βιώσιμη και ελκυστική.
- ❖ Ο απλός και πλήρης χρόνος απόσβεσης μειώνονται περίπου κατά έξι (6) μήνες εάν υπολογιστούν στα ακαθάριστα κέρδη.

Καθαρή Παρούσα αξία (NPV)

Από τη χρηματοοικονομική ανάλυση της επένδυσης προκύπτει ότι, η Καθαρή Παρούσα Αξία είναι ίση με **58,624,295.37 Ευρώ**. Αξίζει να σημειωθεί ότι, η Καθαρή Παρούσα αξία εξαρτάται από το επιτόκιο αναγωγής, αφού όσο αυξάνεται το επιτόκιο αναγωγής τόσο μειώνεται η τιμή της (Διάγραμμα 7.5-2). Όταν η Καθαρή Παρούσα Αξία μηδενιστεί τότε το επιτόκιο αναγωγής λαμβάνει τιμή **43.60%**, η οποία είναι ίση με τον **Εσωτερικό Συντελεστή Απόδοσης** (Σολδάτος και Ροζάκης, 2013). Επομένως, ο Εσωτερικός Συντελεστής Απόδοσης αποτελεί το υψηλότερο δυνατό επιτόκιο αναγωγής που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αξιολόγηση της επένδυσης χωρίς αυτή να απορριφθεί. Όταν το επιτόκιο αναγωγής λαμβάνει τιμές μεγαλύτερες από τον Εσωτερικό Συντελεστή Απόδοσης, τότε η Καθαρή Παρούσα αξία λαμβάνει αρνητικές τιμές που σημαίνει ότι το επενδυτικό σχέδιο θα πρέπει να απορριφθεί.



Διάγραμμα 7.5-2. Καθαρή Παρούσα Αξία σε συνάρτηση με το επιτόκιο αναγωγής

Εσωτερικός Συντελεστής Απόδοσης (IRR)

Η προσδιοριζόμενη τιμή του εσωτερικού συντελεστή απόδοσης συγκρίνεται με τους υπάρχοντες συντελεστές απόδοσης αντίστοιχων επενδύσεων και με αυτόν τον τρόπο γίνεται μια αρχική αξιολόγηση της βιωσιμότητας καθώς και μια πρώτη ταξινόμηση της οικονομικής ελκυστικότητας της σχεδιαζόμενης επένδυσης (Καλδέλλης, 2005). Είναι δυνατόν, να ελεγχθεί εάν η απόδοση της επένδυσης είναι μεγαλύτερη από το ισχύον επιτόκιο της αγοράς, ενώ παρέχεται η δυνατότητα στους επενδυτές να καθορίσουν το ελάχιστο αποδεκτό επιτόκιο ευκαιρίας ώστε να αξίζει η υλοποίηση της επένδυσης. Επομένως, εάν ο συντελεστής IRR είναι μεγαλύτερος από τον συντελεστή κόστους βάσει του οποίου μπορεί να εξευρεθεί το αρχικό κεφάλαιο από τη χρηματογορά, τότε η σχεδιαζόμενη επένδυση μπορεί να εφαρμοστεί.

Κατόπιν των ανωτέρω, για την επένδυση του βιοδιυλιστηρίου υπολογίστηκε ότι ο Εσωτερικός Συντελεστής Απόδοσης (IRR) είναι ίσος με **43.60%** και η μεταβολή της τιμής του συναρτήσει του χρόνου ζωής της επένδυσης απεικονίζονται στο Διάγραμμα 7.5-3.



Διάγραμμα 7.5-3. Εσωτερικός συντελεστής απόδοσης σε συνάρτηση με τον χρόνο ζωής της επένδυσης

Τα συμπεράσματα που προκύπτουν είναι τα ακόλουθα :

- ❖ Η τιμή του συντελεστή IRR αυξάνεται με τον χρόνο ζωής της επένδυσης.
- ❖ Στα δύο πρώτα έτη της επένδυσης, η τιμή του συντελεστή IRR είναι αρνητική και αυτό εξηγείται από το γεγονός, ότι την αναφερόμενη περίοδο δεν υπάρχουν κέρδη στην επιχείρηση.
- ❖ Ο ρυθμός μεταβολής του συντελεστή IRR είναι αρκετά μεγάλος μέχρι και το 7^ο έτος, ενώ από το 8^ο μέχρι και το 15^ο έτος, παρατηρείται αύξηση με μικρότερο ρυθμό. Ειδικότερα, από το 10^ο έτος και μετά έχει ξεκινήσει να σταθεροποιείται η τιμή του.
- ❖ Η τιμή του συντελεστή IRR από το 3^ο έτος της επένδυσης και μετά (**>13.78%**) είναι ήδη μεγαλύτερη από το κόστος χρήματος της ελληνικής οικονομίας (**5.1 %**), σύμφωνα με δημοσιευμένα στοιχεία της ΕΛΣΤΑΤ για την ελληνική οικονομία στις 05.05.2023 (ΕΛΣΤΑΤ, 2023).

7.5.4 Αποτελέσματα οικονομικής αξιολόγησης της επένδυσης

Από τα ανωτέρα αποτελέσματα προκύπτει ότι η επένδυση είναι αποδεκτή και συμφέρουσα διότι :

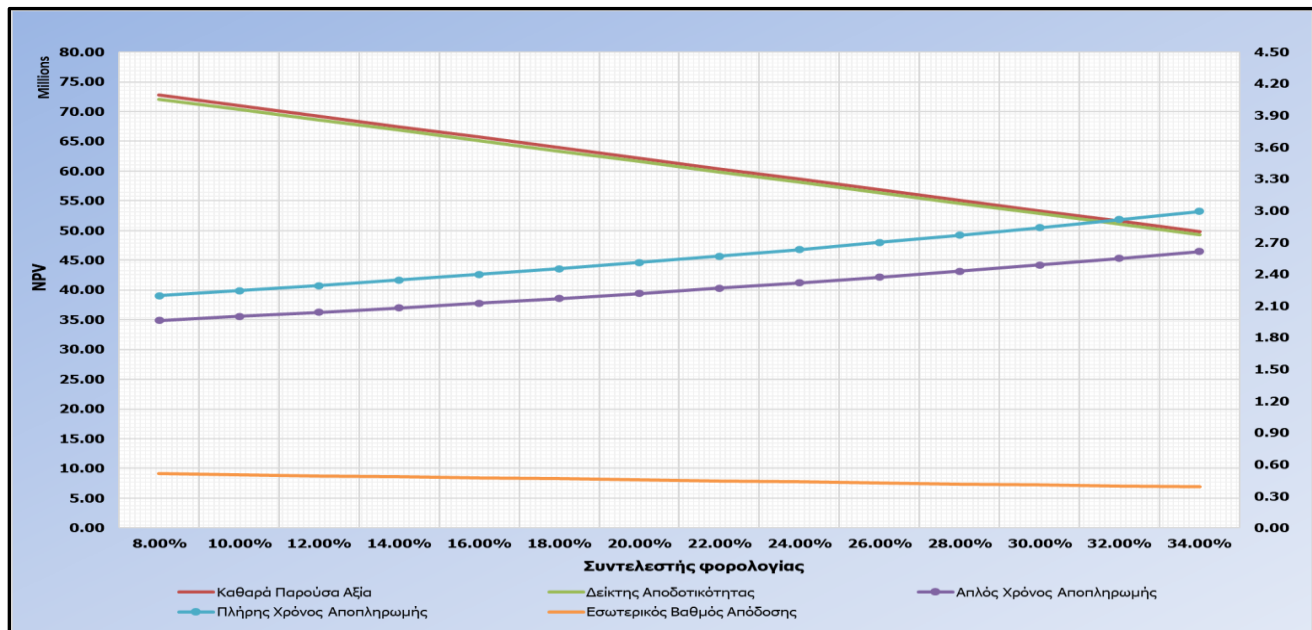
- ❖ Οι προεξοφλημένες ταμειακές εισροές – έσοδα είναι μεγαλύτερες από τις προεξοφλημένες ταμειακές εκροές – έξοδα, για περίοδο ωφέλιμης ζωής 15 έτη και επιτόκιο αναγωγής 7% (**NPV>0**).
- ❖ Ο Εσωτερικός Συντελεστής Απόδοσης (IRR) είναι μεγαλύτερος από το επιτόκιο αναγωγής, ήτοι **43.6% > 7%**.
- ❖ Ο δείκτης της αποδοτικότητας (PR) είναι μεγαλύτερος από την μονάδα, ήτοι **3.27 > 1**.

Σύμφωνα με τον Αραβώση (2011), η βιωσιμότητα ενός έργου επιτυγχάνεται, όταν περιορίζεται ο κίνδυνος της έλλειψης ρευστότητας στο μέλλον. Στο πλαίσιο αυτό, εξετάζονται οι ετήσιες ταμειακές ροές ως η διαφορά του συνόλου των εισροών με τις αντίστοιχες εκροές. Όταν η εν λόγω διαφορά είναι θετική καθόλη τη διάρκεια του χρονικού ορίζοντα εξέτασης του έργου, τότε τεκμηριώνεται ότι το έργο είναι βιώσιμο και δεν χρειάζεται η περαιτέρω χρηματοδότησή του κατά τον κύκλο ζωής αυτού. Επιπλέον, ο επενδυτής θα πρέπει να συγκρίνει τις προκύπτουσες ετήσιες ταμειακές ροές και να αναφέρει το έτος όπου εμφανίζονται οι λιγότερες θετικές χρηματοροές προκειμένου να ληφθεί υπόψη κατά την αξιολόγηση των κινδύνων του έργου.

Στο προτεινόμενο επενδυτικό σχέδιο βάσης, οι ετήσιες χρηματοροές **είναι θετικές** στο σύνολο των ετών που συνιστούν τον χρονικό ορίζοντα της επένδυσης και παρουσιάζονται αναλυτικώς στο Παράρτημα «Κ». Σημειώνεται ότι, στις καθαρές ταμειακές ροές συμπεριλαμβάνεται και η υπολειμματική αξία του έργου διότι στο τέλος της επένδυσης θα υπάρξει ρευστοποίηση των παγίων και συνεπώς πραγματική εισροή χρημάτων. Κατόπιν των ανωτέρω προκύπτει ότι :

- 1) Το εξεταζόμενο επενδυτικό σχέδιο είναι βιώσιμο, καθώς οι χρηματοροές έχουν θετικό πρόσημο καθόλη τη διάρκεια της περιόδου λειτουργίας της επένδυσης, με την ελάχιστη τιμή να προσδιορίζεται στο τέλος του 3ου έτους, ενώ στα υπόλοιπα έτη να εμφανίζεται αυξητική τάση. Επίσης, παρατηρείται πολύ μικρή μείωση στη χρηματοροή του 11ου έτους, εξαιτίας της αύξησης του φόρου που έχει προκληθεί από το πέρας των αποσβέσεων.
- 2) Η βιομηχανική μονάδα παραγωγής έχει κέρδη μετά το 3ο έτος λειτουργίας της.
- 3) Δεν απαιτείται η περαιτέρω χρηματοδότηση της προτεινόμενης επένδυσης κατά τον κύκλο ζωής αυτής.

Επιπλέον, αξίζει να σημειωθεί ότι η επίδραση της φορολογίας στην οικονομική βιωσιμότητα της επένδυσης, σε περίπτωση όπου ο συντελεστής φορολογίας κυμαίνεται από 8 – 34% παρουσιάζεται στο Διάγραμμα 7.5-4.



Διάγραμμα 7.5-4. Οικονομικοί δείκτες επένδυσης σε συνάρτηση με τον συντελεστή φορολογίας

Κατόπιν ανάλυσης των ως άνω αποτελεσμάτων προκύπτει ότι η αύξηση του συντελεστή φορολογίας συμβάλλει:

- ❖ Στην **αύξηση του απλού και πλήρους χρόνου αποπληρωμής**. Σε περίπτωση όπου ο συντελεστής φορολογίας μεταβληθεί εντός του εύρους τιμών 18% - 30%, ο απλός και πλήρης χρόνος απόσβεσης κυμαίνονται εντός των ορίων **2.17 – 2.49 έτη** και **2.45 – 2.84 έτη**. Παρόλο αυτά, η τιμή του απλού και του πλήρους χρόνου αποπληρωμής παραμένει να είναι μικρότερη από την ωφέλιμη διάρκεια της επένδυσης, σε όλο το εύρος μεταβολών του συντελεστή φορολογίας 8% - 34%.
- ❖ Στη **μείωση της καθαρής παρούσας αξίας (NPV)**. Ειδικότερα παρατηρείται ότι η τιμή της καθαρής παρούσας αξίας που αντιστοιχεί στο συντελεστή φορολογίας 8% μειώνεται κατά 32 %, όταν ο συντελεστής φορολογίας λαμβάνει τιμή 34%. Παρόλο αυτά, η τιμή του NPV παραμένει θετική σε όλο το εύρος μεταβολών του συντελεστή φορολογίας 8% - 34%.
- ❖ Στη **μείωση του εσωτερικού συντελεστή απόδοσης (IRR)**. Ειδικότερα παρατηρείται ότι η τιμή του εσωτερικού συντελεστή απόδοσης που αντιστοιχεί στον συντελεστή φορολογίας 8% μειώνεται κατά 24 %, όταν ο συντελεστής φορολογίας λαμβάνει τιμή 34%. Παρόλο αυτά, η τιμή του IRR παραμένει να είναι μεγαλύτερη (εύρος τιμών από 51% έως 39%) από το επιτόκιο αναγωγής (7%) σε όλο το εύρος μεταβολών του συντελεστή φορολογίας 8% - 34%.
- ❖ Στη **μείωση του δείκτη αποδοτικότητας (PR)**. Ειδικότερα παρατηρείται ότι η τιμή του δείκτη αποδοτικότητας που αντιστοιχεί στον συντελεστή φορολογίας 8% μειώνεται κατά 32 %, όταν ο συντελεστής φορολογίας λαμβάνει τιμή 34%. Παρόλο αυτά, η τιμή του PR παραμένει να είναι μεγαλύτερη της μονάδας, σε όλο το εύρος μεταβολών του συντελεστή φορολογίας 8% - 34%, γεγονός που σημαίνει ότι η επένδυση είναι ακόμη αποδοτική.

7.6 Ανάλυση ευαισθησίας

Σύμφωνα με τους Αραβώση κ.ά (2011), το τελευταίο βήμα για υλοποίηση της αξιολόγησης μιας επένδυσης περιλαμβάνει την έκθεση αξιολόγησης των κινδύνων, η οποία χρησιμοποιείται για τη διαχείριση της αβεβαιότητας που υφίσταται στο αρχικό στάδιο της εξέτασης ενός επενδυτικού έργου, ώστε να προκύψουν οι κατανομές πιθανότητας των τιμών για τους κύριους δείκτες αξιολόγησης της επένδυσης. Η αξιολόγηση του συνόλου των κινδύνων του έργου έχει ιδιαίτερη βαρύτητα στη συνολική αξιολόγηση και λήψη απόφασης περί της έγκρισης ή της απόρριψης της υλοποίησης ενός έργου καθώς δύνανται τα αποτελέσματα από τη συγκεκριμένη διεργασία να ανατρέψουν τα αποτελέσματα που προκύπτουν από τους απλούς υπολογισμούς των δεικτών αξιολόγησης. Τα τέσσερα κύρια στάδια της διεργασίας αξιολόγησης των κινδύνων είναι τα ακόλουθα:

- α. Ανάλυση ευαισθησίας (sensitivity analysis)
- β. Ανάλυση σεναρίων (scenario analysis) – κατανομή πιθανότητας των κρίσιμων μεταβλητών
- γ. Ανάλυση κινδύνων
- δ. Αξιολόγηση αποδεκτών επιπέδων κινδύνων
- ε. Αντιμετώπιση κινδύνων

Τα στάδια αυτά ακολουθήθηκαν για την αξιολόγηση των κινδύνων της παρούσας επένδυσης και παρουσιάζονται αναλυτικώς παρακάτω:

7.6.1 Ανάλυση ευαισθησίας

Η ανάλυση ευαισθησίας επιτρέπει τον καθορισμό των κρίσιμων μεταβλητών ή παραμέτρων του εξεταζόμενου έργου. Γενικά, ως κρίσιμες μεταβλητές εννοούνται εκείνες που επιδρούν σε μεγάλο βαθμό (ασχέτως εάν η επίδραση είναι θετική ή αρνητική) στην χρηματοοικονομική ανάλυση (Αραβώσης κ.ά, 2011). Συνήθως, ως κριτήριο επιλογής μιας κρίσιμης μεταβλητής ενός έργου λαμβάνεται το ότι μια ενδεχόμενη μεταβολή μεγέθους μιας μονάδας επί τοις εκατό (1%) σε απόλυτη τιμή της μεταβλητής στο πιθανότερο σενάριο, αντιστοιχεί σε μεταβολή μεγαλύτερη του 1% σε απόλυτη τιμή στον δείκτη NPV.

Αρχικά, λοιπόν, υπολογίστηκαν οι μεταβολές του δείκτη NPV της επένδυσης, οι οποίες προκύπτουν από την μονοσήμαντη μεταβολή των μεταβλητών του έργου σε ένα εύρος από -10% έως +10%. Εν συνεχεία, πραγματοποιήθηκε η αξιολόγηση της ελαστικότητας μιας μεταβλητής σύμφωνα με το ποσοστό μεταβολής του δείκτη NPV διαιρούμενο προς το ποσοστό μεταβολής κάθε μιας μεταβλητής. Οι μεταβλητές κατατάχθηκαν σε τρεις διαφορετικές κατηγορίες δηλ. της μεγάλης [>1], της μεσαίας [$0.5, 1$] και της μικρής ελαστικότητας [$0, 0.5$].

Κατόπιν των ανωτέρω, αναφέρεται ότι υπολογίστηκαν (Παράρτημα «ΚΑ»):

- Οι αποκλίσεις των μεταβλητών κατά $\pm 10\%$ από τις τιμές που έχουν χρησιμοποιηθεί μέχρι στιγμής στο βασικό σενάριο.
- Οι τιμές του δείκτη NPV για τις ως άνω τιμές των μεταβλητών, όπως και η απόλυτη τιμή της διαφοράς τους (Ανάλυση ευαισθησίας δείκτη αξιολόγησης).
- Η ελαστικότητα των μεταβλητών και η αξιολόγησή τους.

Στο διάγραμμα ανάλυσης ευαισθησίας τύπου «αράχνη», παρουσιάζονται οι ποσοτικές μεταβολές στην τιμή βάσης του δείκτη NPV, εξαιτίας της μεταβολής κατά $\pm 10\%$ στην τιμή βάσης για το σύνολο των μεταβλητών (Διάγραμμα 7.6-1). Αντίστοιχα, στο διάγραμμα τύπου «Ανεμοστρόβιλος» παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από

την απόλυτη τιμή της διαφοράς των δυο τιμών του δείκτη NPV, ήτοι η απόλυτη τιμή του NPV που προκύπτει από την αύξηση κατά 10% στην τιμή βάσης της εξεταζόμενης μεταβλητής μείον την αντίστοιχη τιμή NPV που προκύπτει από την μείωση κατά 10% στην τιμή βάσης της μεταβλητής (Διάγραμμα 7.6-2). Από τα αποτελέσματα αυτά διαπιστώνεται ότι η **τιμή πώλησης του λιμονένιου** και **το επιτόκιο αναγωγής** ασκούν τη **μεγαλύτερη επίδραση** στο έργο της επένδυσης. Επίσης, οι δύο προαναφερθείσες μεταβλητές παρουσιάζουν μεσαία ελαστικότητα και συνεισφέρουν ποσοστιαία μεταβολή στον δείκτη NPV άνω του 10% .

Εν συνεχεία, με κριτήριο την ποσοτική μεταβολή που επιφέρουν οι μεταβλητές στον δείκτη NPV, αλλά και την ιδιαιτερότητα του ίδιου του έργου και του χρόνου ζωής του, επιλέχθηκαν οι παρακάτω **15** μεταβλητές ως **κρίσιμες**: κόστος αποβλήτων εσπεριδοειδών, κόστος συντήρησης, ηλεκτρική ενέργεια, γενικές δαπάνες, λοιπά βιομηχανικά έξοδα, H₂O, corn oil, μηχανολογικός εξοπλισμός, τιμή πώλησης: λιμονένιου, αιθανόλης, μεθανίου, ποσοστό χρηματοδότησης, ποσοστό φορολογίας, επιτόκιο αναγωγής, επιτόκιο δανεισμού.

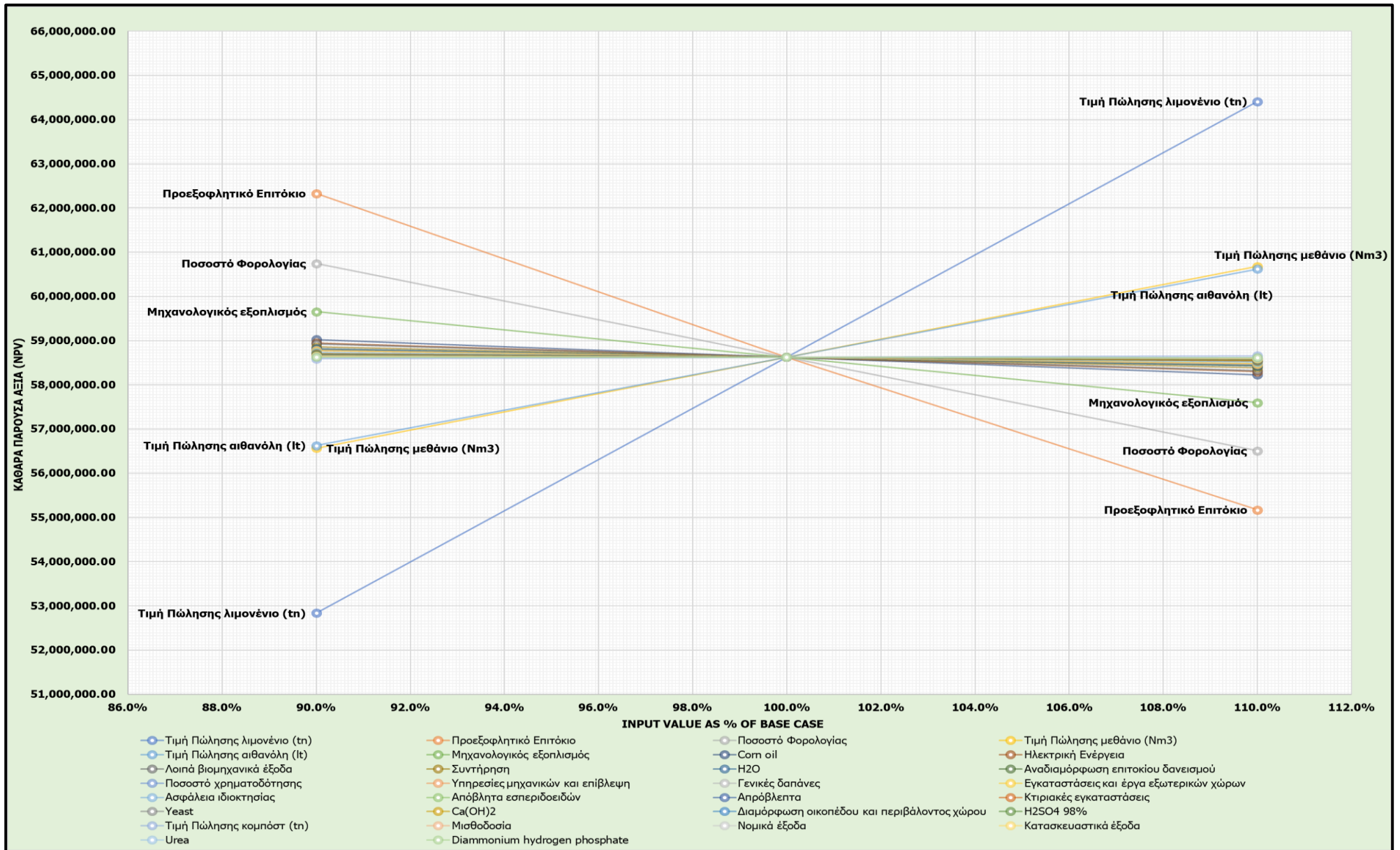
Σε κάθε κρίσιμη μεταβλητή υπολογίστηκε η τιμή εναλλαγής, ήτοι η τιμή, στην οποία η Καθαρή Παρούσα Αξία του έργου λαμβάνει τιμή μηδενική ή γενικότερα όταν το έργο πέφτει κάτω από το ελάχιστο αποδεκτό όριο (Πίνακας 7.6-1). Επομένως, οι ελάχιστες τιμές που μπορούν να λάβουν οι κρίσιμες μεταβλητές για να υφίστανται κερδοφορία είναι οι αντίστοιχες τιμές εναλλαγής. Εν προκειμένω, οι κρίσιμες μεταβλητές διακρίνονται σε δύο κατηγορίες, σύμφωνα με την επίδραση που έχουν στον δείκτη NPV :

Α΄ κατηγορία : οι μεταβλητές που συμπεριφέρονται **αντιστρόφως ανάλογα** με την τιμή του δείκτη αξιολόγησης NPV, όπως είναι η τιμή πώλησης λιμονένιου, μεθανίου, αιθανόλης.

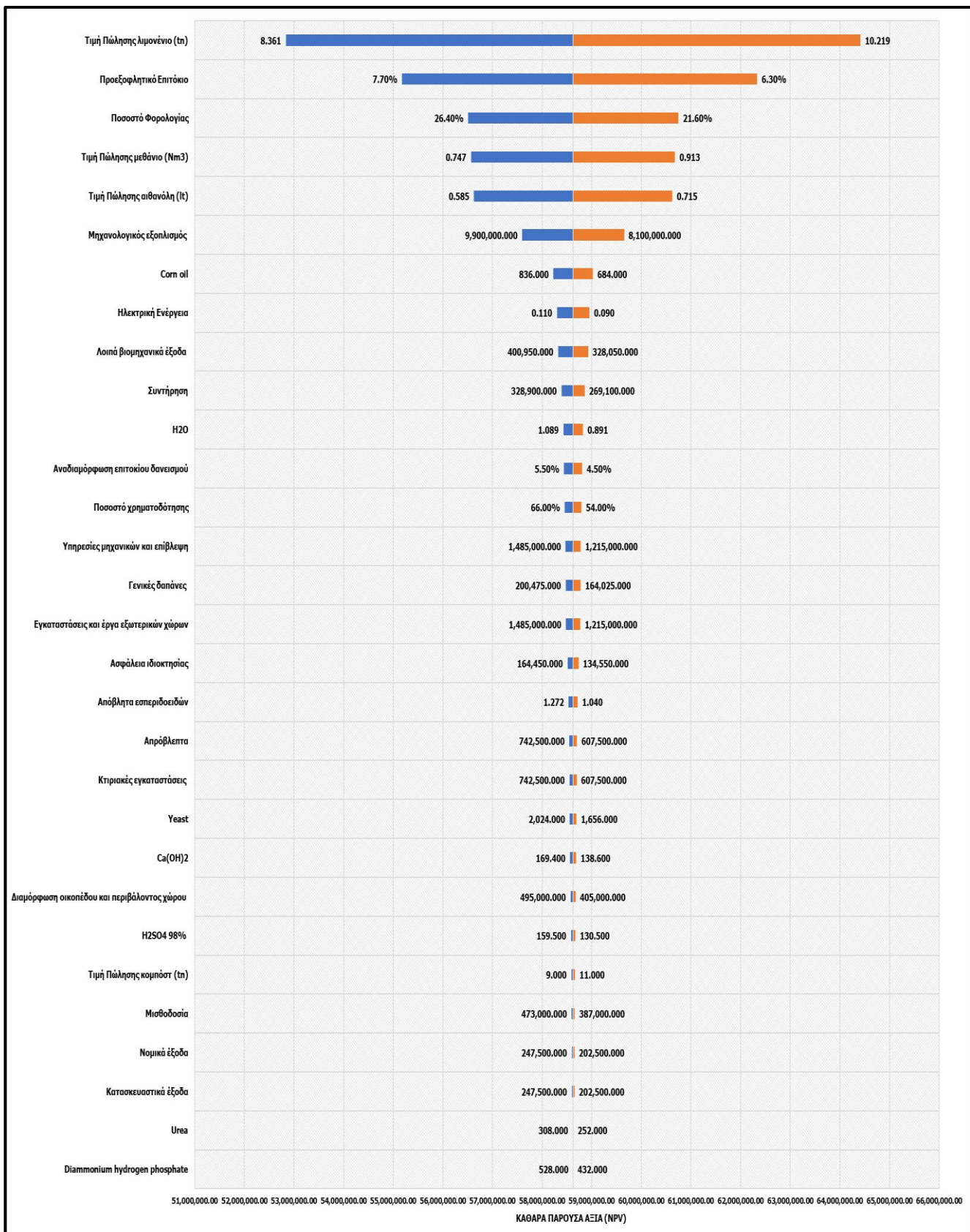
Β΄ κατηγορία : οι μεταβλητές που συμπεριφέρονται **ανάλογα** με την τιμή του δείκτη αξιολόγησης NPV, όπως είναι τα λοιπά βιομηχανικά έξοδα, το H₂O, corn oil, ο μηχανολογικός εξοπλισμός, το ποσοστό χρηματοδότησης, το ποσοστό φορολογίας, το επιτόκιο αναγωγής, το επιτόκιο δανεισμού.

Πίνακας 7.6-1. Υπολογισμοί τιμών εναλλαγής κρίσιμων μεταβλητών

Κρίσιμη μεταβλητή	Πρόβλεψη	Τιμή εναλλαγής	Μεταβολή
Τιμή πώλησης λιμονένιου	9.290	-0.122	-1.013
Επιτόκιο αναγωγής	7.00%	43.61%	523.02%
Ποσοστό Φορολογίας	24.00%	90.40%	276.67%
Τιμή πώλησης μεθανίου	0.830	-1.538	-2.853
Τιμή πώλησης αιθανόλης	0.650	-1.256	-2.933
Μηχανολογικός εξοπλισμός	9,000,000.000	60,263,715.913	5.696
Corn oil	760.000	11,947.607	14.721
Ηλεκτρική Ενέργεια	0.100	1.893	17.927
Λοιπά βιομηχανικά έξοδα	364,500.000	7,451,596.775	19.443
Κόστος συντήρησης	299,000.000	7,828,259.241	25.181
H ₂ O	0.990	30.759	30.070
Επιτόκιο δανεισμού	5.00%	69.27%	1285.30%
Ποσοστό χρηματοδότησης	60.00%	2160.00%	3499.99%
Γενικές δαπάνες	182,250.000	7,269,346.775	38.887
Απόβλητα εσπεριδοειδών	1.156	76.457	65.139



Διάγραμμα 7.6-1. Διάγραμμα «Αράχνη» (Ανάλυση ευαισθησίας δείκτη αξιολόγησης NPV)



Διάγραμμα 7.6-2. Διάγραμμα «Ανεμοστρόβιλος» (Ανάλυση ευαισθησίας δείκτη αξιολόγησης NPV)

7.7 Ανάλυση σεναρίων – κατανομή πιθανότητας των κρίσιμων μεταβλητών

7.7.1 Ανάλυση σεναρίων

Για την υλοποίηση της ανάλυσης σεναρίων λαμβάνεται υπόψη η συνολική επίδραση που έχει το σύνολο των κρίσιμων μεταβλητών στον δείκτη Καθαρή Παρούσα Αξία. Κάθε μεταβλητή λαμβάνει τρεις τιμές σε τρία διαφορετικά σενάρια: στο σενάριο βάσης, στο απαισιόδοξο και στο αισιόδοξο σενάριο. Ωστόσο, η ανάλυση σεναρίων έχει το μειονέκτημα ότι δεν εκτελεί προβλέψεις επί της συμπεριφοράς των μεταβλητών, όμως συνιστά ένα εργαλείο κατάδειξης ενδεχομένων αποτελεσμάτων του έργου, σύμφωνα με ρεαλιστικά σενάρια που δύνανται να προκύψουν. Αυτό συμβαίνει, καθώς με τον πίνακα που αρχικά συμπληρώνεται υφίστανται η δυνατότητα περαιτέρω ανάλυσης σε διαφορετικά ρεαλιστικά σενάρια, σύμφωνα με τον κατάλληλο συνδυασμό των τιμών των παραπάνω μεταβλητών και τον υπολογισμό της συνολικής τους επίδρασης στην Καθαρή Παρούσα Αξία του έργου.

Κατόπιν των ανωτέρω, οι τρεις τιμές που εισέρχονται σε εκάστη κρίσιμη μεταβλητή δηλ. η ελάχιστη, η μέγιστη και η τιμή καλύτερης πρόβλεψης, είναι αυτές που καταγράφονται στον Πίνακα 7.7-1.

Πίνακας 7.7-1. Τιμές προβλέψεων για τη διακύμανση των τιμών των μεταβλητών του έργου

ΚΡΙΣΙΜΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ	Ελάχιστη Τιμή	Τιμή Βάσης	Μέγιστη Τιμή
Τιμή πώλησης λιμονένιου	8.361	9.290	10.219
Επιτόκιο αναγωγής	6.30%	7.00%	7.70%
Ποσοστό Φορολογίας	21.60%	24.00%	26.40%
Τιμή πώλησης μεθανίου	0.747	0.830	0.913
Τιμή πώλησης αιθανόλης	0.585	0.650	0.715
Μηχανολογικός εξοπλισμός	8,100,000.000	9,000,000.000	9,900,000.000
Corn oil	684.000	760.000	836.000
Ηλεκτρική Ενέργεια	0.090	0.100	0.110
Λοιπά βιομηχανικά έξοδα	328,050.000	364,500.000	400,950.000
Κόστος συντήρησης	269,100.000	299,000.000	328,900.000
H ₂ O	0.891	0.990	1.089
Επιτόκιο δανεισμού	4.50%	5.00%	5.50%
Ποσοστό χρηματοδότησης	54.00%	60.00%	66.00%
Γενικές δαπάνες	164,025.000	182,250.000	200,475.000
Απόβλητα εσπεριδοειδών	1.040	1.156	1.272

Το μεγάλο πλήθος των πιθανών συνδυασμών των τιμών του Πίνακα 7.7-1, ο οποίος περιλαμβάνει 15 μεταβλητές με 3 τιμές για κάθε μία, καθιστά σχεδόν αδύνατη την ανάλυση όλων των ρεαλιστικών σεναρίων. Πάραυτα, στην παρούσα μελέτη επιλέχθηκε να αναλυθούν ενδεικτικά 5 διαφορετικά σενάρια (Πίνακας 7.7-2 και 7.7-3).

Πιο αναλυτικά :

- ❖ Στο 1^ο σενάριο, οι μεταβλητές λαμβάνουν τις τιμές της καλύτερης πρόβλεψης και θεωρείται το σενάριο βάσης που έχει αναπτυχθεί στις προηγούμενες ενότητες.
- ❖ Στο 2^ο σενάριο – ελάχιστες τιμές, οι μεταβλητές λαμβάνουν την ελάχιστη τιμή του Πίνακα 7.7-1, ήτοι να μειώνονται τα έσοδα, αλλά και τα κόστη του έργου .

- ❖ Στο 3^ο σενάριο – μέγιστες τιμές, οι μεταβλητές λαμβάνουν τη μέγιστη τιμή του Πίνακα 7.7-1, ήτοι να μεγιστοποιούνται τα έσοδα, αλλά και τα κόστη του έργου.
- ❖ Στο 4^ο σενάριο – ακραία απαισιόδοξο, οι μεταβλητές (αντιστρόφως ανάλογες) που επηρεάζουν θετικά την NPV λαμβάνουν την ελάχιστη τιμή του Πίνακα 7.7-1, ενώ οι μεταβλητές (ανάλογες) που επηρεάζουν αρνητικά την NPV λαμβάνουν τη μέγιστη τιμή του Πίνακα 7.7-1.
- ❖ Στο 5^ο σενάριο – ακραία αισιόδοξο, οι μεταβλητές (αντιστρόφως ανάλογες) που επηρεάζουν θετικά την NPV λαμβάνουν τη μέγιστη τιμή του Πίνακα 7.7-1, ενώ οι μεταβλητές (ανάλογες) που επηρεάζουν αρνητικά την NPV λαμβάνουν την ελάχιστη τιμή του Πίνακα 7.7-1.

Πίνακας 7.7-2. Κριτήρια επιλογής τιμών κρίσιμων μεταβλητών

Σενάριο 1 ^ο	Σενάριο 2 ^ο	Σενάριο 3 ^ο	Σενάριο 4 ^ο - ακραία απαισιόδοξο	Σενάριο 5 ^ο - ακραία αισιόδοξο
Σενάριο βάσης	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Ελάχιστες τιμές πώλησης ❖ Ελάχιστες τιμές κόστους 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Μέγιστες τιμές πώλησης ❖ Μέγιστες τιμές κόστους 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Ελάχιστες τιμές πώλησης ❖ Μέγιστες τιμές κόστους 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Μέγιστες τιμές πώλησης ❖ Ελάχιστες τιμές κόστους

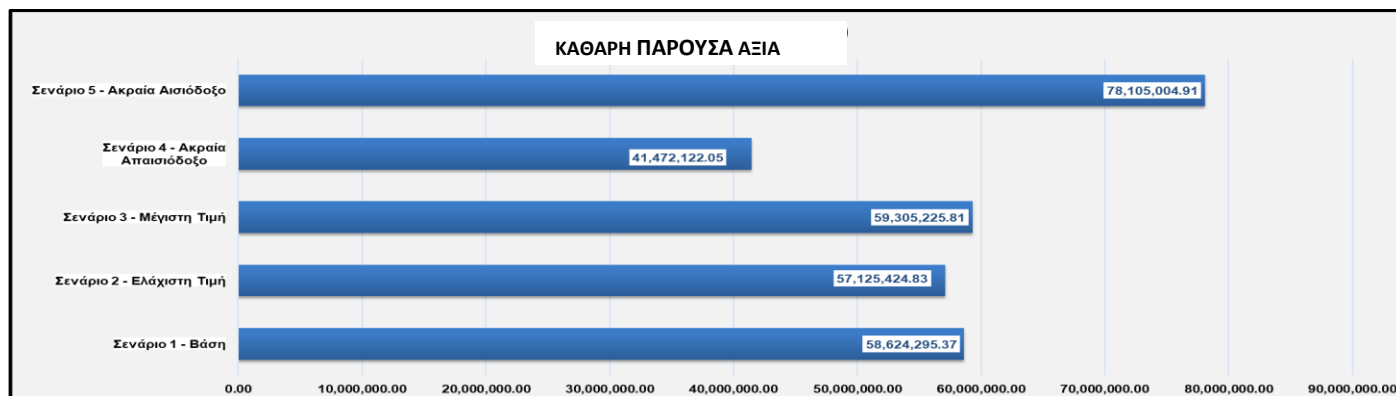
Πίνακας 7.7-3. Τιμές κρίσιμων μεταβλητών σεναρίων 1^{ου} έως και 5^{ου}

A/A	ΚΡΙΣΙΜΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ	Σενάριο 1 - Βάση	Σενάριο 2 - Ελάχιστη Τιμή	Σενάριο 3 - Μέγιστη Τιμή	Σενάριο 4 - Ακραία Απαισιόδοξο	Σενάριο 5 - Ακραία Αισιόδοξο
1.	Τιμή πώλησης λιμονένιου	9.290	8.361	10.219	8.361	10.219
2.	Επιτόκιο αναγωγής	7.00%	6.30%	7.70%	7.70%	6.30%
3.	Ποσοστό Φορολογίας	24.00%	21.60%	26.40%	26.40%	21.60%
4.	Τιμή πώλησης μεθανίου	0.830	0.747	0.913	0.747	0.913
5.	Τιμή πώλησης αιθανόλης	0.650	0.585	0.715	0.585	0.715
6.	Μηχανολογικός εξοπλισμός	9,000,000.00 0	8,100,000.000	9,900,000.000	9,900,000.000	8,100,000.000
7.	Corn oil	760.000	684.000	836.000	836.000	684.000
8.	Ηλεκτρική Ενέργεια	0.100	0.090	0.110	0.110	0.090
9.	Λοιπά βιομηχανικά έξοδα	364,500.000	328,050.000	400,950.000	400,950.000	328,050.000
10.	Κόστος συντήρησης	299,000.000	269,100.000	328,900.000	328,900.000	269,100.000
11.	H ₂ O	0.990	0.891	1.089	1.089	0.891
12.	Επιτόκιο δανεισμού	5.00%	4.50%	5.50%	5.50%	4.50%
13.	Ποσοστό χρηματοδότησης	60.00%	54.00%	66.00%	54.00%	66.00%
14.	Γενικές δαπάνες	182,250.000	164,025.000	200,475.000	200,475.000	164,025.000
15.	Απόβλητα εσπεριδοειδών	1.156	1.040	1.272	1.272	1.040

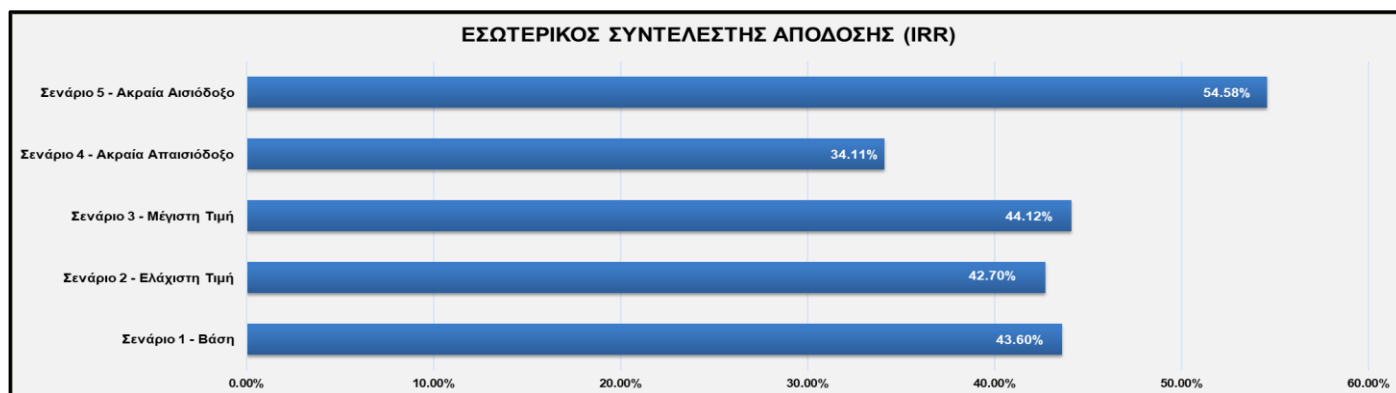
Συνοπτικά τα αποτελέσματα των δεικτών οικονομικής αξιολόγησης των σεναρίων 1^ο έως και 5^ο παρουσιάζονται στον Πίνακα 7.7-4 και στα Διαγράμματα 7.7-1 και 7.7-2, από τα οποία διαπιστώνεται ότι η επένδυση είναι χαμηλού χρηματοοικονομικού κινδύνου, αφού σε όλα τα σεναρία ικανοποιούνται τα κριτήρια μιας οικονομικά βιώσιμης επένδυσης.

Πίνακας 7.7-4. Τιμές κρίσιμων μεταβλητών σεναρίων 1^{ου} έως και 5^{ου}

Οικονομικοί Δείκτες	Σενάριο 1 - Βάση	Σενάριο 2 – Ελάχιστη τιμή	Σενάριο 3 - Μέγιστη τιμή	Σενάριο 4 - Ακραία απαισιόδοξο	Σενάριο 5 - Ακραία αισιόδοξο
ΚΑΘΑΡΗ ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ (NPV)	58,624,295.37	57,125,424.83	59,305,225.81	41,472,122.05	78,105,004.91
ΔΕΙΚΤΗΣ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑΣ (PI/PR/npv)	3.27	3.39	3.12	2.18	4.63
ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ (IRR)	43.60%	42.70%	44.12%	34.11%	54.58%
ΑΠΛΟΣ ΧΡΟΝΟΣ ΑΠΟΠΛΗΡΩΜΗΣ (Simple Payback Period)	2.32	2.37	2.28	2.97	1.85
ΠΛΗΡΗΣ ΧΡΟΝΟΣ ΑΠΟΠΛΗΡΩΜΗΣ (Discounted Payback Period)	2.63	2.66	2.63	3.51	2.03
Ποσοστιαία μεταβολή από ΚΠΑ (NPV) Σεναρίου Βάσης		-2.56%	1.16%	-29.26%	33.23%



Διάγραμμα 7.7-1. Υπολογισμός Καθαρής Παρούσας Αξίας 1ου έως και 5ου σεναρίου



Διάγραμμα 7.7-2. Υπολογισμός Εσωτερικού Συντελεστή Απόδοσης 1ου έως και 5ου σεναρίου

7.7.2 Κατανομή πιθανότητας των κρίσιμων μεταβλητών

Η ανάλυση ευαισθησίας όπως και ο υπολογισμός των τιμών εναλλαγής, είναι διαδικασίες που λαμβάνουν υπόψη τη μεμονωμένη επίδραση που έχει κάθε κρίσιμη μεταβλητή στον δείκτη της Καθαρής Παρούσας Αξίας των έργων (Αραβώσης κ.α., 2011). Περαιτέρω, όμως, είναι απαραίτητος ο υπολογισμός των κατανομών των πιθανοτήτων για τις κρίσιμες μεταβλητές που έχουν αναγνωρισθεί προκειμένου να χρησιμοποιηθούν ως εισερχόμενα σε κατάλληλο εργαλείο προσομοίωσης Monte Carlo, ώστε στη συνέχεια να προκύψουν τα σωρευτικά διαγράμματα κατανομής πιθανότητας των δεικτών αξιολόγησης των επενδύσεων, να υπολογιστούν οι αναμενόμενες (ή μέσες) τιμές των δεικτών αξιολόγησης και να πραγματοποιηθεί η σύγκρισή τους.

Γενικότερα, η προτεινόμενη μέθοδος κατανομής πιθανότητας των τιμών για τις μεταβλητές όπου δεν υφίστανται αναλυτικά στοιχεία προηγούμενης συμπεριφοράς τους, ή η συνδεσιμότητα των μεταβλητών είναι γνωστή και υπάρχουν ανεπαρκή στοιχεία επί των τιμών τους, π.χ. λόγω υψηλού κόστους ή χρόνου, είναι η τριγωνική κατανομή (Αραβώσης κ.α., 2011). Η κατανομή αυτή υλοποιείται μέσω της εισαγωγής τριών τιμών προβλέψεων της υψηλότερης και της ελάχιστης τιμής καθώς και της τιμής καλύτερης πρόβλεψης σε κάθε μεταβλητή. Σύμφωνα με αυτή τη διαδικασία προκύπτει το απαιτούμενο εύρος τιμών της εξεταζόμενης μεταβλητής και εν συνεχεία, υπολογίζεται το διάγραμμα κατανομής των πιθανοτήτων (probability distribution) για τις τιμές της. Κατά συνέπεια, για κάθε μια μεταβλητή επιλέγεται η επιθυμητή κατανομή και εισάγονται τα ανάλογα δεδομένα.

Οι ως άνω τιμές των κρίσιμων μεταβλητών χρησιμοποιήθηκαν ως εισερχόμενα στο υπολογιστικό εργαλείο SimVoi έκδοσης 3.111 (student license), το οποίο περιλαμβάνει και το εργαλείο προσομοίωσης Monte Carlo. Με την επιλογή της τριγωνικής κατανομής για όλες τις κρίσιμες μεταβλητές εκτελούνται 60.000 προσομοιώσεις, όπου δίνονται τυχαίοι αριθμοί σε κάθε μια από τις μεταβλητές μέσα στο εύρος που έχει επιλεγεί για την κάθε μια, οπότε λαμβάνεται υπόψη η συνολική επίδραση των 15 μεταβλητών στο έργο. Αρχικά, λοιπόν, προέκυψαν, τα διαγράμματα ανάλυσης ευαισθησίας και στη συνέχεια τα σωρευτικά διαγράμματα κατανομής πιθανότητας όλων των οικονομικών δεικτών, ώστε να πραγματοποιηθεί η σύγκριση και η αξιολόγησή τους. Στο Παράρτημα «KB» παρουσιάζονται τα διαγράμματα από τις κατανομές πιθανότητας των κρίσιμων μεταβλητών.

7.7.3 Ανάλυση κινδύνων

Έχοντας υπολογίσει την κατανομή πιθανότητας για τις τιμές των κρίσιμων μεταβλητών του εξεταζόμενου έργου, υπολογίζεται η επίδρασή τους στους κύριους δείκτες αξιολόγησης του έργου, ήτοι την Καθαρή Παρούσα Αξία, τον Εσωτερικό Συντελεστή Απόδοσης, τον Δείκτη Αποδοτικότητας και τον πλήρη χρόνο απόσβεσης εκτελώντας 60.000 προσομοιώσεις. Τα αποτελέσματα από την υλοποίηση της συγκεκριμένης διαδικασίας και η σωρευτική κατανομή των ως άνω δεικτών αξιολόγησης παρουσιάζονται στο Παράρτημα «ΚΓ».

7.7.4 Αξιολόγηση αποδεκτών επιπέδων κινδύνου

Ένα από τα σημαντικότερα κριτήρια για την λήψη απόφασης υλοποίησης ενός επενδυτικού έργου είναι ο υπολογισμός της αναμενόμενης (ή μέσης) τιμής των δεικτών αξιολόγησης ενός έργου. Τα αποτελέσματα της στατιστικής επεξεργασίας των διαγραμμάτων σωρευτικής κατανομής των μεταβλητών παρουσιάζονται στον Πίνακα 7.7-5.

Πίνακας 7.7-5. Αποτελέσματα δεικτών αξιολόγησης επένδυσης από τις σωρευτικές κατανομές

Δείκτες αξιολόγησης	Δυναμικότητα παραγωγικής μονάδας : 800 tn /year λιμονένιο 3,950,000 lt / year αιθανόλη 3,180,000 Nm3 / year μεθάνιο 4,400 tn /year κομπόστ				
	≤1%	10%	90%	Αναμενόμενη τιμή	Υπολογιζόμενη τιμή σεναρίου βάσης
NPV	51,593,469.45	54,550,430.70	62,799,401.42	58,631,243.86	58,624,295.37
IRR	39.51%	41.20%	46.10%	43.61%	43.60%
DPBP, years	2.36	2.47	2.80	2.63	2.63
PR	2.82	3.01	3.54	3.27	3.27

Συνεπώς, η αναμενόμενη τιμή για:

- α. Τον πλήρη χρόνο απόσβεσης είναι **2.63 έτη**, ήτοι **μικρότερη** από τον χρόνο ζωής της επένδυσης (**15 έτη**) και με πιθανότητα **10%** δύνανται να αποκτήσει τιμή μεγαλύτερη κατά ένα **έξι (6) μήνες**. Επίσης, δεν παρουσιάζει απόκλιση από την τιμή του DPBP του σεναρίου βάσης.
- β. Την Καθαρή Παρούσα Αξία είναι **θετική** με ασήμαντη απόκλιση από την τιμή του σεναρίου βάσης. Επίσης, με πιθανότητα μικρότερη του 1% δύνανται να μειωθεί κατά **12%** από την αναμενόμενη τιμή **NPV**, **όπως και την τιμή του σεναρίου βάσης**.
- γ. Τον Εσωτερικό Συντελεστή Απόδοσης είναι **μεγαλύτερη** από το επιτόκιο προεξόφλησης και δεν παρουσιάζει απόκλιση από την υπολογιζόμενη τιμή του **IRR** του σεναρίου βάσης. Επίσης, με πιθανότητα μικρότερη του 1% δύνανται να μειωθεί κατά **9.5%** από την αναμενόμενη τιμή **IRR**, **όπως και την τιμή του σεναρίου βάσης**.
- δ. Τον PR είναι μεγαλύτερη της **μονάδας (1)** και δεν παρουσιάζει απόκλιση από την αντίστοιχα υπολογιζόμενη τιμή του σεναρίου βάσης. Επιπρόσθετα, με πιθανότητα μικρότερη του 1% δύνανται να ελαττωθεί κατά 14% από την αναμενόμενη τιμή **PR**, **όπως και την τιμή του σεναρίου βάσης**.
- ε. Η επένδυση μπορεί να αποπληρώσει το αρχικά επενδύσιμο κεφάλαιο σε χρονικό διάστημα περίπου τριών ετών και να αποφέρει κέρδος, καθώς η παρούσα αξία εκτιμάται στο τριπλάσιο της αξίας του κόστους της επένδυσης.

Επομένως, το προτεινόμενο σχέδιο επένδυσης είναι οικονομικά αποδοτικό και βιώσιμο με χαμηλό χρηματοοικονομικό κίνδυνο.

Στο πλαίσιο, λοιπόν, αξιολόγησης των κινδύνων του επενδυτικού έργου μελετήθηκε και η επίδραση της διαθεσιμότητας της πρώτης ύλης. Ειδικότερα, χρησιμοποιώντας τα διαθέσιμα βιβλιογραφικά δεδομένα (Pourbafrani, 2010), υπολογίστηκαν οι οικονομικοί δείκτες της επένδυσης για δυναμικότητα βιοδιυλιστηρίου 1 25,000 tn και 50,000 tn αποβλήτων εσπεριδοειδών, ήτοι μικρότερες τιμές κατά 50 και 75% από το προτεινόμενο σχέδιο βάσης (Πίνακας 7.7-6). Από τα αποτελέσματα των υπολογισμών προκύπτει ότι το επενδυτικό έργο δεν είναι οικονομικά βιώσιμο σε οικονομίες κλίμακας με δυναμικότητα μικρότερη από 50,000 tn αποβλήτων αφού μειώνεται η παραγωγή σε προϊόντα υψηλής προστιθέμενης αξίας. Όμως, σύμφωνα με τον Pourbafrani (2010), η επένδυση

δύνανται να είναι οικονομικά βιώσιμη σε μια μονάδα χυμοποίησης εσπεριδοειδών που παράγει ποσότητα 10,000 tn αποβλήτων και τα οποία διαχειρίζεται η ίδια προς ανάκτηση μεθανίου και λιμονένιου, αφού μειώνει το λειτουργικό κόστος του έργου για την παραγωγή βιοαιθανόλης.

Πίνακας 7.7-6. Υπολογισμός δεικτών αξιολόγησης επένδυσης σε σχέση με τη δυναμικότητα του βιοδιυλιστηρίου (tn αποβλήτων)

ΔΕΪΚΤΕΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΕΠ'ΕΝΔΥΣΗΣ	25.000 tn	50.000 tn	100.000 tn
ΚΑΘΑΡΗ ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ (NPV)	3,566,728.19	20,467,958.55	58,624,295.37
ΔΕΙΚΤΗΣ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑΣ (PR)	0.32	1.38	3.27
ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ (IRR)	11.31%	24.06%	43.6%
ΑΠΛΟΣ ΧΡΟΝΟΣ ΑΠΟΠΛΗΡΩΜΗΣ	7.36 έτη	4.15 έτη	2.32 έτη
ΠΛΗΡΗΣ ΧΡΟΝΟΣ ΑΠΟΠΛΗΡΩΜΗΣ	10.32 έτη	5.05 έτη	2.63 έτη
ΑΠΛΟΣ ΧΡΟΝΟΣ ΑΠΟΠΛΗΡΩΜΗΣ (ΠΡΟ ΦΟΡΩΝ)	6.47 έτη	3.40 έτη	1.83 έτη
ΠΛΗΡΗΣ ΧΡΟΝΟΣ ΑΠΟΠΛΗΡΩΜΗΣ (ΠΡΟ ΦΟΡΩΝ)	8.66 έτη	4.02 έτη	2.02 έτη

Παράλληλα, εξετάστηκε και η επίδραση του επιτοκίου αναγωγής στα αποτελέσματα των οικονομικών δεικτών από τα οποία διαπιστώνεται ότι η μεταβολή της τιμής του δεν αποτελεί τον βασικό παράγοντα που ρυθμίζει την οικονομική βιωσιμότητα της επένδυσης. Εν αντιθέσει αυτών, τα προϊόντα υψηλής προστιθέμενης αξίας, όπως είναι το λιμονένιο, η βιοαιθανόλη και το βιομεθάνιο αυξάνουν τα κέρδη της επένδυσης με την παράλληλη αύξηση της δυναμικότητας του βιοδιυλιστηρίου που διαχειρίζεται ποσότητες αποβλήτων άνω των 100,000 tn, όπως αναφέρεται και στη βιβλιογραφία (Lohrasbi et al., 2010). Όμως, η αύξηση της ποσότητας των παραγόμενων προϊόντων απαιτεί μεγαλύτερο αριθμό τεχνολογιών και διεργασιών, ήτοι και αυξημένες ενεργειακές καταναλώσεις με τις αντίστοιχες επιπτώσεις στο περιβάλλον.

Για αυτούς τους λόγους, μελετήθηκε περαιτέρω η ενεργειακή αξιοποίηση του παραγόμενου βιομεθανίου μέσω μονάδων ΣΗΘ, η οποία αποτελείται από τρεις μηχανές εσωτερικής καύσης (ΜΕΚ) συνολικής εγκατεστημένης ισχύος 1500 kW (εκάστη 500 kW), με ολικό βαθμό απόδοσης 80% (βαθμός απόδοσης για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας 40% και θερμικής ενέργειας 40%), λαμβάνοντας υπόψη και τις ακόλουθες παραδοχές, όπως προκύπτουν από τα μέχρι σήμερα διαθέσιμα βιβλιογραφικά δεδομένα (Τσαφαντάκης, 2017):

- ❖ Ετήσια παραγωγή βιομεθανίου : 3,180,000 Nm³/year
- ❖ Κατωτέρα Θερμογόνος Δύναμη του βιομεθανίου : 36.64 MJ/Nm³
- ❖ Κόστος εξοπλισμού και εγκατάστασης της μονάδας ΣΗΘ: 2400 €/kW
- ❖ Κόστος λειτουργίας και συντήρησης της μονάδας ΣΗΘ: 220 €/kW
- ❖ Κόστος αποκατάστασης για εκάστη ΜΕΚ: 250,000 €/επταετία
- ❖ Ιδιοκαταναλώσεις του σταθμού: 6%
- ❖ Απώλειες του σταθμού : 3%
- ❖ Ετήσια διαθεσιμότητα : 85%

- ❖ Ώρες λειτουργίας του σταθμού : 7440 h
- ❖ Τιμή πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας 220 €/kWh σύμφωνα με τον ν.3851/2010 (Α΄ 85).

Από τα ανωτέρω υπολογίστηκε ετήσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας περίπου **8,500 MWh** και θερμικής ενέργειας **8,500 MWh**, αντίστοιχα. Επομένως, η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια δύνανται να συμμετέχει στην κάλυψη των ενεργειακών απαιτήσεων των διεργασιών του βιοδιυλιστηρίου όπως αντίστοιχα και η παραγόμενη θερμική ενέργεια στην παραγωγή ατμού, θέρμανση κτηρίου, παραγωγή ZNX. Στην περίπτωση αυτή, είτε χρησιμοποιηθεί εξ' ολοκλήρου η παραγόμενη ηλεκτρική / θερμική ενέργεια στις διεργασίες του βιοδιυλιστηρίου, είτε διατεθεί η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια προς πώληση στο δίκτυο της περιοχής, η επένδυση εξακολουθεί να είναι κερδοφόρα, σύμφωνα με τα αποτελέσματα των οικονομικών δεικτών που παρουσιάζονται στον Πίνακα 7.7-7 και την αντίστοιχη ανάλυση των χρηματοροών στο Παράρτημα «ΚΕ» της παρούσας.

Πίνακας 7.7-7. Αποτελέσματα οικονομικών δεικτών επένδυσης με παραγωγή ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας από μονάδα ΣΗΘ.

Οικονομικοί δείκτες επένδυσης	Σενάριο α-Παραγωγή ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας	Σενάριο β- Παραγωγή ηλεκτρικής/θερμικής ενέργειας και πώληση ηλεκτρικής ενέργειας
ΚΑΘΑΡΗ ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ (NPV)	36,290,765.75	50,355,402.35
ΔΕΙΚΤΗΣ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑΣ (PR)	1.93	2.84
ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ (IRR)	29.11%	39.89%
ΑΠΛΟΣ ΧΡΟΝΟΣ ΑΠΟΠΛΗΡΩΜΗΣ (Simple Payback Period)	3.45 έτη	2.53 έτη
ΠΛΗΡΗΣ ΧΡΟΝΟΣ ΑΠΟΠΛΗΡΩΜΗΣ (Discounted Payback Period)	4.04 έτη	2.91 έτη
ΑΠΛΟΣ ΧΡΟΝΟΣ ΑΠΟΠΛΗΡΩΜΗΣ (Simple Payback Period) (ΠΡΟ ΦΟΡΩΝ)	2.73 έτη	1.97 έτη
ΠΛΗΡΗΣ ΧΡΟΝΟΣ ΑΠΟΠΛΗΡΩΜΗΣ (Discounted Payback Period) (ΠΡΟ ΦΟΡΩΝ)	3.12 έτη	2.21 έτη

Τέλος, εάν ληφθεί υπόψη ότι η μέση κατανάλωση ενέργειας ενός Έλληνα πολίτη είναι περίπου **4,710 Kwh/ετησίως**, σύμφωνα με τα αναρτημένα δεδομένα στην ιστοσελίδα της EUROSTAT (https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/sdg_07_20/default/table) για το έτος **2021**, το προτεινόμενο έργο δύνανται να καλύψει τις ανάγκες ενός οικισμού με **1,800 περίπου κατοίκους**, είτε να ενισχύσει γειτονικές περιοχές του Δήμου Αργολίδος, σε περίπτωση όπου επιλεχθεί η πώληση της ηλεκτρικής ενέργειας.

7.7.5 Αντιμετώπιση κινδύνων

Το τελευταίο βήμα ολοκλήρωσης της διεργασίας αξιολόγησης των κινδύνων είναι η κατάλληλη αντιμετώπισή τους μέσω συγκεκριμένης στρατηγικής. Ειδικότερα, εκτελείται μια ποιοτική αξιολόγηση σύμφωνα με τις εκτελούμενες προβλέψεις από τον εξεταστή τόσο επί της πιθανότητας να συμβούν όσο και επί των συνεπειών που θα επιφέρουν στο συνολικό έργο, όταν συμβούν. Για κάθε ένα κίνδυνο που δύνανται να αναγνωρισθεί, εκτελείται η καταγραφή του και η ποιοτική αξιολόγηση της πιθανότητας να συμβεί και της συνέπειας που θα επιφέρει, αμφότερες σε πενταβάθμια κλίμακα. Με τη μέθοδο αυτή και την χρήση κατάλληλου πίνακα, οι κίνδυνοι βαθμολογούνται σε αριθμητική κλίμακα π.χ. από 2 έως 10, ενώ στη συνέχεια ταξινομούνται σε κατηγορίες επικινδυνότητας, δηλ. από 2-4 είναι η χαμηλή, 5-6 η μέτρια, 7-8 η υψηλή, και 9-10 η ακραία κατηγορία

επικινδυνότητας. Στον Πίνακα 7.7-8 παρουσιάζεται η βαθμολόγηση των κινδύνων του έργου σύμφωνα με την πιθανότητα εμφάνισης και την επίπτωσή τους, ενώ στον Πίνακα 7.7-9 η αντιστοίχιση μεταξύ της βαθμολογίας που λαμβάνει κάθε κίνδυνος και της αξιολόγησής του.

Πίνακας 7.7-8. Βαθμολόγηση πιθανότητας – επίπτωσης κινδύνων

ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑ	ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ				
	ΑΜΕΛΗΤΕΑ	ΜΙΚΡΗ	ΜΕΤΡΙΑ	ΜΕΓΑΛΗ	ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΙΚΗ
ΣΠΑΝΙΑ	2	3	4	5	6
ΜΙΚΡΗ ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑ	3	4	5	6	7
ΠΙΘΑΝΟ	4	5	6	7	8
ΠΟΛΥ ΠΙΘΑΝΟ	5	6	7	8	9
ΣΧΕΔΟΝ ΒΕΒΑΙΟ	6	7	8	9	10

Πίνακας 7.7-9. Αντιστοιχία κλίμακας βαθμολογίας – αξιολόγησης κινδύνων

ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΑ	ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ
9-10	ΑΚΡΑΙΟΣ
7-8	ΥΨΗΛΟΣ
5-6	ΜΕΤΡΙΟΣ
2-4	ΧΑΜΗΛΟΣ

Κατόπιν των ανωτέρω και λαμβάνοντας υπόψη τις οδηγίες της Ευρωπαϊκής Επιτροπής για την ανάλυση ρίσκου σε επενδυτικά έργα κυρίως, παραγωγής βιοκαυσίμων, συντάχθηκε μήτρα κινδύνων για το προτεινόμενο έργο με τις αντίστοιχες προτεινόμενες ενέργειες για την αντιμετώπισή τους (Παράρτημα «ΚΘ»). Αξίζει να σημειωθεί ότι το εξεταζόμενο έργο παρουσιάζει υψηλό κίνδυνο σε σχέση με τη διάθεση και την τιμή πώλησης των προϊόντων, τις εξελίξεις στην αγορά, το κόστος της εφοδιαστικής αλυσίδας και τις αλλαγές στις πωλήσεις στην αγορά.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΕΡΕΥΝΑ

Ο κλάδος των χυμών και των αναψυκτικών αποτελεί έναν από τους πιο σημαντικούς κλάδους για την ελληνική οικονομία, παρότι τα προϊόντα αυτά ως είδος διατροφής δεν αποτελούν αγαθά πρώτης ανάγκης. Οι παράγοντες που επηρεάζουν τη ζήτηση αυτών των προϊόντων από τους καταναλωτές είναι μεταξύ άλλων η τιμή πώλησης, τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά τους, η εφοδιαστική αλυσίδα, οι καταναλωτικές προτιμήσεις, οι κλιματολογικές συνθήκες, και κυρίως η τουριστική κίνηση. Ωστόσο, ο κλάδος των χυμών και των αναψυκτικών κλυδωνίστηκε έντονα τη τελευταία δεκαετία από την οικονομική ύφεση της χώρας, αλλά και την πανδημία. Για τη διασφάλιση της συνεχούς και ομαλής παραγωγικής λειτουργίας των βιομηχανιών χυμοποίησης εσπεριδοειδών έχουν αναζητηθεί αρκετές μέθοδοι που αφορούν τόσο στην ανάπτυξη «καινοτόμων» ανταγωνιστικών προϊόντων στην αγορά με υψηλή προστιθέμενη αξία και υψηλότερα περιθώρια στο κέρδος, προσαρμοσμένα στις νέες καταναλωτικές συνήθειες (π.χ. χαμηλής θερμιδικής αξίας προϊόντα, κ.ά.), όσο και στην αναβάθμιση του εξοπλισμού, των υποδομών και γενικότερα τον εξορθολογισμό των λειτουργικών δαπανών των βιομηχανιών χυμοποίησης.

Παράλληλα, ένα σημαντικό πρόβλημα με το οποίο έρχονται αντιμέτωπες συχνά οι μονάδες παραγωγής χυμών είναι η διάθεση και διαχείριση των αποβλήτων τους. Ειδικότερα, έχει αναφερθεί ότι οι χώρες της Νότιας Ευρώπης (Ελλάδα, Ισπανία, Ιταλία, Πορτογαλία) παράγουν συνολικά 1.000.000 τόνους τέτοιων οργανικών αποβλήτων ετησίως (το 50% της αρχικής ποσότητας του εσπεριδοειδούς παραμένει σαν υπόλειμμα μετά τη χυμοποίηση), τα οποία έχουν μηδενική ή αρνητική οικονομική αξία αφού αποτελούν απόβλητα. Αντίστοιχα, οι βιομηχανίες επεξεργασίας εσπεριδοειδών στην χώρα μας παράγουν περίπου 150.000 τόνους οργανικών αποβλήτων ετησίως. Όμως, τα οργανικά απόβλητα των βιομηχανιών χυμοποίησης αποτελούν πηγές προϊόντων υψηλής προστιθέμενης αξίας (π.χ. λιμονένιο, βιοαιθάνολη, βιοαέριο, κ.ά.) με κύριες εφαρμογές στον τομέα των καυσίμων, τροφίμων και φαρμακευτικών παρασκευασμάτων. Ως εκ τούτου, η εύρεση μεθόδων αξιοποίησης των οργανικών υπολειμμάτων των βιομηχανικών χυμοποίησης μέσω της δημιουργίας ενός ολοκληρωμένου βιοδιυλιστηρίου έχει προσελκύσει έντονα το ερευνητικό ενδιαφέρον την τελευταία δεκαετία, ενώ η σκοπιμότητα εμπορικής και μεγάλης κλίμακας μιας αντίστοιχης επένδυσης είναι υπό διερεύνηση και εξετάζεται προς το παρόν σε πιλοτικές εφαρμογές.

Στο πλαίσιο της μείωσης των περιβαλλοντικών, οικονομικών και κοινωνικών επιπτώσεων από την παραγωγή υπολειμμάτων εσπεριδοειδών προέλευσης από τα εργοστάσια χυμοποίησης στην χώρα μας και την επίτευξη της αειφόρου ανάπτυξης αναζητείται η εύρεση εναλλακτικών δυνατοτήτων διαχείρισης αυτών. Για τους λόγους αυτούς στην παρούσα εργασία δημιουργήθηκε και μελετήθηκε το μοντέλο μιας οικονομικά βιώσιμης, αξιόπιστης και περιβαλλοντικά φιλικής επένδυσης για την κατασκευή και λειτουργία βιοδιυλιστηρίου που θα αξιοποιεί τα υπολείμματα εσπεριδοειδών των ελληνικών βιομηχανιών με σκοπό την παραγωγή υλικών προστιθέμενης αξίας, όπως είναι τα αιθέρια έλαια, τα βιοκαύσιμα και η ηλεκτρική ενέργεια. Τα βήματα που ακολουθήθηκαν για τη διεξαγωγή της παρούσας έρευνας ήταν :

- α. Η εύρεση της κατάλληλης περιοχής για τη χωροθέτηση βιοδιυλιστηρίου με πρώτη ύλη βιομάζας τα υπολείμματα εσπεριδοειδών από εργοστάσια χυμοποίησης που δραστηριοποιούνται στην Ελλάδα χρησιμοποιώντας τη μεθοδολογία των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (ΓΠΣ) και λαμβάνοντας υπόψη κριτήρια βιωσιμότητας, καταλληλότητας και περιορισμών που τίθενται από τις ισχύουσες νομικές διατάξεις για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, τη βιομηχανία και την πολεοδομία.
- β. Η ανάλυση του επενδυτικού και του λειτουργικού κόστους, αλλά και του κύκλου εργασιών του βιοδιυλιστηρίου ώστε να αναπτυχθεί το μοντέλο της τεχνοοικονομικής αξιολόγησης της επένδυσης μέσω του υπολογισμού των

οικονομικών δεικτών, ήτοι της καθαρής παρούσας αξίας, του δείκτη αποδοτικότητας, του εσωτερικού βαθμού απόδοσης και του απλού και πλήρη χρόνου αποπληρωμής.

- γ. Η ανάλυση ευαισθησίας (sensitivity analysis) των κρίσιμων παραμέτρων που επηρεάζουν την οικονομική συμπεριφορά της επένδυσης μέσω προσομοιώσεων Monte-Carlo και ανάλυση σεναρίων (scenario analysis) – κατανομή πιθανότητας των κρίσιμων μεταβλητών.
- δ. Η ανάλυση κινδύνων και αξιολόγηση αποδεκτών επιπέδων κινδύνου μέσω των σωρευτικών κατανομών των δεικτών οικονομικής αξιολόγησης.
- ε. Η τεχνοοικονομική αξιολόγηση εναλλακτικών σεναρίων της επένδυσης σε σχέση με τη μεταβολή της δυναμικότητάς του βιοδιυλιστηρίου και της παραγωγής ηλεκτρικής, θερμικής ενέργειας με στόχο τη μείωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος του.

Κατόπιν της ανωτέρω ανάλυσης προκύπτουν τα ακόλουθα συμπεράσματα :

- α) Η χωροθέτηση των βιοδιυλιστηρίων στην Ελλάδα δεν ορίζεται από κάποιο ειδικό νομοθετικό πλαίσιο που να ρυθμίζει και εξειδικεύει την εγκατάστασή τους, με αποτέλεσμα να εφαρμόζονται οι διατάξεις του Ειδικού Πλαισίου Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης για τις ΑΠΕ, όπως ορίζονται στην υπ' αριθ. 49828/2008 Υπουργική Απόφαση (ΦΕΚ Β' 2464), ως ισχύει, και του ν.4759/2020 (Α' 245). Εν προκειμένω, από τα αποτελέσματα της μεθοδολογίας των Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων προκύπτει ως κατάλληλη περιοχή χωροθέτησης του βιοδιυλιστηρίου στον Νομό Αργολίδας της Περιφέρειας Πελοποννήσου. Αξίζει να σημειωθεί ότι, η σκοπιμότητα χωροθέτησης του βιοδιυλιστηρίου στην ευρύτερη περιοχή παραγωγής της πρώτης ύλης σχετίζεται άμεσα με την οικονομική βιωσιμότητα του, αφού οι μεταβολές των συνθηκών τροφοδοσίας της πρώτης ύλης αλλά και το κόστος μεταφοράς της, επιδρούν σημαντικά στα λειτουργικά έξοδα του βιοδιυλιστηρίου. Ωστόσο, από τις πρώτες πέντε επιλεχθείσες περιοχές χωροθέτησης όπως παρουσιάζονται στο Παράρτημα «ΙΣΤ» διαπιστώθηκε ότι η απόκλιση μεταξύ αυτών σε ότι αφορά στο υπολογιζόμενο κόστος μεταφοράς είναι αμελητέο και ως εκ τούτου, η τελική επιλογή της θέσης χωροθέτησης θα πρέπει να αναζητηθεί σε μελλοντική έρευνα με πιο ειδικά κριτήρια που αφορούν στην εφοδιαστική αλυσίδα, αλλά και τη σύνδεση με το Σύστημα Μεταφοράς φυσικού αερίου και ηλεκτροδότησης.
- β) Η τεχνοοικονομική αξιολόγηση έργου που περιλαμβάνει την κατασκευή βιοδιυλιστηρίου επεξεργασίας ετησίως 100,000 tn υπολειμμάτων εσπεριδοειδών από τις ελληνικές βιομηχανίες χυμοποίησης με κύρια πηγή προέλευσης από τις περιοχές της Αργολίδας, Λακωνίας, Άρτας, Αττικής, Εύβοιας, Λάρισας και Τρικάλων και παραγωγή προϊόντων λιμονενίου, βιοαιθανόλης, βιοαερίου και στερεού κομπόστ απέδειξε ότι, η προτεινόμενη επένδυση:
 - Είναι **αποδοκτή και συμφέρουσα** διότι, οι προεξοφλημένες ταμειακές εισροές – έσοδα είναι μεγαλύτερες από τις προεξοφλημένες ταμειακές εκροές – έξοδα, για περίοδο ωφέλιμης ζωής 15 έτη και επιτόκιο αναγωγής **7% (NPV>0)**, ο **Εσωτερικός Συντελεστής Απόδοσης (IRR)** είναι μεγαλύτερος από το επιτόκιο αναγωγής, ήτοι **43.6% > 7%** και ο **δείκτης της αποδοτικότητας (PR)** είναι μεγαλύτερος από την μονάδα, ήτοι **3.27 > 1**.
 - Είναι οικονομικά αποδοτική και βιώσιμη, αφού μετά την ανάλυση ευαισθησίας στις κρίσιμες μεταβλητές προέκυψαν αποτελέσματα με πιθανότητα άνω των 95% σχετικά με την αναμενόμενη τιμή στους οικονομικούς δείκτες, οι οποίοι παρέμεναν εντός αποδεκτών ορίων αποδοχής μιας επένδυσης και

εμφάνιζαν, επίσης, αμελητέα απόκλιση από τις υπολογιζόμενες τιμές των ιδίων δεικτών του σεναρίου βάσης.

- γ) Οι κρίσιμες μεταβλητές που παρουσιάζουν μεσαία ελαστικότητα και συνεισφέρουν ποσοστιαία μεταβολή στον δείκτη της Καθαρής Παρούσας Αξίας (NPV) **άνω του 20%**, ήτοι επηρεάζουν την οικονομική βιωσιμότητα και την κερδοφορία της προτεινόμενης επένδυσης είναι κυρίως, η τιμή πώλησης του λιμονενίου και το επιτόκιο αναγωγής. Αντιστοίχως, οι μεταβλητές με χαμηλή ελαστικότητα και επίδραση στην ποσοστιαία μεταβολή του δείκτη της Καθαρής Παρούσας Αξίας (NPV) από **1 – 7%** είναι το ποσοστό φορολογίας, η τιμή πώλησης του βιομεθανίου και της βιοαιθανόλης, αλλά και ο μηχανολογικός εξοπλισμός. Επομένως, η οικονομική βιωσιμότητα και κερδοφορία της επένδυσης είναι άμεσα συνδεδεμένη με την παραγωγή προϊόντων υψηλής προστιθέμενης αξίας, όπως είναι το λιμονένιο, η βιοαιθανόλη και το βιομεθάνιο με αποτέλεσμα ο κύκλος εργασιών της μονάδας επεξεργασίας των υπολειμμάτων των εσπεριδοειδών να συμβάλλει στη μείωση του λειτουργικού κόστους.
- δ) Η αύξηση της παραγωγής σε ποσότητα και αριθμό προϊόντων υψηλής προστιθέμενης αξίας συμβάλλει αφενός μεν στην κερδοφορία της επένδυσης, αφετέρου δε στην αύξηση των ενεργειακών καταναλώσεων με τις αντίστοιχες περιβαλλοντικές επιπτώσεις εξαιτίας της χρήσης περισσότερων διεργασιών για την ανάκτησή τους από τα απόβλητα των βιομηχανιών χυμοποίησης εσπεριδοειδών. Στο πλαίσιο αυτό, μελετήθηκε περαιτέρω η αξιοποίηση του ενεργειακού περιεχομένου του βιομεθανίου για την κάλυψη των ενεργειακών απαιτήσεων του βιοδιυλιστηρίου σε ηλεκτρική και θερμική ενέργεια μέσω μονάδας ΣΗΘ. Η τεχνοοικονομική αξιολόγηση της επένδυσης με χρήση της παραγόμενης ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας μόνο για ιδιοκατανάλωση δεν επηρέασε την οικονομική βιωσιμότητα της, αφού τα αποτελέσματα των οικονομικών δεικτών, όπως παρουσιάζονται στον Πίνακα 7.7-10 και στο Παράρτημα «ΚΕ» παρέμειναν εντός των επιτρεπόμενων ορίων, με υπολογιζόμενη τιμή δείκτη της αποδοτικότητας μεγαλύτερη από μονάδα (1.93).
- ε) Η επαρκής και διαθέσιμη πηγή των υπολειμμάτων εσπεριδοειδών, αλλά και η συνεχής παροχή αυτών για την εξαγωγή προϊόντων υψηλής προστιθέμενης αξίας σε ένα βιοδιυλιστήριο αποτελεί ένα σοβαρό πρόβλημα που σχετίζεται άμεσα και με τη βιωσιμότητα των εργοστασίων χυμοποίησης εσπεριδοειδών, αλλά και το κόστος της εφοδιαστικής αλυσίδας. Παρότι η ανάλυση ευαισθησίας δεν εμφάνισε το κόστος μεταφοράς ως κρίσιμη μεταβλητή που επηρεάζει την οικονομική βιωσιμότητα της επένδυσης, λαμβάνοντας υπόψη ότι το 85 % της πρώτης ύλης προέρχεται από την Περιφέρεια Πελοποννήσου, μελετήθηκε η επίδραση της μεταβολής της δυναμικότητας του βιοδιυλιστηρίου στους οικονομικούς δείκτες αξιολόγησης του έργου. Τα αποτελέσματα που προέκυψαν είναι σε συμφωνία με τα αντίστοιχα της βιβλιογραφίας και επαληθεύουν τα αντίστοιχα της ανάλυσης ευαισθησίας της παρούσας μελέτης που θέτει ως κύριο παράγοντα και κρίσιμο παράγοντα της επένδυσης την τιμή πώλησης του λιμονενίου, αφού η μείωση της δυναμικότητας του βιοδιυλιστηρίου κατά 75 % καθιστά την επένδυση ως μη οικονομικά δεκτή (Πίνακας 7.7-6 και Παράρτημα «ΚΔ»). Ωστόσο, η δημιουργία μιας μικρής οικονομίας κλίμακας βιοδιυλιστηρίου που λειτουργεί στον χώρο μιας μικρής μονάδας χυμοποίησης εσπεριδοειδών με υπολείμματα της τάξης 10,000 tn ετησίως, δύνανται να επιφέρει κερδοφορία, εφόσον δεν παράγεται βιοαιθανόλη, σύμφωνα με βιβλιογραφικά δεδομένα, αφού μειώνεται το λειτουργικό κόστος του έργου, αλλά και τα κόστη που αφορούν στον μηχανολογικό εξοπλισμό, τη συντήρησή του και το κόστος των πρώτων υλών.
- στ) Η λειτουργία ενός βιο-διυλιστηρίου στην χώρα μας δύνανται να καταστεί κερδοφόρα και ευεργετική ως προς την κοινωνία υπό την προϋπόθεση ότι:

✓ θα υλοποιηθούν οι απαραίτητες κεφαλαιουχικές δαπάνες που σχετίζονται με την αξιοποίηση των αποβλήτων και των σύγχρονων τεχνικών έχοντας πάντα ως μέτρο την εξοικονόμηση ενέργειας στις παραγωγικές διαδικασίες,

✓ θα προωθηθούν αποτελεσματικά τα βιο-προϊόντα και τα αντίστοιχα, ενεργειακά στην αγορά σε ανταγωνιστικές τιμές και,

✓ θα συμβάλλει στην προστασία του περιβάλλοντος

ζ) Η βιωσιμότητα του προτεινόμενου έργου επένδυσης εξαρτάται, όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, από το κόστος πώλησης των παραγόμενων προϊόντων (λιμονένιο, αιθανόλη, μεθάνιο), το επιτόκιο αναγωγής, χωρίς να θεωρηθεί αμελητέα και η επίδραση της καταναλισκόμενης ενέργειας, του κόστους συντήρησης και του μηχανολογικού εξοπλισμού, αλλά και η διαθεσιμότητα της πρώτης ύλης, η οποία στην ελληνική αγορά είναι άμεσα συνδεδεμένη με τη συνεχή παραγωγική λειτουργία των βιομηχανιών χυμοποίησης εσπεριδοειδών. Παράλληλα, η μακροπρόθεσμη παγκόσμια αύξηση του κόστους χρήματος ως απόρροια των βαθύτατων διαρθρωτικών μεταβολών στις οικονομίες χωρών που σχετίζονται με την αύξηση του γεωστρατηγικού κινδύνου, τις μεταβολές στη διαδικασία της παγκοσμιοποίησης, την ένταση των εσωτερικών πολιτικών αντιπαραθέσεων στις μεγάλες χώρες, τις δημογραφικές μεταβολές, το ενεργειακό κόστος, έχει επηρεάσει άμεσα τους ευάλωτους κλάδους της οικονομίας (Πετράκης, 2023). Ως εκ τούτου, την τελευταία χρονική περίοδο, οι βασικές Κεντρικές Τράπεζες παγκοσμίως, μεταξύ των οποίων και η Ευρωπαϊκή Κεντρική Τράπεζα (ΕΚΤ), έχουν εισέλθει σε τροχιά εμπροσθοβαρών και επιθετικών αυξήσεων επιτοκίων για την ανάσχεση των πληθωριστικών πιέσεων (Αναστασάτος, 2022). Είναι γεγονός ότι, η αύξηση του κόστους χρήματος συνεπάγεται υψηλότερα επίπεδα συστηματικού κινδύνου σε παγκόσμιο επίπεδο, με αποτέλεσμα οι επιχειρηματικές επιλογές να γίνονται πιο δύσκολες και οι απαιτήσεις για αποδοτικότερες επενδύσεις πιο επιτακτικές. Εν προκειμένω, το προτεινόμενο έργο της δημιουργίας βιοδιυλιστηρίου επεξεργασίας υπολειμμάτων εσπεριδοειδών αποτελεί μια κερδοφόρα επένδυση και είναι προσδόκιμη προς περαιτέρω έρευνα και αξιοποίηση, υπό τον πυλώνα της κυκλικής οικονομίας, αφού δύνανται να λειτουργήσει και ως βιοδιυλιστήριο «μηδενικών αποβλήτων».

η) Η αξιοπιστία των αποτελεσμάτων της τεχνικοοικονομικής αξιολόγησης της προτεινόμενης επένδυσης είναι άμεσα συνδεδεμένη με τα διαθέσιμα δευτερογενή δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν από τη βιβλιογραφία σχετικά με τις εφαρμόσιμες μέχρι σήμερα τεχνολογίες για την παραγωγή προϊόντων ως ενδιάμεσων και τελικών σε βιοδιυλιστήριο, αλλά και των αντίστοιχων τεχνικών δεδομένων που αφορούν στους βαθμούς απόδοσης διεργασιών, ισοζύγια μάζας και ενέργειας.

Εν όψει των ανωτέρω συμπερασμάτων, η περαιτέρω αξιολόγηση του επενδυτικού έργου στην χώρα μας μέσω ανάλυσης SWOT, καταγράφοντας τα πλεονεκτήματα (S), τις αδυναμίες (W), τις ευκαιρίες (O) και τις απειλές (T), παρουσιάζεται στο Παράρτημα «Λ». Τα πλεονεκτήματα και οι αδυναμίες ορίζονται ως εσωτερικά χαρακτηριστικά του αξιολογούμενου έργου, ενώ οι ευκαιρίες και οι απειλές είναι εξωτερικοί παράγοντες που καθορίζουν την επιτυχία ή την αποτυχία του.

Τέλος, αξίζει να σημειωθεί ότι το προτεινόμενο επενδυτικό έργο αποτελεί καινοτομία στον παραγωγικό τομέα της χώρας μας αφενός μεν επειδή προτείνεται η δημιουργία ενός περιβαλλοντικά ασφαλούς και επικερδούς πρότυπου βιοδιυλιστηρίου που εκλείπει μέχρι σήμερα σε εθνικό επίπεδο, αφετέρου δε προβάλλεται η βιώσιμη

διαχείριση μιας κατηγορίας αποβλήτων που προέρχονται από τις βιομηχανικές μονάδες χυμοποίησης συμβάλλοντας στη διασφάλιση της προστασίας και αναβάθμισης του περιβάλλοντος και της δημόσιας υγείας, όπως και στη δημιουργία νέων βιώσιμων οικονομικών ευκαιριών και θέσεων εργασίας. Στο πλαίσιο, λοιπόν, της έρευνας των βιοδιυλιστηρίων οι ακόλουθες προτάσεις θα μπορούσαν να είναι ενδιαφέρουσες για μελλοντικές μελέτες:

- Η ανάλυση κύκλου ζωής ενός βιοδιυλιστηρίου επεξεργασίας υπολειμμάτων μονάδων χυμοποίησης και η εξέταση αλληλοεπιδράσεων μεταξύ των περιβαλλοντικών επιδόσεων, ενεργειακών καταναλώσεων και οικονομικής βιωσιμότητας.
- Η επέκταση της αξιοποίησης ως πρώτης ύλης και άλλων βιοαποικοδομήσιμων υλικών που προέρχονται από τον τομέα της βιομηχανίας τροφίμων (ελαιουργεία, οινοποιία, βιομηχανίες γαλακτομικών προϊόντων), τους καταναλωτές (χρησιμοποιημένα μαγειρικά έλαια, κλπ), τους χώρους εστίασης και πώλησης τροφίμων (υπολείμματα τροφίμων, ληγμένα τρόφιμα κλπ), για την ανάκτηση προϊόντων υψηλής προστιθέμενης αξίας στο πλαίσιο λειτουργίας ενός ολοκληρωμένου βιοδιυλιστηρίου.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

Ελληνική Βιβλιογραφία

Alpha Bank (2021). Εβδομαδιαίο Δελτίο Οικονομικών Εξελίξεων της Alpha Bank. Ανακτήθηκε από, <https://www.alpha.gr/-/media/alphaqr/files/group/agores/weekly-economic-report/2023/weekly-21062023.pdf>

Αναστασάτος, Τ. (2022). Πληθωριστικές πιέσεις και αύξηση επιτοκίων, *Οικονομικά Χρονικά*, No 177, σελ.18. Ανακτήθηκε από, [ΟικονομικάΧρονικά 177 WEB.pdf \(oe-e.gr\)](#)

Ανδρουλάκης, Ν., Μουγιάκος, Ε., Ψωμιάδης, Ε. (2021α). Εξ' αποστάσεως Εκπαίδευση στο Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών QGIS. Εισαγωγή στα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών. Αθήνα: Εθνικό Κέντρο Δημόσιας Διοίκησης και Αυτοδιοίκησης, Ινστιτούτο Επιμόρφωσης.

Ανδρουλάκης, Ν., Μουγιάκος, Ε., Ψωμιάδης, Ε. (2021β). Εξ' αποστάσεως Εκπαίδευση στο Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών QGIS. Μελέτη Περίπτωσης Χωροθέτηση ΒΙΠΕ. Αθήνα: Εθνικό Κέντρο Δημόσιας Διοίκησης και Αυτοδιοίκησης, Ινστιτούτο Επιμόρφωσης.

Αραβώσης, Κ., Καρμπέρης, Αθ. και Σωτήρχος, Αν., (2011). Τεχνοοικονομική αξιολόγηση επενδύσεων. Αθήνα: Οικονομική Βιβλιοθήκη.

Ασημακόπουλος, Δ., Αραμπατζής, Γ., Δημάκης, Α, Καρταλίδης, Α., Τσιλιγκιρίδης, Γ. (2015). *Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας: Δυναμικό – Τεχνολογίες*. Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Σοφία.

Βλάχος, Δ. (2021). Επεξεργασία & Αξιοποίηση υγρών αποβλήτων ελαιολιτριβείων – Μελέτη περίπτωση στο Νομό Λακωνίας (Διπλωματική Εργασία ΜΠΣ Διαχείριση Αποβλήτων). Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο, Σχολή Θετικών Επιστημών και Τεχνολογίας, Αθήνα. Ανακτήθηκε, από <https://apothesis.eap.gr/handle/repo/50772>

Γεωργακέλλος, Δ., & Διδασκάλου, Ε. (2022). *Διαχείριση φυσικών πόρων και ενέργειας*. Κάλλιπος, Ανοικτές Ακαδημαϊκές Εκδόσεις. Ανακτήθηκε από: <http://dx.doi.org/10.57713/kallipos-30>

Γιαννάκος, Κ. (2013). Πολυκριτηριακή ανάλυση χωροθέτησης σταθμών παραγωγής ενέργειας από βιομάζα σε περιβάλλον ΓΣΠ: Η περίπτωση της Περιφέρειας Θεσσαλίας (Διπλωματική Εργασία ΜΠΣ : Χωρική Ανάλυση & Διαχείριση Περιβάλλοντος). Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Χωροταξίας Πολεοδομίας & Περιφερειακής Ανάπτυξης, Βόλος.

Γκανάτσιος, Β. (2021). Βιοδιυλιστήριο για παραγωγή μονοκυτταρικής πρωτεΐνης, εδώδιμων μυκήτων και πρόσθετων τροφίμων με βιοτεχνολογική αξιοποίηση μικτών αγροτοβιομηχανικών αποβλήτων (Διδακτορική Διατριβή). Πανεπιστήμιο Πατρών, Τμήμα Χημείας, Πάτρα. Ανακτήθηκε από, <https://thesis.ekt.gr/thesisBookReader/id/35472#page/1/mode/1up>

Γουργιώτης, Α., Κυβέλου-Χιωτίνη, Σ., και Λαϊνάς, Ι. (2022). Ενσωματώνοντας τα Επιχειρηματικά Πάρκα στο αστικό οικοσύστημα: προοπτικές και προϋποθέσεις για μια ολοκληρωμένη μετάβαση, *Αειχώρος*, τεύχος 34, σελ.79. Ανακτήθηκε από, <https://journals.lib.uth.gr › article › download>

Ελληνική Στατιστική Αρχή (2023). Η Ελληνική Οικονομία. Ανακτήθηκε από, <https://www.helppost.gr/oikonomia/ellada-oikonomika-stoixeia-greek-economy-statistics/>

Ευρωπαϊκή Επιτροπή (2020). Έκθεση προόδου για την ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Ανακτήθηκε από : <https://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-11866-2020-INIT/el/pdf>

ΕΚΕΤΑ (2018). Βιομετατροπή Αποβλήτων Βιομηχανίας Τροφίμων σε Βιοπολυμερή για Προϊόντα Συσκευασίας στα Πλαίσια ενός Βιοδιυλιστηρίου. Ανακτήθηκε από, <https://www.wastes-to-biopolymers.gr/dat/29C38914/file.pdf>

Ζαφείρης, Χ. (2017). Αξιοποίηση της Βιομάζας με ειδική αναφορά στις εφαρμοζόμενες τεχνολογίες. Αθήνα : Ίδρυμα Ευγενίδου. Ανακτήθηκε από : <https://www.iene.eu/articlefiles/zafiris.pdf>

Ζαφείρης, Χ. (2022). Σημαντικός ο Ρόλος του Βιομεθανίου για την Ελλάδα- Απαραίτητη η Δημιουργία Εφοδιαστικής Αλυσίδας, Συνέντευξη στον Δημήτρη Αβαρλή στις 24.03.2022. Ανακτήθηκε από : <https://www.energia.gr/article/187085/h-zafeirhs-shmantikos-o-rolos-toy-viomethaniou-gia-thn-ellada-aparaitith-h-dhmiourgia-efodiastikh-s-alyssidas>

Ζουμπούλης, Α., Πελέκα, Ε., & Τριανταφυλλίδης, Κ. (2015). *Ανανεώσιμες πρώτες ύλες για την παραγωγή χημικών και καυσίμων-ενέργειας* [Κεφάλαιο 8] στο Ζουμπούλης, Α., Πελέκα, Ε., & Τριανταφυλλίδης, Κ. 2015. *Πράσινη χημεία και τεχνολογία στη βιώσιμη ανάπτυξη*. Κάλλιπος, Ανοικτές Ακαδημαϊκές Εκδόσεις. Ανακτήθηκε από, <http://hdl.handle.net/11419/2328>

Θεοφανίδης, Σ. (1985). Εγχειρίδιο Αξιολόγησης Επενδυτικών Σχεδίων. Αθήνα: Παπαζήση.

ΙΝΣΕΤΕ (2019). Περιφέρεια Πελοποννήσου. Ετήσια έκθεση ανταγωνιστικότητας και διαρθρωτικής προσαρμογής στον τομέα του τουρισμού για το έτος 2018. Ανακτήθηκε από, [Περιφέρεια-Πελοπόννησου.pdf \(insete.gr\)](http://www.insete.gr/Periferia-Peloponnisou.pdf).

Κακαβέλης, Χ. (2017). Προοπτικές και προκλήσεις διαχείρισης των αγροτοβιομηχανικών αποβλήτων στο Νομό Κοζάνης (Διπλωματική Εργασία ΜΠΣ Διαχείριση Αποβλήτων). Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο, Σχολή Θετικών Επιστημών και Τεχνολογίας, Πάτρα. Ανακτήθηκε από, <https://apothesis.eap.gr/handle/repo/34565>

Καλιαμπάκος, Δ. και Δαμίγος, Δ. (2008). Σημειώσεις Μαθήματος Οικονομικά του Περιβάλλοντος και των Υδατικών Πόρων - Χρηματοοικονομική και κοινωνικοοικονομική αξιολόγηση επενδύσεων. Αθήνα: Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών Επιστήμη και Τεχνολογία Υδάτων. Ανακτήθηκε από : http://mycourses.ntua.gr/courses/PSTGR1094/document/Investment_analysis_notes.pdf

Καραθανάσης, Σ. και Κούγκουλος, Α. (2021). Εκτίμηση Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων. Εκδόσεις Τζιόλα.

Καλδέλλης, Ι.Κ., (2005). Διαχείριση της Αιολικής Ενέργειας. Αθήνα: Σταμούλης.

Κορωναίος, Χ. (2012). Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (Διδακτικές Σημειώσεις) για το Διεπιστημονικό – Διατμηματικό Πρόγραμμα (Δ.Π.Μ.Σ.) «Περιβάλλον και Ανάπτυξη». Αθήνα: Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.

Κούλα, Α.Χ. (2020). Το δικαίωμα στην ενέργεια. Στο Κ. Αντωνόπουλος, Χ. Αρώνη (Επιμ.), *Εισαγωγή στο Διεθνές Δίκαιο της Ενέργειας* (σσ. 283-296). Αθήνα: Εργαστήριο Διεθνούς Δικαίου & Διεθνών Σχέσεων «Κράτερος Ιωάννου».

Μάναλης, Γ., δημοσίευση στις 30 Ιουνίου 2022 στο Capital.gr. Βιοκαύσιμα: το σημείο τομής της ενεργειακής και επισιτιστικής κρίσης. Ανακτήθηκε από : <https://www.capital.gr/me-apopsi/3644197/biokausima-to-simeio-tomis-tis-energeiakis-kai-episitistikis-krisis>

Μουρτσιάδης Α., «Βιομηχανικές και Επιχειρηματικές περιοχές, Χωροθέτηση – Πολεοδόμηση – Περιβαλλοντικός Σχεδιασμός», Εκδόσεις Αθ. Σταμούλης, Αθήνα 2012.

Μασουράκης, Μ., Μητσόπουλος, Μ. και Πρίντσιπας, Θ. (2017). Τα επιχειρηματικά πάρκα «κλειδί» για τη βιομηχανική ανασυγκρότηση της οικονομίας και την προσέλκυση επενδύσεων. Οικονομία και Επιχειρήσεις, Τεύχος 12. Ανακτήθηκε από, https://www.sev.org.gr/Uploads/Documents/50520/special_report_27_9_2017.pdf

Ναζάκη, Α., Μπαρμπούτης, Ι. & Kamperidou, V. (2021). Παραγωγή υγρών καυσίμων από βιομάζα. Conference paper, 12ο Εθνικό Συνέδριο για τις Ήπιες Μορφές Ενέργειας, Θεσσαλονίκη. Ανακτήθηκε από, [https://www.researchgate.net/publication/353071952 PARAGOGHE YGRON KAUSIMON APO BIOMAZA](https://www.researchgate.net/publication/353071952_PARAGOGHE_YGRON_KAUSIMON_APO_BIOMAZA)

Οικονομικό Επιμελητήριο της Ελλάδας (2022). Η ενεργειακή κρίση και η ελληνική οικονομία. Ανακτήθηκε από, [Untitled-1.indd \(oe-e.gr\)](https://www.oek.gr/Uploads/Documents/Untitled-1.indd%20(oe-e.gr))

Πετράκης, Π. (2023). Το κόστος του χρήματος και ο κόσμος. Ανακτήθηκε από, <https://ppetrakis.gr/oikonomia-to-kostos-xrimatos-kai-o-kosmos/>

Πολυζάκης, Α. (2019). *Ενέργεια, Περιβάλλον και Αειφόρος Ανάπτυξη*. Πτολεμαΐδα: Power Heat Cool.

Σολδάτος, Γ. και Ροζάκης, Σ.Π. (2013). Αξιολόγηση επενδύσεων Σημειώσεις Μαθήματος. Αθήνα: Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Αγροτικής Οικονομίας.

Στεφανή, Φ. (2021). Ο ρόλος του Περιφερειακού Χωροταξικού Σχεδιασμού στον ελληνικό χώρο. Αποτίμηση προκλήσεις και προοπτικές (Διδακτορική Διατριβή). Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Πολυτεχνική Σχολή, Τμήμα Μηχανικών Χωροταξίας Πολεοδομίας & Περιφερειακής Ανάπτυξης.

Τσατήρης, Μ. (2018). *Βιοενέργεια και Βιοκαύσιμα*. Αθήνα: Εκδόσεις Παπαζήση.

Τσαφαντάκης, Κ. (2017). Τεχνοοικονομική Αξιολόγηση Τεχνολογιών Ενεργειακής Αξιοποίησης Βιοαερίου στο ΧΥΤΑ Πέρα Γαλήνων Ηρακλείου Κρήτης (Διπλωματική Εργασία). Χανιά: Πολυτεχνείο Κρήτης, Σχολή Μηχανικών Περιβάλλοντος.

Τσούτσος, Θ. και Σκίκος, Γ. (1999). *Ανανεώσιμες / Εναλλακτικές και Ήπιες Πηγές Ενέργειας [Κεφάλαιο]* στο Αραβαντινός, Α. κ.ά 1999. *Εισαγωγή στο Φυσικό και Ανθρωπογενές Περιβάλλον*. Πάτρα: Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο, Σχολή Θετικών Επιστημών και Τεχνολογίας.

Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων (2013). Στοιχεία Παραγωγής, Διανομής και Διάθεσης για την Ελλάδα. Ανακτήθηκε από, <http://www.minagric.gr/index.php/el/for-farmer-2/crop-production/oporokipeytika/505-esperidoeidi/1713-stoixeia-esper-greece>

Rutz, D. Janssen, R., Reumerman, P. et al (2020). Τεχνικές λύσεις για τη μετασκευή βιομηχανικών με χρήση βιοενέργειας (Εγχειρίδιο). Μόναχο : WIP Renewable Energies. Ανακτήθηκε από: https://www.biofit-h2020.eu/files/pdfs/BioFitHandbook-greek-translation_07042021.pdf

WWF Ελλάς (2010). Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας. Retrieved from: <https://www.contentarchive.wwf.gr/images/pdfs/WWF-Odigos-gia-to-perivallon-APE.pdf>

Ξερόγλωσση Βιβλιογραφία

Angel Siles Lopez, J., Li, Q., and Thompson, I.P., (2010). Biorefinery of waste orange peel. Crit. Rev. Biotechnol. 30, pp. 63–69. Retrieved from: <https://doi.org/10.3109/07388550903425201>

Nasim Zandi Atashbar, Nacima Labadie & Christian Prins (2018). Modelling and optimisation of biomass supply chains: a review. International Journal of Production Research, 56:10, 3482-3506. Retrieved from: <https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1343506>

Anwar, F., Naseer, R., Bhangar, M.I., Ashraf, S., Talpur, F.N., Aladedunye, F.A., (2008). Physico-Chemical characteristics of citrus seeds and seed oils from Pakistan. J. Am. Oil Chem. Soc. 85, 321–330. Retrieved from: <https://doi.org/10.1007/s11746-008-1204-3>

B. Bao, D.K.S. Ng, D.H.S. Tay, A. Jiménez-Gutiérrez, M.M. El-Halwagi (2011). A shortcut method for the preliminary synthesis of process-technology pathways: an optimization approach and application for the conceptual design of integrated biorefineries. Comput. Chem. Eng., 35, pp. 1374-1383. Retrieved from: doi:10.1016/j.compchemeng.2011.04.01

Berk, Z. (2016). Introduction: History, production, trade, and utilization. In Z. Berk (Ed.), .), citrus fruit processing (pp. 1–8). San Diego: Academic press. Retrieved from: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803133-9.00001-1>

Boukroufa, M., Boutekedjiret, C., Petigny, L., Rakotomanomana, N., and Chemat, F., (2015). Bio-refinery of orange peels waste: a new concept based on integrated green and solvent free extraction processes using ultrasound and microwave techniques to obtain essential oil, polyphenols and pectin. Ultrason. Sonochem. 24, pp. 72–79.

BP p.l.c. (2022). *Energy Outlook : 2022 edition*. Retrieved from: <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/energy-outlook/bp-energy-outlook-2022.pdf>

Chaliki, P., Psomopoulos, C. S., Themelis, N. J. & Stavroulakis, C. (2014). WTE plants installed in 10 European Cities. Στο *12th International Conference on Protection and Restoration of the Environment*, 1, (pp 493-500). Retrieved from: https://www.researchgate.net/publication/263713966_WTE_plants_installed_in_10_European_Cities

Cristobal, J., Caldeira, C., Corrado, S, Sala, S., (2018). Techno-economic and profitability analysis of food waste biorefineries at European level, *Bioresour Technol* 259, pp. 244–252. Retrieved from: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2018.03.016>

DataM, 2022. *Biomass Flows*. Retrieved from: https://datam.jrc.ec.europa.eu/datam/mashup/BIOMASS_FLOWS/

Davila, J.A., Rosenberg, M., Cardona, C.A. (2015) Techno-economic and environmental assessment of p-cymene and pectin production from orange peel, *Waste Biomass Valoriz*, 6(2), pp. 253–261.

Dinani, S.T., and Goot, A.J, (2022). Challenges and solutions of extracting valueadded ingredients from fruit and vegetable byproducts: a review, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. Retrieved from: <https://doi.org/10.1080/10408398.2022.2049692>

DNV (2021). *Energy Transition Outlook 2021 Executive Summary. A global and regional forecast to 2050*. Retrieved from: <https://download.dnv.com/eto-2021-download>

Eksioglou, S., Acharya, A., Leightley, L., Arora, S., (2009). Analyzing the design and management of biomass-to-biorefinery supply chain. *Computers & Industrial Engineering*, 57, pp 1342-1352. Retrieved from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cie.2009.07.003>

Espinosa-Pardo, F. A., Nakajima, V. M., Macedo, G. A., Macedo, J. A., & Martinez, J. (2017). Extraction of phenolic compounds from dry and fermented orange pomace using supercritical CO₂ and cosolvents. *Food and Bioproducts Processing*, 101, 1–10. Retrieved from: <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2016.10.002>

European Biogas Association (2017). Biogas & Biomethane. Retrieved from: https://entsog.eu/sites/default/files/entsog-migration/publications/Events/2017/tyndp/EBA_Biogas%20and%20biomethane-final.pdf

European Commission (2021^a). *Speeding up European climate action towards a green, fair and prosperous future. EU Climate Action Progress Report*. Retrieved from: https://ec.europa.eu/clima/system/files/2021-11/policy_strategies_progress_com_2021_960_en.pdf

European Commission (2021^b). EU Biorefinery Outlook to 2030 (Lot 3). Retrieved from: https://ec.europa.eu/info/news/eu-biorefinery-outlook-2030-2021-jun-02_en

ExxonMobil (2021^a). *Global fundamentals*. Retrieved from: <https://corporate.exxonmobil.com/Energy-and-innovation/Outlook-for-Energy/Global-energy-fundamentals>

ExxonMobil (2021^b). *Energy demand: Three drivers*. Retrieved from: <https://corporate.exxonmobil.com/Energy-and-innovation/Outlook-for-Energy/Energy-demand>

ExxonMobil (2021^c). *Energy supply*. Retrieved from: <https://corporate.exxonmobil.com/Energy-and-innovation/Outlook-for-Energy/Energy-supply#Liquids>

FAO. (2017). *Citrus Fruit Fresh and Processed —Statistical Bulletin 2016*. Retrieved from, <http://www.fao.org/3/ai8092e.pdf>

FAOSTAT. (2020). *Food and agriculture data. food and agriculture organization*. Rome: FAO Retrieved from: <https://www.fao.org/faostat/en/#home>.

Gebreslassie, B.H., Waymire, R., You, F. (2013). *Sustainable design and synthesis of algae-Based biorefinery for simultaneous hydrocarbon biofuel production and carbon sequestration*. *AIChE J.* 59 (5), pp.1599–1621.

Grosser, A. and Neczaj, E. (2022). Biorefineries (chapter 10) in *Biodegradable Waste Management in the Circular Economy: Challenges and Opportunities*, edited by Malgorzata Kacprzak, Eleonore Attard, Kari-Anne Lyng, Helena Raclavska, BalRam Singh, Eyob Tesfamariam, and Franck Vandenbulcke in John Wiley & Sons Ltd, pp. 281-297.
IEA (2021^b). *World Energy Balances and Renewables Information*. Retrieved from: <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-product/world-energy-balances>

IEA Bioenergy (2021^a). *Annual Report 2021*. Retrieved from: <https://www.ieabioenergyconference2021.org/>

IEA Bioenergy (2021^b). *Global biorefinery status report 2022*. Retrieved from: <https://www.ieabioenergy.com/wp-content/uploads/2022/09/IEA-Bioenergy-Task-42-Global-biorefinery-status-report-2022-220712.pdf>

IEA Bioenergy (2021^c). *Technical, Economic and Environmental Assessment of Biorefinery Concepts*. Retrieved from: https://www.ieabioenergy.com/wp-content/uploads/2019/07/TEE_assessment_report_final_20190704-1.pdf

IEA Bioenergy (2022). *Global biorefinery status report 2022*. Retrieved from: <https://task42.ieabioenergy.com/wp-content/uploads/sites/10/2022/07/IEA-Bioenergy-Task-42-Global-biorefinery-status-report-2022-220712.pdf>

Centre for Research & Technology Hellas (2020). *BIOfuels production from Syngas FERmentation for Aviation and maritime use*. Grant Agreement No 884208. Retrieved from: <https://biosfera-project.eu/project/publications/>

Institute for European Environmental Policy (2021). *Biomass in the EU Green Deal*. Retrieved from: <https://ieep.eu/uploads/articles/attachments/a14e272d-c8a7-48ab-89bc-31141693c4f6/Biomass%20in%20the%20EU%20Green%20Deal.pdf?v=63804370211>

Karadeniz, F., (2004). Main organic acid distribution of authentic citrus juices in Turkey. *Turk. J. Agric. For.* 28, pp. 267–271.

Lohrasbi, M., Pourbafrani, M., Niklasson, C., Taherzadeh, M.J., (2010). Process design and economic analysis of a citrus waste biorefinery with biofuels and limonene as products, *Bioresour Technol* 101(19), pp. 7382–7388. Retrieved from, <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2010.04.078>

Mahato, N., Sharma, K., Sinha, M., et al (2021). Biotransformation of Citrus Waste-I: Production of Biofuel and Valuable Compounds by Fermentation (Review). *Processes*, 9, pp. 220. Retrieved from: <https://doi.org/10.3390/pr9020220>

Meneguzzo, F., Ciriminna, R., Zabini, F., Pagliaro, M., (2020a). Accelerated Production of Hesperidin-Rich Citrus Pectin from Waste Citrus Peel for Prevention and Therapy of COVID-19. *Preprints* 2020. Retrieved from: <https://doi.org/10.20944/preprints202003.0386.v1>

Meneguzzo, F., Ciriminna, R., Zabini, F., Pagliaro, M., (2020b). Hydrodynamic cavitation-based rapid expansion of hesperidin-rich products from waste citrus peel as a potential tool against COVID-19. *Preprints* 2020. Retrieved from: <http://dx.doi.org/10.20944/preprints202004.0152.v1>

Moncada, B.J. (2012). Design and Evaluation of Sustainable Biorefineries from Feedstocks in Tropical Regions (Master Thesis). Colombia: Departamento de Ingeniería Química, Universidad Nacional de Colombia sede Manizales. Retrieved from: [8111005.2012.pdf \(unal.edu.co\)](http://dx.doi.org/10.1016/j.biortech.2012.08.137)

Moncada, J., El-Halwagi, M.M., Cardona, C.A., (2013). Techno-economic analysis for a sugarcane biorefinery: Colombian case. *Bioresource Technology*, 135, pp 533-543. Retrieved from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.biortech.2012.08.137>

Moncada, B.J., Aristizabal, M.V., Cardona, A.C., (2016). Design Strategies for sustainable biorefineries. *Biochemical Engineering Journal*, V. 116, pp. 122-134. Retrieved from: <https://doi.org/10.1016/j.bej.2016.06.009>

Negro, V., Ruggeri, B., Fino, D., Tonini, D., (2017). Life cycle assessment of orange peel waste management, *Resour Conserv Recycl*, 127, pp. 148–158.

IRENA (2022a). *Renewable Power Generation Costs in 2021*. Retrieved from: <https://www.irena.org/publications/2022/Jul/Renewable-Power-Generation-Costs-in-2021>

IRENA (2022b). Energy Profile Greece. Retrieved from: https://www.irena.org/IRENADocuments/Statistical_Profiles/Europe/Greece_Europe_RE_SP.pdf

IRENA (2022c). World Energy Transitions Outlook 2022. Retrieved from: <https://irena.org/publications/2022/mar/world-energy-transitions-outlook-2022>

Ortiz-Sanchez, M., Solarte-Toro, J.C., Orrego-Alzate, C.E., Acosta-Medina, C.D., Cardona-Alzate, C.A. (2021). Integral use of orange peel waste through the biorefinery concept: an experimental, technical, energy, and economic assessment, *Biomass Conversion and Biorefinery*, 11, p.p. 645-659. Retrieved from: <https://doi.org/10.1007/s13399-020-00627-y>

Panoutsou, C., Singh, A. and Karampinis, M. (2017). Roadmap for lignocellulosic biomass and relevant policies for a bio-based economy in 2030. Retrieved from: <https://s2biom.wenr.wur.nl/doc/S2Biom%20GREECE%20biomass%20potential%20and%20policies.pdf>

Panoutsou, C. and Maniatis, K. (2021). Sustainable availability in the EU, to 2050. Ref: RED II Annex IX A/B. Retrieved from: https://platformduurzamebiobrandstoffen.nl/wp-content/uploads/2021/09/2021_ICCS_Imperial-College_Panoutsou_Maniatis_for-Concawe_Sustainable-Biomass-Availability-in-the-EU-Part-I-and-II.pdf

Papapetrou, M. and Kosmadakis, G. (2022). Chapter 9 - Resource, environmental, and economic aspects of SGHE, in *Salinity Gradient Heat Engines*, edited by Alessandro Tamburini, Andrea Cipollina, Giorgio Micale in Woodhead Publishing Series in Energy, p. 319-353. Retrieved from: <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102847-6.00006-1>

Patsalou, M., Karolina, K., Makri, E., Vasquez Ml., Drouza, C., Koutinas, M, (2017). Development of a citrus peel-based biorefinery strategy for the production of succinic acid, *J Clean Prod* 166, pp. 706–716. Retrieved from: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.08.039>

Pourbafrani, M. (2010). Citrus Waste Biorefinery: Process Development, Simulation and Economic Analysis (Thesis for the Degree of Doctor of Philosophy), Sweden: CHALMERS UNIVERSITY OF TECHNOLOGY, Department of Chemical and Biological Engineering.

Retrieved from: <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:876947/FULLTEXT01.pdf>

Pourbafrani, M., McKechnie, J., MacLean, H.L., and Saville, B.A., (2013). Life cycle greenhouse gas impacts of ethanol, biomethane and limonene production from citrus waste, *Environ. Res. Lett.* 8 (1). Retrieved from: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/8/1/015007>

Pinto, D., Cadiz-Gurrea, M. L., Silva, A. M., Delerue-Matos, C., & Rodrigues, F. (2021). Cosmetics —Food Waste Recovery. In C. M. Galanakis (Ed.), *Food waste recovery* (pp. 503–528). San Diego, CA: Academic Press.

Putnik, Predrag, Danijela Bursać Kovačević, Anet Režek Jambrak, Francisco J. Barba, Giancarlo Cravotto, Arianna Binello, Jose Manuel Lorenzo, and Avi Shpigelman, (2017). "Innovative "Green" and Novel Strategies for the Extraction of Bioactive Added Value Compounds from Citrus Wastes—A Review" *Molecules* 22, no. 5: 680. Retrieved from: <https://doi.org/10.3390/molecules22050680>

Rafiq, S., Kaul, R., Sofi, S. A., Bashir, N., Nazir, F., & Nayik, G. A. (2018). Citrus peel as a source of functional ingredient: A review. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 17 (4), 351–358. Retrieved from: <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2016.07.006>

Rosas-Mendoza, E.S., Mendez-Contreras, J.M., Aguilar-Lasserre, A.A., Vallejo-Cantu, N.A., Alvarado-Lassman, A., (2020). Evaluation of bioenergy potential from citrus effluents through anaerobic digestion, *Journal of Cleaner Production*, 254, 120128. Retrieved from: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120128>

Rouseff, R. L., Perez-Cacho, Ruiz, & Jabalpurwala, F. (2009). Historical review of citrus flavor research during the past 100 years. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57 (18), 8115–8124. Retrieved from: <https://doi.org/10.1021/jf900112y>

Satari, B., Karimi, K., (2018). Citrus processing wastes: Environmental impacts, recent advances, and future perspectives in total valorization, *Resources, Conservation & Recycling*, 129, pp. 153–167. Retrieved from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.10.032>

Sharma, K., Mahato, N., Cho, M. H., & Lee, Y. R. (2017). Converting citrus wastes into value-added products: Economic and environmentally friendly approaches. *Nutrition (Burbank, Los Angeles County, Calif.)*, 34, 29–46. Retrieved from: <https://doi.org/10.1016/j.nut.2016.09.006>

Siles JA, Vargas F, Gutiérrez MC, Chica AF, Martín MA (2016). Integral valorisation of waste orange peel using combustion, biomethanisation and co-composting technologies, *Bioresour Technol* 211, pp. 173–182. Retrieved from: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2016.03.056>

Suri, S., Singh, A., and Nema, P.K., (2022). *Current applications of citrus fruit processing waste: A scientific outlook. Applied Food Research*, 2, p.100050. Retrieved from: <https://doi.org/10.1016/j.afres.2022.100050>

United States Department of Agriculture Foreign Agricultural Service (2022). Citrus: World Markets and Trade. Retrieved from: <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/citrus.pdf>

Tang, S.Y., Bourne, R.A., Smith, R.L. and Poliakoff, M., (2008). The 24 principles of green engineering and green chemistry: 'Improvements productively'. *Green Chem.*, 10 (3) (2008), p. 268.

Torre, I., Martin-Dominguez, V., Acedos, M. G., Esteban, J., Santos, V. E., & Ladero, M. (2019). Utilisation/upgrading of orange peel waste from a biological biorefinery perspective, *Applied Microbiology and Biotechnology*, 103, pp.5975–5991. Retrieved from: <https://doi.org/10.1007/s00253-019-09929-2>

Vitale, M.; Barbero-Barrera, M.d.M.; Cascone, S.M. Thermal (2021). Physical and Mechanical Performance of Orange Peel Boards: A New Recycled Material for Building Application, *Sustainability*, 13, p. 7945. Retrieved from, <https://doi.org/10.3390/su13147945>

Wang, B., Gebreslassie, B.H., and You, F. (2013). Sustainable design and synthesis of hydrocarbon biorefinery via gasification pathway: integrated life cycle assessment and techno-economic analysis with multiobjective superstructure optimization, *Comput. Chem. Eng.*, 52, pp. 55-76.

World Bank Group (2018). What a waste 2.0 A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050. Retrieved from: <https://datatopics.worldbank.org/what-a-waste/>

WWF Ελλάς (2016). Alternatives to the District Heating Systems of W. Macedonia. The case of Ptolemaida. Retrieved from: https://regionsbeyondcoal.eu/wp-content/uploads/2019/02/DISTRICT_HEATING_EN.pdf

OECD/FAO (2022). OECD-FAO AGRICULTURAL OUTLOOK 2022 – 2031, Chapter 4 : Oilseeds and oilseed products. Retrieved from: <https://www.fao.org/3/CC0308EN/Oilseeds.pdf>

Zema, D. A., Calabro, P. S., Folino, A., Tamburino, Vincenzo., Zappia, G., & Zimbone, S. M. (2018). Valorisation of citrus processing waste: A review. *Waste Management*, 80, pp. 252–273. Retrieved from: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.09.024>


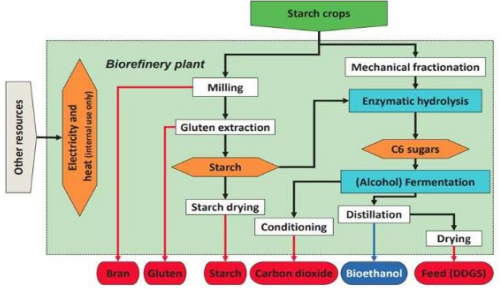

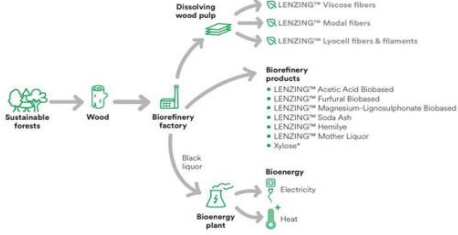

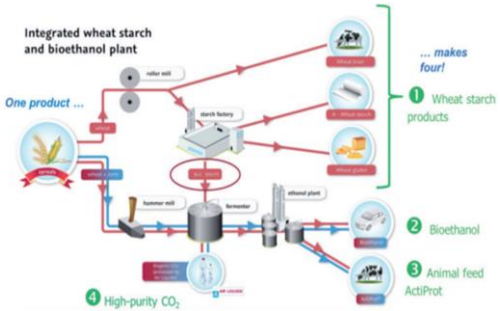
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ «Α»: Δυναμικό βιομάζας στην Ευρώπη σε Mtoe (EJ/yr) (IEEP, 2021).


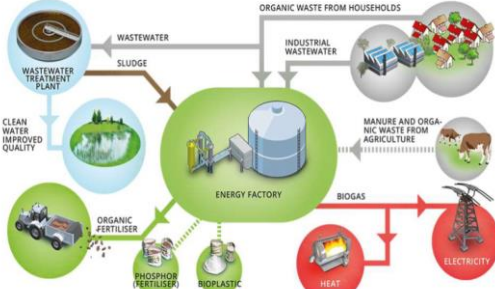



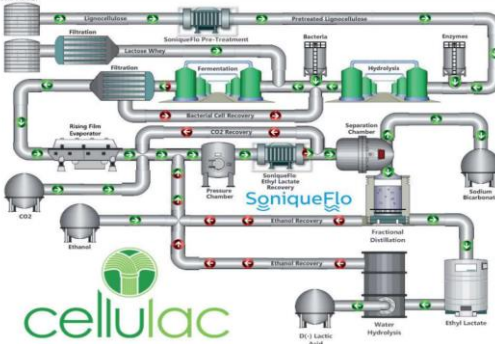
Κατηγορίες βιομάζας	Σημερινή προμήθεια βιομάζας σε Mtoe/yr (EJ/yr) ^a	Δυναμικό προμήθειας βιομάζας το 2030 σε Mtoe/yr (EJ/yr) ^a	Δυναμικό προμήθειας βιομάζας το 2050 σε Mtoe/yr (EJ/yr) ^a	Δυναμικό προμήθειας βιώσιμης βιομάζας το 2030 σε Mtoe/yr (EJ/yr) ^a	Δυναμικό προμήθειας βιώσιμης βιομάζας το 2050 σε Mtoe/yr (EJ/yr) ^a
Συνολική προμήθεια βιομάζας στην ΕΕ	148-434.4 Mtoe (6.2-18.2 EJ/yr) Average: 277.3 Mtoe	391-448 Mtoe (16,4-18,7 EJ/yr) Average: 419.5 Mtoe	143-737 Mtoe (6-30 EJ/yr) Average: 461 Mtoe	191-409 Mtoe (8-17.1 EJ/yr) Average: 295 Mtoe	206-533 Mtoe (8,6-22,3 EJ/yr) Average: 323.8 Mtoe
Δάση					
Συνολική δασική βιομάζα	131.5-265.3 Mtoe (5.5-11.1 EJ/yr) Average: 189.7 Mtoe	74-260.5 Mtoe (3.1-10.9 EJ/yr) Average: 139.4 Mtoe	67-263 Mtoe (2.8-11 EJ/yr) Average: 168.7 Mtoe	74-264 Mtoe (3.1-11 EJ/yr) Average: 170 Mtoe	67-291 Mtoe (2.8-12.2 EJ/yr) Average: 163.5 Mtoe
Πρωτογενή δάση	90.8-184 Mtoe (3.8-7.7 EJ/yr)	NA	110 Mtoe (4.6 EJ/yr)	129.5 Mtoe (5.4 EJ/yr)	114.7-133.8 Mtoe (4.8-5.6 EJ/yr)
Δασικά Υπολείμματα	14.3-124.3 Mtoe (0.6-5.2 EJ/yr)	3.5-8.6 Mtoe (0.1-0.4 EJ/yr)	6.4-57.9 Mtoe (0.3-2.4 EJ/yr)	NA	9.6-19-1 Mtoe (0.4-0.8 EJ/yr)
Βιομηχανικά παραπροϊόντα	43 Mtoe (1.8 EJ/yr)	NA	NA	NA	38.2-40.6 Mtoe (1.6-1.7 EJ/yr)
Γεωργία					
Συνολική γεωργική βιομάζα	35.9-346.6 Mtoe (1.5-14.5 EJ/yr) Average: 155.1 Mtoe	60-192 Mtoe (2.5-8 EJ/yr) Average: 115 Mtoe	88-230 Mtoe (3.7-9.6 EJ/yr) Average: 155.7 Mtoe	124-181 Mtoe (5.2-7.9 EJ/yr) Average: 152.5 Mtoe	23.9-207-9 Mtoe (1-8.7 EJ/yr) Average 120.2 Mtoe
Ενεργειακές καλλιέργειες	12-351 Mtoe (0.5-14.7 EJ/yr)	48-439 Mtoe (2-18.4 EJ/yr)	NA	36-64 Mtoe (1.5-2.7 EJ/yr)	4.8-133-8 Mtoe (0.2-5.6 EJ/yr)
Αγροτικά Υπολείμματα	16.7 Mtoe (0.7 EJ/yr)	21.5-74.1 Mtoe (0.9-3.1 EJ/yr)	14.3-342.7 Mtoe (1.9-5 EJ/yr)	36-98 Mtoe (1.54.1 EJ/yr)	19.1-74.1 Mtoe (0.8-3.1 EJ/yr)
Απόβλητα					
Συνολικά απόβλητα	11.3-33.5 Mtoe (0.5-1.4 EJ/yr) Average: 24.8 Mtoe	13-41 Mtoe (0.54-1.7 EJ/yr) Average: 27.5 Mtoe	12-119 Mtoe (0.5-5 EJ/yr) Average: 49.9 Mtoe	44-53 Mtoe (1.8-2.2 EJ/yr) Average 48.5 Mtoe	11.8-64.5 Mtoe (0.5-2.7 EJ/yr) Average: 40 Mtoe
Χαρτί και απορρίμματα χαρτιού	5-15 Mtoe (0.2-0.6 EJ/yr)	NA	NA	NA	12-23.9 Mtoe (0.5-1 EJ/yr)
Απορρίμματα ξύλου	5-15 Mtoe (0.2-0-6 EJ/yr)	10 Mtoe (0.4 EJ/yr)	NA	NA	7.2-12 Mtoe (0.3-0.5 EJ/yr)
Άλλα απόβλητα (π.χ. λυματολάσπες, ζωικά και μικτά απόβλητα τροφίμων, κλπ)	0.5-2.8 Mtoe (11.3-66.9 Mtoe)	NA	10.5-51.1 Mtoe (0.4-2.1 EJ/yr)	NA	12-28.7 Mtoe (0.5-1.2 EJ/yr)




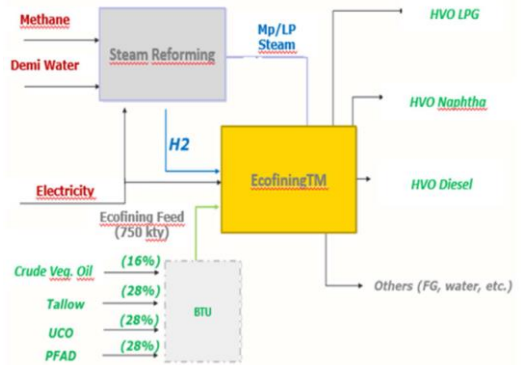

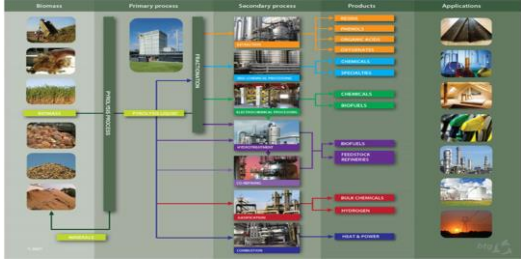
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ «Β»: Μονοπάτια βιοδιυλιστηρίου (IEA Bioenergy, 2022).


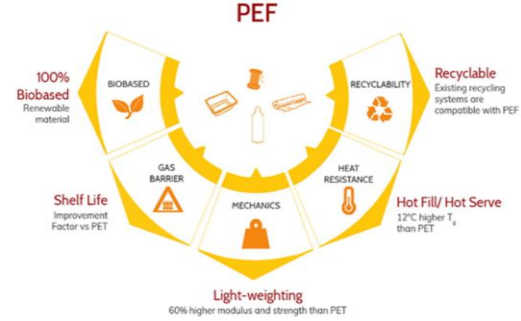

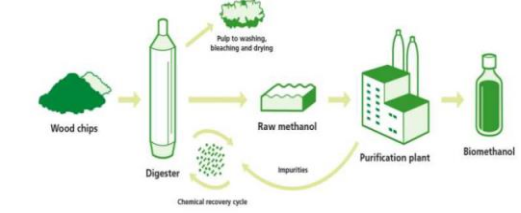

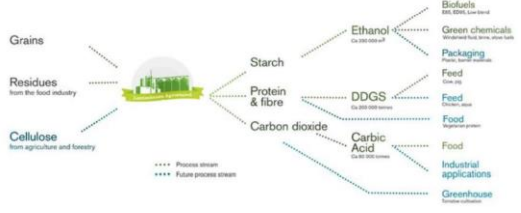
	Όνομα	Πρώτες ύλες	Διεργασίες μετατροπής	Πλατφόρμες	Προϊόντα	TRL	
προσέγγιση από κάτω προς τα άνω	A	Μια πλατφόρμα (σάκχαρα C6) χρησιμοποιώντας καλλιέργειες ζαχαρότευτλων	καλλιέργειες ζαχαρότευτλων	Εκχύλιση, ζύμωση, (χημικές μετατροπές)	σάκχαρα C6	Χημικά, πολυμερή, τρόφιμα, ζωοτροφές, αιθανόλη (δομικό στοιχείο ή καύσιμο), CO ₂ , ισχύς και θερμότητα	9
	B	Μια πλατφόρμα (άμυλο) χρησιμοποιώντας καλλιέργειες αμύλου	καλλιέργειες αμύλου	Εκχύλιση, ζύμωση, (υδρόλυση, χημικές μετατροπές)	Άμυλο	Χημικά, (τροποποιημένα) άμυλα, πολυμερή, τρόφιμα, ζωοτροφές, αιθανόλη (δομικό στοιχείο ή καύσιμα) και CO ₂	9
	C	Μια πλατφόρμα (ελαίου) χρησιμοποιώντας καλλιέργειες, απόβλητα και υπολείμματα (ελαιώδεις)	Ελαιώδεις καλλιέργειες, απόβλητα/υπολείμματα λιπών, λάδια και γράσα	Μετεστεροποίηση, (υδρόλυση, χημικές μετατροπές)	Έλαιο	Χημικές ουσίες (λιπαρά οξέα, λιπαρές αλκοόλες, γλυκερίνη), τρόφιμα, ζωοτροφές, καύσιμα (βιοντίζελ και ανανεώσιμο ντίζελ)	9
	D	Δύο πλατφόρμες (πολτός) χρησιμοποιώντας ξυλώδη βιομάζα	Λιγνοκυτταρινική καλλιέργεια, ξύλο/δασοκομία, υπολείμματα από γεωργία και δασοκομία	Μηχανική επεξεργασία, πολτοποίηση, καύση, (διαχωρισμός, εξαγωγή, αεριοποίηση)	Πολτός	Υλικά (πολτός και χαρτί, ίνες), χημικά (τερεβινθίνη, ταλλέλαιο, οξικό οξύ, φουρφουράλη, αιθανόλη, μεθανόλη, βανιλίνη), λιγνίνη, ισχύς και θερμότητα	9-7
προσέγγιση από άνω προς τα κάτω	E	Τρεις πλατφόρμες (σάκχαρα C5, σάκχαρα C6 και λιγνίνη) χρησιμοποιώντας λιγνοκυτταρινικής βιομάζας	Πράσινη βιομάζα	Προεπεξεργασία, υδρόλυση, ζύμωση, καύση, (θερμο-/χημικές μετατροπές)	Σάκχαρα C5, σάκχαρα C6 και λιγνίνη	Χημικές ουσίες, προϊόντα λιγνίνης (υλικά, αρωματικά, αέριο σύνθεσης), αιθανόλη (δομικό στοιχείο ή καύσιμο), ισχύς και θερμότητα	8-7
	F	Δύο πλατφόρμες (οργανικές ίνες και οργανικός χυμός) χρησιμοποιώντας πράσινη βιομάζα	Υδρόβια βιομάζα	Συμπίεση, διαχωρισμός ινών, αναερόβια χώνευση, καύση, (αναβάθμιση, διαχωρισμός)	Οργανικές ίνες και οργανικός χυμός	Υλικά, χημικές ουσίες (γαλακτικό οξύ, αμινο οξύ), ζωοτροφές, οργανικά λιπάσματα, καύσιμα (βιομεθάνιο, αιθανόλη), ισχύς και θερμότητα	5-7
	G	Δύο πλατφόρμες (έλαιο και βιοαέριο) χρησιμοποιώντας υδρόβια βιομάζα	Φυσικές ίνες (π.χ. κάνναβη)	Εκχύλιση, αναερόβια χώνευση, καύση, εστεροποίηση, (υδρόλυση, χημικές μετατροπές)	Έλαιο, βιοαέριο	Χημικές ουσίες (λιπαρά οξέα, λιπαρές αλκοόλες, γλυκερίνη), τρόφιμα, οργανικό λίπασμα, βιοντίζελ, ισχύς και θερμότητα	5-6
	H	Δύο πλατφόρμες (οργανικές ίνες και έλαιο) χρησιμοποιώντας φυσικές ίνες	Λιγνοκυτταρινική βιομάζα, αστικά απορρίμματα	Διαχωρισμός ινών, εκχύλιση, (χημικές μετατροπές)	Οργανικές ίνες, έλαιο	Υλικά, χημικά (λιπαρά οξέα, αλκοόλες, γλυκερίνη), διατροφικά προϊόντα, κανναβινοειδή, τρόφιμα και βιοντίζελ	4
	I	Μία πλατφόρμα (συνθετικό αέριο) χρησιμοποιώντας λιγνοκυτταρινική βιομάζα και αστικά στερεά απόβλητα	Λιγνοκυτταρινική βιομάζα	Προ-επεξεργασία, αεριοποίηση, χημικές μετατροπές	Συνθετικό αέριο	Χημικές ουσίες (μεθανόλη, υδρογόνο, ολεφίνες), κεριά και καύσιμα (βιοκαύσιμα F-T, βενζίνη, LNG, μικτές αλκοόλες)	7-8
	J	Δύο πλατφόρμες (pyrolytic liquid και biochar) χρησιμοποιώντας λιγνοκυτταρινική βιομάζα	Λιγνοκυτταρινική βιομάζα, οργανικά υπολείμματα, υδρόβια βιομάζα	Πυρόλυση, διαχωρισμός, καύση, (αεριοποίηση, πυρόλυση, εκχύλιση)	pyrolytic liquid και biochar	Έλαιο πυρόλυσης (για υλικά, χημικά, αρώματα τροφίμων, αέριο σύνθεσης, βιοκαύσιμα), βιοκάρβουνο, ισχύς και θερμότητα	4-5
	K	Μία πλατφόρμα (βιο-ακατέργαστο) χρησιμοποιώντας λιγνοκυτταρινικών, υδρόβια βιομάζα, οργανικά υπολείμματα	Λιγνοκυτταρινική καλλιέργεια, ξύλο/δασοκομία, υπολείμματα από γεωργία και δασοκομία	Υδροθερμική υγροποίηση, αναβάθμιση	Βιο-ακατέργαστο	Χημικά και καύσιμα	4

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ «Γ»: Χαρακτηριστικά παραδείγματα βιοδιυλιστηρίων (IEA Bioenergy, 2022).

Owner	Location	Type of biorefinery	Feedstocks	Outputs/products	Conversion processes
Manildra Group Website: https://www.manildra.com.au/manildra	Nowra, New South Wales, Australia 	Single platform – C6 sugars to ethanol biorefinery	Primarily wheat GMO-free	Bioethanol (300 million litres/year), CO ₂ , wheat starch, animal feed and gluten	Biochemical conversion of C6 sugars to ethanol 
Lenzing AG Website: https://www.lenzing.com/	Lenzing, Austria 	Lignocellulosic biorefinery	Spruce, birch and beech wood from sustainable forests	Viscose fibers	Pulping process, Modal and Lyclcell process 
AGRANA Bioethanol GmbH Website: www.agrana.com	Pischelsdorf, Austria 	Two platform (starch, C5/C6 sugars) biorefinery	Agricultural materials raw	Bioethanol (210,000 m ³ /year), wheat starch and gluten, CO ₂ (100,000 tonnes/year)	Integration wheat starch processing into existing bioethanol facility 

Owner	Location	Type of biorefinery	Feedstocks	Outputs/products	Conversion processes
Billund Vand, Krüger & Veolia Website: www.billundbiorefinery.com	Grindsted, Denmark 	One platform (biogas) biorefinery	Household waste, organic industrial waste, wastewater sludge, manure and other organic waste	Biogas and organic fertilizer	
BIOWERT GmbH Website: www.biowert.com	Brensbach, Germany 	4-platform (biogas, green juice, fibres, electricity & heat) biorefinery	Grass	Grass fibre insulation (AgriCellBW), natural fibre reinforced plastic (AgriPlastBW) and fertiliser made from digestate (AgriFerBW) and biogas	
Cellulac Ltd. Galway, Ireland Website: www.cellulac.co.uk	Great Northern Brewery, Dundalk, Co. Louth, Ireland 	3-platform (C5, C6 sugars and lignin) biorefinery	Lactose whey permeate and lignocellulosic biomass	100,000 metric tonnes/year Chemicals (LA, Ethyl Lactate and PLA)	

Owner	Location	Type of biorefinery	Feedstocks	Outputs/products	Conversion processes
Versalis (Eni) Website: www.versalis.eni.com	Crescentino (Piedmont Region), Italy	3-platform (C5/C6-sugars, lignin, power/heat) biorefinery	Hardwood (poplar), Agricultural residuals	Bioethanol, Lignin, Green electricity (13 Mwe), Disinfectants	Thermal pre-treatment followed by biochemical conversions with enzymes and yeast 
Eni SpA, Raffineria di Gela SpA Website: www.eni.com https://www.eni.com/en-IT/operations/biorefineries.html https://www.eni.com/en-IT/operations/italy-gela-innovative-biorefinery.html	Gela (Caltanissetta, Sicily) Italy  	Biorefinery for the production of HVO (Hydrotreated Vegetable Oil)	Raw materials of biological origin, used vegetable oil, frying oil, fats, algae and waste by-products or from energy crops in desert or pre-desert soils for the production of quality biofuel food production waste such as waste oils, animal fats and other advanced by-products	High quality biofuels HVO (Hydrotreated Vegetable Oil) (420,000 tonnes per year), Bio-Naphtha, biojet fuel (in 2021)	Eni Ecofining™ technology 
Twence Website: www.btg-bioliquids.com www.btgworld.com	Hengelo, the Netherlands 	1-platform (pyrolysis-oil) biorefinery	Woody biomass	Pyrolysis-oil (75 t/d) char and gas (6,000 MWh/year, 80 ktonnes/year steam) heat	25 MWth fast pyrolysis 

Owner	Location	Type of biorefinery	Feedstocks	Outputs/products	Conversion processes
Avantium Renewable Polymers B.V. Website: www.avantium.com	Amsterdam/Geleen/Delfzijl, the Netherlands 	2-platform biorefinery for the production of furan-based monomer (FDCA) for polymers, fine and specialty chemicals, and fuels/resins from terrestrial biomass	Starch, sucrose (in a later stage lignocellulosic feedstocks)	Monomer for polymers (furan dicarboxylic acid), fuels and resins (humins), solvents, flavors & fragrances (Methyl levulinate)	Chemocatalytic (Sugar dehydration, oxidation, purification, polymerization) 
Södra Skogsägarna Website: www.sodra.com	Mönsterås, Sweden 	Residues from forestry and forest-based industry to building blocks – Purification and upgrading of stripper methanol	Residues from forestry and forest-based industry	Building blocks Biomethanol (5,250 tonnes/year)	Purification and upgrading Biomethanol process 
Lantmännen https://www.lantmannenagroetanol.se/en/	Norrköping, Sweden 	Starch crops and other organic residues (waste bread) for production of ethanol, feed, and carbon dioxide	Starch crops and other organic residues (waste bread)	Ethanol (230,000 m ³ /year), animal feed (200,000 tonnes/year), and carbon dioxide (80,000 tonnes/year)	Fermentation 

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ «Δ»: Κόστη παραγωγής διαφόρων προϊόντων από βιοδιυλιστήρια.

Μελέτη περίπτωσης	#1	#2	#3	#4
Διεργασία	Λιγνοκυτταρινική μετατροπή	Ζύμωση	Ζύμωση	Λιγνοκυτταρινική μετατροπή
Κατηγορία	Βιοδιυλιστήριο λ/χου τροφοδοσίας	Βιοδιυλιστήριο σακχάρων	Βιοδιυλιστήριο αποβλήτων	Βιοδιυλιστήριο λ/χου τροφοδοσίας
Πρώτες ύλες	Καλαμπόκι 1.535 TJ/a (764 kt/a)	Σακχαρότευτλο ή ζαχαροκάλαμο 1.015.938 kg/a	Απόβλητα τροφίμων 83.000 t/a	Πριονίδια ξύλου 1.549.200 t
Προϊόντα	Αιθανόλη 4.400 TJ/a Ηλεκτρική ενέργεια 387 TJ/a	PHB 46.200 kg/a	PLA 10.624 t/a Λιπίδια 12.118 t/a Ζωοτροφές 64.657 t/a	Πολτός 600.000 t Λιγνίνη 70.427 t Θερμότητα 1.478.632 GJ
Βοηθητικά	Θερμότητα 3273 TJ Χημικά αντιδραστήρια 82.727 t/a	Ενέργεια 309.007 MJ Χημικά αντιδραστήρια 407.668 kg/a	Ηλεκτρική ενέργεια 10.439 GJ Χημικά αντιδραστήρια 22.438 t/a	Ενέργεια 780.000 GJ Χημικά αντιδραστήρια 139.453 t
Επένδυση	422 Mio. €	606.673 €	116,5 Mio. US\$	11 Mio €
Πρώτες ύλες	48 Mio. €	345.419 €/a	16,2 Mio. US\$	1,5 Mio €
Λειτουργικά κόστη	26Mio. €	-	-	-
Εργατικά	3Mio. €	-	-	-
Ετήσια κόστη	127 Mio. €	862.080 €	79,5Mio. US\$	
Ειδικά κόστη	0,61 € l-1 EtOH	19 € kg-1 PHB	7,49 US\$ kg-1 PLA	
Κέρδη	140,7Mio. €	172.788 €	PLA: 55,4Mio. US\$ Λιπίδια: 6,1 Mio. US\$ Τροφή ζώων: 29,1Mio. US\$ Επεξεργασία υπολειμμάτων τροφίμων: 6,4 Mio. US\$	
Ειδικά κέρδη	~ 0,68 € l-1 EtOH	3,74 € kg-1 PHB	9,13 US\$ kg-1 PLA	633 € t-1 Παροχή αναφοράς (600 000 t πολτό)
Βαθμοί απόδοσης	Καλαμπόκι σε EtOH 0,35 MJEtOH/MJ Παραπροϊόντα σε EtOH 0,46 MJEtOH/MJ	Ζαχαροκάλαμο σε PHB 22 kg kg-1	-	Πολτός σε λιγνίνη 8,5 t t-1 λιγνίνη Black liquor σε λιγνίνη 10,8 t t-1 λιγνίνη
Επιμερισμός κόστους	Διαγραφές απαιτήσεων από τρίτους 11% Τεκμαρτός τόκος 20% Συντήρηση 3% Ασφάλεια 3% Προμήθεια πρώτης ύλης 39% Βοηθητικά και λειτουργικά υλικά 21% Λοιπά 3%	Διαγραφές απαιτήσεων από τρίτους 4% Τεκμαρτός τόκος 4% Συντήρηση 7% Ασφάλεια 1% Προμήθεια πρώτης ύλης 40% Βοηθητικά και λειτουργικά υλικά 31% Προμήθεια ενέργειας 1% Γενικά έξοδα 8% Λοιπά 4%	Διαγραφές απαιτήσεων από τρίτους 7% Τεκμαρτός τόκος 7% Συντήρηση 9% Ασφάλεια 1% Διοικητικά 1% Προμήθεια πρώτης ύλης 20% Βοηθητικά και λειτουργικά υλικά 1% Προμήθεια ενέργειας 11% Μεταφορικά έξοδα 3% Κόστος νερού 3% Εργατικά έξοδα 11% Λοιπά 16% Γενικά έξοδα 10%	Βοηθητικά υλικά 12% Βοηθητική ενέργεια % Πρώτες ύλες 75% Εργατικά 4% Συντήρηση 6%

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ «Ε»: Ευρωπαϊκή νομοθεσία για τα βιο-διυλιστήρια (European Commission, 2021^b).

A/A	Περιγραφή Ευρωπαϊκής Οδηγίας / Κανονισμού / Συμφωνίας
1.	<p>Renewable Energy Directive II (RED II) 2018/2001/EU.</p> <p>ΟΔΗΓΙΑ (ΕΕ) 2018/2001 ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ της 11ης Δεκεμβρίου 2018 για την προώθηση της χρήσης ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές</p>
2.	<p>Waste Framework Directive (WFD) 2018/851.</p> <p>ΟΔΗΓΙΑ (ΕΕ) 2018/851 ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ της 30ής Μαΐου 2018 για την τροποποίηση της οδηγίας 2008/98/ΕΚ για τα απόβλητα</p>
3.	<p>Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals (REACH)</p> <p>Κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 1907/2006 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 18ης Δεκεμβρίου 2006 , για την καταχώριση, την αξιολόγηση, την αδειοδότηση και τους περιορισμούς των χημικών προϊόντων (REACH) και για την ίδρυση του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Χημικών Προϊόντων καθώς και για την τροποποίηση της οδηγίας 1999/45/ΕΚ και για την κατάργηση του κανονισμού (ΕΟΚ) αριθ. 793/93 του Συμβουλίου και του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 1488/94 της Επιτροπής καθώς και της οδηγίας 76/769/ΕΟΚ του Συμβουλίου και των οδηγιών της Επιτροπής 91/155/ΕΟΚ, 93/67/ΕΟΚ, 93/105/ΕΚ και 2000/21/ΕΚ</p>
4.	<p>The common agricultural policy (CAP) at a glance.</p>
5.	<p>Council Regulation (EEC) No 2658/87 (Common Customs Tariff - CCT) on the tariff and statistical nomenclature.</p> <p>Κανονισμός (ΕΟΚ) αριθ. 2658/87 — η δασμολογική και στατιστική ονοματολογία και το κοινό δασμολόγιο</p>
6.	<p>Genetically Modified Organisms Directive (2001/18/EC GMO).</p> <p>Οδηγία 2001/18/ΕΚ για τη σκόπιμη ελευθέρωση γενετικώς τροποποιημένων οργανισμών στο περιβάλλον</p>
7.	<p>EU Emissions Trading Scheme (EU ETS)</p>
8.	<p>Directive (EU) 2018/844 of the European Parliament and of the Council of 30 May 2018 amending Directive 2010/31/EU on the energy performance of buildings and Directive 2012/27/EU on energy efficiency.</p> <p>ΟΔΗΓΙΑ (ΕΕ) 2018/844 ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ της 30ής Μαΐου 2018 για την τροποποίηση της οδηγίας 2010/31/ΕΕ για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων και της οδηγίας 2012/27/ΕΕ για την ενεργειακή απόδοση.</p>

A/A Περιγραφή Ευρωπαϊκής Οδηγίας / Κανονισμού / Συμφωνίας
<p>9. Land Use and Land Use Change (LULUCF)</p> <p>ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ (ΕΕ) 2018/841 ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ της 30ής Μαΐου 2018 σχετικά με τη συμπερίληψη των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου και των απορροφήσεων από δραστηριότητες χρήσης γης, αλλαγής χρήσης γης και δασοπονίας στο πλαίσιο για το κλίμα και την ενέργεια έως το 2030, καθώς και για την τροποποίηση του κανονισμού (ΕΕ) αριθ. 525/2013 και της απόφασης (ΕΕ) αριθ. 529/2013/ΕΕ</p>
<p>10. European Green Deal</p> <p>Η Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία</p>
<p>11. Circular Economy Package (CEP)</p>
<p>12. Packaging and Packaging waste Directive</p>
<p>13. Sustainable Finance Taxonomy. Regulation (EU) 2020/852 on the establishment of a framework to facilitate sustainable investment and amending Regulation (EU) 2019/2088.</p>
<p>14. Deforestation and forest degradation – reducing the impact of products placed on the EU market.</p>

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ «ΣΤ»: Κίνητρα και εμπόδια από την Ευρωπαϊκή νομοθεσία για τη λειτουργία βιο-διυλιστηρίων (European Commission, 2021^b).

Κατηγορία	Κίνητρα	Εμπόδια
RED II	<ol style="list-style-type: none"> 1. Η οικονομική υποστήριξη της παραγωγής βιοενέργειας από βιο-διυλιστήρια. 2. Η θέσπιση κριτηρίων βιωσιμότητας σημαίνει περισσότερη διαθέσιμη βιομάζα. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Η υψηλή απαίτηση και οι αυξημένες τιμές για τη βιομάζα. 2. Οι άνισοι όροι ανταγωνισμού μεταξύ των προϊόντων βιολογικής προέλευσης και της βιοενέργειας, βιοκαυσίμων. 3. Τα επιπρόσθετα κίνητρα για ορισμένα είδη χαμηλής ILUC βιομάζας.
WFD	<ol style="list-style-type: none"> 1. Η μείωση των αποβλήτων στοχεύει στη δημιουργία και παραγωγή βιοαποικοδομήσιμων προϊόντων. 2. Η συλλογή βιοαποικοδομήσιμων και κομποστοποιημένων προϊόντων μαζί με βιοαπόβλητα. 3. Οι απαιτήσεις να υπάρχει σαφής διαχωρισμός στην συλλογή των βιοαποβλήτων. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Η μη ομοιόμορφη ταξινόμηση των υλικών ως απόβλητα, υπολείμματα ή συμπαραγωγής. 2. Η χρήση των αποβλήτων για την παραγωγή χημικών απαιτεί θέσπιση κανονισμών.
REACH	<ol style="list-style-type: none"> 1. Καθορισμένο νομοθετικό πλαίσιο για όλη την Ευρώπη 2. Οι όροι ανταγωνισμού με μη ευρωπαϊκά χημικά προϊόντα ευνοεί τους Ευρωπαίους παραγωγούς καθώς μη ασφαλή προϊόντα απαγορεύονται να κυκλοφορήσουν στην Ευρώπη. 3. Μερική οικονομική υποστήριξη για τις μικρομεσαίες επιχειρήσεις. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Η δύσκολη και ακριβή διαδικασία για την αποδοχή νέων χημικών . 2. Η έλλειψη γνώσεων από τις μικρομεσαίες επιχειρήσεις.
CAP	<ol style="list-style-type: none"> 1. Η διαθεσιμότητα των καλλιεργειών και υπολειμμάτων για βιοδιύλιση. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Τα υψηλά κόστη των πρώτων υλών βιολογικής προέλευσης
CCT	<ol style="list-style-type: none"> 1. Η προστασία των προϊόντων έναντι των παγκόσμιων τιμών αγοράς 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Το μειονέκτημα της παγκόσμιας τιμής 2. Το μειονέκτημα του ανταγωνισμού έναντι των πετροχημικών 3. Η αβεβαιότητα για μακροπρόθεσμες επενδύσεις.
GMO		<ol style="list-style-type: none"> 1. Η υποχρεωτική επισήμανση προϊόντων GMO. 2. Η ακριβή και αργή έγκριση της διαδικασίας.
EU ETS		
EED & EBPD		<ol style="list-style-type: none"> 1. Η γενική έλλειψη δίκαιης ρύθμισης & τυποποίησης για επιλογές παραγωγής προϊόντων βιολογικής προέλευσης.
European Green Deal	<ol style="list-style-type: none"> 1. Η δημιουργία οφελών από ενέργειες για την κλιματική αλλαγή μέσω του κλιματικού νόμου και της κυκλικής οικονομίας, ενώ δεν είναι ευκρινές εάν ο μηχανισμός για τη θέσπιση των ορίων άνθρακα θα είναι επωφελής. 	

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ «Ζ»: Επισκόπηση γενικών κινήτρων και εμποδίων για επενδύσεις σε βιο-διυλιστήρια (European Commission, 2021^b).

Κατηγορία	Κίνητρα	Εμπόδια
<p>1: Επιχειρήσεις</p>	<p>1.1 Ιδιότητες προϊόντων βιολογικής προέλευσης και τιμές</p> <p>α. Τα διάφορα οφέλη που προκύπτουν από τις ιδιότητες των προϊόντων, όπως βιοαποικοδομησιμότητα, διαλυτότητα, υψηλή λιπαντικότητα, υψηλή αντοχή, μείωση βάρους κ.λπ.</p> <p>β. Οι «Green Premium» τιμές σε πολλές εφαρμογές, καθώς ενδέχεται να κοστίζουν λιγότερο κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής (π.χ. βιο-λιπαντικά) λόγω χαμηλότερων απαιτήσεων συντήρησης, αποθήκευσης και διάθεσης.</p> <p>1.2 Αγορές και εφαρμογές</p> <p>α. Οι πολιτικές για Εταιρική Κοινωνική Ευθύνη (CSR) και ευνοϊκές πολιτικές αγοράς μεγάλων εμπορικών σημάτων και αγοραστών, ως αποτέλεσμα της τάσης για «πράσινη κοινωνία».</p> <p>β. Η αυξανόμενη ζήτηση / αγορά και οφέλη για προϊόντα «χωρίς χημικά» π.χ. πιο πράσινα επιφανειοδραστικά, ή / και «βιοδιασπώμενα» ή «φυσικά» προϊόντα.</p> <p>γ. Ο αυξανόμενος αριθμός βιο-εφαρμογών.</p> <p>Η βιο-οικονομία προσφέρει την ευκαιρία ευελιξίας μέσω ενός ευρύτερου φάσματος προϊόντων από τις συμβατικές διεργασίες πετροχημικών.</p>	<p>1.1 Ιδιότητες προϊόντων βιολογικής προέλευσης και τιμές</p> <p>α. Η χαμηλότερη ποιότητα των προϊόντων βιολογικής προέλευσης έναντι αυτών που έχουν παραχθεί με συμβατικούς τρόπους, καθώς υφίστανται δυσκολία στη διατήρηση σταθερής ποιότητας και καθαρότητας προϊόντος.</p> <p>β. Το υψηλό κόστος παραγωγής, σε σύγκριση με το αντίστοιχο πολύ αποδοτικών αλυσίδων προϊόντων συμβατικής τεχνολογίας.</p> <p>γ. Οι περισσότεροι καταναλωτές είναι πρόθυμοι να πληρώσουν ελάχιστα ή καθόλου περισσότερα για προϊόντα βιολογικής προέλευσης (π.χ. λιπαντικά). Τα υπάρχοντα προϊόντα μπορούν να αποκτήσουν άλλη αγοραστική αξία μόνο όταν επανακυκλοφορήσουν στην αγορά με άλλο όνομα.</p> <p>1.2 Αγορές και εφαρμογές</p> <p>α. Πολλαπλά προϊόντα που εξυπηρετούν πολλαπλές αγορές απαιτούν επιμέρους εστιασμένο ενδιαφέρον σε διαφορετικές βιοκαλλιέργειες.</p> <p>β. Εάν τα προϊόντα βιολογικής προέλευσης έχουν υψηλές τιμές τότε πρέπει να προσφέρουν καλύτερες ιδιότητες / λειτουργίες.</p> <p>γ. Η δυσκολία να εισέλθουν σε υπάρχουσες αγορές λόγω ανταγωνισμού, όπως και για τους πελάτες να αλλάξουν προμηθευτές.</p>

Κατηγορία	Κίνητρα	Εμπόδια
2: Καινοτομία	<p>2.1 Το ενδιαφέρον για επενδύσεις σε «πράσινες» καινοτομίες, ιδίως για επενδύσεις που στοχεύουν στους Στόχους Αειφόρου Ανάπτυξης του ΟΗΕ (SDGs), ως αποτέλεσμα της τάσης για «πράσινη κοινωνία»</p> <p>2.2 Η ενίσχυση της έρευνας και ανάπτυξης σε ευρωπαϊκό, εθνικό και περιφερειακό επίπεδο.</p>	<p>2.1 Η έλλειψη επενδύσεων π.χ. για πιλοτικές, μεγάλης κλίμακας μονάδες παραγωγής. Υπάρχει δυσκολία προσέλκυσης χρηματοδότησης για μεγαλύτερης δυναμικότητας παραγωγικές μονάδες.</p>
3: Οικονομία	<p>3.1 Ασταθείς τιμές πετρελαίου / πετροχημικών / Πολιτική αστάθεια των πετρελαιοπαραγωγών χωρών</p> <p>α. Η βιο-οικονομία προσφέρει σημαντική ευκαιρία για ανάπτυξη και προστασία των θέσεων εργασίας, επειδή ένα σημαντικό μέρος των βιολογικών πρώτων υλών προέρχονται από τον γεωργικό τομέα, και, ως εκ τούτου, συμβάλλει στην τόνωση της οικονομικής ανάπτυξης στις αγροτικές κοινότητες .</p> <p>β. Η διαθεσιμότητα ειδικευμένου εργατικού δυναμικού στην ΕΕ.</p> <p>γ. Το ενδιαφέρον για επενδύσεις στην παραγωγή προϊόντων βιολογικής προέλευσης.</p> <p>δ. Η βιο-οικονομία δημιουργεί ανθεκτικότητα στις αλυσίδες εφοδιασμού με βάση ένα κατανομημένο και αποκεντρωμένο μοντέλο σε αντίθεση με τις κάθετα ολοκληρωμένες, συγκεντρωτικές βιομηχανίες συμβατικών καυσίμων.</p>	<p>3.1 Ασταθείς τιμές πετρελαίου / πετροχημικών</p> <p>α. Το υψηλότερο επίπεδο κόστους στην ΕΕ</p>
4: Τροφοδοσία	<p>4.1 Η διαφορετική χρήση πρώτων υλών δημιουργεί ευελιξία στην αλυσίδα εφοδιασμού. Αξιοποιείται πλεόνασμα γης καθώς καλλιεργείται εγκαταλελειμμένη ή υποβαθμισμένη γη. Ειδικότερα, τα δάση αποτελούν πηγή όχι μόνο πρώτων υλών, αλλά και βιοποικιλότητας, αναψυχής, αποθήκευσης άνθρακα.</p> <p>4.2 Η διαδεδομένη και αυξανόμενη διαθεσιμότητα βιο-αποβλήτων διαχωρισμένων στην πηγή.</p>	<p>4.1 Η αυξημένη χρήση γης</p> <p>4.2 Οι τιμές βιομάζας: υψηλή / κυμαινόμενη / αυξανόμενη , που υψηλά εξαρτώνται από έναν μόνο τύπο πρώτων υλών</p> <p>4.3 Ο ανταγωνισμός με τροφοδοσία ή / και πηγών ενέργειας</p> <p>4.4 Η εκτροπή χρήσης γης από την παραγωγή τροφίμων</p>
5. Κλιματική αλλαγή και περιβάλλον	<p>5.1 Η βιοοικονομία βρίσκεται στο επίκεντρο των στρατηγικών αειφόρου ανάπτυξης παγκοσμίως και συμβάλλει στην επίτευξη των στόχων αυτής.</p>	<p>5.1 Η αυξημένη εστίαση στη βιωσιμότητα των προϊόντων και όχι στη χρήση υλικών βιολογικής προέλευσης.</p>

Κατηγορία	Κίνητρα	Εμπόδια
	<p>Εκτός από την συνεισφορά της στη μείωση της εξάρτησης από συμβατικά καύσιμα και της παραγωγής από ανανεώσιμες πηγές, τα προϊόντα βιολογικής προέλευσης προσφέρουν ένα ή περισσότερα / από τα ακόλουθα περιβαλλοντικά οφέλη, όπως βιοαποικοδομησιμότητα, χαμηλή οικοτοξικότητα, χαμηλότερες εκπομπές GHG, ανακυκλωσιμότητα, χαμηλή ανθρωπίνη τοξικότητα.</p>	<p>5.2 Η έλλειψη αποδεικτικών στοιχείων για την περιβαλλοντική, κοινωνική και οικονομική βιωσιμότητα των προϊόντων βιολογικής προέλευσης.</p> <p>Η περιβαλλοντική βιωσιμότητα :</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ αποδεικνύεται μέσω αξιολόγησης της ανάλυσης κύκλου ζωής (AKZ), η οποία, όμως, μπορεί να πραγματοποιηθεί σε επίπεδο ενός προϊόντος, ενώ για πολλά προϊόντα την καθιστά ακριβό μέσο. ❖ έχει πιο αυστηρές απαιτήσεις για τα προϊόντα βιολογικής προέλευσης παρά για τα αντίστοιχα που παράγονται με συμβατικά καύσιμα. ❖ για τις μικρομεσαίες επιχειρήσεις είναι πολύ δαπανηρή (μέσω LCA, πρότυπο προϊόντος, οικολογικό σήμα κ.λπ.) <p>5.3 Η διαφορετική αντιμετώπιση θεμάτων ανακύκλωσης (π.χ. οι τομείς παραγωγής βιο-πλαστικών και ανακύκλωσης πλαστικών).</p>
<p>6: Πολίτης και Κοινωνία</p>	<p>6.1 Η αυξανόμενη προτίμηση των καταναλωτών για πράσινα προϊόντα, ως αποτέλεσμα της τάσης για «πράσινη κοινωνία».</p> <p>6.2 Η αυξανόμενη ευαισθητοποίηση σχετικά με τις επιπτώσεις των προϊόντων συμβατικής τεχνολογίας στο περιβάλλον.</p> <p>6.3 Η θετική στάση απέναντι σε προϊόντα βιολογικής προέλευσης ως απόρροια της αντίληψης ότι η παραγωγή των ως άνω προϊόντων στοχεύει στην εξεύρεση φιλικότερων προς το περιβάλλον λύσεων.</p> <p>6.4 Το αυξημένο ενδιαφέρον για την αποφυγή προβλημάτων υγείας που σχετίζονται με προϊόντα που χρησιμοποιούνται ή εφαρμόζονται στο ανθρώπινο σώμα.</p> <p>6.5 Η συμβολή των προϊόντων βιολογικής προέλευσης στην υγεία και την ασφάλεια εργασίας (π.χ. η χρήση βιο-λιπαντικών δημιουργεί ένα καθαρότερο, λιγότερο τοξικό περιβάλλον εργασίας και δεν προκαλεί δερματικά προβλήματα σε όσους εργάζονται με κινητήρες και υδραυλικά συστήματα).</p>	<p>6.1 Ο όρος «βιολογικής προέλευσης» δεν χρησιμοποιείται ευνοϊκά στις πωλήσεις, καθώς υπάρχει χαμηλή ευαισθητοποίηση του κοινού σε προϊόντα που έχουν παραχθεί μέσω βιοτεχνολογίας.</p> <p>Η ορολογία (π.χ. «βιολογικής προέλευσης», «βιοαποικοδομήσιμο») που χρησιμοποιείται μπορεί να προκαλέσει σύγχυση στους καταναλωτές: π.χ. το «βιο-λιπαντικό» μπορεί να αναφέρεται σε προϊόντα που προέρχονται από ανανεώσιμες πηγές ή σε ένα βιοαποικοδομήσιμο λιπαντικό που προέρχεται από πηγές με βάση το πετρέλαιο).</p> <p>6.2 Ορισμένοι πελάτες συσχετίζουν τα «βιολογικής προέλευσης» προϊόντα με προϊόντα χαμηλότερης ποιότητας ή / και αυξημένης τιμής.</p> <p>6.3 Για τους παραγωγούς και τους καταναλωτές (και ορισμένους φορείς θέσπισης περιβαλλοντικής πολιτικής), οι βιολογικής προέλευσης πρώτες ύλες δεν αποτελούν (από μόνες τους) ένα απόλυτα πειστικό επιχείρημα πώλησης, καθώς ορισμένοι ενδιαφερόμενοι αμφιβάλλουν για την ολική χρήση βιομάζας ή / και την συγκομιδή ξυλώδους ύλης.</p>

Κατηγορία	Κίνητρα	Εμπόδια
	<p>6.6 Η προτίμηση προϊόντων με «φυσικά υλικά» για εφαρμογές σε επαφή με το δέρμα.</p> <p>6.7 Οικονομικά οφέλη π.χ. από την εμπορία καλλυντικών με «φυσικά» υλικά.</p>	
<p>7: Πολιτική και κανονισμοί</p>	<p>7.1 Η νομοθεσία της ΕΕ, όπως η European Green Deal και η Sustainable Finance Taxonomy αναμένεται να δώσει ώθηση στα προϊόντα βιολογικής βιομηχανίας.</p> <p>7.2 Αρκετοί ισχύοντες κανονισμοί της ΕΕ, όπως το Circular Economy Package, η αναθεωρημένη οδηγία πλαίσιο για τα απόβλητα και τη συσκευασία περιλαμβάνουν ευνοϊκά μέτρα για τα βιο-διυλιστήρια.</p> <p>7.3 Αρκετοί κανονισμοί της ΕΕ, όπως η Sustainable Finance Taxonomy συμπεριλαμβάνουν μέτρα που θα μπορούσαν να είναι ακόμη ευεργετικά όταν θεσπιστούν περαιτέρω. Για ορισμένα προϊόντα βιολογικής προέλευσης υπάρχουν σχετικά πρότυπα και εφαρμόσιμα οικολογικά σήματα (π.χ. για τα λιπαντικά βιολογικής προέλευσης και για τα βιοπλαστικά λιπασματοποίησης).</p>	<p>7.1 Δεν υπάρχει οικονομική υποστήριξη για χημικά και υλικά προϊόντα από βιο-διυλιστήρια, αλλά ούτε γενικά και οικονομική υποστήριξη σε επενδύσεις επί αυτών.</p> <p>7.2 Η νομοθεσία της ΕΕ που υποστηρίζει τη χρήση βιομάζας για βιοκαύσιμα και ενέργεια (π.χ. RED II) έχει ως αποτέλεσμα την έλλειψη ισότιμων όρων ανταγωνισμού για άλλα χημικά / υλικά προϊόντα βιο-διυλιστηρίων. Για πολλά προϊόντα βιολογικής προέλευσης δεν υπάρχουν σχετικά πρότυπα / οικολογικά σήματα.</p> <p>7.3 Αρκετοί κανονισμοί της ΕΕ, όπως οι: Common Agriculture policy, Common Customs Tariffs, GMO, EPBD και LULUCF περιέχουν προσεγγίσεις που μπορούν να εμποδίσουν την παραγωγή προϊόντων βιολογικής προέλευσης. Ως εκ τούτου καθίσταται ανάγκη για τη θέσπιση σταθερών και μακροπρόθεσμων κανονισμών που θα παρέχουν βεβαιότητα στους επενδυτές.</p>

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ «Η»: (Moncada, 2012).

Scenario		Products		Technology	Distribution	Location	
A/A	Comment	Top	Secondary			Caldas	C. Valley
Sc. 1 Sc. 2	Current Colombian base case	Animal feed Ash Fertilizer	Ζωοτροφή Λίπασμα	Ethanol Production: Batch Bioreactor. Saccharomyces Cerevisiae.16 units Cogeneration: Combined Cycle. Sugar Production: Concentration and Crystallization. Fertilizer: Stillage concentration.	Sugar Production: Cane Juice. Ethanol Production: Molasses from sugar process. Cogeneration: Cane bagasse from milling. Animal feed: by-product sugar process. Ash: Solid fraction cogeneration process. Fertilizer: Stillage concentration from ethanol	Sc. 1	Sc. 2
Sc. 3 Sc. 4	Combined first and second generation biorefinery. Ethanol prod. Z. Mobilis.	Sugar Fuel Ethanol Electricity PHB Anthocyanins	Animal feed Ash Fertilizer	Sucrose Hydrolysis: Sulfuric Acid 4 % v/v. Enzymatic Glucosidases. Ethanol Production: Continuous Bioreactor. Zymomonas Mobilis. PHB Production: batch bioreactor. Cupriavidus Necator.10 units Anthocyanin Production: batch bioreactor. Fragaria Anassa. 2 units Cogeneration: Combined Cycle. Sugar Production: Concentration and Crystallization. Fertilizer: Stillage concentration.	Sugar Production: 50 % of Cane Juice. Ethanol Production: 70 % of glucose from hydrolysis of molasses and 47.5 % of cane juice. PHB Production: 30 % of glucose from hydrolysis of molasses and 47.5 % of cane juice. Anthocyanin Production: 2.5 % of cane juice. Cogeneration: Cane bagasse from milling and cell biomass from C. Necator and F. Anassa. Animal feed: by-product sugar process. Ash: Solid fraction cogeneration process. Fertilizer: Stillage concentration from ethanol production.	Sc. 3	Sc. 4

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ «Θ»: Εφαρμογές απορριμμάτων φλούδας εσπεριδοειδών στον τομέα των τροφίμων και μη (Suri et al, 2022).

Applications of citrus peel waste in food and non-food sector.

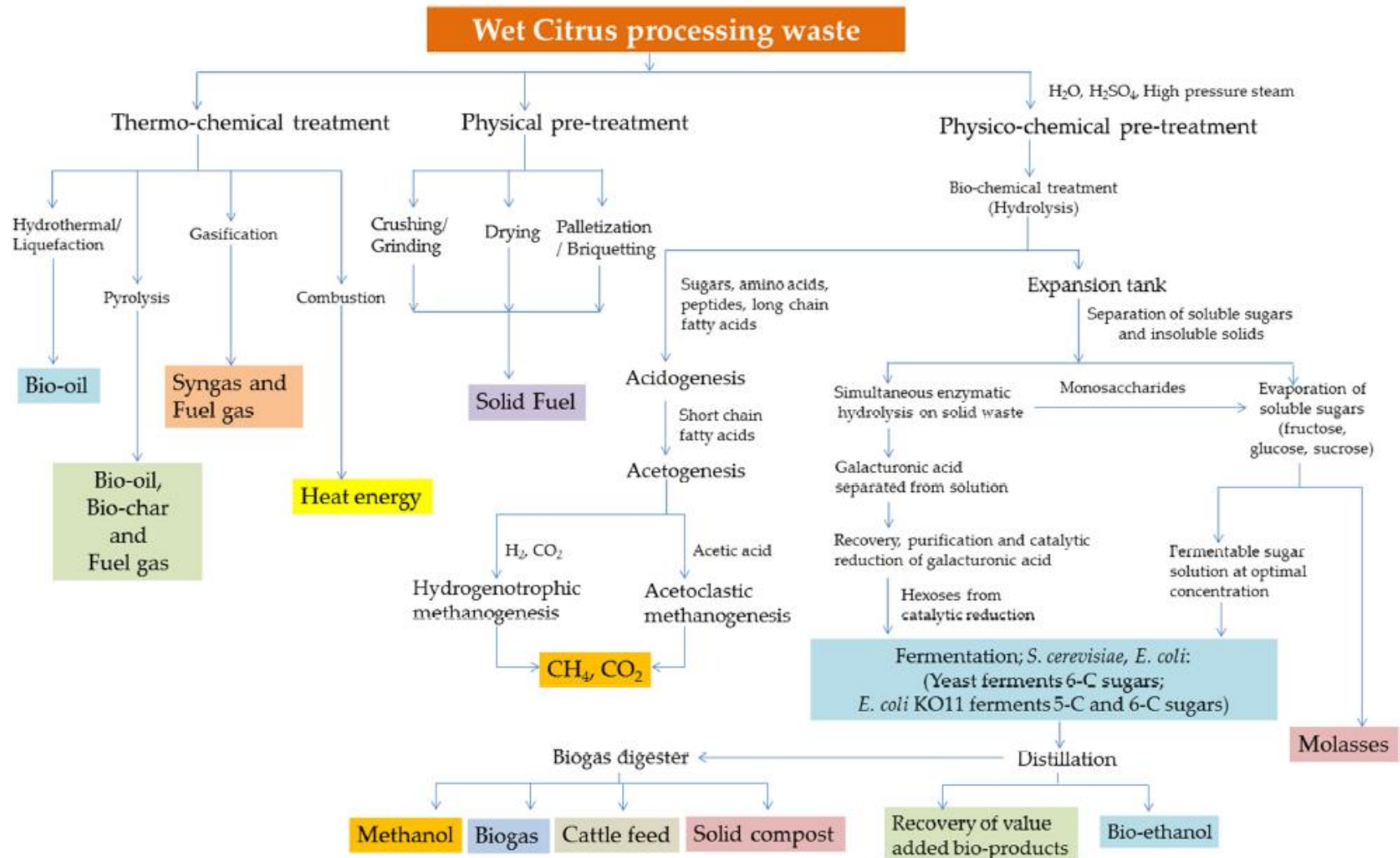
S. No.	Applications	Specific Role	Findings
Food applications of citrus peels			
1	Additive in food products	Development of dietary fiber-rich muffins Preparation of nutrient-rich biscuits Fat replacer in preparation of brioches- a bakery product	<ul style="list-style-type: none"> •Muffins prepared by incorporating 15% dietary fiber from <i>Citrus sinensis</i> (orange) bagasse resulted in declined predicted glycemic index. •6% incorporation of <i>Citrus reticulata</i> L. (mandarin) peel powder showed improved nutritional and antioxidant potential of biscuits. •50% incorporation of debittered <i>Citrus sinensis</i> fiber exhibited good fat replacer properties in preparation of brioches- a bakery product.
2	Storehouse of bioactive compounds	Polyphenols Carotenoids Pectin D-Limonene	<ul style="list-style-type: none"> •Phenols extracted from <i>Citrus inshiu</i> peels through microwave-assisted extraction exhibited high hesperidin (5860 mg/100 g extract) and narirutin (1310 mg/100 g extract) content. •Sequential microwave-assisted solvent extraction of bioactives from Kinnow (<i>Citrus reticulata</i>) peels showed higher extract yield (30.743%), total phenolics (88.404 mg GAE/g), total flavonoids (69.887 mg CE/g), DPPH radical inhibition (86.056%), ABTS radical inhibition (86.173%), total carotenoids (49.533 mg BET/g) and ascorbic acid (119.712 mg AA/g) content. •<i>Citrus</i> × <i>clementina</i> peels exhibited high hesperidin content. •Carotenoids extracted from citrus peel by high voltage electric discharge showed improved bio-accessibility (82.5%) with an increase in the energy input from 55 kJ/kg to 364 kJ/kg. •Pectin extracted from <i>citrus sinensis</i> peels through surfactant-based microwave-assisted extraction showed a high yield (28%) at 400 W power, 7 min and 1.2 pH. •Sequential microwave-assisted solvent extraction of pectin from mandarin (Kinnow) peels resulted in 27.58% pectin yield at optimized settings. •<i>Citrus unshiu</i> peels displayed high D-limonene yield (30.65%) upon supercritical fluid extraction at 300 bar pressure.
3	Prebiotic	Prebiotic activity of citrus pectic oligosaccharides	<ul style="list-style-type: none"> •The developed product showed greater prebiotic effects because of the improved antimicrobial and modulating-microbiota properties.
4	Encapsulating agent	Resveratrol loaded citrus pectin/zein nanoparticle as an oral delivery agent	<ul style="list-style-type: none"> •Nanoparticles enriched with resveratrol obtained from citrus peel pectin and zein showed good heat (80 °C for an hour) and pH (2–7) stability. •Encapsulated resveratrol exhibited high <i>in-vitro</i> plus cellular antioxidant activity.
5	Livestock feed	Feed for broiler chickens, quail, cattle, etc.	<ul style="list-style-type: none"> •Incorporation of <i>citrus sinensis</i> (orange) peel extract into the diet of broiler chickens improved their blood profile. •Inclusion of orange peel extract as feed for Quail led to the gain in weight.
Non-Food applications of citrus peel			
1	Bio-adsorbent	<i>Citrus limetta</i> peels based FeCl ₃ -impregnated activated carbon adsorbent	<ul style="list-style-type: none"> •Removal of heavy metals such as fluoride ions from wastewater.
2	Source of biofuels	Bio-ethanol Production	<ul style="list-style-type: none"> •Mandarin peel waste led to the production of ethanol (50–60 L/1000 kg) through pretreatment with steam explosion, enzymatic hydrolysis and fermentation with <i>Saccharomyces cerevisiae</i>.
3	Packaging material	As an edible packaging material Biodegradable edible film	<ul style="list-style-type: none"> •Bio-ethanol yield of 0.495 g/g and productivity of 4.85 g/Lh was obtained from <i>citrus sinensis</i> (orange) peels. •Development of edible coating for fresh strawberries from <i>Citrus limon</i> and <i>Citrus aurantifolia</i> peels. •Blend of 50% blood orange (<i>Citrus sinensis</i>) peel-based pectin and 50% fish gelatin resulted in the development of edible film with high tensile strength, antioxidant and antimicrobial action.
4	Cosmetic products	Anti-aging agent Skin whitening cream	<ul style="list-style-type: none"> •<i>Citrus reticulata</i> Blanco peel extract obtained through Soxhlation exhibited anti-collagenase and anti-elastase potential. •<i>In-vitro</i> study exhibited the high antioxidant and anti-enzymatic activity of the extract. •California Navel orange peel (<i>Citrus sinensis</i> L.) exhibited high anti-tyrosinase activity leading to lowering of melanin pigment.
5	Pharma Drug	Anti-ulcer effects Anti-obesity effects	<ul style="list-style-type: none"> •Incorporation of <i>Citrus sinensis</i> peel extract in the diet of rats led to the maintenance of their gastrointestinal health. •Inclusion of aged citrus peels (<i>chenpi</i>) into the diet of rats resulted in a decrease in weight, inhibition of fat cell enlargement and lipid accumulation in adipocytes.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ «Ι»: Εφαρμογές σπόρων και πυρηνόσπορων εσπεριδοειδών στον τομέα των τροφίμων και μη (Suri et al, 2022).

Applications of citrus seeds and pomace in food and non-food sector.

S. No.	Applications	Specific Role	Findings
Citrus Seeds			
Food Applications of citrus seeds			
1	Source of essential oil	Limonoids Poly Unsaturated Fatty Acids (PUFAs)	<ul style="list-style-type: none"> •Limonoid extracted from pummelo (<i>Citrus maxima</i>) seeds exhibited high limonoid yield of 11.52 mg/g. •Extraction of Lemon (<i>Citrus limon</i> L.) seed oil through <i>n</i>-Hexane-solvent extraction led to an oil yield of 71.3%, PUFAs viz; linolenic acid (8.7%), oleic acid (30.3%), linoleic acid (34.0%) and α-tocopherol (110.2 mg/kg oil). •Super critical CO₂ extraction of citrus seed oil revealed the presence of oleic acid (22–28%), linoleic acid (35–42%), α-linolenic acid (4–10%), palmitic acid (21–25%), and stearic acid (4–7%). •Soxhlet extraction of essential oil from acid lime and sweet orange resulted in the oil yield of 31.90% in acid lime and 33.32% in sweet orange. •Estimation of sweet orange (<i>Citrus sinensis</i>) seed oil revealed the presence of linoleic acid (36.2%), oleic acid (27.35%) and linolenic acid (3.52%)
2	Food Additive	Preparation of food items	<ul style="list-style-type: none"> •Owing to high polysaccharide content, citrus seeds could be explored for its use as food additive. •Also, the high essential oil content in the mandarin (<i>Citrus reticulata</i>) seed could be utilized as vegetable oil in food preparations.
Non-Food applications of citrus seeds			
1	Skin care products	As an ingredient in preparation of medicinal soaps	<ul style="list-style-type: none"> •Citrus seed oil incorporation in soap exhibited remarkable anti-microbial, anti-fungal, anti-parasitic and anti-oxidant properties.
2	Biofuels	Bio diesel production	<ul style="list-style-type: none"> •High bio-diesel yield of 76.93% was obtained through trans-esterification of <i>Citrus sinensis</i> seeds.
Citrus Pomace			
Food applications of citrus pomace			
1	Source of pectin	Pectin	<ul style="list-style-type: none"> •Pectin extracted from pre-mature, mature and over ripped lemon (<i>Citrus limon</i>) pomace showed a yield of 13.13%, 10.83% and 10.33%, respectively at optimum extraction temperature (100 °C) and time (60 min).
2	Source of bioactive compounds	Polyphenols	<ul style="list-style-type: none"> •Supercritical CO₂ extraction of the polyphenol from orange (<i>Citrus sinensis</i>) pomace exhibited high overall extraction yield (2.01 to 2.62%). •Total phenol content of 21.20 mg GAE/g was reported using ethanol as solvent.
3	Nano-particle	Nano-bacterial cellulose	<ul style="list-style-type: none"> •5.7 g/L yield of bacterial cellulose was obtained from the citrus pomace enzymolysis at temperature (30 °C) and time (8 days).
Non-Food applications of citrus pomace			
1	Bio- fertilizer	To improve the fertility of soil	<ul style="list-style-type: none"> •Citrus waste based bio-fertilizer exhibits antimicrobial properties and removes the toxic heavy metals from the soil.
2	Bio-adsorbent	Carbon adsorbent	<ul style="list-style-type: none"> •Pectin extracted from citrus pomace revealed its utility in the production of porous carbon adsorbents for the removal of organic dyes and metals from industrial waste.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ «ΙΑ»: Επεξεργασία απορριμμάτων εσπεριδοειδών σε ένα τυπικό βιοδιυλιστήριο μηδενικών αποβλήτων (Mahato, et al, 2021).



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ «Β»: Οργανωμένοι Υποδοχείς Μεταποιητικών και Επιχειρηματικών Δραστηριοτήτων (Πηγή: Μουρτσιάδης Α., 2012 και ίδια επεξεργασία από Μασουράκη κ.α. 2017).

Οργανωμένοι Υποδοχείς	Περιφέρεια	Έκταση (σε στρέμματα)	Κατηγορία	Πληρότητα (%)	Έτος χωροθέτησης	Έτος έναρξης
ΒΙΟΠΑ Καβάλας	Αν. Μακεδονία & Θράκη	130	ΒΙΟΠΑ	0	2005	2009
ΒΙΠΕ Καβάλας	Αν. Μακεδονία & Θράκη	2.080	ΒΙΠΕ	42	1977	1979
ΒΙΠΕ Αλεξανδρούπολης	Αν. Μακεδονία & Θράκη	1.072	ΒΙΠΕ	76	1980	1995
ΒΙΠΕ Δράμας	Αν. Μακεδονία & Θράκη	2.155	ΒΙΠΕ	51	1975	1982
ΒΙΠΕ Κομοτηνής	Αν. Μακεδονία & Θράκη	4.342	ΒΙΠΕ	82	1976	1978
ΒΙΠΕ Ξάνθης	Αν. Μακεδονία & Θράκη	1.542	ΒΙΠΕ	51	1975	1985
ΒΙΟΠΑ Ορεστιάδας	Αν. Μακεδονία & Θράκη	470	ΒΙΟΠΑ	6	1997	2003
ΒΙΟΠΑ Σαπών	Αν. Μακεδονία & Θράκη	435	ΒΙΟΠΑ	23	1998	2003
ΕΠ Ελευσίνας	Αττική	500	ΕΠ Τύπου Β'	0	2013	-
ΕΠ Ασπροπύργου	Αττική	3.428	ΕΠ Τύπου Β'	0	2012	-
ΒΙΟΠΑ Κερατέας	Αττική	1.100	ΒΙΟΠΑ	25	2003	2009
ΒΙΠΑ Σχιστού	Αττική	188	ΒΙΠΑ	49	1987	1998
ΒΙΠΑ Άνω Λιοσίων	Αττική	492	ΒΙΠΑ	40	1997	1998
ΒΙΟΠΑ Ε. Πατρών	Δυτ. Ελλάδα	596	ΒΙΟΠΑ	40	2005	2009
ΒΙΠΕ Πάτρας	Δυτ. Ελλάδα	4.104	ΒΙΠΕ	89	1972	1979
ΒΙΠΕ Αστακού	Δυτ. Ελλάδα	1.722	ΒΙΠΕ	0	1984	2008
ΒΙΟΠΑ Κοζάνης	Δυτ. Μακεδονία	55	ΒΙΟΠΑ	0	1999	2007
ΒΙΠΑ Καστοριάς	Δυτ. Μακεδονία	302	ΒΙΠΑ	17	2005	2009
ΒΙΠΕ Κοζάνης	Δυτ. Μακεδονία	709	ΒΙΠΕ	0	1997	2003
ΒΙΠΕ Φλώρινας	Δυτ. Μακεδονία	1.105	ΒΙΠΕ	53	1975	1983
ΒΙΟΠΑ Θεσπρωτίας	Ήπειρος	230	ΒΙΟΠΑ	20	1999	2009
ΒΙΠΕ Ιωαννίνων	Ήπειρος	2.058	ΒΙΠΕ	82	1976	1981
ΒΙΠΕ Πρέβεζας	Ήπειρος	2.012	ΒΙΠΕ	53	1978	1981
ΒΙΟΠΑ Βόλου	Θεσσαλία	587	ΒΙΟΠΑ	51	1997	2003
ΒΙΠΕ Βόλου Α'	Θεσσαλία	2.759	ΒΙΠΕ	95	1986	1970
ΒΙΠΕ Βόλου Β'	Θεσσαλία	1.734	ΒΙΠΕ	83	1972	1973
ΒΙΠΕ Καρδίτσας	Θεσσαλία	660	ΒΙΠΕ	47	1990	1998
ΒΙΠΕ Λάρισας	Θεσσαλία	2.415	ΒΙΠΕ	61	1979	1981
ΒΙΠΕ Αργολοίου	Ιονίων Νήσων	120	ΒΙΠΕ	100	1986	1992
ΒΙΟΠΑ Ζερβοχωριών	Κεντρ. Μακεδονία	106	ΒΙΟΠΑ	15	2000	2009
ΒΙΠΑ Κάτω Γέφυρας	Κεντρ. Μακεδονία	1.022	ΒΙΠΑ	15	2000	2009
ΒΙΠΑ Κουφαλιών	Κεντρ. Μακεδονία	113	ΒΙΠΑ	12	2003	2009
ΤΕΧΝ Θεσσαλονίκης	Κεντρ. Μακεδονία	94	Τεχνόπολη	7	2004	2009
ΒΙΟΠΑ Σερρών	Κεντρ. Μακεδονία	122	ΒΙΟΠΑ	0	2005	2009
ΒΙΠΕ Έδεσσας	Κεντρ. Μακεδονία	572	ΒΙΠΕ	13	1984	1987
ΒΙΠΕ Θεσσαλονίκης	Κεντρ. Μακεδονία	9.400	ΒΙΠΕ	98	1985	1970
ΒΙΠΕ Σερρών	Κεντρ. Μακεδονία	1.239	ΒΙΠΕ	77	1978	1981
ΒΙΠΕ Κιλκίς	Κεντρ. Μακεδονία	1.612	ΒΙΠΕ	82	1979	1983
ΕΠ Χανίων	Κρήτη	515	ΕΠ Τύπου Β'	0	2014	-
ΕΠ Ιεράπετρας	Κρήτη	559	ΕΠ Τύπου Β'	0	2012	-
ΒΙΟΠΑ Ρεθύμνου	Κρήτη	285	ΒΙΟΠΑ	0	1999	2009
ΒΙΟΠΑ Αγ. Νικολάου	Κρήτη	250	ΒΙΟΠΑ	0	1999	2009
ΒΙΟΠΑ Ανώπολης	Κρήτη	71	ΒΙΟΠΑ	30	1999	2007
ΒΙΟΠΑ Χανίων	Κρήτη	120	ΒΙΟΠΑ	100	1980	1995
ΒΙΠΕ Ηρακλείου	Κρήτη	1.723	ΒΙΠΕ	100	1969	1972
ΒΙΠΕ Καλαμάτας Α'	Πελοπόννησος	251	ΒΙΠΕ	41	1983	1985
ΒΙΠΕ Καλαμάτας Β'	Πελοπόννησος	1.061	ΒΙΠΕ	61	1983	1991
ΒΙΠΕ Τρίπολης	Πελοπόννησος	1.600	ΒΙΠΕ	85	1983	1983
ΒΙΟΠΑ Άμφισσας	Στ. Ελλάδα	356	ΒΙΟΠΑ	21	1998	2006
ΒΙΠΕ Λαμίας	Στ. Ελλάδα	1.625	ΒΙΠΕ	67	1979	1981
ΒΙΠΕ Θίεβης	Στ. Ελλάδα	3.987	ΒΙΠΕ	49	1978	1998
ΒΙΟΠΑ Χαλκίδας	Στ. Ελλάδα	1.280	ΒΙΟΠΑ	0	1998	2009
ΕΠ Μαντουδίου	Στ. Ελλάδα	749	ΕΠ Τύπου Α'	0	2012	-
Σύνολο		67.794				

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ «Γ»: Εντοπισμένες Άτυπες Βιομηχανικές Συγκεντρώσεις
(Πηγή: Μουρτσιάδης Α., 2012).

Περιφέρεια	Θέση	Έκταση (σε στρέμματα)
Στ. Ελλάδα	ΑΒΣ 1-Οινόφυτα	700
Στ. Ελλάδα	ΑΒΣ 2-Οινόφυτα	2.000
Στ. Ελλάδα	ΑΒΣ 3-Οινόφυτα	3.000
Στ. Ελλάδα	ΑΒΣ 4-Οινόφυτα	1.000
Στ. Ελλάδα	ΑΒΣ Σχηματαρίου	500
Αττική	Ασπροπύργου (εκατέρωθεν NATO)	3.000
Αττική	Ασπροπύργου (Βόρεια Αττικής Οδού)	2.000
Αττική	Μάνδρας (Νότια)	1.200
Αττική	Μαρκόπουλου (Νότια)	700
Αττική	Κορωπίου (εκατέρωθεν ΑΟ)	1.500
Αττική	Κορωπίου (περιοχή Καρελάς)	1.500
Αττική	Κηφισιάς (παράπλευρα Κηφισού)	2.000
Αττική	Κηφισιάς (Ανατολικά ΕΟ)	800
Αττική	Κηφισιάς (Δυτικά ΕΟ)	700
Αττική	Μεταμόρφωσης (Βόρεια ΕΟ)	1.000
Αττική	Μεταμόρφωσης (Νότια ΕΟ)	500
Αττική	Κρυσονερίου (Δυτικά ΕΟ)	700
Αττική	Αγ. Στεφάνου (Ανατολικά ΕΟ)	400
Κεντρ. Μακεδονία	Καλωχωρίου (Βόρεια)	5.000
Κεντρ. Μακεδονία	Σίνδου (Ανατολικά)	900
Κεντρ. Μακεδονία	Σίνδου (Βόρεια)	3.500
Κεντρ. Μακεδονία	Μαγνησίας (Βόρεια)	4.000
Κεντρ. Μακεδονία	Ωραιοκάστρου	900
Κεντρ. Μακεδονία	Ευκαρπίας	4.000
Κεντρ. Μακεδονία	Θέρμης (Βόρεια)	1.000
Κεντρ. Μακεδονία	Θέρμης (Νότια)	500
Κεντρ. Μακεδονία	Μίκρας	400
Κεντρ. Μακεδονία	Λακώματος (Ανατολικά)	700
Σύνολο		44.100

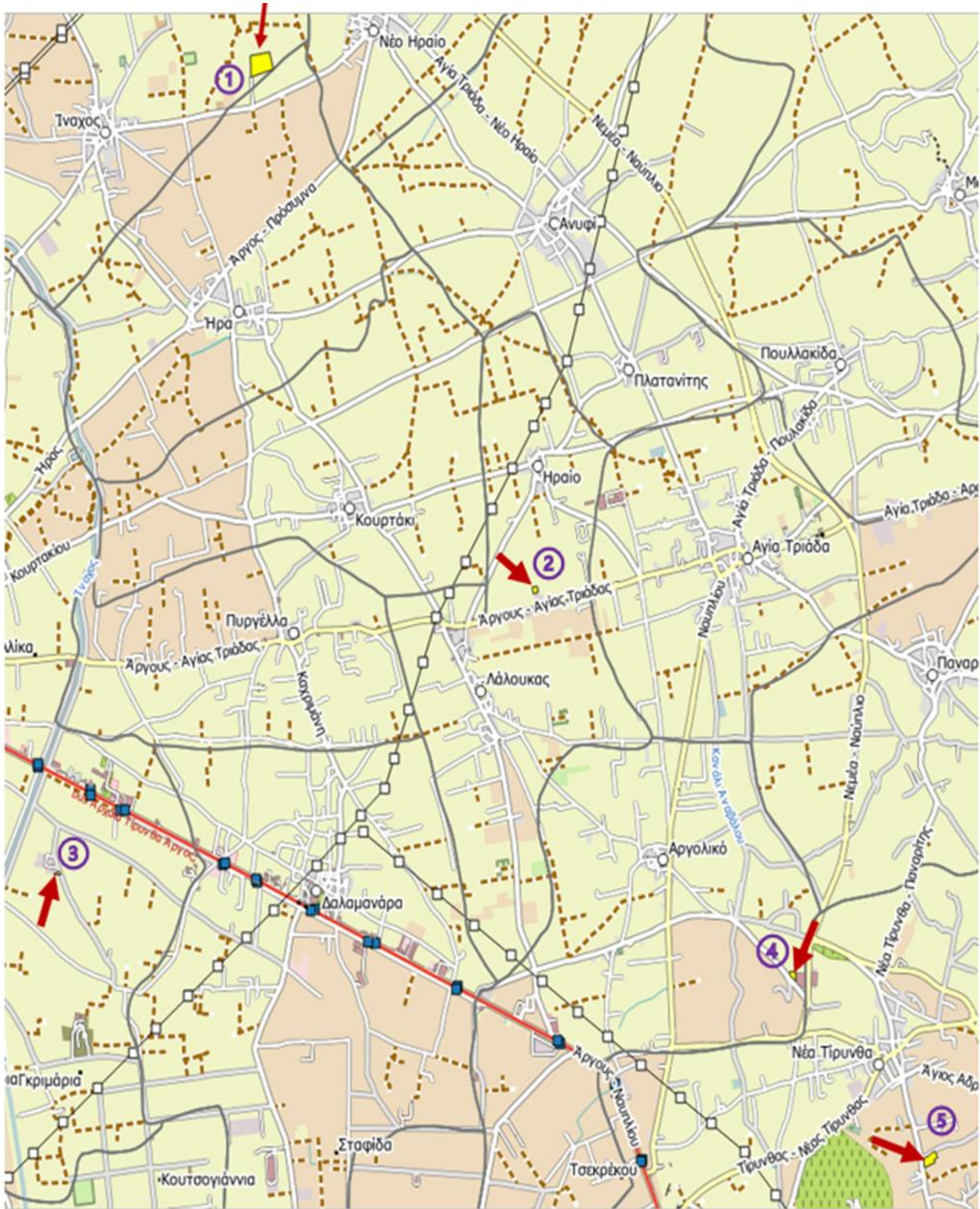
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ «ΙΔ»: Παραγωγή πορτοκαλιών (tn) ανά νομό και εργοστάσια χυμοποίησης εσπεριδοειδών στην Ελλάδα (προσωπική επεξεργασία).



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ «ΙΕ». Κατάλληλες περιοχές χωροθέτησης βιοδιυλιστηρίου στην Περιφέρεια Πελοποννήσου

ID	ΟΝΟΜΑΣΙΑ	ΧΡΗΣΗ	OSM_ID	ΕΜΒΑΔΟΝ ΠΟΛΥΓΩΝΟΥ (m2)	ΝΟΜΟΙ	ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ (m)
11		industrial	405547983	7445.938721	ΑΡΓΟΛΙΔΑΣ	3760551.948
47		industrial	445217052	21798.25208	ΑΡΓΟΛΙΔΑΣ	3766129.542
10		industrial	412615662	26504.65332	ΑΡΓΟΛΙΔΑΣ	3771970.568
21		industrial	727920819	18544.34949	ΑΡΓΟΛΙΔΑΣ	3777610.194
19		industrial	406084907	7732.569336	ΑΡΓΟΛΙΔΑΣ	3781587.345
54		industrial	1075127788	5250.367554	ΑΡΓΟΛΙΔΑΣ	3789114.562
18		industrial	1015276500	5231.003052	ΑΡΓΟΛΙΔΑΣ	3793259.315
50		industrial	823631051	2816.298828	ΑΡΓΟΛΙΔΑΣ	3804430.767
57		industrial	823631052	2133.977173	ΑΡΓΟΛΙΔΑΣ	3804831.368
49		industrial	484844358	14638.9596	ΑΡΓΟΛΙΔΑΣ	3804854.957
58		industrial	629430134	2876.855103	ΑΡΓΟΛΙΔΑΣ	3827624.503
59		industrial	631839747	4522.011963	ΑΡΓΟΛΙΔΑΣ	3880617.235
17		brownfield	803734979	3715.860352	ΑΡΓΟΛΙΔΑΣ	3887590.111
12		industrial	574210343	3918.152954	ΚΟΡΙΝΘΙΑΣ	3890870.509
5		brownfield	803734978	49182.68628	ΑΡΓΟΛΙΔΑΣ	3893020.189
6		industrial	574207100	84544.55957	ΚΟΡΙΝΘΙΑΣ	3893277.651
56		industrial	405922048	10337.34021	ΚΟΡΙΝΘΙΑΣ	3894290.462
4		brownfield	803734978	49182.68628	ΑΡΓΟΛΙΔΑΣ	3894505.161
48		industrial	405974123	8293.901856	ΚΟΡΙΝΘΙΑΣ	3894885.91
37		industrial	630283117	5932.443604	ΚΟΡΙΝΘΙΑΣ	3896671.268
7		industrial	630283118	22624.22864	ΚΟΡΙΝΘΙΑΣ	3897329.512
8		industrial	630283114	10840.41065	ΚΟΡΙΝΘΙΑΣ	3897448.484
36		industrial	630283112	18543.02698	ΚΟΡΙΝΘΙΑΣ	3897679.77
39		industrial	630283111	13053.047	ΚΟΡΙΝΘΙΑΣ	3898022.54
9		industrial	574215250	7425.576782	ΚΟΡΙΝΘΙΑΣ	3898048.31
55		industrial	405922052	2087.784546	ΚΟΡΙΝΘΙΑΣ	3898375.275
32		industrial	630283101	26847.29285	ΚΟΡΙΝΘΙΑΣ	3898741.473
51		industrial	448024119	39728.16748	ΚΟΡΙΝΘΙΑΣ	3898745.727
38		industrial	630283110	7647.438599	ΚΟΡΙΝΘΙΑΣ	3898781.655
34		industrial	574215247	42989.3833	ΚΟΡΙΝΘΙΑΣ	3898951.159
33		industrial	630283101	26847.29285	ΚΟΡΙΝΘΙΑΣ	3899497.162
35		industrial	478079232	11403.948	ΚΟΡΙΝΘΙΑΣ	3908129.617
42		industrial	448021614	18503.15833	ΚΟΡΙΝΘΙΑΣ	3923764.525
43		industrial	561024667	26416.26196	ΚΟΡΙΝΘΙΑΣ	3923808.108
45		industrial	630236259	8481.845825	ΚΟΡΙΝΘΙΑΣ	3926632.147
40		industrial	630236260	14839.38245	ΚΟΡΙΝΘΙΑΣ	3927252.107
46		industrial	630236272	3996.726929	ΚΟΡΙΝΘΙΑΣ	3929682.521
41		industrial	630236265	14434.00757	ΚΟΡΙΝΘΙΑΣ	3929845.454
44		industrial	630236267	7536.103638	ΚΟΡΙΝΘΙΑΣ	3930022.838
62		industrial	775050644	4933.854004	ΑΡΚΑΔΙΑΣ	4100843.948
27	ΒΙ. ΠΕ. Τρίπολης	industrial	382676294	1007570.575	ΑΡΚΑΔΙΑΣ	4148898.487
24		industrial	409829240	4882.114746	ΑΡΚΑΔΙΑΣ	4150618.466
25		industrial	409829242	4336.586548	ΑΡΚΑΔΙΑΣ	4152048.489
26		industrial	409829262	16591.88928	ΑΡΚΑΔΙΑΣ	4153186.86
20	ΒΙ. ΠΕ. Τρίπολης	industrial	382676294	1007570.575	ΑΡΚΑΔΙΑΣ	4154177.529
3	ΒΙ. ΠΕ. Τρίπολης	industrial	382676294	1007570.575	ΑΡΚΑΔΙΑΣ	4154257.904
1		industrial	411764282	7123.849854	ΑΡΚΑΔΙΑΣ	4188980.78
67		industrial	411764278	9062.980713	ΑΡΚΑΔΙΑΣ	4189088.688
68		industrial	409829233	97125.25464	ΑΡΚΑΔΙΑΣ	4203207.365
2		industrial	549380455	19557.48669	ΑΡΚΑΔΙΑΣ	4204588.05
52		industrial	680077741	5596.572022	ΑΡΚΑΔΙΑΣ	4570877.53
28		industrial	680133807	18019.97986	ΑΡΚΑΔΙΑΣ	4573570.655
53		industrial	836972195	18321.19458	ΑΡΚΑΔΙΑΣ	4584770.417
66		industrial	579350072	14385.75464	ΛΑΚΩΝΙΑΣ	4608434.102
63		industrial	579350117	2138.217896	ΛΑΚΩΝΙΑΣ	4610029.556
64		industrial	579349864	11293.60913	ΛΑΚΩΝΙΑΣ	4610224.598
60		industrial	579350073	10870.71057	ΛΑΚΩΝΙΑΣ	4611206.666
65		industrial	579349865	44030.99646	ΛΑΚΩΝΙΑΣ	4612966.732
61		industrial	579349863	52634.07971	ΛΑΚΩΝΙΑΣ	4615954.617
31		industrial	394438039	65505.46448	ΛΑΚΩΝΙΑΣ	4687173.652
13		industrial	597876001	15473.96716	ΑΡΚΑΔΙΑΣ	4720055.411
14		industrial	698984523	4832.891968	ΜΕΣΣΗΝΙΑΣ	4827428.586
16		industrial	769172788	6190.388428	ΜΕΣΣΗΝΙΑΣ	4892863.184
15		industrial	683272455	912717.6912	ΜΕΣΣΗΝΙΑΣ	4895684.263
30		industrial	451354649	20952.672	ΜΕΣΣΗΝΙΑΣ	4969097.312
23		industrial	220543181	5009.532959	ΜΕΣΣΗΝΙΑΣ	5231941.401
22		industrial	930470219	6990.851563	ΜΕΣΣΗΝΙΑΣ	5452989.955
29		industrial	707118003	10588.59607	ΜΕΣΣΗΝΙΑΣ	5529519.172

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ «ΙΣΤ». Επιλογή των πέντε (5) πρώτων κατάλληλων περιοχών χωροθέτησης βιοδιυλιστηρίου στην Περιφέρεια Πελοποννήσου



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ «ΙΖ». Υπολογισμός κόστους μεταφοράς αποβλήτων στην περιοχή χωροθέτησης του βιοδιυλιστηρίου

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ	Μέση απόσταση των εργοστασίων χυμοποίησης εσπεριδοειδών από την περιοχή χωροθέτησης του βιοδιυλιστηρίου (m)					Ποσότητα αποβλήτων εσπεριδοειδών (tn)	Βυτία	Δρομολόγια
	Περιοχή 1(11)	Περιοχή 2(47)	Περιοχή 3(10)	Περιοχή 4(21)	Περιοχή 5(19)			
ΑΡΓΟΛΙΔΑΣ	8,787.50	8,337.50	8,775.00	7,125.00	10,037.50	65,000.00	602	1,204
ΑΡΤΑΣ	315,000.00	307,000.00	315,000.00	312,000.00	316,000.00	3,000.00	28	56
ΑΤΤΙΚΗΣ	133,000.00	126,000.00	133,000.00	130,000.00	134,000.00	3,000.00	28	56
ΕΥΒΟΙΑΣ	198,000.00	189,000.00	198,000.00	196,000.00	174,000.00	2,000.00	19	38
ΛΑΚΩΝΙΑΣ	120,500.00	120,500.00	120,500.00	117,500.00	121,000.00	20,000.00	186	372
ΛΑΡΙΣΙΑΣ	485,000.00	478,000.00	485,000.00	482,000.00	486,000.00	5,000.00	47	94
ΤΡΙΚΑΛΩΝ	453,000.00	446,000.00	453,000.00	450,000.00	455,000.00	2,000.00	19	38
ΣΥΝΟΛΟ	105,294.44	102,983.33	105,288.89	103,444.44	104,850.00	100,000.00	929	1,858

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ	Απαιτούμενη κατανάλωση καυσίμου (lt) για τη μεταφορά των αποβλήτων στην περιοχή χωροθέτησης βιοδιυλιστηρίου					Τιμή Λίτρου (€)	Κόστος μεταφοράς αποβλήτων στην περιοχή χωροθέτησης βιοδιυλιστηρίου (€)				
	Περιοχή 1 (11)	Περιοχή 2 (47)	Περιοχή 3 (10)	Περιοχή 4 (21)	Περιοχή 5 (19)		Περιοχή 1 (11)	Περιοχή 2 (47)	Περιοχή 3 (10)	Περιοχή 4 (21)	Περιοχή 5 (19)
ΑΡΓΟΛΙΔΑΣ	4,761.07	4,517.26	4,754.30	3,860.33	5,438.32	1.729	8,231.89	7,810.34	8,220.18	6,674.50	9,402.85
ΑΡΤΑΣ	7,938.00	7,736.40	7,938.00	7,862.40	7,963.20	1.669	13,248.52	12,912.05	13,248.52	13,122.35	13,290.58
ΑΤΤΙΚΗΣ	3,351.60	3,175.20	3,351.60	3,276.00	3,376.80	1.699	5,694.37	5,394.66	5,694.37	5,565.92	5,737.18
ΕΥΒΟΙΑΣ	3,385.80	3,231.90	3,385.80	3,351.60	2,975.40	1.720	5,823.58	5,558.87	5,823.58	5,764.75	5,117.69
ΛΑΚΩΝΙΑΣ	20,171.70	20,171.70	20,171.70	19,669.50	20,255.40	1.729	34,876.87	34,876.87	34,876.87	34,008.57	35,021.59
ΛΑΡΙΣΙΑΣ	20,515.50	20,219.40	20,515.50	20,388.60	20,557.80	1.725	35,389.24	34,878.47	35,389.24	35,170.34	35,462.21
ΤΡΙΚΑΛΩΝ	7,746.30	7,626.60	7,746.30	7,695.00	7,780.50	1.698	13,153.22	12,949.97	13,153.22	13,066.11	13,211.29
ΣΥΝΟΛΟ	67,869.97	66,678.46	67,863.20	66,103.43	68,347.42		116,417.68	114,381.22	116,405.97	113,372.53	117,243.38

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ «ΙΗ». Ανάλυση απόσβεσης ανά πάγιο περιουσιακό στοιχείο και κλάδο οικονομικής δραστηριότητας (Euro)

ΕΤΗ	Μηχανολογικός εξοπλισμός	Κτιριακές εγκαταστάσεις	Εγκαταστάσεις και έργα εξωτερικών χώρων	Διαμόρφωση οικοπέδου και περιβάλλοντος χώρου	Υπηρεσίες μηχανικών και επίβλεψη	Νομικά έξοδα	Απρόβλεπτα	Κατασκευαστικά έξοδα	Οικόπεδο	ΣΥΝΟΛΟ
1	900,000	27,000	54,000	18,000	135,000	22,500	67,500	22,500	0	1,246,500
2	900,000	27,000	54,000	18,000	135,000	22,500	67,500	22,500	0	1,246,500
3	900,000	27,000	54,000	18,000	135,000	22,500	67,500	22,500	0	1,246,500
4	900,000	27,000	54,000	18,000	135,000	22,500	67,500	22,500	0	1,246,500
5	900,000	27,000	54,000	18,000	135,000	22,500	67,500	22,500	0	1,246,500
6	900,000	27,000	54,000	18,000	135,000	22,500	67,500	22,500	0	1,246,500
7	900,000	27,000	54,000	18,000	135,000	22,500	67,500	22,500	0	1,246,500
8	900,000	27,000	54,000	18,000	135,000	22,500	67,500	22,500	0	1,246,500
9	900,000	27,000	54,000	18,000	135,000	22,500	67,500	22,500	0	1,246,500
10	900,000	27,000	54,000	18,000	135,000	22,500	67,500	22,500	0	1,246,500
11	0	27,000	54,000	18,000	0	0	0	0	0	99,000
12	0	27,000	54,000	18,000	0	0	0	0	0	99,000
13	0	27,000	54,000	18,000	0	0	0	0	0	99,000
14	0	27,000	54,000	18,000	0	0	0	0	0	99,000
15	0	27,000	54,000	18,000	0	0	0	0	0	99,000
ΥΠΟΛΕΙΜΜΑ ΤΙΚΗ ΑΞΙΑ	0	270,000	540,000	180,000	0	0	0	0	400,000	1,390,000

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ «ΙΘ.1». Πίνακας υπολογισμού συνολικού κόστους για πρώτες, βοηθητικές ύλες και ενέργεια (Euro)

Έτη	Απόβλητα εσπεριδοειδών*	H ₂ SO ₄ 98%	Yeast	Urea	Lime	Corn oil	Diammonium hydrogen phosphate	H ₂ O	Ηλεκτρική Ενέργεια	ΣΥΝΟΛΟ ΚΟΣΤΟΥΣ ΥΛΙΚΩΝ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (€)
1	115,600.00	55,100.00	88,320.00	1,680.00	80,080.00	511,480.00	960.00	250,390.80	420,000.00	1,523,611
2	117,912.00	56,202.00	90,086.40	1,713.60	81,681.60	521,709.60	979.20	255,398.62	428,400.00	1,554,083
3	120,270.00	57,326.04	91,888.13	1,747.87	83,315.23	532,143.79	998.78	260,506.59	436,968.00	1,5858,165
4	122,676.00	58,472.56	93,725.89	1,782.83	84,981.54	542,786.67	1,018.76	265,716.72	445,707.36	1,616,868
5	125,129.00	59,642.01	95,600.41	1,818.49	86,681.17	553,642.40	1,039.13	271,031.05	454,621.51	1,649,205
6	127,632.00	60,834.85	97,512.42	1,854.86	88,414.79	564,715.25	1,059.92	276,451.68	463,713.94	1,682,189
7	130,184.00	62,051.55	99,462.66	1,891.95	90,183.09	576,009.55	1,081.12	281,980.71	472,988.22	1,715,833
8	132,788.00	63,292.58	101,451.92	1,929.79	91,986.75	587,529.75	1,102.74	287,620.32	482,447.98	1,750,150
9	135,444.00	64,558.43	103,480.96	1,968.39	93,826.48	599,280.34	1,124.79	293,372.73	492,096.94	1,785,153
10	138,153.00	65,849.60	105,550.58	2,007.76	95,703.01	611,265.95	1,147.29	299,240.18	501,938.88	1,820,856
11	140,916.00	67,166.59	107,661.59	2,047.91	97,617.07	623,491.27	1,170.23	305,224.99	511,977.66	1,857,273
12	143,734.00	68,509.92	109,814.82	2,088.87	99,569.41	635,961.09	1,193.64	311,329.49	522,217.21	1,894,419
13	146,609.00	69,880.12	112,011.12	2,130.65	101,560.80	648,680.31	1,217.51	317,556.08	532,661.55	1,932,307
14	149,541.00	71,277.73	114,251.34	2,173.26	103,592.02	661,653.92	1,241.86	323,907.20	543,314.78	1,970,953
15	152,532.00	72,703.28	116,536.36	2,216.72	105,663.86	674,887.00	1,266.70	330,385.34	554,181.08	2,010,372

* Σημείωση : Το κόστος αποβλήτων εσπεριδοειδών περιλαμβάνει μόνο το μέσο κόστος μεταφοράς αυτών προς το βιοδιυλιστήριο.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ «ΙΘ.2». Πίνακας υπολογισμού συνολικού κόστους για μισθοδοσία ανθρώπινου δυναμικού (Euro)

Έτη	Γενικός Διπλ.	Προϊστάμενος Τμήματος Παραγωγής (Μηχανικός ΠΕ)	Προϊστάμενος Τμήματος Διακίνησης	Υπεύθυνος Οικονομικού Προγραμματισμού	Μηχανόλογος / Ηλεκτρολόγος Μηχανικός ΤΕ	Χημικός	Λογιστής	Βοηθητικό προσωπικό	ΣΥΝΟΛΟ
1	60,000.00	30,000.00	30,000.00	30,000.00	100,000.00	40,000.00	20,000.00	120,000.00	430,000.00
2	61,200.00	30,600.00	30,600.00	30,600.00	102,000.00	40,800.00	20,400.00	122,400.00	438,600.00
3	62,424.00	31,212.00	31,212.00	31,212.00	104,040.00	41,616.00	20,808.00	124,848.00	447,372.00
4	63,672.48	31,836.24	31,836.24	31,836.24	106,120.80	42,448.32	21,224.16	127,344.96	456,319.44
5	64,945.93	32,472.96	32,472.96	32,472.96	108,243.22	43,297.29	21,648.64	129,891.86	465,445.83
6	66,244.85	33,122.42	33,122.42	33,122.42	110,408.08	44,163.23	22,081.62	132,489.70	474,754.75
7	67,569.75	33,784.87	33,784.87	33,784.87	112,616.24	45,046.50	22,523.25	135,139.49	484,249.84
8	68,921.14	34,460.57	34,460.57	34,460.57	114,868.57	45,947.43	22,973.71	137,842.28	493,934.84
9	70,299.56	35,149.78	35,149.78	35,149.78	117,165.94	46,866.38	23,433.19	140,599.13	503,813.53
10	71,705.55	35,852.78	35,852.78	35,852.78	119,509.26	47,803.70	23,901.85	143,411.11	513,889.80
11	73,139.67	36,569.83	36,569.83	36,569.83	121,899.44	48,759.78	24,379.89	146,279.33	524,167.60
12	74,602.46	37,301.23	37,301.23	37,301.23	124,337.43	49,734.97	24,867.49	149,204.92	534,650.95
13	76,094.51	38,047.25	38,047.25	38,047.25	126,824.18	50,729.67	25,364.84	152,189.02	545,343.97
14	77,616.40	38,808.20	38,808.20	38,808.20	129,360.66	51,744.27	25,872.13	155,232.80	556,250.85
15	79,168.73	39,584.36	39,584.36	39,584.36	131,947.88	52,779.15	26,389.58	158,337.45	567,375.87

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ «ΙΘ.3». Πίνακας υπολογισμού σταθερού κόστους λειτουργίας (Euro)

Έτη	Γενικές δαπάνες	Ασφάλεια ιδιοκτησίας	Έξοδα συντήρησης	Λοιπά βιομηχανικά έξοδα	ΣΥΝΟΛΟ
1	182,250.00	149,500.00	299,000.00	364,500.00	995,250.00
2	187,717.50	150,995.00	304,980.00	375,435.00	1,019,127.50
3	193,349.03	152,504.95	311,079.60	386,698.05	1,043,631.63
4	199,149.50	154,030.00	317,301.19	398,298.99	1,068,779.68
5	205,123.98	155,570.30	323,647.22	410,247.96	1,094,589.46
6	211,277.70	157,126.00	330,120.16	422,555.40	1,121,079.26
7	217,616.03	158,697.26	336,722.56	435,232.06	1,148,267.92
8	224,144.51	160,284.24	343,457.01	448,289.02	1,176,174.79
9	230,868.85	161,887.08	350,326.15	461,737.69	1,204,819.77
10	237,794.91	163,505.95	357,332.68	475,589.83	1,234,223.36
11	244,928.76	165,141.01	364,479.33	489,857.52	1,264,406.62
12	252,276.62	166,792.42	371,768.92	504,553.25	1,295,391.20
13	259,844.92	168,460.34	379,204.30	519,689.84	1,327,199.40
14	267,640.27	170,144.95	386,788.38	535,280.54	1,359,854.14
15	275,669.48	171,846.39	394,524.15	551,338.95	1,393,378.98

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ «ΙΘ.4». Πίνακας υπολογισμού εσόδων από την πώληση προϊόντων (Euro)

Έτη	Λιμονένιο	Αιθανόλη	Μεθάνιο	Κομποστ	ΚΥΚΛΟΣ ΕΡΓΑΣΙΩΝ
1	7,432,000.00	2,567,500.00	2,639,400.00	44,000.00	12,682,900.00
2	7,580,640.00	2,618,850.00	2,692,188.00	44,880.00	12,936,558.00
3	7,732,252.80	2,671,227.00	2,746,031.76	45,777.60	13,195,289.16
4	7,886,897.86	2,724,651.54	2,800,952.40	46,693.15	13,459,194.94
5	8,044,635.81	2,779,144.57	2,856,971.44	47,627.02	13,728,378.84
6	8,205,528.53	2,834,727.46	2,914,110.87	48,579.56	14,002,946.42
7	8,369,639.10	2,891,422.01	2,972,393.09	49,551.15	14,283,005.35
8	8,537,031.88	2,949,250.45	3,031,840.95	50,542.17	14,568,665.45
9	8,707,772.52	3,008,235.46	3,092,477.77	51,553.01	14,860,038.76
10	8,881,927.97	3,068,400.17	3,154,327.33	52,584.07	15,157,239.54
11	9,059,566.53	3,129,768.17	3,217,413.87	53,635.75	15,460,384.33
12	9,240,757.86	3,192,363.54	3,281,762.15	54,708.47	15,769,592.02
13	9,425,573.02	3,256,210.81	3,347,397.39	55,802.64	16,084,983.86
14	9,614,084.48	3,321,335.02	3,414,345.34	56,918.69	16,406,683.53
15	9,806,366.17	3,387,761.72	3,482,632.25	58,057.07	16,734,817.20

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ «ΙΘ.5». Κύκλος εργασιών, συνολικό κόστος χωρίς αποσβέσεις, ακαθάριστα κέρδη σε παρούσα αξία (Euro)

ΕΤΗ	ΚΥΚΛΟΣ ΕΡΓΑΣΙΩΝ	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ ΕΡΓΑΣΙΩΝ	ΚΥΚΛΟΣ ΕΡΓΑΣΙΩΝ (ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ)	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ ΕΡΓΑΣΙΩΝ (ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ)	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΧΩΡΙΣ ΑΠΟΣΒΕΣΕΙΣ	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΟ ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΧΩΡΙΣ ΑΠΟΣΒΕΣΕΙΣ	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΧΩΡΙΣ ΑΠΟΣΒΕΣΕΙΣ (ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ)	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΟ ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΧΩΡΙΣ ΑΠΟΣΒΕΣΕΙΣ (ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ)	ΤΑΜΕΙΑΚΗ ΡΟΗ ΠΡΟ ΦΟΡΩΝ	ΑΚΑΘΑΡΙΣΤΟ ΚΕΡΔΟΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΗ ΡΟΗ ΠΡΟ ΦΟΡΩΝ (ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ)	ΑΚΑΘΑΡΙΣΤΟ ΚΕΡΔΟΣ (ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ)
0									-17,940,000.00	-17,940,000.00	-17,940,000.00	-17,940,000.00
1	12,682,900.00	12,682,900.00	11,853,177.57	11,853,177.57	2,948,860.80	2,948,860.80	2,755,944.67	2,755,944.67	9,734,039.20	-8,205,960.80	9,097,232.90	-8,842,767.10
2	12,936,558.00	25,619,458.00	11,299,290.77	23,152,468.34	3,011,810.52	5,960,671.32	2,630,631.95	5,386,576.62	9,924,747.48	1,718,786.68	8,668,658.82	-174,108.28
3	13,195,289.16	38,814,747.16	10,771,286.53	33,923,754.86	3,669,533.80	9,630,205.12	2,995,432.65	8,382,009.27	9,525,755.36	11,244,542.04	7,775,853.88	7,601,745.59
4	13,459,194.94	52,273,942.10	10,267,955.38	44,191,710.24	3,675,996.04	13,306,201.16	2,804,399.78	11,186,409.05	9,783,198.90	21,027,740.95	7,463,555.60	15,065,301.20
5	13,728,378.84	66,002,320.95	9,788,144.38	53,979,854.63	3,683,933.02	16,990,134.17	2,626,593.33	13,813,002.37	10,044,445.83	31,072,186.77	7,161,551.06	22,226,852.25
6	14,002,946.42	80,005,267.36	9,330,754.46	63,310,609.08	3,693,379.29	20,683,513.47	2,461,054.57	16,274,056.95	10,309,567.12	41,381,753.90	6,869,699.88	29,096,552.14
7	14,283,005.35	94,288,272.71	8,894,737.89	72,205,346.98	3,704,370.28	24,387,883.75	2,306,895.64	18,580,952.58	10,578,635.06	51,960,388.96	6,587,842.26	35,684,394.39
8	14,568,665.45	108,856,938.17	8,479,095.94	80,684,442.91	3,716,942.26	28,104,826.01	2,163,294.24	20,744,246.82	10,851,723.19	62,812,112.15	6,315,801.70	42,000,196.09
9	14,860,038.76	123,716,976.93	8,082,876.50	88,767,319.41	3,731,132.40	31,835,958.41	2,029,488.81	22,773,735.63	11,128,906.37	73,941,018.52	6,053,387.69	48,053,583.78
10	15,157,239.54	138,874,216.47	7,705,171.99	96,472,491.40	3,746,978.76	35,582,937.17	1,904,774.00	24,678,509.63	11,410,260.77	85,351,279.30	5,800,397.99	53,853,981.77
11	15,460,384.33	154,334,600.80	7,345,117.22	103,817,608.63	3,764,520.38	39,347,457.55	1,788,496.52	26,467,006.15	11,695,863.95	97,047,143.24	5,556,620.71	59,410,602.48
12	15,769,592.02	170,104,192.81	7,001,887.45	110,819,496.07	3,783,797.23	43,131,254.79	1,680,051.22	28,147,057.37	11,985,794.78	109,032,938.03	5,321,836.22	64,732,438.70
13	16,084,983.86	186,189,176.67	6,674,696.45	117,494,192.52	3,804,850.27	46,936,105.06	1,578,877.59	29,725,934.96	12,280,133.59	121,313,071.61	5,095,818.85	69,828,257.56
14	16,406,683.53	202,595,860.20	6,362,794.74	123,856,987.26	3,887,058.02	50,823,163.08	1,507,468.12	31,233,403.08	12,519,625.51	133,832,697.13	4,855,326.63	74,683,584.18
15	16,734,817.20	219,330,677.41	6,065,467.89	129,922,455.14	3,971,126.94	54,794,290.01	1,439,319.15	32,672,722.23	12,763,690.27	146,596,387.39	4,626,148.73	79,309,732.91

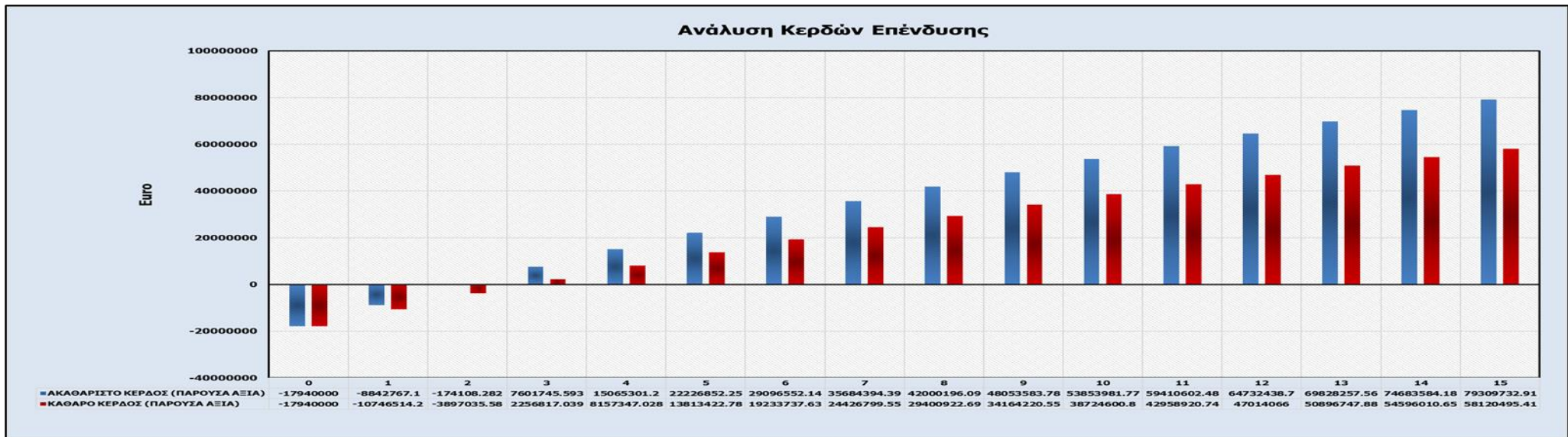
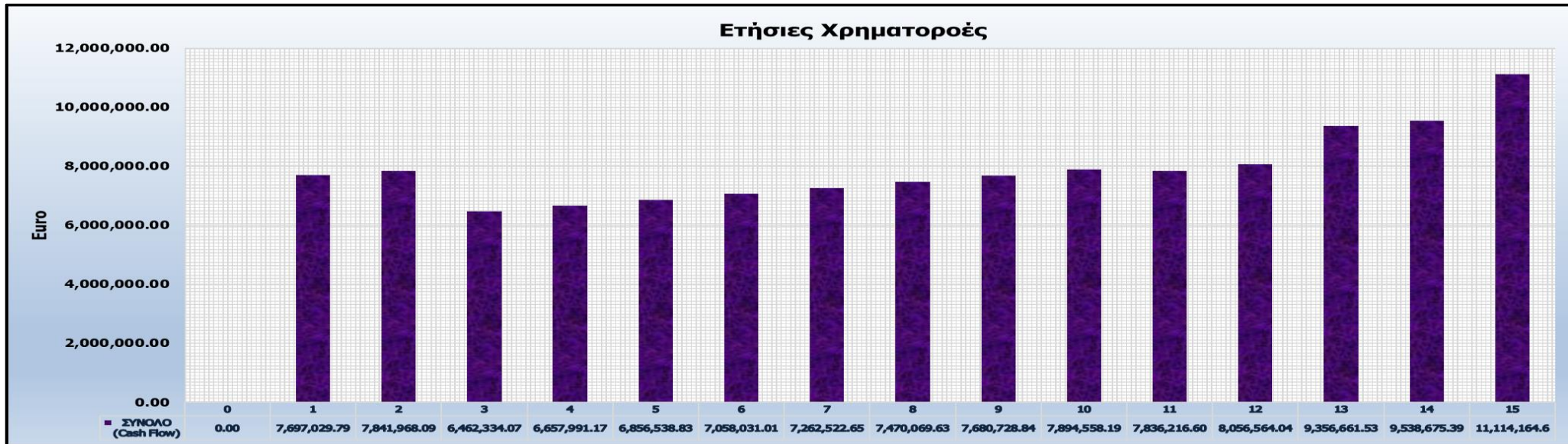
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ «ΙΘ.6». Φορολογία και καθαρά κέρδη σε παρούσα αξία (Euro)

ΕΤΗ	ΦΟΡΟΣ	ΦΟΡΟΣ (ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ)	ΤΑΜΕΙΑΚΗ ΡΟΗ ΜΕΤΑ ΤΟΥΣ ΦΟΡΟΥΣ	ΚΑΘΑΡΟ ΚΕΡΔΟΣ	ΤΑΜΕΙΑΚΗ ΡΟΗ ΜΕΤΑ ΤΟΥΣ ΦΟΡΟΥΣ (ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ)	ΚΑΘΑΡΟ ΚΕΡΔΟΣ (ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ)	ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΙΚΗ ΑΞΙΑ	ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΙΚΗ ΑΞΙΑ (ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ)
0			-17,940,000.00	-17,940,000.00	-17,940,000.00	-17,940,000.00		
1	2,037,009.41	1,903,747.11	7,697,029.79	-10,242,970.21	7,193,485.79	-10,746,514.21		
2	2,082,779.40	1,819,180.19	7,841,968.09	-2,401,002.12	6,849,478.63	-3,897,035.58		
3	1,987,021.29	1,622,001.26	7,538,734.07	5,137,731.95	6,153,852.62	2,256,817.04		
4	2,048,807.74	1,563,025.61	7,734,391.17	12,872,123.12	5,900,529.99	8,157,347.03		
5	2,111,507.00	1,505,475.31	7,932,938.83	20,805,061.95	5,656,075.75	13,813,422.78		
6	2,175,136.11	1,449,385.03	8,134,431.01	28,939,492.96	5,420,314.85	19,233,737.63		
7	2,239,712.42	1,394,780.33	8,338,922.65	37,278,415.61	5,193,061.93	24,426,799.55		
8	2,305,253.57	1,341,678.56	8,546,469.63	45,824,885.24	4,974,123.13	29,400,922.69		
9	2,371,777.53	1,290,089.83	8,757,128.84	54,582,014.08	4,763,297.86	34,164,220.55		
10	2,439,302.59	1,240,017.74	8,970,958.19	63,552,972.27	4,560,380.25	38,724,600.80		
11	2,783,247.35	1,322,300.77	8,912,616.60	72,465,588.87	4,234,319.94	42,958,920.74		
12	2,852,830.75	1,266,690.97	9,132,964.04	81,598,552.90	4,055,145.26	47,014,066.00		
13	2,923,472.06	1,213,136.97	9,356,661.53	90,955,214.43	3,882,681.88	50,896,747.88		
14	2,980,950.12	1,156,063.85	9,538,675.39	100,493,889.82	3,699,262.77	54,596,010.65		
15	3,039,525.66	1,101,663.98	9,724,164.60	110,218,054.42	3,524,484.75	58,120,495.41	1,390,000.00	503,799.97

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ «Κ.1». ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΤΗΣΙΩΝ ΧΡΗΜΑΤΟΡΟΩΝ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ.

ΕΤΗ	ΚΥΚΛΟΣ ΕΡΓΑΣΙΩΝ	ΑΝΘΡΩΠΙΝΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ	ΠΑΡΑΓΩΓΗ & ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ	ΣΤΑΘΕΡΟ ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	ΤΟΚΟΣ	ΦΟΡΟΣ	ΙΔΙΑ ΚΕΦΑΛΑΙΑ	ΕΠΙΔΟΤΗΣΗ	ΔΑΝΕΙΑ	ΔΟΣΗ ΔΑΝΕΙΩΝ	ΕΠΕΝΔΥΣΗ	ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΙΚΗ ΑΞΙΑ	ΣΥΝΟΛΟ (Cash Flow)
0							7,176,000	0	10,764,000		-17,940,000		0
1	12,682,900.00	-430,000.00	-1,523,610.80	-995,250.00	0.00	-2,037,009.41				0.00			7,697,029.79
2	12,936,558.00	-438,600.00	-1,554,083.02	-1,019,127.50	0.00	-2,082,779.40				0.00			7,841,968.09
3	13,195,289.16	-447,372.00	-1,585,164.68	-1,043,631.63	-593,365.50	-1,987,021.29				-1,076,400			6,462,334.07
4	13,459,194.94	-456,319.44	-1,616,867.97	-1,068,779.68	-534,028.95	-2,048,807.74				-1,076,400			6,657,991.17
5	13,728,378.84	-465,445.83	-1,649,205.33	-1,094,589.46	-474,692.40	-2,111,507.00				-1,076,400			6,856,538.83
6	14,002,946.42	-474,754.75	-1,682,189.44	-1,121,079.26	-415,355.85	-2,175,136.11				-1,076,400			7,058,031.01
7	14,283,005.35	-484,249.84	-1,715,833.22	-1,148,267.92	-356,019.30	-2,239,712.42				-1,076,400			7,262,522.65
8	14,568,665.45	-493,934.84	-1,750,149.89	-1,176,174.79	-296,682.75	-2,305,253.57				-1,076,400			7,470,069.63
9	14,860,038.76	-503,813.53	-1,785,152.89	-1,204,819.77	-237,346.20	-2,371,777.53				-1,076,400			7,680,728.84
10	15,157,239.54	-513,889.80	-1,820,855.94	-1,234,223.36	-178,009.65	-2,439,302.59				-1,076,400			7,894,558.19
11	15,460,384.33	-524,167.60	-1,857,273.06	-1,264,406.62	-118,673.10	-2,783,247.35				-1,076,400			7,836,216.60
12	15,769,592.02	-534,650.95	-1,894,418.52	-1,295,391.20	-59,336.55	-2,852,830.75				-1,076,400			8,056,564.04
13	16,084,983.86	-545,343.97	-1,932,306.90	-1,327,199.40	0.00	-2,923,472.06				0.00			9,356,661.53
14	16,406,683.53	-556,250.85	-1,970,953.03	-1,359,854.14	0.00	-2,980,950.12				0.00			9,538,675.39
15	16,734,817.20	-567,375.87	-2,010,372.09	-1,393,378.98	0.00	-3,039,525.66				0.00		1,390,000	11,114,164.60

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ «Κ.2». ΕΤΗΣΙΕΣ ΧΡΗΜΑΤΟΡΟΕΣ ΚΑΙ ΚΕΡΔΗ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ «ΚΑ.1». Υπολογισμός αποκλίσεων μεταβλητών έργου.

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	Μεταβλητές	ΠΡΟΒΛΕΨΗ (Τιμή βασικού σεναρίου, β.σ.)	Τιμή Α	Τιμή Β	Τιμή C
			Απόκλιση -10% από το β. σ.	Απόκλιση +10% από το β. σ.	Τιμή Εναλλαγής όταν NPV = 0
ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ	Απόβλητα εσπεριδοειδών	1.156	1.04	1.27	76.46
	H ₂ SO ₄ 98%	145.000	130.50	159.50	19,958.84
	Κόστος συντήρησης	299,000.000	269,100.00	328,900.00	7,828,259.24
	Ηλεκτρική Ενέργεια	0.100	0.09	0.11	1.89
	Yeast	1,840.000	1,656.00	2,024.00	158,699.57
	Urea	280.000	252.00	308.00	1,255,156.54
	Lime	154.000	138.60	169.40	14,633.34
	Γενικές δαπάνες	182,250.000	164,025.00	200,475.00	7,269,346.77
	Ασφάλεια ιδιοκτησίας	149,500.000	134,550.00	164,450.00	8,139,228.71
	Λοιπά βιομηχανικά έξοδα	364,500.000	328,050.00	400,950.00	7,451,596.77
	H ₂ O	0.990	0.89	1.09	30.76
	Corn oil	760.000	684.00	836.00	11,947.61
	Diammonium hydrogen phosphate	480.000	432.00	528.00	3,765,109.62
ΚΟΣΤΟΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ	Μηχανολογικός εξοπλισμός	9,000,000.000	8,100,000.00	9,900,000.00	60,263,715.91
	Κτηριακές εγκαταστάσεις	675,000.000	607,500.00	742,500.00	54,970,458.21
	Εγκαταστάσεις και έργα εξωτερικών χώρων	1,350,000.000	1,215,000.00	1,485,000.00	55,645,458.21
	Διαμόρφωση οικοπέδου και περιβάλλοντος χώρου	450,000.000	405,000.00	495,000.00	54,745,458.21
	Υπηρεσίες μηχανικών και επίβλεψη	1,350,000.000	1,215,000.00	1,485,000.00	52,613,715.91
	Νομικά έξοδα	225,000.000	202,500.00	247,500.00	51,488,715.91
	Απρόβλεπτα	675,000.000	607,500.00	742,500.00	51,938,715.91
	Κατασκευαστικά έξοδα	225,000.000	202,500.00	247,500.00	51,488,715.91
ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΠΑΙΤΗΣΕΩΝ	Τιμή πώλησης λιμονένιου	9.290	8.36	10.22	-0.12
	Τιμή πώλησης αιθανόλης	0.650	0.59	0.72	-1.26
	Τιμή πώλησης μεθανίου	0.830	0.75	0.91	-1.54
	Τιμή πώλησης κομπόστ	10.000	9.00	11.00	-1,701.20
ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΤΩΝ ΤΙΜΩΝ	Ποσοστό χρηματοδότησης	60.00%	54.00%	66.00%	2160.00%
	Επιτόκιο δανεισμού	5.00%	4.50%	5.50%	69.27%
	Μισθοδοσία	430,000.000	387,000.00	473,000.00	82,958,068.12
ΦΟΡΟΣ	Ποσοστό Φορολογίας	24.00%	21.60%	26.40%	90.40%
ΚΟΣΤΟΣ ΧΡΗΜΑΤΟΣ	Επιτόκιο αναγωγής	7.00%	6.30%	7.70%	43.61%

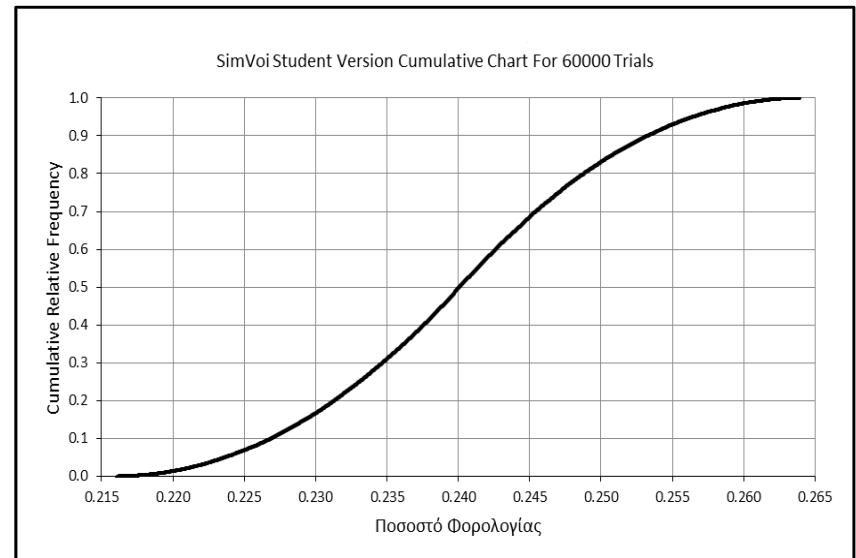
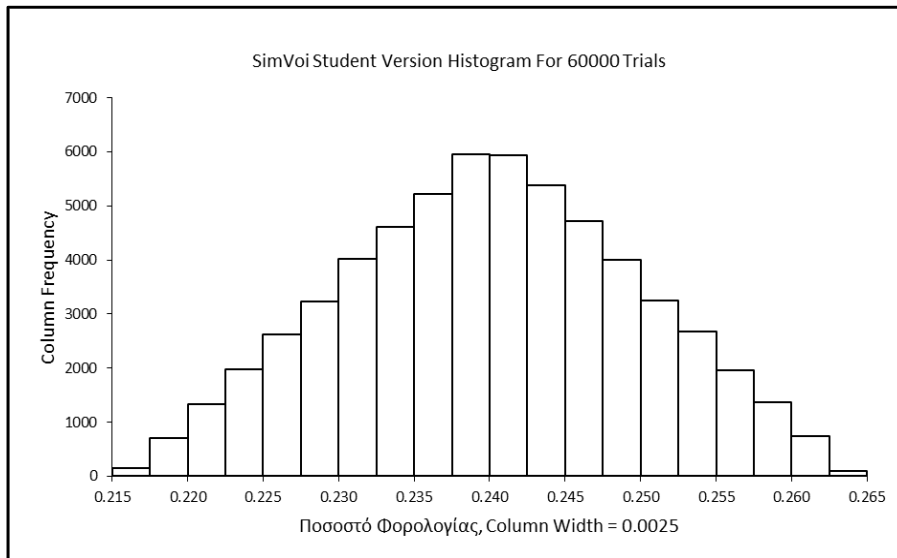
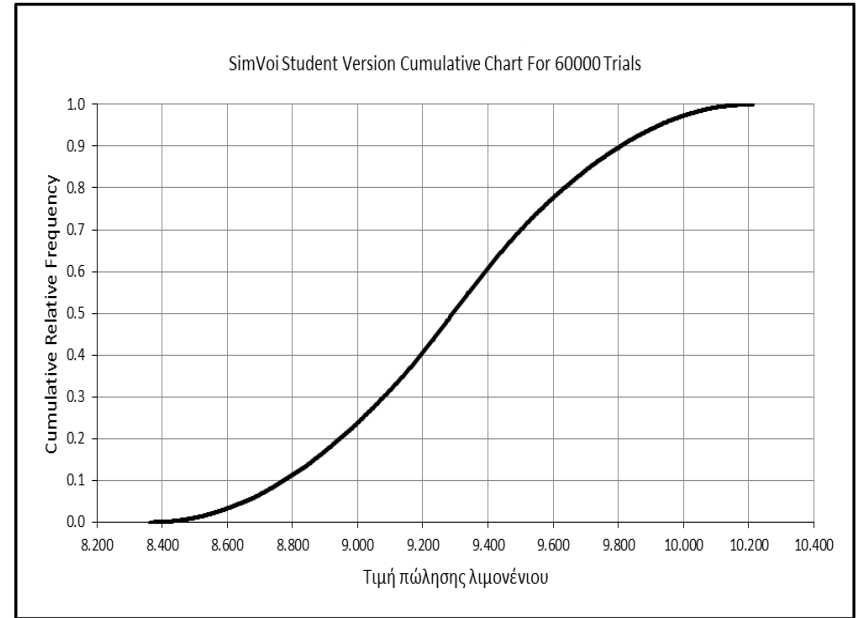
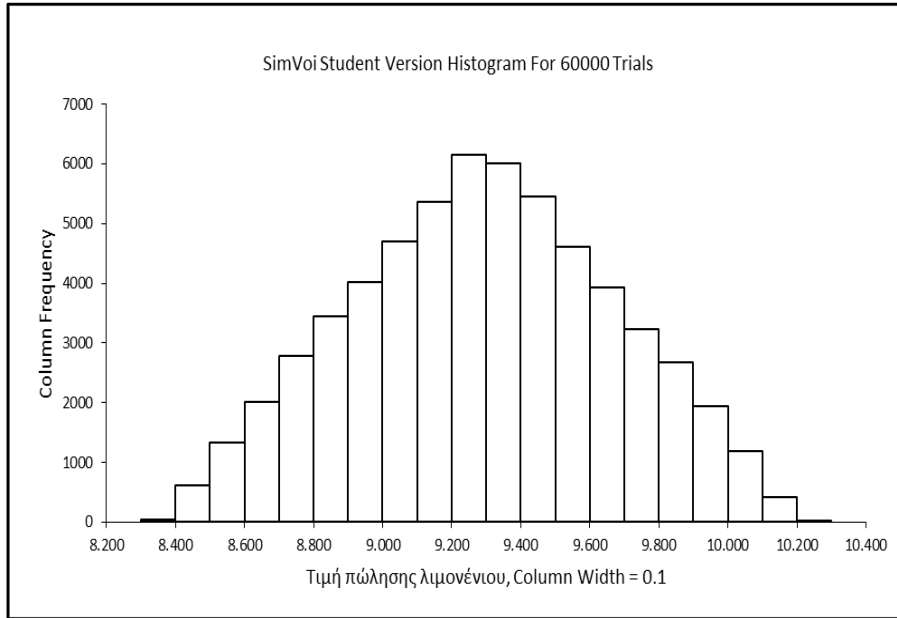
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ «ΚΑ.2». Ανάλυση ευαισθησίας NPV.

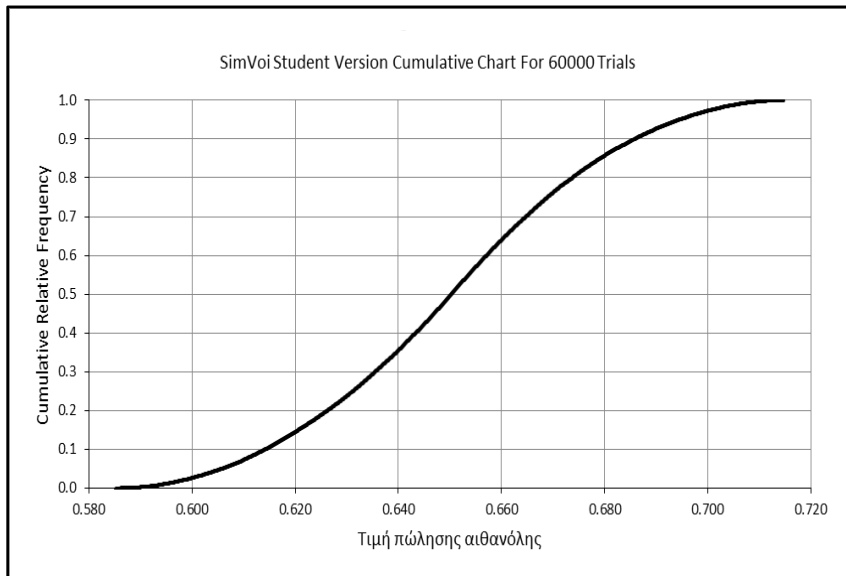
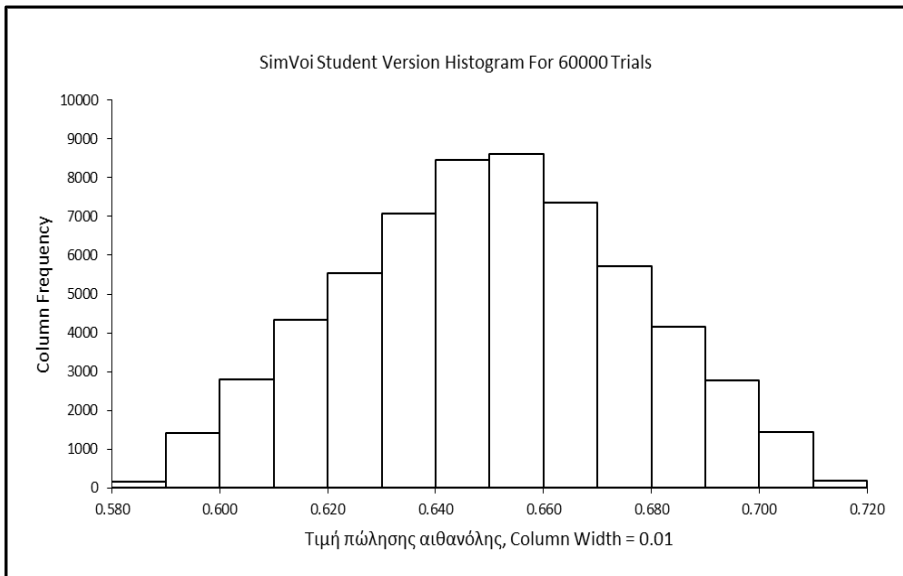
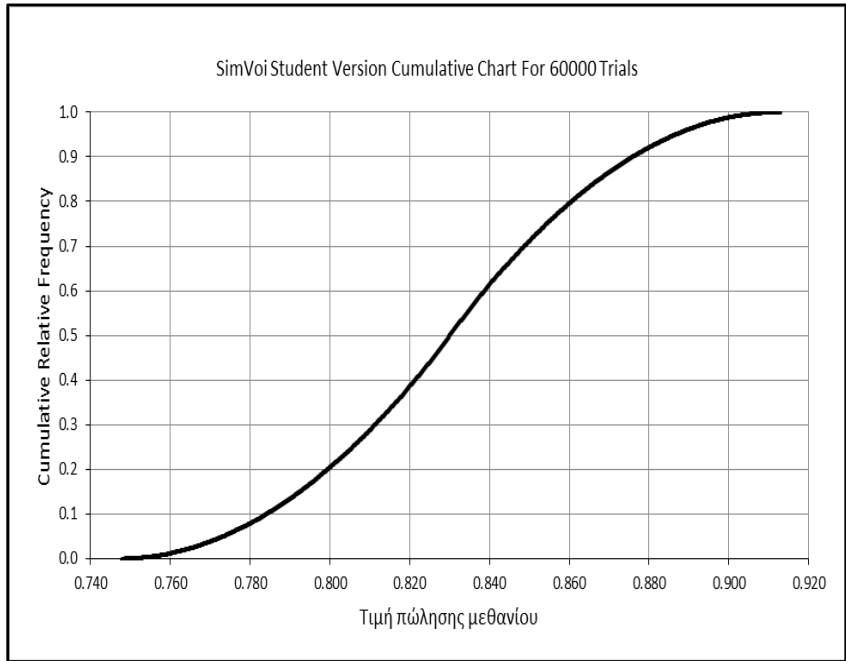
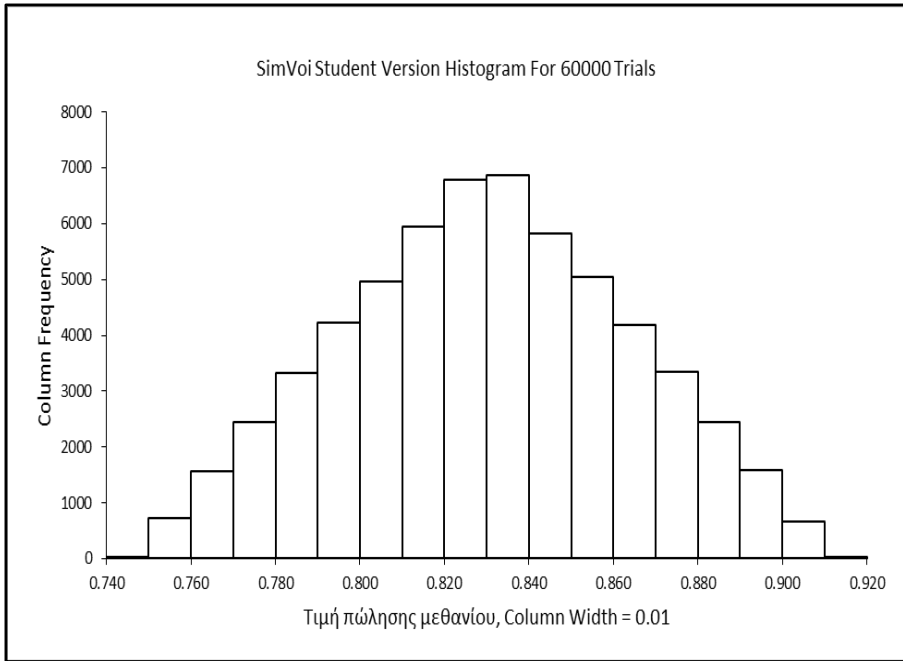
Κρίσιμες Μεταβλητές		ΔΕΙΚΤΗΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ		ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑΣ ΔΕΙΚΤΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ NPV(A)-NPV(B)
		NPV (A) (όταν η μεταβλητή λαμβάνει τιμή Α)	NPV (B) (όταν η μεταβλητή λαμβάνει τιμή Β)	
ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ	Απόβλητα εσπεριδοειδών	58,708,688.78	58,527,445.37	181,243.41
	H ₂ SO ₄ 98%	58,660,964.47	58,575,169.69	85,794.77
	Κόστος συντήρησης	58,850,849.63	58,385,284.52	465,565.11
	Ηλεκτρική Ενέργεια	58,945,052.61	58,291,081.55	653,971.06
	Yeast	58,686,827.46	58,549,306.69	137,520.77
	Urea	58,619,375.02	58,616,759.14	2,615.88
	Lime	58,680,412.32	58,555,721.84	124,690.48
	Γενικές δαπάνες	58,768,807.83	58,467,326.33	301,481.50
	Ασφάλεια ιδιοκτησίας	58,727,750.42	58,508,383.74	219,366.67
	Λοιπά βιομηχανικά έξοδα	58,919,548.58	58,316,585.58	602,962.99
	H ₂ O	58,813,005.57	58,423,128.58	389,876.99
	Corn oil	59,016,273.17	58,219,860.99	796,412.18
	Diammonium hydrogen phosphate	58,618,814.47	58,617,319.68	1,494.79
ΚΟΣΤΟΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ	Μηχανολογικός εξοπλισμός	59,647,182.11	57,588,952.05	2,058,230.05
	Κτιριακές εγκαταστάσεις	58,690,940.94	58,545,193.22	145,747.72
	Εγκαταστάσεις και έργα εξωτερικών χώρων	58,763,814.80	58,472,319.36	291,495.43
	Διαμόρφωση οικοπέδου και περιβάλλοντος χώρου	58,666,649.65	58,569,484.51	97,165.14
	Υπηρεσίες μηχανικών και επίβλεψη	58,772,434.33	58,463,699.82	308,734.51
	Νομικά έξοδα	58,643,794.95	58,592,339.20	51,455.75
	Απρόβλεπτα	58,695,250.71	58,540,883.45	154,367.25
	Κατασκευαστικά έξοδα	58,643,794.95	58,592,339.20	51,455.75
ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΠΑΙΤΗΣΕΩΝ	Τιμή πώλησης λιμονένιου	52,831,980.29	64,404,153.87	11,572,173.59
	Τιμή πώλησης αιθανόλης	56,619,173.40	60,616,960.76	3,997,787.36
	Τιμή πώλησης μεθανίου	56,563,196.59	60,672,937.57	4,109,740.98
	Τιμή πώλησης κομπόστ	58,583,811.45	58,652,322.71	68,511.25
ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΤΩΝ ΤΙΜΩΝ	Ποσοστό χρηματοδότησης	58,785,547.59	58,450,586.57	334,961.02
	Επιτόκιο δανεισμού	58,799,868.88	58,432,999.21	366,869.67
	Μισθοδοσία	58,648,609.13	58,587,525.02	61,084.11
ΦΟΡΟΣ	Ποσοστό Φορολογίας	60,736,794.15	56,499,340.01	4,237,454.14
ΚΟΣΤΟΣ ΧΡΗΜΑΤΟΣ	Επιτόκιο αναγωγής	62,320,917.77	55,166,417.57	7,154,500.20

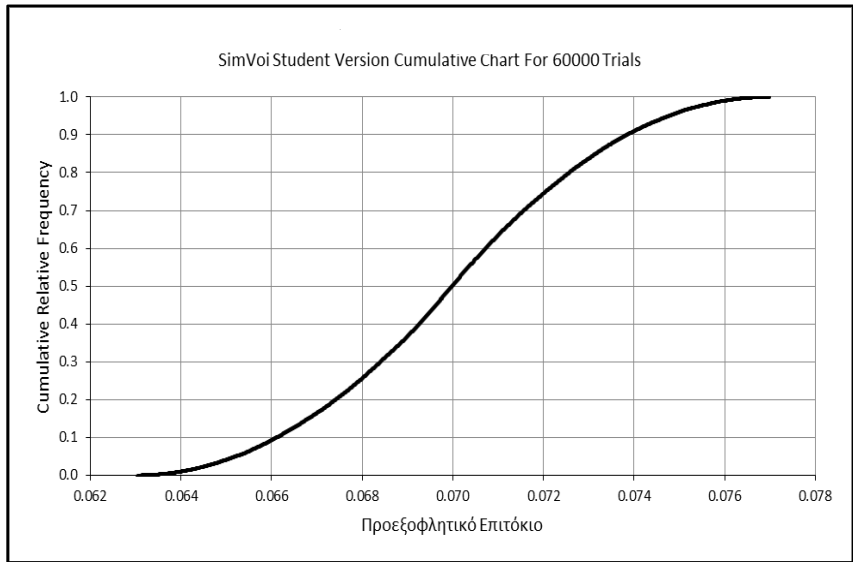
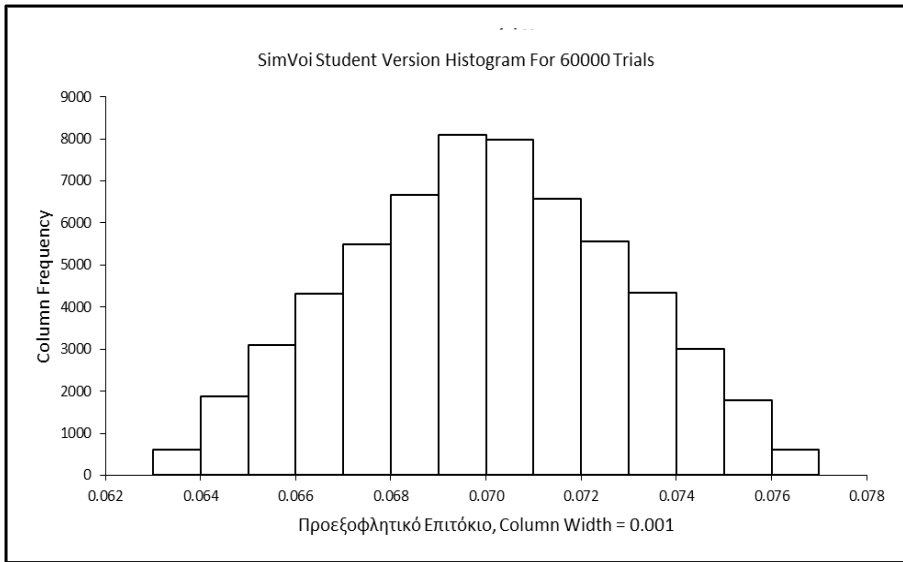
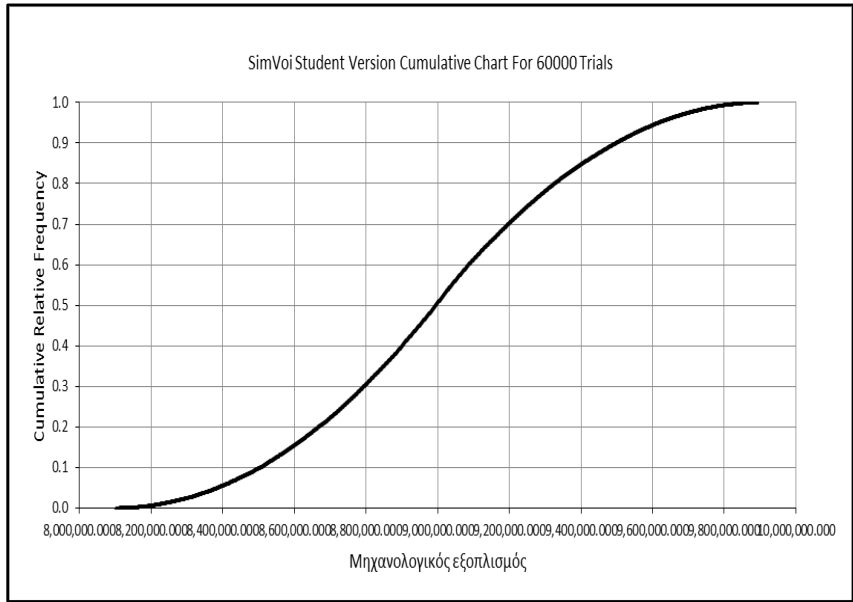
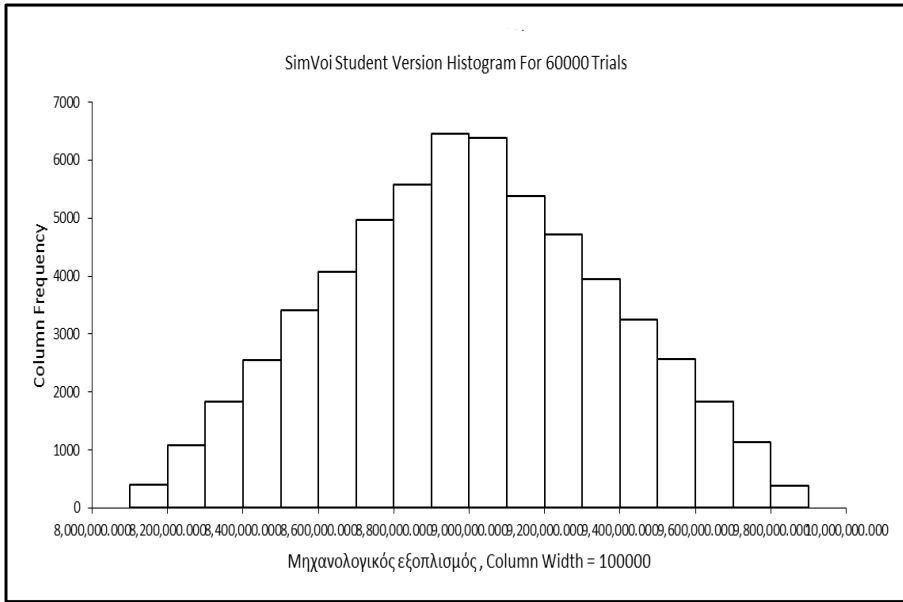
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ «ΚΑ.3». Αξιολόγηση ελαστικότητας των μεταβλητών.

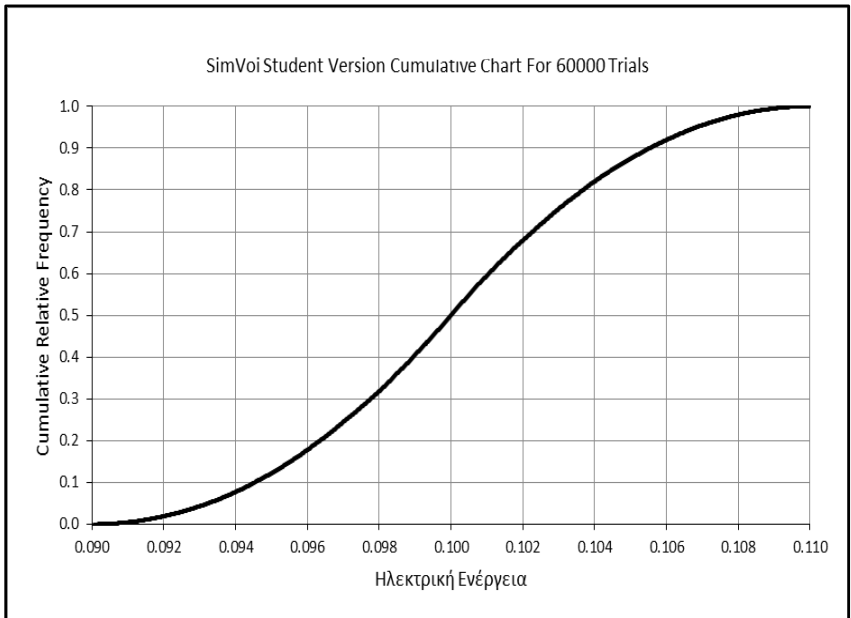
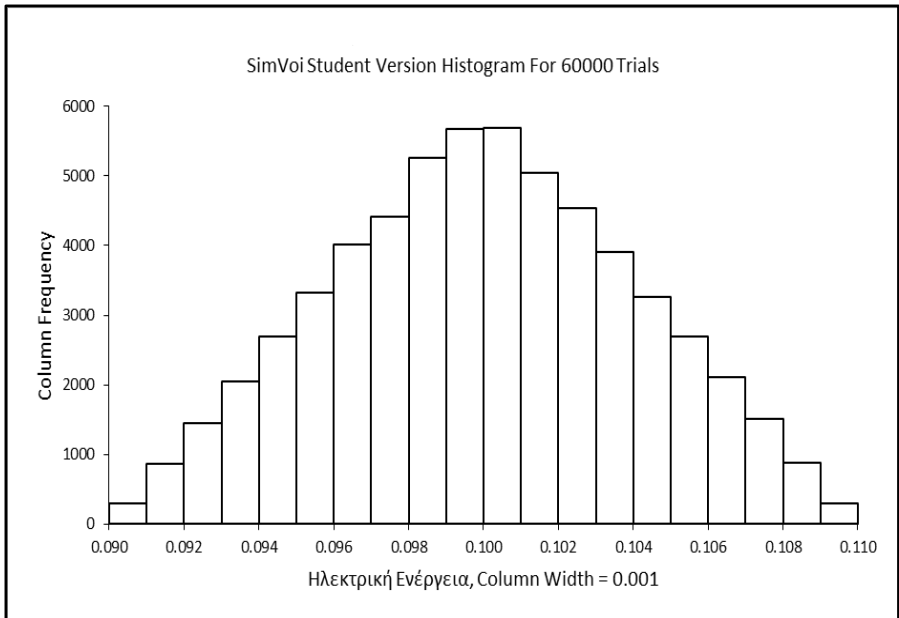
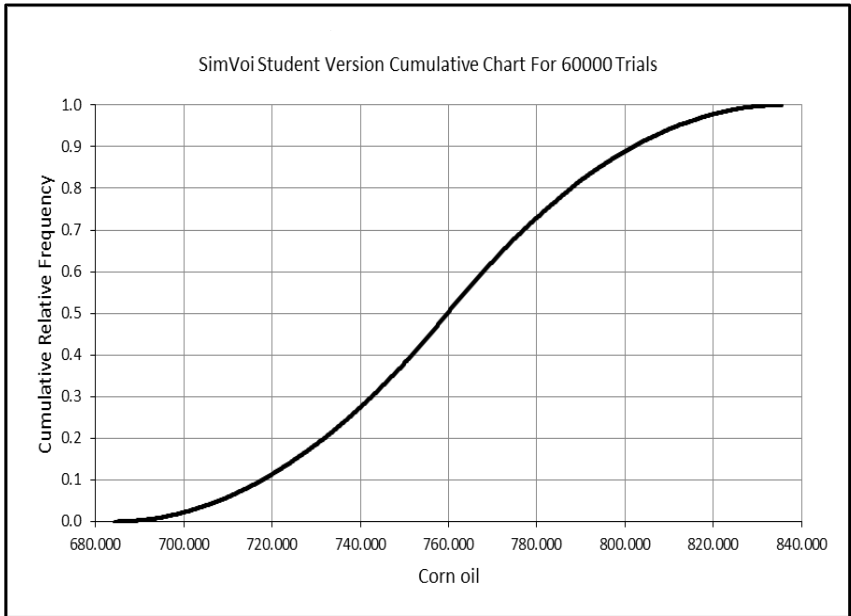
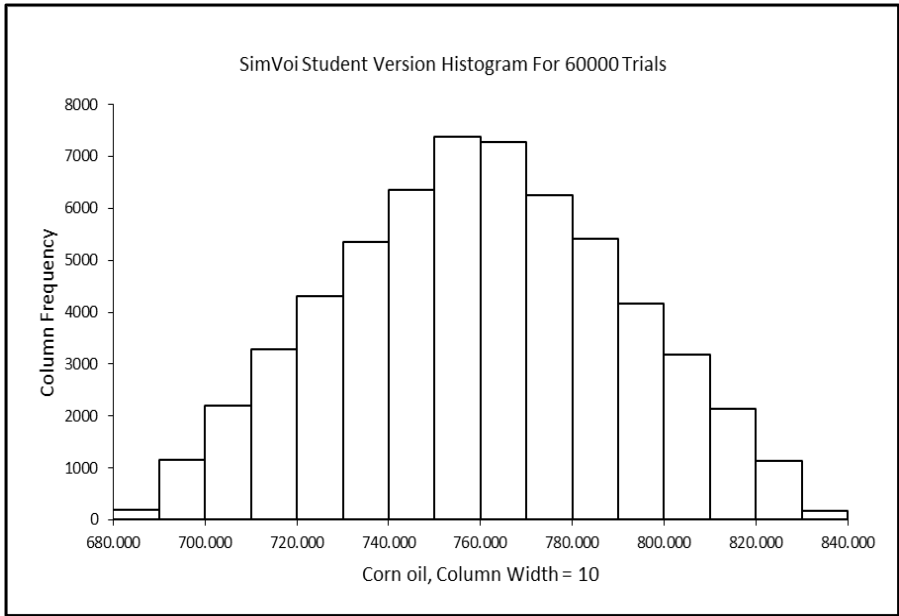
Κρίσιμες Μεταβλητές		Ποσοστιαία Μεταβολή NPV (X)	Ποσοστιαία Μεταβολή Μεταβλητής (Y)	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ (X/Y)	ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ		
					ΜΙΚΡΗ [0,0.5]	ΜΕΣΑΙΑ [0.5, 1]	ΜΕΓΑΛΗ [>1]
ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ	Απόβλητα εσπεριδοειδών	0.31%	22.22%	0.01	X		
	H ₂ SO ₄ 98%	0.15%	22.22%	0.01	X		
	Κόστος συντήρησης	0.80%	22.22%	0.04	X		
	Ηλεκτρική Ενέργεια	1.12%	22.22%	0.05	X		
	Yeast	0.23%	22.22%	0.01	X		
	Urea	0.00%	22.22%	0.00	X		
	Lime	0.21%	22.22%	0.01	X		
	Γενικές δαπάνες	0.52%	22.22%	0.02	X		
	Ασφάλεια ιδιοκτησίας	0.37%	22.22%	0.02	X		
	Λοιπά βιομηχανικά έξοδα	1.03%	22.22%	0.05	X		
	H ₂ O	0.67%	22.22%	0.03	X		
	Corn oil	1.37%	22.22%	0.06	X		
Diammonium hydrogen phosphate	0.00%	22.22%	0.00	X			
ΚΟΣΤΟΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ	Μηχανολογικός εξοπλισμός	3.57%	22.22%	0.16	X		
	Κτιριακές εγκαταστάσεις	0.25%	22.22%	0.01	X		
	Εγκαταστάσεις και έργα εξωτερικών χώρων	0.50%	22.22%	0.02	X		
	Διαμόρφωση οικοπέδου και περιβάλλοντος χώρου	0.17%	22.22%	0.01	X		
	Υπηρεσίες μηχανικών και επίβλεψη	0.53%	22.22%	0.02	X		
	Νομικά έξοδα	0.09%	22.22%	0.00	X		
	Απρόβλεπτα	0.26%	22.22%	0.01	X		
	Κατασκευαστικά έξοδα	0.09%	22.22%	0.00	X		
ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΠΑΙΤΗΣΕΩΝ	Τιμή πώλησης λιμονένιου	21.90%	22.22%	0.99		X	
	Τιμή πώλησης αιθανόλης	7.06%	22.22%	0.32	X		
	Τιμή πώλησης μεθανίου	7.27%	22.22%	0.33	X		
	Τιμή πώλησης κομπόστ	0.12%	22.22%	0.01	X		
ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΤΩΝ ΤΙΜΩΝ	Ποσοστό χρηματοδότησης	0.57%	22.22%	0.03	X		
	Επιτόκιο δανεισμού	0.63%	22.22%	0.03	X		
	Μισθοδοσία	0.10%	22.22%	0.00	X		
ΦΟΡΟΣ	Ποσοστό Φορολογίας	7.50%	22.22%	0.34	X		
ΚΟΣΤΟΣ ΧΡΗΜΑΤΟΣ	Επιτόκιο αναγωγής	12.97%	22.22%	0.58		X	

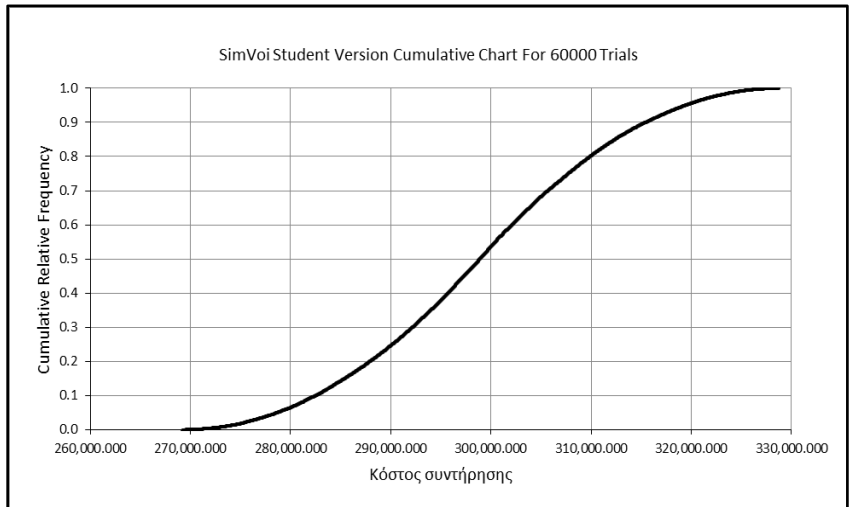
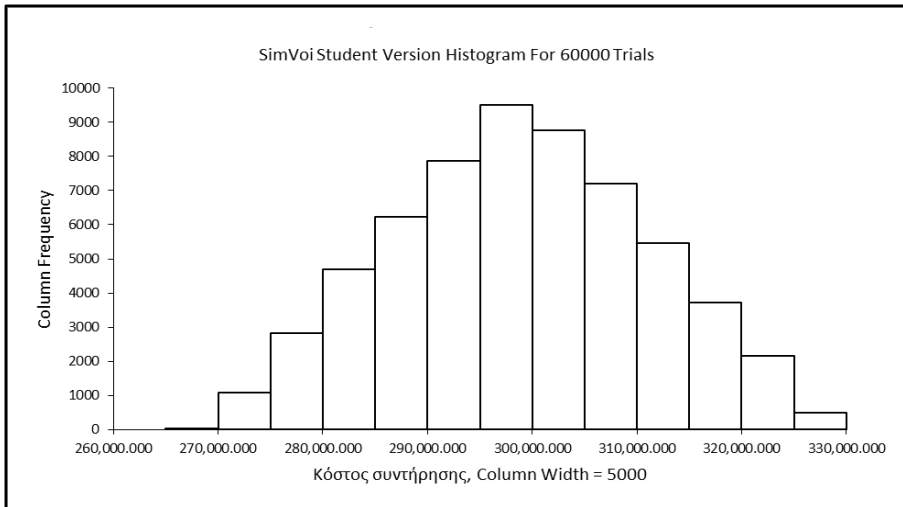
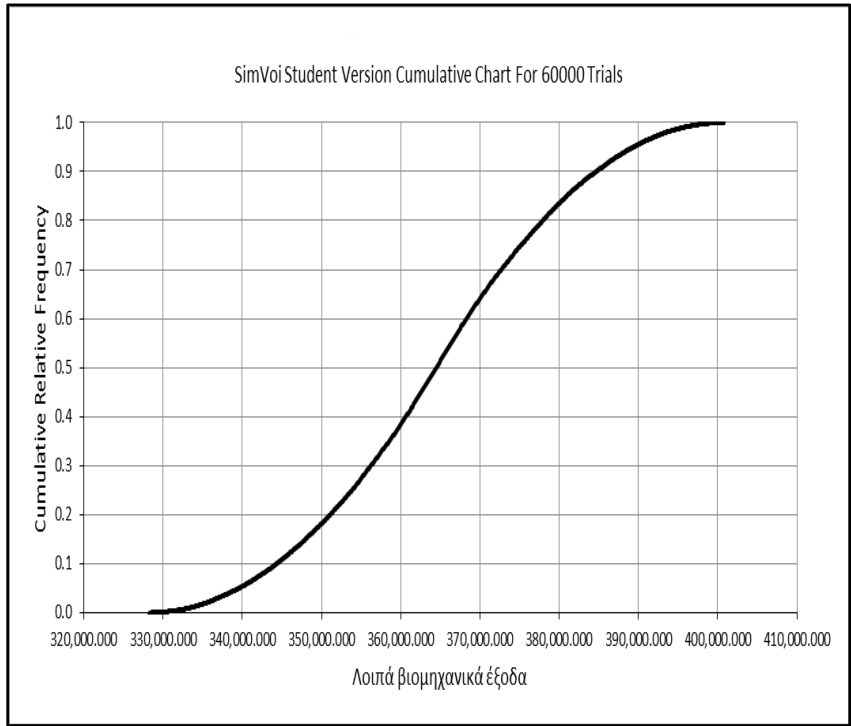
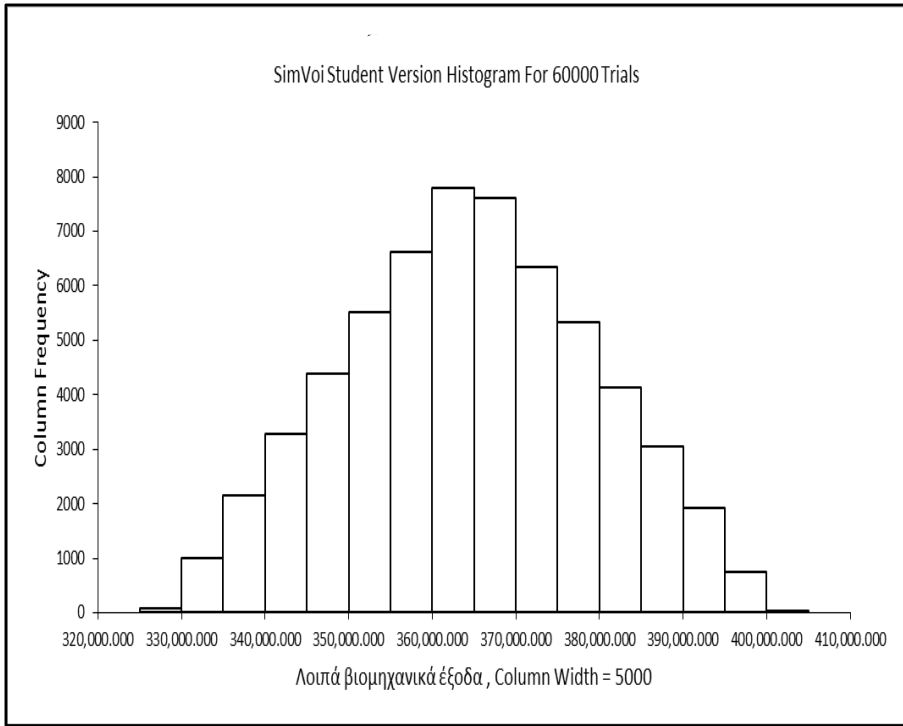
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ «ΚΒ». Κατανομές πιθανότητας κρίσιμων μεταβλητών έργου.

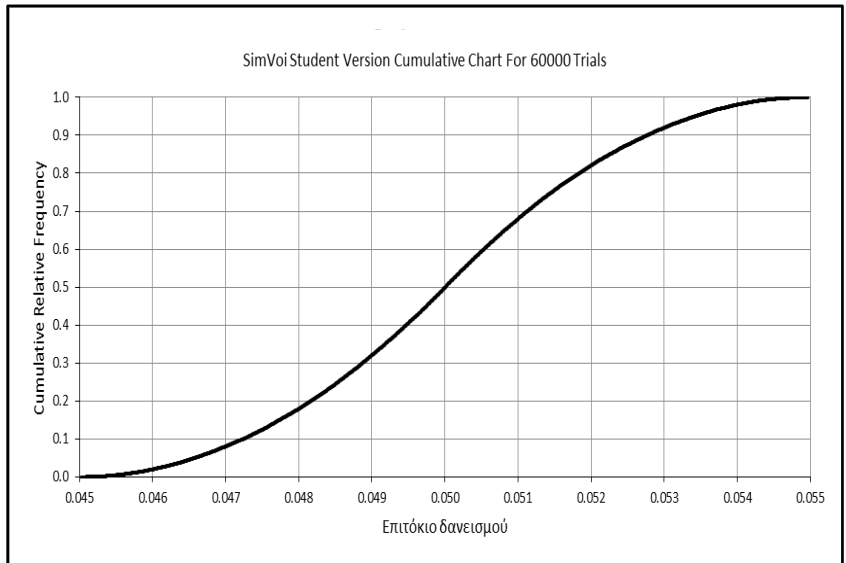
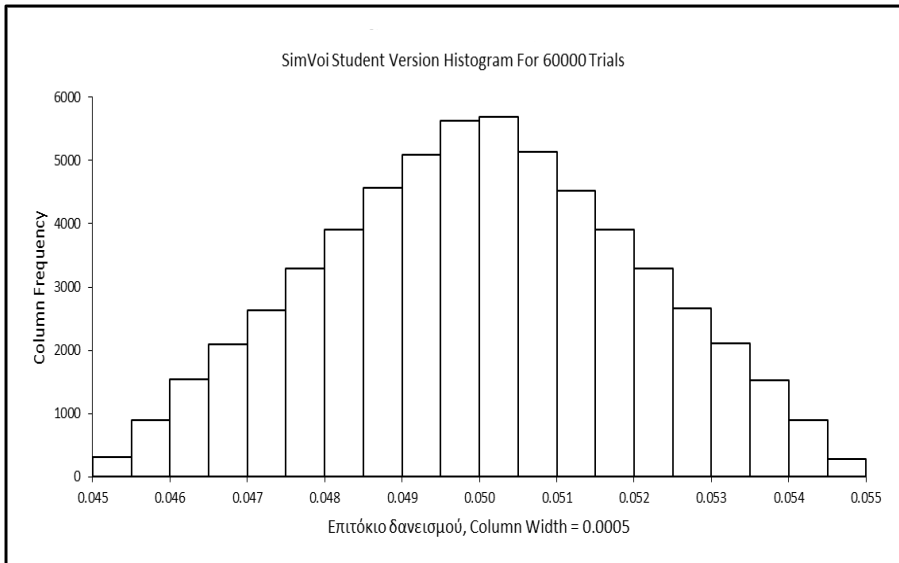
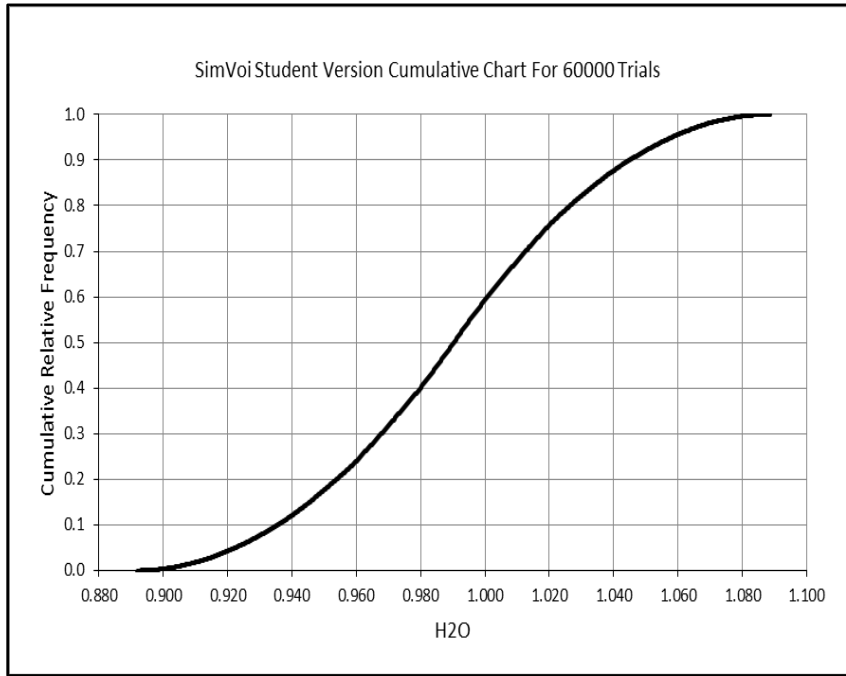
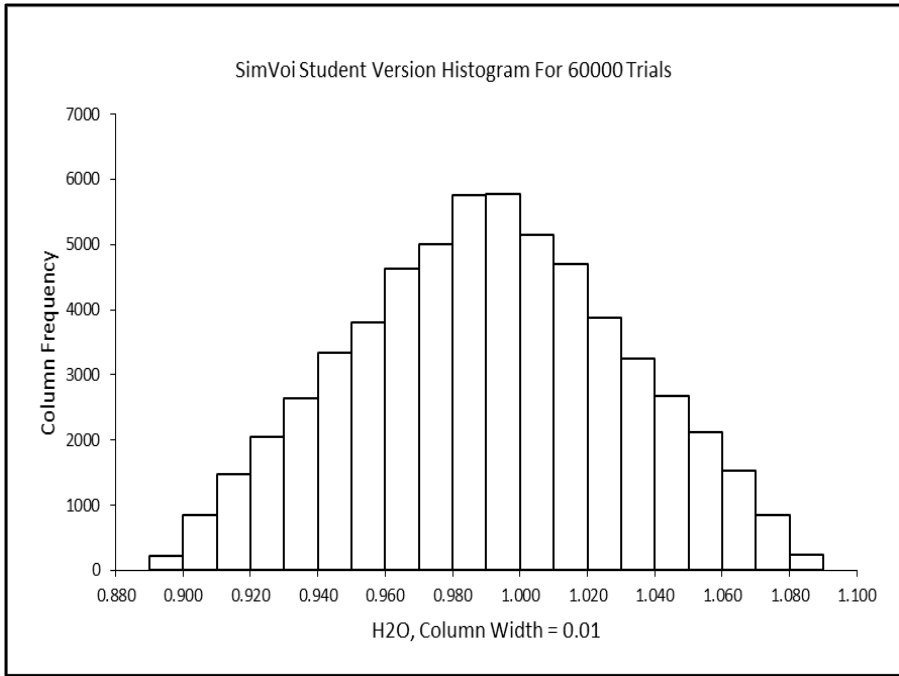


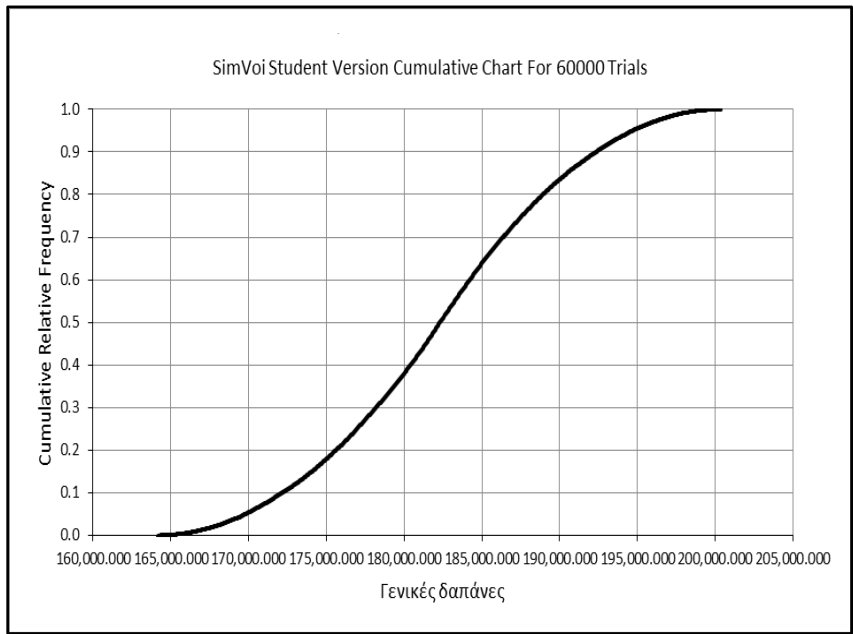
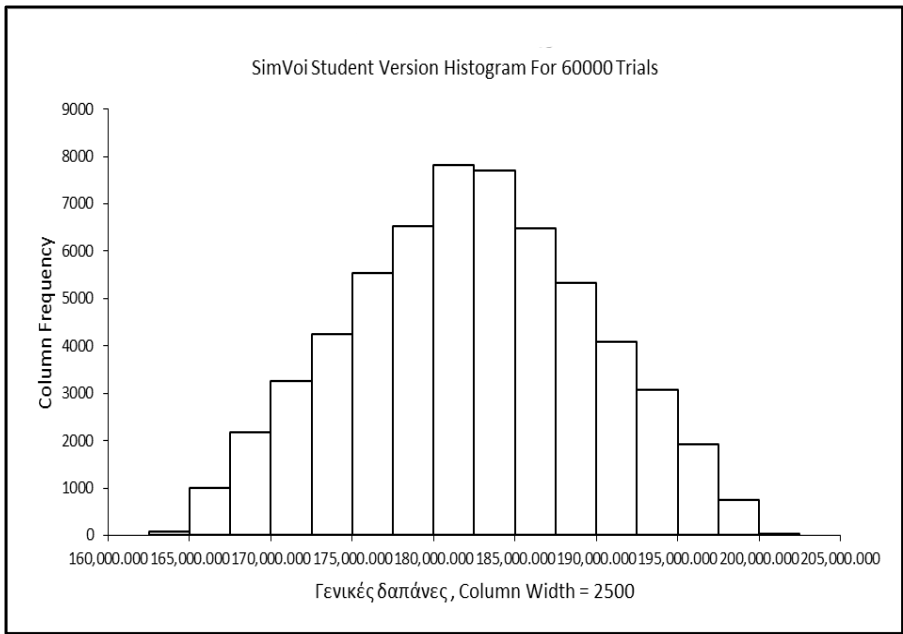
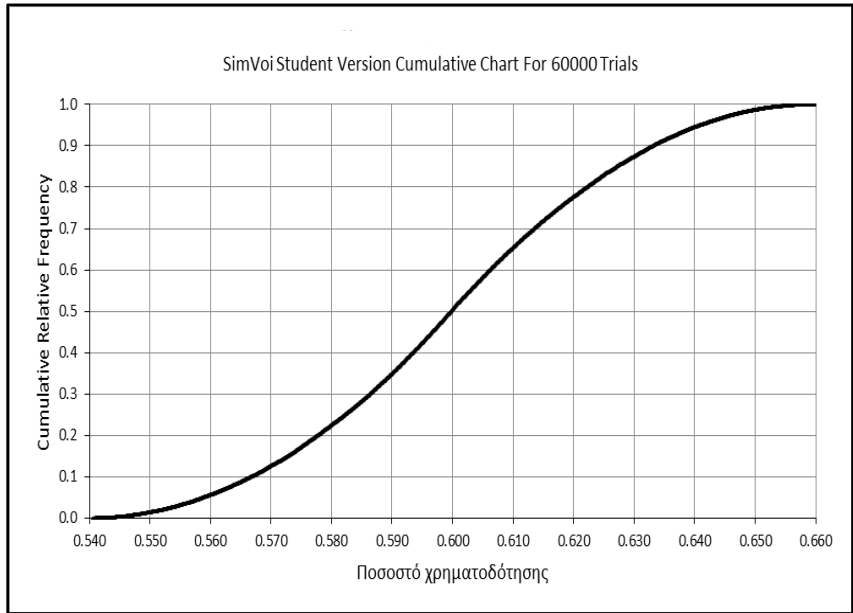
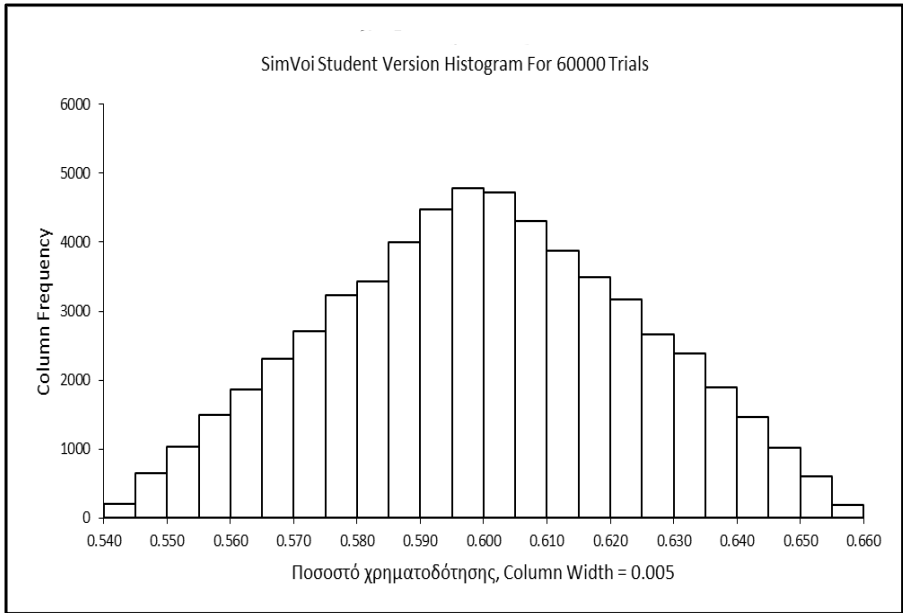


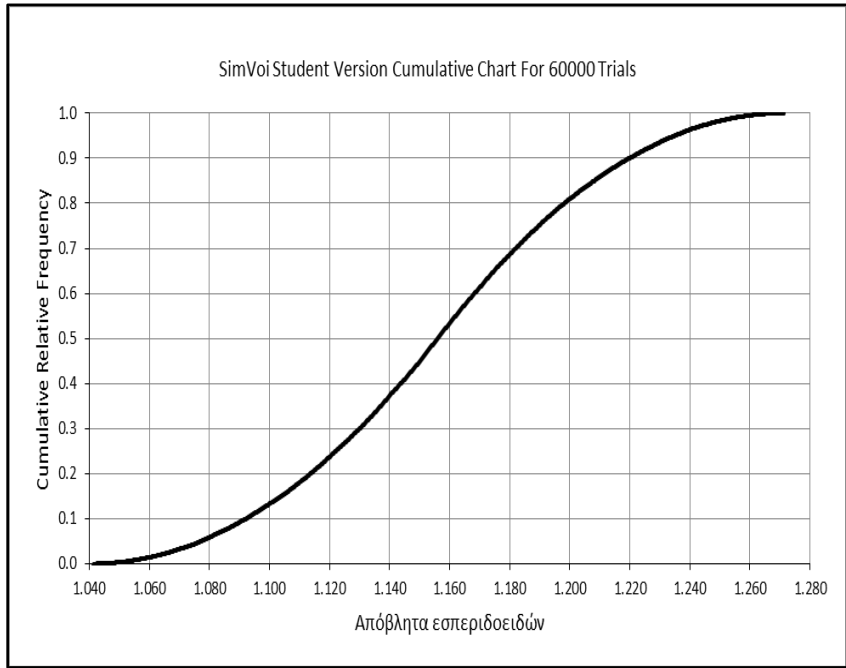
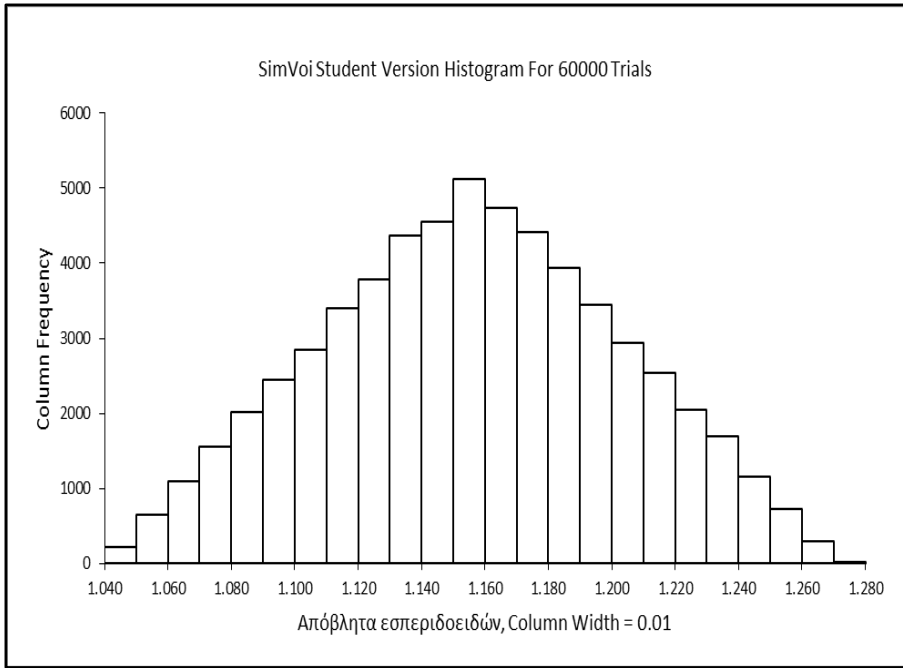




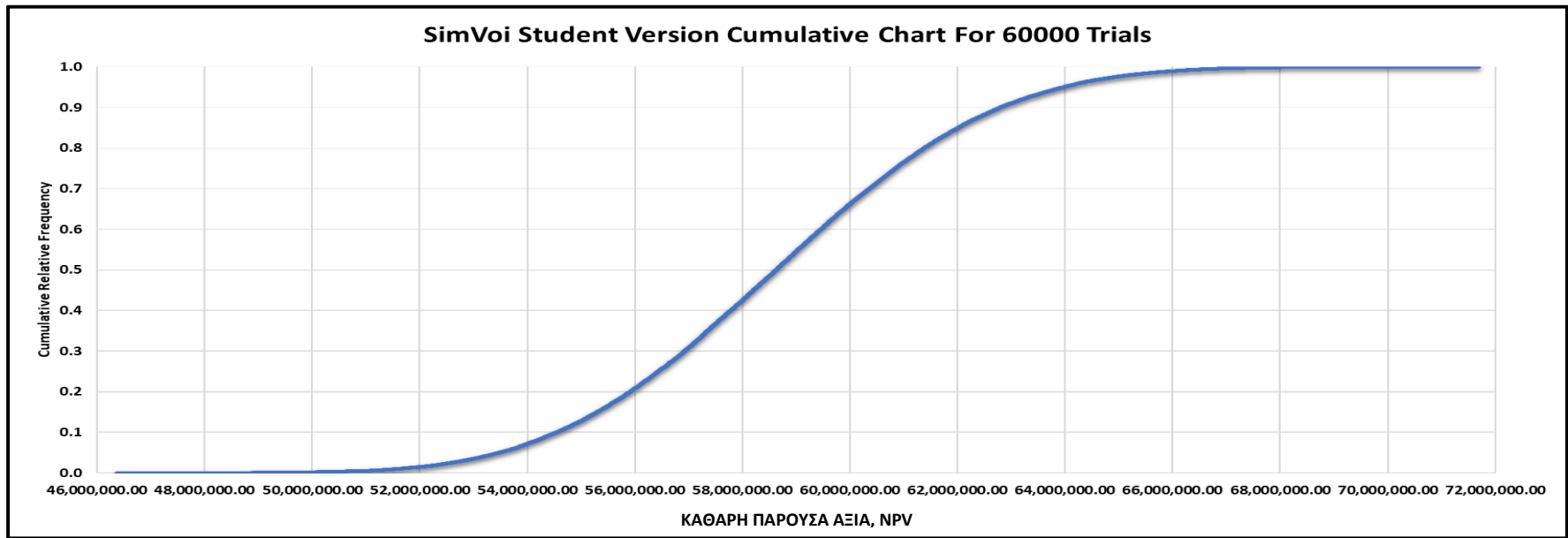
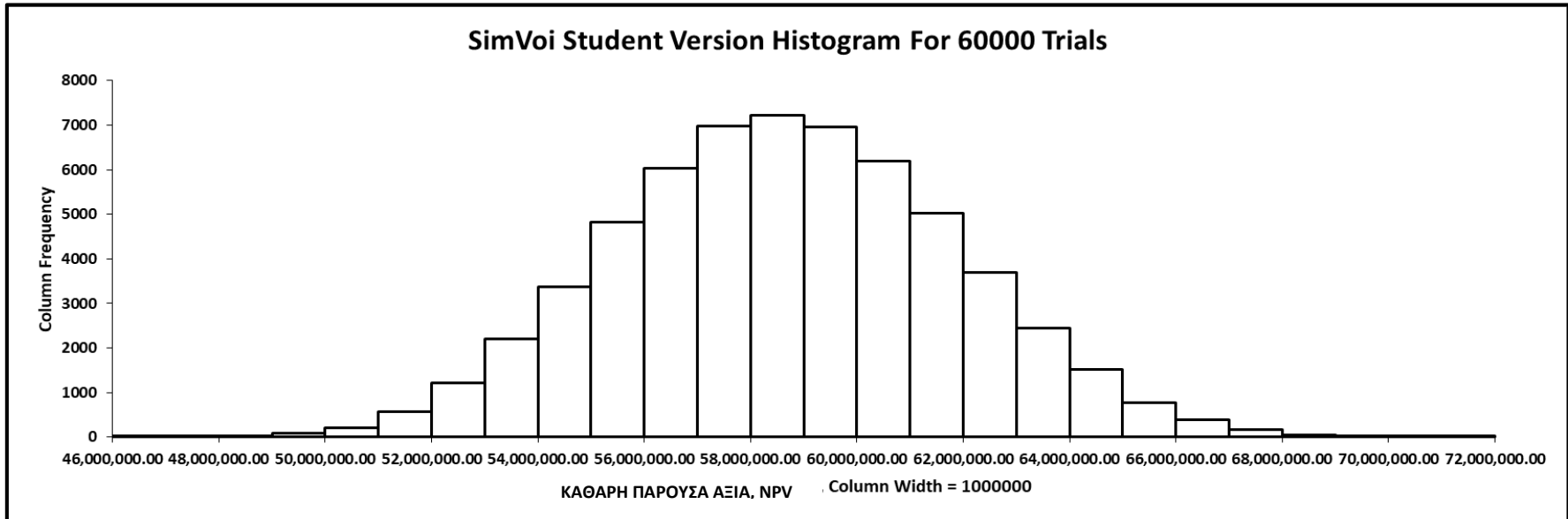




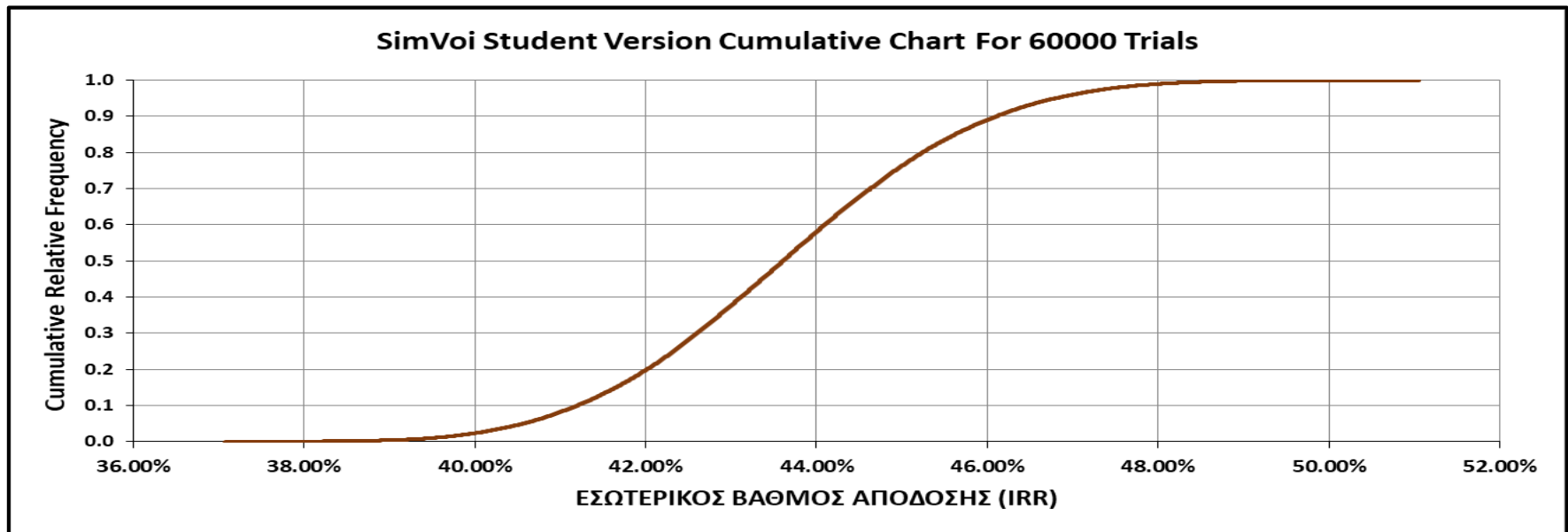
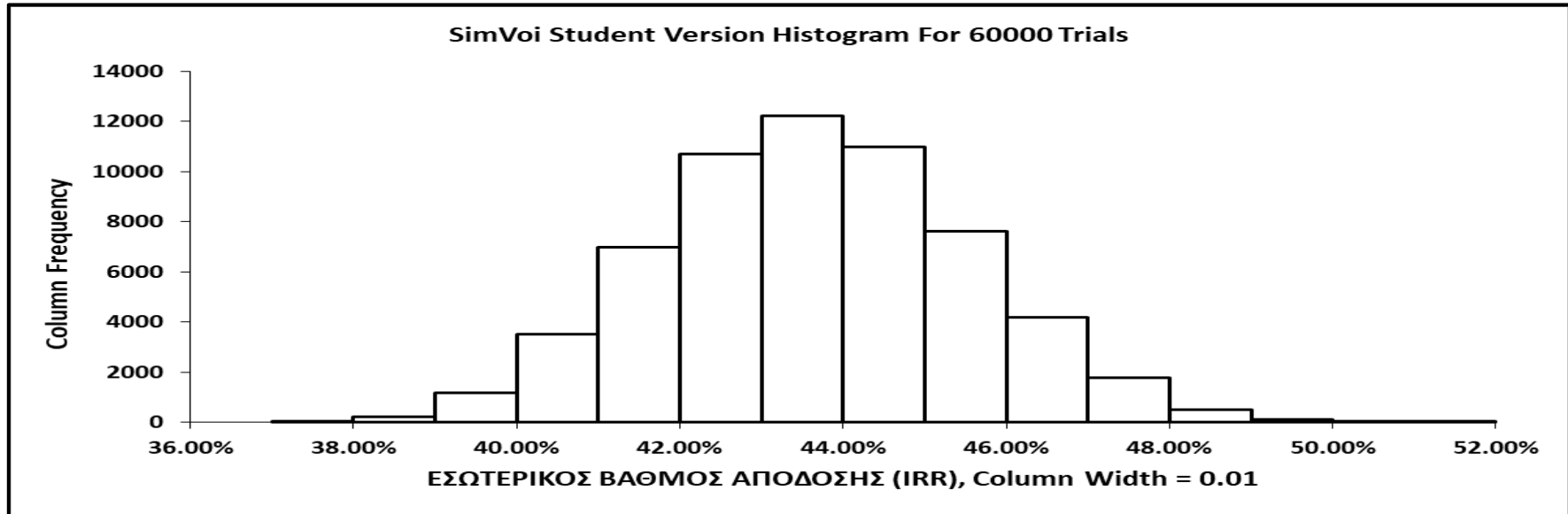




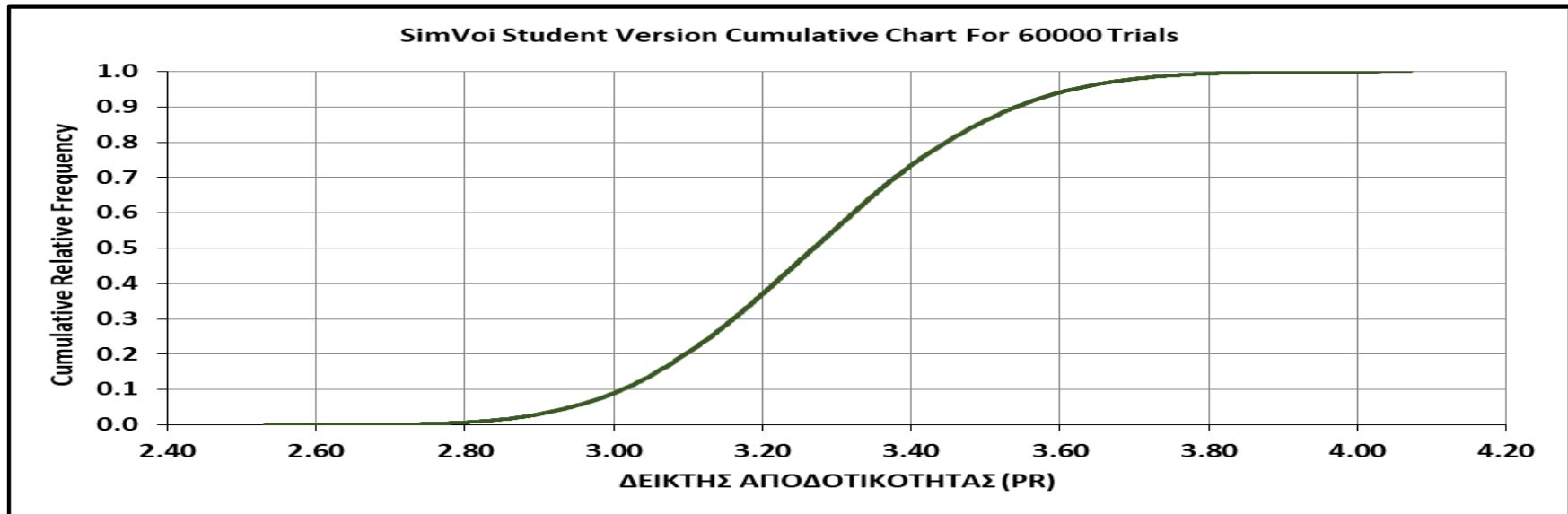
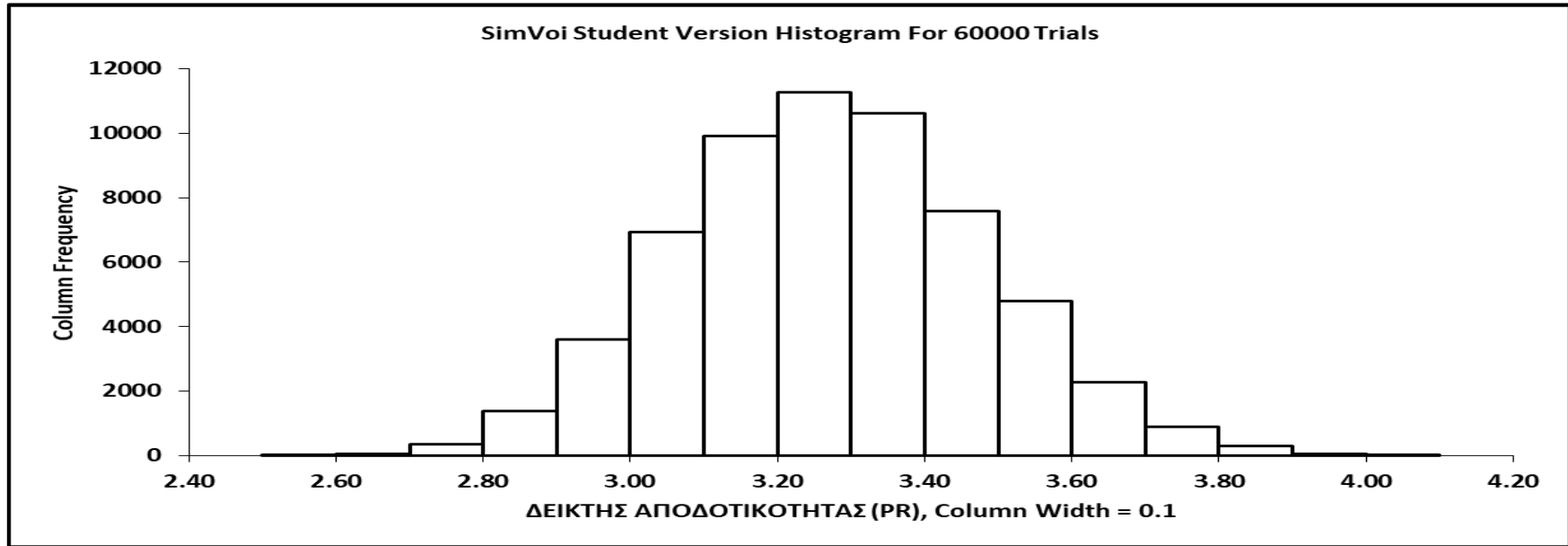
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ «ΚΓ.1». ΣΩΡΕΥΤΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑΣ ΚΑΘΑΡΑΣ ΠΑΡΟΥΣΑΣ ΑΞΙΑΣ.



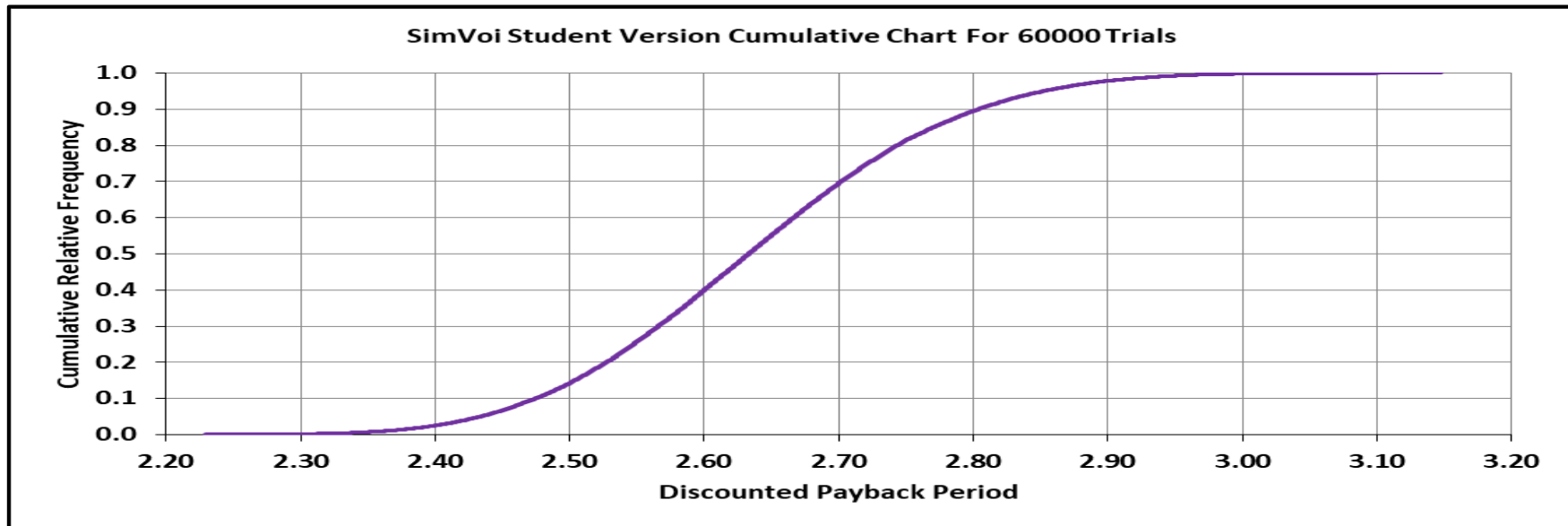
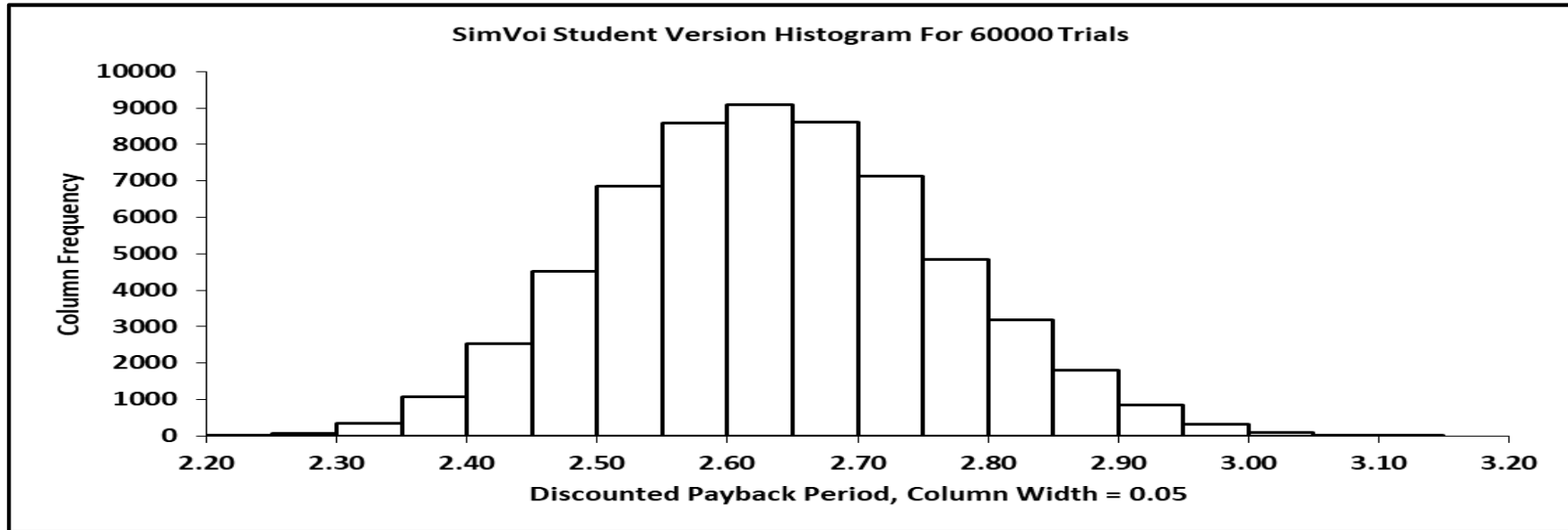
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ «ΚΓ.2». ΣΩΡΕΥΤΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ ΒΑΘΜΟΥ ΑΠΟΔΟΣΗΣ.



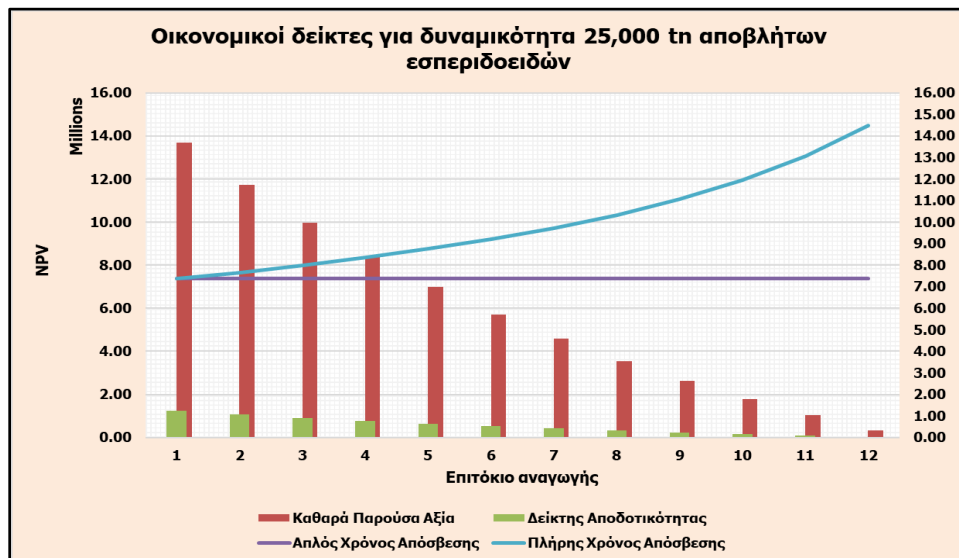
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ «ΚΓ.3». ΣΩΡΕΥΤΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΔΕΙΚΤΗ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑΣ.



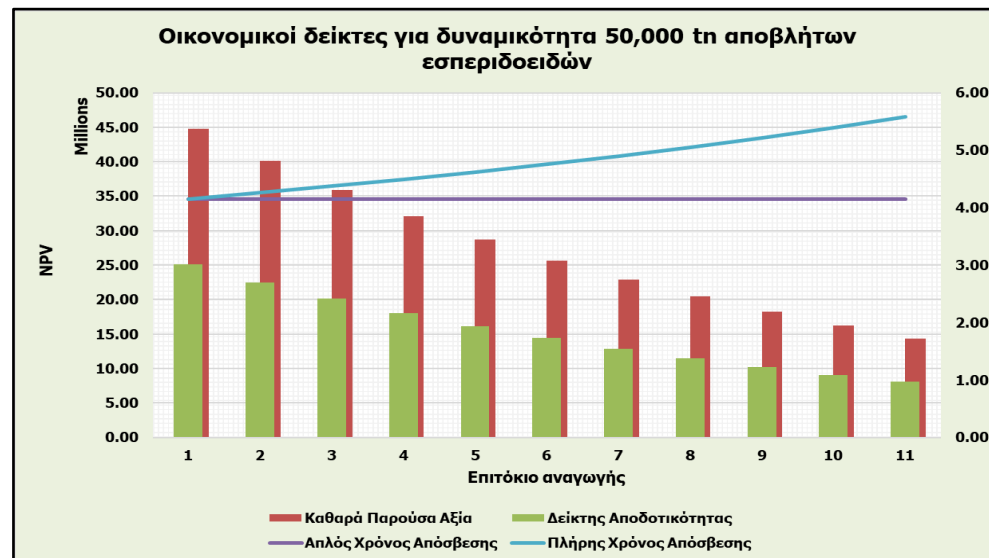
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ «ΚΓ.4». ΣΩΡΕΥΤΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΠΛΗΡΟΥΣ ΧΡΟΝΟΥ ΑΠΟΣΒΕΣΗΣ (ΕΤΗ).



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ «ΚΔ». ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ ΣΕ ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΜΕ ΤΗ ΔΥΝΑΜΙΚΟΤΗΤΑ.



Επιτόκιο Αναγωγής	Καθαρή Παρούσα Αξία	Δείκτης Αποδοτικότητα	Απλός Χρόνος Απόσβεσης	Πλήρης Χρόνος Απόσβεσης
0.00%	13,678,717.60	1.24	7.36	7.36
1.00%	11,707,061.11	1.06	7.36	7.66
2.00%	9,950,157.01	0.90	7.36	7.99
3.00%	8,380,800.11	0.76	7.36	8.35
4.00%	6,975,599.19	0.63	7.36	8.75
5.00%	5,714,398.93	0.52	7.36	9.20
6.00%	4,579,795.24	0.42	7.36	9.71
7.00%	3,556,728.19	0.32	7.36	10.32
8.00%	2,632,139.21	0.24	7.36	11.07
9.00%	1,794,681.98	0.16	7.36	11.96
10.00%	1,034,477.95	0.09	7.36	13.05



Επιτόκιο Αναγωγής	Καθαρή Παρούσα Αξία	Δείκτης Αποδοτικότητα	Απλός Χρόνος Απόσβεσης	Πλήρης Χρόνος Απόσβεσης
0.00%	44,797,830.84	3.02	4.15	4.15
1.00%	40,071,827.86	2.70	4.15	4.26
2.00%	35,855,792.60	2.41	4.15	4.37
3.00%	32,085,651.49	2.16	4.15	4.49
4.00%	28,706,248.99	1.93	4.15	4.62
5.00%	25,670,004.55	1.73	4.15	4.76
6.00%	22,935,785.40	1.54	4.15	4.90
7.00%	20,467,958.55	1.38	4.15	5.05
8.00%	18,235,591.85	1.23	4.15	5.22
9.00%	16,211,779.26	1.09	4.15	5.40
10.00%	14,373,069.86	0.97	4.15	5.59

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ «ΚΕ.1». ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ (α : με παραγωγή ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας).

ΕΤΗ	ΚΥΚΛΟΣ ΕΡΓΑΣΙΩΝ	ΑΝΘΡΩΠΙΝΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ	ΠΑΡΑΓΩΓΗ & ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ	ΣΤΑΘΕΡΟ ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	ΤΟΚΟΣ	ΦΟΡΟΣ	ΙΔΙΑ ΚΕΦΑΛΑΙΑ	ΔΑΝΕΙΑ	ΔΟΣΗ ΔΑΝΕΙΩΝ	ΕΠΕΝΔΥΣΗ	ΥΠΟΛΕΙΜ ΜΑΤΙΚΗ ΑΞΙΑ	ΣΥΝΟΛΟ (Cash Flow)
0							8,168,077.187	1,0605,119.2		-18,773,196.39		0
1	10,156,487.99	-430,000.00	-1,552,679.50	-1,262,565.10	0.00	-1,423,671.17			0.00			5,487,572.22
2	10,359,617.75	-438,600.00	-1,583,733.09	-1,288,694.96	0.00	-1,458,617.58			0.00			5,589,972.12
3	10,566,810.10	-447,372.00	-1,615,407.75	-1,315,462.81	-594,438.69	-1,342,984.53			-1,060,511.92			4,190,632.41
4	10,778,146.31	-456,319.44	-1,647,715.90	-1,342,885.77	-534,994.82	-1,394,407.25			-1,060,511.92			4,341,311.20
5	10,993,709.23	-465,445.83	-1,680,670.22	-1,370,981.42	-475,550.95	-1,446,524.32			-1,060,511.92			4,494,024.56
6	11,213,583.42	-474,754.75	-1,714,283.62	-1,399,767.87	-416,107.08	-1,499,348.45			-1,060,511.92			4,648,809.73
7	11,437,855.08	-484,249.84	-1,748,569.30	-2,179,263.70	-356,663.21	-1,362,062.49			-1,060,511.92			4,246,534.62
8	11,666,612.19	-493,934.84	-1,783,540.68	-1,459,488.05	-297,219.35	-1,607,169.76			-1,060,511.92			4,964,747.59
9	11,899,944.43	-503,813.53	-1,819,211.50	-1,490,460.58	-237,775.48	-1,662,193.46			-1,060,511.92			5,125,977.96
10	12,137,943.32	-513,889.80	-1,855,595.73	-1,522,201.50	-178,331.61	-1,717,977.25			-1,060,511.92			5,289,435.52
11	12,380,702.19	-524,167.60	-1,892,707.64	-1,554,731.61	-118,887.74	-2,084,171.46			-1,060,511.92			5,145,524.22
12	12,628,316.23	-534,650.95	-1,930,561.79	-1,588,072.28	-59,443.87	-2,141,517.09			-1,060,511.92			5,313,558.32
13	12,880,882.55	-545,343.97	-1,969,173.03	-1,622,245.50	0.00	-2,199,664.97			0.00			6,544,455.08
14	13,138,500.20	-556,250.85	-2,008,556.49	-2,407,273.89	0.00	-2,052,674.67			0.00			6,113,744.31
15	13,401,270.21	-567,375.87	-2,048,727.62	-1,693,180.67	0.00	-2,288,176.02			0.00		1,390,000	8,193,810.03

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ «ΚΕ.2». ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ (β : με παραγωγή ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας και πώληση ηλεκτρικής ενέργειας).

ΕΤΗ	ΚΥΚΛΟΣ ΕΡΓΑΣΙΩΝ	ΑΝΘΡΩΠΙΝΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ	ΠΑΡΑΓΩΓΗ & ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ	ΣΤΑΘΕΡΟ ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	ΤΟΚΟΣ	ΦΟΡΟΣ	ΙΔΙΑ ΚΕΦΑΛΑΙΑ	ΔΑΝΕΙΑ	ΔΟΣΗ ΔΑΝΕΙΩΝ	ΕΠΕΝΔΥΣΗ	ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΙΚΗ ΑΞΙΑ	ΣΥΝΟΛΟ (Cash Flow)
0							6738192.59	11238013.2		-17976205.79		0
1	11,435,746.07	-430,000.00	-1,571,264.96	-1,297,160.21	0.00	-1,607,481.75			0.00			6,529,839.15
2	11,664,460.99	-438,600.00	-1,602,690.26	-1,324,042.47	0.00	-1,645,244.50			0.00			6,653,883.76
3	11,897,750.21	-447,372.00	-1,634,744.06	-1,351,579.59	-611,691.67	-1,540,978.00			-1,123,801.32			5,187,583.57
4	12,135,705.21	-456,319.44	-1,667,438.94	-1,379,789.07	-550,522.50	-1,594,485.79			-1,123,801.32			5,363,348.15
5	12,378,419.32	-465,445.83	-1,700,787.72	-1,408,688.90	-489,353.33	-1,648,748.78			-1,123,801.32			5,541,593.44
6	12,625,987.70	-474,754.75	-1,734,803.48	-1,438,297.59	-428,184.17	-1,703,780.97			-1,123,801.32			5,722,365.44
7	12,878,507.46	-484,249.84	-1,769,499.55	-2,218,634.16	-367,015.00	-1,584,560.95			-1,123,801.32			5,330,746.64
8	13,136,077.61	-493,934.84	-1,804,889.54	-1,499,718.16	-305,845.83	-1,816,210.23			-1,123,801.32			6,091,677.69
9	13,398,799.16	-503,813.53	-1,840,987.33	-1,531,569.70	-244,676.67	-1,873,636.56			-1,123,801.32			6,280,314.05
10	13,666,775.14	-513,889.80	-1,877,807.07	-1,564,209.44	-183,507.50	-1,931,890.62			-1,123,801.32			6,471,669.38
11	13,940,110.65	-524,167.60	-1,915,363.22	-1,597,658.65	-122,338.33	-2,259,496.40			-1,123,801.32			6,397,285.13
12	14,218,912.86	-534,650.95	-1,953,670.48	-1,631,939.18	-61,169.17	-2,319,452.00			-1,123,801.32			6,594,229.76
13	14,503,291.12	-545,343.97	-1,992,743.89	-1,667,073.49	0.00	-2,380,281.96			0.00			7,917,847.81
14	14,793,356.94	-556,250.85	-2,032,598.77	-2,453,084.69	0.00	-2,252,690.96			0.00			7,498,731.67
15	15,089,224.08	-567,375.87	-2,073,250.74	-1,739,996.54	0.00	-2,476,078.08			0.00		1,390,000	9,622,522.84

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ «ΚΘ». Μήτρα κινδύνων – αξιολόγηση και αντιμετώπιση κινδύνων του έργου.

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΚΙΝΔΥΝΟΥ	ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΑ					ΔΙΟΡΘΩΤΙΚΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΕΣ
	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑ	ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ	ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΑ	ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ	
Τεχνολογικός	1) Υλοποίηση και αποδοτικότητα διεργασιών	ΜΙΚΡΗ	ΜΕΓΑΛΗ	6	ΜΕΤΡΙΟΣ	Εφαρμογή κύκλου συνεχούς βελτίωσης διεργασιών
	2) Ποιότητα προϊόντων και συμμόρφωση με τα πρότυπα	ΣΠΑΝΙΑ	ΜΙΚΡΗ	3	ΧΑΜΗΛΟΣ	Παρακολούθηση της ποιότητας του προϊόντος από το Τμήμα Ποιοτικού Ελέγχου
	3) Ποιότητα αποβλήτων εργοστασίων χυμοποίησης	ΠΙΘΑΝΟ	ΜΕΤΡΙΑ	6	ΜΕΤΡΙΟΣ	Παρακολούθηση της ποιότητας πρώτης ύλης από το Τμήμα Ποιοτικού Ελέγχου
	4) Ανάπτυξη ανταγωνιστικών τεχνολογιών	ΠΙΘΑΝΟ	ΜΙΚΡΗ	5	ΜΕΤΡΙΟΣ	Αύξηση δαπανών για έρευνα/ανάπτυξη
	5) Κίνδυνοι για την ασφάλεια του εργοστασίου	ΜΙΚΡΗ	ΜΙΚΡΗ	4	ΧΑΜΗΛΟΣ	Παρακολούθηση της εγκατάστασης από τον Υπεύθυνο Ασφαλείας
	6) Κίνδυνοι σχεδιασμού υλοποίησης	ΣΠΑΝΙΑ	ΜΕΤΡΙΑ	4	ΧΑΜΗΛΟΣ	Ορισμός υπεύθυνου παρακολούθησης του σχεδιασμού υλοποίησης
Εμπορικός	1) Ακρίβεια της ανάλυσης της αγοράς	ΠΙΘΑΝΟ	ΜΕΤΡΙΑ	6	ΜΕΤΡΙΟΣ	Παρακολούθηση της αγοράς από το Τμήμα Οικονομικού Προγραμματισμού
	2) Ανταγωνιστική συμπεριφορά	ΠΙΘΑΝΟ	ΜΙΚΡΗ	5	ΜΕΤΡΙΟΣ	Αύξηση δαπανών για μάρκετινγκ και προώθηση πωλήσεων
	3) Διαθεσιμότητα αποβλήτων εργοστασίων χυμοποίησης	ΠΟΛΥ ΠΙΘΑΝΟ	ΜΕΓΑΛΗ	8	ΥΨΗΛΟΣ	Σύναψη συμβολαίων με πολλούς προμηθευτές για διασπορά κινδύνου
	4) Μεταβαλλόμενο κόστος εφοδιαστικής	ΠΟΛΥ ΠΙΘΑΝΟ	ΜΕΤΡΙΑ	7	ΥΨΗΛΟΣ	Σύναψη συμβολαίων με πολλούς προμηθευτές για διασπορά κινδύνου
	5) Ανεπιθύμητες εξελίξεις στην αγορά	ΠΙΘΑΝΟ	ΜΕΓΑΛΗ	7	ΥΨΗΛΟΣ	Αναζήτηση εταιρειών εξωτερικού για την πώληση των προϊόντων
	6) Κίνδυνοι συναλλαγματικής ισοτιμίας	ΜΙΚΡΗ	ΜΙΚΡΗ	4	ΧΑΜΗΛΟΣ	Η εταιρία δεν εκτίθεται σε συναλλαγματικό κίνδυνο καθώς δεν πραγματοποιεί συναλλαγές σε ξένο νόμισμα.
Χρηματοοικονομικός	1) Πτώχευση των εταίρων του έργου	ΣΠΑΝΙΑ	ΑΜΕΛΗΤΕΑ	2	ΧΑΜΗΛΟΣ	Η εταιρία για να διατηρήσει ή να προσαρμόσει την κεφαλαιακή της διάρθρωση μπορεί να μεταβάλει το μέρος προς τους μετόχους, να επιστρέψει κεφάλαιο στους μετόχους, να εκδώσει νέες μετοχές ή να εκποιήσει περιουσιακά στοιχεία για να μειώσει το χρέος της.
	2) Αποχώρηση ενός ή περισσότερων συνεταιρών	ΣΠΑΝΙΑ	ΑΜΕΛΗΤΕΑ	2	ΧΑΜΗΛΟΣ	Υπαρξη διαθέσιμων αποθεματικών για την κάλυψη αναγκών
	3) Μελλοντικές αυξήσεις τιμών βοηθητικών υλών, ενέργειας	ΠΟΛΥ ΠΙΘΑΝΟ	ΜΕΓΑΛΗ	7	ΥΨΗΛΟΣ	- Σύναψη συμβολαίων με πολλούς προμηθευτές για διασπορά κινδύνου και αποφυγή μονοπωλιακών πρακτικών από τους προμηθευτές - Ενεργειακός έλεγχος και εφαρμογή μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας
	4) Υπέρβαση του κόστους κατά την παραγωγή ή / και τη λειτουργία	ΜΙΚΡΗ	ΜΙΚΡΗ	4	ΧΑΜΗΛΟΣ	Το Τμήμα Οικονομικού Προγραμματισμού προϋπολογίζει και παρακολουθεί τις χρηματοροές της και ενεργεί κατάλληλα ώστε να υπάρχουν ρευστά διαθέσιμα.
	5) Αλλαγές πωλήσεων για το κύριο προϊόν και τα παραπροϊόντα (π.χ. λόγω των τιμών του πετρελαίου, της πολιτικής, των ανταγωνιστικών προϊόντων κ.λπ.)	ΠΙΘΑΝΟ	ΜΕΓΑΛΗ	7	ΥΨΗΛΟΣ	Αναζήτηση εταιρειών εξωτερικού για την πώληση των προϊόντων

	6) Πτώχευση άλλων εταιρών στην αλυσίδα του προϊόντος	ΠΙΘΑΝΟ	ΜΕΤΡΙΑ	6	ΜΕΤΡΙΟΣ	Σύναψη συμβολαίων με πολλούς προμηθευτές για διασπορά κινδύνου
	7) Αλλαγή της πολιτικής των τραπεζών περί δανεισμού	ΠΙΘΑΝΟ	ΜΕΤΡΙΑ	6	ΜΕΤΡΙΟΣ	Παρακολούθηση ζητήματος από το Τμήμα Οικονομικού Προγραμματισμού
Περιβαλλοντικός	1) Αυστηριοποίηση περιβαλλοντικών απαιτήσεων για τη διαδικασία και την εφαρμογή (π.χ. ως αποτέλεσμα τοπικών ενδιαφερομένων)	ΜΙΚΡΗ	ΜΙΚΡΗ	4	ΧΑΜΗΛΟΣ	Τήρηση των όρων της περιβαλλοντικής μελέτης και αναπροσαρμογή αυτών σε περίπτωση αλλαγής της περιβαλλοντικής νομοθεσίας
	2) Η βιωσιμότητα των αποβλήτων δεν είναι εγγυημένη	ΜΙΚΡΗ	ΜΙΚΡΗ	4	ΧΑΜΗΛΟΣ	Παρακολούθηση της βιωσιμότητας από το Τμήμα Οικονομικού Προγραμματισμού
	3) Ανεπιθύμητες αντιδράσεις άλλων ενδιαφερομένων για τη μονάδα βιοδιυλιστηρίου	ΣΠΑΝΙΑ	ΑΜΕΛΗΤΕΑ	2	ΧΑΜΗΛΟΣ	Η περιοχή εγκατάστασης του βιοδιυλιστηρίου έχει επιλεγεί σε περιοχές ΒΙΠΕ κατ' εφαρμογή μεθοδολογίας των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (ΓΠΣ)
	4) Θέματα χρήσης γης	ΣΠΑΝΙΑ	ΑΜΕΛΗΤΕΑ	2	ΧΑΜΗΛΟΣ	Δεν χρησιμοποιούνται εδάφη γης για την παραγωγή πρώτων υλών του βιοδιυλιστηρίου
Πολιτικός	1) Αβεβαιότητα στα κίνητρα για βιοκαύσιμα	ΜΙΚΡΗ	ΜΙΚΡΗ	4	ΧΑΜΗΛΟΣ	Παρακολούθηση ζητήματος από το Τμήμα Οικονομικού Προγραμματισμού
	2) Διάρκεια εγγυήσεων	ΣΠΑΝΙΑ	ΑΜΕΛΗΤΕΑ	2	ΧΑΜΗΛΟΣ	Παρακολούθηση ζητήματος από το Τμήμα Οικονομικού Προγραμματισμού
	3) Αλλαγές στους κανονισμούς για τα απόβλητα	ΜΙΚΡΗ	ΜΙΚΡΗ	4	ΧΑΜΗΛΟΣ	Τήρηση των όρων της περιβαλλοντικής μελέτης και αναπροσαρμογή αυτών σε περίπτωση αλλαγής της περιβαλλοντικής νομοθεσίας
	4) Αλλαγές στις προδιαγραφές ή την πιστοποίηση των βιοπροϊόντων	ΠΙΘΑΝΟ	ΜΕΤΡΙΑ	6	ΜΕΤΡΙΟΣ	Εφαρμογή κύκλου συνεχούς βελτίωσης διεργασιών
	5) Αστάθεια της πολιτικής κατάστασης της χώρας	ΜΙΚΡΗ	ΜΙΚΡΗ	4	ΧΑΜΗΛΟΣ	Παρακολούθηση ζητήματος από το Τμήμα Οικονομικού Προγραμματισμού
Διαχείριση και οργάνωση	1) Τεχνολογική και διοικητική εμπειρία της ομάδας	ΣΠΑΝΙΑ	ΜΕΤΡΙΑ	4	ΧΑΜΗΛΟΣ	Πρόσληψη εξειδικευμένου προσωπικού
	2) Κοινά ενδιαφέροντα με στρατηγικούς εταίρους	ΜΙΚΡΗ	ΜΙΚΡΗ	4	ΧΑΜΗΛΟΣ	Συμμετοχή σε διεπιστημονικές οργανώσεις και ανάπτυξη σχέσεων με άλλους στρατηγικούς εταίρους.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ «Λ». Ανάλυση SWOT για την κατασκευή βιοδιυλιστηρίου στην Ελλάδα.

<p>Πλεονεκτήματα</p> <ul style="list-style-type: none">• Η δυνατότητα αξιοποίησης αποβλήτων από βιομηχανίες χυμοποίησης εσπεριδοειδών σε πολύτιμες πηγές πρώτων υλών βελτιώνοντας τη βιωσιμότητα της γεωργίας και της παραγωγής τροφίμων.• Η δημιουργία «πράσινων» θέσεων εργασίας και οικονομικής δραστηριότητας.• Η ανάπτυξη πολλών μεθόδων μετατροπής της δευτερογενούς βιομάζας, οι οποίες έχουν αποτελέσει σημαντικό τομέα έρευνας στη λειτουργία των βιοδιυλιστηρίων στην Ευρώπη.• Η δυναμικότητα παραγωγής ταυτόχρονα προϊόντων προστιθέμενης αξίας, όπως τα αιθέρια έλαια, βιο-πλαστικά, βιοκαύσιμα και ενέργεια.• Η παροχή κινήτρων για την επένδυση δημιουργίας βιο-διυλιστηρίου προς ικανοποίηση των στόχων της χώρας μας που σχετίζονται με τη βιώσιμη και αειφόρο ανάπτυξη.	<p>Αδυναμίες</p> <ul style="list-style-type: none">• Η διαθεσιμότητα των πρώτων υλών, η οποία εξαρτάται από λογιστικούς, τεχνικούς, οικονομικούς, περιβαλλοντικούς παράγοντες και την εποχικότητα.• Η διαθεσιμότητα αναλυτικών μεθόδων για τον πλήρη χαρακτηρισμό και ποσοτικοποίηση των μικροθρεπτικών συστατικών και άλλων ενώσεων από τα εσπεριδοειδή υποπροϊόντα.• Το κόστος της προεπεξεργασίας των αποβλήτων και των υπολειμμάτων πριν την είσοδό τους στα βιο-διυλιστήρια.• Η ύπαρξη κινδύνων αειφορίας εξαιτίας της χρήσης ενεργοβόρων τεχνικών διεργασιών για την ανάκτηση των προϊόντων.• Η αδυναμία επίδειξης εμπορικών τεχνολογιών αυτού του τομέα εξαιτίας του υψηλού κόστους και της έλλειψης «προσφοράς – ζήτησης».• Η διατήρηση της ασφάλειας και της ποιότητας των ανακτημένων προϊόντων σε σχέση με τους κανονισμούς ασφάλειας τροφίμων.
<p>Ευκαιρίες</p> <ul style="list-style-type: none">• Η δυναμικότητα του τομέα να δημιουργεί θέσεις εργασίας και οικονομική βιωσιμότητα αποτελεί ελκυστικό στόχο για επενδύσεις σε δύσκολες οικονομικές περιόδους.• Η Ευρωπαϊκή νομοθεσία για την παραγωγή βιοκαυσίμων από απόβλητα και υπολείμματα μπορεί να αποτελέσει κίνητρο για τη δημιουργία βιοδιυλιστηρίων.• Η προώθηση της βιοοικονομίας ως υψηλού επιπέδου πρωτοβουλία στη λήψη αποφάσεων από τη βιομηχανία και τους εμπλεκόμενους φορείς δημιουργίας πολιτικής σε ευρωπαϊκό και εθνικό επίπεδο.• Οι πρωτοβουλίες του ιδιωτικού τομέα για αναζήτηση πρώτων υλών βιολογικής προέλευσης (ειδικότερα από τη βιομηχανία τροφίμων).• Η αυξανόμενη παραγωγή πρωτεϊνών βιολογικής προέλευσης για τα τρόφιμα, όπως και καλλυντικών από «φυσικά υλικά».	<p>Απειλές</p> <ul style="list-style-type: none">• Η εστίαση της νομοθεσίας κυρίως, στη βιοενέργεια και στα βιοκαύσιμα θέτοντας σε μειονεκτική θέση τη χρήση βιο-προϊόντων.• Η έλλειψη κριτηρίων βιωσιμότητας για τα βιο-υλικά (ή ακόμη για την παραγωγή ενέργειας από στερεή βιομάζα).• Η αναζήτηση υψηλού επενδυτικού κεφαλαίου για πιλοτικές εφαρμογές βιο-διυλιστηρίων.• Η έλλειψη τεχνικών προτύπων για τα βιο-προϊόντα δύνανται να εμποδίσει τη διείσδυση τους στην αγορά.• Η έλλειψη ενημέρωσης των καταναλωτών για τα βιο-προϊόντα.• Η διακύμανση των τιμών πετρελαίου• Οι συνεχόμενες αλλαγές στις πολιτικές αποφάσεις.• Η κατάσταση της εγχώριας οικονομίας